

**Führt eine viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR Test?**

## **MASTER - THESIS**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Science**

**im Universitätslehrgang Osteopathie**

vorgelegt von

**Petra Nagenkögl**

Mat. Nr.: 09510271

**Department für Gesundheitswissenschaften, Medizin und Forschung**

an der Donau-Universität Krems

Betreuer: Ass. Prof. Jan Porthun MMMSc



1.6.2019

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Petra Nagenkögl, geboren am 08.12.1975 in Steyr erkläre,

1. dass ich meine Master Thesis selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe,
2. dass ich meine Master Thesis bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe,
3. dass ich, falls die Master Thesis mein Unternehmen oder einen externen Kooperationspartner betrifft, meinen Arbeitgeber über Titel, Form und Inhalt der Master Thesis unterrichtet und sein Einverständnis eingeholt habe.

## DANKSAGUNGEN / WIDMUNGEN

Ich möchte mich bei allen, die mich beim Verfassen meiner Masterthese unterstützt haben, herzlich bedanken. Hervorheben möchte ich meinen Betreuer Ass. Prof. Jan Porthun, MMMSc und meinen Statistiker Dipl.-Ing. Dr. techn. Gebhard Woisetschläger, die mich beide auf einzigartige Weise unterstützt haben.

Ein herzliches Dankeschön auch an meine Familie, die mich immer darin bestärkt hat durchzuhalten, meinen Freunden für die „Schreibunterkunft“ und allen anderen, die Anteil genommen haben und mich auf jede erdenkliche Weise unterstützt haben!

Im Rahmen dieser Masterthese wird, um die Lesbarkeit zu verbessern, auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung z. B. ProbandInnen verzichtet. Selbstverständlich sind in diesen Fällen im Sinne der Gleichbehandlung immer Personen beider Geschlechter angesprochen. Einzige Ausnahme bildet „die Autorin“, „die Verfasserin“ und „die Therapeutin“.

## ABSTRACT

**Titel:** Führt eine viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR-Test?

**Hintergrund:** In der Osteopathieausbildung wurde immer wieder auf die Wichtigkeit von Grundlagenforschung hingewiesen, wobei sich in der osteopathischen Literatur bislang keine Studien, die die Auswirkung viszeraler Techniken auf das Nervensystem untersuchen, finden lassen.

**Studienziel:** Es soll untersucht werden ob eine fünfminütige Leberpumpe zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen des lumbosacralen Plexus führt. Die Messung erfolgt mittels passiven Straight-Leg-Raise Test.

**Methode:** Als Studiendesign wurde eine klinische Studie mit geschichteter Randomisierung gewählt. 42 gesunde Probanden wurden randomisiert in eine Interventions- und Kontrollgruppe eingeteilt. Die Anfangs- und Endmessungen wurden mit der Goniometer Pro App von einer unabhängigen, nicht blindierten Messperson vorgenommen. Die Interventionsgruppe erhielt eine fünfminütige, standardisierte Leberpumpe und die Kontrollgruppe ruhte für fünf Minuten. Unmittelbar nach Abschluss der Intervention bzw. Ruhephase erfolgte die Endmessung.

**Ergebnisse:** Bezogen auf die Messparameter erstes Ziehen/Widerstand ( $p < 0,0001$ ) und schmerzhafter Stopp ( $p < 0,0001$ ) ergab sich eine signifikante Steigerung des Bewegungsausmaßes. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

**Schlussfolgerung:** Eine fünfminütige Leberpumpe hat signifikante Auswirkung auf das Gleitverhalten nervaler Strukturen bei gesunden Probanden. Weiterführende Studien zu diesem Thema wären wünschenswert.

**Schlüsselwörter:** Leberpumpe, Straight-Leg-Raise-Test, Grundlagenforschung

## Abstract

**Title:** Does a visceral pumping technique of the liver lead to an improved gliding of the neural structures, field-tested by the passive SLR Test on healthy probands?

**Background:** In osteopathic education, the importance of basic research has been repeatedly pointed out. Yet, there are no studies in the osteopathic literature that investigate the effect of visceral techniques on the nervous system.

**Goal:** This thesis aims at investigating if a five-minute liver pump leads to an improved gliding ability of the lumbo-sacral plexus. The measurement is done by passive straight leg raise test.

**Method:** As study design, a clinical study with stratified randomization was chosen. 42 healthy volunteers were randomized into either an intervention or control group. Initial and final measurements were taken with the Goniometer Pro App by an independent, non-blinded operator. The intervention group received a five-minute standardized liver pump and the control group rested for five minutes. Immediately after completion of the intervention or resting phase, the final measurement was taken.

**Results:** With reference to the measurement parameters first pull/resistance ( $p < 0.0001$ ) and painful stop ( $p < 0.0001$ ), there was a significant increase in the range of motion. The significance level was set at  $\alpha = 0.05$ .

**Conclusion:** A five-minute liver pump has a significant effect on the sliding behavior of nervous structures in healthy volunteers. Further studies in this field would be desirable.

**Keywords:** liver pump, straight leg raise test, basic research

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	6
2	Theorieteil .....	7
2.1	Hypothese 1: Embryologische und anatomische Verbindung von Zwerchfell und Leber 7	
2.1.1	Zwerchfell.....	8
2.1.1.1	Embryologie des Zwerchfells .....	8
2.1.1.2	Anatomie des Zwerchfells.....	8
2.1.2	Leber.....	10
2.1.2.1	Embryologie der Leber .....	10
2.1.2.2	Anatomie der Leber .....	11
2.2	Hypothese 2: Faszien.....	12
2.2.1	Embryologie der Faszien.....	12
2.2.2	Anatomie der viszeralen Faszien.....	13
2.2.3	Neuester Forschungsstand viszerale Faszien .....	14
2.2.4	Erkenntnisse aus der Forschung von Guimberteau und Armstrong.....	15
2.2.4.1	Wie reagieren Mikrovakuolen auf einwirkende Kräfte von außen?.....	16
2.2.4.2	Sichtbare mechanische Effekte manueller Therapie auf das subkutane Gewebe 17	
2.2.4.3	Zusammenfassung .....	17
2.2.5	Studien und mathematische Analysen der Faszien in der manuellen Therapie 17	
2.2.6	Faszien als Sinnesorgan .....	18
2.2.7	Faszien und das Vegetative Nervensystem.....	19
2.2.8	In-Vivo Studien zur Kraftübertragung entlang myofaszialer Ketten .....	19
2.3	Hypothese 3: Das venöse System.....	20
2.4	Hypothese 4: Die Dura mater spinalis und ihre Verbindung zum Truncus sympathicus.....	22
2.5	Hypothese 5: Biotensegrity.....	23
2.6	Manuelle Leberpumptechnik .....	24
2.6.1	Studien zur Leberpumpe .....	24

2.7	Der SLR Test .....	26
2.7.1	Ausführung des SLR Tests.....	26
2.7.1.1	Reaktionen .....	27
2.7.1.2	Messung.....	27
2.7.1.3	Validität.....	27
2.7.1.4	Reliabilität.....	27
2.7.1.5	Sensibilisierende Bewegungen und ihre Auswirkungen auf den SLR-Test ..	28
2.7.1.6	Studien zum SLR als Messinstrument .....	28
3	Forschungsfrage und Hypothesen.....	29
3.1	Forschungsfrage .....	29
3.2	Osteopathische Relevanz der Studie .....	29
3.3	Hypothese.....	30
3.3.1	Nullhypothese .....	30
3.3.2	Alternativhypothese.....	30
4	Methodologie.....	31
4.1	Recherche und Literaturrecherche .....	31
4.2	Forschungsdesign.....	32
4.3	Stichprobenbeschreibung.....	32
4.3.1	Stichprobengröße.....	32
4.3.2	Einschlusskriterien .....	32
4.3.3	Ausschlusskriterien .....	33
4.4	Patientenakquirierung .....	33
4.5	Art der Stichprobenziehung.....	34
4.6	Parameter .....	35
4.7	Art der Materialien.....	35
4.7.1	Versuch einer Standardisierung der Leberpumpe .....	36
4.8	Studienablauf .....	36
4.8.1	Geplante Behandlung/Intervention .....	36
4.8.2	Testablauf .....	37
4.9	Statistik .....	41
4.9.1	Datenaufarbeitung und –analyse.....	41

4.9.2	Definition neuer Variablen .....	41
4.9.3	Statistische Auswertung .....	41
4.9.4	Deskriptive Statistik .....	41
4.9.5	Voraussetzungsuntersuchungen für parametrische statistische Tests.....	42
4.9.6	Inferenzanalyse .....	42
4.9.7	Berechnung der Effektstärke und Power .....	42
5	Ergebnisse .....	43
5.1	Stichproben- und Gruppencharakteristika .....	43
5.1.1	Geschlecht .....	44
5.1.2	Geburtsjahrgang .....	45
5.2	Bewegungsausmaß zu Studienbeginn .....	46
5.2.1	Anfangsmessung Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand.....	46
5.2.2	Anfangsmessung Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp.....	48
6	Resultate.....	50
6.1	Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand.....	50
6.2	Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp.....	54
6.3	Veränderungen der Beweglichkeit bei Probanden unterschiedlichen Alters .....	58
7	Diskussion.....	60
7.1	Diskussion der Themenauswahl.....	60
7.2	Diskussion der Methodik .....	61
7.2.1	Literaturrecherche .....	61
7.2.2	Beteiligte Personen .....	61
7.2.2.1	Ausführende Person der Leberpumpe .....	61
7.2.2.2	Messperson.....	61
7.2.2.3	Auswertung.....	62
7.2.3	Wahl der Interventionstechnik .....	62
7.2.4	Wahl der „Ruhe“-Technik in der Kontrollgruppe.....	63
7.2.5	Wahl der verwendeten Materialien .....	63
7.2.6	Wahl der Stichprobengröße.....	63
7.2.7	Wahl der Einschlusskriterien .....	64

