

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Institut/Klinik für Kleintierchirurgie
(Leiterin: Ass.-Prof. Dr.med.vet. Britta Vidoni)
Ambulanz für Physikalische Medizin und Rehabilitation

**Beeinflussung der posturalen Stabilität durch
Unterwassertherapie bei Hunden mit Lahmheit der
Hinterextremität**

Diplomarbeit
Zur Erlangung des akademischen Grades einer
MAGISTRA MEDICINAE VETERINARIAE

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Judith Sophia Reingruber

Wien, im Juni 2021

Betreuerin:

Priv. Doz. Dr. habil. Barbara Bockstahler, Diplomate ECVSMR, ACVSMR, FTA, CCRP

Department für Kleintiere und Pferde, Kleintierchirurgie,

Ambulanz für Physikalische Medizin und Rehabilitation

Veterinärmedizinische Universität Wien

Veterinärplatz 1

1210 Wien

Betreuende Assistentinnen:

Dr.med.vet. Dipl.ECVSMR Marion Mucha

Dr.med.vet. Bianca Reicher

Dr.med.vet. Kathleen Wittek

Gutachter:

Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Peham

Danksagung

Vielen lieben Dank an meine Betreuerin, Frau Priv. Doz. Dr. habil. Barbara Bockstahler, für die kompetente Betreuung meiner Diplomarbeit. Ihr stets offenes Ohr für alle meiner Anliegen und Fragen und ihre Anregungen und Unterstützung haben mir sehr geholfen.

Außerdem möchte ich allen Hunden und deren Besitzern, die bei unserer Studie mitgewirkt haben, danken.

Ein weiteres großes Dankeschön gilt dem Physioteam der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Dr. Bianca Reicher, Dr. Marion Mucha und Dr. Kathleen Wittek, für die herzliche Unterstützung bei der Durchführung der Studie.

Auch möchte ich mich bei Frau Mag. Karin Rosegger herzlichst für alles, was sie mir beigebracht hat, bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch meinen Freundinnen, insbesondere meinen Uni-Freundinnen mit denen der Uni-Alltag um einiges leichter und vor allem viel schöner und lustiger geworden ist. Danke für die unglaublich anstrengenden, aber sehr schönen Jahre mit euch!

Zu guter Letzt möchte ich vom ganzen Herzen meiner Familie, meinem Freund Thomas und meinen Hunden danken. Vielen lieben Dank für die Unterstützung und dass ihr immer an mich geglaubt habt. Ohne euch wäre mein Studium nicht möglich gewesen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Fragestellung	3
1.1.	Ziele der Arbeit	4
1.2.	Hypothese	4
2.	Literaturübersicht	5
2.1.	Osteoarthrose	5
2.1.1.	Diagnose.....	6
2.1.1.1.	Anamnese und klinische Untersuchung	6
2.1.1.2.	Radiologische Untersuchung	7
2.1.1.3.	Objektive Lahmheitsmessung.....	8
2.1.1.3.1.	Center of Pressure (CoP)	9
2.1.2.	Therapie.....	12
2.1.2.1.	Unterwassertherapie.....	14
3.	Material und Methode.....	17
3.1.	Ethik.....	17
3.2.	Patienten und Auswahlkriterien	17
3.3.	Kontrollgruppe	19
3.4.	Druckmessplatte	20
3.5.	Unterwassertherapie.....	21
3.6.	Messwerte/Parameter	22
3.7.	Statistik	25
4.	Ergebnisse.....	26
4.1.	Vergleich der Versuchsgruppe vor der Unterwassertherapie mit der Kontrollgruppe	27

4.1.1.	Ground Reaction Forces	27
4.1.2.	CoP-Werte	35
4.2.	Vergleich der Versuchsgruppe nach der Unterwassertherapie mit der Kontrollgruppe	43
4.2.1.	Ground Reaction Forces	43
4.2.2.	CoP-Werte	51
4.3.	Vergleich der Versuchsgruppe vor und nach der Unterwassertherapie im Schritt und im Trab.....	60
4.3.1.	Ground Reaction Forces	60
4.3.2.	CoP-Werte	61
5.	Diskussion	68
6.	Zusammenfassung	77
7.	Summary	79
8.	Abkürzungsverzeichnis	81
9.	Literaturverzeichnis	84
10.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	91

1. Einleitung und Fragestellung

Osteoarthrose ist die am öftesten vorkommende Gelenkserkrankung, sowohl in der Humanmedizin (Felson et al. 2000, Pereira et al. 2015) als auch in der Veterinärmedizin (Mele 2007). Osteoarthrose wird auch als degenerative Gelenkserkrankung (degenerative joint disease DJD) bezeichnet. Es handelt sich dabei um eine nicht infektiöse, nicht entzündliche Form der Arthritis, die mit einer Degeneration des Gelenkknorpels einhergeht. Auch wenn sie zu der nicht entzündlichen Form der Arthritis zählt, geht sie mit einer mononukleären Entzündung einher (Schulz 2013). O'Neill et al. (2014) haben in ihrer Studie festgestellt, dass Osteoarthrose mit einer Prävalenz von 6,6 % in den Tierarztpraxen in England eine der häufigsten Leiden darstellt. Wobei bei Osteoarthrose signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Rassen (Labrador Retriever, Staffordshire Bull Terrier, Jack Russell Terrier, Cocker Spaniel, Deutscher Schäferhund, Yorkshire Terrier, Border Collie und Mischlinge) gefunden worden sind (O'Neill et al. 2014). Diagnostiziert wird eine Osteoarthrose meist mittels klinischer und orthopädischer Untersuchung und bildgebender Verfahren (Schulz 2013). Therapeutisch kann sowohl konservativ als auch chirurgisch vorgegangen werden (Schulz 2013). Häufig wird konservativ und multimodal therapiert und beispielsweise eine Kombination von Medikamenten, Nahrungsergänzungsmitteln und Gewichts- und Bewegungsmanagement eingesetzt (Innes 2012). Zu der konservativen Therapie zählen auch physikalische Methoden, zu welchen unter anderem auch die Unterwassertherapie gehört (McLean und Millis 2019). Welche Effekte die Unterwassertherapie auf Patienten mit Osteoarthrose hat, ist in der Humanmedizin schon in einigen Studien beschrieben worden. Taglietti et al. (2018) haben die Auswirkungen der Unterwassertherapie auf die Schmerzintensität, die Funktionalität und die Lebensqualität bei Menschen mit Gonarthrose untersucht. Sie sind zu dem Ergebnis gekommen, dass die Patienten, die unter Wasser therapiert worden sind, bessere Werte bezüglich der Funktionalität und des Schmerzes gezeigt haben (Taglietti et al. 2018). Im Review von de Mattos et al. (2016) werden die Effekte von Unterwassertherapie auf die Muskelkraft und die Funktionalität bei Menschen mit Osteoarthrose thematisiert. Es hat sich gezeigt, dass bezüglich der Funktionalität, im Vergleich zu Therapien, die an Land durchgeführt werden, bessere Ergebnisse mit der Therapie unter Wasser erzielt werden können. Bei der Muskelkraft sind kontroverse Ergebnisse festgestellt worden, wobei in einigen Studien durchaus positive Effekte auf die Muskelkraft nach Unterwassertherapie eruiert worden sind (Mattos et al. 2016).

Ebenso sind in zahlreichen humanmedizinischen Studien die Effekte der Unterwassertherapie auf die posturale Stabilität bzw. Balance bei verschiedensten Erkrankungen (Schlaganfall, Parkinson und Fibromyalgie), welche einen negativen Effekt auf die Balance haben, untersucht worden. Es zeigen sich auch hier durchwegs positive Effekte (Iatridou et al. 2017, Trevisan et al. 2017, Volpe et al. 2014). Sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin eignet sich der Center of Pressure (CoP) bzw. dessen Schwankungen zur Messung der Stabilität (Gao et al. 2019, López et al. 2019a, Reicher et al. 2020).

1.1.Ziele der Arbeit

Angelehnt an die Studie von Preston und Wills (2018), in der bewiesen worden ist, dass sich bei Labrador Retrievern mit Ellbogendysplasie (ED) sowohl die Range of Motion (ROM) als auch die Schrittlänge schon nach einer Einheit Unterwassertherapie vergrößert haben (Preston und Wills 2018), wird in dieser Diplomarbeit untersucht, ob der CoP, der ein Indikator für Stabilität bzw. Balance ist, auch schon nach einer Einheit am Unterwasserlaufband eine positive Veränderung zeigt. Damit könnte bewiesen werden, dass sich nicht nur die ROM und die Schrittlänge, sondern auch der CoP als objektiver Messwert für einen Therapieerfolg eignen. Dafür wird der CoP bei Hunden mit Osteoarthritis an der Hintergliedmaße direkt vor und nach einer Einheit Unterwassertherapie mittels einer Druckmessplatte ermittelt, um später die Unterschiede herauszuarbeiten. Damit könnte man den positiven Effekt der Unterwassertherapie auf den CoP und somit auf die Stabilität bzw. Balance objektivieren.

1.2. Hypothese

Infolgedessen lautet die Hypothese, dass sich der CoP bei Hunden mit Osteoarthritis in der Hinterextremität nach einer Einheit Unterwassertherapie signifikant dem CoP-Profil eines gesunden Hundes annähert.

2. Literaturübersicht

2.1. Osteoarthritis

Osteoarthritis ist die am häufigsten diagnostizierte Gelenkserkrankung in der Veterinärmedizin (Mele 2007, Anderson et al. 2018.) Osteoarthritis ist eine progressive, degenerative Gelenkserkrankung, bei der es zu einem Verlust des Gelenkknorpels und in Folge zu einem Freiliegen des subchondralen Knochens und einer Erweiterung des Gelenkspaltes kommt. Des Weiteren zieht sie eine chronische, nicht purulente Entzündung mit sich und demzufolge führt sie zu einer Zerstörung des umliegenden Gewebes. Durch den folgenden Knochenumbau kommt es zum Auftreten von Osteophyten und zu einer Sklerose des subchondralen Knochens (Mele 2007, Anderson et al. 2018, Johnston 1997). Klinisch zeigen sich ein chronischer Gelenksschmerz, eine eingeschränkte Beweglichkeit, Lahmheit und eine geringere Lebensqualität (Mele 2007, Comblain et al. 2016).

Osteoarthritis ist vor allem eine Erkrankung geriatrischer Hunde großer Rassen. Als Risikofaktoren sind beispielsweise Übergewicht, Traumata, genetische Prädisposition bzw. Rassenzugehörigkeit, Kastration und ein Alter über acht Jahren beschrieben (Mele 2007, Anderson et al. 2018). Es kann zwischen einer primären und einer sekundären Osteoarthritis unterschieden werden. Die primäre Form ist dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Faktoren der Pathogenese nicht bekannt sind und sie wird somit auch als idiopathische Osteoarthritis bezeichnet. Viel häufiger kommt die sekundäre Form vor (Schulz 2013), bei der es sekundär zu einer Osteoarthritis aufgrund anderer Ursachen kommt. Diese Ursachen sind beispielsweise die Hüftdysplasie (HD), die durch eine Instabilität bzw. eine Hüftgelenkslaxizität gekennzeichnet ist oder auch ein fragmentierter Processus coronoideus medialis (FCP) oder eine Osteochondrosis dissecans. Auch können Luxation oder Subluxation im Allgemeinen genannt werden. Des Weiteren kann zudem ein Kreuzbandriss oder eine Patellaluxation sekundär zu einer Osteoarthritis führen (Mele 2007, Alam et al. 2011). Anderson et al. (2018) haben beschrieben, dass es bei 11,4 % der an Osteoarthritis erkrankten Hunden zu einer Verkürzung der Lebensspanne gekommen ist (Anderson et al. 2018).

Bezüglich der Prävalenz gibt es unterschiedliche Meinungen in der Literatur. Anderson et. al (2018) haben in ihrer Studie die Prävalenz von Osteoarthritis in der Hundepopulation in

Großbritannien untersucht und herausgefunden, dass diese bei 2,5 % liegt. Dies bedeutet, dass bei einer Anzahl von acht Millionen Hunden in Großbritannien 200000 von Osteoarthritis betroffen sind (Anderson et al. 2018). O'Neill et al. (2014) haben eine Prävalenz von 6,6 % der Hunde in England beschrieben (O'Neill et al. 2014). Es wird sogar von einer Prävalenz von Osteoarthritis von 20 % bei Hunden über einem Jahr berichtet (Aragon et al. 2007, Johnston 1997). Dass die Rasse bzw. die Größe der Hunde eine erhebliche Auswirkung auf das Auftreten von Osteoarthritis haben, ist auch in der Studie von Anderson et al. (2018), in der beschrieben wird, dass elf Rassen (Border Collie, Bull Mastiff, Dogue de Bordeaux, Deutsch Kurzhaar, Deutscher Schäferhund, Golden Retriever, Labrador Retriever, Old English Sheepdog (Bobtail), Rottweiler, Collie Rough (Schottischer Schäferhund) und der Springer Spaniel) stärker betroffen sind als Mischlinge, thematisiert worden. Am stärksten betroffen sind Rottweiler, Dogue de Bordeaux und Old English Sheepdog (Bobtail) (Anderson et al. 2018).

2.1.1. Diagnose

2.1.1.1. Anamnese und klinische Untersuchung

Bei der Anamnese wird von den Besitzern oftmals berichtet, dass ihre Tiere eine Bewegungsunlust bis zu Bewegungsintoleranz, eine Steifheit nach Inaktivität, eine Lahmheit, eine Sprungunfähigkeit und sogar Verhaltensänderungen zeigen, wobei die Symptome stark variieren können (Innes 2012). Zu einer vollständigen Lahmheitsdiagnostik gehört, neben der Anamnese, auch noch die Durchführung eines orthopädischen Untersuchungsganges, der aus Adspektion in Ruhe und in Bewegung, Adspektion und Palpation (oberflächliche und tiefe) an belasteter und aufgehobener Gliedmaße und aus der Untersuchung der Wirbelsäule besteht. Bei der Adspektion in Ruhe wird auf die Belastung und die Stellung der Gliedmaßen und die Winkelung der Gelenke geachtet. Bei der Adspektion in Bewegung wird der Patient von vorne, von hinten und von den Seiten im Schritt und im Trab beurteilt. Um noch ein genaueres Bild der Lahmheit zu bekommen, kann der Patient beim Aufstehen, beim Treppensteigen oder beim Gehen auf unebenem Untergrund beurteilt werden (Koch und Fischer 2015, Kramer und Kofler 2014). Danach wird die Lahmheit in fünf Grade eingeteilt (Kramer und Kofler 2014). In der Studie von Waxman et al. (2008) ist der Zusammenhang von der subjektiven und der objektiven Lahmheitsbeurteilung bei gesunden Hunden und solchen mit induzierter Lahmheit untersucht

worden. Dafür sind die Hunde von drei Kleintierchirurgen, die jeweils eine Praxiserfahrung in der Kleintierorthopädie von mindestens zehn Jahren aufgewiesen haben, und drei erstsemestrigen Veterinärmedizinstudenten beurteilt worden. Des Weiteren ist eine Messung mittels Druckmessplatte durchgeführt worden. Es hat sich gezeigt, dass die Korrelation, wenn es sich nicht um eine sehr starke Lahmheit handelt, zwischen subjektiver Beurteilung der Kleintierchirurgen und Studenten und objektiver Messung mittels Druckmessplatte schwach ist (Waxman et al. 2008). Je nach Gelenk können sich bei der klinischen Untersuchung unterschiedliche Anzeichen für Osteoarthritis zeigen. Bei einer Osteoarthritis im Hüftgelenk (Coxarthrose) können sich beispielsweise neben einer eingeschränkten Extension auch Schmerzen bei Durchführung dieser, des Weiteren auch noch Krepitation und Muskelatrophie zeigen. Betrifft die Osteoarthritis das Kniegelenk (Gonarthrose), können bei der orthopädischen Untersuchung oftmals neben Schmerzen besonders bei Streckung, auch ein Gelenkerguss, ein Beweglichkeitsverlust, eine Krepitation und eine Schwellung am medialen und distalen Teil des Oberschenkelknochens festgestellt werden. Auch bei Osteoarthritis im Tarsus können sich Symptome wie Schmerzen während der Beugung, verminderte Beugung, ein Gelenkerguss und eine Kapselverdickung zeigen. Des Weiteren können sogar Osteophyten ertastet werden (McLean und Millis 2019).

2.1.1.2. Radiologische Untersuchung

Radiologisch können mehrere Anzeichen für Osteoarthritis, wie beispielsweise Osteophyten, Enthesiophyten, subchondrale Sklerose, subchondrale Zysten, Gelenkerguss, Schwellungen von Weichteilstrukturen oder auch intraartikuläre Mineralisation, festgestellt werden, wobei auch bewusst sein muss, dass Osteophyten nicht pathognomonisch für eine Osteoarthritis sind (Innes 2012). Butler und Gambino (2017) beschreiben, dass die ventrodorsale, in der Hüfte gestreckte Lagerung, die häufigst genutzte Lagerung für die Projektion des Hüftgelenkes ist. Diese eignet sich sehr gut, um das Gelenk auf Osteoarthritiszeichen zu untersuchen. Für Coxarthrose typische Zeichen werden periartikuläre Osteophytensäume am Femur und entlang des Azetabularrandes, subchondrale Sklerose des kraniodorsalen Azetabulums und Gelenksumbau beschrieben (Butler und Gambino 2017). Die Morgan Linie oder auch „caudal curvilinear osteophyte“ (CCO), die sich als kurvige Verschattung des Oberschenkelhalses

darstellt, und die „circumferential femoral head osteophyte“ (CFHO) stellen Früherkennungszeichen für Coxarthrose dar (Butler und Gambino 2017, Morandi et al. 2012).

2.1.1.3. Objektive Lahmheitsmessung

Eine objektive Methode, um eine Lahmheit festzustellen, ist die Messung der sogenannten Ground reaction forces (GRF), zu denen der vertikale Impuls (vertical impulse IF_z), die vertikale Spitzenkraft (peak vertical force PF_z) und die mittlere vertikale Kraft (mean vertical force FM_z/MF_z) gehören. Bei Hunden mit Osteoarthrose zeigen sich signifikante Unterschiede in den Ground reaction forces im Vergleich zu nicht lahmen Hunden. In der Studie von Moreira et al. (2020) sind die Ground reaction forces (GRF) und die vertical force distribution (VFD) von gesunden Hunden mit Hunden, die an Coxarthrose erkrankt sind, verglichen worden. Es hat sich gezeigt, dass die Hunde mit Coxarthrose eine höhere $PF_z\%$ und $IF_z\%$ in der kontralateralen, verglichen mit der lahmen Extremität, aufweisen. Auch ist die Zeit der Standphase in Sekunden (stand phase duration SPD) in der kontralateralen Gliedmaße, im Vergleich zu der lahmen, länger und die Zeit des Auftretens der PF_z in Prozent der Standphase ($TPF_z\%$) ist früher erreicht worden. Verglichen mit den gesunden Hunden, haben die Hunde mit Coxarthrose eine höhere $IF_z\%$ in der kontralateralen Gliedmaße und eine höhere $PF_z\%$ in der ipsilateralen Extremität gezeigt. Somit zeigt sich, dass das Gewicht auf die ipsilaterale Vordergliedmaße und die kontralaterale Hintergliedmaße verlagert wird. Bezüglich der Druckverteilung innerhalb der Pfoten hat sich gezeigt, dass die lahmen Hunde das Gewicht des kranialen Quadranten der lahmen Extremität reduzieren, indem sie das Gewicht auf die kaudalen Quadranten der nicht lahmen Extremitäten verlagern (Moreira et al. 2020). Auch hat sich in der Studie von Fischer et al. (2013), in der die GRF von gesunden Hunden mit Hunden mit induzierter Lahmheit in der Hinterextremität verglichen worden sind, gezeigt, dass sich die PF_z , MF_z und IF_z der kontralateralen Hintergliedmaße, sowohl im Schritt, als auch im Trab, erhöht haben. Die PF_z der ipsilateralen Vordergliedmaße hat sich auch in beiden Gangarten erhöht. Die GFR der kontralateralen Vordergliedmaße haben gezeigt, dass sich die MF_z während des Schrittes und des Trabes erhöht, während sich die IF_z nur während des Trabes erhöht hat. Auch der Symmetrieindex aller GRF-Parameter hat sich nach Induktion der Lahmheit erhöht. Die relative Zeit der Standphase hat sich in der ipsi- (nur während des Trabes)

sowie auch in der kontralateralen Hinterextremität und in der kontralateralen Vorderextremität (während des Schrittes und des Trabes) erhöht. Bezüglich des Centre of Mass (CoM) hat sich gezeigt, dass die Hunde die lahme Extremität entlasten und so den CoM in Richtung kontralaterale Seite und kranio-kaudal auf die gegenüberliegende Seite verschieben (Fischer et al. 2013).

Des Weiteren zeigt sich, dass lahme Hunde eine andere Form der Kraft-Zeit-Kurve aufweisen. Während bei gesunden Hunden die Kraft-Zeit-Kurve eine M-Form besitzt und somit zwei Peaks, zeigen lahme Hunde nur einen Peak, der aufgrund des langsameren Anstieges und der Abnahme der Kraft zustande kommt. Somit eignet sich diese Methode sowohl für die Diagnostik, als auch zur Therapieerfolgskontrolle (Katic et al. 2009).

2.1.1.3.1. Center of Pressure (CoP)

Der Center of Pressure (CoP) ist der Ort, an dem der momentane Vektor der Bodenreaktionskraft wirkt, wenn die plantare Oberfläche der Pfote den Boden berührt (Gao et al. 2019). Er kann auch als Netto-Output, welcher von der Interaktion aller Kräfte, Drehmomente und Trägheitseigenschaften, die sich in der Pfote oder im Körper ereignen, abhängig ist, gesehen werden. Folglich ist es auch wichtig, dass man den CoP des Körpers und den der Pfote bzw. des Fußes (López et al. 2019a), welcher auch als Gliedmaßen-CoP bezeichnet werden kann (Reicher et al. 2020), unterscheidet. Außerdem wird auch noch der CoP im Stehen (statisch) (Carrillo et al. 2018, Pitti et al. 2018) und Gehen (dynamisch) unterschieden (Cock et al. 2008). Der CoP-Verlauf entspricht einer Kurve, die von einer Serie an Koordinaten gebildet wird (Chiu et al. 2013). Die Position und die Bewegung des CoP reflektieren die komplexen Effekte der propriozeptiven, motorischen und mechanischen Einflüsse auf die Bewegung (Blau et al. 2017). Die Höhe der CoP-Schwankung, welche auch als Haltungsschwankung definiert ist, ist ein anerkanntes Maß für die Standstabilität und dient einer Darstellung der Intensität neuronaler Befehle zur Stabilitätskontrolle aus höheren Zentren im Gehirn (Gao et al. 2019). Beim Menschen wird der CoP beispielsweise benutzt, um eine normale von einer abnormalen Bewegung zu unterscheiden oder auch um Veränderungen, die durch das Altern entstehen, zu detektieren oder auch um orthopädische Verletzungen und

neurologische Erkrankungen zu erkennen (Blau et al. 2017). In einer Studie werden beispielsweise die Veränderungen des CoP bei Jugendlichen mit idiopathischer Skoliose gezeigt. Gemessen worden sind die maximale CoP-Auslenkung in der medial-lateralen Richtung und der anterior-posterioren Richtung, die Zeit des CoP-Geschwindigkeitspeaks, welche in Prozent der Standphase angegeben wird, und die Höhe des CoP-Geschwindigkeitspeaks. Außerdem ist die CoP-Trajektorie von allen Probanden aufgezeichnet und verglichen worden. Es bestehen Unterschiede zwischen den gesunden Jugendlichen und jenen mit Skoliose, wobei wiederum auch ein Unterschied in den Messwerten zwischen den unterschiedlich stark ausgeprägten Formen der Skoliose (mild, moderat, stark) deutlich wird. Beispielsweise hat sich eine vermehrte medial-laterale Verlagerung in der mittleren Fußregion des rechten Fußes bei Jugendlichen mit moderater Skoliose gezeigt. Des Weiteren ist aufgefallen, dass in der Skoliose-Gruppe die CoP-Trajektorie beim ersten Kontakt nach lateral verlagert gewesen ist, auch lateral durch alle Fußregionen gelaufen ist und schlussendlich an einem ähnlichen Punkt wie in der Gruppe mit den gesunden Jugendlichen aufgehört hat (Gao et al. 2019). Die Studie von Chiu et al. (2013) beschäftigt sich mit den Unterschieden des CoP bei jungen (durchschnittlich 23,6 Jahre alten) und alten (durchschnittlich 70,8 Jahre alten) Menschen. Gemessen worden sind die X- und Y-Koordinate des CoP, die CoP-Geschwindigkeit und der foot progression angle (FPA) (Chiu et al. 2013), welcher als Winkel zwischen der Linie vom Fersenbein zum zweiten Mittelfußknochen und der mittleren Linie vom Fersenauftritt zur Zehe während der Standphase des Gehens definiert ist (Xu et al. 2017). Der FPA bei älteren Personen zeigt einen mehr medialen Verlauf. Somit zeigen ältere Personen einen insgesamt medialeren CoP-Verlauf als junge Personen. Des Weiteren ist die CoP-Geschwindigkeit bei älteren Menschen schneller während des initialen Bodenkontaktes, jedoch langsamer während der mittleren Phase des Standes (Chiu et al. 2013).

Misst man den CoP über die Zeit, so wird er als CoP-path bezeichnet und erlaubt somit Einsicht in das funktionelle Verhalten des Fußes (Cock et al. 2008, López et al. 2019a). Der CoP-path misst und quantifiziert die Gewichtsverteilung innerhalb einer Gliedmaße in Ruhe oder Bewegung. Wichtig zur Beschreibung des CoP-path in der Gliedmaße ist die kranio-kaudale CoP-Exkursion und der latero-mediale CoP-Verlauf (López et al. 2019a).

