

Ergebnisse nach arthroskopischer Entfernung des fragmentierten
Processus coronoideus medialis der Ulna unter besonderer
Berücksichtigung der Computertomographie und der
Ganganalyse

von Nicola Hörtdörfer

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Ergebnisse nach arthroskopischer Entfernung des fragmentierten
Processus coronoideus medialis der Ulna unter besonderer
Berücksichtigung der Computertomographie und der
Ganganalyse

von Nicola Hörtdörfer

aus Mosbach

München 2025

Aus dem Zentrum für Klinische Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Chirurgie der Kleintiere

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:
Univ.-Prof. Dr. Andrea Meyer-Lindenberg

Mitbetreuung durch:
Dr. med. vet. Stephanie Steigmeier-Raith

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, Ph.D.

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Andrea Meyer-Lindenberg

Korreferent: Priv.-Doz. Dr. Rebecca A.-M. Kenngott

Tag der Promotion: 26.07.2025

Meinen Eltern

Lilo Vetter

Die Welt ist kein Machwerk und die Tiere kein Fabrikat zu unserem Gebrauch. Nicht
Erbarmen, sondern Gerechtigkeit ist man den Tieren schuldig.

Arthur Schopenhauer

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	Anatomie des Ellbogengelenkes	2
1.1.	Knöcherne Strukturen	2
1.2.	Die Gelenkkapsel	4
1.3.	Bänder	4
1.4.	Muskulatur	5
2.	Entwicklung des Ellbogengelenkes	7
3.	Fragmentierter Processus coronoideus medialis der Ulna (FPC)	8
3.1.	Ätiologie und Pathogenese	8
3.2.	Diagnostik	10
3.3.	Therapie und Prognose	13
4.	Ganganalyse	14
III.	PUBLIKATION	17
IV.	DISKUSSION	31
V.	ZUSAMMENFASSUNG	39
VI.	SUMMARY	41
VII.	LITERATURVERZEICHNIS	43
VIII.	ANHANG	59
IX.	DANKSAGUNG	67

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CT	Computertomographie
FPC	Fragmentierter Processus coronoideus medialis der Ulna
IEWG	International elbow working group
Inc.	Incisura
kg	Kilogramm
KGW	Kilogramm Körpergewicht
Lig.	Ligament
MRT	Magnetresonanztomographie
OP	Operation
Proc.	Processus
PVF	Peak Vertical Force
SI	Symmetrie Index
VI	Vertikaler Impuls

I. EINLEITUNG

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae des Hundes ist eine der häufigsten Erkrankungen bei großen, schnellwüchsigen Hunderassen und führt häufig zu Lahmheiten der Vordergliedmaßen (Fitzpatrick et al., 2009b; Kirchberger, 1998). Bereits im Jahr 1974 wurde der FPC erstmals beschrieben (Olsson, 1974) und ist seitdem die Grundlage vieler Forschungen. Eine Großzahl der Studien behandeln die Ätiologie, Diagnostik, Therapie sowie das Outcome nach chirurgischer Versorgung (Fitzpatrick et al., 2009a; Fitzpatrick et al., 2009b; Fitzpatrick et al., 2009c; Lau et al., 2013a; Lau et al., 2013b; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Michelsen, 2013; Moores et al., 2008). Dennoch sind einige Aspekte wie zum Beispiel die genaue Ätiologie oder Gründe für unterschiedlich gute Behandlungsergebnisse noch nicht abschließend geklärt. Da nur wenige Studien (Coppieters et al., 2016) beleuchten, wieso einzelne Patienten postoperativ kein optimales Outcome vorweisen, war es Ziel dieser Dissertation, den Behandlungserfolg nach der arthroskopischen Entfernung des fragmentierten Processus coronoideus der Ulna (FPC) mittels klinischer Untersuchung, objektiver Ganganalyse durch instrumentierte Laufbanduntersuchung und Röntgenbildern zu beurteilen und unter anderem mit den Ergebnissen der direkt postoperativen Computertomographie in Verbindung zu setzen. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf postoperativ zurückbleibende Restpartikel gelegt. Es sollte überprüft werden, ob möglicherweise zurückgebliebene Restpartikel post operationem einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis haben. Zusätzlich wurde überprüft, ob der Arthrosegrad, die Dauer der Erkrankung, sowie das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation relevant für das postoperative Ergebnis sind.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Anatomie des Ellbogengelenkes

Die in den nachfolgenden Kapiteln gegebene Übersicht, über die am Ellbogengelenk des Hundes beteiligten anatomischen Strukturen, ist aus den Werken von Nickel et al. (2004) sowie König und Liebich (2024) zusammengefasst.

1.1. Knöcherne Strukturen

Das Ellbogengelenk, *Articulatio cubiti* ist ein Walzengelenk und setzt sich aus dem distalen Humerus, sowie dem proximalen Anteil von Radius und Ulna zusammen. Durch die unten aufgeführten anatomischen Gegebenheiten wird eine Seitwärtsbewegung des Ellbogengelenks fast vollständig verhindert, wodurch es ausschließlich zu Beugung und Streckung fähig ist und so als vollkommenes Wechsel- oder Scharniergelenk funktioniert.

Oberarmskelett

Die knöcherne Grundlage des Oberarms wird allein aus einem Knochen gebildet, dem Humerus. Der Humerus gehört zu den Röhrenknochen und wird in ein proximales und distales Endstück (*Extremitas/Epiphysis proximalis und distalis*), sowie ein Mittelstück (*Diaphyse*) eingeteilt.

Im Folgenden wird die *Extremitas distalis*, welche am Ellbogengelenk beteiligt ist, näher beschrieben.

Das distale Endstück des Humerus stellt den Gelenkknorren, *Condylus humeri*, dar, welcher im rechten Winkel zur Diaphysenachse steht und mit dem proximalen Anteil von Radius und Ulna das Ellbogengelenk bildet. Beim Hund setzt sich der *Condylus humeri* aus einer größeren medialen Gelenkrolle, der *Trochlea humeri* für die Artikulation mit der Ulna und der kleineren lateralen Gelenkrolle, dem *Capitulum humeri*, die mit dem Radius artikuliert, zusammen. Des Weiteren gibt es einen kaudolateral gelegenen Streckknorren, den *Epicondylus lateralis*, an dem die Extensoren des Karpus und der Zehen entspringen. Der kaudomedial gelegene stärkere Beugeknorren, *Epikondylus medialis*, stellt den Ursprungspunkt der Karpal- und Zehengelenksflexoren dar. An beide Epikondylen haften zusätzlich die

Seitenbänder des Ellbogengelenks, die Ligg. collateralia, an. Zwischen den beiden Epikondylen liegt dorsal der Trochlea die Fossa olecrani, die den Proc. anconeus der Ulna aufnimmt. Kraniodorsal der Trochlea buchtet sich die flache Fossa radialis ein. Beide Gruben werden beim Hund meist durch ein Foramen supratrochleare verbunden.

Der Humerus wird beim Fleischfresser von beiden Unterarmknochen von distal gestützt und bildet mit Ihnen die Articulatio humeroradialis und die Articulatio humeroulnaris.

Unterarmskelett

Das Unterarmskelett besteht aus 2 Knochen, der Speiche, Radius und der Elle, Ulna. Beim Hund kreuzt die Ulna den Radius so, dass ihr proximales Ende ihm medial anliegt. Die Unterarmknochen sind in geringem Maß gegeneinander beweglich, wodurch eine geringe Pronation bzw. Supination möglich ist. Die Ulna verjüngt sich nach distal, weshalb der Radius sie an Stärke übertrifft. Die beiden Knochen sind durch bindegewebige Membranen miteinander verbunden und lassen ein schmales Spatium interosseum antebrachii frei. Radius und Ulna gehören zu den Röhrenknochen und werden wie der Humerus auch in eine Extremitas proximalis und distalis, sowie eine Diaphyse eingeteilt.

Im Folgenden werden die Extremitas proximalis, welche am Ellbogengelenk beteiligt sind, genauer erörtert.

Der Radius stellt einen im Querschnitt querovalen, stabförmigen Knochen dar, dessen Schaft auf seiner gesamten Länge leicht nach kranial gekrümmt ist.

Die Extremitas proximalis radii ist zum Speichenkopf, Caput radii verdickt, der sich beim Hund durch den Collum radii von Schaft absetzt. Proximal erweitert sich das Caput radii flächenhaft zur Fovea capitis radii, welche beim Fleischfresser kaudal und medial durch die gelenkbildende Inc. trochlearis ulnae ergänzt wird. Beidseitig der Fovea capitis ist je ein Bandhöcker ausgebildet, wovon der mediale in die sich dorsomedial erhebende Speichenbeule, Tuberositas radii übergeht, die dem M. biceps brachii Ansatz bietet. Die Kaudal am Caput radii gelegene Circumferentia articularis dient der gelenkigen Verbindung mit der Ulna und unterstützt beim Fleischfresser die Supination des Unterarms.

Das proximale Endstück der Ulna, ihr Kopf, Olecranon und sein terminaler

Fortsatz, Ellbogenhöcker, Tuber olecrani überragt die Gelenkfläche zum Humerus weit. An der radiusseitigen Basis des Olecranon befindet sich die Inc. trochlearis, die die Gelenkfläche des Radius ergänzt und nach dorsal schnabelförmig den Proc. anconeus bildet. Paarig ragen nach Kranial die Proc. coronoideus medialis und lateralis vor. Zwischen den beiden Fortsätzen ist die Inc. radialis ulnae angelegt, welche mit der Circumferentia articularis radii artikuliert und mit ihr das Articulatio radioulnaris proximalis bildet.

Der dreikantige Schaft der Ulna, Corpus ulnae, liegt dem Radius kaudal an und weist auf der radiusseitigen Fläche den langen, angerauten Margo interosseus auf.

1.2. Die Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel umfasst sowohl die Articulatio humeroradialis, die Articulatio humeroulnaris als auch die Articulatio radioulnaris proximalis. Sie inseriert an den Gelenkrändern und bildet Ausbuchtungen nach kranial und kaudal. Die kaudale Ausbuchtung ragt bis zum proximalen Rand der Fossa olecrani. Zusätzlich wird die Beugeseite der Gelenkkapsel von einzelnen Fasern verstärkt.

1.3. Bänder

Die Seitenbänder des Ellbogengelenks sind stark entwickelt.

Es wird unterschieden:

Das Ligamentum collaterale cubiti laterale, welches seinen Ursprung am Epicondylus lateralis humeri hat und mit je einem Schenkel an Radius und Ulna inseriert.

Das Ligamentum collaterale cubiti mediale, dass in der Bandgrube des Humerus entspringt. Während dessen cranialer Schenkel zum medialen Bandhöcker des Radius zieht, inseriert der kaudale Schenkel an der Ulna.

Das Ligamentum olecrani ist ein elastisches Band welches eng mit der Gelenkkapsel verbunden ist. Es hat seinen Ursprung in der Fossa olecrani am Epicondylus humeri medialis und endet zwischen Proc. anconeus und medialem vorderen Höcker des Olekranons.

Zusätzlich zu den Seitenbändern sorgen die Bänder der Art. radioulnaris proximalis für weitere Stabilität.

Diese sind:

Das Ligamentum anulare radii führt unter den Seitenbändern hindurch und umfasst die Beugeseite des Ellbogengelenks. Es setzt ringförmig an der Incisura radialis ulnae an.

Das Ligamentum interosseum antebrachii verbindet Radius und Ulna und verstärkt die Membrana interossea antebrachii im Spatium interosseum von Radius und Ulna.

1.4. Muskulatur

Die Hauptbewegungen des Ellbogens werden vor allem von fünf Muskeln durchgeführt. Diese liegen vor allem am Oberarm und können mit Fokus auf den Ellbogen in dessen Beuger und Strecker eingeteilt werden. Zu den Beugern des Ellbogengelenks zählen der M. Brachialis dessen Ansatz die Tuberositas radii und der Proc. Coronoideus medialis ulnae darstellt, sowie der M. biceps brachii. Gestreckt wird das Ellbogengelenk vor allem durch den dreigeteilten M. triceps brachii mit seinem Caput longum, Caput laterale und Caput mediale der zusätzlich auch als Fixator des Ellbogengelenks wirkt. Weitere Strecker sind der M. anconeus sowie der M. tensor fasciae antebrachii der jedoch vor allem als Spanner der Unterarmfaszie dient. In Tabelle 1 sind die Muskeln des Ellbogengelenks mit deren Ursprung und Ansatz aufgeführt.

Tabelle 1: Muskeln des Ellbogens; aus König und Liebig (2024)

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. brachialis	Kaudal am Collum humeri	Medial Radius und Ulna	Beuger des Ellbogengelenkes
M. biceps brachii	Tuberculum supraglenoidale	Tuberositas radii	Hilfsstrecker des Buggelenks, Beuger des Ellbogengelenks, Fixator des Schulter- und Karpalgelenks
M. triceps brachii			Fixator des Ellbogengelenks, zusätzlich Strecker des Schultergelenks in der Hangbeinphase
- Caput longum	Margo caudalis scapulae	Olecranon	Strecker des Ellbogen- und Hilfsbeuger des Buggelenks
- Caput laterale	Lateral am Humerus	Olecranon	Strecker des Ellbogengelenks
- Caput mediale	Medial am Humerus	Olecranon	Strecker des Ellbogengelenks

Fortsetzung Tabelle 1

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. anconeus	Distal am Humerus	Lateral am Olecranon	Strecker des Ellbogengelenks
M. tensor fasciae antebrachii	Margo caudalis scapulae	Fascia antebrachii	Spanner Unerarmfascie, Strecker des Ellbogengelenks

Des Weiteren entspringen die meisten Extensoren und Flexoren des Karpalgelenks sowie der Vorderzehen an den Epikondylen des Humerus und ziehen somit in Ihrem Verlauf ebenfalls über das Ellbogengelenk. In Tabelle 2 sind Muskeln, welche Ihren Ursprung in der Umgebung des Ellbogengelenks haben und nach distal ziehen aufgeführt.

Tabelle 2: Muskeln des Karpalgelenks sowie der Vorderzehen; aus König und Liebig (2024)

Name	Ursprung	Ansatz	Funktion
M. extensor carpi radialis	Epicondylus lateralis humeri	Proximal am MC III	Strecker und Feststeller des Karpalgelenks
M. extensor carpi ulnaris	Epicondylus lateralis humeri	Mc V bzw. MC IV oder Os carpi accessorium	Beuger des Karpalgelenks
M. flexor carpi radialis	Epicondylus lateralis humeri	Mc II bzw. Mc III	Beuger des Karpalgelenks
M. flexor carpi ulnaris: - Caput humerale - Caput ulnare	Epicondylus medialis humeri Olecranon	Os carpi accessorium Os carpi accessorium	Beuger des Karpalgelenks Beuger des Karpalgelenks
M. extensor digitorum communis	Epicondylus lateralis humeri	Proc. Extensorius der Phalanx distalis	Strecker des Karpalgelenks und der Zehengelenke
M. extensor digitorum lateralis	Epicondylus lateralis humeri	Phalanx media	Strecker der Zehengelenke
M. flexor digitorum superficialis	Epicondylus medialis humeri	Proximal an der Phalanx media	Beuger der Stützzehen, Beuger des Vorderfußes
M. flexor digitorum profundus	Epicondylus medialis humeri	Facies flexoria der Palanx distalis	Beuger des Vorderfußes

2. Entwicklung des Ellbogengelenkes

Die knöchernen Anteile des Ellbogengelenks entstehen aus 5 separaten knorpeligen Ossifikationskernen, die im Laufe des Wachstums zu Knochen umgebildet werden. Die Kerne sind die medialen und lateralen Humeruscondylen, der Radiuskopf, das Olekranon der Ulna und der gesondert angelegte Processus anconeus. An das Ellbogengelenk angrenzend liegen zudem die Epiphysenfugen des distalen Humerus sowie der Ossifikationskern des medialen Epicondylus humeri. Die Ossifikationskerne werden in den ersten Lebenswochen röntgenologisch sichtbar und schließen sich zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Laufe des ersten Lebensjahres (Tab. 3) (Stander & Cassel, 2016).

Tabelle 3: radiologisches Erscheinen von Ossifikationszentren und physiologischer Schluss beim Hund; aus Stander und Cassel (2016)

Lokalisation	Hund	
	Ungefähres Alter an dem die Ossifikationszentren erscheinen	Ungefähres Alter des physiologischen Schlusses
Humerus - Lateraler und medialer Condylus - Medialer Epicondylus - Condylus zu Schaft	2-3. Woche 6-8. Woche	6-10. Woche 6-8. Monat 6-8. Monat
Radius - Proximal	3-5. Woche	7-10. Monat
Ulna - Tuber Olekrani - Proc. Anconeus	6-8. Woche 6-8. Woche	7-10. Monat < 5 Monate

Die beiden Proc. coronoidei besitzen keine eigenen Ossifikationskerne, sondern entwickeln sich direkt aus der Ulna (Flückiger, 1992; Wolvekamp, 2002). Der Proc. coronoideus medialis der Ulna besteht zum Zeitpunkt der Geburt komplett aus Knorpel und verknöchert von der Basis bis zur Spitze. Bei großen Hunden ist er im Schnitt mit 20 Wochen ausgereift, bei kleinen Rassen dagegen schon mit circa 16 Wochen (Breit et al., 2004).

3. Fragmentierter Processus coronoideus medialis der Ulna (FPC)

3.1. Ätiologie und Pathogenese

Der fragmentierte Processus coronoideus (FPC) wird zusammen mit der Osteochondrosis dissecans (OCD), dem isolierten Processus anconeus (IPA) und Ellbogengelenksinkongruenzen dem Krankheitskomplex der Ellbogengelenksdysplasie zugeordnet (Fitzpatrick et al., 2009b; Kirchberger & Fourie, 1998). Diese Formen der Entwicklungsstörungen können einzeln oder kombiniert auftreten (Fitzpatrick et al., 2009b; Kirchberger & Fourie, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2006).

Der FPC beschreibt die Separation eines kleinen Teils des Processus coronoideus medialis ulnae und ist eine häufige Form der medialen Coronoiderkrankung (Fossum, 2021). Der FPC tritt bei erkrankten Tieren häufig bilateral auf (Morgan, 1999; Seidler et al., 2023a). Die Erkrankung kann langfristig zu einem medialen Kompartmentsyndrom fortschreiten, welches durch einen vollständigen Knorpelverlust in diesem Bereich gekennzeichnet ist (Bruecker et al., 2021; Coppieters et al., 2016; Fitzpatrick et al., 2009a).

Meist treten vor allem bei jungen Tieren, oft schon im Alter von 5-6 Monate erste Lahmheiten auf (Denny, 1987; Cook, 2001; Wavreille et al., 2015). Die Erstvorstellung beim Tierarzt ist jedoch häufig etwas später mit circa 6-12 Monaten (Fitzpatrick et al., 2009a; Meyer-Lindenberg et al. 2002). Einige Patienten werden aber auch erst später, im Alter von über 6 Jahren vorstellig (Meyer-Lindenberg et al. 2002; Vermote et al. 2010).

Erstmals wurde der FPC 1974 in einer Studie von Olsson erwähnt, da dieser zu dem Zeitpunkt davon ausging, dass der Processus coronoideus ein eigenes Ossifikationszentrum besitzt und die Erkrankung aufgrund eines unvollständigen Epiphysenschlusses zustande kommt, nannte er ihn zuerst „united coronoid process“.

Später stellte man fest, dass der „united coronoid process“ kein eigenes Ossifikationszentrum besitzt und benannte ihn daher in den fragmentierten Proc. Coronoideus medialis der Ulna (FPC) um (Breit et al., 2004; Olsson, 1983; Peter et al., 2002). Da inzwischen festgestellt wurde, dass nicht immer ein loses Fragment

oder eine Fissurlinie vorliegt, sondern auch andere Erkrankungen des Proc. coronoideus vorkommen, wie eine Pathologie des Knorpels oder des subchondralen Knochens, spricht man heute meist von einer medialen Coronoiderkrankung (Moore et al., 2008; Fitzpatrick, 2009b; Fossum, 2021; Theyse, 2014; Johnson & Tobias, 2018).

Inzwischen geht man von einer multifaktoriell bedingten Erkrankung aus, wobei die genaue Pathologie noch nicht vollständig geklärt ist (Mariee et al., 2014; Michelsen, 2013; Wavreille et al., 2015). Man geht davon aus, dass genetische, hormonelle, metabolische, mechanische sowie ernährungsbedingten Faktoren eine Rolle bei der Entstehung spielen (Boulay, 1998; Gemmill & Clements, 2007, Gadley et al., 2009; Hadley et al., 2009; Janutta & Distl, 2008; Lavrijsen et al., 2012; Peter et al., 2002).

Wie oben bereits erwähnt besteht der FPC zum Zeitpunkt der Geburt komplett aus Knorpel und verknöchert von der Basis bis zur Spitze (Breit et al., 2004). Eine Theorie zur Entstehung des FPC ist, dass es eventuell als Folge einer OCD-Läsion, und der damit verbundenen Störung der enchondralen Ossifikation, zu Knorpeldegeneration, Spaltbildung oder Nekrose kommen kann (Fitzpatrick et al., 2016; Lau et al., 2013a; Mariee et al., 2014; Wavreille et al., 2015). Auch wird eine Gelenkinkongruenz als Folge von ungleichem Längenwachstum von Radius und Ulna diskutiert, die dazu führt, dass es lokal im Wachstum zu einem erhöhten Druck vom Humerus auf die Ulna und als Folge zu einer Fissur oder Fragmentation des Proc. coronoideus kommen kann (Gemmill & Clements, 2007; Gemmill et al., 2005; Samoy et al., 2012b). Als weitere mechanische Faktoren sind auch eine Zugwirkung des M. biceps brachii an seiner Insertionsstelle am Proc. Coronoideus medialis ulnae sowie ein sekundäres Auftreten nach einem Mikrotrauma (Jump down syndrom) in Betracht zu ziehen (Hulse et al., 2012; Tan et al., 2016).