7.2.8	Wahl der Ausschlusskriterien .....	64
7.2.8.1	Operationen:.....	64
7.2.8.2	Entzündliche Erkrankungen .....	65
7.2.8.3	Diabetes .....	65
7.2.8.4	Rückenlage.....	65
7.2.8.5	Schwangerschaft .....	65
7.2.8.6	Verkürzte Muskulatur .....	66
7.2.8.7	Alkoholkonsum .....	66
7.2.8.8	Stoffwechselerkrankungen der Leber.....	66
7.2.8.9	Kontraindikationen für viszerale Techniken.....	66
7.2.9	Probanden-Akquirierung .....	66
7.2.10	Wahl der Messparameter .....	67
7.2.11	Randomisierung .....	67
7.2.12	Erhebungszeitraum .....	68
7.2.13	Messvorgang.....	68
7.2.14	Diskussion der gewählten statistischen Methoden .....	68
7.2.15	Verbesserungsvorschläge für die Methodik.....	69
7.2.16	Diskussion der Validität der vorliegenden Studie.....	70
7.3	Diskussion der Ergebnisse .....	71
7.3.1	Gruppengröße und Geschlechterverteilung.....	71
7.3.2	Homogenität der Gruppen .....	71
7.3.3	Null-Hypothese.....	72
7.3.4	Alternativ-Hypothese .....	72
7.3.4.1	Ausgangswerte Interventions- und Kontrollgruppe.....	72
7.3.4.2	Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand .....	72
7.3.4.3	Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp .....	73
7.3.4.4	Veränderungen der Beweglichkeit bei Probanden unterschiedlichen Alters.....	73
7.4	Mögliche Änderungen des Studiendesigns.....	74
7.5	Diskussion der Hypothesen.....	74
7.5.1	Venöses System und Dura mater.....	74
7.5.2	Fasziales System .....	75
7.5.3	Biotensegrity .....	77

7.5.4	Embryologie .....	77
7.6	Diskussion der osteopathischen Relevanz .....	77
8	Konklusion.....	79
8.1	Zusammenfassung.....	79
8.2	Schlussfolgerung.....	80
8.3	Ausblick.....	80
	Literaturverzeichnis .....	81
	Tabellenverzeichnis.....	89
	Abbildungsverzeichnis.....	90
	Abkürzungsverzeichnis.....	92
	ANHANG A .....	94

# 1 Einleitung

Die Idee für das Thema der These wurde entwickelt, als die Autorin von einem Berufskollegen auf das Phänomen aufmerksam gemacht wurde, dass sich nach einer manuellen Pumptechnik der Leber oder der Milz das Bewegungsausmaß des passiven SLR Test (Straight Leg Raise Test) vergrößert.

Als Erklärung für dieses Phänomen, wurde in Betracht gezogen, dass die Faszienverbindung der Leberkapsel und ihre Verbindung zum Zwerchfell und dessen weiterlaufende Verbindung zur Lendenwirbelsäule (LWS) Einfluss auf die Beweglichkeit des lumbosacralen Plexus haben könnte. Diese Hypothese wird in dieser Thesis getestet.

Dieses Thema ist auch wichtig, weil es unklar ist, ob das Phänomen des vergrößerten Bewegungsausmaßes des SLR Tests nach einer Leberpumpe nur zufällig auftritt oder als relevanter Test und Re-Test einer viszeralen Technik herangezogen werden könnte. Durch diesen Test könnte den Patienten die Wirksamkeit von viszeralen Techniken sofort veranschaulicht werden, die Problematik der These hat somit auch Relevanz für die osteopathische Praxis.

Eine Literaturrecherche ergab, dass bereits Studien existieren, bei denen der passive SLR als Test und Retest herangezogen wurde (Aparicio, Quirante, Blanco, & Sendín, 2009; Cho, Kim, & Park, 2015; Mügge, 2015), des Weiteren wurden auch Studien zur Leberpumpe gefunden (Frias Rodríguez, 2014; Gil, 2015).

Aus den obenstehenden Überlegungen und Recherchen ergab sich die Forschungsfrage für diese Masterthesis: Führt eine viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR-Test?

Es sollte überprüft werden, ob eine fünfminütige manuelle Leberpumptechnik an gesunden Probanden zu einem veränderten Bewegungsausmaß der nervalen Strukturen führt. Diese mutmaßliche Veränderung wurde mittels SLR Test gemessen.

Die Autorin stuft ihre Arbeit in die Grundlagenforschung ein und wählte deshalb gesunde Probanden aus. Um diese Hypothesen begründen zu können, wird von der Autorin im ersten Abschnitt der Arbeit, dem Theorieteil, auf die wichtigsten embryologischen und anatomischen Details eingegangen.

## 2 Theorieteil

Da trotz intensiver Recherchen keine vergleichbaren Studien, in denen die Auswirkung einer viszeralen Technik auf den SLR Test gefunden werden konnten, werden im Theorieteil mögliche physiologische Ketten hypothetisch zusammengefasst. Diese Hypothesen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Die embryologische Entwicklung von Zwerchfell (siehe 2.1.1.1) und Leber (siehe 2.1.2.1) ist eng miteinander verbunden. Die fasziale Verbindung der beiden und die weiterlaufende Verbindung des Zwerchfells zur Faszie des Musculus psoas major könnte den möglichen Zusammenhang für einen eventuellen Effekt der Leberpumpe auf den passiven SLR Test erklären. Deshalb wird im folgenden Theorieteil ebenfalls die Anatomie von Leber (siehe 2.1.2.2), Zwerchfell (siehe 2.1.1.2), Faszien (2.2.2) umrissen.

Die venöse Verbindung zwischen Lendenwirbelsäule und Leber soll ebenfalls als mögliche Ursache für eine ev. entstauende Auswirkung der Leberpumpe auf den SLR in Betracht gezogen werden (siehe 2.3).

Der SLR Test kann auch als Durazugtest der Wirbelsäule gesehen werden und jede Nervenwurzel ist von einer Duraaussackung umgeben. Da jedes viszerale Organ einen Ramus viszeralis hat, kann sich eine Behandlungsmaßnahme an einem Organ auch auf den Zug der Dura auswirken. Aus diesem Grund wird diese Verbindung im Theorieteil kurz zusammengefasst (siehe 2.4).

In einem weiteren Abschnitt werden bereits durchgeführte Studien zum Thema Leberpumpe (siehe 2.6.1) und SLR Test (siehe 2.7.1.6) angeführt. Diese Studien dienen der Entscheidungsfindung, den SLR als Messinstrument zu verwenden.

### **2.1 Hypothese 1: Embryologische und anatomische Verbindung von Zwerchfell und Leber**

In den folgenden Abschnitten werden kurz die embryologische Entwicklung und die Anatomie des Zwerchfells und der Leber beschrieben. Es werden nur für die Hypothesenbildung wichtige Punkte aufgeführt. Die enge Verbindung zwischen Zwerchfell und Leber in der embryologischen Entwicklung und den anatomischen Gegebenheiten wird als mögliche Ursache einer Auswirkung der Leberpumpe auf den SLR Test vermutet.

## **2.1.1 Zwerchfell**

Im kommenden Abschnitt werden die embryologische Entstehung und die Anatomie des Zwerchfells beschrieben.

### **2.1.1.1 Embryologie des Zwerchfells**

Laut Moore, Persaud und Torchia (2013, S.211) entsteht das Zwerchfell aus vier Anteilen in der sechsten bis achten Entwicklungswoche aus dem Mesoderm (Helsmoortel, Hirth, & Wühl, 2002, S. 74). Von diesen vier Teilen sind für die Autorin das Septum transversum, die Pleuroperitonealmembranen und das dorsale Mesenterium des Ösophagus für die Hypothesenbildung von Interesse.

Das Septum transversum ist deshalb von Bedeutung, weil der größte Teil des Zwerchfells daraus gebildet wird (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 577) und die Leber in ihrer frühen Entwicklung im Mesenchym des Septum transversums eingebettet ist (Moore, Persaud, & Torchia, 2013, S. 212). Des Weiteren gibt es Verbindungen zur Pleuroperitonealmembran (Moore, Persaud, & Torchia, 2013, S. 212), die mit dem Septum transversum verwachsen und später die Pars lumbalis des Zwerchfells bilden (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 578).

Nach Moore et al. (2013, S. 212) wird die Pars lumbalis mit den Crus sinistrum und dextrum aus dem dorsalen Mesenterium des unteren Ösophagusabschnitts gebildet, welche von der Wirbelsäule zum Centrum tendineum reicht.

Durch das rasche Wachstum des Rückens (Moore, Persaud, & Torchia, 2013, S. 213) und dem beträchtlichen Wachstum der Leber (Helsmoortel, Hirth, & Wühl, 2002, S. 74) kommt es zum Zwerchfelldeszensus.

### **2.1.1.2 Anatomie des Zwerchfells**

Das Diaphragma hat Verbindungen zu vielen Strukturen im Körper. Beispiele, die zur Hypothesenbildung beigetragen haben, werden im folgendem aufgelistet.

Das Diaphragma ist der wichtigste Muskel des Menschen für die Atmung und kann als eine Art Faszie angesehen werden (Paoletti, 2011, S. 63).

Das Zwerchfell hat über seinen lumbalen Anteil Verbindungen zu den anterioren Aspekten der Wirbelkörper und den dazwischenliegenden Bandscheiben auf Höhe L1 bis L3 links und hin und wieder bis zu den Bandscheiben L3 und L4 rechts (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 180). Über das Lig. arcuatum mediale (Psoasarkade) und das Lig. arcuatum laterale (Quadratusarkade) reicht das Zwerchfell bis zum Processus transversus von L1, zu Teilen der

12. Rippe und zum Musculus psoas und M. quadratus lumborum (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 180).

Aufgrund des anatomischen Nahverhältnisses zwischen Zwerchfell und dem M. transversus abdominis und der Fascia transversus abdominis reagiert das Zwerchfell unmittelbar auf Veränderungen im Bauchbereich (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 180). Der Unterteil des Zwerchfells ist zum Großteil vom Peritoneum bedeckt und die Leber ist caudal angeheftet (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 180).

Nach Vleeming (2014) haben die Faszien des M. psoas, M. quadratus lumborum und der Bauchmuskulatur direkte Verbindungen zum Zwerchfell. Diese Strukturen bilden seiner Meinung nach die „Psoatico-Quadratico-Diaphragmatico-Abdominale Kette“, die eng mit der zentralen Sehne verbunden ist (Vleeming, 2014). Laut Liem et al. (2017, S. 180) können aufgrund von Dysfunktionen des Zwerchfells eine verstärkte lumbale Lordose oder eine verstärkte Kyphose der Brustwirbelsäule auftreten und somit Auswirkungen auf alle Faszien- oder Muskelketten haben.