López et al. (2019) hat in seiner Studie gezeigt, dass bei Hunden mit Osteoarthritis sekundär aufgrund einer Ellbogendysplasie, der CoP der Pfote der lahmen Gliedmaße, im Vergleich zur gesunden Gliedmaße, kürzer, mehr in Richtung kranial weist und eine kleinere medio-laterale Exkursion hat (López et al. 2019a).

Carrillo et al. (2018) haben die Posturographie und die dynamische Pedobarographie bei Hunden mit Osteoarthritis, welche als Folge einer Ellbogendysplasie und eines kranialen Kreuzbandrisses aufgetreten ist, untersucht. Wobei zu erwähnen ist, dass in dieser Studie der CoP des Körpers gemessen worden ist. Die lahmen Hunde haben eine höhere CoP-Schwankung bzw. Instabilität gezeigt. Auch die Druckverteilung hat, im Gegensatz zu der Kontrollgruppe, sowohl in der Gruppe mit Hunden mit Osteoarthritis sekundär einer Ellbogendysplasie als auch in jener sekundär eines kranialen Kreuzbandrisses, eine Asymmetrie zwischen der lahmen und gesunden Gliedmaße gezeigt. Zusätzlich ist eine mediale Verschiebung des Druckes in der lahmen Extremität beider Gruppen festgestellt worden. Im Vergleich zur Kontrollgruppe sind in beiden Studiengruppen eine größere Fläche unter der Pfote (paw area in cm^2), ein höherer Mean Pressure (MP) und Peak Pressure (PP) gemessen worden. Vergleicht man die Ellbogendysplasie-Gruppe mit der kranialen Kreuzbandriss-Gruppe zeigt sich, dass die Hunde mit Ellbogendysplasie eine stärkere Imbalance aufweisen. Ein Grund, der dafür genannt wird, ist, dass mehr Körpermasse von den Vorder- als von den Hintergliedmaßen getragen wird (Carrillo et al. 2018).

Pitti et al. (2018) haben sich damit beschäftigt, ob sich die statische Posturographie und die Pedobarographie eignen, um eine Lahmheit in der Vorderextremität bei Ponys zu detektieren. Dabei ist der Körper-CoP gemessen worden. Sie sind zu dem Ergebnis gekommen, dass die lahmen Tiere eine höhere CoP-Schwankung, welche gleichbedeutend mit einer höheren Instabilität ist, gezeigt haben. Auch sind die Werte der Druckverteilung (pressure distribution), des Mean Pressure (MP) und des Peak Pressure (PP) bei den lahmen Ponys in der gesunden Gliedmaße höher, was wiederum bedeutet, dass es zu einer Druckumverteilung kommt (Pitti et al. 2018).

In der Studie von Reicher et al. (2020) hat man Hunde mit Cubarthritis und welche mit Coxarthritis mit gesunden Hunden verglichen. Gemessen worden sind dafür der medio-laterale und der kranio-kaudale CoP-Verlauf, die CoP-Area, welche jenen Bereich umfasst, entlang

dessen die Grenzen der CoP-Bewegung laufen, die CoP-Geschwindigkeit und der CoP-Radius, welcher die mittlere Strecke von allen CoP-Punkten zum zentralen CoP Punkt aller Messungen beschreibt. Hunde mit Coxarthrose haben einen stärkeren medio-lateralen CoP-Verlauf und folglich auch eine größere CoP-Area bei beiden Hinterextremitäten, verglichen mit gesunden Hunden. Hunde mit Cubarthrose zeigen jedoch einen vermehrt kranio-kaudalen CoP-Verlauf in der betroffenen Gliedmaße, einen vermehrt medio-lateralen CoP-Verlauf in der ipsilateralen Hintergliedmaße und eine vergrößerte CoP-Area in beiden Beckengliedmaßen. Auch ist herausgefunden worden, dass Hunde mit Coxarthrose hauptsächlich mit der kontralateralen Extremität kompensieren, während Hunde mit Cubarthrose nicht nur mit der kontralateralen Vorderextremität kompensieren, sondern auch mit beiden Hinterextremitäten, wobei die diagonale Extremität noch stärker ausgleicht (Reicher et al. 2020).

López et al. (2019) haben die dynamische Pedobarographie sowohl für die Messung bzw. Quantifizierung einer Lahmheit bei Hunden mit Osteoarthrose im Ellbogengelenk als auch für die Erfolgskontrolle der Therapie mit Mavacoxib genutzt. Es hat sich gezeigt, dass die lahme Gliedmaße eine deutliche Instabilität, welche nach 90-tägiger Therapie mit Mavacoxib ähnlich der gesunden Gliedmaße gewesen ist, aufgewiesen hat. Des Weiteren sind Unterschiede in der Druckverteilung gemessen worden. Zu Beginn zeigt der CoP-path der lahmen Extremität eine Verlagerung nach lateral, welcher nach dreimonatiger medikamenteller Therapie weniger deutlich gewesen ist. Auch ist festgestellt worden, dass sich die Druckverteilung (pressure distribution PD in %), die Fläche unter der Pfote (paw area in cm²) und der Mean Pressure (MP) nach 90-tägiger Therapie mit Mavacoxib verbessert haben (López et al. 2019b).

2.1.2. Therapie

Die Therapie kann sowohl konservativ als auch chirurgisch sein. Die Ziele der konservativen Therapie sind, den Schmerz gering zu halten, optimale Körpermasse und Muskelaufbau zu erlangen, die Gelenksbelastung möglichst gering zu halten, die Entzündung gering zu halten und sowohl die ROM als auch die Propriozeption und die Knorpelgesundheit zu erhalten bzw. zu verbessern (Harper 2017). Zum Management gehören eine Gewichtskontrolle, Nahrungsergänzungsmittel, physikalische Therapie, kontrollierte Bewegungen,

entzündungshemmende und analgetische Medikamente (Aragon et al. 2007). Der Behandlungsplan muss immer individuell an den Patienten bzw. seine Symptome und die Anamnese angepasst werden (Harper 2017, McLean und Millis 2019). Die Schmerztherapie sollte am besten multimodal sein, indem beispielsweise ein NSAID mit einem Opioid oder Gabapentin kombiniert wird (Harper 2017).

Als chirurgische Therapie für Osteoarthritis sind beispielsweise die Femurkopf-Hals-Resektion beschrieben oder Gelenkprothesen (Innes 2012, Schulz 2013) oder auch eine Arthrodesen, die aber nur bei Gelenken mit geringer Beweglichkeit möglich ist, wie beispielsweise beim Intertarsalgelenk (Innes 2012). Eine Knie-Endoprothese (total knee replacement) ist in der Veterinärmedizin noch nicht üblich, jedoch zeigt die Studie von Liska und Doyle (2009) ein positives Outcome. In der Bewegungsanalyse haben die Hunde sowohl nach sechs als auch nach zwölf Monaten eine deutliche Besserung gezeigt. Des Weiteren haben die Streckung und die Gelenksexkursion im dritten, sechsten und zwölften Monat eine Verbesserung aufgewiesen (Liska und Doyle 2009). Die Hüftgelenks-Endoprothese (total hip replacement) ist bei Hunden schon lange etabliert (Innes 2012, Lascelles et al. 2010). In der Studie von Lascelles et al. (2010) haben beispielsweise die Hunde schon nach drei Monaten eine normale Gewichtsverteilung in der betroffenen Gliedmaße gezeigt. Es hat sich auch herausgestellt, dass die Patienten vor der OP vermehrt Gewicht auf die gesunde Gliedmaße verlagert haben, während sie nach der OP bei den Reevaluierungen im dritten, sechsten und zwölften Monat vermehrt Gewicht auf die betroffene Gliedmaße verlagert haben (Lascelles et al. 2010).

Auch können regenerative Methoden, wie beispielsweise die Therapie mit mesenchymalen Stammzellen oder mit plättchenreichem Plasma (platelet-rich-plasma, PRP) angewendet werden (Harper 2017, McLean und Millis 2019). Eine weitere Option zur Behandlung sind physikalische Methoden, zu denen beispielsweise die Thermo-therapie, die Kryotherapie, die transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS), der therapeutische Laser und die extrakorporalen Stoßwellen zählen. Ziele dieser Methoden sind die Stärkung der Muskeln, die Verbesserung der Beweglichkeit und die Linderung der Schmerzen (McLean und Millis 2019).

Um Muskelaufbau und eine verbesserte ROM zu erhalten, eignet sich die Therapie auf dem Unterwasserlaufband aufgrund des Auftriebes im Wasser besonders gut (Levine et al. 2014).

2.1.2.1. Unterwassertherapie

Unterwassertherapie ist zu einem sehr wertvollen Teil der Physiotherapie geworden. Es ist sehr wichtig, dass die physikalischen Grundlagen des Wassers, wie relative Dichte, Auftrieb, Viskosität, hydrostatischer Druck, Widerstand und Oberflächenspannung gekannt und somit optimal genutzt werden können (Levine et al. 2014, Monk 2007, Mucha 2019). Der Unterwassertherapie werden einige positive Effekte zugeschrieben. Dazu zählen eine Verbesserung der Kraft und der Muskelausdauer ebenso wie eine Steigerung der kardiorespiratorischen Ausdauer, der ROM, der Beweglichkeit und des psychologischen Wohlbefindens, während es gleichzeitig auch zu einer Schmerzreduktion kommt (Levine et al. 2014). Demzufolge ist Unterwassertherapie vielfältig einsetzbar, wie beispielsweise in der Regeneration nach orthopädischen Operationen, bei der Rehabilitation neurologischer Erkrankungen, zum Muskelaufbau und zur Verbesserung der Gelenksfunktionen. Deshalb ist es sehr wichtig, individuelle Anpassungen bezüglich Geschwindigkeit des Laufbandes, Art und Dauer der Übungen, Wassertiefe und Wassertemperatur an den Patienten vorzunehmen (Mucha 2019).

Levine et al. (2010) haben in einer Studie herausgefunden, dass es zu einem Gewichtsverlust im Wasser von 9 % kommt, wenn die Wasserhöhe bis zum Tarsalgelenk reicht. Bei einer Wasserhöhe bis zum Kniegelenk kommt es zu einer Reduktion des Körpergewichtes um 15 % und bei einer Wasserhöhe bis zum Hüftgelenk kommt es sogar zu einer Reduktion des Körpergewichtes um 62 %. Weiters wird in dieser Studie beschrieben, dass sowohl im Trockenen als auch unter Wasser die Verteilung des Körpergewichtes mehr auf der Vorderhand liegt. Somit fallen 64 % des Körpergewichtes an Land auf die Vorderhand, bei einer Wasserhöhe bis zum Tarsalgelenk sind es ebenfalls 64 %, bei einer Wasserhöhe bis zum Kniegelenk sind es 63 % und bei einer Wasserhöhe bis zum Hüftgelenk sind es 71 % des Körpergewichtes, die auf die Vorderhand fallen (Levine et al. 2010).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es durch den Auftrieb zu einer Reduktion des Körpergewichtes kommt und somit werden die Gelenke weniger belastet, was dazu führt, dass es zu einer Verringerung der Schmerzhaftigkeit kommt (Mucha 2019).

Dass Bewegung im Wasser einen positiven Effekt auf Osteoarthritis hat, zeigt zum einen ein Review von Bartels et al. (2016), in dem beschrieben ist, dass Übungen unter Wasser bei

Menschen mit Hüft- und Kniearthrose nicht nur den Schmerz verbessern, sondern auch die Lebensqualität. Die Patienten, die Unterwasserübungen ausgeführt haben, haben ihren Schmerz mit durchschnittlich fünf Punkten geringer, ihre Behinderung mit durchschnittlich fünf Punkten geringer (Skala von 0-100) und ihre Lebensqualität mit durchschnittlich sieben Punkten höher bewertet (Skala von 0-100) als Patienten, die keine Unterwasserübungen gemacht haben (Bartels et al. 2016). Zum anderen zeigt auch die Studie von Nganvongpanit et al. (2014), in der Hunde mit Coxarthrose für acht Wochen geschwommen sind, dass sich sowohl die Lahmheit, die Gelenkmobilität, die Gewichtsverteilung als auch die Gesamtheit des klinischen Zustandes verbessert haben. Auch die ROM hat sich, sowohl in Streckung als auch in Beugung um bis zu fünf Prozent verbessert. Auch ist festgestellt worden, dass es zu einer Verringerung des Chondroitin Sulfates (CS)-WF6 im Blut der schwimmenden Hunde mit Coxarthrose gekommen ist. Chondroitin Sulfat (CS)-WF6 ist bei Hunden mit Arthrose im Vergleich zu gesunden Hunden erhöht, da die Chondroitin-Sulfat-Ketten im Knorpel vermehrt abgebaut werden und somit ins Blut gelangen. WF6 ist ein monoklonaler Antikörper, der an Epitope des Chondroitin Sulfates bindet. Außerdem ist es zu einem signifikanten Anstieg des Hyaluronan (HA) im Blut gekommen. Zu Beginn war das HA der Hunde mit Coxarthrose im Vergleich zu den gesunden Hunden erniedrigt, da es zu einer verringerten HA-Synthese der Synoviozyten und Chondrozyten kommt. Vermutlich kommt es durch das Schwimmen aufgrund des vermehrten Blutflusses im Gelenk zu einer vermehrten Synthese des HA in Synoviozyten und Chondrozyten (Nganvongpanit et al. 2014).

Dass Unterwassertherapie positive Effekte auf die Stabilität bzw. Balance bei verschiedenen Erkrankungen hat, ist in der Humanmedizin schon in einigen Studien herausgefunden worden.

Volpe et al. (2014) haben die Wirksamkeit einer Rehabilitationstherapie an Land mit jener unter Wasser bei Menschen mit Parkinson verglichen. Die Patienten in der Unterwassertherapie-Gruppe haben im Vergleich zu der Gruppe, deren Therapie an Land stattgefunden hat, bessere Werte, sowohl bezüglich der CoP-Schwankungen mit geschlossenen Augen als auch in den Balance-Skalen und der Sturzhäufigkeit, gezeigt (Volpe et al. 2014).

In der Studie von Trevisan et al. (2017) sind die Effekte der Unterwassertherapie auf Frauen mit Fibromyalgie untersucht worden. Es hat sich gezeigt, dass sich sowohl der Schmerz und

die Funktionsfähigkeit als auch die posturale Kontrolle, welche mithilfe einer Druckmessplatte und einem Statokinesigramm ermittelt worden ist, verbessert hat (Trevisan et al. 2017).

Im Review von Iatridou et al. (2017) sind die Ergebnisse mehrerer Studien zur Therapie im Wasser bei Schlaganfallpatienten mit Hemiplegie zusammengefasst worden. Ziel ist es gewesen, die Wirksamkeit auf die posturale Kontrolle zu evaluieren. Dafür sind die medio-laterale Schwankungsgeschwindigkeit des CoP und die anterior-posteriore Schwankungsgeschwindigkeit des CoP, jeweils mit geschlossenen Augen, und die Berg Balance Skala (BBS) berücksichtigt worden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Patienten, welche unter Wasser therapiert worden sind, bessere Werte, sowohl bezüglich der posturalen Kontrolle, welche mittels medio-lateraler und anterior-posteriorer Schwankungsgeschwindigkeit des CoP mit geschlossenen Augen gemessen worden ist, als auch bezüglich der Berg Balance Skala (BBS) aufgewiesen haben. Sie sind mit Werten von Patienten verglichen worden, die an Land therapiert worden sind (Iatridou et al. 2017).

Avelar et al. (2018) haben die Auswirkungen der Unterwassertherapie auf die posturale Kontrolle bei übergewichtigen, älteren Personen untersucht. Gemessen worden sind unter anderem der quadratische Mittelwert der antero-posterioren und medio-lateralen CoP-Schwankung, die CoP-Fläche (area in cm^2), die durchschnittliche CoP-Geschwindigkeit (anterio-posterior und medio-lateral) und die Gesamtverschiebung des CoP (total displacement). Die Messungen sind jeweils mit offenen und geschlossenen Augen durchgeführt worden. Nach der Unterwassertherapie ist es zu einer Besserung des quadratischen Mittelwertes der medio-lateralen CoP-Schwankung und der CoP-Fläche gekommen (Avelar et al. 2018).

3. Material und Methode

3.1.Ethik

Diese Studie wurde von der Ethikkommission der Veterinärmedizinischen Universität Wien auf Basis der „Good Scientific Practice“ und nationaler Gesetze genehmigt (ETK-091/06/2020). Die BesitzerInnen wurden vor der Studie gründlich über die Hintergründe und den Versuchsablauf informiert und instruiert. Danach unterschrieben sie eine Besitzereinzwilligung, in der der Titel der Arbeit, die Fragestellung, die Zielsetzung, der erwartete Nutzen, die geplanten Maßnahmen, mögliche Nebenwirkungen und Risiken und die geplante Verwertung der Daten gelistet und beschrieben worden waren.

3.2.Patienten und Auswahlkriterien

In dieser Studie wurden zehn Hunde inkludiert. Alle Tiere waren Routinepatienten der Ambulanz für Physikalische Therapie und Rehabilitation der Veterinärmedizinischen Universität Wien. Es wurden folgende Inklusionskriterien festgelegt: Alle teilnehmenden Hunde mussten die Diagnose „Osteoarthritis“ oder eine dazu führende Erkrankung (wie beispielsweise einen Kreuzbandriss oder eine Patellaluxation) im Hüft- oder Kniegelenk ein- oder beidseitig aufweisen, welche von einem Tierarzt oder einer Tierärztin der Veterinärmedizinischen Universität mittels orthopädischer Untersuchung und bildgebender Diagnostik diagnostiziert worden waren. Des Weiteren wurden nur Tiere ausgewählt, die bei der objektiven Lahmheitsmessung mittels Druckmessplatte einen Symmetrieindex von mehr als 3 % zeigten. Die Gruppe bestand aus einem Hovawart, zwei Labradoren, einem Flat Coated Retriever, einem Beagle, einem Australian Shepherd und vier Mischlingen. Das durchschnittliche Alter lag bei $120,8 \pm 43,4$ Monaten bzw. $10,06 \pm 3,61$ Jahren und die durchschnittliche Körpermasse lag bei $18,9 \pm 8,3$ kg. Das Geschlechtsverhältnis bestand aus zwei weiblichen, sechs weiblich-kastrierten, einem männlichen und einem männlich-kastrierten Hund. Die Hunde dieser Gruppe stellten die Versuchsgruppe dar.

Tab. 1: Aufgelistet sind die jeweiligen Patientennummern mit den zugehörigen Daten bezüglich der Rasse, des Geschlechtes, des Alters in Monaten, die Körpermasse in kg und der Diagnose

w = weiblich, wk = weiblich kastriert, m = männlich, mk = männlich kastriert

TTA = Tibial Tuberosity Advancement

TPLO = Tibia Plateau Leveling Osteotomy

Patientennummer	Rasse	Geschlecht	Alter in Monaten	Körpermasse in kg	Diagnose
1	Hovawart	w	166	28,5	Gonarthrose rechts
2	Mix	wk	108	15	Patellaluxation beidseits
3	Labrador Retriever	wk	171	28	Coxarthrose rechts
4	Flat Coated Retriever	w	60	28	TPLO
5	Beagle	wk	165	6,06	TTA links, Patellaluxation rechts
6	Labrador Retriever	wk	118	25	Gonarthrose beidseits
7	Mix	wk	74	7,5	TPLO
8	Australian Shepherd	mk	122	19	Coxarthrose beidseits
9	Mix	m	66	14,95	Coxarthrose beidseits
10	Mix	wk	158	17	TPLO

3.3.Kontrollgruppe

Verglichen wurden die Werte der lahmen Hunde vor und nach Unterwassertherapie in der Versuchsgruppe mit Werten gesunder Hunde, die in einer vorherigen Studie an der Veterinärmedizinischen Universität Wien gemessen worden waren (Reicher et al. 2020). In dieser Gruppe waren insgesamt zwanzig gesunde Hunde inkludiert: vier Golden Retriever, ein Dackel, ein Labrador, fünf Mischlinge, ein Dobermann, eine französische Bulldogge, ein Dalmatiner, ein weißer Schäferhund, ein Setter, ein deutscher Schäferhund, zwei Rottweiler und ein Beagle. Das durchschnittliche Alter lag bei $52,9 \pm 39,2$ Monaten bzw. $4,4 \pm 3,27$ Jahren, die durchschnittliche Körpermasse betrug $27,14 \pm 9,36$ kg. Insgesamt waren es fünf weibliche, fünf weiblich-kastrierte, acht männliche und zwei männlich-kastrierte Hunde. Um als „gesund“ zu gelten, wurden die Hunde orthopädisch und neurologisch untersucht und weiters wurde eine objektive Lahmheitsmessung mittels Druckmessplatte durchgeführt. Nur Tiere mit einem Symmetrieindex von unter 3 % wurden inkludiert. Sie bildeten die Kontrollgruppe. Da die Werte der Kontrollgruppe retrospektiv verwendet wurden, absolvierten die gesunden Hunde keine Unterwassertherapie.

Tab. 2: Aufgelistet sind die jeweiligen Patientennummern mit den zugehörigen Daten bezüglich der Rasse, des Geschlechtes, des Alters in Monaten und der Körpermasse in kg
w = weiblich, wk = weiblich kastriert, m = männlich, mk = männlich kastriert

Patientennummer	Rasse	Geschlecht	Alter in Monaten	Körpermasse in kg
11	Golden Retriever	m	86	40
12	Golden Retriever	w	75	35
13	Dackel	m	7	7,8
14	Golden Retriever	m	48	30
15	Labrador Retriever	m	25	32

16	Golden Retriever	m	96	35
17	Mix	wk	164	16,96
18	Dobermann	wk	56	32
19	Mix	wk	43	14,5
20	Französische Bulldogge	w	15	13,5
21	Mix	wk	83	28,5
22	Dalmatiner	mk	81	35
23	Weißer Schäferhund	m	12	38
24	Mix	mk	61	27
25	Setter	w	24	23,2
26	Deutscher Schäferhund	m	59	34,6
27	Mix	wk	24	24
28	Rottweiler	w	12	31
29	Rottweiler	m	12	31,64
30	Beagle	w	74	13

3.4.Druckmessplatte

Für die Messung wurde eine 203 x 54,2 cm große Druckmessplatte FDM Typ 2 (Firma Zebris Medical GmbH, Allgäu, Deutschland) verwendet. Die Platte war mit 15.360 piezoelektronischen Sensoren ausgestattet und besaß eine Abtastrate von 100 Hz. Rund um die Druckmessplatte waren Spanplatten auf derselben Höhe verlegt und über die gesamte Fläche war eine schwarze, rutschfeste Gummimatte angebracht. Somit wurde verhindert, dass die Druckmessplatte von den Hunden gesehen wurde. Die Werte wurden mittels der Software Pressure Analyzer 4.0 (Michael Schwander, Version 3.0.6344.26760) errechnet. Um die Werte den richtigen Gliedmaßen zuordnen zu können, wurde die gesamte Messung mit einer Kamera (Panasonic NV-MX500) aufgezeichnet. Für die Datensammlung wurde die WinFDM2 Software (Zebris Medical, Version 1.2.2) verwendet.

Der Versuchsablauf war folgendermaßen: Den Tieren wurde eine Eingewöhnungsphase gewährt. In dieser Zeit konnten sie sich ohne Leine durch den Raum bewegen und mit der Umgebung vertraut machen. Danach wurde die Messung gestartet und die Hunde wurden mithilfe ihrer HalterInnen über die Platte geführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Hunde entspannt, und ohne den/die BesitzerInnen anzuschauen, über die Platte gingen bzw. trabten. Außerdem wurde darauf geachtet, dass die Patienten nicht an der Leine zogen und gleichmäßige Schritte gingen. Darauffolgend wurde den Patienten eine kurze Pause gewährt. Anschließend wurde die Unterwassertherapie mit der an den jeweiligen Patienten angepassten Dauer durchgeführt. Nachfolgend wurde den Hunden wieder eine kurze Pause gewährt und die Messung wurde erneut nach demselben Schema vorgenommen. Es mussten mindestens fünf gültige Schritte vorhanden sein. Ein Schritt wurde dann als gültig gewertet, wenn die Hunde geradeaus geblickt hatten und somit nicht ihre BesitzerInnen angeschaut hatten, nicht an der Leine gezogen hatten und mit gleichmäßiger Geschwindigkeit über die Platte gegangen waren. Die Messungen wurden im Schritt und - sofern möglich - im Trab durchgeführt.

3.5.Unterwassertherapie

Es wurden zwei verschiedene Unterwasserlaufbänder verwendet, Keiper-Hydrotherapy-System (Firma Ludwig Keiper GmbH & Co. KG, Obermoschel, Deutschland) und Physio Tech (Firma PHYSIO-TECH GmbH, Kiel, Deutschland). Die Therapiedauer wurde individuell an die Patienten angepasst und entsprach der üblichen Therapiezeit des jeweiligen Patienten. Individuell angepasst bedeutet, dass die Therapiedauer der letzten Sitzung als Basis genommen wurde und anschließend in einem Gespräch mit den BesitzerInnen das Befinden der Hunde nach dieser letzten Therapieeinheit erhoben wurde. Je nach Befinden wurde die Therapiedauer für die Einheit angepasst und wie üblich um einen Prozentsatz von 10-20 % gesteigert. Die einzelnen Therapiezeiten sind in der Tab. 3 angeführt. Die Geschwindigkeit wurde so gewählt, dass dem Hund ein ruhiger, koordinierter Gang möglich gewesen war.