Als weitere Grundursache wird aufgrund der Prädisposition einzelner Rassen eine genetische Komponente diskutiert (Lau et al., 2013b; Lavrijsen et al., 2012). Es leiden vorwiegend mittelgroße - große, schnellwüchsige Hunderassen unter einer medialen Coronoiderkrankung (Fitzpatrick et al., 2009b; Kirchberger, 1998). Häufig genannte Rassen sind Golden Retriever, Labrador Retriever, Rottweiler, Deutscher Schäferhund und Berner Sennenhunde (LaFond et al., 2002, Meyer-Lindenberg et al. 2002). Es gibt jedoch auch Studien in denen neben den oben

genannten Rassen gehäuft Bordeauxdoggen und Riesenschnauzer zu den Patienten mit FPC gehörten (Narojek et al., 2008).

Ein weiterer prädisponierender Faktor ist das Geschlecht. So sind bei einem Großteil der zugänglichen Literatur männliche Hunde häufiger betroffen als weibliche (Cook, 2001; Fitzpatrick, 2009; Meyer-Lindenberg et al., 2006; Olson, 1983; Renner & Medl, 2022; Seidler et al., 2023a).

Zusätzlich können andere Faktoren wie Ernährung, Übergewicht und Bewegung eine Rolle bei der Entstehung eines FPC spielen (Huck et al. 2009; O'Neill et al., 2020).

3.2. Diagnostik

Die Diagnose des FPC ergibt sich aus der Kombination aus Anamnese, orthopädischer Untersuchung sowie weiterführender Diagnostik mittels bildgebender Verfahren.

Den Besitzern fällt meist ein steifer, etwas staksiger Gang der Vordergliedmaßen auf. Des Weiteren wird häufig von einer intermittierend, vor allem nach dem Aufstehen oder nach Anstrengung auftretender Lahmheit berichtet (Fossum, 2021; Johnson & Tobias 2018).

In der klinischen Untersuchung fällt eine Lahmheit der Vordergliedmaße auf, bei beidseitig erkrankten Tieren kann der Gang sehr steif wirken und mit einer verkürzten Schrittlänge einhergehen (Fossum, 2021; Johnson & Tobias, 2018). Teilweise fällt zusätzlich eine Adduktion des betroffenen Ellbogens auf, welche zu einer Entlastung des medialen Kompartiments führen soll (Trostel et al, 2005). Eventuell kann eine geringgradig vermehrte Gelenkfüllung palpiert, sowie eine Schmerzreaktion bei Hyperextension des Ellbogens ausgelöst werden (Fossum, 2021). Auch eine Schmerzreaktion bei Durchführung der Coronoidprobe (Supination der Gliedmaße bei gleichzeitiger Flexion), sowie Krepitation und eine verminderte Range of Motion je nach Fortschreiten der Arthrose wurde beschrieben (Brunnberg et al., 2014; Fossum 2021).

Röntgen

Besteht in der klinischen Untersuchung der Verdacht auf eine Ellbogengelenkserkrankung so kann zur weiteren Abklärung im ersten Schritt eine röntgenologische Untersuchung erfolgen. Das Röntgen beider Ellbogengelenke im

Seitenvergleich in 2 Ebenen kann Hinweise auf einen FPC geben (Berry, 1992; Fitzpatrick et al., 2009b; Kirberger, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2002; Miyabayashi et al., 1995). Es haben sich eine mediolaterale Aufnahme in Neutralstellung, sowie eine craniolateral/caudomedial Schrägaufnahme (ca. 15°) als Standardaufnahme zur Diagnostik eines FPCs etabliert. Der FPC ist auf Röntgenaufnahmen nur selten direkt sichtbar, sekundäre Veränderungen geben jedoch meist einen Hinweis auf diese Erkrankung (Miyabayashi et al., 1995). Sekundäre Veränderungen können zum Beispiel in Form von Arthrosen auf dem Dach des Proc. anconaeus, am Radiuskopf oder am lateralen Epicondylus auftreten (Fitzpatrick et al. 2009b). Einen weiteren Hinweis gibt eine verstärkte subtrochleare Sklerosierung, und ein nicht sichtbares oder abgestumpftes/abgerundetes proximales Ende des FPCs (Berry, 1992; Fitzpatrick et al. 2009b; Lau et al., 2015). Einige Studien haben festgestellt, dass die Sklerose am frühesten sichtbar ist und am stärksten mit der Diagnose eines FPCs korreliert (Lavrijsen et al., 2012; Meyer-Lindenberg et al., 2002).

Computertomographie

Als weitere nicht invasive Diagnostik besteht die Möglichkeit einer Computertomographie (CT) der Ellbogen. Der Vorteil zum Röntgen besteht hier in der überlagerungsfreien Darstellung der Gelenkflächen und der damit verbundenen höheren Sensitivität und Spezifität in Bezug auf die Beurteilung des medialen Proc. coronoideus der Ulna (Holsworth et al., 2005; Lau et al., 2013b; Villamonte-Chevalier et al., 2015). Es können Veränderungen wie Sklerose, Aufhellungen oder morphologische Veränderungen an der Inc. Radialis, Fissur oder Fragmentierung des Proc. Coronoideus, Osteophyten sowie morphologische Veränderungen diagnostiziert werden (Lau et al. 2013b; Moores et al., 2008; Renner & Medl, 2022; Samoy et al., 2012a, Seidler et al. 2023a). Zusätzlich kann die CT gleichzeitig zur Diagnostik einer zusätzlichen Gelenksinkongruenz verwendet werden (Gemmill & Clements, 2007; Gemmill et al., 2005; Holsworth et al., 2005; Kramer et al., 2006; Samoy et al., 2012a). Die Ergebnisse der Studien zur Aussagekraft der Gelenkinkongruenz im CT schwanken jedoch stark, wofür unter anderem die unterschiedliche Lagerung der Patienten sowie die unterschiedliche Interpretation der Bilder verantwortlich ist (Griffon, 2006a). Die Untersuchung muss in Vollnarkose durchgeführt werden. Die Patienten können in Seiten, Rücken oder Brust-Bauchlage auf dem Patiententisch gelagert werden (Samii et al., 2011). Um

eine möglichst optimale Darstellung der Ellbogengelenke zu gewährleisten, werden die Gliedmaße in neutraler Position, parallel nach cranial gestreckt. Es werden Scans im Knochen- und Weichteilalgorithmus von 0,5-1 (2) mm Schichtdicke durchgeführt (Samii et al., 2011). Die Evaluation des Proc. coronoideus medialis ulnae erfolgt anhand von Transversalschnitten, sowie sagittalen und dorsalen Rekonstruktionen (De Rycke et al., 2002, Reichle & Snaps, 1999). Doch schließt eine fehlende Veränderung im CT eine mediale Coronoiderkrankung nicht sicher aus (Moores et al., 2008).

Diagnostische Arthroskopie

Als minimalinvasive Möglichkeit zur Beurteilung des Proc. Coronoideus und der übrigen Gelenkflächen, sowie aktueller Goldstandard zur Therapie einer medialen Coronoiderkrankung bzw. eines FPC kann eine Arthroskopie des Ellbogengelenks durchgeführt werden (Van Ryssen & van Bree, 1997). Erstmals wurde die Arthroskopie des Ellbogengelenks eines gesunden Hundes 1993 von Van Ryssen beschrieben. Die von ihr beschriebene Technik ist über die Jahre weitestgehend gleichgeblieben, es hat sich lediglich die Nutzung eines kleineren Arthroskops bewährt (Beale et al. 2003; Griffon, 2006b). Im Gegensatz zu anderen bildgebenden Verfahren ermöglicht die Arthroskopie eine direkte Adspektion und Beurteilung des Gelenkknorpels sowie der umliegenden Strukturen (Fitzpatrick et al., 2009b; Lau et al., 2015). Dadurch können neben einer medialen Coronoiderkrankung zusätzliche Veränderungen wie zum Beispiel eine Chondromalazie, „kissing lesions“, Knorpelursen, eine Synovialitis oder eine OCD- Läsion diagnostiziert werden (Van Ryssen & van Bree, 1997; Villamonte-Chevalier et al., 2015; Samoy et al. 2012b).

Magnetresonanztomographie und Szintigraphie

Die MRT kann ebenfalls als nichtinvasive Methode zur Evaluation des Ellbogengelenks verwendet werden (Reichle & Snaps, 1999). Ein Vergleich der Befunde von CT und MRT zeigte in einer Studie von Klumpp et al. (2010), dass sich beide Verfahren gleichermaßen zur Diagnostik einer medialen Coronoiderkrankung eignen, jedoch das MRT aufgrund der schlechteren Verfügbarkeit, der längeren Durchführungs-/Narkosedauer sowie der höheren Kosten selten verwendet wird.

Einige Autoren beschreiben die Szintigraphie ebenfalls als geeignetes Verfahren

mit hoher Sensitivität um eine mediale Coronoiderkrankung zu diagnostizieren (Eissler, 1999; Jorda & Matis, 2004; Van Bruggen et al., 2007). Im Anschluss ist jedoch meist dennoch eine zusätzliche Diagnostik nötig (Eissler, 1999).

3.3. Therapie und Prognose

Bisher wurde eine frühe chirurgische Therapie als wichtig erachtet, um die Entwicklung der Osteoarthrose sowie der Knorpelschäden im Gelenk zu minimieren (Brunnberg & Allgoewer, 1996; Evans et al., 2008; Kähn et al., 2023). Als Operationsmethoden zur Entfernung des FPC werden die Arthroskopie oder die Arthrotomie beschrieben (Meyer-Lindenberg et al., 2003). Aufgrund des besseren intraartikulären Überblicks, des geringeren Weichteiltraumas, der schnelleren Regenerationszeit sowie der besseren Behandlungsergebnisse wird die Arthroskopie inzwischen der Arthrotomie vorgezogen (Evans et al., 2008; Meyer-Lindenberg et al. 2003; van Bree & Van Ryssen, 1995; Van Ryssen et al., 1993). Traditionell gehört zur Behandlung eines FPC die Entfernung des Fragmentes, sowie in Abhängigkeit von dem Erscheinungsbild der umliegenden Strukturen ggf. noch das Debridement des Fragmentbettes (Henry, 1984; Tobias et al., 1994). Die Behandlung kann arthroskopisch durch das Einbringen einer Fasszange oder motorisierten Fräse über einen triangulierten craniomedialen Instrumentenport erfolgen (Griffon, 2006b). Die subtotale Coronoidektomie zur Behandlung des FPC wurde 2009 von Fitzpatrick et al. (2009a) empfohlen. Durch das Entfernen eines größeren Anteils des Proc. Coronoideus medialis ulnae sollen die Reibung der Gelenkflächen bei einem medialen Kompartmentsyndrom und somit der dadurch ausgelöste Schmerzreiz reduziert und zusätzlich die Arthroseprogression verlangsamt und damit das Langzeitergebnis verbessert werden (Fitzpatrick et al., 2009a). Die subtotale Coronoidektomie kann hierbei mittels motorisierter Fräse (Shaver) oder mittels Osteotom erfolgen (Palmer, 2015). Der Therapieerfolg der chirurgischen Versorgung wurde bereits in vielen Studien evaluiert und variiert in der zugänglichen Literatur zwischen 60-90% (Fitzpatrick et al., 2009a; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Theyse et al., 2000).

Ein Fortschreiten der Arthrose kann trotz chirurgischer Therapie jedoch langfristig nicht aufgehalten werden (Coppieters et al., 2016; Mussmann, 2009). Daher postulierte Bouck et al. (1995), dass eine Operation das Langzeitergebnis nicht verbessert und präferiert daher eine konservative Therapie.

Als weitere Therapiemöglichkeit wird in einigen Studien die proximale oder distale Ulnaosteotomie bzw. Ostektomie als Ergänzung zur subtotalen Coronoidektomie diskutiert, um bei vorhandener Gelenkinkongruenz den erhöhten Druck auf den medialen Proc. coronoideus zu beheben (Fitzpatrick et al., 2013; Ness, 1998). In Abhängigkeit von der Ausprägung der klinischen Symptome, und des Gelenkschadens werden außer den oben genannten noch folgende andere Operationsmethoden beschrieben: Arthroskopische ulnar biceps release procedure (Wilson et al., 2014), Umstellungsosteotomie mittels Proximal Abducting Ulnar Osteotomy (McConkey et al., 2016), Wedge Humeral Osteotomy (Mason et al., 2008), External Rotational Osteotomy (Gutbrod & Guerrero, 2012), Sliding Humeral Osteotomy (Fitzpatrick et al., 2015), proximal Ulnar Rotational Osteotomy (Cuddy et al., 2012) oder Canine Elbow Realignment Osteotomy (Burton et al., 2016), Gelenkprothesen: Total Elbow Replacement (Burton et al., 2013; Conzemius, 2009) oder Canine unicompartimental Elbow (Cook et al., 2015).

4. Ganganalyse

Ganganalysesysteme haben auch in der Tiermedizin schon länger an Bedeutung gewonnen (Bockstahler et al., 2007; Conzemius et al., 2022; Gillette & Angle, 2008; Kieves, 2022). Das menschliche Auge kann die Bewegungsabläufe im Millisekundenbereich nicht komplett erfassen, daher ist eine rein optische Beurteilung des Ganges oft nicht möglich beziehungsweise nicht objektiv (Gillette & Angle, 2008; Off & Matis, 1997a).

DeCamp (1997) beschreibt den Gang als eine Weise der Gliedmaßenbewegung, welche durch unverwechselbare, koordinierte und sich wiederholende Bewegungen der Füße und Gliedmaßen charakterisiert ist. Der Gang lässt sich in eine Stand- und eine Schwungphase unterteilen (DeCamp, 1997). Während bei der Standphase die Pfote auf dem Boden verbleibt, wird sie in der Schwungphase in der Luft nach vorne geführt (DeCamp, 1997). Die Wissenschaft dieser Bewegung wird als Kinesiologie bezeichnet und setzt sich aus Kinetik und Kinematik zusammen (DeCamp, 1997).

Die Kinetik beschreibt die Beziehung zwischen der Bewegung und der dafür benötigten Kraft (DeCamp, 1997). Die Kräfte, die während der Standphase zwischen der Pfote und dem Boden auftreten, können mittels Kraftmessplatten ermittelt werden und werden als Bodenreaktionskräfte bezeichnet (Off & Matis,

1997a). Die Bodenreaktionskräfte wurden von Budsberg et al. (1987) in 3 Ebenen eingeteilt. Man unterscheidet, wie in Abb. 1 dargestellt, F_x als mediolaterale Kraft, welche die Querkkräfte beschreibt, F_y als kraniokaudale Kraft, die Brems- und Schubkräfte definiert und F_z als vertikale Kraft (Budsberg et al., 1987).

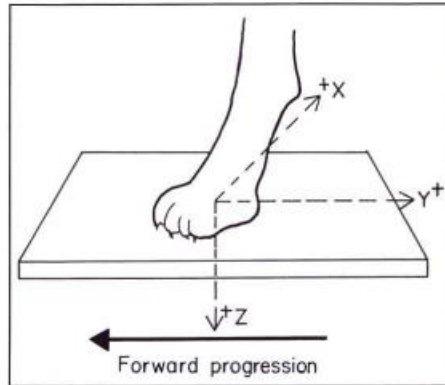


Abb. 1: Schematische Darstellung der Bodenreaktionskräfte des Hundes nach Budsberg et al. (1987)

$+x$ = mediolaterale Bodenreaktionskraft

$+y$ = kraniokaudale Bodenreaktionskraft

$+z$ = vertikale Bodenreaktionskraft

F_z ist die GröÖÖte der 3 Bodenreaktionskräfte und somit auch die Reproduzierbarste (Budsberg et al., 1993; Rumpf et al., 1994). Verschiedene Parameter werden aus ihr berechnet. Am häufigsten findet dabei die vertikale Spitzenkraft (Peak Vertical Force, PVF) Verwendung. Sie ist definiert als der höchste während der Standphase auftretende Wert der vertikalen Bodenreaktionskraft (Budsberg et al., 1993; Rumpf et al., 1994). Die PVF kann genutzt werden, um eine Lahmheit zu detektieren, da lahme Tiere meist nicht mit voller Kraft auftreten, und infolgedessen dieser Wert verringert sein kann (DeCamp, 1997).

Ein weiterer Parameter, der aus der vertikalen Bodenreaktionskraft errechnet wird, ist der vertikale Impuls (VI). Er ist das Integral der vertikalen Kraft über die Zeit der gesamten Standphase (Budsberg et al. 1987). Der VI kann bei klinischer Lahmheit aufgrund einer kürzeren Standphase und/oder der geringeren PVF absinken (Rumph, 1994; Fanchon et al., 2006).

Um einen Vergleich zwischen Hunden mit unterschiedlichem Körpergewicht ziehen zu können, werden Parameter wie die PVF und der VI nicht nur in absoluten Werten (Newton), sondern auch in relativen Werten bezogen auf das kg Körpergewicht angegeben. (Budsberg et al. 1987; Krotscheck et al., 2014; Off & Matis 1997b). Somit können Referenzwerte für den nicht lahrenden Hund erhoben und darüber Grenzwerte definiert werden, um lahrende von nicht lahrenden Hunden zu differenzieren.

Ebenfalls zur Differenzierung lahrender von nicht lahrenden Hunden können

verschiedene Symmetrie-Indices berechnet werden (Adrian & Brown, 2022; Voss et al., 2007). Dies findet häufig für die Parameter PVF und VI statt. Der errechnete Symmetrie-Index stellt dabei ein Maß für die Asymmetrie der Belastung der zu vergleichenden beiden Gliedmaßen dar. Auch bei gesunden Tieren findet sich eine gewisse physiologische Asymmetrie, jedoch geht man bei Überschreiten eines Indexabhängigen, definierten Grenzwertes von einer pathologischen Asymmetrie aus.

Die Kinetik kann eine Aussage über die Belastung einer Gliedmaße treffen, um einzelne Gelenke in der Ganganalyse näher zu beurteilen nutzt man ergänzend die Kinematik (DeCamp, 1997).

III. PUBLIKATION

Der Originalartikel wurde am 24. Juni 2024 im Journal „Tierärztliche Praxis – Ausgabe Kleintiere“ eingereicht und am 12. September 2024 zur Veröffentlichung angenommen.

Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arthroskopische Entfernung des fragmentierten Processus coronoideus medialis beim Hund – Beurteilung der Behandlungsergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der postoperativen Computertomographie und knöcherner Restpartikel

Ergebnisse nach arthroskopischer Entfernung des fragmentierten Processus coronoideus medialis der Ulna unter besonderer Berücksichtigung der Computertomographie und der Ganganalyse

Arthroscopic removal of the fragmented medial coronoid process in dogs – Evaluation of treatment results with special reference to postoperative computed tomography and residual particals

Results after arthroscopic removal of the fragmented medial coronoid process of the ulna with special reference to postoperative computed tomography and gait analysis

Nicola Hörtdörfer, Stephanie Steigmeier-Raith, Yury Zablotski, Andrea Meyer-Lindenberg

Arthroskopische Entfernung des fragmentierten Processus coronoideus medialis bei Hunden

Beurteilung der Behandlungsergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der postoperativen Computertomografie und knöcherner Restpartikel

Arthroscopic removal of the fragmented medial coronoid process in dogs

Evaluation of treatment results with special reference to postoperative computed tomography and residual particles

Autorinnen/Autoren

Nicola Hörtdörfer^{1,2}, Stephanie Steigmeier-Raith¹, Yury Zablotki³, Andrea Meyer-Lindenberg¹

Institute

- 1 Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, Ludwig-Maximilian-Universität München
- 2 jetzt: Tierklinik Hofheim, Hofheim am Taunus
- 3 Zentrum für klinische Tiermedizin, Ludwig-Maximilian-Universität München

Schlüsselwörter

Mediale Coronoiderkrankung, FPC, subtotale Coronoidektomie, Arthroskopie, postoperative Computertomografie

Keywords

medial coronoid disease, fcp, subtotal coronoidectomy, arthroscopy, postoperative computed tomography

eingereicht 24.06.2024

akzeptiert 12.09.2024

Bibliografie

Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere 2024; 52: 275–287

DOI 10.1055/a-2414-0284

ISSN 1434-1239

© 2024. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Prof. Andrea Meyer-Lindenberg
Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztliche Fakultät
Veterinärstr. 13
80539 München
Deutschland
ameylin@lmu.de



Zusätzliches Material finden Sie unter
<https://doi.org/10.1055/a-2414-0284>.

ZUSAMMENFASSUNG

Gegenstand und Ziel Ziel dieser Studie war es, den Behandlungserfolg von Hunden mit medialer Coronoiderkrankung (hier: fragmentierte Processus coronoideus [FPC]), nach arthroskopisch durchgeführter subtotaler Coronoidektomie mittels subjektiver und objektiver Ganganalyse sowie der Arthroseprogression zu beurteilen und mit den Befunden der postoperativen Computertomografie in Verbindung zu setzen. Insbesondere sollte hierbei die klinische Relevanz von postoperativ zurückbleibenden Restpartikeln evaluiert werden.

Material und Methoden 30 Ellbogen von 24 Hunden verschiedener Rassen wurden frühestens 6 Monate nach ein- oder beidseitiger subtotaler Coronoidektomie klinisch orthopädisch und mit Hilfe der Ganganalyse sowie röntgenologisch nachuntersucht und die Ergebnisse mit den präoperativen Befunden der entsprechenden Untersuchungen sowie der postoperativen Computertomografie verglichen.

Ergebnisse 79,2 % (19/24) der Patienten verbesserten sich in der orthopädischen Untersuchung um mindestens einen Lahmheitsgrad, 66,7 % (16/24) waren lahmfrei. 60 % (18/30 Gelenke) zeigten eine Zunahme des Arthrosegrades. In der postoperativen Computertomografie wurden bei 56,7 % (17/30) der Gelenke kleine verbliebene Knochenpartikel (< 1 mm) im Gelenkspalt oder dem Weichgewebe festgestellt. Es war kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer persistierenden Lahmheit und postoperativ zurückgebliebenen Restpartikeln nachzuweisen. Auch ein Zusammenhang zwischen anhaltender Lahmheit und Arthroseprogression konnte nicht hergestellt werden.