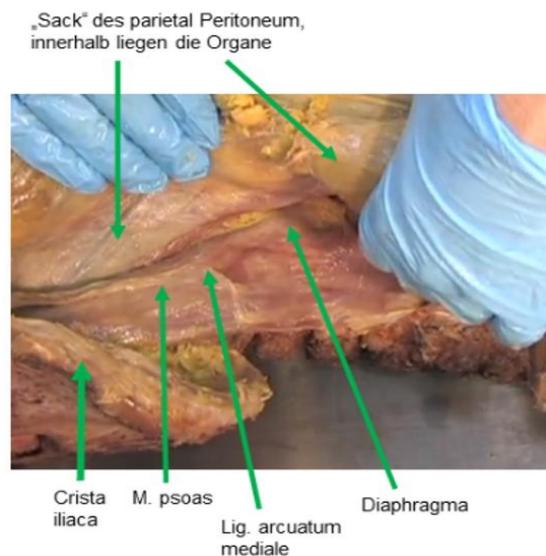


Abbildung 1 Screenshot aus "The Integral Anatomy Series, DVD 3, Teil 1 Mit freundlicher Genehmigung von Hedley, G. (2006). Zugriff am 3.3.2018 unter [www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177](http://www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177)

Kommentar von Gil Hedley (2018) zu obigem Bild (freie Übersetzung der Autorin):

An diesem Punkt gehen die Muskelfasern von M. psoas zum Zwerchfell über, und die Fascia transversalis deckt beides ab. Natürlich wurde auch das Peritoneum von beiden abgezogen, so dass es viel Faszienskontinuität gibt, viel mehr als bloß einen Hauch. Dies ist eine sehr spezifische, sichtbare und direkte Kontinuität des M. psoas und des Zwerchfells, die über den lateralen Seiten der Wirbelkörper liegt. (Hedley, 2018)

Das Diaphragma wird von den Nervi phrenici C3 bis C5 innerviert (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 595) (vgl. 2.1.2.1). Der rechte N. phrenicus zieht auch zum Plexus diaphragmaticus, der nur auf der rechten Seite vorkommt (Barral & Croibier, 2005, S. 113).

Nach Barral und Croibier (2005, S. 113) sind folgende Nerven an der Bildung des Plexus diaphragmaticus beteiligt: der rechte N. phrenicoabdominales, mehreren Interkostalnerven und zöliakalen Ganglien. Mitbeteiligt ist auch das Ganglion phrenicum, welches caudal des Zwerchfells und nahe der V. cava inferior liegt (Barral & Croibier, 2005, S. 113). Dessen efferente Äste ziehen laut Barral und Croibier (2005, S. 113) zum Plexus solaris, zum Peritoneum von Leber und Diaphragma, sowie zur rechten Nebenniere und zur V. cava inferior.

Des Weiteren bildet der N. phrenicus Anastomosen mit dem N. subclavius, N. hypoglossus, N. vagus und dem Halssympathikus (Paoletti, 2011, S. 149).

## **2.1.2 Leber**

In den nachfolgenden Kapiteln wird sowohl die Embryologie als auch die Anatomie der Leber beschrieben.

### **2.1.2.1 Embryologie der Leber**

Im folgenden Abschnitt wird die embryologische Entwicklung der Leber nicht bis ins kleinste Detail geschildert. Es werden nur die Entwicklungsschritte aufgelistet, bei denen der enge Zusammenhang zwischen Leber und Zwerchfell wiedergespiegelt und die Lageentwicklung der Leber beschrieben wird.

Die Leber entwickelt sich sehr rasch (Rohen & Lütjen-Drecoll, 2006, S. 101) und diese Entwicklung fängt in der dritten Woche mit einer Ausstülpung des Entoderms am unteren Ende des Vorderdarms an (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 290).

Laut Moore et al. (2013, S. 288) reicht das sogenannte Leberdivertikel bis in das Mesenchym des Septum transversum (aus dieser Mesenchymplatte entwickelt sich später das Zwerchfell, vgl. 2.1.1.1). In der vierten Woche wachsen die Leberbälkchen aus der Leberbucht nach ventral in die Nähe des Septum transversum (Liem, Dobler, & Pylaert, S. 290) und dringen bis ins Mesenchym des Septum transversum vor (Moore, Persaud, & Torchia, 2013, S. 288) und es entsteht das typische Leberparenchym (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 290). Aus dem Mesoderm des Septum transversum gehen die bindegewebigen Anteile der Leber hervor (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 290).

Aufgrund des raschen Wachstums der Leber von der fünften bis zehnte Woche erstrecken sich ihre Organgrenzen bald über das Septum transversum hinaus und dringen in die Leibeshöhle vor (Bommas-Ebert, Teubner, & Voß, 2011, S. 63).

Laut Liem et al. (2005, S. 291) entwickeln sich aus dem Septum transversum das Lig. falciforme hepatis und das Omentum minus. Das Mesenchym an der Leberoberfläche entwickelt sich zum Peritonealüberzug. Die Area nuda bildet hier die Ausnahme, da sie eine bleibende Verbindung zum Septum transversum und die Berührungsfläche der Leber mit dem Diaphragma darstellt (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 291) und in diesem Bereich hat die Leber direkten Kontakt zum Zwerchfell und keinen peritonealen Überzug (Bommas-Ebert, Teubner, & Voß, 2011, S. 63).

Nach Helsmoortel, Hirth und Wühl (2002, S 213) wird die bindegewebige Verpackung der Leber als Glisson-Kapsel tituliert und sie stammt vom Centrum tendineum ab (Paoletti, 2011, S. 73). Auf Ebene des Gefäßhilus, auf der Unterseite der Leber, bildet das Glissongewebe eine bindegewebige mesenchymale Platte aus (Helsmoortel, Hirth, & Wühl, 2002, S. 213). Die V. portae dringt in das Leberparenchym vor und zieht das Glisson-Bindegewebe aus der mesenchymalen Platte mit in die Leber hinein und eine Kontinuität zwischen dem inneren Glisson-Gewebe, welches mit den nebeneinander liegenden Gefäß- und Gallenstrukturen auf ihrem Weg durch das Leberparenchym zieht, und der äußeren Leberkapsel entsteht (Helsmoortel, Hirth, & Wühl, 2002, S. 213).

Weiters beschreiben Helsmoortel et al. (2002), dass:

Die Kontinuität des elastischen Glisson-Gewebes stellt eine mechanische Informationsmöglichkeit dar, wodurch beispielsweise Veränderungen der Gefäßsituation innerhalb eines Segmentes nach außen über eine Spannungsveränderung innerhalb der Kapsel gemeldet werden. Es gibt dem Organ auf mechanischer Ebene die Möglichkeit, eine Dysfunktion in einem Segment durch eine gesteigerte Funktion in einem anderen innerhalb der eigenen Struktur zu kompensieren. (S. 213)

### **2.1.2.2 Anatomie der Leber**

Laut Hebgen (2008, S. 35) hat die Leber eine intraperitoneale Lage, ausgenommen ist die Area nuda, die in direktem Kontakt mit dem Zwerchfell steht.

A.T. Still (2005, S. III-107) beschreibt die Fixationen der Leber als Hängematte, die aus fünf Ligamenten besteht, die ihre Befestigungen an der Wirbelsäule, dem Zwerchfell und dem Oberrand des Abdomens haben. Diese umschlingen die Leber und haben Ansätze an der Wirbelsäule und dem Zwerchfell (Hartmann, 2005, S. III-107).

Für die vorliegende Studie sind nach Meinung der Autorin folgende Ligamenta für die Fixierung der Leber am Zwerchfell von Bedeutung:

- das Lig. coronarium
- das Lig. triangulare dextrum
- das Lig. triangulare sinistrum
- das Lig. falciforme hepatis (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 295).

Eine zusätzliche Fixation für die Leber bildet nach Barral (2018, S. 167) die V. cava inferior.

Die Leberkapsel und das Lig. falciforme werden sensibel über den N. phrenicus dexter (C3 - C5), und dem N. phrenicus sinister, der den Peritonealüberzug im Bereich der Gallenblasenbucht innerviert, versorgt (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 299). Das Lig. coronarium wird wie die Ligg. triangularia (Barral, 2018, S. 185) vom rechten N. phrenicus versorgt (Barral & Croibier, 2005, S. 113) (vgl. 2.1.2).

Die sympathische Innervation kommt aus den Segmenten des Truncus sympathicus Th5 – Th9 und über Nn. splanchnici majores et minores, die Umschaltung erfolgt im Plexus coeliacus (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 299) mit seinen zahlreichen sympathischen Nervenästen (Barral, 2018, S. 186). Der N. vagus versorgt die Leber parasymphatisch (Hebgen, 2008, S. 36).

## **2.2 Hypothese 2: Faszien**

Im nächsten Kapitel wird die embryologische Entwicklung der Faszien gestreift. Weiters wird der Forschungsstand im Bereich der Faszien beleuchtet, unter anderem im Hinblick auf die Kraftweiterleitung der Faszien, da die Verfasserin in diesem Phänomen eine mögliche Ursache für den Einfluss der Leberpumpe auf die Beweglichkeit des lumbosacralen Plexus vermutet.

Hebgen schreibt im Geleitwort des Buches Fasziale Osteopathie (Strunk, 2015) zu diesem Thema:

Dabei repräsentieren die Faszien wie kaum ein anderes Gewebe in unserem Körper das Prinzip der Ganzheitlichkeit, verbinden sie doch, wie das Synonym „Bindegewebe“ schon sagt, die verschiedenen Strukturen und Gewebe miteinander. (S. VI)

### **2.2.1 Embryologie der Faszien**

Die Faszien entspringen zum größten Teil im mesodermalen Keimblatt (Hebgen & Langer, 2013, S. 372). Die Mesenchymzellen dehnen sich aus und laut Paoletti (2011, S. 7) „wandern in alle Abschnitte des Embryos ein, indem sie Leerräume füllen und sich zwischen den

Organzellen festsetzen“. Laut Myers (2015, S. 43) sondern sie Retikulin in den interstitiellen Raum ab und durchziehen den ganzen Körper.