Tab. 3: die Dauer der Therapie am Unterwasserlaufband in Minuten des jeweiligen Patienten

Patientennummer	Therapiedauer am Unterwasserlaufband in Minuten
1	2
2	7
3	6
4	9
5	10
6	7
7	4
8	7
9	12
10	12

3.6.Messwerte/Parameter

Analysiert wurden die Daten mittels Software Pressure Analyzer 4.0. Um die Pfoten richtig zuordnen zu können, wurden die Videoaufnahmen der Messung verwendet. Die gemessenen Pfotenabdrücke wurden manuell zur richtigen Extremität (vorne links (FL), vorne rechts (FR), hinten links (HL), hinten rechts (HR)) zugeordnet. Danach wurden die Daten in ein Excel Dokument übertragen und die lahme, die kontralaterale, die ipsilaterale und die diagonale Gliedmaße identifiziert. Die lahme Gliedmaße war jene, die am wenigsten belastet worden war - in dieser Studie entweder die rechte oder die linke Hinterextremität. Folglich war das andere Hinterbein die kontralaterale Gliedmaße und die Vorderbeine, wenn schräg gegenüberliegend, die diagonale Gliedmaße und, wenn auf derselben Seite der lahmen Extremität liegend, die ipsilaterale Gliedmaße. Bei der Kontrollgruppe wurde jeweils die rechte Hinterextremität mit der lahmen Hintergliedmaße der Versuchsgruppe verglichen. Darauf folgend wurde die linke Hinterextremität der Kontrollgruppe mit der kontralateralen, die

linke Vorderextremität mit der diagonalen und die rechte Vorderextremität mit der ipsilateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe verglichen.

Es wurden jeweils die Mittelwerte aller gültigen Schritte verwendet und für die weiteren Berechnungen herangezogen.

Gemessen wurden die Ground Reaction Forces, bestehend aus

- der peak vertical force (PF_z in N),
- dem vertical impulse (IF_z in Ns), welcher den Impuls in Z-Richtung beschreibt
- der mittleren Dauer der Standphase in Sekunden
- der Zeit des Auftretens der PF_z (TPF_z) in % der Standphase

Die PF_z und der IF_z wurden mit folgender Formel normalisiert:

$$\frac{XFzFL}{(XFzFL + XFzFR + XFzHL + XFzHR)} * 100$$

XFz = Mittelwert von PF_z oder IF_z

FL = linke Vordergliedmaße

FR = rechte Vordergliedmaße

HL = linke Hintergliedmaße

HR = rechte Hintergliedmaße

Die mittlere Dauer der Standphase wurde mit folgender Formel normalisiert:

$$\frac{XmDStPhFL}{(XmDStPhFL + XmDStPhFR + XmDStPhHL + XmDStPhHR)} * 100$$

$XmDStPh$ = Wert der mittleren Dauer der Standphase der gültigen Schritte

FL = linke Vordergliedmaße

FR = rechte Vordergliedmaße

HL = linke Hintergliedmaße

HR = rechte Hintergliedmaße

Auch wurde der Symmetrieindex der maximalen Kraft in Z-Richtung und des Impulses in Z-Richtung berücksichtigt.

Außerdem wurden auch noch die mittlere Geschwindigkeit in m/s und die mittlere Beschleunigung in m/s^2 gemessen. Für die mittlere Geschwindigkeit und die mittlere Beschleunigung wurden die Werte der linken Vorderextremität herangezogen. Des Weiteren wurden zudem folgende CoP-Werte detektiert:

- die Auslenkung des CoP nach mediolateral im Vergleich zur Breite bzw. Länge der maximalen Fußungsfläche (MedLat (%)) (siehe Abb. 1)
- die Auslenkung des CoP nach kraniokaudal im Vergleich zur Breite bzw. Länge der maximalen Fußungsfläche (CranCaud(%)) (siehe Abb. 1)

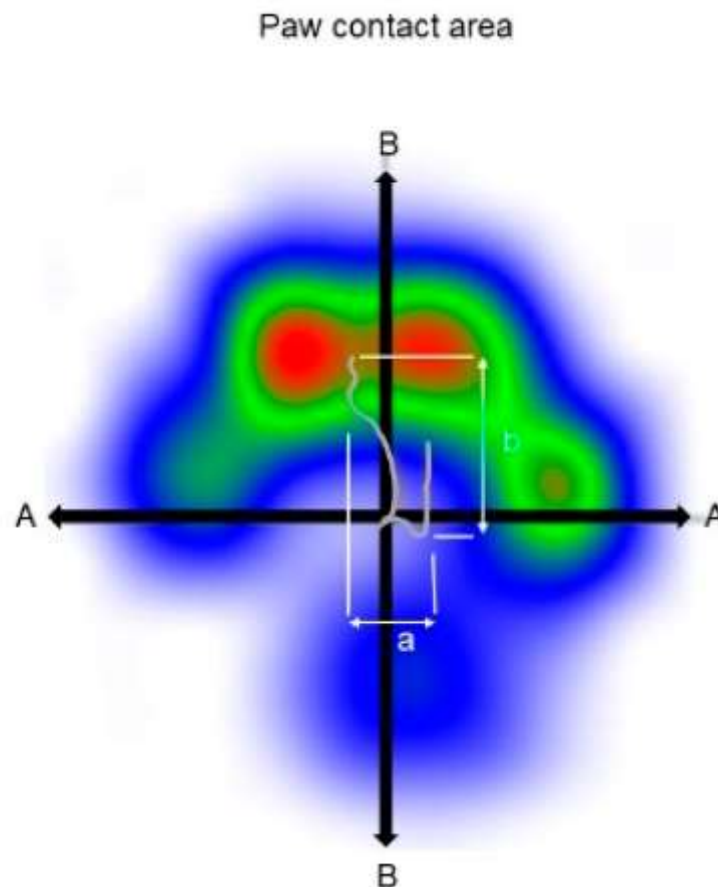


Abb. 1: Reicher et al. 2020: Gezeigt ist die Pfotenkontaktfläche und der CoP-path.

a = CoP-Auslenkung nach mediolateral, dargestellt in Prozent von A

b = CoP-Auslenkung nach kraniokaudal, dargestellt in Prozent von B

A = maximale Breite der Pfotenkontaktfläche

B = maximale Länge der Pfotenkontaktfläche

- die CoP Area in mm², welche die Fläche beschreibt, die alle Punkte des CoP einschließt
- der CoP-Radius in mm, welcher die mittlere Distanz aller CoP-Punkte zum Mittelpunkt aller CoP-Punkte beschreibt
- der CoP-Speed in mm/s, welcher die mittlere Geschwindigkeit zwischen allen aufeinanderfolgenden CoP-Punkten beschreibt

Die CoP-Area und der CoP-Radius wurden im Anschluss noch mit folgender Formel auf die Pfotenfläche normiert und in Prozent der Pfotenfläche angegeben:

$$\frac{100}{(\text{mittel } A * \text{CoP Area})}$$

$$\frac{100}{(\text{mittel } A * \text{CoP Radius})}$$

Mittel A = mittlere Pfotenfläche in mm² der jeweiligen Extremität

CoP Area in mm²

CoP Radius in mm

3.7.Statistik

Für die Statistik wurde das Programm „IBM SPSS v24“ verwendet. Die Effekte der Gangart, der Gruppe und des Zeitpunktes wurden für jeden Parameter mit einem linearen gemischten Modell berechnet. Die Mehrfachvergleiche wurden mit der Alphafehlerkorrektur nach Sidak durchgeführt. Durch einen Kolmogorov-Smirnov Test wurde auf Normalverteilung geprüft.

4. Ergebnisse

Das durchschnittliche Alter der Versuchsgruppe lag bei $120,8 \pm 43,4$ Monaten bzw. $10,06 \pm 3,61$ Jahren und der Kontrollgruppe bei $52,9 \pm 39,2$ Monaten bzw. $4,4 \pm 3,27$ Jahren. Die durchschnittliche Körpermasse der Versuchsgruppe lag bei $18,9 \pm 8,3$ kg und der Kontrollgruppe bei $27,14 \pm 9,36$ kg. Die beiden Gruppen zeigten, sowohl in Bezug auf das Alter als auch in Bezug auf die Körpermasse, einen signifikanten Unterschied ($p(\text{Alter}) = 0,000$; $p(\text{Körpermasse}) = 0,026$).

Für die Geschwindigkeit (in m/s) wurden jeweils die Werte der diagonalen Extremität herangezogen. In der Kontrollgruppe entsprach die diagonale Extremität der linken Vorderextremität. Der Mittelwert der Geschwindigkeit (in m/s) im Schritt der diagonalen Extremität lag in der Versuchsgruppe vor der Therapie bei $0,89 \pm 0,23$ m/s, nach der Therapie bei $0,94 \pm 0,18$ m/s und in der Kontrollgruppe bei $1,11 \pm 0,21$ m/s. Vergleicht man die Werte der diagonalen Gliedmaßen der Versuchsgruppe vor und nach Unterwassertherapie mit jenen der Kontrollgruppe, konnten keine signifikanten Unterschiede detektiert werden ($p = 0,069$). Auch bei Vergleich der Werte vor und nach Therapie konnten keine signifikanten Unterschiede bemerkt werden ($p = 0,724$). Im Trab zeigten sich in der Versuchsgruppe vor Therapie Mittelwerte von $1,58 \pm 0,49$ m/s und nach Therapie jene von $1,64 \pm 0,63$ m/s. Bei Vergleich der Mittelwerte der Geschwindigkeit (in m/s) der Versuchsgruppe im Trab vor und nach Therapie konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden ($p = 0,931$).

Der Mittelwert der Beschleunigung (in m/s^2) im Schritt der diagonalen Gliedmaße lag in der Versuchsgruppe vor der Einheit am Unterwasserlaufband bei $0,03 \pm 0,06$ m/s^2 , nach der Einheit bei $0,05 \pm 0,03$ m/s^2 und in der Kontrollgruppe bei $0,00 \pm 0,06$ m/s^2 . Auch bei Vergleich (Versuchsgruppe vor Therapie vs. Kontrollgruppe ($p = 0,318$), Versuchsgruppe nach Therapie vs. Kontrollgruppe ($p = 0,136$) und Versuchsgruppe vor vs. nach Therapie ($p = 0,705$)) der Werte der Beschleunigung konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Im Trab lag der Mittelwert in der diagonalen Extremität in der Versuchsgruppe vor Therapie bei $0,02 \pm 0,01$ m/s^2 und nach Therapie bei $-0,02 \pm 0,07$ m/s^2 . Vergleicht man nun mittlere Beschleunigung (in m/s^2) der lahmen Hunde im Trab vor und nach Therapie, so ergaben sich keine signifikanten Unterschiede ($p = 0,515$).

4.1. Vergleich der Versuchsgruppe vor der Unterwassertherapie mit der Kontrollgruppe

4.1.1. Ground Reaction Forces

Bezüglich der PF_z (in % GK) und IF_z (in % GK) zeigte sich Folgendes:

Die Vordergliedmaßen zeigten in beiden Gruppen höhere PF_z -Werte (in % GK) im Vergleich zu den Hintergliedmaßen. Der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $31,3 \pm 1,98 \%$ und der Kontrollgruppe, welcher in dieser Gruppe dem der linken Vorderextremität entsprach, lag bei $30,64 \pm 1,23 \%$. Der Mittelwert der ipsilateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $30,8 \pm 1,56 \%$ und der Kontrollgruppe, welcher in dieser Gruppe dem der rechten Vorderextremität entsprach, bei $30,44 \pm 1,24 \%$. Der mittlere Wert der kontralateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $20,38 \pm 2,08 \%$, jener der Kontrollgruppe, welcher in dieser Gruppe dem der linken Hinterextremität entsprach, lag bei $19,41 \pm 1,29 \%$. Der Mittelwert der lahmen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $17,52 \pm 1,78 \%$ und der Kontrollgruppe, welcher in dieser Gruppe dem Wert der rechten Hinterextremität entsprach, bei $19,52 \pm 1,17 \%$ (Abb. 2). Analog zur PF_z (in % GK) zeigten sich auch höhere IF_z -Werte (in % GK) in den Vorderextremitäten verglichen mit den Hinterextremitäten. Bei der diagonalen Gliedmaße lag der Mittelwert des IF_z (in % GK) in der Versuchsgruppe bei $33,03 \pm 2,05 \%$ und in der Kontrollgruppe bei $31,63 \pm 0,99 \%$. In der ipsilateralen Extremität lag der Mittelwert bei $31,46 \pm 1,47 \%$, hingegen in der Kontrollgruppe bei $31,60 \pm 1,33 \%$. Der mittlere Wert war in der kontralateralen Gliedmaße in der Versuchsgruppe $19,12 \pm 2,04 \%$, in der Kontrollgruppe lag er bei $18,40 \pm 1,27 \%$. In der lahmen Extremität lag der Mittelwert der Versuchsgruppe bei $16,40 \pm 1,91 \%$, hingegen jener der Kontrollgruppe bei $18,37 \pm 0,99 \%$ (Abb. 3).

Bei Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe zeigten sich bezüglich der PF_z (in % GK) sowohl in der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe signifikante Unterschiede zwischen den Beinen der jeweiligen Gruppe. In der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe zeigten beide Vorderextremitäten jeweils signifikant höhere Werte als die Hinterextremitäten (Tab. 12). In der Versuchsgruppe zeigte sich auch ein signifikanter Unterschied zwischen der

lahmen und der kontralateralen Gliedmaße, wobei die kontralaterale Extremität die höheren PF_z-Werte (in % GK) aufwies (Abb. 2).

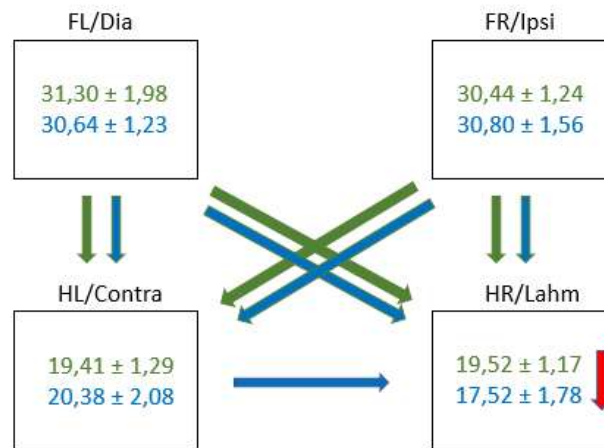


Abb. 2: Hier sind die PF_z-Werte (in % GK) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt dargestellt. In Grün sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Kontrollgruppe und in Blau die Mittelwerte und Standardabweichungen der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Schritt dargestellt. Die Pfeile außerhalb der Kästchen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Beinen der jeweiligen Gruppe an. Die Pfeilspitze zeigt jeweils auf die niedrigeren Werte. Die grünen Pfeile betreffen die signifikanten Unterschiede der Kontrollgruppe, die blauen Pfeile jene der Versuchsgruppe. Pfeile innerhalb der Kästchen zeigen signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Beinen der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Der Pfeil weist nach unten, wenn die Versuchsgruppe signifikant niedrigere Werte als die Kontrollgruppe aufweist. Der Pfeil weist nach oben, wenn die Versuchsgruppe signifikant höhere Werte aufweist. Dia = diagonale Gliedmaße; Ipsi = ipsilaterale Gliedmaße; Contra = kontralaterale Gliedmaße; Lahm = lahme Gliedmaße; FL = vorne links; FR = vorne rechts; HL = hinten links; HR = hinten rechts

Hinsichtlich des IF_z (in % GK) zeigten sich sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen (Tab. 12). Analog zu den PF_z-Werten (in % GK) wiesen auch in beiden Gruppen die Vorderextremitäten höhere IF_z-Werte (in % GK) als die Hinterextremitäten auf. In der Versuchsgruppe zeigte sich auch, dass die kontralaterale Gliedmaße signifikant höhere Werte als die lahme hatte (Abb. 3).

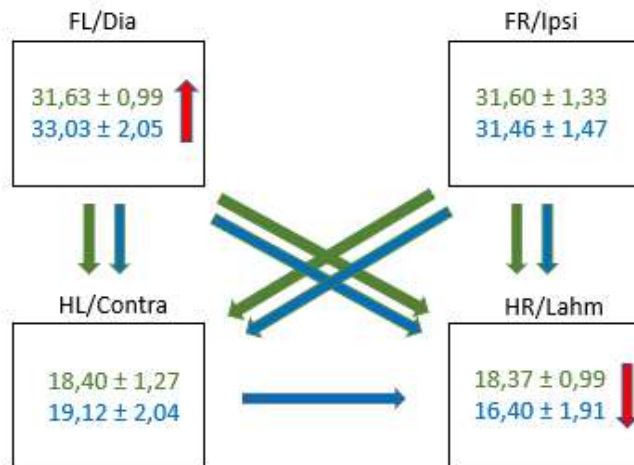


Abb. 3: Hier sind die IF_z-Werte (in % GK) im Schritt der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und jene der Kontrollgruppe dargestellt. Für die genau Beschreibung dieser Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab lag der Mittelwert der PF_z (in % GK) der diagonalen Extremität vor der Therapie bei $31,76 \pm 1,98$ %, jener der ipsilateralen Gliedmaße bei $31,46 \pm 1,35$ %, jener der kontralateralen Gliedmaße bei $20,41 \pm 0,59$ % und jener der lahmen Extremität bei $16,38 \pm 3,16$ % (Abb. 4). Betrachtet man den IF_z (in % GK) im Trab, dann zeigte sich, dass der Mittelwert der diagonalen Extremität bei $34,28 \pm 1,00$ %, jener der ipsilateralen Gliedmaße bei $32,82 \pm 1,33$ %, jener der kontralateralen Gliedmaße bei $19,14 \pm 1,86$ % und jener der lahmen Extremität bei $13,77 \pm 2,70$ % lag (Abb. 5).

Analog zu den Ergebnissen im Schritt zeigten sich auch im Trab sowohl signifikant höhere PF_z-Werte (in % GK) als auch IF_z-Werte (in % GK) in den Vorderextremitäten als in den Hinterextremitäten. Weiters konnten sowohl signifikant höhere PF_z-Werte (in % GK) als auch IF_z-Werte (in % GK) in der kontralateralen als in der lahmen Gliedmaße beobachtet werden (Abb. 4 und 5, Tab. 12).

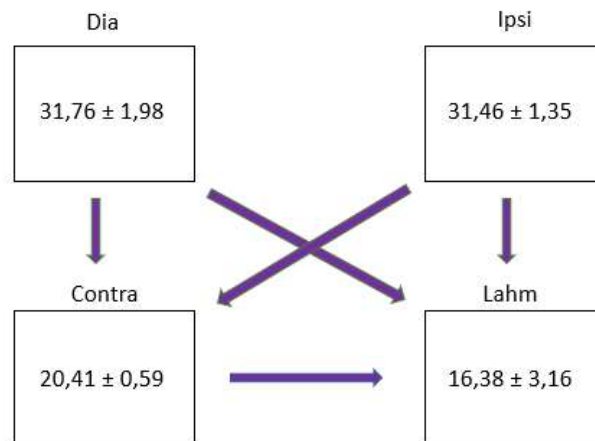


Abb. 4: Hier sind die PF_z-Werte (in % GK) im Trab der Versuchsgruppe vor Therapie gezeigt. Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Beine der Versuchsgruppe im Trab vor einer Einheit Unterwassertherapie. Die Pfeile zeigen die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen, wobei die Pfeilspitze zum niedrigeren Wert zeigt. Dia = diagonale Gliedmaße; Ipsi = ipsilaterale Gliedmaße; Contra = kontralaterale Gliedmaße; Lahm = lahme Gliedmaße

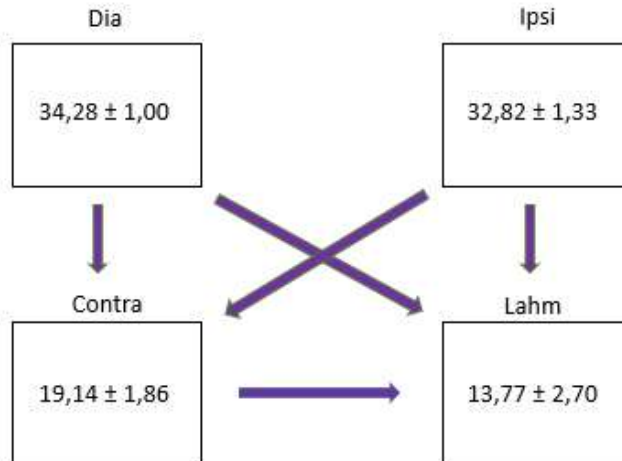


Abb. 5: Hier sind die IF_z-Werte (in % GK) der Versuchsgruppe vor Therapie im Trab dargestellt. Für die genaue Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 4.

Vergleicht man nun die Werte des PF_z (in % GK) der einzelnen Beine der gesunden Hunde mit jenen der lahmen Hunde vor Durchführung der Unterwassertherapie, konnten bei der kontralateralen, der ipsilateralen und der diagonalen Gliedmaße keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Bei der lahmen Gliedmaße konnte jedoch ein signifikanter

Unterschied erhoben werden (Abb. 2, Tab. 4). Die Hunde der Versuchsgruppe zeigten niedrigere PF_z -Werte (in % GK) in der lahmen Extremität, verglichen mit jenen der rechten Hinterextremität der Kontrollgruppe. Vergleicht man nun die Werte des IF_z (in % GK) der einzelnen Gliedmaßen der Versuchsgruppe mit jenen der Kontrollgruppe, zeigten sich in der kontralateralen und der ipsilateralen Extremität keine signifikanten Unterschiede. Jedoch in der diagonalen und lahmen Extremität konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden (Abb. 3, Tab. 4) wobei, verglichen mit der Kontrollgruppe, die diagonalen Beine der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte und die lahmen Beine der Versuchsgruppe signifikant niedrigere Werte aufwiesen.

Bezüglich der Standphasendauer (in % GSPD) zeigte sich Folgendes:

Der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag im Schritt bei $26,16 \pm 0,76$ %, jener der Kontrollgruppe bei $25,77 \pm 0,45$ %. In der ipsilateralen Gliedmaße war der Mittelwert der lahmen Hunde $25,71 \pm 0,74$ %, jener der gesunden Hunde $25,84 \pm 0,64$ %. Der mittlere Wert des kontralateralen Beines lag in der Versuchsgruppe bei $24,57 \pm 0,70$ %, jener der Kontrollgruppe bei $24,23 \pm 0,67$ %. Der Mittelwert der lahmen Gliedmaße war in der Versuchsgruppe $23,56 \pm 0,72$ % und jener in der Kontrollgruppe $24,17 \pm 0,47$ % (Abb. 6).

Bei Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe zeigte sich, dass auch hier, sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe, die Vordergliedmaßen signifikant höhere Werte als die Hintergliedmaßen aufwiesen. Des Weiteren zeigte sich auch in der Versuchsgruppe, dass das kontralaterale Bein signifikant höhere Werte als das lahme hatte (Abb. 6, Tab. 12).

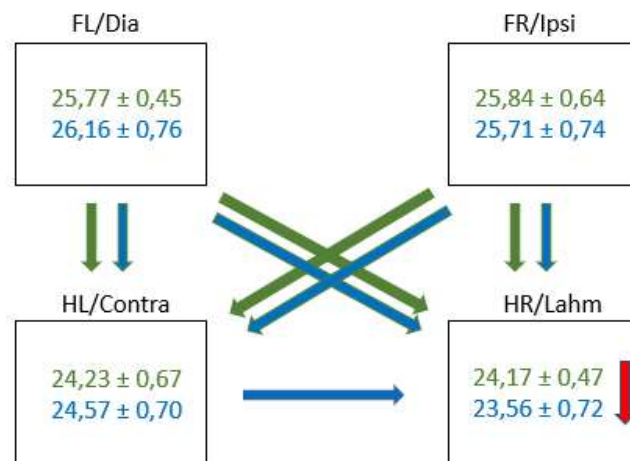


Abb. 6: Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Standphasendauer (in % GSPD) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt. Für eine genaue Beschreibung siehe Abb. 2.

Im Trab befand sich der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße bei $28,05 \pm 0,86$ %, jener der ipsilateralen Extremität bei $27,03 \pm 0,97$ %, jener des kontralateralen Beines bei $23,46 \pm 1,43$ % und jener der lahmen Extremität bei $21,46 \pm 0,70$ % (Abb. 7).

Im Trab zeigte sich auch, dass die Vorderbeine in der Versuchsgruppe signifikant höhere Standphasendauer-Werte (in % GSPD) als die Hinterbeine aufwiesen. Außerdem zeigte die kontralaterale Gliedmaße signifikant höhere Werte als die lahme (Abb. 7, Tab. 12).

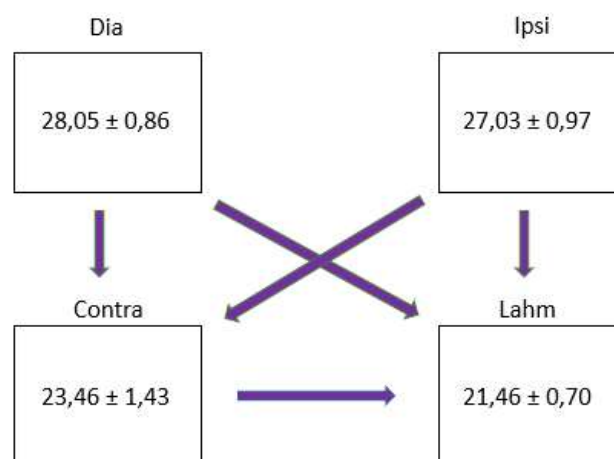


Abb. 7: Dargestellt sind die Werte der Standphasendauer (in % GSPD) der Versuchsgruppe im Trab. Für eine detaillierte Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 4.