Schlussfolgerung Rückstände von kleinen Knochenpartikeln nach arthroskopisch durchgeführter subtotaler Coronoidektomie

mie konnten in keinen Zusammenhang mit postoperativ verbleibenden Lahmheiten gebracht werden. Eine Arthroseprogression war trotz operativen Eingriffs nicht aufzuhalten.

Klinische Relevanz Bleiben nach der subtotalen Coronoidektomie kleine Restpartikel (< 1 mm) zurück, scheinen diese keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis zu haben.

ABSTRACT

Objective The aim of this study was to assess the treatment success of dogs with medial coronoid disease (here: Fragmented Coronoid Process [FCP]) following arthroscopically performed subtotal coronoidectomy by the use of subjective and objective gait analysis and the evaluation of osteoarthritis progression in addition to their correlation with the findings from postoperative computed tomography. In particular, the clinical relevance of residual particles remaining postoperatively was to be evaluated.

Material and methods Thirty elbows from 24 dogs of different breeds were examined clinically, orthopedically, using gait analysis as well as radiographically at least 6 months after uni-

lateral or bilateral subtotal coronoidectomy. The results were compared with the preoperative findings of the corresponding examinations and postoperative computed tomography.

Results 79.2 % (19/24) of the patients improved by at least one degree of lameness in the orthopedic examination, 66.7 % (16/24) were free of lameness. 60 % (18/30 joints) showed an increase in the degree of arthrosis. Postoperative computed tomography revealed small residual bone particles (< 1 mm) in the joint space or soft tissue in 56.7 % (17/30) of the joints. No significant association was evident between residual lameness and residual particles remaining within the joint postoperatively. An association between persistent lameness and progression of arthrosis was also not demonstrable.

Conclusion No evidence was apparent supporting a link between residues of small bone particles after arthroscopic subtotal coronoidectomy and postoperative lameness. The progression of osteoarthritis could not be interrupted despite the surgical intervention.

Clinical relevance When small residual particles (< 1 mm) remain after subtotal coronoidectomy, these do not appear to have any influence on the clinical outcome.

Einleitung

Die mediale Coronoiderkrankung der Ulna gehört zu dem Krankheitskomplex der Ellbogengelenksdysplasie (ED) und ist eine der häufigsten erblichen Erkrankungen bei großen, schnellwüchsigen Hunderassen [1, 2]. Sie kann einzeln oder in Kombination mit anderen Erkrankungen der ED vorkommen [1, 3]. Betroffene Rassen sind unter anderem Retriever, Rottweiler und Berner Sennenhunde [4, 5]. Die mediale Coronoiderkrankung tritt vor allem bei Junghunden im Alter von 5–6 Monaten auf, wird jedoch häufig erst bei älteren Tieren diagnostiziert [5, 6].

Der fragmentierte Processus coronoideus (FPC) beschreibt die Separation eines unterschiedlich großen Teils des Processus coronoideus medialis der Ulna, der zu Lahmheit sowie zu degenerativen Gelenkveränderungen im Ellbogengelenk führen kann [7]. Die Erkrankung tritt bei betroffenen Hunden häufig bilateral auf [8].

Das Röntgen [5, 9, 10] und die Computertomografie (CT) [1, 11–14] können Hinweise auf eine mediale Coronoiderkrankung geben. Als Goldstandard für die Diagnostik und Therapie des FPC wird die Arthroskopie angesehen [1, 13, 15]. Aufgrund des besseren intraartikulären Überblicks, des geringeren Weichteiltraumas und der schnelleren Regenerationszeit wird sie inzwischen der Arthrotomie vorgezogen [7, 16]. Theyse et al. [17] berichteten von einem exzellenten Outcome bei 71 % (5/7) ihrer Patienten nach arthroskopisch durchgeführter subtotaler Coronoidektomie. Bei Meyer-Lindenberg et al. [16] besaß die arthroskopische Entfernung ebenfalls ein sehr gutes Outcome bei 60 % der Patienten, im Vergleich zu 42 % nach einer Arthrotomie. Fitzpatrick et al. [18] kamen nach Arthroskopie und Miniarthrotomie bei 82 % ihrer Patienten auf ein gutes Ergebnis [18]. Somit zeigten 10–40 % der Patienten weiterhin entweder zeitweise oder ständig eine Lahmheit. Alle aufgeführten Stu-

dien evaluierten Behandlungserfolg mindestens 3 Monate nach arthroskopischer Entfernung [16–18].

Coppieters et al. [19] reevaluierten 25 Hunde mit FPC und verbleibender Lahmheit nach arthroskopischer Behandlung der medialen Coronoiderkrankung. Die Kontrollen fanden im Schnitt 2,7 Jahre (0,25–6,2 Jahre) nach der ersten Operation statt. In der erneuten Arthroskopie wurden bei 12 von 29 Patienten kalzifizierte Fragmente in der Nähe des medialen Processus coronoideus gefunden. Ob sich diese kalzifizierten Fragmente erst nach der ersten Operation neu gebildet haben oder aus verbliebenen Fragmentresten entstanden sind, konnte in der Studie nicht geklärt werden [19].

Renner et al. [20] kontrollierten in ihrer Studie die vollständige Entfernung der Coronoidspitze nach subtotaler Coronoidektomie mittels postoperativer Computertomographie und fand bei 67/92 Ellbogen postoperativ knöcherne Reste im medialen Ellbogenkompartiment. Eine Aussage über die klinische Relevanz trafen Renner et al. [20] in ihrer Studie nicht.

Weitere Beschreibungen über die Relevanz von knöchernen Residuen nach subtotaler Coronoidektomie und insbesondere deren klinische Relevanz existieren in der zugänglichen Literatur bisher nicht. Daher war es Ziel der vorliegenden Untersuchung zu klären, inwieweit möglicherweise verbliebene Knochenfragmente einen Einfluss auf das Behandlungsergebnis haben.

Material und Methoden

Die Untersuchung erfolgte in einem Zeitraum von 3 Jahren bei Hunden die unabhängig von Alter und Geschlecht aufgrund einer ein- oder beidseitigen Vordergliedmaßenlahmheit unterschiedlichen Grades, lokalisiert im Ellbogengelenk, vorgestellt wurden. In die Studie wurden alle Hunde mit einbezogen, bei denen aufgrund

einer medialen Coronoiderkrankung mit fissuriertem oder fragmentiertem Processus coronoideus medialis eine subtotale Coronoidektomie mit Entfernung des Fragments mittels Arthroskopie durchgeführt wurde. Frühestens 6 Monate postoperativ erfolgte die Nachuntersuchung. Hunde, die in der Voruntersuchung weitere klinisch relevante Erkrankungen (z. B. Arthrose in Schulter-/Karpalgelenk) oder neurologische Defizite aufwiesen, im präoperativen CT eine Epikondylitis zeigten oder die zusätzlich in der Arthroskopie ein mediales Kompartmentsyndrom aufwiesen, wurden aus der Studie ausgeschlossen. Auch Patienten, die nicht zur Langzeitkontrolle erschienen oder bei denen eine klinisch-orthopädische bzw. ganganalytische Untersuchung nicht möglich war, wurden nicht in die Studie miteinbezogen. Alle einbezogenen Patienten erhielten eine allgemeine klinische und orthopädische Einganguntersuchung. In diesem Rahmen wurden Röntgenbilder beider Ellbogen in 2 Ebenen angefertigt, die zusammen mit der orthopädischen Untersuchung zu der Verdachtsdiagnose FPC führten. Es wurde ein Operationstermin vereinbart und präoperativ wurde zur Bestätigung der Verdachtsdiagnose ein CT beider Ellbogengelenke und bei bestätigtem Fragment anschließend eine Arthroskopie durchgeführt. Direkt nach dem Eingriff erfolgte eine erneute CT-Untersuchung zur Überprüfung der vollständigen Entfernung aller Fragmente aus dem Gelenk. In der Nachkontrolle wurden neben einer orthopädischen sowie röntgenologischen Untersuchung zudem eine objektive Ganganalyse durchgeführt. Der Verlauf der Lahmheit prä- und postoperativ wurde anhand der klinisch-orthopädischen Untersuchung im Schritt und Trab untersucht. Die Lahmheitsentwicklung und die Besitzerzufriedenheit (Skala 0–100 %)

wurden zusätzlich durch einen speziell ausgearbeiteten Fragebogen ermittelt (**Zusatzmaterial 1**).

Orthopädische Untersuchung

Es wurden im Rahmen der orthopädischen Untersuchung bei jedem Patienten der Lahmheitsgrad, die Schmerzhaftigkeit der Ellbogengelenke bei Extension und Flexion sowie bei der Coronoidprobe überprüft [21]. Die Lahmheit jedes Patienten wurde im Schritt und Trab beurteilt. Dabei erfolgte die Bewertung anhand von 4 Lahmheitsgraden (Grad 0–4) [21, 22]. Die Schmerzhaftigkeit wurde jeweils mit „vorhanden“ oder „nicht vorhanden“ beurteilt. Die Coronoidprobe (Beugung der Vordergliedmaße bei gleichzeitiger Supination sowie gleichzeitigem Druck des Zeigefingers auf den Proc. coronoideus medialis ulnae) war entweder positiv oder negativ.

Zur Beurteilung des Behandlungserfolgs wurde die orthopädische Untersuchung deskriptiv ausgewertet und dazu folgende Klassifikationen genutzt:

- „gut“: Keine Lahmheit: Lahmheitsgrad 0
- „zufriedenstellend“: Verbesserung der Lahmheit um mindestens einen Lahmheitsgrad
- „nicht zufriedenstellend“: gleichbleibende/verschlechterte Lahmheit.

Röntgenuntersuchung

Beide Ellbogen wurden sowohl bei der Erstvorstellung als auch bei der Kontrolluntersuchung vergleichend in 2 Ebenen geröntgt (Siemens Axion Luminos dRF, Fa. Siemens, Erlangen, Deutschland). Es wurde pro Seite mindestens eine mediolaterale Aufnahme in neu-

traler Stellung (ca. 120°–130°) und eine kraniokaudale Aufnahme mit leichter Pronation (ca. 15°) angefertigt [23]. Alle Röntgenbilder wurden neben der Untersuchung auf Anzeichen für eine mediale Coronoiderkrankung in Anlehnung an die Einteilung der International Elbow Working Group (IEWG) nach folgendem Schema bewertet: Grad 0: keine Osteophyten, Sklerosierung der Ulna möglich; Grad 0–1/Grenzfall: fragliche Osteophyten, Sklerosierung der Ulna möglich; Grad 1: Osteophyten < 2 mm, Sklerose (ED I: geringgradige Arthrose); Grad 2: Osteophyten 2–5 mm, Sklerose (ED II: mittelgradige Arthrose); Grad 3: Osteophyten > 5 mm, Sklerose (ED III: hochgradige Arthrose) [24]. Grenzfälle wurden für die Auswertung zu Grad 1 gezählt. Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte geblendet durch 2 erfahrene Orthopäden.

Computertomografie

Direkt vor der Arthroskopie und bei Gelenken mit FPC direkt im Anschluss an die Arthroskopie wurde eine computertomografische Untersuchung (Somatom Definition AS, Software Somaris/7 syngo CT VA48A, Siemens Healthcare GmbH, Erlangen, Deutschland) der Ellbogengelenke durchgeführt. Die Hunde befanden sich in Vollnarkose und erhielten eine patientenindividuelle balancierte Inhalationsanästhesie. Für die CT-Untersuchung waren die Hunde in Brustbauchlage mit parallel nach kranial gelagerten Vordergliedmaßen und 120–130° gestreckten Ellbogengelenken sowie nach caudolateral in Richtung seitliche Brustwand gelagertem Kopf auf dem Patiententisch fixiert.

Es wurden Scans beider Ellbogen vergleichend mit einer Schichtdicke von 0,6 mm, einer Röhrenspannung von 120 kV/200 mA und einem Pitchfaktor von 0,8 durchgeführt. Es wurden präoperativ ein Nativ- und ein Kontrastmittelscan (Kontrastmittel: Iohexol, Accupaque 3000, GE Healthcare, 2 ml/kg KGW i. v.) jeweils im Knochenfenster (Zentrum 500–600 HU, Weite 2000–2500 HU) und Weichteilfenster (Zentrum 40–80 HU, Weite 300–450 HU) durchgeführt. Anhand von Transversalschnitten sowie sagittalen und dorsalen Rekonstruktionen wurde bei den in die Studie eingeschlossenen Hunden die Verdachtsdiagnose FPC bestätigt sowie durch Beurteilung des Kontrastmittelverhaltens eine Epikondylitis ausgeschlossen. Eine weitere CT-Untersuchung erfolgte im gleichen Setting, jedoch ohne Kontrastmittelgabe im Anschluss an die arthroskopisch durchgeführte subtotale Coronoidektomie. Dabei wurde auch kontrolliert, ob das komplette Fragment entfernt wurde, ob ausreichend von der Coronoidspitze abgetragen wurde und ob knöcherne Partikel oder Fragmente im Gelenk oder Arbeitskanal verblieben waren. Die Knochenpartikel wurden in den Transversalschnitten identifiziert und gemessen [25–27]. Dabei wurde auch ausgewertet, ob diese Strukturen bereits präoperativ vorlagen. Die Ergebnisse der Befunde wurden in festgelegten Protokollen dokumentiert.

Arthroskopie

Es wurde eine standardisierte Arthroskopie des Ellbogengelenks durchgeführt [16]. Alle Arthroskopien wurden von demselben Chirurgen durchgeführt. Es wurde ein Arthroskop mit einer 2,4 mm Optik mit 30° Winkelung (Firma Richard Wolf GmbH, Knittlingen, Deutschland) verwendet. Des Weiteren wurde die Gelenkoberfläche auf das Vorliegen von Kissing lesions, Chondromalazie-ähnlichen Läsionen, einer radioulnaren Stufe und eines FPCs untersucht.

Abhängig von Lokalisation und Mobilität wurde zwischen 3 Typen von FPCs modifiziert nach Schawalder et al. [28] unterschieden. Typ 1: Fragment anhaftend/Fissurlinie, Typ 2: Fragment dislozierbar, Typ 3: Fragment disloziert. Bei allen Patienten wurde im Anschluss an die arthroskopische Bestätigung der Diagnose eine subtotale Coronoidektomie [16] vorgenommen und alle sichtbaren Fragmente mittels Fasszange (Firma Storz, Tuttlingen, Deutschland) entfernt. Hierfür wurde je nach Größe des Hundes ca. 1–2 cm cranial des Ports für die Optik ein Arbeitskanal angelegt. Die genaue Position wurde mit Hilfe einer Punktionskanüle bestimmt und mit einem 11er Skalpell angelegt. Die Coronoidspitze wurde je nach Zustand mit Hammer und feinem Meißel (Typ 1) gelöst oder mittels Fasszange in toto oder bei weichen Fragmenten kleinteilig entfernt. In einigen Fällen wurde sie auch mittels Shaver (ConMed Linvatec, Utica, USA) abgefräst (Typ 2 und 3) und die Fragmente mittels Fasszange entfernt. Bei großen Fragmenten wurden diese zunächst unter Zuhilfenahme des Meißels zerkleinert und dann mittels Fasszange entfernt. Nach der Entfernung des FPCs wurde unter Zuhilfenahme des Shavers vorsichtig das Fragmentbett kurretiert. Im Anschluss wurden das Gelenk mehrmals gründlich gespült und die Zugänge mittels resorbierbarem Nahtmaterial (Monosyn 4/0) intrakutan verschlossen.

Patienten, die in der orthopädischen Untersuchung in beiden Ellbogen auffällig waren und bei denen sich ein beidseitiger FPC in der CT bestätigte, wurden in derselben Sitzung beidseitig behandelt. Bei Patienten mit einer radioulnaren Stufe > 2 mm wurde in der gleichen Narkose eine proximale bi-oblique Ulnaosteotomie durchgeführt [7].

Postoperatives Management

Die Patienten bekamen postoperativ ein nicht steroidales Antiphlogistikum für 10 Tage (je nach Vorbehandlung: Carprofen 4 mg/kg 1 x tgl., Rhobenacoxib 1 mg/kg 1 x tgl. oder Meloxicam 0,1 mg/kg 1 x tgl.). Über den Einsatz eines Breitspektrumantibiotikums (Cefalexin 20 mg/kg 2 x tgl.) wurde nach WHO-Leitlinien entschieden [29, 30]. Im Falle einer Ulnaosteotomie erhielten die Patienten für 2 Tage einen Stützverband. Des Weiteren wurde ein Halskragen als Leckschutz bis zum Fädenziehen verordnet. Zusätzlich wurde den Besitzern eine 6-wöchige (davon 2 Wochen strenge) Ruhighaltung mittels Leinenzwang verordnet und danach zur langsam aufbauenden Belastung geraten. Die Patienten wurden 2–3 und 10 Tage postoperativ zur Wundkontrolle beim Haustierarzt vorgestellt. Eine weitere postoperative Nachkontrolle fand am Ende der Ruhighaltung nach 6 Wochen statt.

Nachkontrolle

Alle Patienten wurden zu einer weiteren Nachkontrolle frühestens 6 Monate postoperativ einbestellt, um den Langzeiterfolg zu evaluieren.

Die Untersuchung umfasste:

1. Orthopädische Untersuchung

Es wurde eine erneute orthopädische Untersuchung durchgeführt und dieselben Parameter wie bei der Erstvorstellung untersucht.

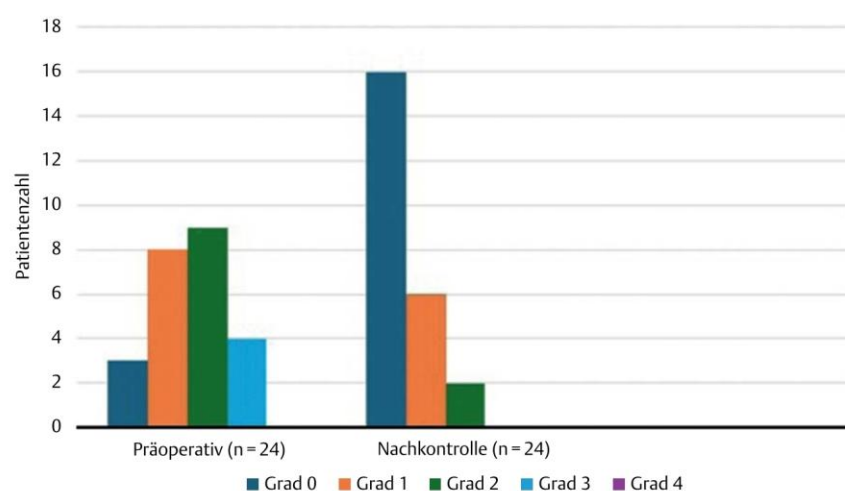
2. Röntgenkontrolle

Bei allen Patienten wurden wie bei der Erstvorstellung die Ellbogen erneut geröntgt und in Anlehnung an den Arthroscore der IEWG

► **Tab. 1** Verteilung der Lahmheitsgrade präoperativ und bei der Nachkontrolle.

► **Table 1** Distribution of lameness levels preoperatively and at follow-up.

Lahmheitsgrad (n = 24 Patienten)	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4	Summe
Präoperativ	12,5 % (3/24)	33,3 % (8/24)	37,5 % (9/24)	16,7 % (4/24)	–	100 % (24/24)
Nachkontrolle	66,7 % (16/24)	25 % (6/24)	8,3 % (2/24)	–	–	100 % (24/24)



► **Abb. 1** Verteilung des Lahmheitsgrades (Werte aus ► **Tab. 1**) bei den 24 Patienten mit medialer Coronoiderkrankung; links die Lahmheitsgrade (Grad 0–4) präoperativ, rechts zum Zeitpunkt der Nachkontrolle. Quelle: N. Hörtdörfer.

► **Fig. 1** Development of the degree of lameness (values from ► **Table 1**) in the 24 patients with medial coronoid disease; on the left the degrees of lameness (grade 0–4) preoperatively, on the right at the time of the follow-up examination. Source: N. Hörtdörfer.

befundet. Es wurde die Arthroseprogression ermittelt und die Aufnahmen der Nachkontrolle auf das Vorhandensein von knöchernen Zubildungen im Gelenk bzw. im Bereich des medialen Proc. coronoideus untersucht.

3. Ganganalyse zur Erfassung der Lahmheit

Für die kinetische Ganganalyse wurden die Patienten bei individueller Geschwindigkeit im Schritt und Trab auf einem klinkeigenen Laufband mit 4 modifizierten Kistler-Kraftmessplatten untersucht. Die Aufnahme und Auswertung erfolgte mit der Software Vicon Nexus 2.7.0 (Vicon Motion Systems Ltd. Oxford, UK) sowie mittels QuadruPedLocomotion (klinkeigene Software). Es wurden Daten zur vertikalen Spitzenkraft (peak vertical force, PVF, %BW) sowie zum vertikalen Impuls (vertical impulse, VI, %BW x s) erhoben. Zudem wurden der Symmetrieindex (SI) nach Robinson [31] in Bezug auf die PVF (SI PVF) sowie auf den VI (SI VI) berechnet. Ein SI (PVF) > 9 sowie ein SI (VI) > 10 werden als Lahmheit definiert [32]. Bei den beidseitig operierten Patienten wurde nur je eine Gliedma-

ße in die Ergebnisse miteinbezogen. Welche Gliedmaße einbezogen wurde, wurde durch das Zufallsprinzip entschieden [33].

4. Besitzerfragebogen

Mittels Fragebogen wurden folgende Informationen erfragt: Dauer und Schwere der Lahmheit präoperativ, postoperative Lahmheitsentwicklung, postoperativ notwendige Behandlungen, aktueller Medikamentenbedarf, aktuelle Belastung sowie die Besitzerzufriedenheit bezogen auf das Outcome der Behandlung (**Zusatzmaterial 1**).