Nach de Morree (2001, S. 5) kommt es während des Wachstums des Embryos zu einem vermehrten Bedarf an Bindegewebe zwischen und in den Organen. Bereits sieben Wochen nach der Befruchtung ist das Bindegewebe in der Lage Zellen und Gelenke zusammenzuhalten und der Embryo kann Kopf, Arme und Beine bewegen, da die Muskulatur bereits innerviert ist (de Morree, S. 6).

Das Bindegewebe, Knorpel, Knochen, quergestreifte und glatte Muskulatur, sowie die Blut- und Lymphgefäße mit ihren jeweiligen Zellen gehen aus dem Mesoderm hervor (Paoletti, 2011, S. 9-10). Diese Liste ist unvollständig und zählt nur die für die vorliegende Arbeit von Bedeutung erscheinenden Gewebe auf.

Im Lehrbuch Faszien (Schleip, Findley, Chaitow, & Huijing, 2014, S. 39) wird beschrieben, dass die viszerale Faszie aus dem viszeralem Mesoderm abstammt und im Laufe ihrer weiteren Entwicklung bis gegen die parietale Körperwand gepresst wird und sich um die Mittellinie verdichtet.

Am Ende der embryonalen Entwicklung, finden sich beim Peritoneum zahlreiche Duplikaturen, die eine komplexe Struktur formen (Paoletti, 2011, S. 66).

## **2.2.2 Anatomie der viszeralen Faszien**

In diesem Abschnitt wird nur der für die Hypothesenbildung wichtige Bestandteil der viszeralen Faszie beschrieben.

Die viszerale Faszie erstreckt sich von der Schädelbasis bis zum Becken und kleidet alle Körperhöhlen aus (Schleip, Findley, Chaitow, & Huijing, 2014, S. 39).

Die inneren Faszien der Viszera können nach Stecco und Stecco (2014, S. XXIII-XXIV) in Faszien, die an dem Parenchym des jeweiligen Organs ansetzen und in parietale Faszien oder den Faszien, die sich mit der Rumpfwand verbinden unterteilt werden.

Die viszerale Faszien-schicht liegt laut Schleip et al. (2014, S. 12) „dem viszeralem Pleura- bzw. Peritonealblatt auf und bildet eine Leitungsschicht für die Gefäß-Nerven-Stränge, die zu den viszeralem Organen ziehen und auch diese Organe drainieren“.

Die Fascia transversalis bildet die Innenauskleidung des Abdomens (Paoletti, 2011, S. 45) und ist mit dem parietalen Peritoneum verschmolzen. Sie hat proximal Kontakt mit dem Diaphragma, distal und dorsal mit der Fascia iliaca (Paoletti, 2011, S. 45).

Laut Paoletti (2011, S. 45) setzt die Fascia iliaca auf der Innenseite der Wirbelkörpern, der Psoasarkade und der Linea innominata, sowie auf der Außenseite an der Faszie des M. quadratus lumborum an. Die Psoasarkade ist eine Verdickung der Fascia iliaca und findet ihren Ansatz an L2, umrundet den M. psoas von vorn und setzt am Querfortsatz von L1 an (Paoletti, 2011, S. 45).

An der Oberseite der Fascia iliaca finden sich zwei Verdickungen, das Lig. arcuatum laterale und mediale, die eine faszialer Kontinuität zu Teilen des Zwerchfells darstellen (Paoletti, 2011, S. 25). Nach Paoletti (2011, S. 26) steht die Fascia iliaca in engen anatomischen Kontakt mit dem M. psoas, in dessen Faszie sich das Nervenbündel der unteren Extremität befindet.

Laut Hebgen und Langer (2013, S. 403) wird die mittlere Faszien-schicht des Bauchraums Peritoneum parietale genannt, welches die eigentliche Bauchhöhle bildet und den intraperitoneal gelegenen Organe anliegt. Es entwickelt eine Vielzahl an Umschlagfalten die je nach ihrer jeweiligen Lage und Funktion bezeichnet werden (Hebgen & Langer, 2013, S. 403).

Nach Hebgen und Langer (2013, S. 404) trägt die tiefe Schicht der Bauchraumfaszien die Bezeichnung Peritoneum viscerale. Sie liegt den Organen direkt auf und ist „nur virtuell trennbar für die Anatomie“ (Hebgen & Langer, 2013, S. 404). In vivo findet sich das Peritoneum viscerale in jeder kleinste Furche der Organe, welche die einzelnen funktionsunterschiedlichen Zellanteile der Organe voneinander teilt (Hebgen & Langer, 2013, S. 404).

Laut Liem et al. (2017, S. 172) unterscheiden sich die beiden Blätter wesentlich in makroskopischer und mikroskopischer Hinsicht. Das Peritoneum viscerale ist kaum von den Organen die es umgibt zu differenzieren und stellt sich als eine Schicht aus dünnem und elastischem Bindegewebe dar (Schleip, Findley, Chaitow, & Huijing, 2014, S. 172). Das Peritoneum parietale ist eine dicke und widerstandsfähige, fasrige Schicht, die leicht von den inneren Organen abtrennbar und an bestimmten Stellen mit den Muskelfaszien verbunden ist (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 172).

### **2.2.3 Neuester Forschungsstand viszerale Faszien**

Im Zuge der Recherche für diese These wurde mittels Email Kontakt zu Carla Stecco, einer Medizinerin die an der Universität in Padua intensiv am Faszienthema forscht, aufgenommen. Die Frage, ob die Verbindung der Leberkapsel zum Zwerchfell und weiterlaufend zum M. psoas schon einmal genauer untersucht wurde, verneinte diese.

Sie ließ der Autorin jedoch einen Artikel zukommen, in dem die Studienergebnisse zur mikroskopischen Anatomie der viszeralen Faszie zusammengefasst sind (Stecco, et al., 2017). Die für diese Studie interessanten Erkenntnisse sind, dass in den viszeralen Faszien

die Dicke, der prozentuale Anteil an elastischen Fasern und die Innervation zwischen den verschiedenen Eingeweiden variieren (Stecco, et al., 2017, S. 121). Die viszerale Faszien sind im gesunden Zustand entspannt und können sich ohne Einschränkung dehnen und bewegen, aber körperliche Verletzungen, Vernarbungen, Infektionen oder Entzündungen können ihre Geschmeidigkeit verändern, was zu Schmerzen und Bewegungseinschränkungen der Organe führen kann (Stecco, et al., S. 122).

Die Faszie der Leber erscheint als dünne Schicht von Bindegewebe, die vollständig an dem darunter liegendem Organ haftet (Stecco, et al., 2017, S. 124). Der Anteil der elastischen Fasern der Leber beträgt  $4,52 \pm 0,99$  % (S. 125). Nach Stecco et al. (2014) ergab die mikroskopische und morphometrische Auswertung, dass alle viszerale Faszien gut definierte Bindegewebeschichten sind, die in Bündeln von Kollagenfasern mit einer bestimmten Anzahl von elastischen Fasern angeordnet sind. Die fasziale Dicke der Leberfaszie beträgt  $131 \mu\text{m}$  ( $\pm 18$ ).

Nerven fanden sich in allen Proben, hauptsächlich in Faszien, die an Organen und Eingeweiden haften, in der Faszie der Leber wurden sowohl nicht myelinisierte als auch myelinisierte Fasern gefunden (Stecco, et al., 2017, S. 126). Organnahe Faszien weisen nur eine autonome Innervation auf, während viszerale Faszien von Abdomen und Thorax ebenfalls eine sensitive, somatische Innervation aufweisen (Stranding, et al., 2009, S. 1101).

Laut Stecco und Stecco (2014, S. 127) sind die Kollagenfaserbündel der viszerale Faszien in mehreren Schichten organisiert und zeigen in diesen die gleiche Organisation wie sie für die Muskelfaszien beschrieben wurde. Die Schichten sind durch loses Bindegewebe getrennt, wodurch das Gleiten und die Autonomie zwischen den verschiedenen Unterschichten ermöglicht werden (Stecco & Stecco, 2014, S. 127).

## **2.2.4 Erkenntnisse aus der Forschung von Guimberteau und Armstrong**

Jean-Claude Guimberteau war einer der ersten, der Faszienforschung *in vivo* vorgenommen hat. Einige Phänomene die er beobachtet hat, lassen sich schwerlich an Leichen nachvollziehen und überhaupt nicht an konservierten Präparaten. Laut Guimberteau und Armstrong gibt es im Körper keine Schichtenbildung von Gewebe (2016, S. 44).

Das bindegewebige Netzwerk, welches innerhalb des Körpers existiert, zeigt nach Guimberteau und Armstrong (2016, S. 38) Kontinuität. Diese findet man sowohl auf makroskopischer als auch auf mikroskopischer Ebene und ebenso fibrillär und histologisch (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 38). Das Netzwerk erstreckt sich laut Guimberteau und Armstrong (2016, S. 77) bis in den hintersten Winkel des Körpers und bildet ein System der

vollständigen Kontinuität und dadurch eine organische Einheit (S. 199). Das fibrilläre Chaos bildet die Grundlage für adäquates Gleiten benachbarter Strukturen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 87).

Die Fibrillen einer Mikrovakuole stehen zueinander in Kontinuität und variieren in ihrem Durchmesser, ihre Länge könnte bisher noch nicht gemessen werden, da sie sich innerhalb dieses Netzwerkes ständig neu zu formieren scheinen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 92-93). Die Mikrovakuolen bilden die Grundlage für Gewebekontinuität und –kohäsion (Guimberteau & Armstrong, S. 104). Übt man mechanischen Stress innerhalb normaler physiologischer Grenzen aus, so können sich die Fibrillen innerhalb dieser Fasern lösen und voneinander dissoziieren, während die Gewebekontinuität erhalten bleibt (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 97).

„Alle Nerven, Arterien, Venen und Lymphbahnen nutzen und sind gleichsam angewiesen auf das Gerüst aus multifibrillären und multimikrovakuolären Strukturen, das für das Muster ihrer Anordnung verantwortlich zu sein scheint“ nach Guimberteau und Armstrong (2016, S. 133). Auch der Blutkreislauf und das Nervensystem bilden integraler Bestandteile des fibrillären Netzwerkes (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 135).