Beim Vergleich der Standphasendauer (in % GSPD) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie mit der Kontrollgruppe fällt auf, dass nur die lahmen Extremitäten signifikante Unterschiede aufwiesen, wobei das lahme Bein der Versuchsgruppe signifikant niedrigere Werte zeigte. Die anderen Beine unterschieden sich nicht signifikant (Abb. 6, Tab. 4).

Hinsichtlich der TPF_z (in % SPD) zeigte die diagonale Gliedmaße der Versuchsgruppe im Schritt einen Mittelwert von $50,42 \pm 16,94$ %, die Kontrollgruppen jenen von $47,73 \pm 12,47$ %. Der Mittelwert der ipsilateralen Gliedmaße lag bei $47,00 \pm 15,59$ % in der Versuchsgruppe und in der Kontrollgruppe bei $47,01 \pm 11,96$ %. Das kontralaterale Bein zeigte einen mittleren Wert von $24,11 \pm 8,40$ % in der Versuchsgruppe und jenen von $33,73 \pm 3,88$ % in der Kontrollgruppe. Das lahme Bein der Versuchsgruppe hatte einen Mittelwert von $30,74 \pm 8,38$ % und die Kontrollgruppe jenen von $33,65 \pm 5,53$ % (Abb. 8).

Im Schritt zeigten bei Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe, sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe, die Vorderbeine bezüglich des TPF_z -Wertes (in % SPD) signifikant höhere Werte als die Hinterbeine (Abb. 8, Tab. 12).

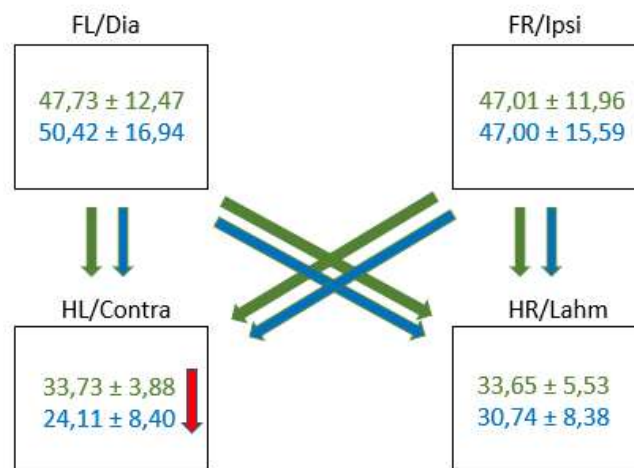


Abb. 8: Dargestellt sind die Werte der TPF_z (in % SPD) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab war der Mittelwert der diagonalen Extremität in der Versuchsgruppe $48,47 \pm 2,84$ %, jener der ipsilateralen Extremität $45,62 \pm 2,53$ %, jener der kontralateralen Gliedmaße $40,68 \pm 6,04$ % und jener des lahmen Beines $36,32 \pm 4,77$ % (Abb. 9).

Anders als im Schritt stellte sich im Trab heraus, dass nur die diagonale Gliedmaße signifikant höhere Werte als beide Hinterextremitäten aufwies. Die ipsilaterale Gliedmaße wies zwar signifikant höhere Werte als das lahme Bein auf, jedoch keine signifikant unterschiedlichen Werte als das kontralaterale Bein (Abb. 9, Tab. 12).

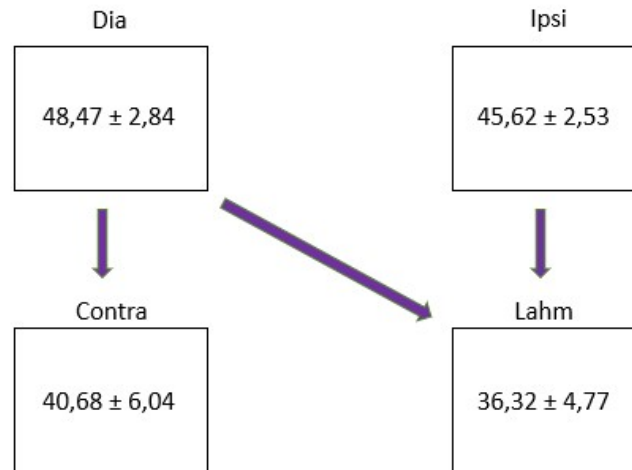


Abb. 9: Dargestellt sind die TPF_z-Werte (in % SPD) der Versuchsgruppe im Trab. Für eine genaue Beschreibung dieser Abb. siehe Abb. 4.

Vergleicht man die TPF_z-Werte (in % SPD) der einzelnen Gliedmaßen der Versuchsgruppe vor der Einheit am Unterwasserlaufband mit jenen der Kontrollgruppe, konnten nur in der kontralateralen Gliedmaße signifikant niedrigere Werte in der Versuchsgruppe festgestellt werden. Die anderen Beine wiesen keine signifikanten Unterschiede auf (Abb. 8, Tab. 4).

Tab. 4: Vergleich der p-Werte der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe vor Therapie, jeweils im Schritt, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant betrachtet werden.

	PF _z (in % GK)	IF _z (in % GK)	SPD (in % GSPD)	TPF _z (in % SPD)
	p-Werte			
Dia/FL	0,267	0,017	0,084	0,625
Ipsi/FR	0,497	0,801	0,637	0,999
Contra/HL	0,126	0,243	0,210	0,000
Lahm/HR	0,001	0,001	0,009	0,264

4.1.2. CoP-Werte

Wird die Auslenkung des CoP nach mediolateral (MedLat in %) im Schritt betrachtet, dann konnte festgestellt werden, dass der Mittelwert in der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe $7,12 \pm 1,54$ % und jener in der Kontrollgruppe $8,06 \pm 2,98$ % war. Der mittlere Wert der ipsilateralen Extremität lag in der Versuchsgruppe bei $7,83 \pm 3,28$ % und jener in der Kontrollgruppe bei $7,90 \pm 3,24$ %. In der kontralateralen Gliedmaße betrug der Mittelwert in der Versuchsgruppe $5,99 \pm 1,96$ % und jener der Kontrollgruppe $5,56 \pm 1,91$ %. Der Mittelwert der lahmen Extremität lag in der Versuchsgruppe bei $5,93 \pm 2,63$ % und jener in der Kontrollgruppe bei $5,24 \pm 1,67$ % (Abb. 10).

Bei Vergleich der einzelnen Gliedmaßen innerhalb einer Gruppe im Schritt zeigte sich in der Kontrollgruppe, dass die Vorderbeine signifikant höhere Werte als die Hinterbeine aufwiesen. In der Versuchsgruppe konnte dies nicht beobachtet werden (Abb. 10, Tab. 12).

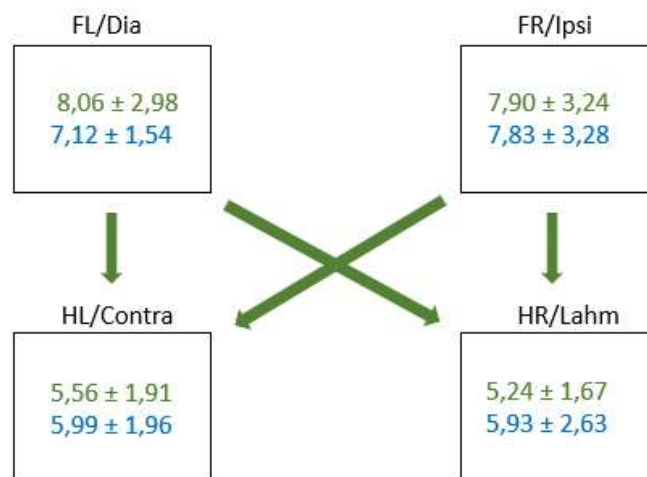


Abb. 10: Dargestellt sind die Werte der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung der Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab betrug der Mittelwert der Versuchsgruppe des diagonalen Beines $5,47 \pm 2,23$ %, jener des ipsilateralen Beines $3,82 \pm 1,03$ %, jener des kontralateralen Beines $4,07 \pm 1,59$ % und jener des lahmen Beines $3,87 \pm 1,31$ %.

Auch beim Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe im Trab konnten in der Versuchsgruppe keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen festgestellt werden (Tab. 12).

Beim Vergleich der Werte der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie mit jenen der Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab. 5).

Bezüglich der Auslenkung des CoP nach kraniokaudal (CranCaud in %) im Schritt zeigte sich in der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe ein Mittelwert von $25,00 \pm 6,09$ % und in der Kontrollgruppe von $25,76 \pm 5,90$ %. Die ipsilaterale Extremität hatte in der Versuchsgruppe einen Mittelwert von $24,42 \pm 4,63$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $25,85 \pm 5,99$ %. Der mittlere Wert in der kontralateralen Extremität betrug in der Versuchsgruppe $20,86 \pm 5,24$ % und in der Kontrollgruppe $21,85 \pm 6,47$ %. Das lahme Bein zeigte in der Versuchsgruppe einen Mittelwert von $20,95 \pm 7,20$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $22,83 \pm 6,24$ % (Abb. 11).

Vergleicht man die einzelnen Extremitäten innerhalb einer Gruppe im Schritt, zeigten sich in der Kontrollgruppe signifikant höhere Werte in beiden Vorderextremitäten, verglichen mit der kontralateralen Gliedmaße, jedoch nicht im Vergleich zur lahmen Extremität. In der Versuchsgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen festgestellt werden (Abb. 11, Tab. 12).

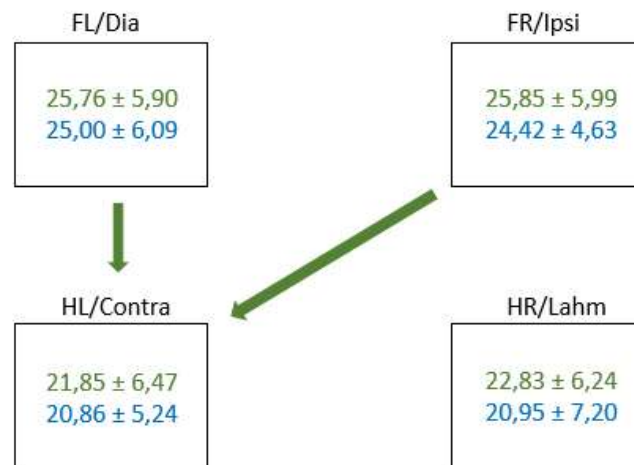


Abb. 11: Dargestellt sind die Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung der Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab war der mittlere Wert der diagonalen Extremität in der Versuchsgruppe $18,76 \pm 2,00$ %, jener der ipsilateralen Gliedmaße $17,13 \pm 3,49$ %, jener der kontralateralen Extremität $16,03 \pm 2,65$ % und jener des lahmen Beines $13,94 \pm 2,50$ % (Abb. 12).

Im Trab zeigte sich in der Versuchsgruppe, anders als im Schritt, hinsichtlich der CoP-Auslenkung nach kraniokaudal (in %) ein signifikanter Unterschied zwischen der diagonalen und der lahmen Gliedmaße, wobei die diagonale Extremität den signifikant höheren Wert aufwies (Abb. 12, Tab. 12)

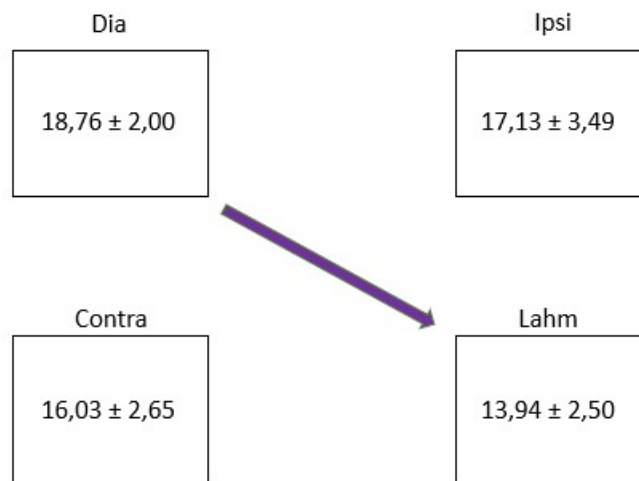


Abb. 12: Dargestellt sind die Werte der Auslenkung des CoP nach kraniokaudal (in %) der Versuchsgruppe im Trab. Für eine genaue Beschreibung der Abb., siehe Abb. 4.

Auch beim Vergleich der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie mit jenen der Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede detektiert werden (Tab. 5).

Hinsichtlich der CoP-Area (in %) wies die diagonale Extremität im Schritt in der Versuchsgruppe einen Mittelwert von $1,02 \pm 0,57$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $1,25 \pm 0,56$ % auf. Die ipsilaterale Gliedmaße hatte in der Versuchsgruppe einen mittleren Wert von $1,14 \pm 0,76$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $1,30 \pm 0,65$ %. Der Mittelwert in der kontralateralen Extremität lag in der Versuchsgruppe bei $0,82 \pm 0,40$ % und in der Kontrollgruppe bei $0,78 \pm 0,37$ %. Das lahme Bein wies in der Versuchsgruppe einen

Mittelwert von $0,95 \pm 0,71$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $0,81 \pm 0,37$ % auf (Abb. 13).

Bei Vergleich der einzelnen Gliedmaßen innerhalb einer Gruppe im Schritt zeigten sich bei den gesunden Hunden signifikant höhere Werte in den Vorderbeinen als in den Hinterbeinen. Bei den lahmen Hunden konnten keine signifikanten Unterschiede im Schritt zwischen den einzelnen Gliedmaßen festgestellt werden (Abb. 13, Tab. 12).

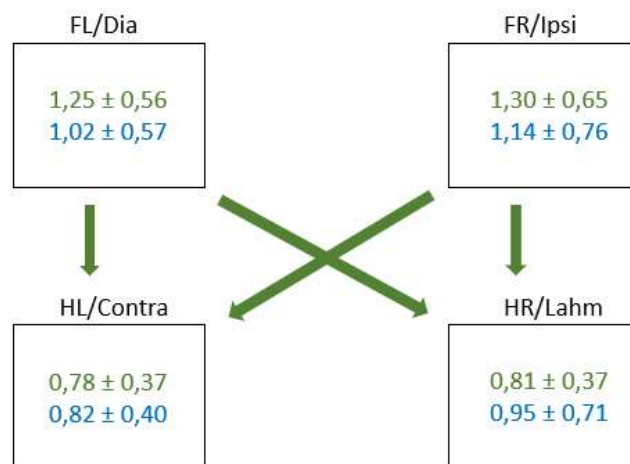


Abb. 13: Dargestellt sind die Werte der CoP-Area (in %) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung der Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab lag der Mittelwert der Versuchsgruppe der diagonalen Gliedmaße bei $0,56 \pm 0,40$ %, jener der ipsilateralen Extremität bei $0,40 \pm 0,21$ %, jener der kontralateralen Gliedmaße bei $0,40 \pm 0,18$ % und jener des lahmen Beines bei $0,32 \pm 0,17$ %.

Gleich wie im Schritt, konnten auch im Trab in der Versuchsgruppe keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen detektiert werden (Tab. 12).

Vergleicht man die Werte der CoP-Area (in %) der gesunden mit jenen der lahmen Hunde vor Unterwassertherapie, konnten auch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab. 5).

Bezüglich des CoP-Speed (in mm/s) im Schritt zeigten sich in der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe Mittelwerte von $61,56 \pm 11,37$ mm/s und in der Kontrollgruppe jene von $78,95$

$\pm 18,87$ mm/s. Die ipsilaterale Extremität wies in der Versuchsgruppe mittlere Werte von $62,53 \pm 9,03$ mm/s und in der Kontrollgruppe von $79,19 \pm 18,72$ mm/s auf. Das kontralaterale Bein hatte in der Versuchsgruppe Mittelwerte von $56,38 \pm 10,21$ mm/s und in der Kontrollgruppe jene von $66,55 \pm 15,95$ mm/s. Die lahme Extremität wies in der Versuchsgruppe Mittelwerte von $57,63 \pm 13,93$ mm/s und in der Kontrollgruppe jene von $68,71 \pm 14,49$ mm/s auf (Abb. 14).

Bei Vergleich der CoP-Speed-Werte (in mm/s) der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe im Schritt zeigten sich in der Kontrollgruppe signifikant höhere Werte in den beiden Vorderbeinen, verglichen mit der kontralateralen Extremität, jedoch nicht verglichen mit der lahmen. In der Versuchsgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Beinen festgestellt werden (Abb. 14, Tab. 12).

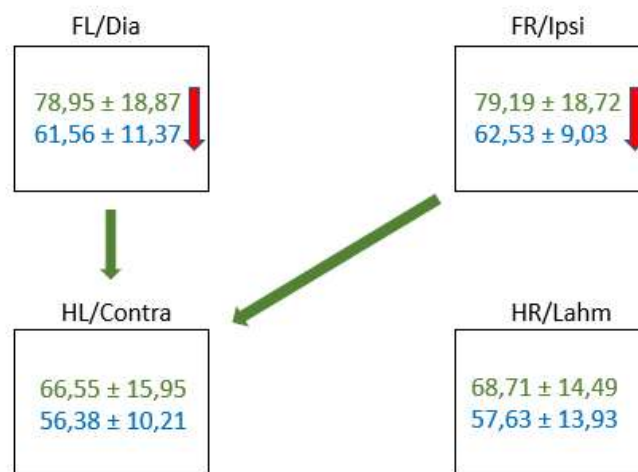


Abb. 14: Dargestellt sind die CoP-Speed-Werte (in mm/s) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 2.

Im Trab wies in der Versuchsgruppe der Mittelwert der diagonalen Extremität Werte von $123,18 \pm 9,48$ mm/s, der ipsilateralen Gliedmaße jene von $116,56 \pm 14,25$ mm/s, das kontralaterale Bein jene von $123,94 \pm 14,16$ mm/s und das lahme Bein jene von $120,10 \pm 23,05$ mm/s auf.

Im Trab konnten in der Versuchsgruppe, analog zum Schritt, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extremitäten festgestellt werden (Tab. 12).

Beim Vergleich der CoP-Speed-Werte (in mm/s) der Versuchsgruppe vor Therapie mit jenen der Kontrollgruppe zeigten sich in den Vorderbeinen signifikante Unterschiede. Die

Vorderextremitäten der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie wiesen signifikant niedrigere Werte als jene der Kontrollgruppe auf (Abb. 14, Tab. 5).

Hinsichtlich des CoP-Radius (in %) im Schritt lag der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe bei $0,12 \pm 0,03$ % und jener der Kontrollgruppe ebenfalls bei $0,12 \pm 0,03$ %. In der ipsilateralen Extremität wies er in der Versuchsgruppe einen Wert von $0,12 \pm 0,02$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $0,12 \pm 0,03$ % auf. Die kontralaterale Gliedmaße hatte sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe einen mittleren Wert von $0,13 \pm 0,03$ %. Das lahme Bein wies in der Versuchsgruppe einen Mittelwert von $0,13 \pm 0,02$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $0,13 \pm 0,03$ % auf.

Im Trab lag der Mittelwert der Versuchsgruppe der diagonalen und jener der ipsilateralen Gliedmaße bei $0,10 \pm 0,01$ %, jener der kontralateralen Extremität bei $0,11 \pm 0,02$ % und jener des lahmen Beines bei $0,10 \pm 0,02$ %.

Bei Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe konnten hinsichtlich des CoP-Radius (in %), sowohl im Schritt als auch im Trab, weder in der Versuchs- noch in der Kontrollgruppe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Extremitäten gefunden werden (Tab. 12).

Bei Betrachtung des CoP-Radius (in %) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe gefunden werden (Tab. 5).

Tab. 5: Vergleich der p-Werte der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe vor Therapie, jeweils im Schritt, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant betrachtet werden.

	MedLat (in %)	CranCaud (in %)	Area (in %)	Speed (in mm/s)	Radius (in %)
	p-Werte				
Dia/FL	0,363	0,744	0,298	0,013	0,966
Ipsi/FR	0,954	0,513	0,534	0,013	0,715
Contra/HL	0,568	0,678	0,798	0,078	0,800
Lahm/HR	0,393	0,464	0,481	0,055	0,656

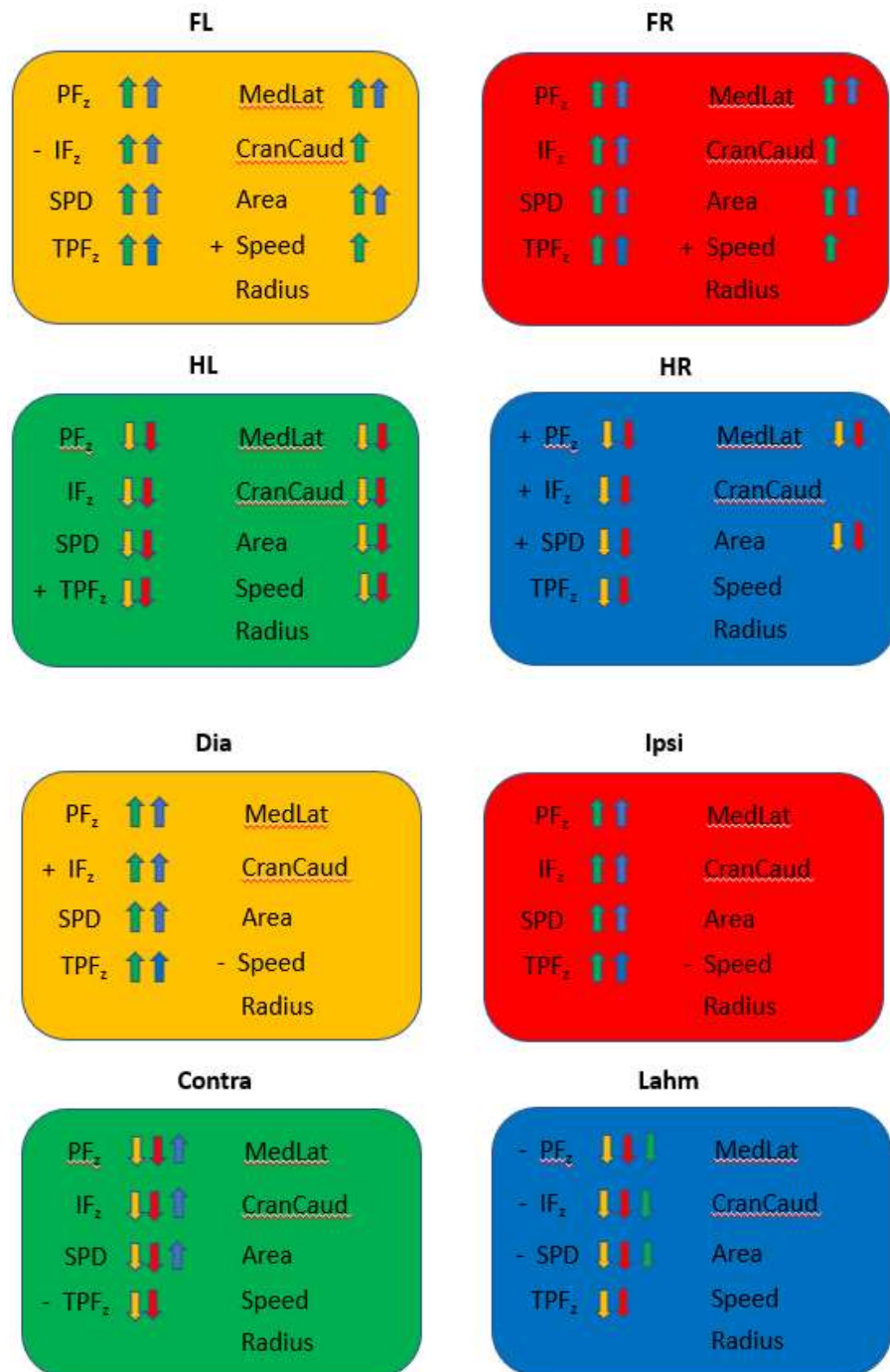


Abb. 15 und 16: Zu sehen ist ein Überblick der Ergebnisse der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie. Die vier Rechtecke symbolisieren die vier Pfoten, in Gelb die linke Vorderextremität bzw. die diagonale Gliedmaße, in Rot die rechte Vorderextremität bzw. die ipsilaterale Gliedmaße, in Grün die linke Hintergliedmaße bzw. die kontralaterale Extremität und in Blau die rechte Hinterextremität bzw. das lahme Bein. Die Pfeile zeigen nach oben, wenn die Werte signifikant höher

und nach unten, wenn die Werte signifikant niedriger waren. Die Farbe des Pfeiles zeigt auf wessen Gliedmaße es bezogen ist. Beispielsweise zeigte der PF_z der kontralateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie signifikant niedrigere Werte als die beiden Vorderbeine, aber signifikant höhere Werte als die lahme Extremität. Das „+“ oder „-“ zeigt an, ob die Werte der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe, signifikante Unterschiede aufwiesen. Das „+“ steht für signifikant höhere Werte in der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Das „-“ steht für signifikant niedrigere Werte in der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Ein Beispiel: die PF_z zeigte in der kontralateralen Gliedmaße signifikant höhere Werte in der Versuchsgruppe als in der Kontrollgruppe, jedoch aber in der lahmen Extremität signifikant niedrigere Werte in der Versuchsgruppe als in der Kontrollgruppe.