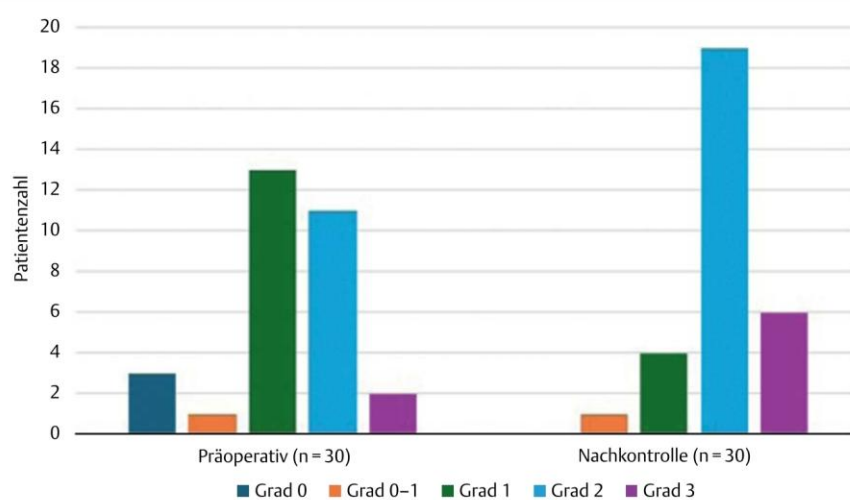
Statistische Analyse

Das Patientengut wurde deskriptiv ausgewertet. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm R 4.0.3 (2020–10–10, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Die Normalität der Daten wurde mit dem Shapiro Wilk Test und mit Quantile-Quantile Plots visuell überprüft. Die Entwicklung des Lahmheitsgrades (orthopädische Untersuchung) und des Arthrosegrades wurde mittels Wilcoxon Test ermittelt. Die Entwicklung der Arthroseprogression (Röntgenbilder) wurden mittels Student's t-Test

► **Tab. 2** Verteilung der Arthrosegrade der operierten Ellbogengelenke präoperativ und in der Nachkontrolle.

► **Table 2** Distribution of the degrees of osteoarthritis of the operated elbow joints preoperatively and during follow-up.

Arthrosegrad operierte Gelenke (n = 30 Gelenke)	Grad 0	Grad 0–1	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Summe
Präoperativ	10 % (3/30)	3,3 % (1/30)	43,3 % (13/30)	36,7 % (11/30)	6,7 % (2/30)	100 % (30/30)
Nachkontrolle	–	3,3 % (1/30)	13,3 % (4/30)	63,3 % (19/30)	20 % (6/30)	100 % (30/30)



► **Abb. 2** Verteilung des Arthrosegrades (Werte aus ► **Tab. 2**) bei 30 an einer medialen Coronoiderkrankung mit FPC erkrankten Gelenken der 24 Patienten. Links die Arthroseverteilung (Arthrosegrad 0–3) präoperativ, rechts zum Zeitpunkt der Nachkontrolle. Quelle: N. Hörtdörfer.

► **Fig. 2** Development of the degree of osteoarthritis (values from ► **Table 2**) in 30 joints of 24 patients with medial coronoid disease with FPC. On the left the distribution of osteoarthritis (arthrosis grade 0–3) preoperatively, on the right at the time of follow-up examination. Source: N. Hörtdörfer.

ermittelt. Der Fishers Exact-Test wurde für die kategorialen Parameter (Arthrosegrad, Lahmheitsgrad, Zeitraum zwischen Auftreten der Erkrankung und chirurgischer Versorgung) angewandt, um deren Unabhängigkeit voneinander zu überprüfen.

Ebenso wurde mittels Fishers Exact-Test eine Korrelation zwischen Dauer der Erkrankung bis zur OP und späterer Lahmheit in der Ganganalyse sowie eine Korrelation der Dauer der Erkrankung bis zur OP und der Arthroseprogression überprüft.

Ob ein Zusammenhang zwischen verbliebenen Resten und einer verbliebenen Lahmheit in der Ganganalyse besteht, wurde mittels Pearson-Korrelationskoeffizient überprüft.

Ob das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der OP einen Einfluss auf das Gangbild hatte, wurde mittels Mann-Whitney-U-Test ermittelt.

P-Werte von $p < 0,05$ wurden als statistisch signifikant angesehen.

Ergebnisse

Insgesamt erfüllten 24 Hunde (davon 13 Rassehunde und 11 Mischlingshunde) die Einschlusskriterien der Studie, wobei 18 (75 %) einseitig und 6 (25 %) beidseitig operiert wurden. Somit wurden 30 Ellbogengelenke bzw. 24 Gelenke für die Ganganalyse in die Studie inkludiert. Der Labrador Retriever war mit 5 Hunden die am häufigsten vertretene Rasse. Das Verhältnis von männlichen zu weiblichen Tieren lag bei 1,4:1. Das Durchschnittsgewicht der Hunde lag am Tag der Operation bei 28,6 kg (9,2–46,4 kg), das Durchschnittsalter bei 3,3 Jahren (5,0 Monate–9,4 Jahre). Die Langzeitkontrollen fanden im Schnitt 8 Monate (6–17 Monate) nach der Arthroskopie statt.

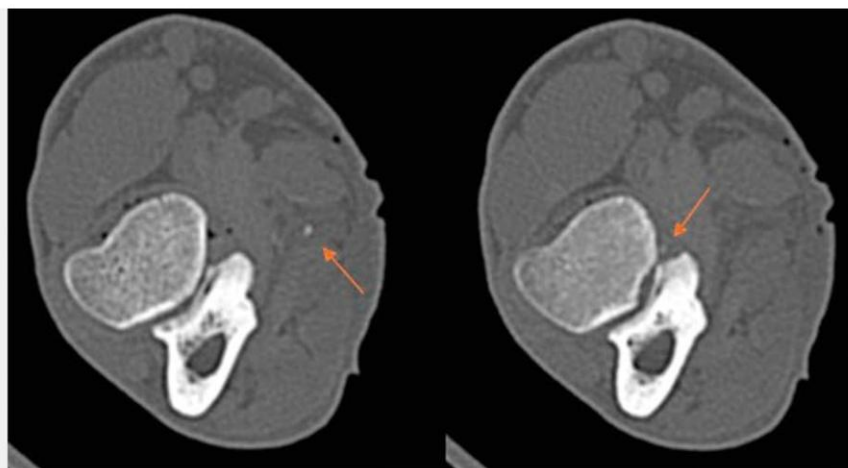
Orthopädische Untersuchung

Bei Erstvorstellung zeigten 21 Tiere (87,5 %) eine einseitige Lahmheit (► **Tab. 1**). In 3 Fällen (12,5 %) war zum Zeitpunkt der orthopädischen Untersuchung keine Lahmheit sichtbar, jedoch zeigten sie

► **Tab. 3** Arthroseprogression der operierten Gliedmaßen vom Zeitpunkt der Erstvorstellung bis zur Nachkontrolle.

► **Table 3** Osteoarthritis progression of the operated limbs from the time of initial presentation to follow-up.

Arthroseprogression (n = 30 Gelenke)	Um 0 Grad (keine Progression)	Progression um 1 Grad	Progression um 2 Grade	Progression um 3 Grade	Summe
operierte Gelenke	40 % (12/30)	50 % (15/30)	10 % (3/30)	–	100 % (30/30)



► **Abb. 3** Transversalschnitte eines postoperativen Ellbogen-CTs mit Restpartikeln (roter Pfeil) im Knochenfenster; links: im Arbeitskanal, rechts im Bereich des abgesetzten Processus coronoideus medialis ulnae. Quelle: Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik, LMU München.

► **Fig. 3** Transverse sections of a postoperative elbow CT with residual particles (red arrow); left: in the working canal, right in the area of the separated medial ulnar coronoid process. Source: Clinic for Small Animal Surgery and Reproduction, LMU Munich.

laut Besitzer/überweisendem Tierarzt schon länger eine intermittierende Lahmheit und zum Zeitpunkt der Untersuchung eine deutliche Dolenz bei Palpation/passiver Bewegung des Ellbogens und/oder eine positive Coronoidprobe.

In der orthopädischen Untersuchung der Nachkontrolle verbesserten sich 79,2 % (19/24) der Patienten im Vergleich zur Voruntersuchung. 16,7 % (4/24) der Patienten behielten den Lahmheitsgrad bei, wobei 2 davon bereits präoperativ als Grad 0 eingestuft wurden und somit auch postoperativ lahmeitsfrei waren. Ein Patient verschlechterte sich um einen Lahmheitsgrad. Einer der beidseits operierten Patienten, der initial rechtsseitig lahm ging, zeigte in der Nachuntersuchung eine Lahmheitsumkehr auf die linke Seite. Insgesamt wurden 66,7 % (16/24) der Patienten in der orthopädischen Nachuntersuchung als lahmeitsfrei eingestuft. Die Entwicklung der Lahmheitsgrade ist in ► **Tab. 1** und ► **Abb. 1** aufgeführt. Der Lahmheitsgrad in der Nachkontrolle hat sich im Vergleich zum präoperativen Stand statistisch signifikant verbessert ($p < 0,001$).

Zusammenfassend wurde der Behandlungserfolg in der orthopädischen Untersuchung bei 16 Patienten als „gut“, bei 5 Patienten als „zufriedenstellend“ und bei 3 Patienten als „nicht zufriedenstellend“ bewertet werden.

Röntgenuntersuchung

Bei der Bewertung der Röntgenbilder wurden zum Zeitpunkt der Erstvorstellung 10 % (3/30) der Gelenke als frei von Arthrose, 3,3 % (1/30) als Grenzfall sowie 43,3 % (13/30) mit einer Cubarthrose Grad 1, 36,7 % (11/30) als Grad 2 und 6,7 % (2/30) als Grad 3 eingestuft. Der mittlere Arthrosegrad lag bei 1,4 (Grad 0–3, ► **Tab. 2**).

In der Nachkontrolle wurde bei 60 % (18/30) eine Zunahme des Arthrosegrades festgestellt. Es wurde kein Gelenk als arthrosefrei eingestuft. 3,3 % (1/30) wurde als Grenzfall, 13,3 % (4/30) als eine Grad 1-Arthrose bewertet. Mit 63,3 % (19/30) zeigte der Großteil der Gelenke eine Cubarthrose Grad 2. Die Anzahl der als Grad 3 eingestuften Gelenke erhöhte sich auf 20 % (6/30) (► **Tab. 2**, ► **Abb. 2**).

Die Arthroseprogression der operierten Ellbogen war statistisch signifikant ($p < 0,001$) (► **Tab. 3**). Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Arthrosegrad und dem Lahmheitsgrad in der Nachkontrolle nachgewiesen werden ($p = 0,3$). Auf den Röntgenbildern der Nachuntersuchung konnten bei keinem Gelenk knöcherne Reste festgestellt werden.

Computertomografie

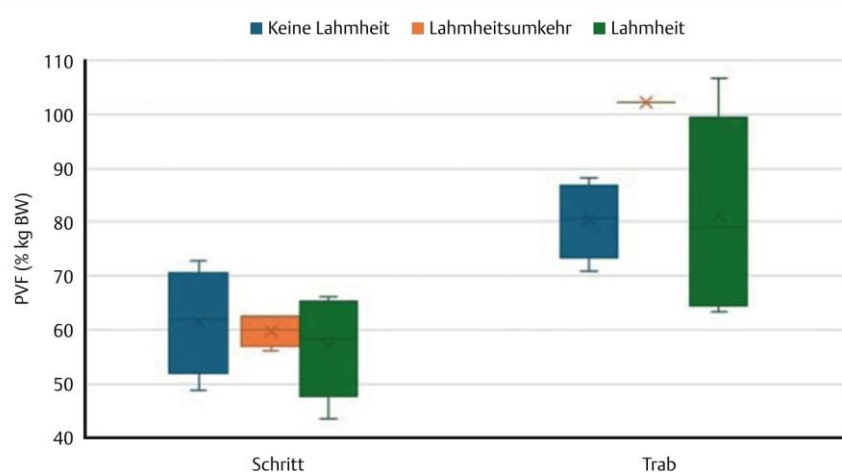
In der präoperativen computertomografischen Untersuchung wurde bei 63,3 % (19/30) eine Fissurlinie und bei 36,7 % (11/30) ein disloziertes Fragment des medialen Proc. coronoideus medialis der

► **Tab. 4** Ergebnisse der Ganganalyse in Schritt und Trab; vertikale Spitzenkraft (Peak Vertical Force, PVF) und Vertikaler Impuls (VI).

► **Table 4** Results of the gait analysis in walk and trot, peak vertical force (PVF) and vertical impulse (VI).

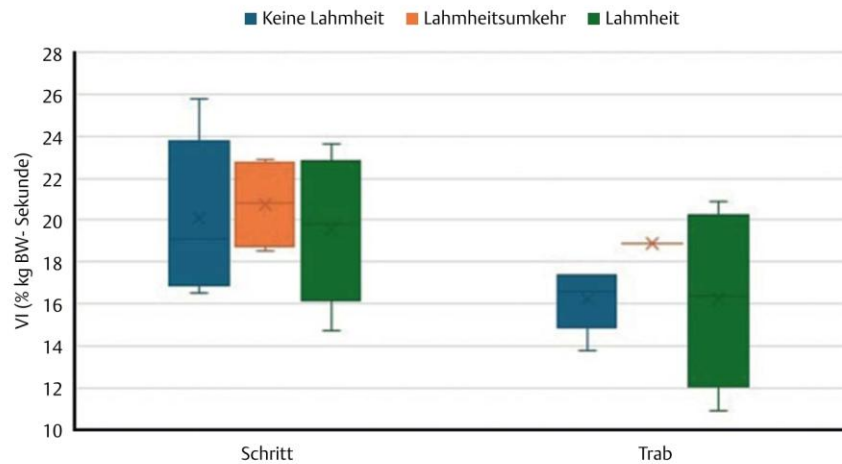
Schritt (n = 24)	Keine Lahmheit	Lahmheitsumkehr *	Lahmheit
Anzahl	11	4	9
PVF (% kg BW)			
Mittelwert ± SD	61,9 ± 6,8	60,1 ± 2,4	58,3 ± 6,1
Minimum	48,8	56,2	43,4
Maximum	72,8	62,6	66,2
VI (% kg BW)			
Mittelwert ± SD	19,1 ± 2,6	20,8 ± 1,8	19,8 ± 2,2
Minimum	17,3	18,5	14,7
Maximum	25,8	22,9	23,6
Trab (n = 19)	Keine Lahmheit	Lahmheitsumkehr *	Lahmheit
Anzahl	11	1	7
PVF (% kg BW)			
Mittelwert ± SD	80,7 ± 4,9	102,3	78,9 ± 13,1
Minimum	71	–	63,4
Maximum	88,3	–	106,8
VI (% kg BW)			
Mittelwert ± SD	16,6 ± 0,7	18,9	16,4 ± 3,2
Minimum	13,8	–	10,9
Maximum	17,4	–	20,9

*Patienten waren auf der operierten/im Fokus stehenden Seite lahmheitsfrei; sie zeigten eine Lahmheit der kontralateralen Vordergliedmaße.



► **Abb. 4** Vertikale Spitzenkraft (Peak Vertical Force, PVF)-Werte (%kg BW) im Schritt und Trab (Werte aus ► **Tab. 4**) getrennt nach „keine Lahmheit“, „Lahmheitsumkehr“, „Lahmheit“. Der Median ist als schwarzer Querstrich in den Boxen markiert. Die farbigen Boxen stellen die Standardabweichung dar. Die Antennen zeigen das Minimum und Maximum. Quelle: N. Hörtdörfer.

► **Fig. 4** Peak Vertical Force (PVF)-values (%kg BW) in walk and trot (values from ► **Table 4**) separated into “no lameness”, “lameness reversal”, “lameness”. The median is marked as a black line in the boxes. The colored boxes represent the standard deviation. The antennas show the minimum and maximum. Source: N. Hörtdörfer.



► **Abb. 5** Vertikaler Impuls (VI)-Werte (% kg BW * Sekunde) im Schritt und Trab (Werte aus ► **Tab. 4**) getrennt nach „keine Lahmheit“, „Lahmheitsumkehr“, „Lahmheit“. Der Median ist als schwarzer Querstrich in den Boxen markiert. Die farbigen Boxen stellen die Standardabweichung dar. Die Antennen zeigen das Minimum und Maximum. Quelle: N. Hörtdörfer.

► **Fig. 5** Vertical impulse (VI)-values (%kg BW * second) in walk and trot (values from ► **Table 4**) separated into “no lameness”, “lameness reversal”, “lameness”. The median is marked as a black line in the boxes. The colored boxes represent the standard deviation. The antennas show the minimum and maximum. Source: N. Hörtdörfer.

Ulna diagnostiziert. Bei 70,8 % (17/24) der Tiere wurden Veränderungen an beiden Procc. coronoideus medialis ulnae gefunden, die auf eine mediale Coronoiderkrankung hinweisen können. Sechs der beidseits betroffenen Patienten zeigten eine Lahmheit und Schmerzhaftigkeit in beiden Ellbogengelenken und wurden daher auch beidseits in einer Sitzung operiert. Die übrigen 11 Patienten zeigten nur auf einer Seite eine Lahmheit sowie Auffälligkeit in der orthopädischen Untersuchung und wurden daher auch nur einseitig an der klinisch auffälligen Seite operiert.

Laut postoperativen CT war der FPC bei allen Gelenken im Gesunden entfernt worden. Es wurden in 56,7 % (17/30) der Scans im Knochenfenster kleine Knochenpartikel (< 1,0 mm Durchmesser) festgestellt (Beispiel siehe ► **Abb. 3**). Größere Partikel konnten nicht nachgewiesen werden. Bei 23,3 % (7/30) wurden Partikel sowohl in der Umgebung der abgesetzten Coronoidspitze als auch im Weichgewebe des Arbeitskanals gefunden. 4,5 % (1/30) befanden sich nur im Bereich der Resektionsstelle des Coronoids und bei 27,3 % (9/30) der Ellbogengelenke befanden sich die kleinen Restpartikel ausschließlich im Weichgewebe des Arbeitskanals. Keines der Gelenke wurde aufgrund der Befunde rearthroskopiert.

Arthroskopie

In 66,7 % (20/30) der Fälle wiesen die Gelenke zusätzlich zum FPC eine Chondromalazie des Knorpels im Bereich der Trochlea bzw. im Bereich des medialen Proc. coronoideus der Ulna auf. Kissing lesions an der Trochlea humeri wurden bei 56,7 % (17/30) der Gelenke festgestellt. Bei der Beurteilung des FPC wurden 63,3 % (19/30) als Typ 1, 26,7 % (8/30) als Typ 2 und 10,0 % (3/30) als Typ 3 Fragment identifiziert. Des Weiteren wurde in 4 der erkrankten Ellbogen zu-

sätzlich ein Corpus librum im medialen Bereich des Ellbogengelenkes gefunden, welches im Rahmen der Arthroskopie entfernt wurde.

Ganganalyse

In der postoperativen Ganganalyse konnten alle Patienten im Schritt und 19 Patienten zusätzlich im Trab untersucht werden. Hierbei lag die mittlere vertikale Spitzenkraft (Peak Vertical Force, PVF) (% kg BW) im Schritt bei 60,0 (SD +/- 6,1) und im Trab bei 79,3 (SD +/- 9,9) (► **Tab. 4**, ► **Abb. 4**). Der Vertikale Impuls (VI) (% kg BW * s) lag im Mittel im Schritt bei 20,5 +/- 2,4 und im Trab bei 16,3 +/- 2,4 (► **Tab. 4**, ► **Abb. 5**).

62,5 % (15/24) der Tiere waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Schritt auf der operierten Seite lahmsfrei. Von diesen zeigten 16,6 % (4/24) eine Lahmheitsumkehr auf die kontralaterale Vordergliedmaße. 37,5 % (9/24) der Patienten zeigten weiterhin eine Lahmheit der erkrankten Gliedmaße im Schritt. Im Trab zeigten 63,2 % (12/19) keine Lahmheit der operierten Gliedmaße. Einer dieser Patienten zeigte eine Lahmheitsumkehr auf die kontralaterale Gliedmaße. 36,8 % (7/19) waren weiterhin lahm.

Das Alter zum Zeitpunkt der Operation spielte in dieser Studie für das postoperative Outcome keine Rolle ($p = 0,25$). Der Zeitraum, der zwischen dem Auftreten erster Symptome und der Operation verging, korrelierte ebenfalls nicht mit den Ergebnissen der Ganganalyse ($p = 0,07$).

Ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Lahmheit in der objektiven Ganganalyse und dem prä- bzw. postoperativen Arthroseggrad der Röntgenuntersuchung konnte jeweils nicht nachgewiesen werden ($p = > 0,9$). Die Arthroseprogression hatte

ebenfalls keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das postoperative Outcome in der Ganganalyse ($p = 0,4$).

Zwischen verbliebenen kalzifizierten Knochenfragmenten im CT und dem Vorhandensein einer postoperativen Lahmheit bestand keine statistisch signifikante Korrelation ($p = 0,29$). Dies ist unabhängig davon, ob sich die kleinen Knochenfragmente im Weichgewebe des Arbeitskanals oder in Gelenknähe befanden.

Besitzerfragebogen

Es vergingen bei den 24 Patienten im Schnitt 8,2 Monate (1–69 Monate) zwischen dem erstmaligen Auftreten der Lahmheit und der Operation. 58,3 % (14/24) der Patienten waren bereits vom Haustierarzt mit oraler Schmerzmedikation und/oder Ruhighaltung vorbehandelt. Zum Zeitpunkt der Nachkontrolle stuften 58,3 % (14/24) der Besitzer ihre Hunde als lahmsfrei ein. Bei 29,2 % (7/24) der Patienten bestand die Lahmheit noch, hatte sich aber gebessert. Ein Besitzer sah keine Verbesserung der Lahmheit zum Zeitpunkt der Nachkontrolle. 8,3 % (2/24) der Patienten waren nach der chirurgischen Versorgung erst lahmsfrei, zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung (6 Monate postoperativ) für die Besitzer jedoch wieder eine ggr. Lahmheit (1x ständig/1x intermittierend). Die durchschnittliche Belastbarkeit der Patienten lag bei der Nachkontrolle im Vergleich zum initial gesunden Zustand vor Auftreten der Lahmheit laut Besitzer bei 79,5 % (19–100 %). Die Zufriedenheit der Besitzer bezogen auf das Behandlungsergebnis lag zum Zeitpunkt der Nachkontrolle im Durchschnitt bei 85,6 % (15–100 %).