Die Forschung von Guimberteau und Armstrong (2016, S. 142) zeigt, dass die fibrilläre Architektur nicht nur den klassischen Newton'schen Gesetzen folgt. Es zeigt sich auf verschiedenen Ebenen auch nicht lineares Verhalten, das nur durch nichtnewtonsche Physik erklärt werden kann (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 142).

#### **2.2.4.1 Wie reagieren Mikrovakuolen auf einwirkende Kräfte von außen?**

Guimberteau und Armstrong (2016, S. 151) zeigten, dass einzelne Mikrovakuolen nicht komprimierbar sind. Wenn Druck von außen angewandt wird, sind sie zu einer Formveränderung gezwungen und üben dadurch Druck auf die angrenzenden Mikrovakuolen aus, welche dadurch ebenfalls gezwungen sind ihre Form zu verändern (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 151). Auf diese Weise verteilt sich laut Guimberteau und Armstrong (2016, S. 151) lokaler Druck im gesamten System.

Weiters konnten Guimberteau und Armstrong (2016, S. 152) zeigen, dass, wenn Belastung ausgeübt wird, die Fibrillen reagieren, indem sie sich entlang dieser Kraft ausrichten. Die Kraft wird weitergeleitet, dreidimensional aufgenommen und in der Peripherie abgeschwächt (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 152). Das fibrilläre Netzwerk unterliegt einer permanenten Umgestaltung, die es ermöglicht mechanischen Anforderungen gerecht zu werden (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 152).

#### **2.2.4.2 Sichtbare mechanische Effekte manueller Therapie auf das subkutane Gewebe**

Unter endoskopischer Beobachtung konnten Guimberteau und Armstrong (2016, S. 191) feststellen, dass sich ausgeübte Traktion auf die Haut unmittelbar auf das subkutane fibrilläre Netzwerk überträgt und die Mechanotransmission dabei eine wichtige Rolle einnimmt. Laut Guimberteau und Armstrong (2016, S. 192) erscheint eine dreidimensionale Manipulation die beste Methode zu sein, um mit den mechanischen Potenzialen der fibrillären Strukturen umzugehen. Guimberteau und Armstrong (2016, S. 192) sind der Meinung, dass das fibrilläre Netzwerk „eine mechanische Harmonie, die verloren geht, wenn gesundes Gewebe beschädigt wird“ entwickelt.

#### **2.2.4.3 Zusammenfassung**

Guimberteau und Armstrong (2016, S. 209) zeigten in ihrer Forschung, dass das multifibrillären Systems der Faszie zusammenarbeitet, deren Bestandteile sich jedoch nicht in direkter Weise beeinflussen und es keine absolute Regel gibt, die das globale dynamische Verhalten des Systems diktiert.

Laut Guimberteau und Armstrong (2016, S. 210) kann Bindegewebe als konstitutives Gewebe betrachtet werden, das die Architektur kreiert und das Gerüst bildet, in dem sich alle körperlichen Bestandteile entwickeln, existieren und ansässig sind. Es ist kein passives Polster- oder Verbindungsmaterial zwischen den Organen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 210).

#### **2.2.5 Studien und mathematische Analysen der Faszien in der manuellen Therapie**

In einem dreidimensionalen mathematischen Modell wurde die Beziehung zwischen den drei manuellen Therapiebewegungen (konstantes Gleiten, senkrechte Vibration und tangentielle Oszillation) und den Fließeigenschaften von Hyaluronsäure unter der Faszien-schicht untersucht (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013). Es wurde angenommen, dass Hyaluronsäure (HS) die verschiedenen Faszien-schichten nicht kreuzt, d. h. dass die Faszien-schichten undurchlässig für HS sind, welche sich im Endomysium, im Perymysium, in der unteren und in der tiefen Faszien-schicht findet (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013).

Laut Roman et al. (2013) führt eine konstante Gleitbewegung zu dem niedrigsten erzeugten Fluiddruck, abhängig von der Geschwindigkeit, mit der die Therapie angewendet wird (d. h. höhere Geschwindigkeiten erzeugen einen höheren Fluiddruck). In der Praxis werden

Geschwindigkeiten von mehr als 0,1 m / s im Allgemeinen (z. B. beim Rolfling) nicht angewendet (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013).

Bei der tangentialen Oszillation (d.h. Hin- und Hergleiten) wird ein geringfügig höherer Fluiddruck erzeugt und mit zunehmender Bewegungsfrequenz steigt auch der Fluidspitzendruck linear an (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013).

Nach Roman et al. (2013) wurden bei senkrechten Vibrationsbewegungen, aufgebracht mit einem Handmassagegerät, ein um ein Vielfaches höherer Fluidspitzendruck als bei konstanter Gleit- oder Tangentialschwingung beobachtet, aufgrund der größeren Geschwindigkeiten die beim Anwenden von Vibration gegenüber Gleiten verwendet werden können. Der Fluiddruck, der zwischen den zwei Schichten erzeugt wird, bewirkt, dass der Fluidspalt zunimmt und folglich die Dicke zwischen zwei Faszien-schichten zunimmt. Das Vorhandensein eines dickeren Flüssigkeitsspaltens kann das Schiebesystem verbessern und die Muskeln können effizienter arbeiten (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013).

Dieses mathematische Modell von Roman et al. (2013) könnte eine mögliche Erklärung für die Abnahme der Adhäsion zwischen verschiedenen Geweben liefern. Allerdings ist nicht klar, ob eine Änderung der Schmierung durch HS nach dem Beenden der manuellen Therapiebewegungen anhält (Roman, Chaudhry, Bukiet, Stecco, & Findley, 2013).

In einer Studie wurde anhand der Nasenfazie die Weiterleitung von Kräften unterschiedlicher Stärke auf die Haut, das Fettgewebe und die darunterliegende Faszie mittels eines mathematischen Modells untersucht (Chaudhry, Bukiet, Ji, Stecco, & Findley, 2014). Die auf die Haut einwirkenden Kräfte wurden unabhängig von der Dicke des Gewebes vollständig auf die Faszie übertragen. Die Ergebnisse implizieren, dass sich der Einfluss auf das Gewebe unterscheidet, je nachdem, ob die Kraft in lateraler Richtung, in Längsrichtung oder senkrecht aufgebracht wird (Chaudhry, Bukiet, Ji, Stecco, & Findley, 2014).

## **2.2.6 Faszien als Sinnesorgan**

Schleip (2004, S. 12) ist der Ansicht, dass die in den Faszien enthaltenen Rezeptoren die Faszien zu einem wichtigen Sinnesorgan machen. Sie können laut Schleip (2004, S. 12) auf Zug- oder Druckbelastung reagieren, da Faszien mit zahlreichen Mechanorezeptoren ausgestattet sind. Es liegt eine sensorisch-neurale Komponente der Faszien vor (Schleip, 2004, S. 12).

Laut Schleip (2004, S. 13) gibt es vier verschiedene intrafasziale Mechanorezeptoren: Golgi-, Pacini-, Ruffini-Rezeptoren und freie Nervenenden. Pacini-Rezeptoren kommen in allen Arten faszialen Gewebes vor, z. B. in den Ligamenten der Wirbelsäule, in einhüllenden Muskelfaszien und in der Abdominalfaszie. Diese Rezeptoren weisen eine geringe

Reizschwelle auf, adaptieren rasch und können mit vibratorischen ruckartigen oder schaukelnden Behandlungstechniken stimuliert werden. Dadurch dass sie dem Körper propriozeptives Feedback liefern, können sie therapeutisch genutzt werden (Schleip, 2004, S. 13).

Rezeptoren, die sich langsam adaptieren und eine geringere Reizschwelle besitzen, sind nach Schleip (2004, S. 13) die Ruffini-Rezeptoren. Diese können mit ruhigen, tiefen Therapiegriffen (v. a. tangentielle Dehnung) stimuliert werden und dadurch kann es zu einer Inhibierung des sympathischen Systems kommen. Ruffini-Rezeptoren kommen überall im faszialen Gewebe vor, vermehrt in solchen, die häufige und große Dehnung erfahren. Man findet sie in der Dura mater, in der Faszia thoracolumbalis (Schleip, 2004, S. 13).

Die am häufigsten vorkommenden faszialen Mechanorezeptoren sind laut Schleip (2004, S. 14) die freien Nervenenden. Diese Rezeptoren sind sowohl Thermo-, Chemo-, Nozi- und Mechanorezeptoren, viele davon multimodal. Der Großteil fungiert als Mechanorezeptoren, 50 % davon haben eine hohe Reizschwellen, 50 % eine niedrige. Die freien Nervenenden dürften als Antennen des vegetativen Nervensystems genutzt werden (Schleip, 2004, S. 14).

## **2.2.7 Faszien und das Vegetative Nervensystem**

Das vegetative Nervensystem kann laut Schleip (2004, S. 15) direkt über fasziale Stimulation mittels der Ruffini-Rezeptoren und freien Nervenendigungen beeinflusst werden. Vice versa kann das Vegetativum die Spannung der Faszien anpassen, wenn fasziale glatte Muskelzellen vorhanden sind (Schleip, 2004, S. 16). Der Organismus reguliert über das vegetative Nervensystem und die faszialen Muskelzellen die Faszien-Vorspannung (Schleip, 2004, S. 15).

In Tierversuchen konnte gezeigt werden, dass langsamer, tiefer Druck auf die Bauchregion eine allgemeine parasympathische Reaktion auslöst, von einigen viszeralen Bändern ist bekannt, dass sie zahlreiche glatte Muskelzellen besitzen (Schleip, 2004, S. 16).

## **2.2.8 In-Vivo Studien zur Kraftübertragung entlang myofaszieller Ketten**

In-vivo Studien können wertvolle Hinweise auf die myofasziale Kraftübertragung und ihren Beitrag zum ordnungsgemäßen Funktionieren des Bewegungsapparats liefern.