4.2. Vergleich der Versuchsgruppe nach der Unterwassertherapie mit der Kontrollgruppe

4.2.1. Ground Reaction Forces

Die PF_z (in % GK) und den IF_z (in % GK) betreffend, zeigte sich im Schritt Folgendes:

Auch hier wiesen die Vordergliedmaßen höhere PF_z -Werte (in % GK) im Vergleich zu den Hintergliedmaßen auf. Der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $30,4 \pm 1,84$ % und jener der Kontrollgruppe bei $30,64 \pm 1,23$ %. Der mittlere Wert der ipsilateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $30,66 \pm 1,08$ % und jener der Kontrollgruppe bei $30,44 \pm 1,24$ %. Der Mittelwert der kontralateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe betrug $20,85 \pm 1,73$ %, jener der Kontrollgruppe $19,41 \pm 1,29$ %. Der Mittelwert der lahmen Gliedmaße der Versuchsgruppe lag bei $18,08 \pm 1,55$ % und jener der Kontrollgruppe bei $19,52 \pm 1,17$ % (Abb. 17). Hinsichtlich des IF_z (in % GK) war der Mittelwert des diagonalen Beines in der Versuchsgruppe $32,32 \pm 2,11$ % und in der Kontrollgruppe $31,63 \pm 0,99$ %. Das ipsilaterale Bein zeigte einen Mittelwert von $31,74 \pm 1,50$ % in der Versuchsgruppe und einen von $31,60 \pm 1,33$ % in der Kontrollgruppe. Der mittlere Wert der kontralateralen Gliedmaße in der Versuchsgruppe lag bei $19,21 \pm 2,07$ % und in der Kontrollgruppe bei $18,40 \pm 1,27$ %. Der Mittelwert der lahmen Extremität betrug in der Versuchsgruppe $16,74 \pm 1,90$ % und jener in der Kontrollgruppe $18,37 \pm 0,99$ % (Abb. 18).

Beim Vergleich zwischen den einzelnen Gliedmaßen der jeweiligen Gruppe zeigten sich, die PF_z (in % GK) und den IF_z (in % GK) im Schritt betreffend, signifikante Unterschiede. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen der Kontrollgruppe wurden in Kapitel 4.1.1. beschrieben. In der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie zeigten sich, gleich wie vor einer Einheit Unterwassertherapie, signifikant höhere PF_z -Werte (in % GK) in den Vorderbeinen als in den Hinterbeinen. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass, gleich wie vor der Therapie, die kontralaterale Gliedmaße im Vergleich zur lahmen signifikant höhere PF_z -Werte (in % GK) aufwies (Abb. 17, Tab. 12). Auch bezüglich des IF_z (in % GK) zeigten sich signifikante Unterschiede. Die Unterschiede der Kontrollgruppe wurden schon in Kapitel 4.1.1. beschrieben. Auch hier wiesen die Vorderbeine der Versuchsgruppe nach einer Einheit Unterwassertherapie signifikant höhere IF_z -Werte (in % GK) als die Hinterbeine auf. Des

Weiteren zeigte die kontralaterale Extremität signifikant höhere Werte als die lahme Gliedmaße (Abb. 18, Tab. 12).

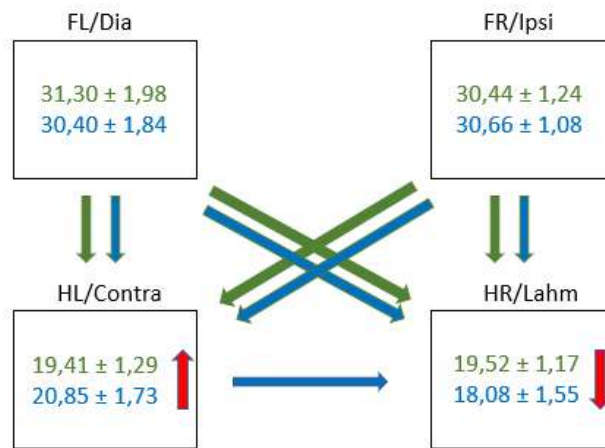


Abb. 17: Hier sind die PFz-Werte (in % GK) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und jene der Kontrollgruppe im Schritt dargestellt. In Grün sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Kontrollgruppe und in Blau jene der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie dargestellt. Die Pfeile außerhalb der Kästchen zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Beinen der jeweiligen Gruppe an. Die Pfeilspitze zeigt jeweils auf die niedrigeren Werte. Die grünen Pfeile betreffen die signifikanten Unterschiede der Kontrollgruppe, die blauen Pfeile jene der Versuchsgruppe. Pfeile innerhalb der Kästchen zeigen signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Beinen der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Der Pfeil weist nach unten, wenn die Versuchsgruppe signifikant niedrigere Werte als die Kontrollgruppe aufweist. Der Pfeil weist nach oben, wenn die Versuchsgruppe signifikant höhere Werte aufweist.

Dia = diagonale Gliedmaße; Ipsi = ipsilaterale Gliedmaße; Contra = kontralaterale Gliedmaße; Lahm = lahme Gliedmaße; FL = vorne links; FR = vorne rechts; HL = hinten links; HR = hinten rechts

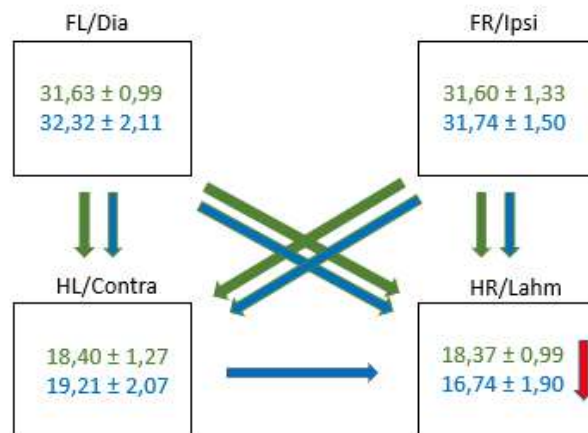


Abb. 18: Dargestellt sind die IF_z-Werte (in % GK) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt. Für die detaillierte Beschreibung dieser Abb. siehe Abb. 17.

Im Trab lag der Mittelwert der PF_z (in % GK) der diagonalen Extremität nach der Therapie bei $31,13 \pm 1,53$ %, der ipsilateralen Gliedmaße bei $31,66 \pm 1,50$ %, der kontralateralen Gliedmaße bei $20,99 \pm 0,94$ % und der lahmen Extremität bei $16,23 \pm 3,27$ % (Abb. 19). Im Trab betrug der mittlere Wert des IF_z (in % GK) der diagonalen Gliedmaße $33,59 \pm 0,83$ %, der ipsilateralen Gliedmaße $32,65 \pm 1,65$ %, der kontralateralen Gliedmaße $19,38 \pm 2,25$ % und der lahmen Gliedmaße $14,38 \pm 3,29$ % (Abb. 20).

Analog zu den Ergebnissen im Schritt zeigten sich auch im Trab signifikant höhere PF_z-Werte (in % GK) in den Vorderextremitäten als in den Hinterextremitäten. Des Weiteren konnten signifikant höhere PF_z-Werte (in % GK) in der kontralateralen als in der lahmen Gliedmaße gesehen werden (Abb. 19, Tab. 12). Auch bezüglich der IF_z-Werte (in % GK) zeigten sich im Trab signifikant höhere Werte in den Vorderbeinen als in den Hinterbeinen und außerdem auch noch signifikant höhere Werte in der kontralateralen Extremität als in der lahmen (Abb. 20, Tab. 12).

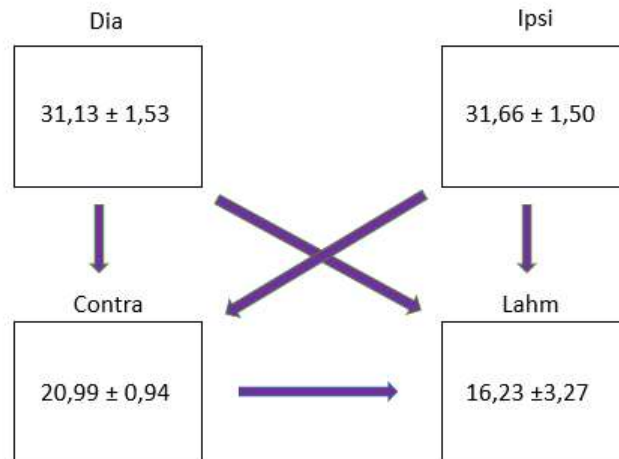


Abb. 19: Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der PF_z (in % GK) der einzelnen Beine der Versuchsgruppe im Trab nach einer Einheit Unterwassertherapie. Die Pfeile zeigen die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen, wobei die Pfeilspitze zum niedrigeren Wert zeigt.

Dia = diagonale Gliedmaße; Ipsi = ipsilaterale Gliedmaße; Contra = kontralaterale Gliedmaße; Lahm = lahme Gliedmaße

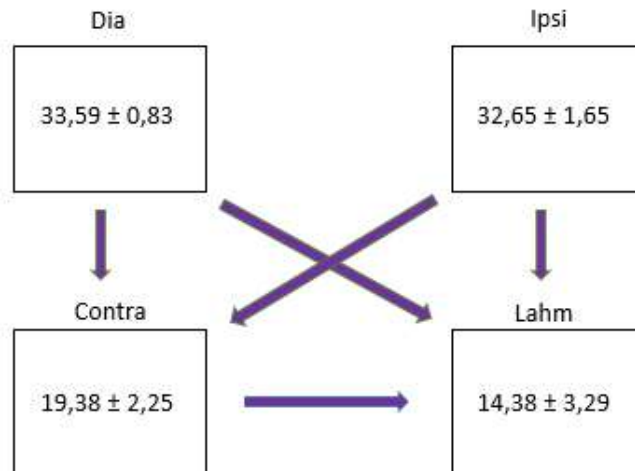


Abb. 20: Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen des IF_z (in % GK) der Versuchsgruppe nach Therapie im Trab. Für eine genaue Erläuterung siehe Abb. 19.

Beim Vergleich der einzelnen Gliedmaßen der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie zeigte sich sowohl in der kontralateralen als auch in der lahmen Gliedmaße ein signifikanter Unterschied (Tab. 6). Der PF_z (in % GK) zeigte in der

Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie, im Vergleich zur Kontrollgruppe, einen signifikant höheren Wert in der kontralateralen Gliedmaße und einen signifikant niedrigeren Wert in der lahmen Gliedmaße (Abb. 17, Tab. 6). Beim Vergleich des IF_z (in % GK) der Versuchsgruppe nach Therapie mit der Kontrollgruppe zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der lahmen Extremität, dabei waren die Werte in der lahmen Gliedmaße signifikant niedriger (Abb. 18, Tab. 6).

Hinsichtlich der Standphasendauer (in % GSPD) im Schritt lag der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe bei $26,15 \pm 0,50$ %, jener der Kontrollgruppe bei $25,77 \pm 0,45$ %. Der mittlere Wert der ipsilateralen Extremität der Versuchsgruppe betrug $25,88 \pm 0,95$ %, jener der Kontrollgruppe $25,84 \pm 0,64$ %. In der kontralateralen Gliedmaße lag der Mittelwert in der Versuchsgruppe bei $24,49 \pm 0,97$ %, jener der Kontrollgruppe bei $24,23 \pm 0,67$ %. Der Mittelwert des lahmen Beines war in der Versuchsgruppe $23,48 \pm 0,47$ %, jener der Kontrollgruppe $24,17 \pm 0,47$ % (Abb. 21).

Es zeigten sich im Schritt auch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Extremitäten innerhalb der Gruppen. Auch hier wiesen die Vorderbeine, sowohl in der Versuchs- als auch der Kontrollgruppe, signifikant höhere Werte als die Hinterbeine auf. Des Weiteren zeigte die kontralaterale Gliedmaße, verglichen mit der lahmen, in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte (Abb. 21, Tab. 12).

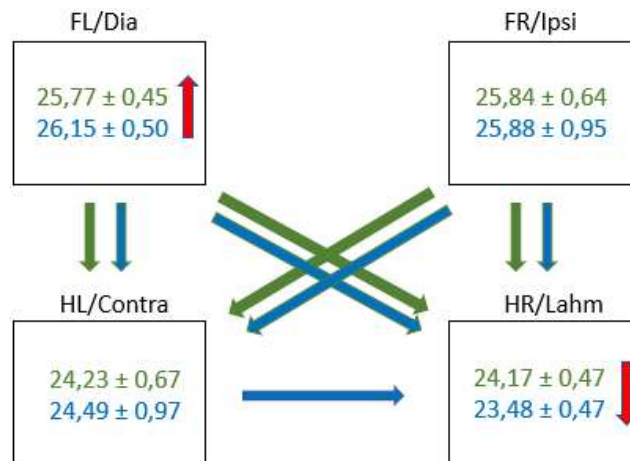


Abb. 21: Dargestellt sind die Werte der Standphasendauer (in % GSPD) im Schritt der Versuchsgruppe nach Therapie und der Kontrollgruppe. Für eine genaue Erläuterung siehe Abb. 17.

Im Trab lag der Mittelwert des diagonalen Beines in der Versuchsgruppe bei $27,80 \pm 0,68$ %, jener des ipsilateralen Beines bei $26,98 \pm 1,08$ %, jener der kontralateralen Gliedmaße bei $23,14 \pm 1,33$ % und jener der lahmen Extremität bei $22,08 \pm 0,99$ % (Abb. 22).

Auch im Trab zeigten sich signifikant höhere Werte der Standphasendauer (in % GSPD) in den Vordergliedmaßen, verglichen mit den Hintergliedmaßen. Jedoch, anders als vor der Therapie, konnten nach einer Einheit Unterwassertherapie keine signifikanten Unterschiede zwischen der kontralateralen und der lahmen Extremität gefunden werden (Abb. 22, Tab. 12).

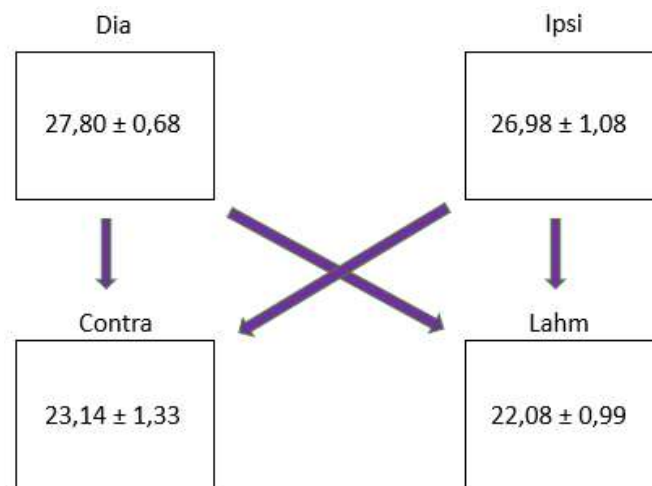


Abb. 22: Dargestellt sind die Werte der Standphasendauer (in % GSPD) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie. Die detaillierte Beschreibung dieser Abb. ist bei Abb. 19 nachzulesen.

In Bezug auf die Standphasendauer (in % GSPD) zeigten sich signifikante Unterschiede in der diagonalen und der lahmen Extremität zwischen den Gruppen. Die diagonale Gliedmaße wies signifikant höhere Werte in der Versuchsgruppe und die lahme Gliedmaße signifikant niedrigere Werte auf (Abb. 21, Tab. 6).

Betrachtet man die TPF_z (in % SPD) im Schritt, dann zeigte sich ein Mittelwert von $45,04 \pm 15,12$ % der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe und jener von $47,73 \pm 12,47$ % in der Kontrollgruppe. Der Mittelwert in der ipsilateralen Extremität der Versuchsgruppe war $44,95 \pm 16,30$ %, jener der Kontrollgruppe $47,01 \pm 11,96$ %. Die lahmen Hunde zeigten einen mittleren Wert in der kontralateralen Gliedmaße von $21,93 \pm 3,97$ % und die gesunden Hunde jenen von $33,73 \pm 3,88$ %. Das lahm Bein zeigte einen Mittelwert von $26,84 \pm 4,10$ % in der Versuchsgruppe und jenen von $33,65 \pm 5,53$ % in der Kontrollgruppe (Abb. 23).

Hinsichtlich der TPF_z -Werte (in % SPD) zeigten, sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe, im Schritt die Vorderextremitäten signifikant höhere Werte als die Hinterextremitäten (Abb. 23, Tab. 12).

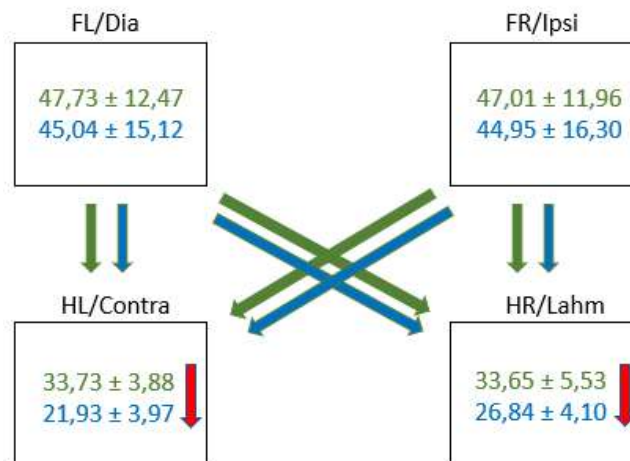


Abb. 23: Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der TPF_z-Werte (in % SPD) der Versuchsgruppe nach Therapie und jene der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt. Für eine genaue Erläuterung siehe Abb. 17.

Im Trab lag der Mittelwert der diagonalen Gliedmaße in der Versuchsgruppe bei $48,40 \pm 3,63$ %, jener der ipsilateralen Extremität bei $45,47 \pm 3,47$ %, jener des kontralateralen Beines bei $38,87 \pm 6,08$ % und jener der lahmen Gliedmaße bei $36,11 \pm 6,42$ % (Abb. 24).

Analog zu den Ergebnissen im Trab vor Therapie, aber anders als im Schritt, sowohl vor und nach der Therapie, zeigte nur die diagonale Gliedmaße im Trab nach Unterwassertherapie signifikant höhere Werte als beide Hintergliedmaßen. Die ipsilaterale Extremität zeigte nur signifikant höhere Werte als das lahme Bein, nicht aber signifikante Unterschiede zum kontralateralen Bein (Abb. 24, Tab. 12).

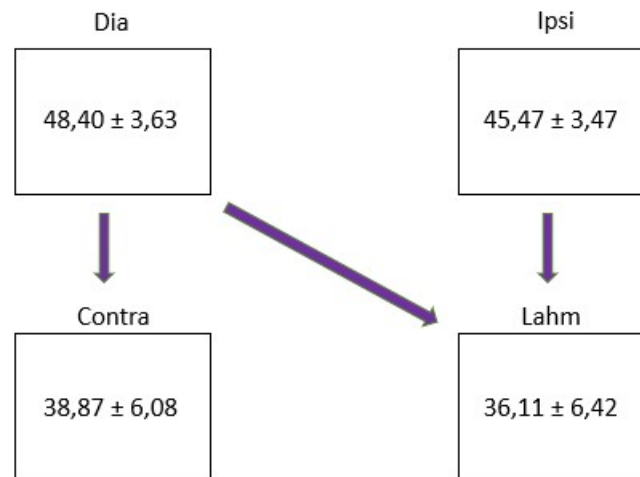


Abb. 24: Dargestellt sind die TPF_z-Werte (in % SPD) der Versuchsgruppe nach Therapie im Trab. Für eine detaillierte Beschreibung dieser Abb. siehe Abb. 19.

Auch hinsichtlich der TPF_z (in % SPD) zeigten sich signifikante Unterschiede sowohl in der kontralateralen als auch, im Gegensatz zu vor der Therapie, in der lahmen Extremität. In beiden Beinen konnte man in der Versuchsgruppe die signifikant niedrigeren Werte feststellen (Abb. 23, Tab. 6).

Tab. 6: Vergleich der p-Werte der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe nach Therapie, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant betrachtet werden.

	PF _z (in % GK)	IF _z (in % GK)	SPD (in % GSPD)	TPF _z (in % SPD)
	p-Werte			
Dia/FL	0,680	0,234	0,042	0,609
Ipsi/FR	0,628	0,799	0,879	0,697
Contra/HL	0,015	0,195	0,398	0,000
Lahm/HR	0,008	0,004	0,001	0,002

4.2.2. CoP-Werte

Während der Mittelwert der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) in der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe im Schritt bei $7,66 \pm 2,01$ % lag, war er in der Kontrollgruppe $8,06 \pm 2,98$ %. In der ipsilateralen Extremität betrug er in der Versuchsgruppe $7,94 \pm 3,79$ % und in der Kontrollgruppe $7,90 \pm 3,24$ %. Der mittlere Wert der kontralateralen Gliedmaße war

in der Versuchsgruppe $5,96 \pm 2,04$ % und jener in der Kontrollgruppe $5,56 \pm 1,91$ %. Im lahmen Bein lag der Mittelwert in der Versuchsgruppe bei $6,30 \pm 2,82$ % und in der Kontrollgruppe bei $5,24 \pm 1,67$ % (Abb. 25).

Analog zu den Ergebnissen vor der Therapie konnten auch nach der Therapie, die mediolaterale CoP-Auslenkung (in %) im Schritt betreffend, keine signifikanten Unterschiede in der Versuchsgruppe gefunden werden. Wie schon in Kapitel 4.1.2. beschrieben, konnten in der Kontrollgruppe signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen gefunden werden. Die Hunde der Kontrollgruppe zeigten signifikant höhere Werte in den Vorderextremitäten als in den Hinterextremitäten (Abb. 25, Tab. 12).

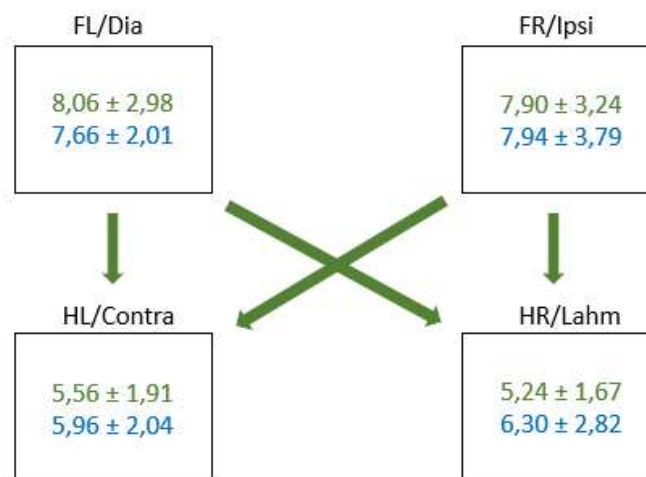


Abb. 25: Dargestellt sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der CoP-Auslenkung nach mediolateral (in %) der Versuchsgruppe nach Therapie und jene der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt. Für eine genaue Erläuterung siehe Abb. 17.

Im Trab lag der Mittelwert der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) in der Versuchsgruppe in der diagonalen Extremität bei $4,94 \pm 1,91$ %, jener der ipsilateralen Gliedmaße bei $4,58 \pm 1,14$ %, jener des kontralateralen Beines bei $4,41 \pm 1,52$ % und jener des lahmen Beines bei $3,42 \pm 0,94$ %.

Auch im Trab konnten in der Versuchsgruppe bezüglich der Auslenkung des CoP nach mediolateral (in %) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extremitäten gefunden werden (Tab. 12).

Des Weiteren konnten, die mediolaterale CoP-Auslenkung (in %) betreffend, keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe nach Therapie und der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt, festgestellt werden (Tab. 7).

In der diagonalen Extremität lag der Mittelwert der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) im Schritt in der Versuchsgruppe bei $25,68 \pm 4,82$ % und in der Kontrollgruppe bei $25,76 \pm 5,90$ %. In der ipsilateralen Gliedmaße war er $25,00 \pm 6,03$ % in der Versuchsgruppe und $25,85 \pm 5,99$ % in der Kontrollgruppe. Der mittlere Wert der kontralateralen Gliedmaße lag in der Versuchsgruppe bei $21,90 \pm 4,96$ % und in der Kontrollgruppe bei $21,85 \pm 6,47$ %. Das lahme Bein zeigte in der Versuchsgruppe einen Mittelwert von $21,11 \pm 6,82$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $22,83 \pm 6,24$ % (Abb. 26).

Wie schon in Kapitel 4.1.2. beschrieben, zeigte die Kontrollgruppe in den Vorderbeinen signifikant höhere Werte der CoP-Auslenkung nach kraniokaudal (in %) im Vergleich zur kontralateralen Gliedmaße, jedoch nicht im Vergleich zur lahmen Extremität. In der Versuchsgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Beinen gefunden werden (Abb. 26, Tab. 12).

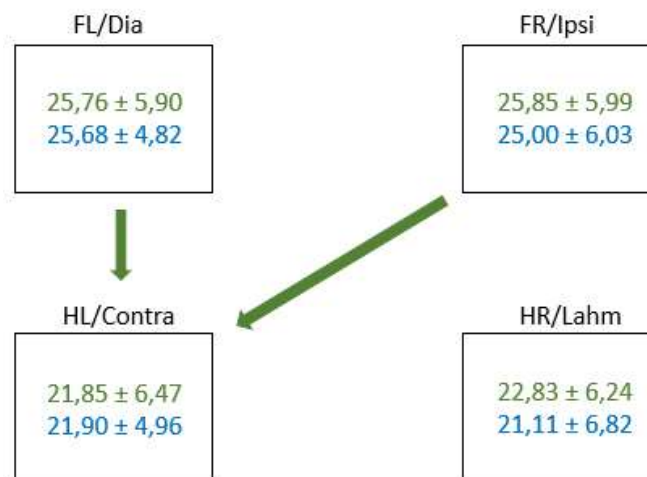


Abb. 26: Dargestellt sind die Werte der CoP-Auslenkung nach kraniokaudal (in %) der Versuchsgruppe nach Therapie und jene der Kontrollgruppe, jeweils im Schritt. Für eine genaue Erläuterung siehe Abb. 17.

Im Trab wies in der Versuchsgruppe der Mittelwert der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) in der diagonalen Extremität einen Wert von $19,96 \pm 2,21$ %, in der ipsilateralen Gliedmaße jenen von $18,40 \pm 3,56$ %, im kontralateralen Bein jenen von $16,55 \pm 2,68$ % und im lahmen Bein jenen von $14,99 \pm 3,30$ % auf (Abb. 27).