Diskussion

In dieser Studie wurden Patienten mit medialer Coronoiderkrankung und gesichertem FPC im Hinblick auf postoperativ verbliebene Knochenpartikel und deren Korrelation mit persistierender Lahmheit sowie der postoperativen Arthroseprogression untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass ein Verbleib von kleinen Knochenpartikeln (< 1 mm) keine negativen Auswirkungen auf das Behandlungsergebnis nach mindestens 6 Monaten hatte.

Die Arthroskopien wurden von einem routinierten und erfahrenen Chirurgen durchgeführt und das Gelenk nach dem Entfernen größerer Fragmente so lange gründlich gespült, bis keine Knochenpartikel mehr zu sehen waren. Dennoch fanden sich im postoperativen CT in 56,7 % (17/30) der Gelenke verbliebene Partikel (23,3 % in der Umgebung der abgesetzten Coronoidspitze + Weichgewebe, 4,5 % im Bereich der Resektionsstelle, 27,3 % im Weichgewebe). Bei Renner et al. waren im Vergleich bei 73 % (67/92) der Patienten Knochenreste postoperativ vorhanden (46 % in der Umgebung der abgesetzten Coronoidspitze, 26 % an der Basis des medialen Coronoids, 9 % frei im Ellbogengelenk, 84 % im Weichgewebe).

In unserer Studie konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den postoperativ identifizierten Restpartikeln und den in der Nachkontrolle noch lahmen Patienten gefunden werden. Ob die zurückbleibenden Restpartikel einen Einfluss auf das Short-Term Outcome haben, wurde in dieser Studie nicht untersucht. Es ist möglich, dass Patienten ohne Restpartikel im Bereich der Gelenkfläche sich schneller von der Operation erholen

bzw. schneller ein besseres Gangbild aufweisen. In Folgestudien sollte daher gegebenenfalls in kürzeren Abständen nach der Operation der Heilungsverlauf mittels Ganganalyse nachverfolgt werden.

Ebenfalls muss diskutiert werden, ob Patienten, bei denen im postoperativen CT Restpartikel auffallen, rearthroskopiert werden sollten, um die verbleibenden Restpartikel zu entfernen. Mit zunehmender Narkosezeit und einem erneuten Zugang zum Gelenk steigt das Komplikationsrisiko [34, 35]. Diese Risiken müssen mit dem Nutzen abgewogen werden, den der Patient von der Entfernung der Restpartikel hat. Sicherlich spielen hier die Größe und genaue Lage des Restes eine Rolle.

Bei Coppieters et al. [19] konnten 4/11 Knochenresten bereits im Röntgen dargestellt werden. Auf den Röntgenbildern der vorliegenden Studie konnten keine Knochenpartikel gefunden werden. Jedoch konnte zur Bestätigung keine erneute Computertomografie zum Zeitpunkt der Nachkontrolle durchgeführt werden, da der Großteil der Patienten lahmsfrei war. Dies stellt eine Limitation dieser Studie dar, welche aus Strahlenschutz- und ethischen Gründen in Kauf genommen wurde.

66,7 % (16/24) der Hunde zeigten in der Nachkontrolle mittels orthopädischer Untersuchung keine Lahmheit (davon einer mit Lahmheitsumkehr), in der Kontrolle mittels Ganganalyse wurden 62,5 % (15/24) der operierten Gliedmaße als lahmsfrei (davon 4 mit Lahmheitsumkehr) beurteilt. Die Ergebnisse der orthopädischen Untersuchung decken sich in etwa mit denen anderer Studien, bei denen ein exzellentes Outcome bei 60–90 % der Patienten erreicht wurde [16, 17]. Die Ergebnisse der Laufbanduntersuchung liegen hingegen etwas darunter. Dies etwas schlechtere Ergebnis der objektiven Ganganalyse wird auch in anderen Studien berichtet, denn die subjektive Lahmheitsuntersuchung detektiert nicht immer undeutliche Lahmheiten, weshalb die Ganganalyse der Goldstandard bei der Beurteilung von Therapieergebnissen ist. Zudem könnte in der vorliegenden Studie auch u. a. das hohe Durchschnittsalter der Probanden und die gegebenenfalls damit verbundene Chronizität der Erkrankung, das Einbeziehen beidseitig erkrankter Patienten sowie die geringe Patientenzahl einen negativen Einfluss auf das Ergebnis haben. Lediglich bei 50 % (12/24) wurde die Erkrankung des medialen Coronoids innerhalb des ersten Lebensjahres diagnostiziert und behandelt.

In der orthopädischen Untersuchung verbesserten sich 79,2 % (19/24) der Patienten postoperativ um mindestens einen Lahmheitsgrad. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem anderer Studien. Mussmann et al. [36] z. B. konnten in ihrer Studie eine Verbesserung der Lahmheit in 78 % der Fälle zeigen. Das Ergebnis deckt sich auch mit dem Fragebogenergebnis hinsichtlich der Besitzerzufriedenheit, welche in vorliegender Studie bei 85,6 % lag.

In unserer Studie war ein Patient, der in der orthopädischen Erstuntersuchung keine Lahmheit zeigte und bei dem in der orthopädischen Nachuntersuchung ein Lahmheitsgrad 1 diagnostiziert wurde. Es handelte sich hierbei um ein beidseits erkranktes Tier (Rasse: Labrador, Alter 7 Monate, 30,7 kg), das beidseits am Ellbogengelenk operiert wurde. Es ist zu vermuten, dass aufgrund der beidseitigen Problematik initial keine eindeutig seitenbetonte Lahmheit aufgefallen ist. Sofern durch die Operation eine Vordergliedmaße schmerzfreier ist als die andere, würde dies eine post-

operativ seitenbetonte Lahmheit erklären. Zur weiteren Abklärung wäre eine präoperative Ganganalyse (inklusive Symmetrieindex) hilfreich gewesen. Die Teilnehmer dieser Studie wurden erst nach einer Diagnosesicherung mittels CT in die Studie inkludiert und die operative Versorgung in der gleichen Narkose durchgeführt, daher war eine präoperative Ganganalyse nicht mehr möglich.

Des Weiteren wurde das postoperative medikamentöse Management tierindividuell angepasst (NSAID je nach Vorbehandlung). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine unterschiedlich gute postoperative Schmerzausschaltung/Entzündungshemmung das Behandlungsergebnis beeinflusst hat [37].

Um die ganganalytischen Daten optimal auswerten zu können, sind Vergleichswerte notwendig. Am besten eignen sich hier präoperative Ganganalysen der im Anschluss operierten Patienten, um bei anhaltender Lahmheit darüber entscheiden zu können, ob der Patient sich postoperativ sicher gebessert hat oder nicht [38]. Daher wäre es sinnvoll, in Folgestudien eine präoperative Ganganalyse durchzuführen, um die in der orthopädischen Untersuchung erhobenen Daten objektiv verifizieren zu können. In dieser Studie ging es jedoch um den Einfluss von eventuell zurückbleibenden Knochenpartikeln im Gelenk, weshalb das Studiendesign dies nicht miteinschloss. Mit der Ganganalyse konnte in der vorliegenden Studie daher keine Verbesserung der Lahmheit im Vergleich zur vor der Operation vorliegenden Lahmheit festgestellt werden. Dies muss sicherlich als Schwäche der Studie bewertet werden.

In der ganganalytischen Auswertung wurden die Patienten mit Lahmheitsumkehr postoperativ zu den „lahmheitsfreien“ Patien-

ten auf der operierten Gliedmaße gezählt. Auch das muss als Schwachstelle angesprochen werden, da es möglich ist, dass die nun schlechtere nicht operierte Gliedmaße zu einer Überschätzung der Werte der operierten Gliedmaße führen und somit gegebenenfalls eine dezente Restlahmheit der operierten Seite übersehen werden könnte [37, 39].

Die signifikante postoperative Arthroseprogression lässt darauf schließen, dass die subtotale Coronoidektomie das Fortschreiten der Arthrosen nicht verhindern kann. Dies konnte auch bereits in anderen Studien gezeigt werden [19, 36]. Es könnte der Eindruck entstehen, dass eine chirurgische Versorgung verglichen mit einer konservativen Therapie in dieser Hinsicht keinen Vorteil bringt [40]. Jedoch kann beim Vorliegen einer medialen Coronoiderkrankung eine Entfernung des FPCs schon allein deswegen gerechtfertigt sein, um den akuten Reiz durch den oft lockeren FPC aus dem Gelenk zu entfernen und stellt aktuell noch die beste Prognose dar [41]. Da es in dieser Studie keine Kontrollgruppe gibt, in der klinisch auffällige Patienten mit medialer Coronoiderkrankungen und FPC konservativ behandelt wurden, kann nicht beurteilt werden, ob das Fortschreiten der Arthrose durch die Operation verlangsamt wurde. Insgesamt ist die fehlende Kontrollgruppe eine Schwachstelle dieser Arbeit, die jedoch der Fragestellung geschuldet ist.

Von den 24 Tieren gelangte man bei 25 % (6/24) der Hunde nach der klinisch-orthopädischen Untersuchung aufgrund von bilateraler Lahmheit und/oder deutlicher Dolenz beider Ellbogen im Zusammenhang mit vorberichtlich intermittierender Lahmheit zu

dem Schluss, dass die Patienten in beiden Ellbogengelenken eine behandlungswürdige Erkrankung aufwiesen, weswegen diese Patienten beidseits operiert wurden. In der computertomografischen Untersuchung wurden hingegen bei 70,8 % (17/24) der Tiere Veränderungen an beiden Procc. coronoideus medialis der Ulna festgestellt, von denen 11 Tiere nur einseitige klinische Befunde zeigten. Seidler et al. [42] hat in einer aktuellen Studie herausgefunden, dass deutliche Unterschiede in Größe sowie Dislokation der Fragmente bei beidseits erkrankten Patienten mit einseitiger Lahmheit zwischen lahmer und nicht lahmer Seite vorliegen. Es ist zu überlegen, inwieweit die Veränderungen der kontralateralen Seite das Gangbild verändern und somit zu einer Verschleierung der Lahmheit und zu einer späteren Vorstellung beim Tierarzt beitragen. Dies könnte gegebenenfalls ebenfalls durch eine präoperative Ganganalyse herausgefunden werden.

Die 4 Patienten in dieser Studie mit Lahmheitsumkehr waren einseitig operierte Hunde, die in der initialen orthopädischen Untersuchung Auffälligkeiten nur einer Gliedmaße zeigten. Lediglich 2 von ihnen wurden im präoperativen CT mit einer beidseitigen medialen Coronoidpathologie beurteilt. Dies bedeutet, dass auch zum Zeitpunkt der Nachkontrolle 9 von 11 Tiere weiter symptomfrei waren, obwohl sie im CT deutliche Befunde aufwiesen. Ein CT zum Zeitpunkt der Nachkontrolle hätte Aufschluss über das Fortschreiten der Befunde liefern können, aus ethischen Gründen wurde in dieser Studie davon abgesehen.

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

Auch bei einer routinemäßig gut durchgeführten subtotalen Coronoidektomie können kleine knöcherne Restpartikel im Gelenk oder im Weichgewebe zurückbleiben. Diese scheinen jedoch keinen negativen Einfluss auf das postoperative Ergebnis nach 6 Monaten zu haben. Dennoch sollte Ziel der Operation bleiben, alle Fragmente und Partikel bestmöglich zu entfernen. Die Arthroseprogression kann durch eine subtotalen Coronoidektomie nicht aufgehalten werden.

Interessenkonflikt

Die Autoren bestätigen, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Fitzpatrick N, Smith TJ, Evans RB et al. Radiographic and Arthroscopic Findings in the Elbow Joints of 263 Dogs with Medial Coronoid Disease. *Vet Surg* 2009; 38: 213–223. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00489.x
- [2] Kirberger RMFS. Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. *Jl S Afr Vet Assoc* 1998; 69: 43–54
- [3] Meyer-Lindenberg A, Fehr M, Nolte I. Co-existence of ununited anconeal process and fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. *J Small Anim Pract* 2006; 47: 61–65. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2006.00051.x
- [4] LaFond E, Breur GJ, Austin CC. Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2002; 38: 467–477. DOI: 10.5326/0380467
- [5] Meyer-Lindenberg A, Langhann A, Fehr M et al. Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs. *Vet Rec* 2002; 151: 230–234
- [6] Read RA, Armstrong SJ, Black AP et al. Relationship between physical signs of elbow dysplasia and radiographic score in growing Rottweilers. *J Am Vet Med Assoc* 1996; 209: 1427–1430
- [7] Fossum T. *Small Animal Surgery*. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby; 2013
- [8] Morgan JP, Wind A, Davidson AP. Bone dysplasias in the labrador retriever: a radiographic study. *J Am Anim Hosp Assoc* 1999; 35: 332–340. DOI: 10.5326/15473317-35-4-332
- [9] Samoy Y, Van Ryssen B, Gielen I et al. Review of the literature: elbow incongruity in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 19: 1–8
- [10] Berry CR. Radiology corner evaluation of the canine elbow for fragmented medial coronoid process. *Vet Radiol Ultrasound* 1992; 33: 273–276. DOI: 10.1111/j.1740-8261.1992.tb00142.x
- [11] Holsworth IG, Wisner ER, Scherrer WE et al. Accuracy of computerized tomographic evaluation of canine radio-ulnar incongruence in vitro. *Vet Surg* 2005; 34: 108–113. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2005.00018.x
- [12] Lau SF, Wolschrijn CF, Hazewinkel HAW et al. The early development of medial coronoid disease in growing Labrador retrievers: Radiographic, computed tomographic, necropsy and micro-computed tomographic findings. *Vet J* 2013; 197: 724–730. DOI: 10.1016/j.tvjl.2013.04.002
- [13] Moores AP, Benigni L, Lamb CR. Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. *Vet Surg* 2008; 37: 390–398. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00393.x
- [14] Groth AM, Benigni L, Moores AP et al. Spectrum of computed tomographic findings in 58 canine elbows with fragmentation of the medial coronoid process. *J Small Anim Pract* 2009; 50: 15–22. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2008.00656.x
- [15] Van Ryssen B, van Bree H. Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness. *Vet Rec* 1997; 140: 360–362. DOI: 10.1136/vr.140.14.360
- [16] Meyer-Lindenberg A, Langhann A, Fehr M et al. Arthrotomy versus arthroscopy in the treatment of the fragmented medial coronoid process of the ulna (FCP) in 421 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2003; 16: 204–210. DOI: 10.1055/s-0038-1632780
- [17] Theyse L, Hazewinkel H, Van Den Brom W. Force plate analyses before and after surgical treatment of unilateral fragmented coronoid process. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2000; 13: 135
- [18] Fitzpatrick N, Smith TJ, Evans RB et al. Subtotal coronoid osteotomy for treatment of medial coronoid disease in 263 dogs. *Vet Surg* 2009; 38: 233–245. DOI: 10.1111/j.1532-950X.2008.00491.x
- [19] Coppieters E, Seghers H, Verhoeven G et al. Arthroscopic, Computed Tomography, and Radiographic Findings in 25 Dogs With Lameness After Arthroscopic Treatment of Medial Coronoid Disease. *Vet Surg* 2016; 45: 246–253. DOI: 10.1111/vsu.12443
- [20] Renner C, Medl N. Computed tomographic assessment of the completeness of arthroscopic subtotal coronoidectomy in dogs with medial coronoid disease. *Vet Rec* 2022; 190: e1069. DOI: 10.1002/vetr.1069
- [21] Brunnberg L, Waibl H, Lehmann J. Lahmheit beim Hund: Untersuchen/Erkennen/Behandeln. *Kleinmachnow: Procane Claudio Brunnberg*; 2014

- [22] Taroni M, Cabon Q, Fèbre M et al. Evaluation of the Effect of a Single Intra-articular Injection of Allogeneic Neonatal Mesenchymal Stromal Cells Compared to Oral Non-Steroidal Anti-inflammatory Treatment on the Postoperative Musculoskeletal Status and Gait of Dogs over a 6-Month Period after Tibial Plateau Leveling Osteotomy: A Pilot Study. *Front Vet Sci* 2017; 4: 83. DOI: 10.3389/fvets.2017.00083
- [23] Tellheim B, Amort K. Grading primary ED-lesions and elbow osteoarthritis according to the IEWG protocol. In, 28th annual meeting IEWG. Cape Town SA: 17.09 2014 31:
- [24] Hazewinkel HA. The organization of an ED-screening program and the use of the certificate. 28th annual meeting IEWG. 17.09 2014; Cape Town SA
- [25] Brooks RA. A quantitative theory of the Hounsfield unit and its application to dual energy scanning. *J Comput Assist Tomogr* 1977; 1: 487–493. DOI: 10.1097/00004728-197710000-00016
- [26] Adams JE, Mughal Z, Damilakis J et al. Chapter 12 – Radiology. In: Glorieux FH, Pettifor JM, Jüppner H, Hrsg. *Pediatric Bone* (Second Edition). San Diego: Academic Press; 2012: 277–307. DOI: 10.1016/B978-0-12-382040-2.10012-7
- [27] . DOI: Bibb R, Eggbeer D, Paterson A. 2 – Medical imaging. In: Bibb R, Eggbeer D, Paterson A, Hrsg. *Medical Modelling* (Second Edition). Oxford: Woodhead Publishing; 2015: 7–34. DOI: 10.1016/B978-1-78242-300-3.00002-0
- [28] Peter S, Hermann S, Thomas S et al. Die "Ellbogendysplasie" beim Hund: Eine klinisch-synoptische Betrachtungsweise der verschiedenen Erscheinungsbilder mit aetiopathologischen Ueberlegungen. Fragmentierter Processus coronoideus und weitere Ellbogendysplasie-Formen. Teil II. *Veterinär-Spiegel*, 2002, 1, 14-27. *Veterinär-Spiegel* 2002; ISSN 0940-8711
- [29] Allegranzi B, Zayed B, Bischoff P et al. New WHO recommendations on intraoperative and postoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis* 2016; 16: e288–e303. DOI: 10.1016/s1473-3099(16)30402-9
- [30] Allegranzi B, Bischoff P, de Jonge S et al. New WHO recommendations on preoperative measures for surgical site infection prevention: an evidence-based global perspective. *Lancet Infect Dis* 2016; 16: e276–e287. DOI: 10.1016/s1473-3099(16)30398-x
- [31] Robinson RO, Herzog W, Nigg BM. Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *J Manipulative Physiol Ther* 1987; 10: 172–176
- [32] Voss K, Imhof J, Kaestner S et al. Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hindlimb lameness. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2007; 20: 299–304
- [33] Watson P, Petrie A. *Statistics for Veterinary and Animal Science*. Wiley-Blackwell; 2013
- [34] Werres C. Antibiotika in der Kleintierchirurgie. *Kleintierpraxis* 2022; 67: 560–579. DOI: 10.2377/0023-2076-67-560
- [35] Perry KL, Li L. A retrospective study of the short-term complication rate following 750 elective elbow arthroscopies. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2014; 27: 68–73. DOI: 10.3415/vcot-13-01-0017
- [36] Mussmann K. Ellbogengelenksdysplasie des Hundes: Studie zur bildgebenden Diagnostik und postoperativen Erfolgskontrolle mittels computerisierter Ganganalyse: Ludwig- Maximilians- Universität München; 2009
- [37] Madore E, Huneault L, Moreau M et al. Comparison of trot kinetics between dogs with stifle or hip arthrosis. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2007; 20: 102–107. DOI: 10.1160/vcot-06-06-0052
- [38] DeCamp CE, Soutas-Little RW, Hauptman J et al. Kinematic gait analysis of the trot in healthy greyhounds. *Am J Vet Res* 1993; 54: 627–634
- [39] Alves JC, Santos A, Jorge P et al. Characterization of Weight-bearing Compensation in Dogs With Bilateral Hip Osteoarthritis. *Topics in Companion Animal Medicine* 2022; 49: 100655. DOI: 10.1016/j.tcam.2022.100655
- [40] Gemmill TJ, Clements DN. Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency? *J Small Anim Pract* 2007; 48: 361–368. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2007.00320.x
- [41] Trostel C, McLaughlin R, Pool R. Canine elbow dysplasia: incidence, diagnosis, treatment, and prognosis. *Compend Contin Educ Prac Vet* 2003; 25: 763–773
- [42] Seidler S, Rhode M, Volk H et al. Comparative evaluation of radiographic and computed tomographic findings in dogs with bilateral medial coronoid disease (MCD) presenting with unilateral forelimb lameness. *PLoS One* 2023; 18: e0282656. DOI: 10.1371/journal.pone.0282656

IV. DISKUSSION

Da der FPC einschließlich Fissuren des medialen Proc. coronoideus der Ulna beim Hund die häufigste Ellbogengelenkserkrankung ist, die zu einer Lahmheit der Vordergliedmaße beim Hund führt, ist deren adäquate Therapie essenziell für ein möglichst langes, schmerzfreies Leben betroffener Patienten (Ban Ryssen & van Bree, 1997).

Daher wurde seit Entdeckung der Erkrankung 1974 stetig geforscht, um mögliche Grundursachen beheben zu können, sowie die optimale Diagnostik und Therapie zu entwickeln (Badus, 2013; Evans et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009b; Janutta & Distl, 2008; Kähn et al., 2023; Kirchberger & Fourie, 1998; Michelsen, 2013; Olsson, 1974; Temwichitr et al. 2010, Seidler et al. 2023b). In dieser Zeit hat sich die subtotale Coronoidektomie via Arthroskopie als Behandlung des FPC etabliert (Evans et al., 2008; Fitzpatrick & Yeadon, 2009c). Theyse et al. (2000) berichtet von einem exzellenten Outcome bei 71% (5/7) ihrer Patienten nach arthroskopisch durchgeführter subtotaler Coronoidektomie im Vergleich zu Meyer Lindenberg et al. (2003) mit 60% (149/238) und Fitzpatrick et al. (2009a) mit 82%. Dies zeigt, dass auch nach chirurgischer Versorgung mittels Arthroskopie weiterhin 10-40% der Patienten eine intermittierende oder dauerhafte Lahmheit zurückbehalten. Bisher haben nur wenige Studien versucht, die Ergebnisse nach chirurgischer Therapie mit den vorherigen Befunden in Verbindung zu setzen und so eine Grundursache für die anhaltende Lahmheit zu finden (Coppieters et al., 2016; Renner & Medl, 2022). Daher war es Ziel der vorliegenden Studie den Behandlungserfolg mindestens 6 Monate nach arthroskopischer Entfernung eines FPC mit Fragment oder Fissur zu evaluieren, und die Ergebnisse mit den präoperativen Befunden zu vergleichen (Hörtdörfer et al., 2024).