In zwei Experimenten konnte gezeigt werden, dass eine Verstärkung der Hüftbeugung die Bewegung im Knöchel reduziert (Andrade, Lacourpaille, Freitas, McNaire, & Nordez, 2016; Mitchell, Bressel, McNair, & Bressel, 2008). Diese Ergebnisse könnten auf eine mechanische Kraftübertragung über die hintere myofasziale Kette hinweisen, was durch Daten von Cruz-

Montecinos et al. (2015) untermauert wird. Die Probanden führten in sitzender Position mit extendierten Knien eine Anteversion des Beckens durch. Mittels Ultraschall wurde die tiefe Faszie des M. gastrocnemius im cranialen Anteil beobachtet und es konnte eine Verschiebung nach cranial festgestellt werden (Cruz-Montecinos, et al., 2015). In einem weiteren Experiment wurden ähnliche Beobachtungen während einer Flexion der Halswirbelsäule gemacht (Cruz-Montecinos, Cerda, Sanzana-Cuche, Martín-Martín, & Cuesta-Vargas, 2016).

Wilke et al. (2016) führten eine Studie durch, in der die mechanische Kraftübertragung auf benachbarte Körperteile mit klassischen manuellen Behandlungsmethoden untersucht wurde. Basierend auf der Überlegung, dass nicht-lokale Techniken durch myofasziale Ketten übertragen werden, konnte gezeigt werden, dass eine isometrische Dehnung der Waden- und Oberschenkelmuskulatur die Beweglichkeit in der Halswirbelsäule verbessert (Wilke, Niederer, Vogt, & Banzer, 2016).

Eine weitere Studie untersuchte die Effekte einer Automobilisation der plantaren Faszie mit einem Tennisball auf die Beweglichkeit der Hamstrings und der Lendenwirbelsäule, in der eine signifikante ( $p = 0,03$ ) Steigerung der Beweglichkeit festgestellt werden konnte (Grieve, et al., 2015).

## **2.3 Hypothese 3: Das venöse System**

Sowohl in Checkliste Viszerale Osteopathie (Hebgen, 2009, S. 59) als auch in Manipulation peripherer Nerven (Barral & Croibier, 2005, S. 245) wird darauf hingewiesen, dass die Epiduralvenen mehr oder weniger direkt mit der Leber über das Pfortadersystem in Verbindung stehen.

Die venöse Drainage des Rückenmarks findet über die Venae spinales anterior und posterior (vertikales venöses System) statt. Diese Venen befinden sich innerhalb der Pia mater und sind über einen Venenkranz (horizontales venöses System) miteinander verbunden (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2006, S. 289). Das Blut wird über beide Venen in die Vv. radicales und weiter in den Plexus venosus vertebralis internus geleitet, dieser Plexus ist im Fettgewebe des Epiduralraums eingebettet und umschließt den Wirbelkanal von innen (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2006, S. 289).

Nach Schünke et al. (2006, S. 289) wird der innere Venenplexus über die V. intervertebralis und V. basivertebralis mit dem äußeren Venenplexus verbunden. Es existieren Anastomosen zwischen den vorderen und hinteren Venen. Besonders wichtig für den intramedullären venösen Druck sind die im inneren des Rückenmarks verlaufenden Schräganastomosen, die sich über mehrere Segmente erstrecken können (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2006, S. 289).

Die Venen innerhalb des Rückenmarks haben keine Klappen, wodurch ein venöser Rückstau das Rückenmark durch den sich aufbauenden Druck gefährden kann (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2006, S. 289).

Das vertikale venöse Abflusssystem des Rückenmarks drainiert im thorakalen Bereich in die V. azygos und hemiazygos bzw. im lumbalen Bereich in die Vv. lumbales ascendentes (Casser, Hasenbring, Becker, & Baron, 2016, S. 19). Die V. lumbales ascendens bildet gemeinsam mit der V. azygos und hemiazygos ausgeprägte direkte venöse Kurzschlüsse zwischen der V. cava inferior und superior (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2005, S. 292).

Kommt es zu einer verminderten Durchflussleistung der Leber leitet die V. portae hepatis das Blut der Leber wieder in die zuführenden Gefäße zurück (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2005, S. 293). Laut Schünke et al. (2005, S. 293) kommt es in den zuführenden Gefäßen zu einer Strömungsumkehr des Blutflusses und der intravasale Druck steigt. Dies führt zur Ausbildung von portokavalen Anastomosen, wobei die Anastomose über die Venen der dorsalen Wand des Abdomens für diese Arbeit am wichtigsten erscheint. Nach Schünke et al. (2005, S. 293) erfolgt die Anastomose über die V. mesenterica superior, die Vv. colicae, die Vv. lumbales ascendentes und die V. azygos/hemiazygos zur V. cava superior. Die Vv. lumbales ascendentes können auch Kurzschlüsse mit der V. cava inferior bilden (Schünke, Schulte, & Schumacher, 2005, S. 293).

Die Vena cava besitzt keine Klappen und dadurch könnte sich jede Erhöhung des Drucks im venösen Körperkreislauf auf die Leber auswirken und zu Stauungen in der Leber führen (Barral, 2018, S. 169).

Siam und Rohde (2011) schildern in einem Fallbeispiel von einer Varikose des epiduralen venösen Plexus, die aufgrund einer portocavalen Hypertension, ausgelöst durch eine alkohol-induzierte Leberzirrhose, hervorgerufen wurde. Der 56jährige Patient klagte über akuten bilateralen Schmerz im Bereich der Nervenwurzel L5/S1. Mittels Computertomographie wurde eine Bedrängung der Nervenwurzeln L4/5 und L5/S1 festgestellt und wurde als Bandscheibenvorfall interpretiert. Während der Operation konnten die Bandscheibenvorfälle nicht bestätigt werden. Die Nervenwurzeln wurden von ausgedehnten epiduralen Venen komprimiert. Diese wurden koaguliert und der Patient war unmittelbar nach der Operation schmerzfrei (Siam & Rohde, 2011, S. 155).

Pennekamp et al. (2007) konnten bei einer Medline-Recherche unter Berücksichtigung der Jahre 1960 bis 2005 75 in der Literatur geschilderte Fälle symptomatischer epiduraler Varikosen ausforschen. Als mögliche Ursachen werden neben Bandscheibenvorfällen oder Spinalkanalstenosen auch Stenosen oder Thrombosen der V. cava inferior diskutiert. Diese

führen über intraspinale Kollateralkreisläufe zu einer epiduralen Druckerhöhung und Venenerweiterung (Pennekamp, et al., 2007).

Pott und Haermeyer (2009) zeigten, dass entstauende Lebertechniken Einfluss auf den venösen Durchfluss der Lebervenen haben.

## **2.4 Hypothese 4: Die Dura mater spinalis und ihre Verbindung zum Truncus sympathicus**

Der SLR Test kann als Durazugtest der Wirbelsäule gesehen werden und jede Nervenwurzel ist von einer Duraaussackung umgeben. Da jedes viszerale Organ einen Ramus autonomicus oder viszeralis besitzt, kann sich eine Behandlungsmaßnahme an einem Organ auch auf den Zug der Dura auswirken, so die Hypothese der Verfasserin.

Die Hirnhäute bilden durch ihre Verbindung zum muskuloskelettalem System, zum Zentralnervensystem, endokrinen und Immunsystem einen Knotenpunkt in der Regulation des Körpers (Kia, 2013, S. 203).

Laut Kia (2013, S.203) gehen die Hirnhäute aus embryologischer Sicht aus dem Mesoderm und das Gehirn aus dem Ektoderm hervor. Durch die Meningen wird bereits in der Embryogenese eine Nahtstelle zwischen dem Gehirn und den muskuloskelettalen Strukturen angelegt, die aus dem Mesoderm abstammen. Heute weiß man, dass Strukturen, die aus demselben Keimblatt hervorgehen, funktionell zusammenwirken (Kia, 2013, S. 203).

Die Dura mater spinalis formt ein kontinuierliches Rohr, das sich vom Foramen magnum bis zum Filum terminale in Höhe des Os coccygis erstreckt (Butler, 1998, S. 26). Dieser durale Sack umhüllt das Rückenmark, die aus ihm abgehenden Nervenwurzeln, die Spinalganglien und die Cauda equina (DocCheck Flexikon). „An den Durchtrittsstellen durch die Dura stülpt sich diese trichterförmig aus und geht in die Kapsel der Spinalganglien und das Epi- und Perineurium der Nerven über“ (Mayer & Standen, 2017, S. 121).

Nach Kia (2013, S. 207) übernehmen die Nervi sinuvertebrales im Wirbelkanal die sensible Versorgung der Dura mater. Es sind gemischte Nerven, die sich aus einer Radix spinalis (aus dem Ramus ventralis eines Spinalsnervs) und einer Radix sympathica (aus dem Ramus communicans des Truncus sympathicus) zusammensetzen (Kia, 2013, S. 207).

Die ventrale Dura und das Lig. longitudinale werden laut Kia (2013, S. 207) vom kurzen Ast des N. sinuvertebralis versorgt. Der lange Ast, innerviert die Bandscheibe, das Lig. longitudinale anterius und den Truncus sympathicus, wobei er um den Wirbelkörper herumläuft (Kia, 2013, S. 207).

Nach Butler (1998, S. 42) formen die Sinuvertebralnerven plexusartige Ausdehnungen, denen funktionell besondere Bedeutung zukommt. Diese Verzweigungen breiten sich teilweise auf die contralaterale Seite und über maximal 8 Segmente, 4 nach cranial und 4 nach caudal aus (Butler, 1998, S. 42).

Über Nervenfasern des Truncus sympathicus erfolgt die Kommunikation der Dura laut Kia (2013, S. 207) auch mit weiter entfernten Segmenten. Falls eine durale Reizung auf Höhe L5 vorliegt, könnte diese über den Grenzstrang zu einer reflektorischen Irritation im Segment L2 mit dem dazugehörigen Dermatome führen. Die plexusartige Überlappung der Innervationsgebiete könnte eine Erklärung dafür sein, dass eine Durareizung pseudoradikuläre Symptome oder eine beidseitige Schmerzausstrahlung auslösen kann (Kia, 2013, S. 207).

Eine Funktionsstörung der Dura könnte daher eine negative Reaktion im vegetativen Nervensystem hervorrufen und vice versa (Kia, 2013, S. 208). Butler (1998, S. 64, 70) zitiert aus Breig (1978), dass die Wirkung des SLR-Tests auf den Truncus sympathicus deutlich erkennbar ist und sich der sympathische Grenzstrang während des SLR Tests spannt bzw. dehnt. Diese Bewegung entsteht wahrscheinlich, weil die Kette ein Kontinuum bildet (Butler, 1998, S. 64, 70).

## **2.5 Hypothese 5: Biotensegrity**

Die Biotensegrität stellt neue Denkansätze in den Raum, wo das Fasziengewebe „schwebende Druckelemente“ bildet und diese als Spannungselemente dienen (Schleip, Findley, Chaitow, & Huijing, 2014, S. 101).

Im Lehrbuch Osteopathische Medizin (2017, S. 133) wird ein neues alternatives Tensegrity-Modell vorgestellt. In diesem Modell werden neben Seilen und Stäben auch flächige Membranen als Spannungsübertragungselemente eingesetzt. Diese flächigen Membranen leisten wesentliche Haltearbeit. Dieses Modell dient möglicherweise zum besseren Verständnis der myofaszialen Biomechanik als eines, wo nur lineare Seile für die Zugspannungsübertragung verantwortlich sind. Auch dieses Modell kann die menschliche Architektur und Biomechanik nur ansatzweise darstellen. „Eine rein linear gedachte Kraftübertragung - von Ort A nach B nach C – wird in den seltensten Fällen der komplexen Vernetzungsdynamik gerecht, die den Körper der Patienten kennzeichnet“ (Mayer & Standen, 2017, S. 133).

Ingber zeigte, dass Kommunikation von Bewegung und Krafteinwirkung nicht nur auf mesoskopischer Ebene, sondern auch mit und in Zellen stattfindet (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 205). Durch den Mechanotransduktionseffekt könnte ein Reiz, der an einem Ort

gesetzt wird, an einem weit entfernten Ort Reaktionen hervorrufen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 205).

## **2.6 Manuelle Leberpumpentechnik**

Die Pumpentechnik der Leber kommt bei folgenden Indikationen zur Anwendung: Entgiftung, Stimulation des venösen Systems, Hypertension (Liem, Dobler, & Pylaert, 2005, S. 316). Sowie bei Einschränkung der Leberfunktionen (z.B. Autoimmunkrankheiten, Verdauungsbeschwerden, Ekzembildung) und Mobilitätseinschränkung der Leber (de Coster & Pollaris, 2001, S. 134-135).

In der Literatur werden verschiedene Arten der Leberpumpentechnik aufgelistet. Mehrere Varianten werden in der Rückenlage beschrieben, mit und ohne Einsatz des Armhebels, auf der ipsilateralen oder contralateralen Seite stehend ausgeführt (Ellmerer & Mätzler, kein Datum; Hebgen, 2008, S. 48). Andere Autoren empfehlen eine Ausführung in der Seitenlage (de Coster & Pollaris, 2001, S. 139).

Ellmerer und Mätzler (kein Datum) beschreiben folgende Ausführung: Der Therapeut steht auf der linken Patientenseite, die linke Hand liegt unter dem rechten Rippenbogen, der Mittelfinger auf Höhe 9. Rippe. Die rechte Hand liegt flächig ventral am Unterrand der Rippen auf. Die Hände des Behandlers führen eine gegengleiche Rotation (Verwindung) aus und komprimieren dabei den Thorax. Anschließend wird schnell losgelassen. Die Technik erfolgt rhythmisch, pumpend für ca. eine Minute (Ellmerer & Mätzler, kein Datum) (vgl. 4.8.1). Ähnlich wird die Leberpumpe von Liem et al. beschrieben (2005, S. 316-317).

### **2.6.1 Studien zur Leberpumpe**

Bis zum Abschluss dieser Arbeit konnten folgende Arbeiten gefunden werden.

Türkische Forscher (Tamer, Öz, & Ülger, 2017) verglichen die Wirkung von osteopathischer manipulativer Therapie (OMTh) mit viszeraler osteopathischer manipulativer Therapie (viszerale OMTh) bei Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen. Die Teilnehmer der Studie wurden randomisiert in eine OMTh (n=19) und eine viszerale OMTh Gruppe (n=20) eingeteilt. Die Patienten wurden zweimal pro Woche über einen Zeitraum von fünf Wochen behandelt. Die OMTh Techniken bestanden aus Weichteilmobilisation, Muskelenergietechniken und Mobilisation der lumbalen Segmente. Die viszerale OMTh Gruppe erhielt zusätzlich zu den OMTh Techniken noch thorakale Lymphpumpe, Leberpumpe, Beckenboden- und Diaphragmabehandlungen. Je nach dem Bedarf erhielten die Patienten auch arterielle, venöse und neurale Techniken, Lymphdrainage und Faszienmobilisierung von viszeralen Organen. Daten wurden zu Beginn und sechs Wochen nach Studienbeginn

erhoben. Beide Gruppen zeigten eine verringerte Schmerzintensität auf der VAS ( $p < .001$ ) und eine Verbesserung auf der Oswestry Skala ( $p < .001$ ). Die viszerale OMTh Gruppe konnte im Vergleich mit der OMTh Gruppe in allen Bereichen eines Quality of Life Fragebogens Optimierungen erzielen. Der Vergleich der beiden Gruppen zeigte eine verbesserte körperliche Leistungsfähigkeit ( $p = .028$ ), mehr Energie ( $p = .034$ ) und physische Verbesserung ( $p = .025$ ) in der viszeralen OMTh Gruppe (Tamer, Öz, & Ülger, 2017).

In Spanien (Frias Rodríguez, 2014) wurde eine Studie mit Leberpumpe an Patienten mit Spannungskopfschmerz durchgeführt. Obwohl ein leicht positives Ergebnis erzielt wurde, ergab das Ergebnis des Chi - Quadrat - Tests einen p-Wert von 0,8 bei der Leberpumpe und verringerte Intensität und / oder Häufigkeit von Spannungskopfschmerzen. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Leberpumpe und verringerter Schmerzintensität gefunden werden (Frias Rodríguez, 2014).

Eine weitere Studie zur Leberpumpe wurde ebenfalls in Spanien durchgeführt (Gil, 2015). Der Effekt der Leberpumpe wurde an Patienten mit Dyspepsie, Verdauungsproblemen, die mit der Leber in Zusammenhang gebracht werden, und allgemeiner Müdigkeit untersucht. Es konnte kein signifikanter Einfluss der Leberpumpe festgestellt werden, weder auf das Verdauungssystem, noch auf den Allgemeinzustand der Patienten (Gil, 2015).

In einer Studie, die Pott und Haermeyer (2009) durchführten, wurden 20 Probanden mit jeweils drei entstauenden osteopathischen Lebertechniken und Zwerchfelltechniken behandelt. Ziel der Studie war es festzustellen, ob die entstauenden osteopathischen Techniken einen messbaren Einfluss auf den Durchfluss der Lebervenen haben. 20 Männer im Alter zwischen 20 und 50 Jahren erfüllten die Einschlusskriterien und bildeten die beiden Studiengruppen, die aus je zehn Personen bestanden. Eine Gruppe bestand aus gesunden Probanden, in der zweiten Gruppe befanden sich Patienten mit diagnostizierter Fettleber. Gemessen wurde die venöse Flussgeschwindigkeit (cm/s) in der Vena hepatica media und Vena hepatica dextra mittels Duplex-Doppler-Sonographie. Es wurden jeweils zwei Messungen des venösen Flusses vor der Durchführung der drei osteopathischen Techniken ausgeführt. Die Abschlussmessung erfolgte eine Minute nach der Intervention. Es konnte ein signifikanter Effekt in Bezug auf die Flussgeschwindigkeit der Vena hepatica dextra ( $p$ -Wert = 0,016) und Vena hepatica media ( $p$ -Wert = 0,019) nachgewiesen werden. Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen Probanden mit Fettleber und Probanden mit gesunder Leber (Pott & Haermeyer, 2009).

## 2.7 Der SLR Test

Nach Magee (2007, S. 558-564) ist der SLR-Test („Straight Leg Raise“, das gestreckte Bein anheben) einer der gängigsten neurodynamischen Tests. Dieser Test überprüft die mechanische Beweglichkeit des Nervengewebes, sowie die Empfindlichkeit gegenüber mechanischem Stress oder Kompression. Dieser Test, gemeinsam mit der Krankengeschichte und vermindertem Bewegungsausmaß, wird von einigen als das wichtigste physische Anzeichen für einen Bandscheibenvorfall angesehen, unabhängig vom Grad der Bandscheibenverletzung (Magee, 2007, S. 558-564).

Um eine Verfälschung des Ergebnisses zu vermeiden, ist der Nervendehntest in einer genau festgelegten Reihenfolge durchzuführen (Moog & von Piekartz, 2004). Nach Shacklock (2005) muss der Untersucher beachten, dass die Testreihenfolge die Lokalisation der dabei ausgelösten Symptome beeinflusst. Ebenso besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die ausgelösten Symptome sich in der Nähe des zuerst bewegten Gelenkes befinden. Ein größerer mechanischer Stress des Nervensystems entsteht dort, wo es zuerst bewegt wird (Shacklock, 2005).

### 2.7.1 Ausführung des SLR Tests

Butler (1998, S. 208) beschreibt die Ausführung des passiven SLR-Tests wie folgt: Der Patient liegt bequem in Rückenlage, so nah wie möglich am Rand der Untersuchungsfläche. Der Oberkörper und die Hüftgelenke sollen in Neutralposition sein. Bevor das gestreckte Bein von der Liege abgehoben wird, nimmt der Therapeut unter der Achillessehne und oberhalb des Kniegelenks Kontakt auf, wobei die Hand am Knie die Kniebeugung verhindert. Der Drehpunkt für das fixierte Bein sollte im Hüftgelenk liegen. „Das Bein wird dann bis zu einer vorher festgelegten Symptomantwort oder einem bestimmten Bewegungsausmaß geführt“ (Butler, 1998, S. 208).

Nach Butler (1998, S. 208) werden Beweglichkeit, Symptomreaktion und eintretender Widerstand durch die Bewegung schriftlich festgehalten. Die erzielten Werte werden mit denen des zweiten Beins und mit den Normalwerten verglichen. Die Unterlagerung des Kopfes, sollte wenn möglich unterlassen werden. Ist dennoch ein Kissen notwendig, muss bei Testwiederholung genau das gleiche Kissen verwendet werden. Dies ist für genaues Testen ungeheuer wichtig, denn eine unterschiedliche Haltung der Halswirbelsäule kann Einfluss auf die Schmerzreaktion und auf das Bewegungsausmaß des SLR haben (Butler, 1998, S. 208).

Es gibt unterschiedliche Messparameter, beispielsweise Schmerzbeginn, maximaler Schmerz, Widerstand oder Dehnungsempfinden (Schädler, 2013).

### **2.7.1.1 Reaktionen**

Nach Moog und von Piekartz (2004, S. 6) können die normalen Reaktionen sehr unterschiedlich sein: Der erste Widerstand kann bei etwa 60 – 70 ° auftreten, als ein Dehnschmerz in der Rückseite des Oberschenkels, der Kniekehle oder der Wade. Bei gesunden Personen kann die Beweglichkeit des SLR zwischen 50 – 120° liegen (Butler, 1998). Studien zu diesem Test haben gezeigt, dass das Bewegungsausmaß stark variiert – je nach Beweglichkeit (Sport), Beruf und Tageszeit (Moog & von Piekartz, 2004, S. 6).

Als sensibilisierende Bewegungen für den SLR werden nicht nur Sprunggelenks-, Hüft- und lumbale Bewegungen beschrieben, sondern auch die passive Nackenflexion (Moog & von Piekartz, 2004, S. 6). Falls es angebracht ist, können diese Bewegungen den SLR ergänzen (Butler, 1998, S. 209-217). Es handelt sich hierbei um Bewegungen, die den Stress auf die neuralen Strukturen erhöhen (Westerhuis, et al., 2011, S. 68).

Bei der Testdurchführung ist auf eine standardisierte Ausgangstellung zu achten und vorab soll dem Patienten erklärt werden, was gemacht wird und was von ihm erwartet wird (Westerhuis, et al., 2011, S. 68).

### **2.7.1.2 Messung**

Die Messung des SLR wurde in der vorliegenden Studie mittels eines Goniometer Apps am Iphone durchgeführt. Dieses Messinstrument wurde aufgrund seiner einfachen Anwendung gewählt, da die Messung von einer nicht-medizinisch-ausgebildeten Person durchgeführt wurde. In einer Studie (Kuegler, et al., 2015) wurden zwölf Apple Apps und vier Google Apps untersucht. Zehn von zwölf iOS-Apps zeigten eine durchschnittliche Abweichung von den realen Winkeln von maximal 1,8°. Die Werte für Android-Apps überstiegen 1,3° nicht. Vierzehn von sechzehn Apps waren reliabel und valide für die Winkelmessung (Kuegler, et al., 2015).

### **2.7.1.3 Validität**

In einer Studie von Saima et al. (2016) wurde die Genauigkeit des SLR Tests bei Patienten mit einem lumbalen Bandscheibenvorfall getestet und das MRT zur Kontrolle gewählt. Die Sensitivität lag bei 82,9 %, die Spezifität bei 87,4 %, der „positive predicitive value“ bei 88,6 % und der „negative predictive value“ bei 81,1 % (Saima, et al., 2016).

### **2.7.1.4 Reliabilität**

Für die Intra- und Intertester-Reliabilität des SLR finden sich unterschiedliche Aussagen: In einer systemischen Übersichtsarbeit wurden von Richard Rebain und Kollegen eine Untersuchung mit ungenügenden und drei Studien mit guten Werten gefunden (Schädler, 2013).

### **2.7.1.5 Sensibilisierende Bewegungen und ihre Auswirkungen auf den SLR-Test**

In einer Crossover Studie (Palmer, et al., 2015) wurde der Einfluss der Sprunggelenksposition auf den passiven SLR gemessen. Der passive SLR wurde mittels eines isokinetischen Dynamometer mit einer Geschwindigkeit von 5 °/sec. ausgeführt. Es wurden jeweils zwei Messungen in folgenden Positionen durchgeführt: in Dorsalextension, Plantarflexion und in der Neutralstellung des Sprunggelenks. Die maximale ROM war mit Dorsalextension geringer als in der Neutralstellung ( $p = .003$ ) und der Plantarflexion ( $p < .001$ ) (Palmer, et al., 2015).

### **2.7.1.6 Studien zum SLR als Messinstrument**

In einer randomisierten klinischen Studie (Aparicio, Quirante, Blanco, & Sendín, 2009) wurden der Finger-Boden-Abstand und der SLR-Test links und rechts als Messinstrumente gewählt. Die Kontrollgruppe wurde einer Placebo-Technik unterzogen, während bei der Interventionsgruppe eine Inhibitionstechnik der subokzipitalen Muskulatur durchgeführt wurde. Die Zweifach-Varianzanalyse lieferte statistisch signifikante Ergebnisse für den Finger-Boden-Abstand, den SLR-Test links und rechts für die Interventionsgruppe (Aparicio, Quirante, Blanco, & Sendín, 2009).

In einer Studie von Cho, Kim und Park (2015), die auf oben zitiertem aufbaut, wurde ebenfalls die Wirkung einer Inhibitionstechnik der subokzipitalen Muskulatur im Vergleich zur „self-myofascial release“ Technik untersucht. Nach der Intervention konnte eine signifikante Veränderung des Finger-Boden-Abstands und des SLR Tests in der Inhibitions-Gruppe festgestellt werden. In der „self-myofascia release“-Gruppe wurde ebenfalls eine Veränderung des SLRs gefunden. Im „between groups“ Vergleich fand sich ein Anstieg des Finger-Boden-Abstands in der Inhibitions-Gruppe (Cho, Kim, & Park, 2015).

Mügge (2015) untersuchte in einer randomisierten Studie die Auswirkung einer Faszientechnik ausgeführt an der plantaren Faszie auf den SLR Test an 22 Probanden, je elf Männer und Frauen. Die Faszientechnik wurde für zehn Minuten an einem Bein ausgeführt, die Placebobehandlung mittels nicht angeschlossenem Ultraschall am anderen Bein. Es konnte eine signifikante Veränderung ( $p < 0.001$ ) im Bewegungsausmaß in der Interventionsgruppe festgestellt werden (Mügge, 2015).

## **3 Forschungsfrage und Hypothesen**

Aufgrund der aufgestellten Hypothesen (siehe 2.1 bis 2.5) erscheint es möglich, dass eine Leberpumpe Auswirkungen auf das Gleitverhalten des lumbosacralen Plexus haben könnte. Wie verschiedenen Studien zum SLR Test (siehe 2.7.1.6) und in-vivo Studien zur Kraftübertragung (siehe 2.2.9) zeigen, können Interventionen an „weit“ entfernten Strukturen, die auf den ersten Blick keinen Einfluss auf das Gleitverhalten der neuralen Strukturen haben, zu einer Vergrößerung der Beweglichkeit führen.

### **3.1 Forschungsfrage**

Aufgrund der Überlegungen bzw. Hypothesen im Theorieteil entstand die Forschungsfrage für diese Studie:

Führt eine fünfminütige viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der neuralen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR Test?

### **3.2 Osteopathische Relevanz der Studie**

Während der Grundausbildung der Osteopathie wurde von verschiedenen Vortragenden immer wieder die Wichtigkeit von Grundlagenforschung im Bereich der Osteopathie betont. Die Autorin stuft ihre Arbeit als Grundlagenstudie ein. Es soll eine Basis für weitere Studien in diesem Bereich geschaffen werden.

Die hier beschriebene Studie ist die erste osteopathische Studie, die versucht den Zusammenhang zwischen einer oft im osteopathischen Alltag verwendeten viszerale Technik, der Leberpumpe, und einem ebenso häufig und regelmäßig im medizinischen Feld verwendeten Nerventest, dem Straight Leg Raise Test zu untersuchen.

Ein weiteres Ziel der Studie ist es, abzuklären, ob der SLR Test als relevanter Test und Retest einer viszerale Technik herangezogen werden kann. Dadurch könnte Patienten in der täglichen Praxis die Wirksamkeit von viszerale Techniken sofort veranschaulicht werden.

Behandlungstechniken wie die Leberpumpe sind Spezifika der Osteopathischen Medizin und somit ist es für die berufliche Anerkennung von großer Relevanz (persönliche Meinung der Autorin) hier beweisführend möglichst viele dieser Techniken und ihre Auswirkungen in abprobater Art und Weise zu überprüfen. In der heutigen Zeit, wo für jede Intervention Beweise für ihre Wirksamkeit verlangt werden (persönliche Meinung der Verfasserin), könnte die Studie auch dazu dienen eine Grundlage für die „Beweisführung osteopathischer Techniken“ zu

schaffen. In der interdisziplinären Zusammenarbeit mit Ärzten könnte es auch von Vorteil sein, „messbare“ Daten für osteopathische Techniken vorweisen zu können.

## **3.3 Hypothese**

### **3.3.1 Nullhypothese**

Die manuelle Leberpumpteknik hat keinen Einfluss auf die Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen und führt zu keiner Veränderung des passiven SLR-Tests.

### **3.3.2 Alternativhypothese**

Die manuelle Leberpumpteknik hat Einfluss auf die Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen und führt zu einer Veränderung des passiven SLR Test.

## 4 Methodologie

Im folgenden Teil wird die Hypothese gestellt, die Stichprobe sowie Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben und die Art der Stichprobenziehung erörtert. Weiters wird der Studienablauf geschildert, die Ergebnisse statistisch ausgewertet.

### 4.1 Recherche und Literaturrecherche

In der Zeit von September 2017 bis Mai 2019 wurden folgende Datenbanken zur Durchsicht und Sammlung der Literatur durchsucht:

- Pubmed ([www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov))
- The Journal of the American Osteopathic Association (JOAO; [www.jaoa.org](http://www.jaoa.org))
- Directory of Open Access Journals (DOAJ; [www.doaj.org](http://www.doaj.org))
- DicleMed Journal ([www.diclemedj.org](http://www.diclemedj.org))
- Journal of Anatomy ([onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1469-7580](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1469-7580))
- Musculoskeletal Science and Practice ([www.journals.elsevier.com/musculoskeletal-science-and-practice](http://www.journals.elsevier.com/musculoskeletal-science-and-practice))
- Muskuloskeletal Science and Practice ([www.mskscienceandpractice.com](http://www.mskscienceandpractice.com))
- [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Die verwendeten Suchbegriffe lauteten:

- Lebermobilität
- Leberpumpe
- passiver SLR Test
- Validität und Reliabilität SLR Test
- Faszien
- