René Schärer

Absolvent der Zusatzausbildung des SVTPT 2014 -2016

Prädisponierende Faktoren einer Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale bei grossen Hunderassen und entsprechende präventive physiotherapeutische Behandlungsmöglichkeiten

Diplomarbeit zum Erwerb des Titels Tierphysiotherapeut mit eidgenössischem Diplom

Zürich,

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS ... 2
ABBILDUNGSVERZEICHNIS ... 3
TABELLENVERZEICHNIS ... 5
1 ZUSAMMENFASSUNG ... 6
1.1 Abstract ... 7
1.2 Keywords ... 7
2 EINLEITUNG ... 8
2.1 Problemstellung und Zielsetzung ... 8
2.2 Theoretische Grundlagen ... 10
2.2.1 Anatomie des Kniegelenks des Hundes ... 10
2.2.2 Die Biomechanik und die funktionelle Anatomie des Kniegelenks ... 15
2.3 Beschreibung des Krankheitsbildes ... 16
3 MATERIAL UND METHODIK ... 21
3.1 Beeinflussbare prädisponierende Faktoren einer L.c.c.-Ruptur ... 22
3.1.1 Winkelung Kniegelenk ... 22
3.1.2 Zugfestigkeit des Ligamentes ... 27
3.1.3 Trainingszustand: Sensomotorisches System ... 32
3.1.4 Trainingszustand: Muskuläre Agonisten des L.c.c. ... 34
4 RESULTATE ... 35
4.1 Prophylaktisches Übungsprogramm zur Prävention einer Ruptur des L.c.c. ... 36
4.1.1 Fähigkeit das Kniegelenk in vermehrter Flexion zu belasten ... 36
4.1.2 Vermehrte Belastbarkeit des L.c.c. ... 39
4.1.3 Verbesserte Propriozeption ... 41
4.1.4 Verbesserte Kraft der muskulären Agonisten des L.c.c. ... 43
5 DISKUSSION ... 44
5.1 Diskussion der Methode ... 44
5.2 Diskussion der Resultate ... 46
5.3 Schlussfolgerung ... 48
6 DANKSAGUNG ... 49
7 LITERATURVERZEICHNIS ... 50
8 ERKLÄRUNG ... 53

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: knöcherne Strukturen Knie ventral 10

Abbildung 2: Schematische Darstellung des linken Kniegelenks des Hundes (Kaudolateralansicht) 11

Abbildung 3: Schematische Darstellung der distalen Abschnitte des linken Kniegelenks des Hundes (Aufsicht), nach Cerveny, 1980 12

Abbildung 4: Schnittanatomie der Beckengliedmasse des Hundes 13

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bauchmuskulatur und der oberflächlichen Muskeln der Beckengliedmasse des Hundes..... 13

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Hinterbackenmuskulatur und des Skeletts der Beckengliedmasse des Hundes (Kaudalansicht) 14

Abbildung 7: Schematische Darstellung der Beckengürtelmuskulatur und der Muskulatur der Beckengliedmasse des Hundes (Medialansicht), nach Ellenberger und Baum, 1943..... 14

Abbildung 8: Kräfte Kniegelenk nach Daniel Koch, Lahmheitsunteruchung beim Hund 15

Abbildung 9: vorderer Tibiaschub CTT (aus Schmerbach, 2006) 16

Abbildung 10: Arthrosezeichen weisen auf eine L.c.c.-Instabilität hin..... 17

Abbildung 11: Kniegelenk einer Dogge. Es ist eine starke Füllung zu sehen. 17

Abbildung 12: Maral (3-jährig) ohne Kreuzbandruptur (Flexionsstellung Winkel 148°) 23

Abbildung 13: Tala (4-jährig) vor Kreuzbandruptur..... 24

Abbildung 14: Tala als Junghund..... 24

Abbildung 15: Gaia (2-jährig) ohne Kreuzbandruptur 24

Abbildung 16: Gaia als Junghund 24

Abbildung 17: Menja (4-jährig) vor Kreuzbandruptur (Flexionsstellung Winkel 153°)..... 25

Abbildung 18: Messung der Winkelung im Kniegelenk (Vezzoni, 2002) 26

Abbildung 19: Wachstumskurve nach Annette Liesegang, Tierspital Zürich 28

Abbildung 20: Belastung des Gewebes in Relation zur Länge nach Frans van den Berg..... 29

Abbildung 21: Radiologische Untersuchung des Tibiaplateaus nach Elisabeth Gielen (2005) 34

Abbildung 22: Gehen unter Hindernis hindurch..... 36

Abbildung 23: Beinslalom..... 37

Abbildung 24: Stand ohne Tape (Flex: 149°)..... 38

Abbildung 25: Stand mit Tape (Flex: 138°) 38

Abbildung 26: Tibia-Gleiten nach cranial 39

Abbildung 27: Koordinationstraining auf Koordinationskissen..... 41

Abbildung 28: Koordinationstraining auf Wackelbrett 41
Abbildung 29: gezieltes Anheben der Hinterpfote 42
Abbildung 30: Cavaletti-Training ohne Gewichtsmanschetten 43
Abbildung 31: Cavaletti-Taining mit Gewichtsmanschetten 43

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Überlegungen zur physiotherapeutischen Beeinflussbarkeit von prädisponierenden Faktoren..... 22

Tabelle 2: Kniewinkel unterschiedlicher Hunderassen mit einer Ruptur des L.c.c..... 26

Tabelle 3: Ziele der physiotherapeutischen Interventionen..... 35

1 ZUSAMMENFASSUNG

Grosse Hunderassen sind häufiger von der Ruptur des L.c.c. betroffen als kleine Hunderassen. Die Frage nach einem sinnvollen Training als Prophylaxe gegen Rupturen des L.c.c. ist Inhalt dieser Arbeit.

Die in der Fachliteratur beschriebenen prädisponierenden Faktoren einer Ruptur des L.c.c. sind genetische Disposition, Alter, Körpermasse, Körpergrösse, Arthritiden, Frühkastration, Stellung des Tibiaplateaus, Trainingszustand und Winkelung der HGLM.

Der Trainingszustand bezüglich der Kraft und der Propriozeption lässt sich physiotherapeutisch gut beeinflussen. Die Muskeln, insbesondere die Agonisten des L.c.c. gilt es zu kräftigen, um dem unter Belastung entstehenden Cranial tibial thrust entgegenzuwirken. Des Weiteren kann durch ein Training der Propriozeption die Stabilität des Kniegelenks verbessert werden, wodurch die Kräfte, die auf das L.c.c. wirken, verringert werden.

Eine reduzierte Belastbarkeit des L.c.c. kann ebenfalls als prädisponierender Faktor angesehen werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass das Gewebe durch gezielte Reize stabiler wird. Diese Tatsache kann therapeutisch genutzt werden. Gerade während dem Wachstum werden deswegen Reize auf das L.c.c. im kollagenen Belastungsbereich als sinnvoll erachtet.

Eine geringe Winkelung im Kniegelenk ist ein weiterer Faktor, der aus biomechanischer Sicht das L.c.c. enormen Belastungen aussetzt. Ein Training, mit dem die körperlichen Dispositionen für eine bessere Belastungsfähigkeit der HGLM unter vermehrter Flexion geschaffen werden, wird als Möglichkeit betrachtet, die Kräfte auf das L.c.c. zu vermindern. Das Risiko, eine Ruptur des L.c.c. zu erleiden, wird dadurch reduziert.

Eine abschliessende Beurteilung der Wirksamkeit der Massnahmen kann durch diese Arbeit nicht gemacht werden, da die nötigen wissenschaftlichen Untersuchungen und deren Langzeitresultate fehlen.

1.1 Abstract

Ruptures of the ACL affect large dog breeds more frequently than small dog breeds. This paper considers the possibility of reasonable training as prevention against ruptures of the ACL.

The factors mentioned in the literature as predisposing a rupture of the ACL are a genetic disposition, age, body mass, size, arthritides, early castration, position of the tibial plateau, physical condition and angulation of the HL.

Physiotherapy can have a significant effect on strength and proprioception, and therefore on physical condition. The muscles, and in particular the ACL's agonists, should be strengthened in order to counteract cranial tibial thrust, which arises under strain. In addition, proprioception training can improve the stability of the knee joint, thereby reducing the force affecting the ACL.

Reduced resilience of the ACL can also be considered a predisposing factor. It can be assumed that specific stimuli cause the membrane to become more stable – a fact which can be used therapeutically. Stimulating the ACL in areas of collagenous strain, particularly during the growth phase, can therefore be considered advisable.

A further factor is low angulation of the knee joint, which exposes the ACL to great strain, biomechanically speaking. Training which develops the conditions for placing strain on the HL in increased flexion is one possibility for decreasing the force on the ACL and thereby reducing the risk of rupture.

No final conclusion about the effectiveness of these measures can be drawn from this paper due to the lack of long-term results.

1.2 Keywords

- Kreuzbandruptur (Rupture of the cruciate ligament)
- Deutsche Dogge (Great Dane)
- Grosse Hunderassen (Large dog breeds)
- Prävention (Prevention)
- Hundephysiotherapie (Canine physiotherapy)
- Training (Training)

2 EINLEITUNG

2.1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Ruptur des kranialen Kreuzbandes ist bei grossen Hunderassen eine häufig zu findende orthopädische Erkrankung. Laut Brunnberg (1987) sind grosse Hunde häufiger in jüngeren Jahren betroffen als kleinere Rassen. Die Äthiopathogenese wird als multifaktorielles Geschehen angesehen (De Rosster et al., 2006). Laut einer Untersuchung von Vasseur et al. (1985) konnten diverse Risikofaktoren wie Alter, Aktivitätsgrad, Kastration bei männlichen und auch weiblichen Tieren, aber auch eine genetische Prädisposition festgestellt werden.

Verschiedene gesundheitliche Probleme unterschiedlicher Hunderassen sind gerade in der Zucht ein grosses Thema. In der Rassenhundezucht zeigen sich immer mehr und immer häufiger genetisch bedingte Erkrankungen der verschiedenen Rassenpopulationen.

Unterschiedliche Erkrankungen des Bewegungsapparates und der inneren Organe beschäftigen jeden Züchter. Diese zu vermeiden oder mindestens auf ein Minimum zu reduzieren, sollte das Ziel einer jeden Hundezucht sein.

Die Beschwerden sind so unterschiedlich wie die Unterschiede einzelner Hunderassen. Vor vielleicht 20 Jahren war es die Hüftgelenksdysplasie, die als genetisch bedingte Erkrankung Aufmerksamkeit forderte. Heute werden von verschiedenen Verbänden einzelner Rassen immer mehr Voruntersuchungen verlangt. Trotz unterschiedlicher Massnahmen mit dem Ziel, das Risiko von verschiedenen Krankheiten zu reduzieren, treten unterschiedlichste Beschwerden heute vermehrt auf. Ellbogen-, Knie-, Augen-, Herz-, Schilddrüsen-, Nieren-, Leber-, Darm-, Hauterkrankungen oder neurologische Probleme sind Beispiele, die häufig genetischen Ursprungs sind.

Der Wunsch nach «Extremen» in der Zucht führt zu unausweichlichen Problemen. Sehr klein, sehr gross, sehr schnell, sehr kräftig oder sehr wendig sind einige Beispiele von Kriterien, die in der Zucht unterschiedlicher Rassen und deren Einsatzgebiete von Bedeutung sind.

Der Hund als Gebrauchstier benötigt unterschiedliche Fähigkeiten. Für die Treibjagd benötigt man schnelle Hunde und für den Einsatz in Fuchs- oder Dachsbauten kleine Hunde. Hirtenhunde brauchen einen ausgeprägten Trieb, eine Herde zusammenzuhalten. Kleine Hunde mit niedriger Reizschwelle, die das Eindringen eines Unbekannten melden, oder aber grosse Hunde, die ein Revier eigenständig verteidigen, werden seit vielen Jahren als Wachhunde eingesetzt. Zugtiere wiederum müssen kräftig und ausdauernd sein.

An den Haus- und Familienhund werden hingegen unterschiedlichste Anforderungen gestellt. Er soll kinderliebend sein, in jeder Situation sozial verträglich, genügsam und eine hohe Reizschwelle zeigen.

Die Nachfrage bestimmt das Angebot. So spielen die Wünsche von potentiellen Käufern eine grosse Rolle, welche Rassen gezüchtet werden. Ein kurzes Fell oder ein langes Fell muss der Hund haben, niedlich-kindlich oder stattlich-imponierend muss das neue Familienmitglied sein. Diese unterschiedlichen Bedürfnisse von Hundehaltern führen zu den unterschiedlichsten Hunderassen mit den unterschiedlichsten gesundheitlichen Problemen.

Ein aus der Zucht teils resultierendes Problem ist, die bei einigen Hunderassen häufig auftretende Ruptur des L.c.c.

In der Literatur werden verschiedene Ursachen für eine Ruptur des L.c.c. diskutiert: Alter, Körpermasse, Körpergrösse, Arthritiden, Frühkastration, Trainingszustand und Stellung des Tibiaplateaus. Weiter lässt sich aufgrund biomechanischer Kräfte die Belastung auf das L.c.c. berechnen. Daraus resultiert, dass bei überstreckter Kniegelenksstellung die Kräfte auf das L.c.c. deutlich grösser sind, als bei einer guten Winkelung des Kniegelenks. Dies stellt auch Vezzoni (2002) fest.

Grosse Hunderassen sind statistisch häufiger von einer Ruptur des L.c.c. betroffen als kleinere Rassen. Meist zeigen sich aufgrund degenerativer Prozesse einzelne Teilrisse, welche erst später zu einem Totalriss führen können.

Deutsche Doggen liegen mir persönlich sehr am Herzen. Da diese Rasse als Vertreter grossen Hunderassen häufig von einer Ruptur des L.c.c. betroffen ist, interessiert es mich, welche Faktoren eine Ruptur des L.c.c. begünstigen, die allenfalls gezielt physiotherapeutisch beeinflusst werden könnten. In dieser Arbeit werde ich mich dementsprechend weitgehend auf die Deutsche Doggen konzentrieren. Zudem sind beim Beschrieb nur einer Rasse die einzelnen Bereiche dieser Arbeit einfacher nachvollziehbar. Die Resultate können aber vermutlich auch auf andere grosse Hunderassen angewendet werden.

Das Ziel der Arbeit ist es, Kriterien zu definieren (= prädisponierende Faktoren), die es einem ermöglichen, das Risiko einer Ruptur des L.c.c. bei grossen Hunden zu erkennen. Des Weiteren sollen diejenigen Faktoren definiert werden, die gezielt durch physiotherapeutische Massnahmen beeinflusst werden können, um der Problematik einer möglichen Ruptur des L.c.c. prophylaktisch entgegenzuwirken.

2.2 Theoretische Grundlagen

2.2.1 Anatomie des Kniegelenks des Hundes

Zur Beschreibung der Anatomie des Kniegelenkes wurde mit dem Lehrbuch von "König und Liebich (2012)" und Hunde in Bewegung von Martin S. Fischer und "Karin E. Lilje (2012)" gearbeitet.

2.2.1.1 Knöcherner Aufbau

Das Kniegelenk (Articulatio genus) des Hundes besteht aus dem Kniekehlgelenk (Articulatio femorotibialis), dem Kniescheibengelenk (Articulatio femoropatellaris) und der proximalen Verbindung zwischen dem Schien- und Wadenbein (Articulatio tibiofibularis).

Das Kniekehlgelenk ist ein inkongruentes, unvollkommenes Wechselgelenk in dem die stark abgerundeten Kondylen des Os femoris mit den beinahe ebenen Tibiakondylen artikulieren.

Das Kniescheibengelenk ist ein Schlittengelenk. Die Kniescheibe artikuliert mit der Kniescheibenrolle des Oberschenkels. Die Patella gleitet synchron zu jedem Bewegungsablauf des Kniekehlgelenks auf der Trochlea ossis femoris.

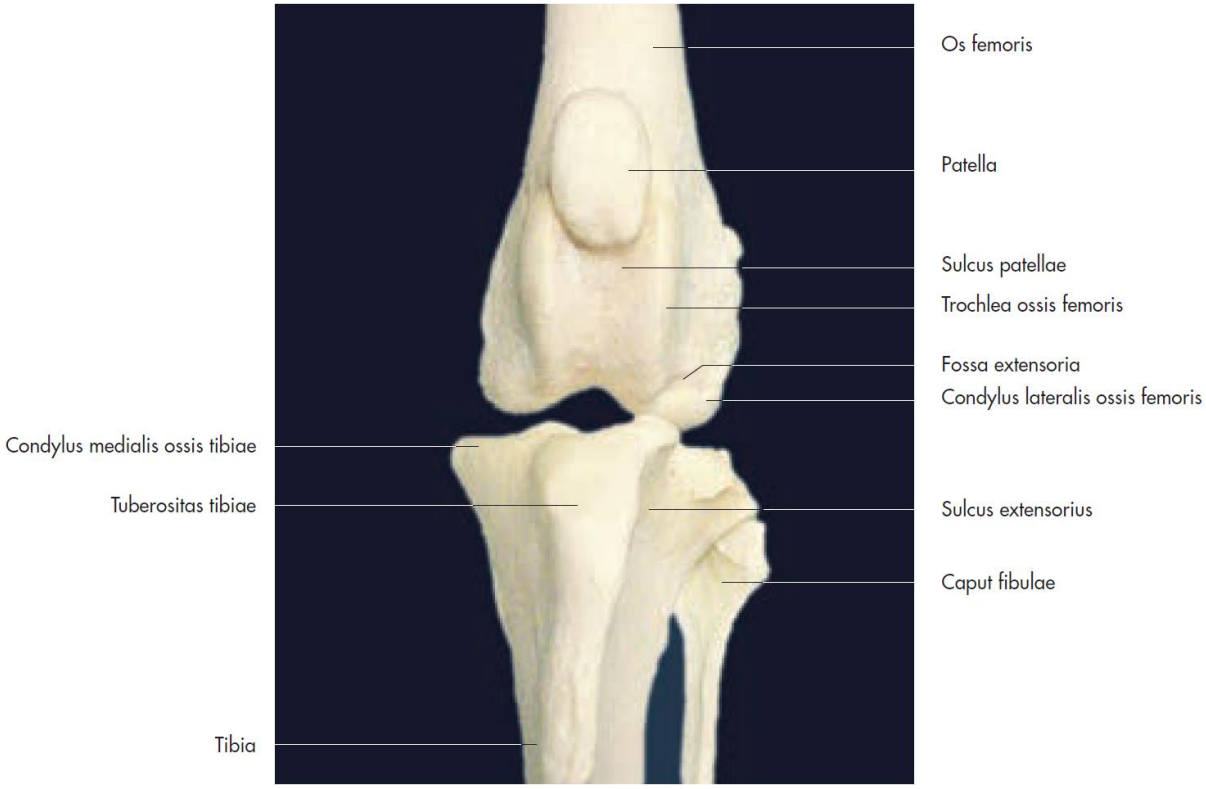

Abbildung 1: knöcherne Strukturen Knie ventral

2.2.1.2 Die Menisken und Bandstrukturen des Kniegelenks

Man unterscheidet im Kniegelenk die Bänder der Menisken und die Bänder des Kniegelenks.

Die beiden Menisken sind an der Tibia jeweils durch kraniale und kaudale Bänder fixiert. Der laterale Meniskus wird zusätzlich mit dem Oberschenkel verbunden.

Die Bänder des Kniekehlgelenks sind die Seitenbänder (Ligamentum collaterale laterale bzw. mediale), die zwischen den Bandhöckern des Oberschenkelbeins und des Schienbeins bzw. des Wadenbeins verkehren. Das Ligamentum collaterale laterale inseriert am Condylus lateralis tibiae und mit einem starken Schenkel am Caput fibulae. Das laterale Seitenband hat keine Verbindung zum lateralen Meniskus, das mediale Seitenband nimmt Kontakt zum medialen Meniskus auf und inseriert am medialen Condylus der Tibia.

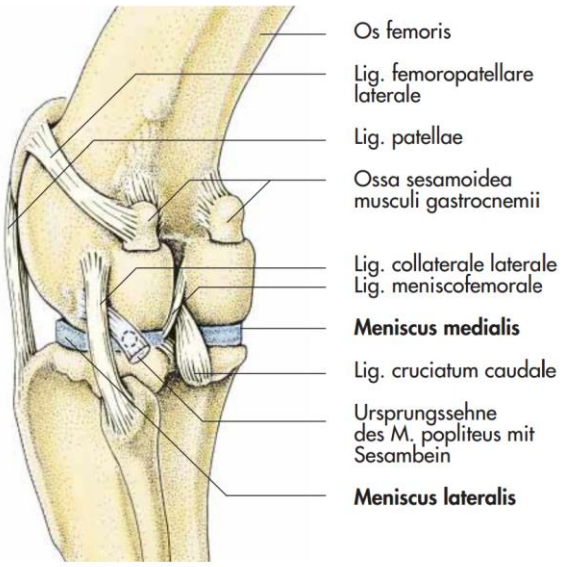

Abbildung 2: Schematische Darstellung des linken Kniegelenks des Hundes (Kaudolateralansicht)

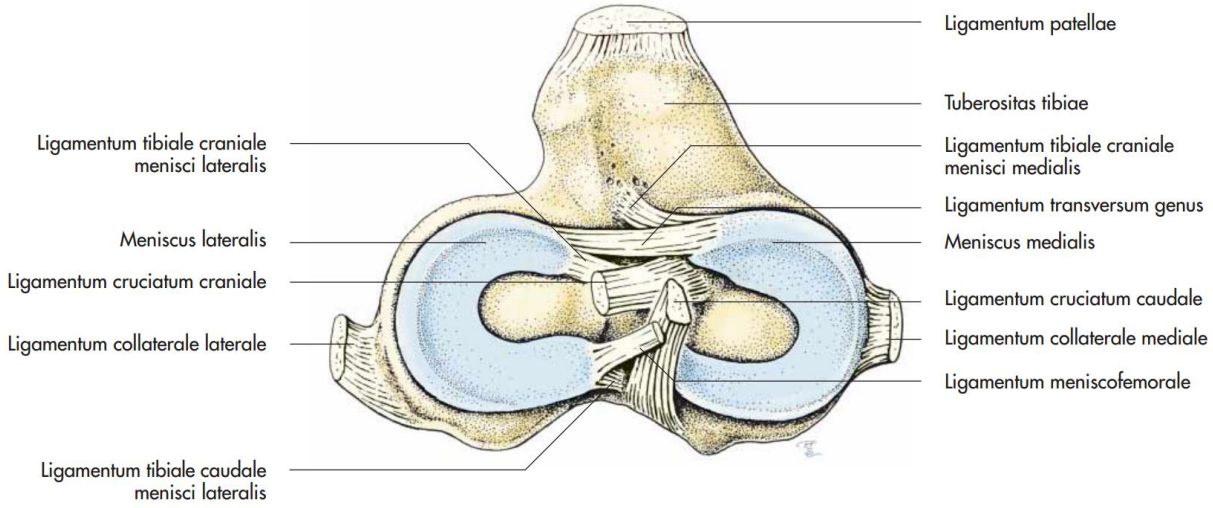

Abbildung 3: Schematische Darstellung der distalen Abschnitte des linken Kniegelenks des Hundes (Aufsicht), nach Cerveny, 1980

2.2.1.3 Die Skelettmuskulatur

Die Skelettmuskulatur kann in Stabilisatoren und Mobilisatoren unterteilt werden. Die stabilisierenden Muskeln sind eher kurze und kleine Muskeln, haben ihre Lage nahe am Gelenk und sind meist eingelenkig. Die mobilisierenden Muskeln sind oft mehrgelenkig.

Eine weitere Unterteilung der Muskulatur kann anhand der Fasertypen gemacht werden. So gibt es Typ I-Fasern, die sehr ausdauern sind, da sie vorwiegend aerob arbeiten. Weiter gibt es Typ II-Fasern, die eine sehr hohe Kraftentwicklung in sehr kurzer Zeit aufbringen können, dafür aber deutlich schneller ermüden, da sie vermehrt im anaeroben Stoffwechselbereich arbeiten.

Wird eine Bewegung ausgeführt, arbeiten jeweils der Agonist mit Unterstützung derjenigen Muskeln, die eine ähnliche Funktion ausführen können, den sogenannten Synergisten. Die Antagonisten sind die Gegenspieler, die dementsprechend die gegenteilige Funktion bzw. Bewegungsrichtung ausführen. In der offenen Kette wird die Extremität durch den Agonisten konzentirsch in die eine Richtung beschleunigt und am Ende der Bewegung durch den Antagonisten exzentrisch gebremst. Arbeiten die Muskeln in einer geschlossenen Kette, werden Agonisten und Antagonisten gleichzeitig aktiviert, was zu einer sogenannten Kokontraktion führt.

Die maximale Belastung erfährt das Kniegelenk in der geschlossenen Kette. Die Agonisten des L.c.c. sind da in besonderem Mass gefordert, da diese das kraniale Kreuzband in seiner

Funktion unterstützen. Der M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. abductor cruris caudalis, M. gracilis und M. sartorius können als Agonisten des L.c.c. bezeichnet werden (vgl. Abb. 4-7, blau). Die Agonisten des L.c.c. sind der M. Quadriceps mit seinen Anteilen und der M. gastrocnemius (vgl. Abb. 4-7, orange).

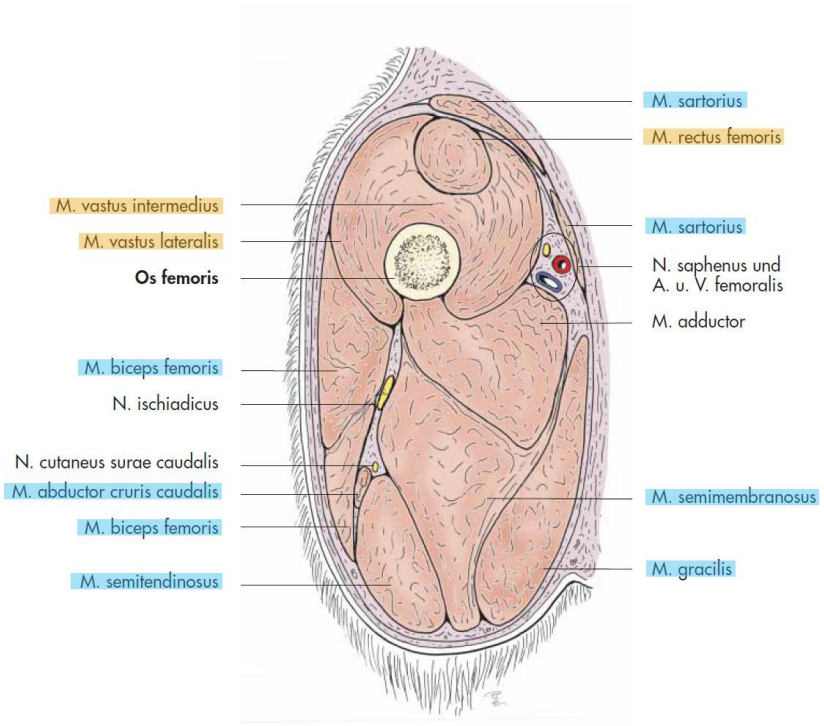

Abbildung 4: Schnittanatomie der Beckengliedmasse des Hundes (Schnittebene Regio Femoris)

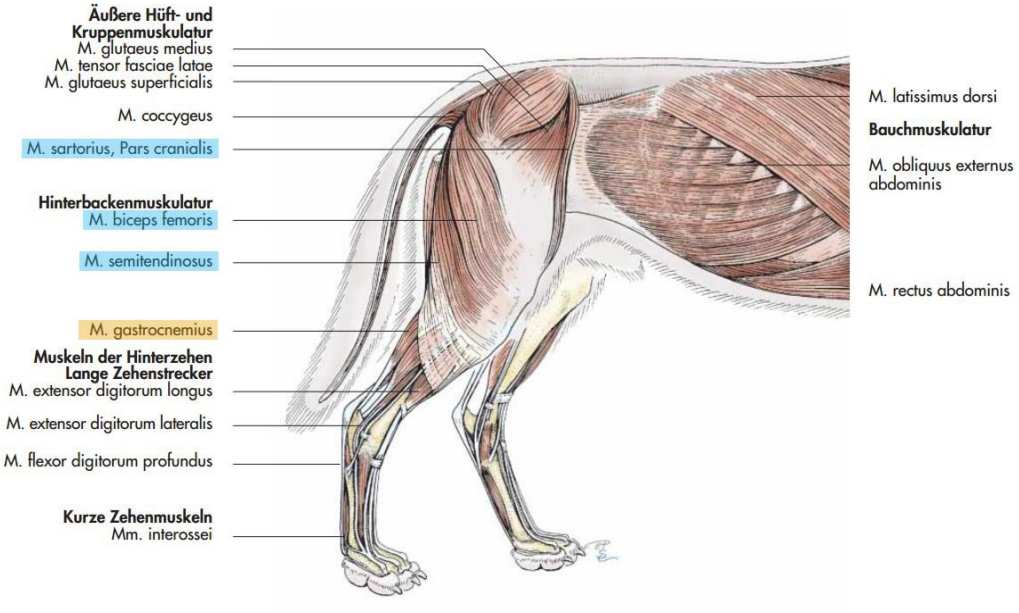

Abbildung 5: Schematische Darstellung der Bauchmuskulatur und der oberflächlichen Muskeln der Beckengliedmasse des Hundes

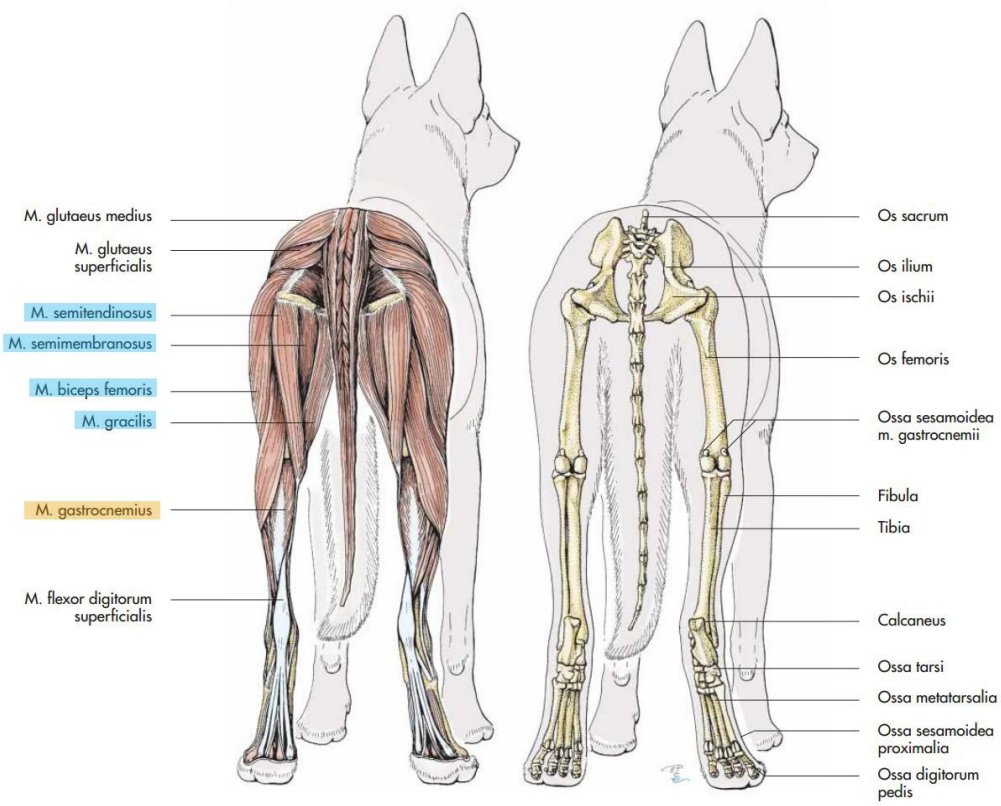

Abbildung 6: Schematische Darstellung der Hinterbackenmuskulatur und des Skeletts der Beckengliedmasse des Hundes (Kaudalansicht)

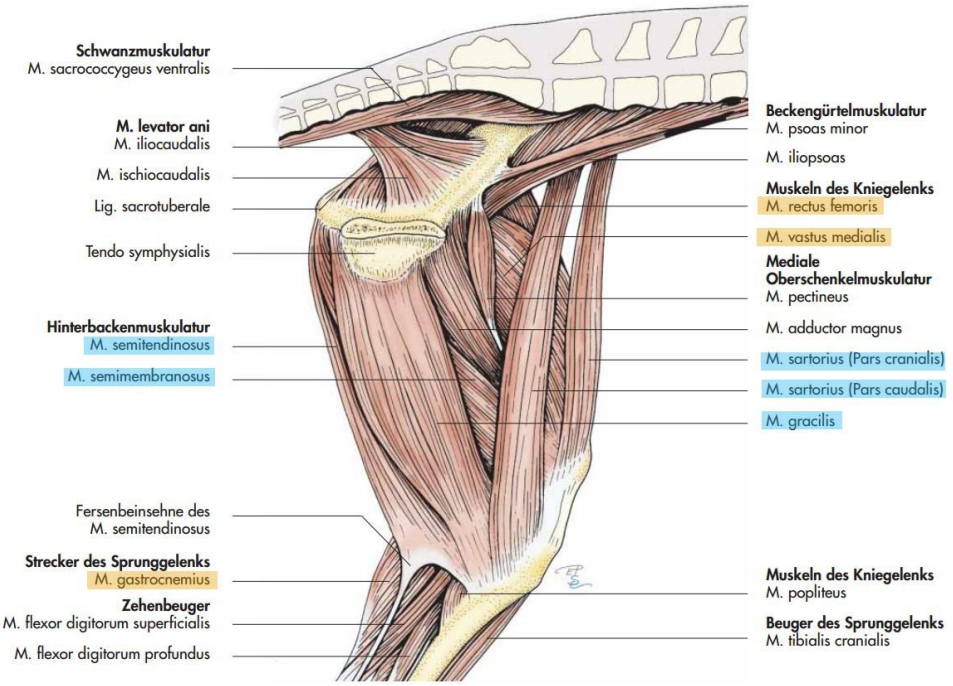

Abbildung 7: Schematische Darstellung der Beckengürtelmuskulatur und der Muskulatur der Beckengliedmasse des Hundes (Medialansicht), nach Ellenberger und Baum, 1943

2.2.2 Die Biomechanik und die funktionelle Anatomie des Kniegelenks

Eine vereinfachte Darstellung der biomechanischen Kräfte zeigt den Quadrizepsmuskel als Hauptkraftgeber des Kniegelenks. Die Kräfte können gemäss Vektoranalyse zerlegt werden. Ein Teil zieht senkrecht zum Tibiaplateau (FJC) und ein Teil ist kranial gerichtet (cranial tibial thrust, CTT) und zieht permanent am vorderen Kreuzband. Der Quadrizeps kann dementsprechend als biomechanischer Antagonist des kranialen Kreuzbandes gesehen werden.

Die Kräfte, die auf das Kniegelenk wirken, können folgendermassen beschrieben werden:

> «*Die Summe der im belasteten Kniegelenk wirkenden Kräfte teilt sich in eine vertikal gerichtete Kompressionskraft und in eine horizontal gerichtete Scherkraft. Mit zunehmender Neigung des Tibiaplateaus kommt es zur Verschiebung der Kräfteverteilung. Die horizontal gerichtete Scherkraft wird um den Betrag größer, den die vertikal gerichtete Kompressionskraft kleiner wird. Die Scherkraft ist mit dem nach kranial gerichteten Tibiaschub gleichzusetzen, der die Hauptbelastung auf das vordere Kreuzband ist. Die Neigung des Tibiaplateaus ist eine individuelle anatomische Gegebenheit*» (Gielen, 2005)

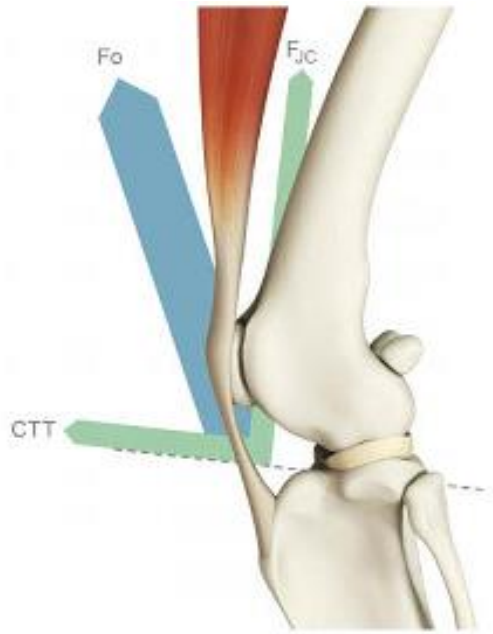

Abbildung 8: Kräfte Kniegelenk nach Daniel Koch, Lahmheitsunteruchung beim Hund

Wichtige Einflussfaktoren auf diese Scherkraft sind das Gewicht des Hundes, die Neigung des Tibiaplateaus, die Steilheit der Hinterhand und die Ausbildung der Breite der Tibia.

Koch (2015) stellt fest, dass die Kontaktfläche von Femur und Tibia vor der funktionellen Achse der Tibia und dem Drehpunkt des Kniegelenks liegt, weswegen unter Belastung das kraniale Gleiten (cranial tibial thrust) stattfindet. Antagonist der Kontaktfläche ist das kraniale Kreuzband.

Am meisten belastet wird das L.c.c. während der ersten Hälfte der Stemmphase, in welcher die Vastus-Gruppe das Kniegelenk hält und gegen die schwerkraftinduzierte Beugung stabilisiert. Fischer (2012) beschreibt dies folgendermassen: *«…in dieser Phase wird durch die hohe Spannung des Quadriceps ein cranial tibial thrust induziert, welcher erst in der zweiten Hälfte der Stemmphase durch die caudale Portion des M. biceps femoris, den M. semitendinosus und den M. gracilis kompensiert wird…»*

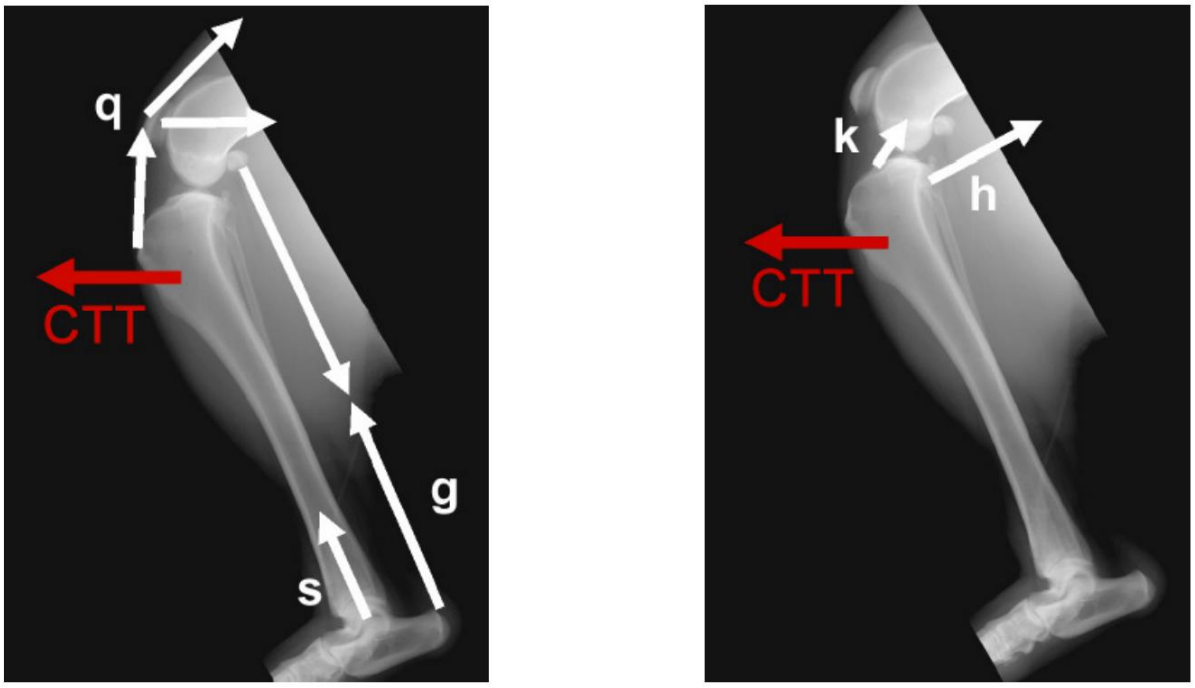

Abbildung 9: vorderer Tibiaschub CTT (aus Schmerbach, 2006)

- s: Schwerkraft
- g: M. gastrocnemius
- q: Zug an der Tuberositas tibiae durch den M. quadriceps femoris unter relativer Kaudalverschiebung des Femurs
- k: vorderes Kreuzband
- h: Kniebeuger des Oberschenkels

2.3 Beschreibung des Krankheitsbildes

Hinterfragt man die Entstehung der Ruptur des L.c.c., zeigen sich einige Fakten, die darauf hindeuten, dass nur selten ein einmaliges Trauma als Ursache in Frage kommt.

Meistens geht der Ruptur eine Degenartion des kranialen Kreuzbandes voraus. Dies bestätigt sich bei der Entfernung von Kreuzbandresten, die Zeichen einer längeren Abnutzung aufweisen. Durch diese Degeneration kommt es meist zu Teilrissen, die erst später zu einer Totalruptur führen können.

In der Anamnese beschreiben die Halter der Tiere nur selten einen Unfall oder eine massive Krafteinwirkung, was ebenfalls ein Indiz dafür ist, dass das L.c.c. schon vorbestehend geschwächt war.

Ist das eine Knie betroffen, wird nicht selten auch das andere eine Ruptur des L.c.c. erleiden.

Betrachtet man die Röntgenbilder, ist bei sogenannten „akuten“ Rissen bereits Arthrose zu sehen, was ebenfalls als ein Zeichen für einen bereits länger bestehenden Prozess zu sehen ist.

Abbildung 10: Arthrosezeichen weisen auf eine L.c.c.-Instabilität hin.

Abbildung 11: Kniegelenk einer Dogge. Es ist eine starke Füllung zu sehen.

Zusammenfassend darf laut Koch (2014) davon ausgegangen werden, dass der Kreuzbandriss wie folgt entsteht: In der normalen Bewegung des Hundes entsteht eine permanente Kraft (CTT), die am vorderen Kreuzband zieht, dieses langsam ausfranst und es schliesslich zum Reissen bringen lässt.

Diese Kraft ist umso grösser, je mehr der M. quadriceps am Unterschenkel zieht, je grösser und übergewichtiger der Hund ist, je steiler die Hinterhand steht und je schmaler der obere Unterschenkel ausgebildet ist.

Gielen (2005) erwähnt in ihrer Arbeit als Ursache für chronisch entstandene Rupturen des L.c.c. das Alter, die Körpermasse, der Trainingszustand, Arthritiden und die Gelenkkonformationen.

Paatsama (1952) unterteilte bereits Hunde mit Ruptur des L.c.c. in traumatisch verursachte Fälle und in Fälle anderer Genese. Er kam zum Schluss, dass ein Verhältnis von 5:32 zwischen traumatisch und nichttraumatischen Rupturen besteht.

Reeses (1995) berichtet, dass von 56 Hunden mit Kreuzbandruptur lediglich zwei Tiere ein starkes Trauma erlitten hatten.

Daniel Koch und Martin S. Fischer (2015) hinterfragen in ihrem Buch, dass die Entstehung der Ruptur des L.c.c. beim Hund durch Sport verursacht wird. Beim Menschen liegt die Ursache einer Ruptur des L.c.c. normalerweise bei einer äusseren Einwirkung. Starke Kräfte auf den Unterschenkel oder unkontrollierte Drehbewegungen lassen das L.c.c. auf einen Schlag reissen:

> *„Das kritische Hinterfragen der Entstehung des vKBR beim Hund liefert einige Fakten, welche eine andere Ursache als Sport wahrscheinlich machen: Entfernte Kreuzbandreste weisen Zeichen längerer Degeneration auf; meistens kommt es zu Teilrissen, erst später zu Totalrissen. Eine massive Krafteinwirkung auf das Knie wird beim Hund nicht beobachtet; die Kniegelenkbiomechanik ist beim Hund anders als beim Menschen. Je schwerer ein Hund ist, desto häufiger tritt ein vKBR auf. Rassen wie Rottweiler, Neufundländer und Staffordshire Terrier sind mehr als andere Rassen betroffen. Ist ein Knie betroffen, wird nicht selten das andere auch einen Kreuzbandriss haben. Auf den Röntgenbildern ist bei sog. „akuten“ Rissen oft schon Arthrose zu sehen.“* Daniel Koch, Martin S. Fischer (2015)

Eine durch ein Trauma verursachte Ruptur wird laut Gielen (2005) durch eine plötzliche Innenrotation des Kniegelenkes bei einem Beugungswinkel von 20° - 50° verursacht. In dieser Position werden die Kreuzbänder verdrillt und somit maximal unter Zug gebracht um die Innenrotation zu limitieren. Weiter kommt das L.c.c. unter maximalen Zug durch eine Hyperextension. Dies kann beispielsweise durch das Hängenbleiben des Beines (z.B. ein Zaun oder ein Loch) verursacht werden. Ist die Kraft, die auf das Kreuzband wirkt, grösser als die Belastbarkeit, rupturiert dieses (vgl. Abb. 16).

Reese (1995), Vasseur et al. (1985) oder auch Paatsama (1952) erwähnen in ihren Arbeiten, dass Strukturen wie das vordere Kreuzband mit steigendem Alter einer Degeneration unterliegen. Durch diese Degeneration kommt es leichter zu einer Verletzung. Vasseur et al.

(1985) zeigt weiter auf, dass Kreuzbänder von Hunden unter 15 kg erst im höheren Alter Veränderungen des L.c.c. zeigen. Eine der wichtigsten Veränderungen sind die fehlende Vaskularisation im mittleren Bereich des L.c.c.. Durch diese Ischämie kommt es zu einer mangelnden Reparaturleistung in dem genannten Bereich des L.c.c..

Gielen (2005) zitiert weitere Arbeiten von Reese (1995), Brunnberg (1987), Robins (1982, 1990) und Zahm (1964), die auf eine Veränderung des Kreuzbandes hindeuten. So erklärt zum Beispiel Reese (1995), dass sich mit steigendem Alter eine Erhöhung der Konzentrationen an Proteoglykanen, Gykogen, Chondroitin, Dermatansulfat, Keratansulfat und Fetteinlagerungen im Mittelstück zeigen.

Brunnberg (1987) fand bei pathohistologischen Untersuchungen an Bandstümpfen gerissener Kreuzbänder einen signifikant stärkeres Fortschreiten des Grades von degenerativen Zellmetamorphosen bei grossen Hunderassen und bei Hunden, die älter als sieben Jahre waren.

Die Körpermasse wird ebenfalls als prädisponierender Faktor für eine mögliche Kreuzbandruptur diskutiert. Laut Vasseur (1985) steigt die Querschnittsfläche des Ligamentum cruciatum craniale relativ zur Körpermasse weniger schnell an. Dies erklärt, weswegen die Zugbelastbarkeit pro Kilogramm Körpermasse grosswüchsiger Hunde geringer ist.

Dass die Stabilität des Kniegelenks durch die Menisken verbessert wird, zeigt sich an Untersuchungen am Menschen.

> *«An menschlichen Kniegelenkpräparaten zeigt sich, dass die Menisken in Fällen von Kreuzbandruptur zur Kniegelenkstabilität beitragen (Levy et al. 1982, Shoemaker u. Markolf 1986). Levy et al. (1982) berichteten, dass die Intensität des kranialen Tibiaschubes bei durchtrenntem vorderen Kreuzband bedeutend größer ist nach Entfernung des medialen Meniskus als bei belassenen Menisken. Ähnliches beschrieben Shoemaker u. Markolf (1986). Sie stellten fest, dass die Menisken die Fähigkeit besitzen, in einem Kniegelenk mit durchtrenntem vorderen Kreuzband relativ geringen kranialen Tibiaschubkräften entgegenzuwirken.» (Gielen, 2005)*

Beim Hund ist laut Levy et al. (1982) bei intaktem vorderen Kreuzband kein erhöhter kranialer Tibiaschub nach Meniskektomie zu verzeichnen.

Daniel Koch (2015) stellt fest, dass bei Hunden häufig Meniskusschäden im Zusammenhang mit Kreuzbandruptur beobachtet werden. Dies ist laut mündlicher Aussage von Daniel Koch (2016) auch ein Grund, dass es Sinn macht, das kraniale Kreuzband bereits operativ vor

einer Totalruptur zu versorgen, um einem eventuellen Meniskusschaden als Begleitverletzung vorzubeugen.

In der Fachliteratur gehen die Aussagen über die Häufigkeit beteiligter Meniskusschäden nach einer Ruptur des L.c.c. beim Hund auseinander.

> *«So diagnostizierten Flo u. De Young (1978) bei 58 % von 113 an Kreuzbandruptur operierten Kniegelenken Meniskusschäden. De Angelis u. Lau (1970) fanden bei 9 von 42 Kniegelenken (21 %) Meniskuschäden, Gambardella et al. (1981) bei 80 %, Harrison u. Montavon(1981) bei 29 %, Hulse u. Shires (1981) bei 73 %, Scavelli et al. (1990) bei 61% und Denny u. Barr (1987) nur bei 7 %.» (Gielen, 2005)*

Die Konsequenzen einer Kreuzbandruptur können folgendermassen beschrieben werden:

> *«Durch den Riss des vorderen Kreuzbands werden eine Innenrotation und eine Kranialbewegung der Tibia möglich (Subluxation). Infolge der Instabilität (repetitive Subluxation) entstehen meist Knorpeldegenerationen und ein Meniskusschaden. Es kommt zu einer Gelenkentzündung und damit verbundenen Schmerzen sowie zu einer Lahmheit. Das umliegende Gewebe schwillt an, insbesondere medial. Die umliegende Muskulatur reagiert zur Stabilisierung mit erhöhter Spannung. Besonders der M. quadriceps und der M. gastrocnemius sind häufig schmerzhaft verspannt. Der Körper bildet infolgedessen verschiedene Mechanismen, um das Kniegelenk zu stabilisieren. Dabei kommt es zur Bildung von Osteophyten sowie zur Kapselverdickung. Die Gliedmaße wird unphysiologisch belastet. Das Kniegelenk wird aufgrund der schmerzhaften Extension im Gang und im Stand vermehrt in Flexion gehalten.»* (Challande-Kathmann, 2014)

3 MATERIAL UND METHODIK

Anhand von bestehender Literatur werden prädisponierende Faktoren einer Ruptur des L.c.c. definiert. In einem weiteren Schritt werden diejenigen Faktoren, die physiotherapeutisch beeinflusst werden können, ermittelt, um dann ein gezieltes Trainingsprogramm erstellen zu können. Durch Erklärungen an Bildern der Winkelung der hinteren Extremität, wird das Problem der überstreckten Beinstellung und der daraus resultierenden Krafteinwirkung auf das Kniegelenk veranschaulicht.

Folgende Tabelle zeigt prädisponierende Faktoren einer L.c.c.-Ruptur, die in der Literatur diskutiert werden. Es werden Überlegungen zu den einzelnen Faktoren gemacht und eine mögliche physiotherapeutische Beeinflussbarkeit beurteilt. Die Tabelle dient als Überblick. In den Kapiteln 3.1.1 – 3.1.4 wird auf die einzelnen physiotherapeutisch beeinflussbaren prädisponierenden Faktoren genauer eingegangen. Auf die Körpermasse wird in dieser Arbeit als prädisponierender Faktor nicht eingegangen.

Prädisponierender Faktor	Mögliche physiotherapeutische Beeinflussbarkeit	Überlegungen
Winkelung Kniegelenk (siehe Kap. 3.1.1)	ja	Durch das Üben der Belastung unter vermehrter Flexion im Kniegelenk und dem Auftrainieren der dazu benötigten Muskulatur, kann die Winkelung beeinflusst werden.
Zugfestigkeit Ligament (siehe Kap. 3.1.2)	ja	Aufgrund der hohen Fibroblasten-Aktivität während des Wachstums wird durch gezielte Reize das Gewebe in seiner Funktion stabiler.
Körpermasse	ja	FDH und viel Bewegung!
Trainingszustand (siehe Kap. 3.1.3 und Kap. 3.1.4)	ja	Durch das Training der stabilisierenden Muskulatur und der Propriozeption werden die passiven Strukturen (insbesondere das kraniale Kreuzband) weniger stark belastet. Weiter kann durch eine Kräftigung der Agonisten des kranialen Kreuzbandes dem CTT entgegengewirkt werden.

Arthritiden	nein	Die Anwesenheit von Immunkomplexen bei einer Ruptur des L.c.c. wird in der Literatur unterschiedlich interpretiert. Zum einen wird gefolgert, dass die Bänder durch die chronische Entzündung geschwächt werden (Gielen, 2005) oder aber die immunpathologische Arthritis wird als Folge der Ruptur des L.c.c. gesehen (Reese, 1995).
Neigung des Tibiaplateaus	nein	Es gibt Untersuchungen zum Thema der Neigung des Tibiplateaus und die daraus resultierenden biomechanischen Kräfte in Relation zur Häufigkeit einer Ruptur des L.c.c. Morris u. Lipowitz (2001) und Gielen (2005) beschreiben beispielsweise solche Zusammenhänge. Die Neigung des Tibiaplateaus kann als anatomische Begebenheit nicht beeinflusst werden.
Genetische Disposition	nein	gegeben
Kastration	nein (falls schon geschehen)	Slauterbeck (2004) zeigt beispielsweise einen Zusammenhang zwischen einer Kastration und einer Ruptur des L.c.c. auf
Alter	nein	Über den Trainingszustand kann allenfalls das biologische Alter beeinflusst werden

Tabelle 1: Überlegungen zur physiotherapeutischen Beeinflussbarkeit von prädisponierenden Faktoren

3.1 Beeinflussbare prädisponierende Faktoren einer L.c.c.-Ruptur

3.1.1 Winkelung Kniegelenk

Durch Berechnung der biomechanischen Kräfte wird erkennbar, dass durch eine Überstreckung des Kniegelenks die Belastung auf das vordere Kreuzband grösser wird (vgl. Abbildung 8).

Laut Gielen (2005) sollen Paatsama (1952), Rudy (1974), Arnoczky u. Marshall (1981) und Robins (1990) die Hyperextensionstellung der Hintergliedmasse als prädisponierend für Kreuzbandrupturen sehen. Paatsama (1952) fällt auf, dass die seiner Ansicht nach mit einer

Prädisposition für Kreuzbandruptur behafteten Rassen Scottish Terrier, Neufundländer, Boxer und insbesondere Rottweiler besonders steile Kniegelenkstellung haben.

Nachstehende Abbildungen sollen veranschaulichen, inwieweit sich die Winkelung der hinteren Extremität unterschiedlich zeigen kann.

Die Kraft, die am vorderen Kreuzband zieht (CTT), ist umso grösser, je mehr der Quadricepsmuskel am Unterschenkel zieht, je grösser und übergewichtiger der Hund ist, je steiler die Hinterhand steht und je schmaler das Tibiaplateau ausgebildet ist.

Bei Maral (siehe Abbildung 12) zeigt sich mit einem Flexionswinkel im Kniegelenk von 148° (vgl. Abb. 12) eine deutliche Winkelung. Diese ist ausgeprägter wie bei Tala (vgl. Abb. 13, 14) und ebenfalls ausgeprägte wie bei Menja (vgl. Abb. 17). Im Vergleich zu Gaia (vgl. Abb. 15, 16) ist die Winkelung jedoch weniger ausgeprägt. Sie hat bis zum heutigen Zeitpunkt keine Probleme mit den hinteren Extremitäten.

Abbildung 12: Maral (3-jährig) ohne Kreuzbandruptur (Flexionsstellung Winkel 148°)

- F(JC): Joint compressive force
- CTT: cranial tibial thrust
- F(Q): Kraft des Quadricepsmuskels = F(JC) + CTT

Die Deutsche Dogge Tala erlitt mit 5 Jahren ihre erste Kreuzbandruptur. Nur ein Jahr später rupturierte sie ihr zweites Kreuzband. Die Kniebiomechanik wurde beidseits mittels TTA geändert. In dem nachfolgenden Bild (vgl. Abb. 13) ist die deutliche Überstreckung im Kniegelenk gut zu erkennen. Das Bild wurde vor der ersten Kreuzbandruptur gemacht.

Abbildung 13: Tala (4-jährig) vor Kreuzbandruptur
(Flexionsstellung Winkel 156°)

Abbildung 14: Tala als Junghund
(Flexionsstellung Winkel 150°)

Bei Gaia wurde bis zum heutigen Zeitpunkt keine Diagnose bezüglich einer möglichen Ruptur des L.c.c. gestellt. Gaia zeigt auch keine Lahmheit der hinteren Extremität. Sie weist als ausgewachsene Hündin mit einer Flexionsstellung von 138° eine sehr gut ausgeprägte Winkelung aus. Bereits als Junghund war bei ihr eine ausgeprägtere Flexionsstellung im Stand sichtbar als bei Tala.

Abbildung 15: Gaia (2-jährig) ohne Kreuzbandruptur
(Flexionsstellung Winkel 138°)

Abbildung 16: Gaia als Junghund
(Flexionsstellung Winkel 144°)

Bei Menja wiederum ist die Stellung im Kniegelenk mit 153° Flexion weniger ausgeprägt. Auch bei ihr wurde die Aufnahmen vor der Diagnosestellung einer Ruptur des L.c.c. gemacht. Auch sie musste zu einem späteren Zeitpunkt beide Kniegelenke nach Ruptur des L.c.c. operativ versorgen lassen.

Abbildung 17: Menja (4-jährig) vor Kreuzbandruptur (Flexionsstellung Winkel 153°)

Vezzoni (2002) stellt fest, dass ein offener Kniegelenkswinkel als prädisponierender Faktor für eine nichttraumatische Ruptur des L.c.c. gesehen werden kann:

Breed	Knee angle in standing position (median value and range values)					
	Non-traumatic CrCL injures			Traumatic CrCL injures		
	No. dogs	median	range	No. dogs	median	range
Boxer	19	138°	134°- 145°	1	128°	-
Dobermann	10	138°	136°- 142°	3	136°	132°- 138°
Corso	12	148°	138°- 154°	2	134°	132°- 136°
Dogue de Bord.	15	150°	147°-154°	0	-	-
English Bulldog	13	150°	134°- 155°	0	-	-
German Sheph.	9	130°	124°- 135°	7	120°	110°- 128°
Great Dane	15	146°	142°- 152°	1	132°	-
Labrador	4	132°	130°- 140°	10	122°	115°- 130°
Newfoundland	16	138°	132°- 142°	5	132°	128°- 132°
Rottweiler	27	140°	135°- 142°	15	130°	126°- 136°
Hunting breeds	0	-	-	10	118°	108°- 126°

Tabelle 2: Kniewinkel unterschiedlicher Hunderassen mit einer Ruptur des L.c.c. (Vezzoni, 2002)

Fig. 1 – Great Dane, M, 3 yrs., 144° knee angle; German Shepherd, F, 4 yrs, 125° knee angle

Abbildung 18: Messung der Winkelung im Kniegelenk (Vezzoni, 2002)

Einen Winkel zu bestimmen, der das Risiko einer Ruptur des L.c.c. begünstigt, ist schwierig. Anhand der Zahlen von Vezzoni (2002) zeigt sich bei Hunden mit Ruptur des L.c.c. eine Range von 124° bis 155° der Winkelstellung im Kniegelenk. Bei der Deutschen Dogge zeigt sich eine Range von 142° bis 152°. Anhand der Beispiele von Maral, Tala, Gaia und Menja zeigt sich, dass Maral (148°) und Gaja (138°) keine Ruptur des L.c.c. haben, Tala (156°) und Menja (153°) zu einem späteren Zeitpunkt eine Ruptur erlitten haben. Dies deutet darauf hin, dass zwischen Winkelung und dem Risiko einer Ruptur des L.c.c. ein Zusammenhang vorhanden ist.

Physiotherapeutische Konsequenz:

Die Fähigkeit, auch unter vermehrter Flexion die hintere Extremität zu belasten, könnte helfen, einer allfälligen L.c.c. Ruptur entgegenzuwirken.

Ziel ist es also, dem Hund beizubringen, seine Extremitäten auch unter Flexion zu belasten. Um dies zu ermöglichen, müssen die nötigen Voraussetzungen geschaffen werden. Die wichtigste Voraussetzung ist, dass der Hund die nötige Kraft in den hinteren Extremitäten besitzt, um sein Bein in einer guten Winkelung zu belasten. Mögliche Übungen dafür sind das Gehen unter Hindernissen hindurch oder auch Slalom gehen unter den Beinen des Halters hindurch. Der Hund muss also durch eine äussere Begrenzung in eine vermehrte Kniegelenksflexion gebracht werden. Die Veränderung eines Bewegungsmusters ist jedoch schwierig herbeizuführen. Die alleinige Fähigkeit, die Extremitäten in einer vergrösserten Flexionsstellung zu belasten, reicht noch nicht aus, dass der Hund dies im Alltag auch selbständig tut.

Die Schwierigkeit ein Bewegungsmuster zu verändern, ist jedem Humanphysiotherapeuten bekannt. Selbst mit dem Bewusstsein ist es schwierig, seine Haltung und seine Bewegungsabläufe nachhaltig zu verändern.

Noch schwieriger ist es, einem Hund ein neues Bewegungsmuster anzueignen, da ihm das nötige Bewusstsein dafür fehlt. Allenfalls könnte mittels eines Tapes über den Kniegelenksbeugern, das unter Zug einen taktilen Reiz auslöst, die Kniegelenksflexion in der geschlossenen Kette verbessert werden.

3.1.2 Zugfestigkeit des Ligamentes

Die Belastbarkeit unterschiedlicher Gewebe wird durch Immobilisation verschlechtert. Diese Aussage trifft auch auf die Zugfestigkeit von Ligamenten zu.

Als Hundehalter von Deutschen Doggen hört man immer wieder, dass die Junghunde im Alltag nur wenig belastet werden sollen, damit es im Wachstum nicht zu irreversiblen Schädigungen des Bewegungsapparates kommt. Ein Schonen und Nichtbelasten von Strukturen im Wachstum birgt jedoch auch die Gefahr, dass die Belastbarkeit dieser Strukturen nicht genügend trainiert wird.

Laut Tipton et al. (1970) soll die Bewegungsaktivität Einfluss auf die Zugfestigkeit des Ligamentum collaterale mediale beim Hund haben. Das Seitenband von Hunden, deren Gliedmasse während einer Dauer von sechs Wochen immobilisert wurde, zeigt eine signifikant geringere Zugfestigkeit als die Seitenbänder von trainierten Hunden.

Auch Frans van den Berg (2016) erwähnt in seinem Buch, dass verschiedene Untersuchungen in der Humanmedizin gezeigt haben, dass die Belastbarkeit von Ligamenten und Sehnen nach einer Immobilisation von vier Wochen nur noch 20% beträgt. Um die ursprüngliche 100% Belastbarkeit erneut zu erreichen, benötigt man hingegen vier Monate bis zu einem Jahr.

Da bei ausgewachsenen Hunden eine Kreuzbandruptur nur selten durch ein Trauma verursacht wird, sondern meistens durch eine längere Degeneration aufgrund einer über lange Zeit andauernden Überbelastung, bzw. rezidivierende Überbelastung des L.c.c., macht es wenig Sinn beim erwachsenen Hund gezielte Reize auf das Kreuzband auszuüben. Dies könnte sich allenfalls sogar negativ auf die Prognose auswirken. Viel mehr bietet es sich an, beim Junghund gezielte Reize bewusst einzusetzen, um in dieser Phase die Stabilität des Kreuzbandes zu unterstützen. Diese Reize sollten hauptsächlich während der Wachstumsphase ausgeübt werden, da in dieser Zeit die Kollagensynthese am höchsten ist.

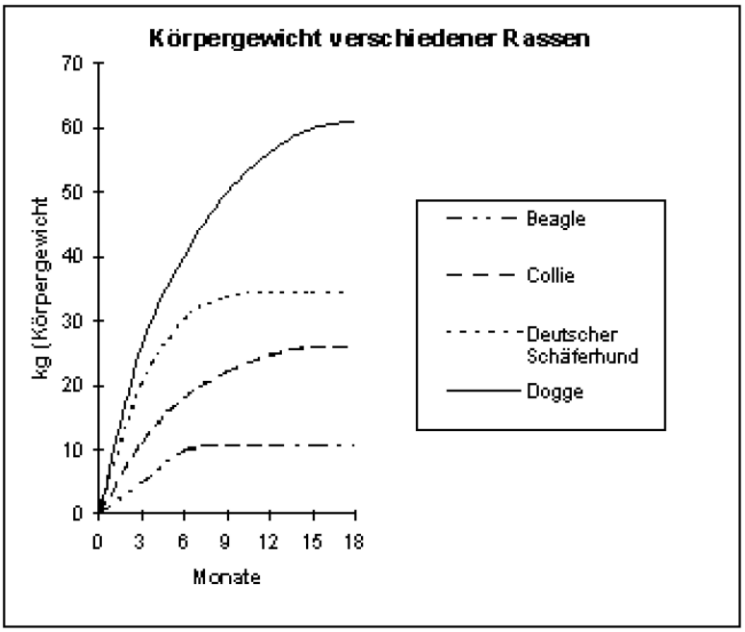

Abbildung 19: Wachstumskurve nach Annette Liesegang, Tierspital Zürich

Koch (2015) stellt fest, dass das Wachstum des Junghundes zwischen dem 3. und 6. Lebensmonat am imposantesten ist. In dieser Phase ist die Kollagensynthese dementsprechend sehr hoch.

Laut Frans van den Berg (1999) wird das Gewebe durch wiederholte Reize im Bereich der Kollagenbelastung aufgrund vermehrter Kollagensynthese stabiler. Fibroblasten und Fibrozyten findet man in Kapseln, Bändern, Aponeurosen, Membranen, Sehnen, Sehnenscheiden, und Menisken, Disken, und Bandscheiben. V.a. die Blasten, welche die jüngeren Zellen sind wie die Zyten, sind synthetisch sehr aktiv. Dies erklärt auch weshalb im

Wachstum sowie bei Verletzungen mehr Blasten vorhanden sind. Zyten erhalten grundsätzlich nur den Status quo.

Fibrozyten produzieren in grossen Mengen Kollagen Typ I-Fasern (97%). In kleinen Mengen elastische Fasern (1-2%) und ganz wenig Grundsubstanz (0,5-1%).

Sie vermehren sich unter Zug-Impuls. Zu beachten ist, dass eine zu hohe Belastung zu einer Traumatisierung der kollagenen Strukturen führt.

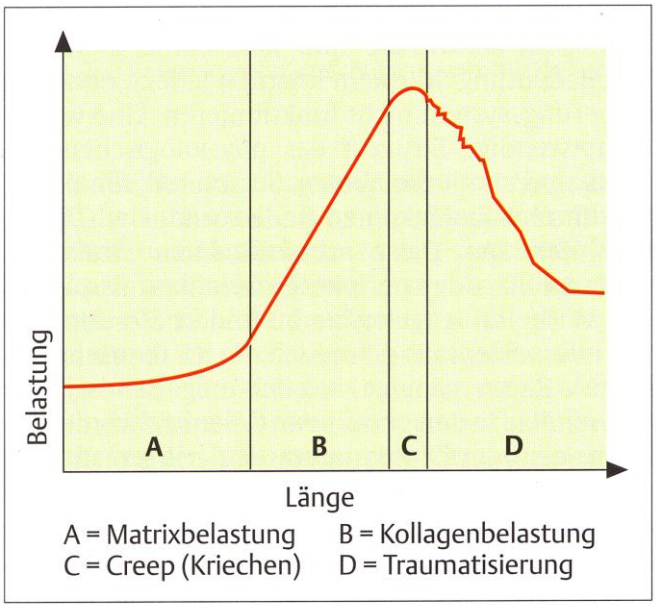

Abbildung 20: Belastung des Gewebes in Relation zur Länge nach Frans van den Berg

Auch durch Überbelastung kann es zu irreversiblen Schäden am Bewegungsapparat kommen. Ein Hund folgt seinem Alpha-Tier (Halter) bis zur Erschöpfung. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Grenzen des Tieres zu erkennen und zu respektieren.

Daniel Koch gibt folgende Empfehlungen zur Belastung von heranwachsenden Hunden ab:

Welpen (bis 4 Monate):

- *Kontakt mit anderen Hunden soll regelmässig stattfinden (sofern geimpft)*
- *Bevorzugt mit Hunden gleicher Grösse und gleichen Alters (Ermüdung) spielen lassen*
- *Spielzeit begrenzen auf ca. 15 Minuten*
- *Spaziergänge mit dem Hund sind besser als wildes Toben. Allerdings muss aufgepasst werden, da sich Hunde leicht überschätzen, denn sie laufen dem Alpha-Tier (Besitzer) bis zur völligen Erschöpfung hinterher*

- *An der Leine soll maximal 15 Minuten gegangen werden (Faustregel: pro Woche Alter → 1 Minute Dauer des Spazierganges), 2-3 x / Tag*
- *Springen (v.a. abwärts) ist verboten*
- *Treppen laufen: nur wenige, flache Stufen*

Junghunde (4 bis ca. 8 Monate):

- *Spaziergänge können langsam gesteigert werden bis maximal 1 Stunde*
- *Wildes Toben mit anderen Hunden soll nicht gefördert werden, da durch die unregelmässige und unkontrollierte Bewegung Schäden am Muskel- und Gelenkapparat entstehen können*
- *Spielen ist mit gleich grossen Hunde zu bevorzugen*
- *Zügiges Laufen bis zu 30 Minuten Dauer ist erlaubt*
- *Treppen laufen ist erlaubt, sollte aber kontrolliert werden (an der Leine, Sprünge vermeiden)*
- *Schwimmen ist zu unterstützen (fördert den Muskelaufbau und schont die Gelenke)*

Allgemein:

- *Das Training soll stetig und langsam gesteigert werden*
- *Es sollte auf griffige Bodenbeläge geachtet werden (Springen und Spielen auf rutschigem Untergrund ist gefährlich)*
- *bis 18 Monate ist darauf zu achten, dass das Gewicht an der unteren Grenze bleibt. Dabei ist zu bemerken, dass eine Gewichtsreduktion zu 90% über reduziertes Futter und nur zu 10 % über gesteigerte Aktivität stattfindet.*
- *Auf eine ausgewogene Ernährung ist zu achten (keine Calcium-Zusätze)*
- *Joggen und Fahrradfahren sollte man erst mit ausgewachsenen Hunden, zur Angewöhnung kann man kurze Uebungsstrecken auch mit jüngeren Hunden angehen*
- *Grundsätzlich sollen Spazierrouten gewählt werden, die abgebrochen werden können (kleine Runden)*
- *Auf Müdigkeitserscheinungen wie Absitzen oder Hinterhertrotten achten*
- *Mehrmalige kurze Spaziergänge sind besser als wenige lange*
- *Niemals den Hund zum Weiterspielen motivieren, wenn der Hund von selbst mit Spielen aufgehört hat (Kinder!)*
- *Gleichmässige Bewegung ist besser als „Stopp and Go“ Trainings*

Physiotherapeutische Konsequenz:

Aus physiologischer Sicht macht es Sinn, Strukturen während des Wachstums aufgrund der hohen Fibroblastenaktivität zu belasten. Ein sinnvolles Mass an Bewegung ist also nötig, um die Belastbarkeit der Gewebe zu verbessern. Muskeln, Sehnen, Bänder und Knochen brauchen wiederholte Reize, damit eine sinnvolle Adaption der genannten Strukturen sichergestellt wird.

Das Ziel darf also nicht sein, den Hund immerzu nur zu schonen, sondern ihn viel mehr gezielt zu bewegen, um seinen Körper in seiner Funktion und die Strukturen in ihrer Stabilität zu trainieren.

Das vordere Kreuzband wird durch eine vordere Schublade und eine Innenrotation im Kniegelenk belastet.

Primär gilt, dass die Belastung so gewählt werden muss, dass dem Tier keinen Schaden zugefügt wird. Gerade bei schnellwachsenden Hunden ist das Risiko von Belastungsschäden sehr gross.

Zu oft umhertoben und sich mit anderen Junghunden raufen ist da sicher nicht die richtige Strategie. Viel mehr bietet es sich an, mit dem Junghund zu traben, um wiederholte gezielte Reize auf das L.c.c. auszuüben. Leichtes Traben ist für die Gesunderhaltung von Gelenken, Bändern, Sehnen und Muskeln günstig, da hohe Belastungsspitzen weitgehend vermieden werden können.

Eine gute Beobachtung der Beinachsen in der Bewegung und im Stand und ein schnelles Erkennen von Fehlstellungen ist enorm wichtig. Sollte das Tier unter Belastung Fehlstellungen zeigen, ist eine Reduktion der Belastung angesagt, um irreversiblen Schädigungen und chronischen Fehlbelastungen vorzubeugen.

Reize, die sich positiv auf die Fibroblastenaktivität sowie auf die Ausrichtung der produzierten kollagenen Fasern auswirken, könnten auch mittels manueller Therapie stimuliert werden. Inwieweit die Zugfestigkeit des L.c.c. durch manuelle Therapie in Form von akzessorischen Bewegungen der Tibia nach cranial verbessert werden kann, ist schwierig zu belegen. In der Humanphysiotherapie wird jedoch nach Verletzungen ein positiver Effekt auf die Fibroblastenaktiviät durch manuelle Therapie beschrieben.

3.1.3 Trainingszustand: Sensomotorisches System

Durch das Training des sensomotorischen Systems und die daraus resultierende verbesserte Stabilität, werden die Kräfte, die auf das Kniegelenk wirken, reduziert.

Dieser Effekt ist in der Humanphysiotherapie gut untersucht. Sowohl nach OSG-Distorsionen wie auch nach Knie-Distorsionen mit allfälligen Bandrupturen, konnte mehrfach gezeigt werden, dass das sensomotorische System die Fähigkeit besitzt, die Stabilität eines Gelenkes weitgehend wiederherzustellen.

Eine Verbesserung der Stabilität durch gezielte Massnahmen hat sowohl beim Gesunden wie auch beim Verletzten einen positiven Effekt.

In der Tierphysiotherapie werden koordinative Übungen als Prophylaxe im Hundesport, aber auch im Rahmen der Rehabilitation nach Verletzungen regelmässig eingesetzt.

Im Alltag werden komplexe Bewegungshandlungen gefordert, die ein hohes Mass an Präzision voraussetzen. Das sensomotorische System ist zuständig für die Koordinierung von solchen Bewegungsabläufen.

In der Humanmedizin ist der Effekt eines sensomotorischen Trainings sehr detailliert untersucht. Das sensomotorische System braucht verschiedene Reize, um es zu erhalten bzw. zu verbessern.

> *«Der Organismus braucht zwingend die Belastungen durch immer wiederkehrende systematische Bewegungen, denn die daraus resultierenden Beanspruchungen sind die Voraussetzung, die Gewebe und Organe strukturell und funktionell zu entwickeln und zu erhalten, dessen ökonomisches Zusammenspiel zu sichern und darüber letztendlich als Ganzes gesund und leistungsfähig zu sein und zu bleiben. Die trophisch-plastischen Adaptationen als Folge der Beanspruchungen sichern die Anpassungen der Struktur an die Funktion dar.»* (Laube, 2004, S. 36)

Laut Laube und Bertram (2006) sind die Propriozeptoren nicht trainierbar. Trainieren kann man aber das sensomotorische System mit dem Ziel, die Koordination, die Ausdauer und die Kraft zu fördern. Mittels Koordinationstraining können die Vernetzungen innerhalb des ZNS wirksam beeinflusst werden.

Das sensomotorische System kann folgendermassen erklärt werden:

> *„Das sensomotorische System (SMS) wird durch die kreisförmige Verknüpfung der Strukturen Sensoren - aufsteigende Leitungsbahnen – zentrale neurale Netzwerke – absteigende Leitungsbahnen – Muskulatur gebildet."* (Laube, 2004, S. 35)

Das Ziel des sensomotorischen Trainings muss also die Verbesserung der Informationsaufnahme, die Verarbeitung der Information und die Umsetzung in eine zielgerichtete Bewegung sein.

Laut Sabine Mai (2006) sind vier verschiedene Mechanorezeptoren für die Propriozeption (=Tiefensensibilität) zuständig:

Zum einen findet man Mechanorezeptoren in den Gelenken, den Bändern und der Gelenkskapsel. Sie geben Auskunft über Druckbelastung im Gelenk und über die Winkelung in diesem Gelenk.

In den Sehnen ist das Golgi-Sehnenorgan für die Auskunft über die Spannung in der Sehne zuständig.

Die Muskelspindelrezeptoren geben Auskunft über die Dehnungsgeschwindigkeit und über den Grad der Dehnung im Muskel.

In der Haut sind meist freie Nervenendigungen. Diese melden Druck und Zug an der Hautoberfläche.

Mai (2011) schreibt weiter, dass ein propriozeptives Training in der Rehabilitationsphase aber auch in der Prävention eine positive Wirkung zeigt.

Hohmann (2012) stellt fest, dass wenn die Koordination einer Bewegung unökonomisch oder gestört ist, die Gelenkstrukturen biomechanisch ungünstig belastet werden.

Physiotherapeutische Konsequenz:

Die unterschiedlichen Propriozeptoren brauchen unterschiedliche Reize. So brauchen laut Mai (2006) die Gelenkrezeptoren passive Bewegungen, die Propriozeptoren in den Muskeln und Sehnen werden durch Gleichgewichtsübungen und durch aktive, kontrollierte Bewegung gereizt und beübt. Die Hautrezeptoren können durch Massage und Taping angeregt werden.

3.1.4 Trainingszustand: Muskuläre Agonisten des L.c.c.

Laut Elisabeth Gielen (2005), die verschiedene Arbeiten zum Thema muskuläre Agonisten und Antagonisten des L.c.c. zitiert, sind M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. abductor cruris caudalis, M. gracilis und M. sartorius Agonisten des L.c.c..

Henderson und Milton (1978) und O'Conner (1993) beschreiben die biomechanische Beziehung dreier Muskelgruppen zu den Kreuzbändern. M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. abductor cruris caudalis, M. gracilis und M. sartorius unterstützen die Funktion des L.c.c. (vgl. Abbildungen 4-6). Ihre Zugwirkung auf die proximale Tibia sind nach kaudal gerichtet. Dementsprechend wirken diese als Agonist des kranialen Kreuzbandes.

Der M. gastrocnemius wirkt als Antagonist. Seine Zugkraft wirkt auf den distalen Femur nach kaudal.

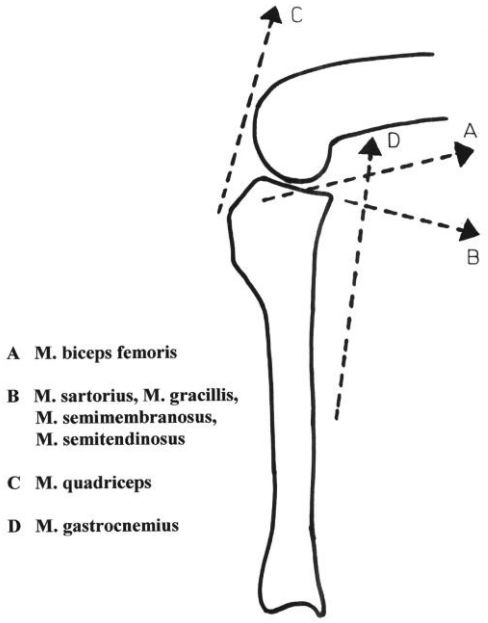

Abbildung 21: Radiologische Untersuchung des Tibiaplateaus nach Elisabeth Gielen (2005)

Physiotherapeutische Konsequenz:

Durch die Kräftigung der Agonisten des L.c.c. (M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. abductor cruris caudalis, M. gracilis und M. sartorius) kann das L.c.c. entlastet werden, indem die genannten Muskeln auf die proximale Tibia eine nach kaudal gerichtete Zugwirkung ausüben. Diese wirkt gegen den cranial tiabial thrust.

4 RESULTATE

Die aus der Methode resultierenden physiotherapeutisch beeinflussbaren prädisponierenden Faktoren ergeben folgende Ziele der physiotherapeutischen Interventionen:

Prädisponierender Faktor einer Ruptur des L.c.c.	Daraus resultierende Ziele der physiotherapeutischen Interventionen
Winkelung Kniegelenk	→ Fähigkeit das Kniegelenk in vermehrter Flexionsstellung zu belasten
Zugfestigkeit Ligament	→ vermehrte Belastbarkeit des L.c.c.
Trainingszustand	→ verbesserte propriozeptive Fähigkeiten → verbesserte Kraft (v.a. der Agonisten des L.c.c.)

Tabelle 3: Ziele der physiotherapeutischen Interventionen

Für die Zusammenstellung der Übungen wurde mit untenstehenden Bücher gearbeitet:

- «Gymnastricks» von Carmen Mayer
- «Kreuzbandriss beim Hund» von Kirsten Häusler & Barbara Friedrich
- «Physiotherapie und Bewegungstraining für Hunde» von Sabine Mai
- «Physiotherapie in der Kleintierpraxis» von Mima Hohmann

Die Übungen wurden bezüglich der Durchführbarkeit für grosse Hunde angepasst und wo nötig ergänzt.

Die Übungen lassen sich jeweils nicht eindeutig einer einzelnen konditionellen Fähigkeit zuordnen. So ist beispielsweise das Cavaletti-Training für die Kraft der Agonisten des L.c.c. sinnvoll. Weiter kann das Cavaletti-Training aber auch für die koordinative Fähigkeit eingesetzt werden.

Ähnlich verhält es sich mit den Übungen für die Koordination. Je nach Ausführung und Belastungsdauer, wird der Hund nicht nur bezüglich der Koordination gefordert, sondern auch bezüglich der Kraft.

Weiter kann das Tape als mögliche Massnahme zur Verbesserung der Winkelung angesehen werden. Ebenso ist es aber ein Hilfsmittel um die Hautrezeptoren für eine bessere Wahrnehmung zu stimulieren.

4.1 Prophylaktisches Übungsprogramm zur Prävention einer Ruptur des L.c.c.

4.1.1 Fähigkeit das Kniegelenk in vermehrter Flexion zu belasten

4.1.1.1 Gehen unter Hindernissen hindurch

Besonders angesprochene Muskeln: Aufgrund der flektierten Haltung der Extremitäten, werden vorwiegend die Extensoren der Extremitäten trainiert, die den Körper gegen die Schwerkraft in der geschlossenen Kette (während Standbeinphase) halten müssen. In der geschlossenen Kette werden jedoch auch die Agonisten des L.c.c. trainiert. Gemeinsam mit den Extensoren bauen diese eine Kokontraktion auf.

Übungsaufbau: Der Hund lernt, sich unter Hindernissen hindurch zu bewegen. Dabei werden die Extremitäten in vermehrter Flexion belastet. Hunde können beispielsweise unter einem Tisch hindurchkriechen.

Verlaufszeichen: Eine Verbesserung der Kraft macht sich durch die Möglichkeit einer Reduktion der Hindernishöhe bemerkbar.

Abbildung 22: Gehen unter Hindernis hindurch

4.1.1.2 Beinslalom

Besonders angesprochene Muskeln: Aufgrund der flektierten Haltung der Extremitäten werden vorwiegend die Extensoren der Extremitäten trainiert, die den Körper gegen die Schwerkraft in der geschlossenen Kette (während Standbeinphase) halten müssen. Zudem werden die Lateralflexoren des Rumpfes angesprochen.

Übungsaufbau: Anstelle eines Hindernisses wie in Übung 4.1.1.1, kann (je nach Grösse des Hundes bzw. des Halters) auch Schritt für Schritt ein Slalom zwischen den Beinen des Halters durchgeführt werden. Der Hund muss dabei die Beine unter vermehrter Flexion belasten. Ergänzend zur Flexion in den Kniegelenken wird zugleich eine Lateralflexion der Wirbelsäule durchgeführt. Beim Beinslalom ist das Becken des Hundeführers das Hindernis und zwingt den Hund die Extremitäten vermehrt in Flexion zu belasten. Dabei geht der Halter jeweils einen Schritt nach vorne. Das Bein, das vom Hund abgewandt ist, wird jeweils nach vorne gestellt.

Verlaufszeichen: Eine Verbesserung der Kraft macht sich durch die Möglichkeit einer Reduktion der Hindernishöhe bemerkbar. Dabei geht der Halter vermehrt in die Knie.

Abbildung 23: Beinslalom

4.1.1.3 Reminder-Tape

Durchführungskriterien: Das Tape dient zur Unterstützung. Es wird unter Zug vom Tarsus bis zum Tuber Ischiadicum angelegt. Durch den taktilen Input werden die freien Nervenendigungen der Haut stimuliert, was die Propriozeption positiv unterstützt. Zudem wird bei zunehmender Kniegelenksextension das Tape unter vermehrte Spannung gebracht, was den Hund «daran erinnern» soll, die Extremitäten vermehrt unter Flexion zu belasten.

Verlaufszeichen: Flexionsstellung im Stand (Bei Iva zeigt sich mit dem Tape eine deutlich verbesserte Flexion im Kniegelenk)

Abbildung 24: Stand ohne Tape (Flex: 149°)

Abbildung 25: Stand mit Tape (Flex: 138°)

4.1.2 Vermehrte Belastbarkeit des L.c.c.

4.1.2.1 Techniken zur Verbesserung der Kollagensynthese (Tibia-Gleiten nach kranial)

Durchführungskriterien: Diese Technik soll am Junghund durchgeführt werden, da die Kollagensynthese aufgrund der hohen Fibroblastenaktivität im Wachstum ausgeprägter ist als im Erwachsenenalter. Die Tibia wird rhythmisch gegenüber dem Femur nach kranial verschoben.

Der Hund liegt in Seitenlage. Er soll möglichst entspannt liegen, da ein erhöhter Tonus der Muskulatur ein Gleiten der Tibia limitiert.

Es werden 3 Serien à 20-30 Wiederholungen gemacht mit jeweils 90 Sekunden Pause zwischen den Serien. Als Belastung soll die Kollagenbelastung (siehe Abb. 20) gewählt werden (Maitland: Grad III/IV). Eine tägliche Anwendung ist sinnvoll.

Verlaufszeichen: Da es nicht unmittelbar möglich ist die Belastbarkeit des L.c.c. beim Hund zu messen, ist hier die Ermittlung eines Verlaufszeichens nicht gegeben.

Abbildung 26: Tibia-Gleiten nach cranial

4.1.2.2 Angepasste Belastung des heranwachsenden Hundes zur Verbesserung der Kollagensynthese

Durchführungskriterien: Das Alter des Hundes ist entscheidend für die Belastung. Nach Koch lässt sich als Richtwert die Belastung folgendermassen definieren: Pro Woche Lebensalter soll der Hund während einer Minute belastet werden. Ab dem 4. Monat bis zum 8. Monat kann die Belastung bis zu einer Stunde gesteigert werden.

Die Belastungsdauer im Trab soll vom 4. bis zum 8. Monat langsam bis zu 30 Minuten gesteigert werden.

Sowohl in Bewegung wie auch im Stehen dürfen sich keine Achsenabweichungen der Extremitäten zeigen. Sollten sich wachstumsbedingte Fehlstellungen bemerkbar machen, muss die Belastung reduziert werden. Auch im erwachsenen Alter sollte der Hund oft an der Leine traben. Auch da wird die Stabilität des Kreuzbandes optimiert. Erst zu hohe Belastungsspitzen (vergl. Abb. 15) führen zu kleineren Teilrissen, die im Laufe der Zeit in einem degenerativen Abbau des L.c.c. resultieren.

Verlaufszeichen: Es lässt sich zwar über die mögliche Belastungszeit und die Bewegungsqualität eine Aussage machen. Diese Verbesserung beruht jedoch auf einer Ökonomisierung von Bewegungsabläufen aufgrund einer verbesserten Koordination sowie einer allgemeinen Kraftzunahme. Die Belastbarkeit des L.c.c. lässt sich nicht messen.

4.1.3 Verbesserte Propriozeption

4.1.3.1 Stand auf labilen Unterlagen wie Koordinationskissen, Wackelbrett oder Airex

Durchführungskriterien: Sinnvoll sind 5 Serien à 40 Sekunden. Der Hund steht mit den hinteren Extremitäten (oder mit allen Extremitäten) auf einer labilen Unterstützungsfläche. Entscheidend ist die Qualität bzw. Stabilität der hinteren Extremitäten. Die Schwierigkeit soll anhand der Unterstützungsfläche der Fähigkeit der Stabilisierung angepasst werden. Der Hund soll gefordert jedoch nicht überfordert werden. Weitere Progressionen können über das Anheben einer VGLM gemacht werden oder über erhöhtes Stehen der VGLM mit dem Ziel die Belastung der HGLM zu vergrössern.

Verlaufszeichen: Die Unterstützungsfläche kann bei verbesserter Stabilität zusehends labiler gewählt werden bzw. verkleinert werden.

Abbildung 27: Koordinationstraining auf Koordinationskissen

Abbildung 28: Koordinationstraining auf Wackelbrett

4.1.3.2 Hinterpfote anheben

Durchführungskriterien: Das gezielte Anheben der Hinterpfote fördert das Bewusstsein für die Hinterhand. Zudem werden, je nach Technik des Hundes, die Muskelgruppen im Bereich des Oberschenkels und der lange Rückenstrecker auf unterschiedliche Weise aktiviert.

Verlaufszeichen: Qualität der Bewegungsausführung

Abbildung 29: gezieltes Anheben der Hinterpfote

4.1.4 Verbesserte Kraft der muskulären Agonisten des L.c.c.

4.1.4.1 Cavaletti-Training

Durchführungskriterien: Der Hund soll über mehrere Cavalettis steigen. Die Höhe der Cavalettis soll so gewählt werden, dass der Hund die Bewegung zielgerichtet und ohne kompensatorische Bewegungen durchführen kann. Die Dosierung kann mit Gewichtsmanschetten und einer Erhöhung der Cavalettis gesteigert werden.

Verlaufszeichen: Höhe der Cavaletti, Gewicht der Manschetten

Abbildung 30: Cavaletti-Training ohne Gewichtsmanschetten

Abbildung 31: Cavaletti-Taining mit Gewichtsmanschetten

5 DISKUSSION

5.1 Diskussion der Methode

Die Herausforderung beim Schreiben dieser Arbeit zeigte sich v.a. in der Vielfältigkeit möglicher prädisponierender Faktoren. Das Definieren der physiotherapeutisch beeinflussbaren Faktoren beruhte dann weitgehend auf theoretischen Überlegungen. Die Beeinflussbarkeit einzelner prädisponierenden Faktoren müsste in einer grösseren und v.a. über längeren Zeit angelegten Untersuchung betrachtet werden.

Als Halter einer Deutschen Dogge mit Ruptur des L.c.c. habe ich das Augenmerk in dieser Arbeit vorwiegend auf diese Rasse gelegt. Es machte weiter Sinn, für die Vergleichbarkeit der Winkelstellung nur eine Hunderasse genauer zu betrachten. Die Deutsche Dogge war somit stellvertretend für weitere grosse Hunderassen bzw. Riesenrassen näher betrachtet worden.

Die Beantwortung der Frage nach den prädisponierenden Faktoren grosser Hunderassen, die eine Ruptur des L.c.c. begünstigen, war Teil dieser Arbeit. Die Angaben in der Literatur bezüglich prädisponierender Faktoren sind weitgehend einheitlich. Die Körpermasse, der Trainingszustand, Arthritiden, die Neigung des Tibiaplateaus, Frühkastration und das Alter werden mehrfach diskutiert. Auch ein Zusammenhang zwischen der Winkelung und einer Ruptur des L.c.c. wird diskutiert.

Winkelung der HGLM: Der Zusammenhang zwischen der Winkelstellung und einer möglichen Ruptur des L.c.c. war für mich von grossem Interesse, da bezüglich dieses Faktors nur wenige Untersuchungen bestehen. Es sind weitgehend theoretische Überlegungen, die einen Zusammenhang zwischen der Winkelung und einer Ruptur des L.c.c. vermuten lassen. Koch (2015) erklärt in seinem Buch die biomechanischen Kräfte, die auf das Kniegelenk wirken. Bei einem offenen Kniegelenkswinkel wird das L.c.c. deutlich stärker belastet wie bei einer ausgeprägteren Winkelung des Kniegelenks. Neben den biomechanischen Überlegungen beschreibt Paatsama (1952) eine Relation zwischen der Häufigkeit von Rupturen des L.c.c. und der steilen Kniegelenkstellung. Vezzoni (2002) stellt anhand von Messungen der Winkelstellung fest, dass ein Zusammenhang der Winkelung und der Häufigkeit einer Ruptur des L.c.c. vorhanden ist.

Ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit einer Kreuzbandruptur und einem offenen Kniegelenkwinkel konnte anhand der in dieser Arbeit gemessenen Winkelstellungen ebenfalls festgestellt werden.

Es resultierte daraus die Überlegung, dass der Hund mit einer steilen Stellung im Kniegelenk dieses vermehrt in einer flektierten Stellung belasten lernen muss.

Vermehrte Belastbarkeit des L.c.c.: Weiter interessierte mich ein möglicher direkter Zusammenhang zwischen der Stabilität des L.c.c. und einer Ruptur desselben. Ein Zusammenhang kann angenommen werden, da sich eine Ruptur des L.c.c. mit zunehmendem Alter häufiger zeigt. Reese (1995), Vasseur et al. (1985) und Paatsama (1995) stellen ein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit einer Ruptur des L.c.c. und dem Alter fest. Weiter erwähnen Tipton (1970) und Van den Berg (2016), dass durch eine längere Immobilisation die Stabilität des Gewebes abnimmt. Van den Berg (1999) beschreibt zudem eine Stabilitätszunahme von Gewebe, welches physiologisch belastet wird.

Durch das Stimulieren der Kollagensynthese müsste es also möglich sein, die Stabilität des L.c.c. zu verbessern. Vorsicht ist jedoch bei ausgewachsenen, grossen Hunden geboten. Durch eine eventuell bereits bestehende chronische Degeneration des L.c.c., könnte sich eine zusätzliche Belastung des L.c.c. im kollagenen Bereich negativ auswirken. Viel mehr macht es aus diesem Grund Sinn das Gewebe während dem Wachstum des Junghundes gezielt zu belasten um in dieser Zeit bestmögliche Voraussetzungen bezüglich der Stabilität des L.c.c. zu schaffen.

Inwieweit sich eine Verbesserung der Belastbarkeit des Gewebes zeigen könnte, war im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht zu erörtern. Ob manuelle Massnahmen, bzw. gezielte Belastungsreize während dem Wachstum einen positiven Einfluss auf die Belastbarkeit haben, wurde in dieser Arbeit nur theoretisch hergeleitet. Die Beeinflussbarkeit des prädisponierenden Faktors der Belastbarkeit des L.c.c. müsste durch eine Langzeituntersuchung bestätigt oder verworfen werden.

Verbesserte Propriozeption: Die Literatur ist sich bezüglich des Nutzens eines propriozeptiven Trainings einig. Dass der Trainingszustand von Hunden bezüglich der Propriozeption und der Kraft einen Zusammenhang zur Stabilität hat, stellt Mai (2011) fest. Sie erwähnt weiter, dass ein Propriozeptionstraining eine Verbesserung der Wahrnehmung mit sich bringt. Dass Kraftübungen und Propriozeptionstraining sinnvoll sind für die Stabilität im Kniegelenk, ist in der Humanphysiotherapie gut beschrieben. Laube (2004) beschreibt in seinem Buch die Trainierbarkeit des sensomotorischen Systems. Laube und Bertram (2006) erklären, dass der Organismus zwingend wiederholte Reize benötigt, um die Gewebe und Organe zu entwickeln und zu erhalten. Nur so kann ein ökomonisches Zusammenspiel dieser Strukturen ermöglicht werden.

Verbesserte Kraft der muskulären Agonisten des L.c.c.: Den Faktor Kraft noch etwas gezielter unter dem Aspekt der Agonisten und Antagonisten des L.c.c. zu betrachten, machte für mich insofern Sinn, da diese Unterteilung auch in der Literatur getroffen wird. Henderson und Milton (1978) und O'Conner (1993) beschreiben die biomechanische Beziehung zwischen der Muskulatur und dem L.c.c. Ein Training der Agonisten erscheint primär als sinnvoll. Betrachtet man jedoch den Aspekt wie von Fischer (2012) erwähnt, dass während der höchsten Belastung in der ersten Hälfte der Stemmphase die hohe Spannung des Quadriceps einen cranial tibial thrust induziert, und erst in der zweiten Hälfte der Stemmphase diese Kräfte durch die Agonisten kompensiert werden, ist es fraglich, ob ein Training der Agonisten auch wirklich einen Erfolg bringen könnte. Auch hier müsste wiederum ein längeres gezieltes Training umgesetzt werden. Dessen Wirksamkeit müsste durch Langzeituntersuchungen beobachtet werden.

Es bräuchte weitere Untersuchungen, um einzelne Aspekte dieser Arbeit genauer zu erläutern. Es würde dementsprechend Sinn machen, jeweils gezielt einen Aspekt zu betrachten, um dadurch den Effekt eines Trainings genauer evaluieren zu können. Da eine Ruptur des L.c.c. in jedem Alter auftreten kann, wäre das Untersuchen von Langzeitresultaten von grosser Bedeutung.

5.2 Diskussion der Resultate

Die aus der Methode definierten prädisponierenden Faktoren waren Grundlage für die Erstellung eines Programms, das der Entstehung einer Ruptur des L.c.c. entgegenwirkt.

Anhand der physiotherapeutischen Ziele wie die verbesserte Winkelung, die verbesserte Belastbarkeit des L.c.c., die verbesserte Propriozeption und die verbesserte Kraft (insbesondere der Agonisten des L.c.c.) wurden Übungen zusammengestellt.

Es gibt unterschiedliche Literatur wie Gymnastricks von Mayer (2013), Physiotherapie und Bewegungstraining für Hunde von Mai (2011) oder Physiotherapie in der Kleintierpraxis von Hohmann (2012). Alle zeigen Möglichkeiten für ein Krafttraining auf oder Übungen, die die Propriozeption verbessern. Diese Übungen sinnvoll zu kombinieren und diese so anzupassen, dass sie von grossen Hunderassen ausgeführt werden können, war ein weiterer Schritt in der Umsetzung dieser Arbeit.

Die **Belastung der Extremitäten unter vermehrter Flexion** war das erste Ziel, das es zu erarbeiten galt. Das Gehen unter Hindernissen hindurch bot sich dafür an. Der Hund wird dadurch in eine vermehrte Flexion der Extremitäten gezwungen. Die benötigte Muskulatur wird gekräftigt und der Hund lernt den Körper unter vermehrter Flexionsstellung der

Extremitäten zu belasten. Kann ein Hund während einer Übung seine Extremtäten unter vermehrter Flexion belasten, bedeutet dies aber noch nicht, dass er dies auch sonst im Alltag umsetzt. Ein Tape könnte dafür eine wertvolle Unterstützung sein. Im Stand zeigte sich bei Iva nach dem Anbringen eines Tapes eine deutlich ausgeprägtere Flexionstellung im Kniegelenk. Inwieweit sich ein Tape in diesem Zusammenhang als sinnvoll zeigen könnte, müsste in weiteren Untersuchungen mit einer grösseren Probandenzahl genauer analysiert werden.

Übungen zur Belastung unter vermehrter Flexionsstellung im Kniegelenk müssten regelmässig und v.a. über einen längeren Zeitraum trainiert werden, um eine mögliche Verbesserung der Winkelung aufzeigen zu können. Der Effekt dieses Trainings bezüglich des Risikos einer späteren Ruptur des L.c.c. kann erst nach jahrelanger Beobachtung beurteilt werden.

Die Wirksamkeit von manuellen Techniken in Form von Cranial-Gleiten der Tibia (Grand III / IV) auf die **Belastbarkeit des L.c.c.** lässt sich ebenfalls erst nach Jahren beurteilen. Es ist laut Van den Berg (2016) sinnvoll, Strukturen für eine Stimulation der Kollagensynthese zu belasten. Genauso wichtig ist es, den heranwachsenden Hund im Alltag sinnvoll zu trainieren. Es ist jedoch sehr schwierig, eine Struktur im Alltag mit der richtigen Intensität physiologischen Reizen auszusetzen. Bezüglich der Belastungssteigerung des Junghundes während dem Wachstum gibt es zwar Richtwerte wie beispielsweise diejenigen von Koch «Empfehlung für die Bewegung von Junghunden», genauere Angaben findet man jedoch nicht. Es gilt also die Bewegungsqualität im Alltag zu beurteilen, Ermüdung zu erkennen und anhand dieser die Belastung kontinuierlich anzupassen. Zwischen Struktur und Funktion besteht ein Abhängigkeitsverhältnis zweier veränderlichen Grössen, demzufolge eine Veränderung der einen Grösse eine Veränderung der anderen bedingt. Eine zu grosse Belastung würde die Struktur schädigen, ist die Belastung jedoch zu gering, wird keine adaptive Reaktion ausgelöst.

Übungen für den **Trainingszustand des Hundes** (v.a. bezüglich der Propriozeption und der Kraft) wurden ebenfalls mit Hilfe der Literatur von Mayer (2013), Mai (2011), und Hohmann (2012) erarbeitet. Die Trainierbarkeit der Propriozeption bestätigt sich in der Literatur. Dass über die verbesserte Koordination und Kraft auch die Stabilität des Kniegelenks verbessert wird, ist v.a. in der Humanphysiotherapie gut beschrieben. Kräftigende Massnahmen in der geschlossenen Kette sind denjenigen in der offenen Kette vorzuziehen, da die grösste Belastung auf das L.c.c. laut Fischer (2012) während der Belastung der HGLM in der geschlossenen Kette wirkt. Als reine Kraftübungen sind jedoch auch Übungen wie das Cavaletti-Training sinnvoll. Die Umsetzung in der Funktion, in der der Hund die Stabilität und

Kraft auch benötigt, ist jedoch das Ziel einer jeden Übung. Das Training in der geschlossenen Kette findet vorwiegend mit den Übungen für die Belastung unter Flexion und mit den Koordinationsübungen statt.

Im Allgemeinen zeigte sich die Schwierigkeit, den Effekt der jeweiligen Massnahmen zu eruieren. Das Training müsste über eine längere Zeit durchgeführt werden. Ob ein derartiges Training das Risiko eine Ruptur des L.c.c. langfristig reduziert, kann erst nach einer mehrjährigen Untersuchung beurteilt werden.

5.3 Schlussfolgerung

Es gibt prädisponierende Faktoren, die durch ein gezieltes Training beeinflusst werden können. Neben diesen durch ein Training beeinflussbaren Faktoren, liegt ein grosser Teil der Verantwortung jedoch bei den Züchtern.

Rassenhunde sind einzigartig – weil Rassenhunde einzigartige Merkmale besitzen.

Die Gesundheit sollte in der Hundezucht diesen einzigartigen Merkmalen jedoch übergeordnet sein, denn nicht alle gesundheitlichen Probleme können physiotherapeutisch gelöst werden!

6 DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Realisierung dieser Diplomarbeit unterstütz haben.

Bei Kathrin Herzog und Marco Mouwen möchte ich mich vielmals für die Betreuung der Diplomarbeit und für die wertvollen Ratschläge bedanken.

Ein besonderer Dank geht auch an Daniel Koch, der mich bei der Literaturrecherche immer wieder unterstützte.

Einen Dank möchte ich Ruth Stolzewski aussprechen, die tolle Fotos für die Diplomarbeit zur Verfügung stellte. Ebenso möchte ich mich bei den Besitzern der fotografierten Deutschen Doggen bedanken.

Weiter danke ich Maren Fuchs, die sich spontan mit ihren beiden Doggen für ein Fotoshooting zur Verfügung stellte.

Ich danke Yves Soutter für die Unterstützung bei der Korrektur der Arbeit.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner Partnerin Michèle d’Hondt für die seelische Unterstützung und die Motivation bedanken.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Brunnberg, L. (1987). Klinische und experimentelle Untersuchungen zu Ätiologie, Pathogenese und Therapie der Ruptur des Ligamentum. *Habilitationsschrift, Chirurgische Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität,*.

Challande-Kathmann, I. (2014). Physiotherapie beim Kreuzbandriss–Welche Maßnahmen sind sinnvoll? *kleintier konkret, 17*(04), S. 3-10.

De Angelis, M., & Lau, R. (1970). A lateral retinacular imbrication techynique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, S. 79-84.

De Rooster, Hilde, De Bruin, T., & Van Bree, H. (2006). Invited review—morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments. *Veterinary surgery, 35*(8), S. 769-780.

Denn, H., & Barr, A. (1987). A further evaluation of the ‘over-the-top’technique for anterior cruciate ligament replacement in the dog. *Journal of Small Animal Practice, 28*(8), S. 681-686.

Fischer, M., & Lilje, K. (2012). *Hunde in Bewegung* (Bd. II). Dortmund: Franckh-Kosmos.

Flo, G., & De Young, D. (1978). Meniscal Injuries and Medial Meniscectomy in the Canine Stifle. *Journal of the American Animal Hospital Association, 14*, S. 683-689.

Frans , v. (2016). *Angewandte Physiologie: Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen* (Bd. II). Thieme.

Gambardella, P., Wallace, L., & Cassidy, F. (1981). Lateral suture technique for management of anterior cruciate ligament rupture in dogs: a retrospective study. *The Journal of the American Animal Hospital Association*.

Gielen, E. (2005). Radiologische Untersuchung des Neigungswinkels des Tibiaplaeaus als möglicher prädisponierender Faktor für die Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Hund.

Harrison, J., & Montavon, P. (1981). Extracapsular technic for stabilization of anterior tibial motility. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 123*(1), S. 1.

Häusler, K., & Friedrich, B. (2011). *Kreuzbandriss beim Hund* (1 Ausg.). Kynos.

Henderson, R., & Milton, J. (1978). The tibial compression mechanism: a diagnostic aid in stifle injuries. *Journal American Animal Hospital Association*.

Hohmann, M. (2012). *Physiotherapie in der Kleintierpraxis - Von der Befundung zum Therapieplan.* Sonntag.

Hulse, D., & Shires, P. (1981). Observation of the posteromedial compartment of the stifle joint. *The Journal of the American Animal Hospital Association*.

Hundeherz - das kompetente Hundeportal der Schweiz. (15. 4 2014). Abgerufen am 16. 7 2016 von https://www.hundeherz.ch/fachbeitrag/der-kreuzbandriss-beim-hund

Koch, D. (2015). *Wachstum und Skelett beim Welpen.* Abgerufen am 23. 7 2016 von http://www.dkoch.ch/xp_wysiwyg_media/Seminare/Schulungen%20privat/Orthopa%CC%88die%20Junghunde%202015.pdf

Koch, D., & Fischer, M. (2015). *Lahmheitsuntersuchung beim Hund.* Enke Verlag.

König, H., & Liebich, H. (2012). *Anatomie der Haussäugetiere* (Bd. V). München: Schattauer.

Laube, W. (2004). Das sensomotorische System, die Bewegungsprogrammierung und die sensomotorische Koordination beim Gesunden und Verletzten. *ÖZPMR, 14*(1), S. 35-49.

Laube, W., & Bertram, A. (2006). Koordinationstraining als Sturzprävention. *physiopraxis, 4*, S. 26-29.

Levy, M., Torzilli, P., & Warren, R. (1982). The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee. *Journal of Bone and Joint Surgery, 64-A*, S. 883-887.

Mai, S. (2011). *Physiotherapie und Bewegungstraining für Hunde* (2 Ausg.). Stuttgart: Sonntag.

Mayer, C. (2013). *Gymnastricks - Gezieltes Muskeltraining für Hunde* (1 Ausg.). Kynos.

Morris, E., & Lipowitz, A. J. (2001). Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 218*, S. 363-366.

O'Conner, J. (1993). ‘Can Muscle Co-Contraction Protect Knee Ligaments After Injury? *J. Bone Joint Surg. Br. B, 75*, S. 41-48.

Paatsama, S. (1952). Ligament injuries in the canine stifle joint. *Habitationsschrift*.

Reese, S. (1995). Untersuchungen am intakten und rupturierten Ligamentum Cruciatum Craniale des Hundes. *Institut für Veterinäranatomie der Freien Universität Berlin*.

Scavelli, T., Schrader, S., Matthiesen, D., & Skorup, D. (1990). Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases (1982-1988). *Journal of the American Veterinary Medical Association, 196*(7), S. 1135-1138.

Shoemaker, S., & Markolf, K. (1986). The role of the Meniscus in the Anterior-Posterior Stability of the Loaded Cruciate-Deficient Knee. *Journal of Bone and Joint Surgery, 68-A*, S. 71-79.

Slauterbeck, J., Pankratz, K., Bezeman, S., & Hardy, D. (2004). Canine ovariohysterectomy and orchiectomy increases the prevalence of ACL injury. *Clinical orthopaedics and related research, 429*, S. 301-305.

Tipton, C., James, S., Mergner, W., & Tse-Kia Tcheng. (kein Datum). The influence of exercice on strength of medial collateral knee ligamnets of dogs. *American Journal of Physiology, 218*, S. 894-902.

Vasseur, P., Pool, R., Arnoczky, S., & Lau, R. (1985). Correlative biomechanical and histologic study of the cranial cruciate ligament in dogs. *American journal of veterinary research, 46*(9), S. 1842-1854.

Vezzoni , A., Demaria, M., Corbari, A., & Cirla, A. (2002). Non-traumatic cranial cruciate ligament injuries. *1st World Orthopaedic Veterinary Congress*, 199-203. München.

8 ERKLÄRUNG

Die vorliegende Arbeit wurde selbstständig unter Aufsicht und Betreuung von Marco Mouwen und Kathrin Herzog verfasst und es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet.

Datum:

Unterschrift:

Dateiname der elektronischen Speicherform:

DA - Prädisp. Fakt. Ruptur L.c.c. und präv. Behandlung