Coppieters und Mitarbeiter reevaluierten 2016 in einer Langzeitkontrolle (im Durchschnitt 2,7 Jahre (Range: 0,25 -6,2 Jahre) noch lahm gehende Hunde nach subtotaler Coronoidektomie. Es wurde eine erneute Arthroskopie, CT sowie Röntgen durchgeführt. Hierbei fand sie in 12/29 Gelenken kleine Knochenpartikel, jedoch fehlte ein postoperatives CT, um festzustellen, ob diese Partikel nach der Operation zurückgeblieben waren oder sich neu gebildet hatten. Ebenfalls fehlte eine lahmheitsfreie Kontrollgruppe, um zu evaluieren ob auch bei nicht lahmen Tieren Restfragmente vorlagen und somit nicht entscheidend für eine anhaltende

Lahmheit sind. Renner und Medl fertigten 2022 postoperative CTs von 92 Gelenken/83 Patienten nach subtotaler Coronoidektomie an und entdeckten in 73% (67/92) der Gelenke knöcherne Restpartikel. Eine Aussage über die klinische Relevanz trafen Renner und Medl in Ihrer Studie nicht. In der vorliegenden Studie wurden bei 56,7% (17/30) der Gelenke Restpartikel gefunden und es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den verbliebenen Restpartikeln und einer anhaltenden Lahmheit festgestellt werden (Hörtdörfer et al., 2024). Einschränkend muss festgehalten werden, dass in der eigenen Studie kein CT zum Zeitpunkt der Nachkontrolle durchgeführt wurde, um zu evaluieren, wie sich die postoperativ vorhandenen Restpartikel zum Zeitpunkt der Nachkontrolle entwickelt haben (Hörtdörfer et al., 2024). Darauf wurde aus ethischen Gründen verzichtet. Dies muss als Limitation bei der eigenen Studie gesehen werden.

Vergleicht man die Ergebnisse der Arthroskopie im postoperativen CT der vorliegenden Studie (Hörtdörfer et al., 2024), mit denen von Renner und Medl (2022) näher, mit dem Fokus auf die 67 bzw. 17 Patienten mit postoperativen Restpartikeln, so zeigt sich, dass bei Renner und Medl (2022) bei 84% (56/67) der Patienten Restpartikel im Weichgewebe des Instrumentenports verblieben sind, im Vergleich zu 94% (16/17) in der vorliegenden Studie (Hörtdörfer et al., 2024). Im Gelenk/Gelenkspalt blieben bei Renner und Medl (2022) zusammengefasst in 79% (53/67) der Gelenke Restpartikel zurück (46% im Bereich der Coronoidspitze, 24% Basis des medialen Coronoids, 9% frei im Gelenk) im Vergleich zu 47% (8/17) in der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024). Renner und Medl (2022) verwendete bei der Arthroskopie eine Instrumentenhülse im Arbeitskanal, um das Einführen der Instrumente und das Spülen des Gelenks zu vereinfachen. In der eigenen Studie wurde keine Instrumentenhülse verwendet (Hörtdörfer et al., 2024). Des Weiteren gibt es unterschiedliche Methoden, um die veränderte Coronoidspitze zu entfernen (Palmer, 2015). Während Renner und Medl (2022) lediglich eine Fasszange verwendeten, um lose Fragmente zu entfernen und danach den verbleibenden Knochen mittels scharfem Löffel kürettierte wurde in der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) bei Bedarf, im Falle einer Fissur, die Spitze des Proc. Coronoides zusätzlich mittels Osteotom (und Fasszange) oder Shaver abgesetzt. Durch das Kürettieren des nekrotischen Knochenareals entstehen möglicherweise mehr Knochenpartikel als bei der Entfernung mittels Osteotom. Auch bei der Entfernung mittels Shaver mit Absaugfunktion werden die meisten

Knochenpartikel beim Fräsen direkt abtransportiert. Diese Unterschiede in der OP-Technik können Grundursache für die Diskrepanz in den Ergebnissen des postoperativen CTs in der Studie von Renner und Medl (2022) und der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) sein.

In der vorliegenden Studie wurde bei den Ergebnissen nicht zwischen der subtotalen Coronoidektomie mittels Osteotom und Shaver unterschieden (Hörtdörfer et al., 2024). Auch ist zu diskutieren, ob es einen Unterschied macht, ob der Shaver mit oder ohne Absaugfunktion verwendet wird. Ebenso gibt es bereits Studien in der Humanmedizin, die überprüfen inwieweit unterschiedliche Modelle des Shavers (bzw. dessen Fräsern) sowie dessen Anwendung (Geschwindigkeit, Druck auf das Gewebe) einen Unterschied im Ergebnis machen, bzw. unter welchen Bedingungen ein optimales Ergebnis zu erzielen ist (Liang et al., 2020; Wieser et al., 2012).

Weitere Einflüsse auf die Menge an postoperativ zurückbleibenden Resten kann gegebenenfalls die Art der Gelenkspülung und der damit verbundene Flüssigkeitsflow durch das Gelenk intra OP haben. Man unterscheidet in der Tiermedizin die Spülung über Schwerkraft, Druckinfusionsmanschette oder Druckpumpe, wobei sich in der Humanmedizin die Spülung mittels Druckpumpe bewährt hat (Ogilvie-Harris & Weisleder, 1995; Tobias & Johnson, 2012). Ob die Erfahrung des Chirurgen einen Einfluss auf die Menge der Restpartikel hat, konnte in der vorliegenden Studie nicht untersucht werden, da alle Patienten von immer demselben erfahrenen Chirurgen operiert wurden (Hörtdörfer et al., 2024). Da dennoch in 56,7% der Gelenke sehr kleine Restpartikel zurückgeblieben sind scheint die Erfahrung in Bezug auf die postoperativen Reste jedoch eine untergeordnete Rolle zu spielen (Hörtdörfer et al., 2024). In anderen Studien war hierzu ebenfalls keine Information zu finden (Renner & Medl, 2022).

Die Ergebnisse der klinischen Lahmheitsuntersuchung sind in der Nachkontrolle sehr zufriedenstellend (Hörtdörfer et al., 2024). Mit 66,7% (16/24) lahmheitsfreien Patienten, sowie 20,8% (5/24) Patienten, die sich im Lahmheitsgrad verbessert haben, ist die Studie (Hörtdörfer et al., 2024) mit anderen vergleichbar bei denen es zu einem exzellenten Outcome in 60-90% der Fälle kam (Fitzpatrick et al., 2009a, Meyer- Lindenberg et al., 2003; Theyse et al, 2000).

Die Ergebnisse der subjektiven Lahmheitsuntersuchung decken sich jedoch nicht

komplett mit den Ergebnissen der objektiven Ganganalyse, so wurden in der subjektiven orthopädischen Lahmheitsuntersuchung 16/24 Patienten (davon einer mit Lahmheitsumkehr) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung als lahmheitsfrei beurteilt (Hörtdörfer et al., 2024). In der objektiven Ganganalyse waren es 15/24 Patienten (davon 4 mit Lahmheitsumkehr), wobei sich nur 9/11 lahmheitsfreien Patienten mit den subjektiven Untersuchungen decken (Hörtdörfer et al., 2024). Es gibt einige Studien die nachweisen, dass die computerisierte Ganganalyse bessere und objektivere Daten liefert als die subjektive orthopädische Untersuchung (Conzemius & Evans, 2012; Quinn et al., 2007; Waxman et al., 2008). Ebenso zeigen diese Studien wie in der vorliegenden Studie (Hörtdörfer et al., 2024), dass keine gute Korrelation zwischen den Ergebnissen beider Untersuchungsformen besteht. In der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) ist zudem zu beachten, dass auch beidseits operierte Patienten und Patienten mit Lahmheitsumkehr mit in die ganganalytische Auswertung mit einbezogen wurden, es ist möglich, dass die schlechtere nicht im Fokus stehende Gliedmaße zu einer Überschätzung der Werte der operierten, im Fokus stehenden Gliedmaße führen und somit eine dezente Restlahmheit übersehen wird (Alves et al., 2022; Madore et al., 2007).

Die reduzierte Anzahl an untersuchten Hunden im Trab in der eigenen Studie muss ebenfalls kritisch betrachtet werden (Hörtdörfer et al., 2024). Es konnten nur 19 von 24 Patienten im Trab untersucht werden, Grund hierfür war vor allem die fehlende Compliance der Patienten (Hörtdörfer et al., 2024). Auch wenn Voss et. al. (2007) eine höhere Sensitivität und Spezifität der Ganganalyse bei geringgradigen Hinterhandlahmheiten im Trab nachgewiesen hat zeigten andere Studien, dass die Ergebnisse im Schritt und Trab gut korrelieren (Evans et al., 2003; Theyse et al., 2000; Voss et al., 2007). Da in der vorliegenden Studie die Daten der Ganganalyse bei den Patienten, die im Schritt und Trab evaluiert wurden, übereinstimmen ist davon auszugehen, dass die erhobenen Ergebnisse repräsentativ sind (Hörtdörfer et al., 2024). Um die Ergebnisse besser interpretieren zu können, bzw. um bei anhaltender Lahmheit eine Verbesserung erfassen zu können, wäre eine präoperative Ganganalyse von Vorteil gewesen, wie es von DeCamp (1997) bzw. DeCamp et al. (1993) vorgeschlagen wurde. Da die Hunde der eigenen Studie jedoch erst nach Diagnosesicherung in der Computertomographie in die Studie eingeschlossen und im Anschluss daran, in derselben Narkose, direkt operiert wurden war dies in dieser Studie nicht möglich (Hörtdörfer et al., 2024). Der

Schwerpunkt der Studie lag auf der Evaluation von eventuellen Restpartikeln und deren Einfluss auf das Behandlungsergebnis, weshalb das Studiendesign dies nicht miteinschloss (Hörtdörfer et al., 2024).

Betrachtet man die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung in der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024), so ist die Entwicklung der Arthrose zum Zeitpunkt der Nachkontrolle mit den Befunden von Fitzpatrick et al. (2009b) vergleichbar. Auch andere Studien zeigen ähnlich wie die vorliegende (Hörtdörfer et al., 2024), dass eine Arthroseprogression trotz chirurgischer Versorgung nicht aufgehalten werden kann (Coppeters et al., 2016; Meyer-Lindenberg et al., 2003; Mussmann, 2009). Es gibt daher Studien, die zu der Meinung kommen, dass eine chirurgische Therapie keinen Vorteil bringt und eine konservative Therapie vorziehen (Baldus, 2013; Bouck et al., 1995). Seidler et al. (2023b) operierten in Ihrer Studie bilateral erkrankte Hunde nur auf einer Seite und verglichen die operierte, mit der konservativ therapierten Gliedmaße. Auch hier wurde eine stärkere Arthroseprogression des operierten, im Vergleich zum konservativ therapierten Ellbogen festgestellt, gleichzeitig zeigte sich aber eine Verbesserung der Lahmheit auf der operierten Seite, während die konservativ therapierte Seite ein weitgehend unverändertes Gangbild zeigte. In der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) konnte kein Zusammenhang zwischen dem Arthroseggrad/der Arthroseprogression und dem Lahmheitsgrad in der Nachkontrolle nachgewiesen werden. Um die Arthrose möglichst objektiv zu bewerten, wurden in der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) alle Röntgenbilder geblindet von denselben zwei erfahrenen Orthopäden nach einem bewährten Schema der IEWG ausgewertet (Hazewinkel, 2014).

Als Limitation der Studie kann in Bezug auf die Röntgenuntersuchung diskutiert werden, dass keine Röntgenbilder des maximal gebeugten Ellbogens durchgeführt wurden und somit die Arthrose auf dem Proc. anconeus nicht optimal zu beurteilen war (Hörtdörfer et al., 2024). Auf diese Röntgenbilder wurde verzichtet, da zusätzlich CT-Bilder vorlagen. Da der Proc. anconeus nur einer von vielen anatomischen Punkten zur Beurteilung der Arthrose ist sollte das Gesamtergebnis hiervon kaum beeinflusst sein (Hasewinkel, 2014). Des Weiteren stand in der eigenen Studie (Hörtdörfer et al., 2024) die Arthroseprogression im Fokus der Röntgenbildbetrachtung, da es hierbei um einen Vergleich der Röntgenbilder geht und die präoperativen sowie die Röntgenbilder der Nachuntersuchung gleich

gelagert wurden sollte es hierbei keine fulminante Beeinflussung des Ergebnisses geben. Auch die fehlende Kalibrierung der Röntgenbilder muss bei der Evaluation der Ergebnisse bedacht werden. Da die Ellbogen während dem Anfertigen der Röntgenbilder zur Diagnosestellung und bei der Kontrolle direkt auf dem Röntgentisch gelagert waren sind jedoch nur minimale zu vernachlässigende Abweichungen bei den Messungen zu erwarten.

In der eigenen Studie wurden während der Arthroskopie in 66,7% (20/30) der Gelenke zusätzlich zum FPC eine Chondromalazie, sowie in 56,7% (17/30) der Gelenke Kissing lesions diagnostiziert (Hörtdörfer et al., 2024). Der Einfluss dieser Befunde auf das postoperative Ergebnis wurde in dieser Studie nicht beurteilt (Hörtdörfer et al., 2024). Um hier aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten hätte es einer größeren Studienpopulation bedurft. Die Studie von Coppieters et al. 2016 zeigte zum Zeitpunkt der zweiten Arthroskopie, der noch lahmen Patienten nach subtotaler Coronoidektomie, ein Fortschreiten des Knorpelschadens in allen untersuchten Gelenken, sowie Erosionen des medialen Kompartiments in 18/29 Gelenken die gegebenenfalls Grundursache für eine anhaltende Lahmheit sein können. Farrell et al. stellten 2014 in ihrer Studie fest, dass der intraartikuläre Knorpelschaden signifikant mit dem Arthrosegrad korreliert. Auch andere Studien evaluierten die Chondromalazie und klassifizierten sie nach der Outerbridgeskala jedoch ohne die Nachkontrollen hiermit in Verbindung zu setzen (Fitzpatrick et al, 2009a; Fitzpatrick et al. 2009b).

In der präoperativen Computertomographie der eigenen Studie wurde bei 70,8% (17/24) der Patienten eine beidseitige mediale Coronoidpathologie diagnostiziert. Lediglich 35,2% (6/17) Patienten zeigten klinisch beidseitige Symptome in Form von wechselseitiger Lahmheit oder einer Dolenz in beiden Ellbogengelenken in der orthopädischen Untersuchung (Hörtdörfer et al., 2024). Dieses Phänomen wurde bereits von Moores et al. beschrieben in deren Studie lediglich 50% der 50 untersuchten Hunde mit medialer Coronoidpathologie klinische Symptome zeigten (Moores et al., 2012). Des Weiteren zeigt die aktuelle Studie von Seidler et al. (2023b), dass die Größe und Lokalisation des FPC bei beidseits erkrankten Tieren eine entscheidende Rolle für das klinische Bild spielen. In der eigenen Studie wurden nur die klinisch auffälligen Hunde beidseits operiert (Hörtdörfer et al., 2024). Lediglich zwei der elf beidseits Coronoiderkrankten, aber nur einseitig operierten Tiere zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine

Lahmheitsumkehr (Hörtdörfer et al., 2024). Inwieweit die Veränderung der kontralateralen Gliedmaße Einfluss auf das Operationsergebnis hat, ist in nachfolgenden Studien zu klären. Gegebenenfalls kann die Lahmheit durch die beidseitige Problematik verschleiert worden sein und dadurch zu einer späteren Vorstellung beim Tierarzt beitragen. Ebenso kann bei einer beidseitigen Gliedmaßenproblematik keine deutliche Entlastung der erkrankten Gliedmaße stattfinden, was gegebenenfalls zu einem schnelleren Fortschreiten von Folgeschäden wie Arthrose und Knorpelschaden führen kann. Eine Studie mit ausschließlich einseitig erkrankten und einseitig operierten Patienten würde ggf. nochmals aussagekräftigere Daten liefern. Ebenso hätte ein erneutes CT zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Aufschluss über das Fortschreiten der Befunde der nicht operierten Seite liefern können. Dies wurde, wie schon beschrieben, aus ethischen Gründen in dieser Studie nicht durchgeführt (Hörtdörfer et al., 2024).

Die Altersverteilung in der eigenen Studie ist mit einer Spanne von 5 Monaten bis 9,4 Jahren weit gefächert (Hörtdörfer et al., 2024). In der älteren Literatur wird die mediale Coronoiderkrankung vor allem als Junghunderkrankung beschrieben, die im Alter von 4-5 Monaten auftritt und meist im Alter von 8-9 Monaten diagnostiziert wird (Denny, 1987; Olsson, 1983). Lediglich 11 der 24 Patienten wurden während Ihres ersten Lebensjahres vorstellig und operiert und entsprechen damit dem von der Literatur angegebenen Standardalter (Hörtdörfer et al., 2024). Es gibt inzwischen jedoch mehrere Studien, die das Auftreten der medialen Coronoiderkrankung bzw. eines FPC bei erwachsenen Hunden beschreiben, die zuvor keinerlei Lahmheitssymptome zeigten (Meyer-Lindenberg et al., 2002; Michelsen, 2013; Vermote et al., 2010). Ebenso ist die Altersverteilung der vorliegenden Studie (Hörtdörfer et al., 2024) mit anderen Studien vergleichbar und somit als repräsentativ anzusehen (Coppieters et al., 2016; Fitzpatrick et al., 2009a; Meyer-Lindenberg et al., 2003).

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 24 Hunde inkludiert, hiervor waren 13 Rassehunde von 6 unterschiedlichen Rassen und 11 Mischlinge (Hörtdörfer et al., 2024). Unter den 24 Hunden befanden sich 12 Hunde (Labrador, Berner Sennenhund, Rottweiler, Schäferhund) die laut Literatur zu den prädisponieren Rassen gehören, sowie 4 Mischlinge dieser Rassen (Labradormischling, Berner Sennenhundmischling, Rottweilermischling) (Denny, 1987; LaFond et al., 2002; Meyer-Lindenberg et al. 2002). Andere laut Literatur prädisponierte Rassen wie die

Bordeauxdogge und der Riesenschnauzer waren vermutlich aufgrund der in Deutschland fehlenden Popularität nicht in der vorliegenden Studie vertreten (Narojek et al., 2008). Trotz der geringen Patientenzahl bestätigt der Vergleich mit anderen Studien, die eine ähnliche Rasseverteilung aufweisen, dass es sich in der vorliegenden Studie (Hörtdörfer et al., 2024) um eine repräsentative Population handelt (Coppieters et al., 2016; Fitzpatrick et al., 2009b; Meyer-Lindenberg et al 2003; Mussmann, 2009).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit der subtotalen Coronoidektomie als Behandlung des FPC (Fragment bzw. Fissur) auch in dieser Studie gute Behandlungsergebnisse erzielt wurden (Hörtdörfer et al., 2024). Das Zurückbleiben von sehr kleinen Knochenpartikeln im Arthroskopiekanal bzw. Gelenk kann trotz gut durchgeführter Operation nicht ganz verhindert werden, scheint aber keinen negativen Einfluss auf das postoperative Ergebnis nach sechs Monaten zu haben (Hörtdörfer et al., 2024). Metaplastische Veränderungen im Weichgewebe oder Corpora libera konnten in der Röntgenuntersuchung jedenfalls nicht nachgewiesen werden. Diese Studie bestätigt zudem, dass die Arthroseprogression trotz chirurgischer Entfernung des FPC nicht aufgehalten werden kann (Hörtdörfer et al., 2024). In Folgestudien wäre eine präoperative Ganganalyse sowie ein CT zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung empfehlenswert, wobei letzteres bei klinischen Patienten aus ethischen Gründen überdacht werden muss.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Eine häufige Ellbogengelenkserkrankung beim Hund, die Ursache für eine Lahmheit der Vordergliedmaße ist, ist die mediale Coronoiderkrankung zu der unter anderem der fragmentierte Processus coronoideus medialis der Ulna (FPC) gehört. Im Laufe der Zeit hat sich die arthroskopisch durchgeführte subtotale Coronoidektomie als Behandlung der medialen Coronoiderkrankung, insbesondere des FPC, etabliert. Obwohl die subtotale Coronoidektomie insgesamt sehr gute Behandlungsergebnisse liefert, gibt es dennoch einige Patienten, die trotz komplikationslos verlaufender Operation kein gutes Outcome vorweisen. Daher war es Ziel der vorliegenden Studie, bei Patienten mit FPC (isoliertes Fragment oder Fissur) die Behandlungsergebnisse nach subtotaler Coronoidektomie zu beurteilen und den Befunden der präoperativen Untersuchung gegenüberzustellen. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Computertomographie und eventuell zurückbleibende Restpartikel gelegt. Zur Erhebung der Befunde wurden die Hunde klinisch-orthopädisch untersucht. Es wurden Röntgenbilder in zwei Ebenen angefertigt, um u.a. die Arthroseprogression zu beurteilen und eine objektive Ganganalyse durchgeführt. Ebenfalls wurde geprüft, ob die Dauer der Erkrankung sowie das Alter der Patienten bei der Operation einen Einfluss auf das postoperative Ergebnis haben.

Es wurden nur Hunde eingeschlossen, bei denen alle Voruntersuchungen vollständig vorlagen und die frühestens sechs Monate nach der Operation zur Nachkontrolle vorstellig wurden. Zudem mussten die Hunde auf dem Laufband laufen und eine instrumentierte Ganganalyse möglich sein. In die Studie konnten insgesamt 30 Ellbogen von 24 Hunden eingeschlossen werden. Es handelte sich um 13 Rassehunde von denen der Labrador Retriever (n= 5) am häufigsten vertreten war und 11 Mischlinge. Zum Zeitpunkt der Operation betrug das Durchschnittsgewicht 28,6kg (9,2 – 46,4kg) und das Durchschnittsalter 3,3 Jahre (5 Monate – 9,4 Jahre). Die Nachuntersuchung fand im Schnitt 8 Monate (6-17 Monate) nach der Operation statt.

Klinisch zeigten bei der Nachuntersuchung 16 Patienten keine Lahmheit mehr, fünf Patienten verbesserten sich im Lahmheitsgrad, die übrigen drei wurden gleich zur Voruntersuchung eingestuft.

In der Röntgenuntersuchung fiel eine deutlich Arthroseprogression auf, jedoch konnte kein Zusammenhang zwischen dem Arthrosegrad und dem Lahmheitsgrad bzw. den Ergebnissen der Ganganalyse in der Nachkontrolle nachgewiesen werden.

In der direkt postoperativen Computertomographie wurden bei 56,7% (17/30) kleine Restpartikel im Weichgewebe des Arbeitskanals oder/und im Gelenk nachgewiesen. Es konnte aber auch hier kein Zusammenhang zwischen Restpartikeln und dem Lahmheitsgrad in der Nachkontrolle nachgewiesen werden. Hierbei spielte es keine Rolle, ob die Restpartikel im Gelenkbereich oder dem Weichgewebe lagen. Röntgenologisch ließen sich bei der Kontrolle keine entsprechenden knöchernen Strukturen nachweisen.

Die Ergebnisse der postoperativen Ganganalyse waren etwas schlechter als die der orthopädischen Untersuchung. Bei einigen einseitig operierten Hunden kam es zur Lahmheitsumkehr. Es wurde zudem festgestellt, dass das Alter zum Operationszeitpunkt keinen Einfluss auf das postoperative Ergebnis hatte. Ebenfalls korrelierte die Erkrankungsdauer nicht mit den Ergebnissen der Ganganalyse.

Insgesamt erzielte diese Studie repräsentative Ergebnisse, was sich ebenfalls in der Besitzerzufriedenheit widerspiegelte. Es konnte zudem nachgewiesen werden, dass auch bei einer subtotalen Coronoidektomie, die durch einen erfahrenen Chirurgen erfolgte, kleine Restpartikel zurückbleiben können. Diese scheinen jedoch klinisch nicht relevant zu sein.

VI. SUMMARY

A common elbow joint disease in dogs that causes lameness of the forelimb is medial coronoid disease, which includes the fragmented medial coronoid process of the ulna (FPC). Over time, arthroscopically performed subtotal coronoidectomy has become established as a treatment for medial coronoid disease, particularly FPC. Although subtotal coronoidectomy generally delivers very good treatment results, there are still some patients who do not show a good outcome despite an uncomplicated operation. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the treatment results after subtotal coronoidectomy in patients with FPC (isolated fragment or fissure) and to compare them with the findings of the preoperative examination. Particular attention was paid to computed tomography and any remaining residual particles. The dogs were clinically and orthopedically examined to collect the findings. X-rays were taken in two planes to assess, among other things, the progression of osteoarthritis, and an objective gait analysis was performed. It was also examined whether the duration of the disease and the age of the patients at the time of surgery had an influence on the postoperative outcome.

Only dogs with complete preoperative examinations and those that presented for follow-up at least six months after surgery were included. In addition, the dogs had to walk on the treadmill, and an instrumented gait analysis had to be possible. A total of 30 elbows from 24 dogs were included in the study. There were 13 purebred dogs, with the Labrador Retriever (n=5) being the most represented, and 11 mixed breeds. At the time of surgery, the average weight was 28.6kg (9.2 – 46.4kg) and the average age was 3.3 years (5 months – 9.4 years). The follow-up examination took place on average 8 months (6-17 months) after the operation.

Clinically, at the follow-up examination, 16 patients showed no lameness, five patients improved in lameness grade, and the remaining three were classified the same as in the preoperative examination.

In the X-ray examination, a significant progression of osteoarthritis was noticeable, but no correlation could be found between the degree of osteoarthritis and the degree of lameness or the results of the gait analysis at the follow-up examination.

In the immediate postoperative computed tomography, small residual particles were detected in the soft tissue of the working channel and/or in the joint in 56.7%

(17/30) of the cases. However, no correlation could be found between residual particles and the degree of lameness at the follow-up examination. It did not matter whether the residual particles were in the joint area or the soft tissue. Radiologically, no corresponding bony structures could be detected during the follow-up examination.

The results of the postoperative gait analysis were slightly worse than those of the orthopedic examination. In some unilaterally operated dogs, there was a reversal of lameness. It was also found that the age at the time of surgery had no influence on the postoperative outcome. The duration of the disease also did not correlate with the results of the gait analysis.

Overall, this study achieved representative results, which was also reflected in the owner satisfaction. It was also demonstrated that even with a subtotal coronoidectomy performed by an experienced surgeon, small residual particles can remain. However, these do not appear to be clinically relevant.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

Adrian, D. & Brown, D. (2022). Kinetic symmetry indices and standing gait analysis: A review of current methods and data. The Veterinary Journal, **281**, 105814.

Alves, J. C., Santos, A., Jorge, P., Lavrador, C., Carreira, L. M. (2022). Characterization of Weight-bearing Compensation in Dogs With Bilateral Hip Osteoarthritis. Topics in Companion Animal Medicine, **49**, 100655.

Baldus, I. M. (2013). Langzeitergebnisse nach arthroskopischer Therapie der Koronoiderkrankung im Vergleich zu den Ellbogengelenken konservativ behandelter Hunde. Diss. med. vet., Justus-Liebig-Universität, Gießen.

Beale, B. S., Hulse, D. A., Schulz, K. S., Whitney, W. O. (2003). Chapter 4 - Arthroscopically Assisted Surgery of the Elbow Joint. In B. S. Beale, D. A. Hulse, K. S. Schulz, & W. O. Whitney (Eds.), Small Animal Arthroscopy (pp. 51-79). Philadelphia: W.B. Saunders.

Bockstahler, B. A., Skalicky, M., Peham, C., Müller, M., & Lorinson, D. (2007). Reliability of ground reaction forces measured on a treadmill system in healthy dogs. the Veterinary Journal, **173**(2), 373-378.

Bouck, G. R., Miller, C. W., Taves, C. L. (1995). A Comparison of Surgical and Medical Treatment of Fragmented Coronoid Process and Osteochondritis Dissecans of the Canine Elbow. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **08**(04), 177-183.

Boulay, J. P. (1998). Fragmented Medial Coronoid Process of the Ulna in the Dog. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, **28**(1), 51-74.

Bree, H. v. & Ryssen, B. v. (1995). Imaging the canine elbow: radiography, computed tomography and arthroscopy. Veterinary Annual, 118-129.

Breit, S., Künzel, W., Seiler, S. (2004). Variation in the ossification process of the anconeal and medial coronoid processes of the canine ulna. Research in Veterinary Science, **77**(1), 9-16.

Bruecker, K. A., Benjamino, K., Vezzoni, A., Walls, C., Wendelburg, K. L., Follette, C. M., Guillou, R. (2021). Canine Elbow Dysplasia: Medial Compartment Disease and Osteoarthritis. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, **51**(2), 475-515.

Brunnberg, L. & Allgoewer, I. (1996). Age-related results of the treatment of elbow dysplasia (FCP) in the Bernese Mountain Dog. Veterinary and comparative orthopaedics and Traumatology, 65-66.

Brunnberg, L., Waibl, H., & Lehmann, J. (2014). Lahmheit beim Hund: Untersuchen/Erkennen/Behandeln. Kleinmachnow: Procan Claudio Brunnberg.

Budsberg, S. C., Jevens, D. J., Brown, J., Foutz, T. L., DeCamp, C. E., Reece, L. (1993). Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs. American Journal of Veterinary Research, **54**(10), 1569-1574.

Budsberg, S. C., Verstraete, M. C., Soutas-Little, R. W. (1987). Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. American Journal of Veterinary Research, **48**(6), 915-918.

Burton, N. J., Ellis, J. R., Burton, K. J., Wallace, A. M., & Colborne, G. R. (2013). An ex vivo investigation of the effect of the TATE canine elbow arthroplasty system on kinematics of the elbow. Journal of small animal practice, **54**(5), 240-247.

Burton, N. J., Parsons, K. J., Cunliffe, M., Warren-Smith, C. M., Ness, M. G., Fenton, G. (2016). Canine Elbow Realignment Osteotomy (CERO): Validation of the Accuracy of Acute Radial Lengthening in a Cadaveric Incongruency Model. Veterinary Surgery, **45**(5), 642-650.

Conzemius, M. (2009). Nonconstrained elbow replacement in dogs. Veterinary Surgery, **38**(2), 279-284.

Conzemius, M. G. & Evans, R. B. (2012). Caregiver placebo effect for dogs with lameness from osteoarthritis. Journal of the American Veterinary Medical Association, **241**(10).

Conzemius, M. G., Torres, B. T., Muir, P., Evans, R., Krotscheck, U., & Budsberg, S. (2022). Best practices for measuring and reporting ground reaction forces in dogs. Veterinary Surgery, **51**(3), 385-396.

Cook, J. L. (2001). Forelimb Lameness in the Young Patient. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, **31**(1), 55-83.

Cook, J. L., Schulz, K. S., Karnes, G. J., Franklin, S. P., Canapp, S. O., Jr., Lotsikas, P. J., Fitzpatrick, N., Wheeler, J. L., Stiffler, K. S., Gillick, M., Cross, A. R., Walls, C. M., Albrecht, M. R., Williams, N., Crouch, D. T., Lewis, D. D., Pozzi, A., Ridge, P. (2015). Clinical outcomes associated with the initial use of the Canine Unicompartmental Elbow (CUE) Arthroplasty System(®). Canadian Veterinary Journal, **56**(9), 971-977.

Coppieters, E., Seghers, H., Verhoeven, G., Gielen, I., Samoy, Y., Bakker, E. d., Ryssen, B. V. (2016). Arthroscopic, Computed Tomography, and Radiographic Findings in 25 Dogs With Lameness After Arthroscopic Treatment of Medial Coronoid Disease. Veterinary Surgery, **45**(2), 246-253.

Cuddy, L. C., Lewis, D. D., Kim, S. E., Conrad, B. P., Banks, S. A., Horodyski, M., Fitzpatrick, N., Pozzi, A. (2012). Ex vivo Contact Mechanics and Three-Dimensional Alignment of Normal Dog Elbows after Proximal Ulnar Rotational Osteotomy. Veterinary Surgery, **41**(8), 905-914.

De Rycke, L. M., Gielen, I. M., van Bree, H., Simoens, P. J. (2002). Computed tomography of the elbow joint in clinically normal dogs. American Journal of Veterinary Research, **63**(10), 1400-1407.

DeCamp, C. E. (1997). Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, **27**(4), 825-840.

DeCamp, C. E., Soutas-Little, R. W., Hauptman, J., Olivier, B., Braden, T., Walton, A. (1993). Kinematic gait analysis of the trot in healthy greyhounds. American Journal of Veterinary Research, **54**(4), 627-634.

Denny, H. R. (1987). The canine elbow. British Veterinary Journal, **143**(1), 1-20.

Eissler, B. (1999) Skelettszintigraphie beim Hund. Tierärztliche Praxis Ausg K Kleintiere Heimtiere; **27**: 303-308.

Evans, R., Gordon, W., Conzemius, M. (2003). Effect of velocity on ground reaction forces in dogs with lameness attributable to tearing of the cranial cruciate ligament. American Journal of Veterinary Research, **64**(12), 1479-1481.

Evans, R., Gordon-Evans, W., Conzemius, M. (2008). Comparison of three methods for the management of fragmented medial coronoid process in the dog. A systematic review and meta-analysis. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **21**(2), 106-109.

Fanchon L, Valette J.-P., Sanaa M, Grandjean D (2006) The measurement of ground reaction force in dogs trotting on a treadmill. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **2**, 81-86.

Farrell, M., Heller, J., Solano, M., Fitzpatrick, N., Sparrow, T., Kowaleski, M. (2014). Does radiographic arthrosis correlate with cartilage pathology in Labrador Retrievers affected by medial coronoid process disease? Veterinary Surgery, **43**(2), 155-165.

Fitzpatrick, N., Bertran, J., & Solano, M. A. (2015). Sliding humeral osteotomy: medium-term objective outcome measures and reduction of complications with a modified technique. Veterinary Surgery, **44**(2), 137-149.

Fitzpatrick, N., Caron, A., Solano, M. A. (2013). Bi-oblique dynamic proximal ulnar osteotomy in dogs: reconstructed computed tomographic assessment of radioulnar congruence over 12 weeks. Veterinary Surgery, **42**(6), 727-738.

Fitzpatrick, N., Garcia, T. C., Daryani, A., Bertran, J., Watari, S., & Hayashi, K. (2016). Micro-CT Structural Analysis of the Canine Medial Coronoid Disease. Veterinary Surgery, **45**(3), 336-346.

Fitzpatrick, N., Smith, T. J., Evans, R. B., O'Riordan, J., Yeadon, R. (2009a). Subtotal coronoid ostectomy for treatment of medial coronoid disease in 263 dogs. Veterinary Surgery, **38**(2), 233-245.

Fitzpatrick, N., Smith, T. J., Evans, R. B., Yeadon, R. (2009b). Radiographic and Arthroscopic Findings in the Elbow Joints of 263 Dogs with Medial Coronoid Disease. Veterinary Surgery, **38**(2), 213-223.

Fitzpatrick, N. & Yeadon, R. (2009c). Working Algorithm for Treatment Decision Making for Developmental Disease of the Medial Compartment of the Elbow in Dogs. Veterinary Surgery, **38**(2), 285-300.

Flückiger, M. (1992). Elbow dysplasia in the dog. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, **134**(6), 261-271.

Fossum, T. (2021). Chirurgie der Kleintiere, **34**, 1323- 1337. St. Louis, Missouri: Elsevier Mosby.

Gemmell, T. J. & Clements, D. N. (2007). Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency? Journal of Small Animal Practice, **48**(7), 361-368

Gemmill, T. J., Mellor, D. J., Clements, D. N., Clarke, S. P., Farrell, M., Bennett, D., Carmichael, S. (2005). Evaluation of elbow incongruency using reconstructed CT in dogs suffering fragmented coronoid process. Journal of Small Animal Practice, **46**(7), 327-333.

Gillette, R. L. & Angle, T. C. (2008). Recent developments in canine locomotor analysis: a review. the Veterinary Journal, **178**(2), 165-176.

Griffon, D. J. (2006a). Arthroscopic diagnosis of elbow dysplasia. . Paper presented at the Presented at World Small Animal Veterinary Association, Prague, Czech Republic.

Griffon, D. J. (2006b). Controversies in the arthroscopic treatment of fragmented coronoid process. Paper presented at the World Small Animal Veterinary Association, Prague, Czech Republic.

Gutbrod, A., & Guerrero, T. G. (2012). Effect of external rotational humeral osteotomy on the contact mechanics of the canine elbow joint. Veterinary Surgery, **41**(7), 845-852.

Hadley, H. S., Wheeler, J. L., Manley, P. A. (2009). Traumatic fragmented medial coronoid process in a Chihuahua. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **22**(4), 328-331.

Hazewinkel, H. A. (2014). The organization of an ED-screening program and the use of the certificate. Paper presented at the 28th annual meeting IEWG, Cape Town SA.

Henry, W. B., Jr. (1984). Radiographic diagnosis and surgical management of fragmented medial coronoid process in dogs. Journal of the American Veterinary Medical Association, **184**(7), 799-805.

Hörtdörfer, N., Steigmeier-Raith, S., Zablotski, Y., & Meyer-Lindenberg, A. (2024). Arthroskopische Entfernung des fragmentierten Processus coronoideus medialis bei Hunden – Beurteilung der Behandlungsergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der postoperativen Computertomographie und knöcherner Restpartikel. Tierärztliche Praxis Ausg K Kleintiere Heimtiere, **52**(5), 275-287.

Holsworth, I. G., Wisner, E. R., Scherrer, W. E., Filipowicz, D., Kass, P. H., Pooya, H., Larson, R. F., Schulz, K. S. (2005). Accuracy of computerized tomographic evaluation of canine radio-ulnar incongruence in vitro. Veterinary Surgery, **34**(2), 108-113.

Huck, J. L., Biery, D. N., Lawler, D. F., Gregor, T. P., Runge, J. J., Evans, R. H., Kealy, R. K., Smith, G. K. (2009). A longitudinal study of the influence of lifetime food restriction on development of osteoarthritis in the canine elbow. Veterinary Surgery, **38**(2), 192-198.

Hulse, D., Young, B., Beale, B., Kowaleski, M., & Vannini, R. (2010). Relationship of the biceps-brachialis complex to the medial coronoid process of the canine ulna. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **23**(3), 173-176.

Janutta, V. & Distl, O. (2008). Review on canine elbow dysplasia: pathogenesis, diagnosis, prevalence and genetic aspects. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, **115**(5), 172-181.

Johnston, S. A & Tobias, K. M. (2018). Veterinary Surgery Small Animal (Volume 1), **52**, 848-895. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders.

Jorda, C., Matis, U. (2004) Bone scintigraphy: an early indicator of disease or the last hope for a diagnosis? Proceedings of the 12th Annual ESVOT Congress, München, Deutschland.

Kähn, H., Zablotzki, Y. & Meyer-Lindenberg, A. (2023). Therapeutic success in fragmented coronoid process disease and other canine medial elbow compartment pathology: a systematic review with meta-analyses. Frontiers in Veterinary Science Sci, **10**, 1228497.

Kieves, N. R. (2022). Objective Gait Analysis: Review and Clinical Applications. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, **52**(4), 857-867.

Kirberger, R. M. & Fourie, S. L. (1998). Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. Journal of the South African Veterinary Association, **69**(2), 43-54.

Klumpp, S., Ondreka, N., Amort, K., Zwick, M., Gesierich, K., Engert, M., Tacker, S., Failing, K., Kramer, M. (2010). Diagnostic value of CT and MRI for the diagnosis of coronoid pathology in the dog -Diagnostische Wertigkeit von Computertomographie und Magnetresonanztomographie für die Diagnose einer Koronoiderkrankung beim Hund. Tierärztliche Praxis Ausg K Kleintiere Heimtiere, **38**(01), 7-14.

König, H. E. & Liebich, H. (2024). Anatomie der Haustiere. (8. Überarbeitete Auflage). **4 + 5**, 171-228, Stuttgart: Schattauer GmbH Verlag.

Kramer, A., Holsworth, I. G., Wisner, E. R., Kass, P. H., Schulz, K. S. (2006). Computed Tomographic Evaluation of Canine Radioulnar Incongruence In Vivo. Veterinary Surgery, **35**(1), 24-29.

Krotscheck, U., Todhunter, R. J., Nelson, S. A., Sutter, N. B., & Mohammed, H. O. (2014). Precision and accuracy of ground reaction force normalization in a heterogeneous population of dogs. Veterinary Surgery, **43**(4), 437-445.

LaFond, E., Breur, G. J., Austin, C. C. (2002). Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs. Journal of the American Animal Hospital Association, **38**(5), 467-477.

Lau, S. F., Hazewinkel, H. A. W., Grinwis, G. C. M., Wolschrijn, C. F., Siebelt, M., Vernooij, J. C. M., Voorhout, G., Tryfonidou, M. A. (2013a). Delayed endochondral ossification in early medial coronoid disease (MCD): A morphological and immunohistochemical evaluation in growing Labrador retrievers. the Veterinary Journal, **197**(3), 731-738.

Lau, S. F., Theyse, L. F., Voorhout, G., Hazewinkel, H. A. (2015). Radiographic, computed tomographic, and arthroscopic findings in labrador retrievers with medial coronoid disease. Veterinary Surgery, **44**(4), 511-520.

Lau, S. F., Wolschrijn, C. F., Hazewinkel, H. A. W., Siebelt, M., Voorhout, G. (2013b). The early development of medial coronoid disease in growing Labrador retrievers: Radiographic, computed tomographic, necropsy and micro-computed tomographic findings. the Veterinary Journal, **197**(3), 724-730.

Lavrijsen, I. C., Heuven, H. C., Voorhout, G., Meij, B. P., Theyse, L. F., Leegwater, P. A., Hazewinkel, H. A. (2012). Phenotypic and genetic evaluation of elbow dysplasia in Dutch Labrador Retrievers, Golden Retrievers, and Bernese Mountain dogs. the Veterinary Journal, **193**(2), 486-492.

Liang, P., Zhao, G., Gu, X., Chen, Z., Xu, S., Lai, W., Liu, W. (2020). Assessment of arthroscopic shavers: a comparison test of resection performance and quality. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, **15**(1), 62.

Madore, E., Huneault, L., Moreau, M., Dupuis, J. (2007). Comparison of trot kinetics between dogs with stifle or hip arthrosis. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **20**(2), 102-107.

Maricee, I. C., Gröne, A., Theyse, L. F. H. (2014). The role of osteonecrosis in canine coronoid dysplasia: Arthroscopic and histopathological findings. the Veterinary Journal, **200**(3), 382-386.

Mason, D. R., Schulz, K. S., Fujita, Y., Kass, P. H., Stover, S. M. (2008). Measurement of humeroradial and humeroulnar transarticular joint forces in the canine elbow joint after humeral wedge and humeral slide osteotomies. Veterinary Surgery, **37**(1), 63-70.

McConkey, M. J., Valenzano, D. M., Wei, A., Li, T., Thompson, M. S., Mohammed, H. O., van der Meulen, M., Krotscheck, U. (2016). Effect of the Proximal Abducting Ulnar Osteotomy on Intra-Articular Pressure Distribution and Contact Mechanics of Congruent and Incongruent Canine Elbows Ex Vivo. Veterinary Surgery, **45**(3), 347-355.

Meyer-Lindenberg, A., Fehr, M., Nolte, I. (2006). Co-existence of ununited anconeal process and fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. Journal of Small Animal Practice, **47**(2), 61-65.

Meyer-Lindenberg, A., Langhann, A., Fehr, M., Nolte, I. (2002). Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs. The Veterinary record, **151**(8), 230-234.

Meyer-Lindenberg, A., Langhann, A., Fehr, M., Nolte, I. (2003). Arthrotomy versus arthroscopy in the treatment of the fragmented medial coronoid process of the ulna (FCP) in 421 dogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **16**, 204-210.

Michelsen, J. (2013). Canine elbow dysplasia: Aetiopathogenesis and current treatment recommendations. the Veterinary Journal, **196**(1), 12-19.

Miyabayashi, T., Takiguchi, M., Schrader, S. C., Biller, D. S. (1995). Radiographic anatomy of the medial coronoid process of dogs. Journal of the American Animal Hospital Association, **31**(2), 125-132.

Moore, A. P., Agthe, P., Schaafsma, I. A. (2012). Prevalence of incomplete ossification of the humeral condyle and other abnormalities of the elbow in English Springer Spaniels. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **25**(3), 211-216.

Moore, A. P., Benigni, L., Lamb, C. R. (2008). Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. Veterinary Surgery, **37**(4), 390-398.

Morgan, J. P., Wind, A., Davidson, A. P. (1999). Bone dysplasias in the labrador retriever: a radiographic study. Journal of the American Animal Hospital Association, **35**(4), 332-340.

Musmann, K. (2009). Ellbogengelenksdysplasie des Hundes: Studie zur bildgebenden Diagnostik und postoperativen Erfolgskontrolle mittels computerisierter Ganganalyse. Diss. Med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität München.

Narojek, T., Fiszdon, K., Hanyst, E. (2008). Canine elbow dysplasia in different breeds. Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy, **52**, 169-173.

Ness, M. G. (1998). Treatment of fragmented coronoid process in young dogs by proximal ulnar osteotomy. Journal of Small Animal Practice, **39**(1), 15-18.

Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. (2004). Lehrbuch der Anatomie der Haustiere: Band I Bewegungsapparat. (8. unveränderte Auflage). Stuttgart: Parey Verlag.

O'Neill, D. G., Brodbelt, D. C., Hodge, R., Church, D. B., & Meeson, R. L. (2020). Epidemiology and clinical management of elbow joint disease in dogs under primary veterinary care in the UK. Canine Medicine and Genetics, **7**, 1.

Off, W. & Matis, U. (1997a). Ganganalyse beim Hund, Teil 1: Dynamometrische und kinemetrische Meßverfahren und ihre Anwendung beim Tetrapoden. Tierärztliche Praxis, **25**, 8-14.

Off, W. & Matis, U. (1997b). Ganganalyse beim Hund Teil 2: Aufbau eines Ganglabors und bewegungsanalytische Untersuchungen. Tierärztliche Praxis, **25**, 303-311.

Ogilvie-Harris, D. J. & Weisleder, L. (1995). Fluid pump systems for arthroscopy: A comparison of pressure control versus pressure and flow control. Arthroscopy, **11**(5), 591-595.

Olsson, S. E. (1983). The Early Diagnosis of Fragmented Coronoid Process and Osteochondrosis Dissecans of the Canine Elbow Joint. Journal of the American Animal Hospital Association, **19**.

Olsson, S. E. (1974). A new type of elbow dysplasia in the dog. Sveriges Veterinärförbund Tidn., **5**., 152-157.

Palmer, R. (2015). Arthroscopic Evaluation and Treatment of the Dysplastic Elbow. Paper presented at the World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, Bangkok, Thailand.

Peter, S., Hermann, S., Thomas, S., David, S., Dietschi, E., Hugo, S., Rytz, U. (2002). Die "Ellbogendysplasie" beim Hund: Eine klinisch-synoptische Betrachtungsweise der verschiedenen Erscheinungsbilder mit aetiopathologischen Ueberlegungen. Fragmentierter Processus coronoideus und weitere Ellbogendysplasie-Formen. Teil II. Veterinär-Spiegel, **1**, 14-27.

Quinn, M. M., Keuler, N. S., Lu, Y., Faria, M. L., Muir, P., Markel, M. D. (2007). Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. Veterinary Surgery, **36**(4), 360-367.

Reichle, J. K. & Snaps, F. (1999). The elbow. Clinical Techniques in Small Animal Practice, **14**(3), 177-186.

Renner, C. & Medl, N. (2022). Computed tomographic assessment of the completeness of arthroscopic subtotal coronoidectomy in dogs with medial coronoid disease. The Veterinary record, **190**(7), e1069.

Rumph, P. F., Lander, J. E., Kincaid, S. A., Baird, D. K., Kammermann, J. R., Visco, D. M. (1994). Ground reaction force profiles from force platform gait analyses of clinically normal mesomorphic dogs at the trot. American Journal of Veterinary Research, **55**(6), 756-761.

Samii , V., Gielen , I., Ludewig , E., Adams , W. M., Kiefer , I., van Bree , H., & Saunders, J. (2011). Joints. In Veterinary Computed Tomography, 387-419.

Samoy, Y., Gielen, I., Van Caelenberg, A., van Bree, H., Duchateau, L., Van Ryssen, B. (2012a). Computed Tomography Findings in 32 Joints Affected with Severe Elbow Incongruity and Fragmented Medial Coronoid Process. Veterinary Surgery, **41**(4), 486-494.

Samoy, Y., Vynckt, D. V., Gielen, I., Bree, H. v., Duchateau, L., Ryssen, B. V. (2012b). Arthroscopic Findings in 32 Joints Affected by Severe Elbow Incongruity with Concomitant Fragmented Medial Coronoid Process. Veterinary Surgery, **41**(3), 355-361.

Seidler, S., Rhode, M., Volk, H., Harms, O. (2023a). Comparative evaluation of radiographic and computed tomographic findings in dogs with bilateral medial coronoid disease (MCD) presenting with unilateral forelimb lameness. PLoS One, **18**(4).

Seidler, S., Siedenburger, J., Rhode, M., Volk, H. A., Harms, O. (2023b). Dogs with Bilateral Medial Coronoid Disease Can Be Clinically Sound after Unilateral Arthroscopic Fragment Removal-Preliminary Study. Animals (Basel), **13**(24).

Stander, N. & Cassel, N. (2016). BSAVA Manual of Canine and Feline Musculoskeletal Imaging. Chapter 8: Long bones – juvenile. British Small Animal Veterinary Association.

Tan, D. K., Canapp, S. O., Jr., Leasure, C. S., Dycus, D. L., & O'Donnell, E. (2016). Traumatic fracture of the medial coronoid process in 24 dogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **29**(4), 325-329.

Temwichitr, J., Leegwater, P. A. J., Hazewinkel, H. A. W. (2010). Fragmented coronoid process in the dog: A heritable disease. the Veterinary Journal, **185**(2), 123-129.

Theyse, L., Hazewinkel, H., Van Den Brom, W. (2000). Force plate analyses before and after surgical treatment of unilateral fragmented coronoid process. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **13**, 135.

Theyse, L. F. (2014). Different Presentations of Medial Coronoid Disease at Different Ages: A Clinical, Radiological, CT, and Arthroscopic Study. Paper presented at the World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, Kapstadt, Südafrika.

Tobias, T. A., Miyabayashi, T., Olmstead, M. L., Hedrick, L. A. (1994). Surgical removal of fragmented medial coronoid process in the dog: comparative effects of surgical approach and age at time of surgery. Journal of the American Animal Hospital Association, **30**(4), 360-368.

Trostel, C. T., McLaughlin, R. M., Pool, R. R. (2005). Canine Lameness Caused by Developmental Orthopedic Diseases : Fragmented Medial Coronoid Process and Ununited Anconeal Process. The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian, **25**(2), 112-121.

Van Bruggen, L., Hazewinkel, H. , Wolschrijn C. F., Voorhout G., Pollak Y., Barthez P. Y. (2007) The value of scintigraphy and radiology for the diagnosis of fragmented coronoid process in dogs. Annual Meeting of the European Association of Veterinary Diagnostic Imaging, Porto Carras, Chalkidiki, Greece.

Van Ryssen, B. & van Bree, H. (1997). Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness. The Veterinary record, **140**(14), 360-362.

Van Ryssen, B., van Bree, H., Simoens, P. (1993). Elbow arthroscopy in clinically normal dogs. American Journal of Veterinary Research, **54**(1), 191-198.

Vermote, K. A., Bergenhuyzen, A. L., Gielen, I., van Bree, H., Duchateau, L., Van Ryssen, B. (2010). Elbow lameness in dogs of six years and older: arthroscopic and imaging findings of medial coronoid disease in 51 dogs. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **23**(1), 43-50.

Villamonte-Chevalier, A., van Bree, H., Broeckx, B., Dingemanse, W., Soler, M., Van Ryssen, B., Gielen, I. (2015). Assessment of medial coronoid disease in 180 canine lame elbow joints: a sensitivity and specificity comparison of radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. BMC Veterinary Research, **11**, 243.

Voss, K., Imhof, J., Kaestner, S. & Montavon, P. M. (2007). Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hindlimb lameness. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, **20**(4), 299-304.

Wavreille, V., Fitzpatrick, N., Drost, W. T., Russell, D., & Allen, M. J. (2015). Correlation between histopathologic, arthroscopic, and magnetic resonance imaging findings in dogs with medial coronoid disease. Veterinary Surgery, **44**(4), 501-510.

Waxman, A. S., Robinson, D. A., Evans, R. B., Hulse, D. A., Innes, J. F., & Conzemius, M. G. (2008). Relationship between objective and subjective assessment of limb function in normal dogs with an experimentally induced lameness. Veterinary Surgery, **37**(3), 241-246.

Wieser, K., Erschbamer, M., Neuhofer, S., Ek, E. T., Gerber, C., & Meyer, D. C. (2012). Controlled laboratory testing of arthroscopic shaver systems: do blades, contact pressure, and speed influence their performance? Arthroscopy, **28**(10), 1497-1503.

Wilson, D. M., Goh, C. S., & Palmer, R. H. (2014). Arthroscopic biceps ulnar release procedure (BURP): technique description and in vitro assessment of the association of visual control and surgeon experience to regional damage and tenotomy completeness. Veterinary Surgery, **43**(6), 734-740.

Wolvekamp, P. (2002). The many faces of elbow dysplasia. Paper presented at the World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, online.

VIII. ANHANG

Protokoll Lahmheitsdiagnostik:

Name (Besitzer):

Kliniknummer:

Name (Hund):

Geburtsdatum:

Rasse:

Kastriert:

Geschlecht:

Gewicht:

Anamnese:

(Seit wann besteht die Lahmheit? Progressiv/ intermittierend? Trauma? Vorbehandelt? Andere Erkrankungen des Bewegungsapparates?)

Lahmheitsuntersuchung:

Datum:

Adspektion in Ruhe:

- Gliedmaßenbelastung
() gleichmäßig () ungleichmäßig im Sinne von: _____
- Körperhaltung (Kopf, Wirbelsäule, Extremitäten)
() physiologisch () Abweichungen im Sinne von _____
- Stellung der Gliedmaße:
() physiologisch () Abweichungen im Sinne von _____

Ganganalyse:

- Beurteilung in der Bewegung (Schritt und Trab)

Lahmheitsgrad (0-4)	
Betroffene Gliedmaße	
Grad 0: keine Lahmheit Erkennbar Grad 1: undeutlich ggr. LH: keine Lahmheit im Schritt, ggr. Lahmheit im Trab Grad 2: deutlich ggr. LH: ggr. Lahmheit im Schritt, deutlich ggr. Lahmheit im Trab Grad 3: mgr. LH: dtl. Lahmheit im Schritt, mgr. Lahmheit im Trab Grad 4: hgr. LH: keine Belastung der Gliedmaße	

Palpation:

Palpation Vordergliedmaße

- Linke Vordergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskelung	Range of motion
Schulter						
Ellbogen						
Karpalgelenk						
Zehengelenke						
Coronoidprobe						

➤ Rechte Vordergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Schulter						
Ellbogen						
Karpalgelenk						
Zehngelenke						
Coronoidprobe						

Palpation Hintergliedmaße

➤ Linke Hintergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Hüfte						
Knie						
Tarsalgelenk						
Zehngelenke						
Schubladentest						
Tibia-Kompressionst.						

➤ Rechte Hintergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Hüfte						
Knie						
Tarsalgelenk						
Zehngelenke						
Schubladentest						
Tibia-Kompressionst.						

Palpation Wirbelsäule

() unauffällig

() Schmerzhaft, Lokalisation _____

Propriozeption:

() unauffällig

() vermindert, Lokalisation _____

Protokoll Lahmheitsdiagnostik - Kontrolle

Name (Besitzer):

Kliniknummer:

Name (Hund):

Gewicht:

BMI (1-9):

OP-Datum:

Komplikationen post OP :

Andere Erkrankungen des Bewegungsapparates: () nein

() ja welche: _____

Momentane Medikation (Wirkstoff, Dosierung, seit wann):

Lahmheitsuntersuchung:**Datum:****Adspektion in Ruhe:**

- Gliedmaßenbelastung
() gleichmäßig () ungleichmäßig im Sinne von: _____
- Körperhaltung (Kopf, Wirbelsäule, Extremitäten)
() physiologisch () Abweichungen im Sinne von _____
- Stellung der Gliedmaße:
() physiologisch () Abweichungen im Sinne von _____

Ganganalyse:

- Beurteilung in der Bewegung (Schritt und Trab)

Lahmheitsgrad (0-4)	
Betroffene Gliedmaße	
Grad 0: keine Lahmheit Erkennbar	
Grad 1: undeutlich ggr. LH: keine Lahmheit im Schritt, ggr. Lahmheit im Trab	
Grad 2: deutlich ggr. LH: ggr. Lahmheit im Schritt, deutlich ggr. Lahmheit im Trab	
Grad 3: mgr. LH: dtl. Lahmheit im Schritt, mgr. Lahmheit im Trab	
Grad 4: hgr. LH: keine Belastung der Gliedmaße	

Palpation:**Palpation Vordergliedmaße**

- Linke Vordergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Schuler						
Ellbogen						
Karpalgelenk						
Zehengelenke						
Coronoidprobe						

➤ Rechte Vordergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Schulter						
Ellbogen						
Karpalgelenk						
Zehngelenke						
Coronoidprobe						

Palpation Hintergliedmaße

➤ Linke Hintergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Hüfte						
Knie						
Tarsalgelenk						
Zehngelenke						
Schubladentest						
Tibia-Kompressionst.						

➤ Rechte Hintergliedmaße

	Vermehrte Gelenkfüllung	Schmerzen bei Druck/ passiver Bewegung	Krepitation	Ungewöhnliche Beweglichkeit	Bemuskulung	Range of motion
Hüfte						
Knie						
Tarsalgelenk						
Zehngelenke						
Schubladentest						
Tibia-Kompressionst.						

Palpation Wirbelsäule

() unauffällig

() Schmerzhaft, Lokalisation _____

Propriozeption:

() unauffällig

() vermindert, Lokalisation _____

Goniometrie:

- Linker Ellbogen:
- Rechter Ellbogen:

Arthroskopiebefunde

Besitzer: _____

Tiername: _____

Kliniknummer: _____

Gelenkfüllung:

- ☐ Nicht vermehrt
- ☐ Vermehrt

Synovialitis:

- ☐ Ja
- ☐ nein

Stufe:

- ☐ Ja
- ☐ nein

Knorpelbefunde:

- ☐ Chondromalazie
 - ☐ Ja ☐ nein
- ☐ Kissing lesions
 - ☐ Ja ☐ nein

Mobilität des FCP:

- ☐ Anhaftend an der Frakturkante/ Fissurlinie
- ☐ Dislozierbar
- ☐ Bereits disloziert aber noch in Position
- ☐ Verlagert

Protokoll Computertomographie

Besitzer: _____ Tiernummer: _____ Kliniknummer: _____

Computertomographie prä OP:

- ☐ Epikondylitis: ☐ nein ☐ ja
- ☐ Stufenbildung : ☐ nein ☐ ja
- ☐ Gelenkfläche der Ulna: _____

Computertomographie post OP:

- ☐ Komplettes Fragment entfernt: ☐ nein ☐ ja
- ☐ Reste im Arbeitskanal sichtbar: ☐ nein ☐ ja _____
- ☐ Gelenkfläche der Ulna: _____
 - ➔ Gelenkfläche in % die entfernt wurde: _____

Fragebogen:

Besitzername:

Kliniknummer:

Tiername:

- 1) Wann ist Ihnen die Lahmheit vor Vorstellung in der Klinik aufgefallen? (Monat/Jahr, Beispiel: September 2015)

- 2) Wurde Ihr Hund vor der Ersteinstellung in der hiesigen Klinik vorbehandelt?

☐ Nein ☐ Ja

Falls ja, wie wurde Ihr Tier vorbehandelt?

- ☐ Medikamente (Falls ja, welche _____)
- ☐ Ruhighaltung
- ☐ Operation

- 3) Die Lahmheit Ihres Hundes trat vor der Operation

☐ zeitweise ☐ ständig auf?

- 4) War die Lahmheit vor der Operation:

☐ gleichbleibend ☐ schlimmer werdend?

- 5) Als wie schwer empfanden Sie die Lahmheit vor der Operation?

☐ nicht schlimm ☐ mäßig ☐ mittelmäßig

☐ schwer ☐ sehr schwer

War sie: ☐ im Schritt erkennbar ☐ im Trab erkennbar

- 6) Lahmte Ihr Hund zu bestimmten Anlässen vor der Operation?

☐ ohne besonderen Anlass ☐ nach Ruhe

☐ schon nach geringer Belastung ☐ nach stärkerer Belastung

- 7) Wie lange war es möglich Ihr Tier nach der Operation ruhig zu halten?

☐ gar nicht

☐ Tage ungefähr _____ Tage

☐ Wochen ungefähr _____ Wochen

- 8) Hat Ihr Tier nach Entlassung aus der Klinik noch gelahmt?

☐ Nein ☐ Ja

Falls Nein bitte weiter mit Frage 9

Falls Ja,

8.1) besteht die Lahmheit: ☐ ständig ☐ zeitweise

8.2) wann trat die Besserung ein?

- | | |
|---|---|
| ☐ nach kurzer Zeit (ca. 2 Wochen) | ☐ Lahmheit besteht noch immer ohne Besserung |
| ☐ etwas später (ca. 2 Monate) | ☐ Lahmheit hat sich nach OP verschlechtert |
| ☐ nach ca. 6 Monaten | ☐ Lahmheit war nach der Operation weg, aber trat vor _____ Wochen/Monaten wieder auf |
| ☐ Lahmheit besteht immer noch, hat sich aber gebessert | |

8.3) Falls ihr Tier nach der Operation noch zeitweise lahmt, lahmt es dann

- | | |
|--|---|
| ☐ Ohne besonderen Anlass | ☐ Nach Ruhe |
| ☐ schon nach geringer Belastung | ☐ nach stärkerer Belastung |

9) Kam es bei Ihrem Tier zu einer Lahmheitsumkehr/ hat es nach der Operation begonnen auf dem anderen Vorderbein zu lahmen?

- ☐ Nein ☐ Ja

10) Waren sie wegen einer auftretenden Lahmheit am operierten Bein bei ihrem Haustierarzt?

- ☐ Nein ☐ Ja

Wenn ja, wie wurde ihr Tier behandelt?

- ☐ Schmerzmittel ☐ Sonstiges: _____

11) Bekommt ihr Hund noch Schmerzmittel wegen des Operierten Beines?

- ☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja: ☐ Dauerhaft ☐ immer mal wieder an einzelnen Tagen

☐ Sonstiges: _____

12) Haben sie Physiotherapie mit ihrem Hund gemacht?

- ☐ Ja ☐ Nein

13) Wie stark wird ihr Hund belastet?

- ☐ Spaziergänge pro Tag: ☐ < 1h ☐ 1-2h ☐ >2h
- ☐ Radfahren
- ☐ Agility

14) Wie belasten sie ihren Hund im Vergleich zu vor der Lahmheit?

(Bitte auf der Linie ankreuzen)

Gar nicht wie vorher gleiche Belastung wie vorher
0% |-----| 100%

15) Sind sie mit dem Ergebnis der Behandlung zufrieden?

(Bitte auf der Linie ankreuzen)

Vollkommen unzufrieden |-----| sehr zufrieden

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

IX. DANKSAGUNG

Danksagen möchte ich an erster Stelle meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. med. vet. Andrea Meyer- Lindenberg für die Überlassung dieses interessanten Themas, sowie für die Bereitstellung des Patientenguts und der Ressourcen der Klinik. Für die vielen Korrekturen und vor allem dafür, dass sie den Glauben an mich nicht verloren und bis zum Schluss mit mir durchgehalten haben.

Herzlichst bedanken möchte ich mich auch bei meiner Betreuerin und Leiterin des Ganganalyzelabors Dr. Stephanie Steigmeier – Raith, ohne Ihre Unterstützung, ihre aufbauenden Worte und Ihren Einsatz wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Danken möchte ich auch der radiologischen Abteilung sowie allen Helfern der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik für die Hilfe beim Anfertigen der Röntgenaufnahmen sowie bei den Untersuchungen der Probanden.

Danke an Herrn Dr. Yuri Zablotzki, für die Hilfe bei der Auswertung meiner statistischen Daten.

Besonderer Dank gilt allen Besitzern der Studienpatienten, die bereitwillig erneut den Weg in die Chirurgische und Gynäkologische Kleintierklinik auf sich nahmen, um an der Studie teilzunehmen.

Danke an alle meine Freunde, vor allem Antonia und Michaela, für eure Aufmunterungen, eure Motivation und dass Ihr immer für mich da seid.

Der größte Dank gilt meiner Familie, meinen Eltern Gabi und Volker, dass sie mich auf meinem gesamten Weg bisher begleitet und bedingungslos unterstützt haben, mich nicht haben aufgeben lassen und mir jederzeit beistanden. Meiner Tante Iris, die mir ein unglaubliches Vorbild ist und meiner Oma Lilo die, auch wenn sie die Doktorarbeit nichtmehr lesen kann, unglaublich stolz wäre.

Abschließend und ganz besonders möchte ich meinem Freund Dennis danken. Für die viele Unterstützung bei allen digitalen Fragen und vor allem die Geduld in jeder meiner emotionalen Phasen und Sinnkrisen. Du bist der Beste.