Im Trab zeigte sich in der Versuchsgruppe, anders als im Schritt, aber gleich wie vor der Therapie, bezüglich der CoP-Auslenkung nach kraniokaudal (in %) ein signifikanter Unterschied zwischen der diagonalen und der lahmen Extremität, wobei die diagonale Extremität die signifikant höheren Werte aufwies (Abb. 27, Tab. 12).

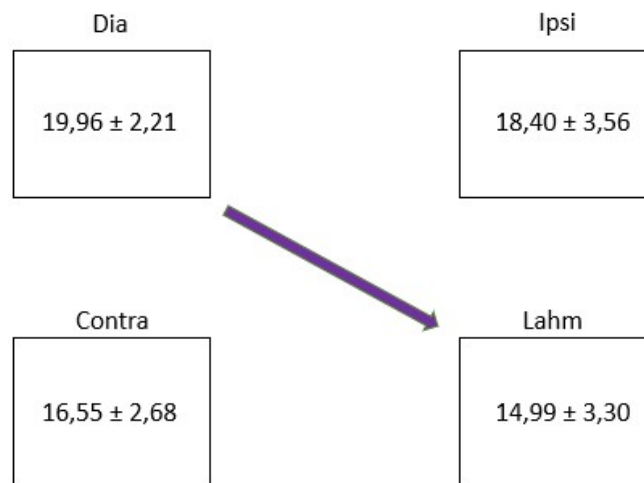


Abb. 27: Dargestellt sind die Werte der CoP-Auslenkung nach kraniokaudal (in %) der Versuchsgruppe nach Therapie im Trab. Für eine detaillierte Beschreibung dieser Abb. siehe Abb. 19.

Auch hinsichtlich der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) konnten keine signifikanten Unterschiede im Schritt zwischen den lahmen und den gesunden Hunden detektiert werden (Tab. 7).

Hinsichtlich der CoP-Area (in %) im Schritt zeigte sich in der Versuchsgruppe nach Therapie im diagonalen Bein ein Mittelwert von $1,12 \pm 0,63$ % und in der Kontrollgruppe jener von $1,25 \pm 0,56$ %. In der ipsilateralen Gliedmaße lag der Mittelwert in der Versuchsgruppe bei $1,28 \pm 0,90$ % und jener der Kontrollgruppe bei $1,30 \pm 0,65$ %. Der mittlere Wert der kontralateralen Extremität lag in der Versuchsgruppe bei $0,86 \pm 0,43$ % und in der Kontrollgruppe bei $0,78 \pm$

0,37 %. In der lahmen Gliedmaße war er in der Versuchsgruppe $0,84 \pm 0,53$ % und in der Kontrollgruppe $0,81 \pm 0,37$ % (Abb. 28).

Die Kontrollgruppe zeigte im Schritt, wie schon in Kapitel 4.1.2. beschrieben, in den Vorderbeinen signifikant höhere Werte hinsichtlich der CoP-Area (in %) als in den Hinterbeinen. In der Versuchsgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extremitäten gefunden werden (Abb. 28, Tab. 12).

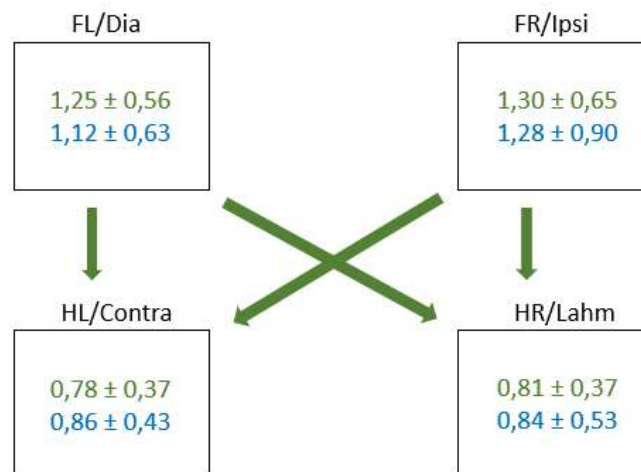


Abb. 28: Dargestellt sind die Werte der CoP-Area (in %) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 17.

Im Trab war der Mittelwert der Versuchsgruppe der diagonalen Extremität $0,55 \pm 0,34$ %, jener der ipsilateralen Gliedmaße $0,52 \pm 0,23$ %, jener des kontralateralen Beines $0,40 \pm 0,16$ % und jener der lahmen Gliedmaße $0,37 \pm 0,17$ %.

Im Trab konnten in der Versuchsgruppe, gleich wie vor der Einheit am Unterwasserlaufband, keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen detektiert werden (Tab. 12).

Die Werte der CoP-Area (in %) zeigten im Vergleich der Versuchsgruppe mit der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede (Tab. 7).

In Bezug auf den CoP-Speed (in mm/s) im Schritt lag der Mittelwert in der Versuchsgruppe in der diagonalen Gliedmaße bei $68,47 \pm 13,76$ mm/s und in der Kontrollgruppe bei $78,95 \pm 18,87$ mm/s. Die ipsilaterale Extremität wies Mittelwerte von $70,73 \pm 18,15$ mm/s in der

Versuchsgruppe und jene von $79,19 \pm 18,72$ mm/s in der Kontrollgruppe auf. Die kontralaterale Gliedmaße hatte in der Versuchsgruppe Mittelwerte von $63,62 \pm 14,25$ mm/s und in der Kontrollgruppe jene von $66,55 \pm 15,95$ mm/s. Das lahme Bein wies Mittelwerte von $63,25 \pm 16,38$ mm/s in der Versuchsgruppe und jene von $68,71 \pm 14,49$ mm/s in der Kontrollgruppe auf (Abb. 29).

Auch nach Unterwassertherapie konnten in der Versuchsgruppe keine signifikanten Unterschiede, den CoP-Speed (in mm/s) im Schritt betreffend, zwischen den einzelnen Beinen festgestellt werden. Wie schon in Kapitel 4.1.2. beschrieben, zeigten die Vorderextremitäten der Kontrollgruppe signifikant höhere Werte als die kontralaterale Gliedmaße, jedoch nicht als die lahme Gliedmaße (Abb. 29, Tab. 12).

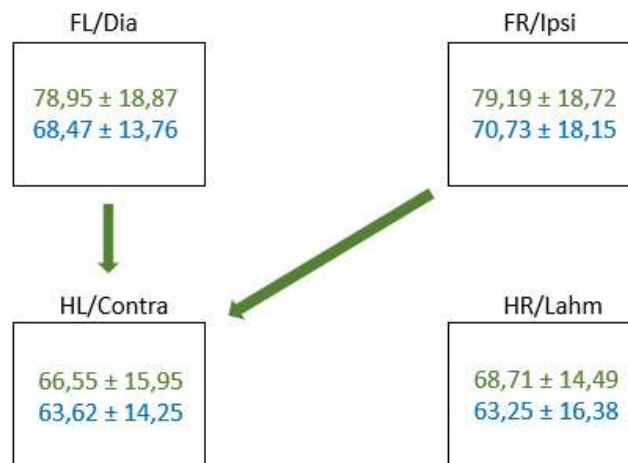


Abb. 29: Dargestellt sind die CoP-Speed-Werte (in mm/s) der Versuchs- und Kontrollgruppe im Schritt. Für eine detaillierte Erläuterung dieser Abb. siehe Abb. 17.

Im Trab war der Mittelwert der Versuchsgruppe der diagonalen Extremität $127,10 \pm 12,12$ mm/s, jener der ipsilateralen Gliedmaße $125,46 \pm 17,30$ mm/s, jener des kontralateralen Beines $134,40 \pm 17,82$ mm/s und jener des lahmen Beines $126,27 \pm 30,24$ mm/s.

Auch im Trab konnten, gleich wie im Schritt vor und nach der Therapie und gleich wie im Trab vor der Therapie, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extremitäten gefunden werden (Tab. 12).

Anders als vor der Unterwassertherapie zeigten sich bei Vergleich der CoP-Speed-Werte (in mm/s) keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe (Tab. 7).

In der diagonalen Gliedmaße lag der Mittelwert, den CoP-Radius (in %) im Schritt betreffend, in der Versuchsgruppe bei $0,13 \pm 0,03$ %, in der Kontrollgruppe ebenfalls bei $0,12 \pm 0,03$ %. In der ipsilateralen Extremität wies er in der Versuchsgruppe einen Wert von $0,13 \pm 0,02$ % und in der Kontrollgruppe jenen von $0,12 \pm 0,03$ % auf. Die kontralaterale Gliedmaße hatte sowohl in der Versuchs- als auch in der Kontrollgruppe einen mittleren Wert von $0,13 \pm 0,03$ %. Das lahme Bein wies einen Mittelwert von $0,13 \pm 0,02$ % in der Versuchsgruppe und jenen von $0,13 \pm 0,03$ % in der Kontrollgruppe auf.

Im Trab wies der Mittelwert der Versuchsgruppe der diagonalen Gliedmaße einen Wert von $0,10 \pm 0,01$ % auf, der der ipsilateralen Gliedmaße jenen von $0,10 \pm 0,02$ %, der des kontralateralen Beines und der des lahmen Beines jenen von $0,11 \pm 0,02$ % auf.

Auch nach der Therapie konnten, sowohl im Schritt als auch im Trab, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten des CoP-Radius (in %) zwischen den einzelnen Beinen der Versuchsgruppe festgestellt werden (Tab. 12). Wie schon in Kapitel 4.1.2. beschrieben, konnten auch in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede detektiert werden (Tab. 12).

Bei Betrachtung des CoP-Radius (in %) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe gefunden werden (Tab. 7).

Tab. 7: Vergleich der p-Werte der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant betrachtet werden.

	MedLat (in %)	CranCaud (in %)	Area (in %)	Speed (in mm/s)	Radius (in %)
	p-Werte				
Dia/FL	0,712	0,971	0,585	0,131	0,645
Ipsi/FR	0,975	0,718	0,936	0,249	0,607
Contra/HL	0,602	0,983	0,596	0,627	1,000
Lahm/HR	0,208	0,495	0,878	0,359	0,853

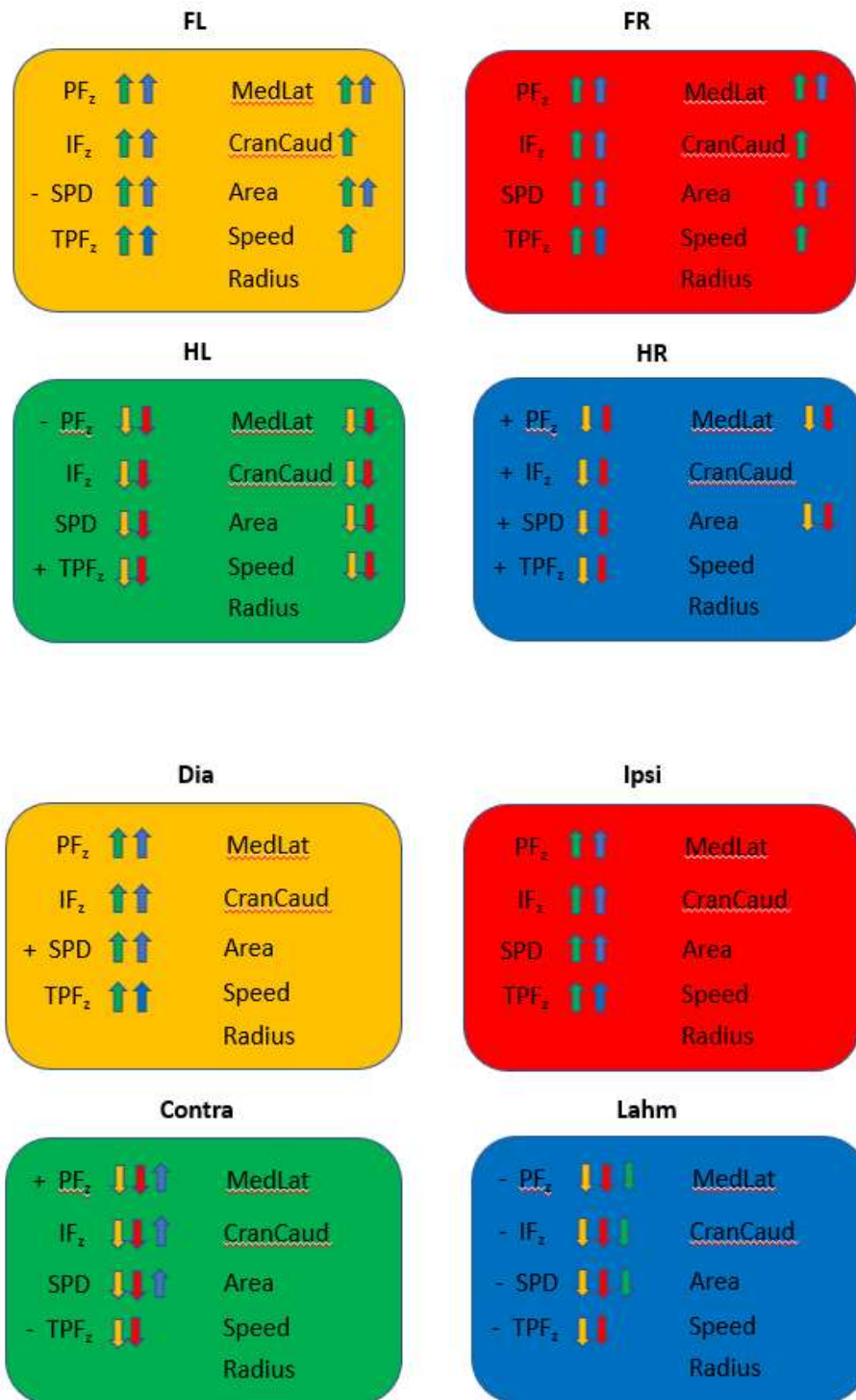


Abb. 30 und 31: Zu sehen ist ein Überblick der Ergebnisse der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie. Die vier Rechtecke symbolisieren die vier Pfoten, in Gelb die linke Vorderextremität bzw. die diagonale Gliedmaße, in Rot die rechte Vorderextremität bzw. die ipsilaterale Gliedmaße, in Grün die linke Hintergliedmaße bzw. die kontralaterale

Extremität und in Blau die rechte Hinterextremität bzw. das lahme Bein. Die Pfeile zeigen nach oben, wenn die Werte signifikant höher und nach unten, wenn die Werte signifikant niedriger waren. Die Farbe des Pfeiles zeigt auf wessen Gliedmaße es bezogen ist. Beispielsweise zeigte der PF_z der kontralateralen Gliedmaße der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie signifikant niedrigere Werte als die beiden Vorderbeine, aber signifikant höhere Werte als die lahme Extremität. Das „+“ oder „-“ zeigt an, ob die Werte der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe, signifikante Unterschiede aufwiesen. Das „+“ steht für signifikant höhere Werte in der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Das „-“ steht für signifikant niedrigere Werte in der Versuchsgruppe, verglichen mit der Kontrollgruppe. Ein Beispiel: die PF_z zeigte in der kontralateralen Gliedmaße signifikant höhere Werte in der Versuchsgruppe als in der Kontrollgruppe, jedoch aber in der lahmen Extremität signifikant niedrigere Werte in der Versuchsgruppe als in der Kontrollgruppe.

4.3. Vergleich der Versuchsgruppe vor und nach der Unterwassertherapie im Schritt und im Trab

4.3.1. Ground Reaction Forces

Vergleicht man die PF_z -Werte (in % GK) der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach der Unterwassertherapie, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Auch beim Vergleich der IF_z -Werte (in % GK) der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach Therapie konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die p-Werte sind in Tab. 8 angeführt.

Beim Vergleich der Standphasendauer (in % GSPD) im Schritt vor und nach Therapie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die p-Werte können aus Tab. 8 herausgelesen werden.

Auch beim Vergleich der Werte der TPF_z (in % SPD) der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach einer Einheit am Unterwasserlaufband konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab. 8).

Tab. 8: Vergleich der p-Werte der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach der Unterwassertherapie. P-Werte unter 0,05 werden als signifikant angesehen.

	PF_z (in % GK)	IF_z (in % GK)	SPD (in % GSPD)	TPF_z (in % SPD)
	p-Werte			
Dia	0,307	0,455	0,975	0,464
Ipsi	0,826	0,685	0,661	0,777
Contra	0,587	0,924	0,840	0,468
Lahm	0,462	0,689	0,758	0,203

Sowohl beim Vergleich der PF_z -Werte (in % GK) als auch der IF_z -Werte (in % GK) der Versuchsgruppe im Trab vor und nach einer Einheit am Unterwasserlaufband zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die einzelnen p-Werte sind in Tab. 9 angeführt.

Bezüglich der Standphasendauer (in % GSPD) im Trab vor und nach Unterwassertherapie zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Die p-Werte sind in Tab. 9 dargestellt. Auch

hinsichtlich der TPFz (in % SPD) im Trab vor und nach Therapie konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tab. 9).

Tab. 9: Vergleich der p-Werte der Versuchsgruppe im Trab vor und nach der Unterwassertherapie. P-Werte unter 0,05 werden als signifikant angesehen.

	PF_z (in % GK)	IF_z (in % GK)	SPD (in % GSPD)	TPF_z (in % SPD)
	p-Werte			
Dia	0,588	0,271	0,626	0,974
Ipsi	0,831	0,867	0,936	0,939
Contra	0,275	0,858	0,727	0,651
Lahm	0,943	0,756	0,280	0,956

4.3.2. CoP-Werte

Vergleicht man die Werte der CoP-Auslenkung nach mediolateral (in %) der Versuchsgruppe vor und nach der Therapie am Unterwasserlaufband, dann konnten keine signifikanten Unterschiede sowohl im Schritt als auch im Trab detektiert werden (Tab. 10 und 11).

Auch beim Vergleich der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der lahmen Hunde vor und nach Unterwassertherapie konnten keine signifikanten Unterschiede, weder im Schritt noch im Trab, festgestellt werden (Tab. 10 und 11).

Beim Vergleich der CoP-Area (in %) der Versuchsgruppe vor und nach der Therapie konnten sowohl im Schritt als auch im Trab keine signifikanten Unterschiede detektiert werden (Tab. 10 und 11).

Vergleicht man die CoP-Speed-Werte (in mm/s) der lahmen Hunde vor und nach einer Einheit Unterwassertherapie, dann konnten keine signifikanten Unterschiede gefunden werden (Tab. 10 und 11).

Auch bezüglich des CoP-Radius (in %) zeigten sich beim Vergleich der beiden Gruppen sowohl im Schritt als auch im Trab keine signifikanten Unterschiede (Tab. 10 und 11).

Tab. 10: Vergleich der p-Werte der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach der Unterwassertherapie. P-Werte unter 0,05 werden als signifikant angesehen.

	MedLat (in %)	CranCaud (in %)	Area (in %)	Speed (in mm/s)	Radius (in %)
	p-Werte				
Dia	0,506	0,784	0,698	0,236	0,706
Ipsi	0,942	0,810	0,703	0,217	0,835
Contra	0,972	0,654	0,820	0,208	0,809
Lahm	0,763	0,959	0,689	0,419	0,760

Tab. 11: Vergleich der p-Werte der Versuchsgruppe im Trab vor und nach der Unterwassertherapie. P-Werte unter 0,05 werden als signifikant angesehen.

	MedLat (in %)	CranCaud (in %)	Area (in %)	Speed (in mm/s)	Radius (in %)
	p-Werte				
Dia	0,697	0,392	0,954	0,584	0,784
Ipsi	0,301	0,583	0,402	0,400	0,678
Contra	0,734	0,766	1,000	0,334	0,878
Lahm	0,550	0,586	0,632	0,726	0,537

Tab. 12: Dargestellt sind die p-Werte der Vergleiche der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe, wobei p-Werte unter 0,05 als signifikant angesehen werden.

			Kontrollgruppe	Versuchsgruppe	Versuchsgruppe	Versuchsgruppe	Versuchsgruppe
			Schritt vor Unterwassertherapie	Schritt vor Unterwassertherapie	Schritt nach Unterwassertherapie	Trab vor Unterwassertherapie	Trab nach Unterwassertherapie
PFz (in % GK)	Contra	Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Lahm	0,788	0,002	0,000	0,006	0,002
	Dia	Contra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,608	0,548	0,714	0,815	0,683
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Ipsi	Contra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Dia	0,608	0,548	0,714	0,815	0,683
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Lahm	Contra	0,788	0,002	0,000	0,006	0,002
		Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IFz (in % GK)	Contra	Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Lahm	0,951	0,003	0,007	0,000	0,002
	Dia	Contra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,922	0,071	0,502	0,228	0,511
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Ipsi	Contra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Dia	0,922	0,071	0,502	0,228	0,511
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

	Lahm	Contra	0,951	0,003	0,007	0,000	0,002
		Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SPD (in % GSPD)	Contra	Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
		Lahm	0,739	0,004	0,005	0,007	0,131
	Dia	Contra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,710	0,174	0,426	0,135	0,230
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Ipsi	Contra	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
		Dia	0,710	0,174	0,426	0,135	0,230
		Lahm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Lahm	Contra	0,739	0,004	0,005	0,007	0,131
		Dia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TPFz (in % SPD)	Contra	Dia	0,000	0,000	0,000	0,011	0,009
		Ipsi	0,000	0,000	0,000	0,087	0,057
		Lahm	0,978	0,260	0,345	0,128	0,403
	Dia	Contra	0,000	0,000	0,000	0,011	0,009
		Ipsi	0,807	0,558	0,986	0,310	0,376
		Lahm	0,000	0,002	0,001	0,000	0,002
	Ipsi	Contra	0,000	0,000	0,000	0,087	0,057
		Dia	0,807	0,558	0,986	0,310	0,376
		Lahm	0,000	0,008	0,001	0,003	0,010
	Lahm	Contra	0,978	0,260	0,345	0,128	0,403
		Dia	0,000	0,002	0,001	0,000	0,002
		Ipsi	0,000	0,008	0,001	0,003	0,010

MedLat (in %)	Contra	Dia	0,003	0,309	0,177	0,186	0,570
		Ipsi	0,005	0,102	0,118	0,811	0,855
		Lahm	0,694	0,951	0,786	0,851	0,290
	Dia	Contra	0,003	0,309	0,177	0,186	0,570
		Ipsi	0,847	0,523	0,823	0,124	0,699
		Lahm	0,001	0,282	0,277	0,135	0,113
	Ipsi	Contra	0,005	0,102	0,118	0,811	0,855
		Dia	0,847	0,523	0,823	0,124	0,699
		Lahm	0,001	0,091	0,192	0,960	0,218
	Lahm	Contra	0,694	0,951	0,786	0,851	0,290
		Dia	0,001	0,282	0,277	0,135	0,113
		Ipsi	0,001	0,091	0,192	0,960	0,218
CranCaud (in %)	Contra	Dia	0,048	0,124	0,148	0,131	0,089
		Ipsi	0,043	0,184	0,232	0,531	0,341
		Lahm	0,615	0,973	0,759	0,240	0,420
	Dia	Contra	0,048	0,124	0,148	0,131	0,089
		Ipsi	0,962	0,827	0,793	0,356	0,421
		Lahm	0,137	0,132	0,082	0,013	0,018
	Ipsi	Contra	0,043	0,184	0,232	0,531	0,341
		Dia	0,962	0,827	0,793	0,356	0,421
		Lahm	0,125	0,195	0,136	0,081	0,089
	Lahm	Contra	0,615	0,973	0,759	0,240	0,420
		Dia	0,137	0,132	0,082	0,013	0,018
		Ipsi	0,125	0,195	0,136	0,081	0,089
Area (in %)	Contra	Dia	0,005	0,490	0,378	0,331	0,328
		Ipsi	0,002	0,265	0,158	1,000	0,417
		Lahm	0,865	0,647	0,923	0,632	0,864

	Dia	Contra	0,005	0,490	0,378	0,331	0,328
		Ipsi	0,718	0,668	0,586	0,331	0,864
		Lahm	0,007	0,815	0,329	0,155	0,254
	Ipsi	Contra	0,002	0,265	0,158	1,000	0,417
		Dia	0,718	0,668	0,586	0,331	0,864
		Lahm	0,003	0,508	0,132	0,632	0,328
	Lahm	Contra	0,865	0,647	0,923	0,632	0,864
		Dia	0,007	0,815	0,329	0,155	0,254
		Ipsi	0,003	0,508	0,132	0,632	0,328
Speed (in mm/s)	Contra	Dia	0,025	0,312	0,495	0,941	0,581
		Ipsi	0,022	0,230	0,319	0,476	0,500
		Lahm	0,691	0,805	0,958	0,710	0,539
	Dia	Contra	0,025	0,312	0,495	0,941	0,581
		Ipsi	0,965	0,847	0,750	0,522	0,901
		Lahm	0,062	0,442	0,463	0,765	0,950
	Ipsi	Contra	0,022	0,230	0,319	0,476	0,500
		Dia	0,965	0,847	0,750	0,522	0,901
		Lahm	0,057	0,338	0,295	0,731	0,951
	Lahm	Contra	0,691	0,805	0,958	0,710	0,539
		Dia	0,062	0,442	0,463	0,765	0,950
		Ipsi	0,057	0,338	0,295	0,731	0,951
Radius (in %)	Contra	Dia	0,392	0,651	0,795	0,325	0,390
		Ipsi	0,269	0,718	0,665	0,124	0,234
		Lahm	0,687	0,856	0,862	0,241	0,603
	Dia	Contra	0,392	0,651	0,795	0,325	0,390
		Ipsi	0,801	0,928	0,862	0,551	0,728
		Lahm	0,209	0,528	0,665	0,842	0,728

	Ipsi	Contra	0,269	0,718	0,665	0,124	0,234
		Dia	0,801	0,928	0,862	0,551	0,728
		Lahm	0,133	0,588	0,545	0,690	0,490
	Lahm	Contra	0,687	0,856	0,862	0,241	0,603
		Dia	0,209	0,528	0,665	0,842	0,728
		Ipsi	0,133	0,588	0,545	0,690	0,490

5. Diskussion

Angelehnt an die Studie von Preston und Wills (2018), in der gezeigt worden ist, dass sich bei Labrador Retrievern mit ED sowohl die ROM, als auch die Schrittlänge schon nach einer Einheit Unterwassertherapie vergrößert haben (Preston und Wills 2018), sollte in dieser Diplomarbeit untersucht werden, ob der CoP, der ein Indikator für Stabilität bzw. Balance ist, auch schon nach einer Einheit am Unterwasserlaufband eine positive Veränderung zeigt. Basierend auf den Ergebnissen hat diese Vermutung jedoch nicht bestätigt werden können: Keiner der untersuchten Parameter des CoP hat in der Versuchsgruppe nach der Unterwassertherapie eine signifikante Veränderung gezeigt. Dies widerspricht den Resultaten von humanmedizinischen Studien, in denen wiederholt gezeigt worden ist, dass eine Unterwassertherapie positive Effekte auf Balance bzw. Stabilität bei verschiedensten Erkrankungen hat. So haben Volpe et al. (2014) bei Parkinsonpatienten gezeigt, dass die Patienten in der Unterwassertherapie-Gruppe im Vergleich zu der Gruppe, deren Therapie an Land stattgefunden hat, bessere Werte, sowohl bezüglich der CoP-Schwankungen mit geschlossenen Augen als auch in den Balance-Skalen und der Sturzhäufigkeit, aufgewiesen haben. Die an Parkinson erkrankten Patienten sind nach Zufallsprinzip in zwei Gruppen aufgeteilt worden. Gruppe 1 hat eine Rehabilitationstherapie an Land und Gruppe 2 eine unter Wasser durchgeführt. Dieser Vergleich fehlt in unserer Studie. Außerdem ist die Rehabilitationstherapie 60 Minuten, fünf Tage die Woche für zwei Monate durchgeführt worden (Volpe et al. 2014). Zusätzlich zu den CoP-Werten ist in der Studie von Volpe et al. (2014) auch die Selbsteinschätzung der Patienten mittels Skalen wie bspw. der „Unified Parkinson’s Disease Rating Scale II“ oder der Berg Balance Skala, beurteilt worden (Volpe et al. 2014). Dies ist in der Veterinärmedizin logischerweise nicht möglich. Positive Effekte der Unterwassertherapie auf die Stabilität haben auch Trevisan et al. (2017) in ihrer Studie gefunden, in der Frauen mit Fibromyalgie untersucht worden sind. 17 Frauen mit Fibromyalgie haben für 45 Minuten, zweimal pro Woche, über einen Zeitraum von 16 Wochen Unterwassertherapie durchgeführt. Die Messungen sind zu Beginn, in der Mitte und am Ende absolviert worden. Positive Effekte sind sowohl auf die Balance als auch auf die Funktionsfähigkeit und den Schmerz gefunden worden (Trevisan et al. 2017).

Was im Review von Iatridou et al. (2017), in dem mehrere Studien über Unterwassertherapie bei Patienten mit Schlaganfall und Hemiplegie analysiert und zusammengefasst worden sind, auffällt, ist, dass in fast allen Studien die Unterwassertherapie, anders als in unserer Studie, nicht nur einmal, sondern über zumindest zwei Wochen stattgefunden hat. Außerdem sind in

der Kontrollgruppe ebenfalls erkrankte Menschen gewesen, die eine an Land durchgeführte Rehabilitationstherapie erhalten haben. Zusammengefasst lässt sich ein positiver Effekt des Trainings unter Wasser auf Schlaganfallpatienten mit Hemiplegie erkennen (Iatridou et al. 2017). In der Studie von Avelar et al. (2018) sind die Effekte der Unterwassertherapie erst nach zweijähriger Durchführung dieser gemessen worden (Avelar et al. 2018).

Bei Betrachtung der humanmedizinischen Studien fällt auf, dass einerseits die Unterwassertherapie über einen längeren Zeitraum durchgeführt wird und dass andererseits eine Kontrollgruppe, in der auch erkrankte Patienten sind, die eine an Land durchgeführte Therapie erhalten, durchaus sinnvoll ist. Somit lässt sich sagen, dass auch veterinärmedizinische Studien, in denen die posturale Kontrolle bei Hunden mit Arthrose, welche über einen längeren Zeitraum eine Unterwassertherapie erhalten, untersucht wird, nötig sind.

Interessant ist auch der Vergleich, der bei den erkrankten Hunden erhobenen CoP-Werten mit jenen der gesunden Kontrollgruppe. Die medio-laterale, kranio-laterale Auslenkung des CoP (jeweils in %), der Radius des CoP (in %) und der Speed des CoP (in mm/s) ist in der Kontrollgruppe in den Vorderbeinen signifikant höher gewesen als in den Hinterbeinen (bezüglich der kranio-lateralen Auslenkung und des Speeds allerdings nicht im Vergleich zur rechten Hinterextremität). Dieser Unterschied ist in der Versuchsgruppe nicht ersichtlich gewesen. Dies könnte auf eine Änderung der CoP-Parameter in der erkrankten Gruppe zurückzuführen sein: Auch wenn meist keine statistisch signifikanten Unterschiede zu den gesunden Hunden zu detektieren gewesen sind, scheint es beim mediolateralen CoP und der CoP-Fläche bei den erkrankten Tieren zu einer Erhöhung der Werte in den Hinterbeinen, bei gleichzeitiger Verminderung in den Vorderbeinen zu kommen. Anders verhält sich hier die Geschwindigkeit des CoP: Vor der Therapie haben die Hunde signifikant niedrigere Werte als die gesunden Hunde in den Vorderbeinen gezeigt, bei ebenfalls erniedrigten (wenn auch nicht signifikant) Werten in den Hinterbeinen. Diese Ergebnisse deuten auf komplexe Kompensationsmechanismen hin, die prinzipiell mit einer gesteigerten Instabilität im Bereich der Hinterbeine, bei Ausgleich über die Vorderextremitäten hindeuten könnte. Diese Interpretation ist allerdings mit Vorsicht zu betrachten, da die Gruppengröße in dieser Studie klein gewesen ist und die Patienten auch unterschiedliche Diagnosen gehabt haben. Diese Problematik zeigt sich auch in den Unterschieden zu der Studie von Reicher et al. (2020). Die ForscherInnen haben bei Hunden mit Coxarthrose gezeigt, dass diese einen stärkeren medio-lateralen CoP-Verlauf und demzufolge auch eine größere CoP-Area in beiden Hinterbeinen,

verglichen mit gesunden Patienten, haben. Außerdem haben sie gezeigt, dass die Patienten mit Coxarthrose hauptsächlich mit der kontralateralen Extremität kompensieren (Reicher et al. 2020). Bei genauer Betrachtung der Werte fällt auf, dass die CoP-Auslenkung nach mediolateral (in %) in der ipsilateralen Extremität innerhalb der Versuchsgruppe in der Studie von Reicher et al. (2020) signifikant höhere Werte als die lahme Gliedmaße gezeigt hat. Dies ist in unserer Studie nicht beobachtet worden. Auch bei Vergleich der CoP-Auslenkung nach mediolateral (in %) und der CoP-Area (in %) zwischen den Gruppen sind Unterschiede festgestellt worden. Während in der Studie von Reicher et al. (2020) sowohl die lahme als auch die kontralaterale Extremität in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte, sowohl bezüglich der CoP-Auslenkung nach mediolateral (in %) als auch bezüglich der CoP-Area (in %), aufgewiesen haben, ist in unserer Studie nichts dergleichen beobachtet worden. Hinsichtlich der kraniokaudalen Auslenkung des CoP haben sich die Ergebnisse beider Studien gedeckt. Bezüglich des CoP-Speeds (in mm/s) haben sich Unterschiede beim Vergleich zwischen den Gruppen gezeigt, jedoch nicht beim Vergleich der Pfoten innerhalb einer Gruppe. In unserer Studie sind in der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie in beiden Vorderextremitäten signifikant niedrigere CoP-Speed-Werte als in der Kontrollgruppe beobachtet worden. In der Studie von Reicher et al. (2020) ist dies nicht der Fall gewesen. Interessanterweise sind nach der Einheit am Unterwasserlaufband, bezüglich der CoP-Speed-Werte, keine signifikanten Unterschiede in den Vorderextremitäten zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe gefunden worden, wobei sich die Werte der Versuchsgruppe vor und nach Unterwassertherapie nicht signifikant unterschieden haben. Hinsichtlich des CoP-Radius (in %) haben sich in der Studie von Reicher et al. (2020) in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte in beiden Hinterextremitäten verglichen mit der diagonalen Extremität gezeigt (Reicher et al. 2020). Dies ist in unserer Studie nicht der Fall gewesen. Diese Unterschiede könnten wiederum darauf zurückzuführen sein, dass in unserer Studie Hunde mit Coxarthrose und Gonarthrose untersucht worden sind. Außerdem ist die Anzahl der Patienten in unserer Studie eher gering gewesen. Eine weitere Studie, in der die CoP-Werte der Pfote von Hunden mit Gonarthrose gesondert untersucht werden, wäre interessant. Auch in der Studie von Carrillo et al. (2018), in der jedoch der CoP des Körpers und nicht jener der Pfote detektiert worden ist, hat sich eine Veränderung bei Hunden mit Osteoarthrose aufgrund eines kranialen Kreuzbandrisses hinsichtlich der Stabilität bzw. der Balance gezeigt. Hunde mit Gonarthrose aufgrund eines kranialen Kreuzbandrisses haben eine größere Fläche unter der Pfote (paw area in cm²), einen höheren Mean Pressure (MP) und Peak Pressure (PP) gezeigt (Carrillo et al. 2018). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auch in unserer Studie festgestellt worden ist,

dass die Balance, gemessen mittels der CoP-Werte, bei Hunden mit Arthrose verändert ist, wobei weitere Studien zu diesem Thema nötig sind.

Ebenfalls sind in der vorliegenden Studie verschiedene Parameter der Bodenreaktionskräfte untersucht worden. Die Vordergliedmaßen haben in beiden Gruppen signifikant höhere PF_z -, IF_z - (in % GK) und SPD- (in % GSPD) Werte im Vergleich zu den Hintergliedmaßen gezeigt. Während bei den gesunden Hunden kein Unterschied zwischen den kontralateralen Gliedmaßenpaaren darzustellen gewesen ist, hat sich in der Gruppe der erkrankten Tiere ein signifikanter Unterschied zwischen lahmer und kontralateraler Extremität bei allen drei Parametern gezeigt. Dies hat sich auch in einem signifikant niedrigerem Wert der lahmen Extremität im Vergleich zur korrespondierenden Extremität der Kontrollgruppe reflektiert. Zusätzlich haben die Tiere der Versuchsgruppe in der diagonalen Vorderextremität einen signifikant höheren IF_z (in % GK) aufgewiesen als die gesunden Hunde. Hinsichtlich des Zeitpunktes, an dem der PF_z erreicht worden ist (TPF_z , % SPD), hat sich in beiden Gruppen ein signifikant späteres Auftreten bei den Vorderbeinen, jedoch kein Unterschied zwischen den kontralateralen Gliedmaßenpaaren gezeigt. Auffällig ist jedoch ein signifikant früheres Auftreten des PF_z (in % GK) in der kontralateralen Hinterextremität der kranken Hunde im Vergleich zu den gesunden Hunden gewesen. Im Vergleich mit der Studie von Reicher et al. (2020) hat sich hier gezeigt, dass Hunde mit Coxarthrose in der lahmen Extremität eine verminderte PF_z (in % GK) und IF_z (in % GK), sowie eine verlängerte TPF_z (in % SPD) zeigen. In der kontralateralen Gliedmaße ist jedoch eine verlängerte SPD (in % GSPD) festgestellt worden. Sie schließen daraus, dass der Kompensationsmechanismus einer lahmen Hinterextremität die kontralaterale Gliedmaße beeinflusst. Des Weiteren haben sie auch eine erhöhte PF_z (in % GK) in der ipsilateralen Extremität gefunden, welche dadurch verursacht sein könnte, dass eine Hinterbeinlahmheit auch die Vorderextremitäten beeinflusst (Reicher et al. 2020). Vergleicht man die Ergebnisse bezüglich der Ground Reaction Forces (PF_z in % GK, IF_z in % GK, SPD in % GSPD und TPF_z in % SPD) nun im Detail, so fällt auf, dass sich die Ergebnisse von beiden Studien beim Vergleich der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe decken. Auch in der Studie von Moreira et al. (2020) haben sich, gleich wie in der Studie von Reicher et al. (2020) und unserer Studie, höhere PF_z - und IF_z -Werte (in % GK) in den Vorder- als in den Hintergliedmaßen, sowohl bei den gesunden als auch den erkrankten Hunden gezeigt. Des Weiteren sind in allen drei Studien bei den erkrankten Tieren in der kontralateralen Extremität, verglichen mit der lahmen, höhere PF_z - und IF_z -Werte (in % GK) festgestellt worden. Wird die SPD der erkrankten Tiere (in der Studie von Moreira et al. (2020) in Sekunden, in der Studie von Reicher et al. (2020) und unserer Studie in Prozent) betrachtet, so

stellt man in allen Studien eine verlängerte SPD (in s bzw. % GSPD) in den Vorder- als in den Hinterextremitäten, sowie in der kontralateralen, verglichen mit der lahmen Extremität, fest. Die gesunden Tiere haben eine verlängerte SPD (in s bzw. % GSPD) in den Vorderbeinen, verglichen mit den Hinterbeinen, aufgewiesen. Bei Betrachtung der TPF_z (in % SPD) sieht man in allen drei Studien, sowohl bei den gesunden als auch den erkrankten Hunden, ein späteres Erreichen jener in den Vorderextremitäten im Vergleich zu den Hinterextremitäten. In der Studie von Moreira et al. (2020) ist im Gegensatz zu der Studie von Reicher et al. (2020) und unserer Studie bei den Hunden mit Coxarthrose in der kontralateralen verglichen mit der lahmen Extremität ein früheres Erreichen der TPF_z (in % SPD) festgestellt worden (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020).

Jedoch beim Vergleich des PF_z (in % GK) der Kontroll- mit der Versuchsgruppe hat sich in der Studie von Reicher et al. (2020) und in der Studie von Moreira et al. (2020) gezeigt, dass die ipsilaterale Gliedmaße der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte aufgewiesen hat als jene der Kontrollgruppe. Dies ist in unserer Studie, sowohl vor als auch nach Unterwassertherapie, nicht beobachtet worden. Jedoch nach der Einheit Unterwassertherapie sind, im Gegensatz zu den beiden Studien, in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte in der kontralateralen Gliedmaße festgestellt worden. In allen Studien sind in der Gruppe der Hunde mit Arthrose signifikant niedrigere PF_z-Werte (in % GK) im lahmen Bein gefunden worden. Bezüglich des IF_z (in % GK) sind bei Vergleich der Gruppen, im Gegensatz zu unserer Studie, in der Studie von Reicher et al. (2020) und in der Studie von Moreira et al. (2020) höhere IF_z-Werte (in % GK) in der kontralateralen Extremität der Versuchsgruppe beobachtet worden, wobei in der Studie von Reicher et al. (2020) die Signifikanzgrenze gerade nicht erreicht worden ist. Vor Unterwassertherapie haben sich, im Gegensatz zu der Studie von Reicher et al. (2020) und Moreira et al. (2020), in der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte gezeigt. Wiederum nach Unterwassertherapie sind keine signifikant erhöhten Werte in der diagonalen Gliedmaße der Versuchsgruppe feststellbar gewesen. In allen drei Studien haben die lahmen Beine in der Versuchsgruppe niedrigere IF_z-Werte (in % GK) aufgewiesen. Hinsichtlich der Standphasendauer (in % GSPD) haben sich bei Vergleich der Gruppen in der Studie von Reicher et al. (2020) in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte in der kontralateralen Gliedmaße gezeigt, was wiederum in unserer Studie nicht ersichtlich gewesen ist. Nach Unterwassertherapie sind in unserer Studie, im Unterschied zu der Studie von Reicher et al. (2020) in der Versuchsgruppe signifikant höhere Werte in der diagonalen Extremität festgestellt worden. Jedoch im Gegensatz zu der Studie von Moreira et al. (2020) sind in unserer Studie die SPD-Werte (in % GSPD) im lahmen Bein der Versuchsgruppe im Vergleich zur

Kontrollgruppe signifikant niedriger gewesen. In der Studie von Reicher et al. (2020) sind jene im lahmen Bein auch niedriger gewesen, wobei diese die Signifikanzgrenze gerade nicht erreicht haben. In unserer Studie sind bei Vergleich zwischen den Gruppen, die TPF_z-Werte (in % SPD) betreffend, ein signifikant früheres Erreichen der TPF_z (in % SPD) im kontralateralen Bein der Versuchsgruppe, sowohl vor als auch nach Unterwassertherapie, festgestellt worden. Des Weiteren sind nach Unterwassertherapie auch ein signifikant früheres Erreichen der TPF_z (in % SPD) im lahmen Bein der Versuchsgruppe beobachtet worden. Interessanterweise sind sowohl in der Studie von Reicher et al. (2020) als auch in der Studie von Moreira et al. (2020) ein signifikant späteres Erreichen der TPF_z (in % SPD) in der lahmen Extremität der Versuchsgruppe festgestellt worden (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020).

Somit zeigt sich, gleich wie in der Studie von Reicher et al. (2020) und in der Studie von Moreira et al. (2020), auch in unserer Studie, dass Hunde mit Arthrose in der Hinterextremität im lahmen Bein veränderte Ground Reaction Forces aufweisen. In allen drei Studien haben Hunde mit Arthrose eine verminderte PF_z (in % GK) und IF_z (in % GK) im lahmen Bein gezeigt. Jedoch eine verlängerte TPF_z (in % SPD) im lahmen Bein ist in unserer Studie nicht beobachtet worden, wobei sich eine verkürzte TPF_z (in % SPD) im kontralateralen Bein der Versuchsgruppe gezeigt hat. Hinsichtlich der SPD (in % GSPD) haben sich im lahmen Bein erniedrigte Werte in der Studie von Reicher et al. (2020) und in unserer Studie, jedoch nicht in der Studie von Moreira et al. (2020), gezeigt (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020). Dies weist auf eine Kompensation hin. Mögliche Ursachen für die Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den drei Studien, die vor allem das kontralaterale, ipsilaterale und diagonale Bein betreffen, könnten unterschiedliche Kompensationsmechanismen sein: Während in der Studie von Moreira et al. (2020) und Reicher et al. (2020) ausschließlich Hunde mit Coxarthrose (die Hinterextremität betreffend) inkludiert gewesen sind, sind in unserer Studie sowohl Hunde mit Coxarthrose als auch mit Gonarthrose inkludiert gewesen (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020). Des Weiteren ist, wie oben schon erwähnt, der Umfang an Studienteilnehmer in unserer Studie klein gewesen. Weitere Studien mit gesonderter Betrachtung von Hunden mit Gonarthrose wären interessant, um deren Kompensationsmechanismen zu verstehen. Ein weiterer Grund könnten die unterschiedlichen Studienteilnehmer sein. In einigen Studien ist die Beeinflussung von Größe, Körpermasse und Rasse auf die Ground Reaction Forces schon erforscht worden (Voss et al. 2010, Voss et al. 2011).

Die Hypothese dieser Studie ist an die Studie von Preston und Wills (2018) angelehnt gewesen, in der die ROM, die Schrittlänge und die Schrittfrequenz von gesunden Labrador Retrievern

und jene von Labrador Retrievern mit Arthrose im Ellbogengelenk vor und nach einer Einheit Unterwassertherapie gemessen worden sind. Preston und Wills (2018) haben in dieser Studie bewiesen, dass schon eine einzige Einheit Unterwassertherapie die ROM bei gesunden sowie an Cubarthrose erkrankten Hunden verbessert, wobei die erkrankten Hunde eine stärkere Verbesserung gezeigt haben, jedoch die gesunden zum Zeitpunkt 0 eine bessere ROM aufgewiesen haben. Bezüglich der Schrittlänge ist eine Erhöhung nach Unterwassertherapie in beiden Gruppen festgestellt worden, wobei sich die Gruppen nicht unterscheiden haben und bezüglich der Schrittfrequenz ist nur eine Erhöhung nach Unterwassertherapie in der linken Vorderextremität bemerkt worden. Diese beiden Studien unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der Messwerte (ROM bzw. GRF, CoP-Werte) und der orthopädischen Erkrankung (Cubarthrose bzw. Arthrose in der Hinterextremität), sondern auch in Material und Methode. Während Preston und Wills (2018) in der Versuchs- und in der Kontrollgruppe jeweils sechs Labrador Retriever mit demselben Geschlechterverhältnis inkludiert haben, haben sich in unserer Studie die Versuchs- und die Kontrollgruppe merklich unterschieden. In unserer Studie hat die Versuchsgruppe aus zehn Hunden unterschiedlicher Rasse und Größe und die Kontrollgruppe aus zwanzig Hunden unterschiedlicher Rasse und Größe bestanden. Auch sind in der Studie von Preston und Wills (2018) nur Hunde mit derselben Erkrankung (Cubarthrose) in der Versuchsgruppe inkludiert gewesen, während in unserer Studie Hunde mit Arthrosen in verschiedenen Gelenken (Arthrose im Hüft- oder Kniegelenk) inkludiert gewesen sind. Des Weiteren ist in der Studie von Preston und Wills (2018) die Therapiezeit auf zwanzig Minuten festgelegt worden und hat in einem dafür gemachten Pool stattgefunden, während in unserer Studie die Zeiten individuell an den jeweiligen Patienten angepasst worden sind und die Therapie hat auf einem Unterwasserlaufband stattgefunden (siehe Material und Methode). Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist, dass in der Studie von Preston und Wills (2018) sowohl die Versuchs- als auch die Kontrollgruppe eine Einheit am Unterwasserlaufband absolviert haben (Preston und Wills 2018). Da wir die Werte der Kontrollgruppe retrospektiv entnommen haben, haben in unserer Studie nur die Hunde der Versuchsgruppe eine Unterwassertherapie absolviert und somit sind die Werte der Versuchsgruppe vor und nach Therapie mit jenen der Kontrollgruppe ohne Unterwassertherapie verglichen worden. Somit wäre eine Studie, in der der Versuchsaufbau derselbe ist wie in der Studie von Preston und Wills (2018), jedoch anstatt der ROM, der Schrittlänge und -frequenz die GRF und CoP-Werte gemessen werden, von großem Interesse.

Zusammenfassend lässt sich aus unserer Studie ableiten, dass es eindeutige Unterschiede, sowohl die GRF als auch die CoP-Werte betreffend, zwischen gesunden Hunden und jenen mit

Arthrose in der Hintergliedmaße gibt, welche auch ähnlich den Ergebnissen anderer Studien (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020) sind. Des Weiteren sind auch Unterschiede gefunden worden, wenn man einerseits die Kontrollgruppe mit der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und andererseits die Kontrollgruppe mit der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie vergleicht. Jedoch vergleicht man direkt die Werte der Versuchsgruppe vor und nach Unterwassertherapie, so sind, keinen Messwert betreffend, signifikante Unterschiede festgestellt worden. Limitierende Faktoren unserer Studie sind einerseits die Kontrollgruppe, andererseits die Anzahl der durchgeführten Therapien gewesen. Es wäre interessant, entweder eine Kontrollgruppe mit gesunden Tieren, die aber auch eine Unterwassertherapie erhält, zu haben oder eine Kontrollgruppe, die ebenfalls erkrankte Hunde inkludiert, die jedoch eine an Land durchgeführte Rehabilitationstherapie erhalten, zu haben. Des Weiteren wäre es interessant, ebenso wie in den humanmedizinischen Studien (Avelar et al. 2018, Iatridou et al. 2017, Trevisan et al. 2017, Volpe et al. 2014), die Unterwassertherapie über einen längeren Zeitraum durchzuführen. Außerdem muss auch die unterschiedliche Dauer (siehe Tab. 3) der einzelnen Unterwassertherapien und, wie schon erwähnt, die Anzahl der durchgeführten Therapien in unserer Studie kritisch betrachtet werden. Eine Studie, in der alle Hunde der Versuchsgruppe die gleiche Dauer an Therapie erhalten und die Unterwassertherapie, so wie in den humanmedizinischen Studien (Avelar et al. 2018, Iatridou et al. 2017, Trevisan et al. 2017, Volpe et al. 2014), mehrmals über einen längeren Zeitraum durchgeführt wird, wäre sinnvoll. Ein weiterer limitierender Faktor, der auch schon in der Studie von Moreira et al. (2020) und Reicher et al. (2020) (Moreira et al. 2020, Reicher et al. 2020) diskutiert worden ist, ist die unterschiedliche Zusammensetzung der Hunde bezüglich Alter und Körpermasse in der Versuchs- ($10,06 \pm 3,61$ Jahren, $18,9 \pm 8,3$ kg) und der Kontrollgruppe ($4,4 \pm 3,27$ Jahren, $27,14 \pm 9,36$ kg) (siehe auch Tab. 1 und 2). Dass Rasse, Körpergröße und -masse einen Einfluss auf die Ground Reaction Forces haben, ist schon bewiesen worden (Voss et al. 2010, Voss et al. 2011). Um diesen Einfluss zu minimieren sind die meisten verwendeten Parameter normalisiert worden, jedoch muss dies trotzdem bei der Interpretation immer beachtet werden. Wie auch schon in der Studie von Reicher et al. (2020) erwähnt, ist ein deutlich unterschiedliches Alter der Versuchs-, verglichen mit der Kontrollgruppe, ein limitierender Faktor. Jedoch ist es schwierig, Hunde in einem höheren Alter ohne orthopädische Erkrankungen zu finden (Reicher et al. 2020).

Abschließend lässt sich sagen, dass die Hypothese unserer Studie, dass sich bei Hunden mit Arthrose in der Hintergliedmaße die CoP-Werte nach einer Einheit am Unterwasserlaufband

jenen gesunder Hunde annähern, nicht bestätigt hat. Wobei weitere Studien aus den oben genannten Gründen unbedingt erforderlich sind.

6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es gewesen den direkten Effekt einer Einheit Unterwassertherapie auf die Balance bzw. Stabilität bei Hunden mit Arthrose in der Hintergliedmaße (Cox- oder Gonarthrose) zu eruieren. Außerdem sind die Werte erkrankter Hunde mit jenen gesunder Hunde verglichen worden, um einerseits die Unterschiede (krank vs. gesund) zu detektieren und um andererseits einen möglichen direkten Effekt einer Einheit Unterwassertherapie auf die Stabilität festzustellen.

Zehn von Cox- oder Gonarthrose oder einer dazu führenden Erkrankung betroffene Hunde sind dafür herangezogen worden. Dafür sind, mithilfe einer Druckmessplatte, folgende Center of Pressure (CoP)-Werte, welche Indikatoren für Balance sind, gemessen worden: Die Center of Pressure (CoP)-Auslenkung nach mediolateral und kraniokaudal (jeweils in %), die Center of Pressure (CoP)-Area (in %), der Center of Pressure (CoP)-Speed (in mm/s) und der Center of Pressure (CoP)-Radius (in %). Außerdem sind die Bodenreaktionskräfte (peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft), vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft), Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) und Zeit des Auftretens der peak vertical force (TPFz in % der Standphasendauer)) gemessen worden. Die Messungen haben jeweils vor und nach einer Einheit Unterwassertherapie mit jeweils individuell an den Patienten angepasster Dauer stattgefunden. Verglichen worden sind die Werte der erkrankten Hunde, sowohl vor als auch nach Unterwassertherapie, mit jenen gesunder Hunde aus einer vorherigen Studie.

Die Bodenreaktionskräfte betreffend haben sich bei den erkrankten Tieren vor der Einheit Unterwassertherapie bei Vergleich zwischen den Beinen eine signifikant verminderte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft) und vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft), sowie eine signifikant verminderte Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) in der lahmen Extremität gezeigt und demzufolge hat die kontralaterale Gliedmaße, verglichen mit der lahmen, eine signifikant erhöhte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft), vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft) und Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) gezeigt. Hinsichtlich der Center of Pressure (CoP)-Werte konnten, im Gegensatz zu den gesunden Tieren, bei den erkrankten Hunden vor Therapie keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gliedmaßen detektiert werden. Beim Vergleich der Werte der gesunden Tiere mit jenen der erkrankten vor Unterwassertherapie zeigt sich, dass die erkrankten Hunde in der diagonalen Extremität einen signifikant erhöhten vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft), im kontralateralen Bein eine signifikant verkürzte Zeit des Auftretens der peak

vertical force (TPFz in % der Standphasendauer) und in der lahmen Gliedmaße eine signifikant verminderte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft) und vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft) sowie eine signifikant verminderte Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) aufweisen. Bezüglich der Center of Pressure (CoP)-Werte haben die erkrankten Hunde vor Therapie, bei Vergleich mit den gesunden, einen signifikant verminderten Center of Pressure (CoP)-Speed (in mm/s) in beiden Vorderextremitäten gezeigt.

Beim Vergleich der Bodenreaktionskräfte zwischen den Beinen haben die erkrankten Hunde nach Unterwassertherapie eine signifikant verminderte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft) und vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft), sowie eine signifikant verminderte Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) im lahmen Bein gezeigt. Folglich hat das kontralaterale Bein, verglichen mit dem lahmen, eine signifikant erhöhte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft), vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft) und Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) aufgewiesen, was wiederum auf eine Kompensation hinweist. Bezüglich der Center of Pressure (CoP)-Werte konnten, gleich wie vor Unterwassertherapie, bei den erkrankten Hunden nach Unterwassertherapie keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Beinen gefunden werden. Vergleicht man nun die gesunden Hunde mit den erkrankten nach Unterwassertherapie, dann fällt auf, dass die an Osteoarthritis erkrankten Tiere in der diagonalen Gliedmaße eine verlängerte Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer), in der kontralateralen Gliedmaße eine signifikant erhöhte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft) und eine signifikant verkürzte Zeit des Auftretens der peak vertical force (TPFz in % der Standphasendauer) und im lahmen Bein sowohl eine signifikant erniedrigte peak vertical force (PF_z in % Gesamtkraft) und vertical impulse (IF_z in % Gesamtkraft) als auch eine signifikant verminderte Standphasendauer (SPD in % Gesamt-Standphasendauer) und Zeit des Auftretens der peak vertical force (TPFz in % der Standphasendauer) zeigen. Hinsichtlich der Center of Pressure (CoP)-Werte sind in dieser Studie keine signifikanten Unterschiede gefunden worden.

Bei Vergleich der Werte der erkrankten Hunde vor und nach Unterwassertherapie konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Somit hat sich die Hypothese dieser Studie, dass sich die Center of Pressure (CoP)-Werte an Osteoarthritis der Hintergliedmaße erkrankter Hunde, welche Indikatoren für Stabilität bzw. Balance sind, schon nach einer Einheit am Unterwasserlaufband signifikant jenen gesunder Hunde annähern, nicht bestätigt. Wobei weitere Studien aus oben genannten Gründen erforderlich sind.

7. Summary

The aim of this study was to detect the effect on balance of a single hydrotherapy session on dogs with osteoarthritis in the hind limb. Furthermore, the data has been compared to sound dogs to detect differences between sound and lame dogs and to detect the direct effects of hydrotherapy on balance.

For the purpose of this study, ten dogs with osteoarthritis in the hipjoint or the stifle were included. For the measurement a pressure plate was used. The following Center of Pressure (CoP) parameters were measured: the medio-lateral and cranio-caudal Center of Pressure (CoP) displacement (in %), the Center of Pressure (CoP)-Area (in %), the Center of Pressure (CoP)-Speed (in mm/s) and the Center of Pressure (CoP)-Radius (in %). Additionally, the ground reaction forces (peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force), stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) and time to peak vertical force as a percentage of stance phase duration (TPFz in % stance phase duration)) were detected. The measurement was conducted before and after the hydrotherapy session. The duration of the hydrotherapy session was individually adapted to the patient. For the comparison between sound and lame dogs the data from a study on sound dogs, which had been conducted before, has been used for this purpose.

The lame limb of the diseased dogs before hydrotherapy showed significantly lower values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force) and stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) compared to the other limbs. Therefore, compared to the lame limb, the contralateral limb of the diseased dogs showed higher values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force) and stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration). This suggests a compensation mechanism. Comparing the Center of Pressure (CoP) values between the limbs, the diseased animals showed no significant differences, in contrast to the sound dogs. In the group comparison (sound vs. lame), higher values for vertical impulse (IF_z in % Total Force) in the diagonal limb, lower values for the time to peak vertical force as a percentage of stance phase duration (TPFz in % stance phase duration) in the contralateral limb and lower values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force) and stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) in the group of the lame dogs were found. Looking at the Center of Pressure (CoP) parameters, the Center of Pressure (CoP)-Speed (in mm/s) was lower in both front limbs in the lame dogs before therapy.

After the single session hydrotherapy, the diseased dogs also showed significantly lower values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force) and stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) in the lame limb compared to the other limbs. As a consequence, compared to the lame limb, in the contralateral limb higher values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force) and stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) were found. Similarly to parameterst hat had been found before hydrotherapy, the Center of Pressure (CoP) parameters of the lame dogs showed no significant differences between the limbs. The group comparison showed higher values for stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) in the diagonal limb, higher values for peak vertical force (PF_z in % Total Force) and lower values for the time to peak vertical force as a percentage of stance phase duration (TPF_z in % stance phase duration) in the contralateral limb and lower values for peak vertical force (PF_z in % Total Force), vertical impulse (IF_z in % Total Force), stance phase duration (in % Total Stance Phase Duration) and the time to peak vertical force as a percentage of stance phase duration (TPF_z in % stance phase duration) in the lame limb in the group of the diseased animals. Looking at the Center of Pressure (CoP) parameters, no significant differences have been found.

Now comparing the collected data from the diseased dogs before and after a single session hydrotherapy no significant differences have been detected.

The hypothesis of this study, that the Center of Pressure (CoP) parameter of dogs with osteoarthritis in the hind limb show a significant improvement after a single session hydrotherapy, was not verified. As mentioned above, more studies are needed.

8. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BBS	Berg Balance Skala
CFHO	circumferential femoral head osteophyte
CCO	caudal curvilinear osteophyte
CoM	Center of Mass
Contra	kontralaterale Gliedmaße
CoP	Center of Pressure
CranCaud	CoP-Auslenkung nach kraniokaudal
CS-WF6	Chondroitin Sulfat Epitop WF6
Dia	diagonal Gliedmaße
DJD	degenerative joint disease
ED	Ellbogendysplasie
FCP	fragmentierter Processus coronoideus medialis
FL	left front limb, linke Vordergliedmaße
FR	right front limb, rechte Vordergliedmaße
FPA	foot progression angle
FM_z/MF_z	mean vertical force
GK	Gesamtkraft
GRF	Ground Reaction Force
GSPD	Gesamt-Standphasendauer
HA	Hyaluronan
HD	Hüft dysplasie
HL	left hind limb

HR	right hind limb
IF _z	vertical impulse
Ipsi	ipsilaterale Gliedmaße
m	männlich
mk	männlich kastriert
Max F _z	maximale Kraft in Z-Richtung
MedLat	CoP-Auslenkung nach mediolateral
MP	mean pressure
N	Newton
Ns	Newtonsekunden
NSAID	non-steroidal anti-inflammatory drug, Nicht-Steroidale Antiphlogistika
PD	pressure distribution
PF _z	peak vertical force
PP	peak pressure
PRP	platelet-rich-plasma
ROM	Range of Motion
SPD	stand phase duration, Standphasendauer
Tab.	Tabelle
TENS	transkutane elektrische Nervenstimulation
TPF _z	Time to PF _z , Zeit des Auftretens der PF _z
TPLO	Tibia Plateau Leveling Osteotomy
TTA	Tibial Tuberosity Advancement
VFD	vertical force distribution
w	weiblich

wk

weiblich kastriert

9. Literaturverzeichnis

Alam MR, Lee HB, Kim MS, Kim NS. 2011. Surgical model of osteoarthritis secondary to medial patellar luxation in dogs. *Veterinární Medicína*, 56 (No. 3): 123–130.

Anderson KL, O'Neill DG, Brodbelt DC, Church DB, Meeson RL, Sargan D, Summers JF, Zulch H, Collins LM. 2018. Prevalence, duration and risk factors for appendicular osteoarthritis in a UK dog population under primary veterinary care. *Scientific reports*, 8 (1): 5641.

Aragon CL, Hofmeister EH, Budberg SC. 2007. Systematic review of clinical trials of treatments for osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 230 (4): 514–521.

Avelar IS, Soares V, Barbosa RC, Andrade SR, Silva MS, Vieira MF. 2018. The influence of a protocol of aquatic exercises in postural control of obese elderly. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 11 (2): 69–74.

Bartels EM, Juhl CB, Christensen R, Hagen KB, Danneskiold-Samsøe B, Dagfinrud H, Lund H. 2016. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *The Cochrane database of systematic reviews*, 3.

Blau SR, Davis LM, Gorney AM, Dohse CS, Williams KD, Lim J-H, Pfitzner WG, Laber E, Sawicki GS, Olby NJ. 2017. Quantifying center of pressure variability in chondrodystrophoid dogs. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 226: 26–31.

Butler JR, Gambino J. 2017. Canine Hip Dysplasia: Diagnostic Imaging. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 47 (4): 777–793.

Carrillo JM, Manera ME, Rubio M, Sopena J, Santana A, Vilar JM. 2018. Posturography and dynamic pedobarography in lame dogs with elbow dysplasia and cranial cruciate ligament rupture. *BMC veterinary research*, 14 (1): 108.

Chiu M-C, Wu H-C, Chang L-Y, Wu M-H. 2013. Center of pressure progression characteristics under the plantar region for elderly adults. *Gait & posture*, 37 (3): 408–412.

Cock A de, Vanrenterghem J, Willems T, Witvrouw E, Clercq D de. 2008. The trajectory of the centre of pressure during barefoot running as a potential measure for foot function. *Gait & posture*, 27 (4): 669–675.

Comblain F, Serisier S, Barthelemy N, Balligand M, Henrotin Y. 2016. Review of dietary supplements for the management of osteoarthritis in dogs in studies from 2004 to 2014. *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*, 39 (1): 1–15.

Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, Kington RS, Lane NE, Nevitt MC, Zhang Y, Sowers M, McAlindon T, Spector TD, Poole AR, Yanovski SZ, Ateshian G, Sharma L, Buckwalter JA, Brandt KD, Fries JF. 2000. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Annals of internal medicine*, 133 (8): 635–646.

Fischer S, Anders A, Nolte I, Schilling N. 2013. Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 197 (3): 746–752.

Gao C-C, Chern J-S, Chang C-J, Lai P-L, Lung C-W. 2019. Center of pressure progression patterns during level walking in adolescents with idiopathic scoliosis. *PloS one*, 14 (4).

Harper TAM. 2017. Conservative Management of Hip Dysplasia. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 47 (4): 807–821.

Iatridou G, Pelidou H-S, Varvarousis D, Stergiou A, Beris A, Givissis P, Ploumis A. 2017. The effectiveness of hydrokinesiotherapy on postural balance of hemiplegic patients after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 32 (5): 583–593.

Innes JF. 2012. Arthritis. In: Tobias KM, Johnston SA, Hrsg. *Veterinary surgery. Small animal*. St. Louis, Mo: Elsevier, 1084; 1085-1086; 1095-1096.

Johnston SA. 1997. Osteoarthritis. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 27 (4): 699–723.

Katic N, Bockstahler BA, Mueller M, Peham C. 2009. Fourier analysis of vertical ground reaction forces in dogs with unilateral hind limb lameness caused by degenerative disease of the hip joint and in dogs without lameness. *American journal of veterinary research*, 70 (1): 118–126.

Koch D, Fischer MS. 2015. Teil 2. Der rote Faden durch die Diagnostik. In: Koch D, Fischer MS, Hrsg. *Lahmheitsuntersuchung beim Hund. Funktionelle Anatomie, Diagnostik und Therapie*. Erste. Aufl. Stuttgart: Enke, 70–148.

Kramer M, Kofler J. 2014. Orthopädischer Untersuchungsgang. In: Baumgartner W, Aurich C, Hrsg. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. Achte., überarb. Aufl. Stuttgart: Enke, 216–281.

Lascelles BDX, Freire M, Roe SC, DePuy V, Smith E, Marcellin-Little DJ. 2010. Evaluation of functional outcome after BFX total hip replacement using a pressure sensitive walkway. *Veterinary surgery : VS*, 39 (1): 71–77.

Levine D, Marcellin-Little DJ, Millis DL, Tragauer V, Osborne JA. 2010. Effects of partial immersion in water on vertical ground reaction forces and weight distribution in dogs. *American journal of veterinary research*, 71 (12): 1413–1416.

Levine D, Millis D, Flocker J, MacGuire L. 2014. Aquatic Therapy. In: Millis DL, Levine D, Hrsg. Canine rehabilitation and physical therapy. Second edition. Philadelphia, Pa, London: Saunders, 526–542.

Liska WD, Doyle ND. 2009. Canine total knee replacement: surgical technique and one-year outcome. *Veterinary surgery* : VS, 38 (5): 568–582.

López S, Vilar JM, Rubio M, Sopena JJ, Damiá E, Chicharro D, Santana A, Carrillo JM. 2019a. Center of pressure limb path differences for the detection of lameness in dogs: a preliminary study. *BMC veterinary research*, 15 (1): 138. DOI 10.1186/s12917-019-1881-1.

López S, Vilar JM, Rubio M, Sopena JJ, Santana A, Rodríguez O, Rodríguez-Altonaga JA, Carrillo JM. 2019b. Pedobarography: a novel approach to test the efficacy of treatments for lameness; an experience with mavacoxib in dogs with elbow osteoarthritis. *BMC veterinary research*, 15 (1): 193. DOI 10.1186/s12917-019-1946-1.

Mattos F de, Leite N, Pitta A, Bento PCB. 2016. Effects of aquatic exercise on muscle strength and functional performance of individuals with osteoarthritis: a systematic review. *Revista brasileira de reumatologia*, 56 (6): 530–542.

McLean H, Millis D. 2019. Behandlungspläne. Osteoarthrose. In: Bockstahler B, Hrsg. Physikalische Medizin, Rehabilitation und Sportmedizin auf den Punkt gebracht. Ein Leitfaden für die Kleintierpraxis : mit 288 Tabellen inklusive Behandlungsplänen, 168 Online-Lehrvideos. Erste. Auflage. : 582-585.

Mele E. 2007. Epidemiology of Osteoarthritis. In: *Veterinary Focus* 17(3).

Monk M. 2007. Hydrotherapy. In: McGowan CM, Goff L, Stubbs N, Hrsg. Animal physiotherapy. Assessment, treatment and rehabilitation of animals. Oxford, UK, Ames, Iowa: Blackwell Pub, 187–198.

Morandi F, Hecht S, Daniel GB. 2012. Knochen- und Gelenkerkrankungen bei Jungtieren. Erkrankungen des Hüftgelenks. In: Hecht S, Hrsg. Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis. Mit 37 Tabellen ; [zusätzlich online: 50 interaktive Fallbeispiele zu Diagnostik bei Hund und Katze. Zweite., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Schattauer, 362.

Moreira JPL, Tichy A, Bockstahler B. 2020. Comparison of the Vertical Force Distribution in the Paws of Dogs with Coxarthrosis and Sound Dogs Walking over a Pressure Plate. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10 (6).

Mucha M. 2019. Unterwassertherapie. In: Bockstahler B, Hrsg. Physikalische Medizin, Rehabilitation und Sportmedizin auf den Punkt gebracht. Ein Leitfaden für die Kleintierpraxis : mit 288 Tabellen inklusive Behandlungsplänen, 168 Online-Lehrvideos. Erste. Auflage. : 177–190.

Nganvongpanit K, Tanvisut S, Yano T, Kongtawelert P. 2014. Effect of swimming on clinical functional parameters and serum biomarkers in healthy and osteoarthritic dogs. *ISRN veterinary science*, 2014.

O'Neill DG, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC, Brodbelt DC. 2014. Prevalence of disorders recorded in dogs attending primary-care veterinary practices in England. *PloS one*, 9 (3).

Pereira D, Ramos E, Branco J. 2015. Osteoarthritis. *Acta medica portuguesa*, 28 (1): 99–106.

Pitti L, Oosterlinck M, Díaz-Bertrana ML, Carrillo JM, Rubio M, Sopena J, Santana A, Vilar JM. 2018. Assessment of static posturography and pedobarography for the detection of unilateral forelimb lameness in ponies. *BMC veterinary research*, 14 (1): 151.

Preston T, Wills AP. 2018. A single hydrotherapy session increases range of motion and stride length in Labrador retrievers diagnosed with elbow dysplasia. *Veterinary journal* (London, England : 1997), 234: 105–110.

Reicher B, Tichy A, Bockstahler B. 2020. Center of Pressure in the Paws of Clinically Sound Dogs in Comparison with Orthopedically Diseased Dogs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10 (8).

Schulz KS. 2013. Diseases of the Joints. In: Fossum TW, Duprey LP, Huff TG, Hrsg. *Small animal surgery*. Vierteth ed. St. Louis, Mo: Elsevier, 1215–1374.

Taglietti M, Facci LM, Trelha CS, Melo FC de, Da Silva DW, Sawczuk G, Ruivo TM, Souza TB de, Sforza C, Cardoso JR. 2018. Effectiveness of aquatic exercises compared to patient-education on health status in individuals with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 32 (6): 766–776.

Trevisan DC, Avila MA, Driusso P, Gramani-Say K, Araujo-Moreira FM, Parizotto NA. 2017. Effects of Hydrotherapy on Postural Control of Women with Fibromyalgia Syndrome: A Single Arm Study. *MYOPAIN*, 23 (3-4): 125–133.

Volpe D, Giantin MG, Maestri R, Frazzitta G. 2014. Comparing the effects of hydrotherapy and land-based therapy on balance in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot study. *Clinical rehabilitation*, 28 (12): 1210–1217.

Voss K, Galeandro L, Wiestner T, Haessig M, Montavon PM. 2010. Relationships of body weight, body size, subject velocity, and vertical ground reaction forces in trotting dogs. *Veterinary surgery : VS*, 39 (7): 863–869.

Voss K, Wiestner T, Galeandro L, Hässig M, Montavon PM. 2011. Effect of dog breed and body conformation on vertical ground reaction forces, impulses, and stance times. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology : V.C.O.T.*, 24 (2): 106–112.

Waxman AS, Robinson DA, Evans RB, Hulse DA, Innes JF, Conzemius MG. 2008. Relationship between objective and subjective assessment of limb function in normal dogs with an experimentally induced lameness. *Veterinary surgery : VS*, 37 (3): 241–246.

Xu J, Bao T, Lee UH, Kinnaird C, Carender W, Huang Y, Sienko KH, Shull PB. 2017. Configurable, wearable sensing and vibrotactile feedback system for real-time postural balance and gait training: proof-of-concept. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14 (1): 102.

10. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Reicher B, Tichy A, Bockstahler B. 2020. Center of Pressure in the Paws of Clinically Sound Dogs in Comparison with Orthopedically Diseased Dogs. Animals : an open access journal from MDPI, 10 (8).

Abb. 2: Darstellung der PF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 3: Darstellung der IF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 4: Darstellung der PF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Trab

Abb. 5: Darstellung der IF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Trab

Abb. 6: Darstellung der Werte der Standphasendauer (in % Gesamt-Standphasendauer) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 7: Darstellung der Werte der Standphasendauer (in % Gesamt-Standphasendauer) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Trab

Abb. 8: Darstellung der TPF_z -Werte (in % der Standphasendauer) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 9: Darstellung der TPF_z -Werte (in % der Standphasendauer) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Trab

Abb. 10: Darstellung der Werte der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 11: Darstellung der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 12: Darstellung der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Trab

Abb. 13: Darstellung der Werte der CoP-Area (in %) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 14: Darstellung der CoP-Speed-Werte (in mm/s) der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 15: Überblick aller Ergebnisse der Kontrollgruppe und Vergleich mit jenen der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie

Abb. 16: Überblick aller Ergebnisse der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie und Vergleich mit jenen der Kontrollgruppe

Abb. 17: Darstellung der PF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 18: Darstellung der IF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 19: Darstellung der PF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie im Trab

Abb. 20: Darstellung der IF_z -Werte (in % Gesamtkraft) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie im Trab

Abb. 21: Darstellung der Werte der Standphasendauer (in % Gesamt-Standphasendauer) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 22: Darstellung der Werte der Standphasendauer (in % Gesamt-Standphasendauer) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie im Trab

Abb. 23: Darstellung der TPF_z -Werte (in % der Standphasendauer) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 24: Darstellung der TPF_z -Werte (in % der Standphasendauer) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie im Trab

Abb. 25: Darstellung der Werte der mediolateralen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 26: Darstellung der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 27: Darstellung der Werte der kraniokaudalen CoP-Auslenkung (in %) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie im Trab

Abb. 28: Darstellung der Werte der CoP-Area (in %) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 29: Darstellung der CoP-Speed-Werte (in mm/s) der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und der Kontrollgruppe im Schritt

Abb. 30: Überblick aller Ergebnisse der Kontrollgruppe und Vergleich mit jenen der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie

Abb. 31: Überblick aller Ergebnisse der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie und Vergleich mit jenen der Kontrollgruppe

Tab. 1: Patientennummern der Versuchsgruppe mit dazugehörigen Daten bezüglich Rasse, Geschlecht, Alter in Monaten, Körpermasse in kg und Diagnose

Tab. 2: Patientennummern der Kontrollgruppe mit dazugehörigen Daten bezüglich Rasse, Geschlecht, Alter in Monaten und Körpermasse in kg

Tab. 3: Dauer der Einheit Unterwassertherapie der jeweiligen Patienten

Tab. 4: Vergleich der p-Werte der Ground Reaction Forces der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie im Schritt

Tab. 5: Vergleich der p-Werte der CoP-Parameter der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe vor Unterwassertherapie, im Schritt

Tab. 6: Vergleich der p-Werte der Ground Reaction Forces der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie, im Schritt

Tab. 7: Vergleich der p-Werte der CoP-Parameter der einzelnen Beine der Kontrollgruppe mit jenen der Versuchsgruppe nach Unterwassertherapie, im Schritt

Tab. 8: Vergleich der p-Werte der Ground Reaction Forces der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach der Unterwassertherapie

Tab. 9: Vergleich der p-Werte der Ground Reaction Forces der Versuchsgruppe im Trab vor und nach der Unterwassertherapie

Tab. 10: Vergleich der p-Werte der CoP-Parameter der Versuchsgruppe im Schritt vor und nach der Unterwassertherapie

Tab. 11: Vergleich der p-Werte der CoP-Parameter der Versuchsgruppe im Trab vor und nach der Unterwassertherapie

Tab. 12: Darstellung der p-Werte der Vergleiche der einzelnen Beine innerhalb einer Gruppe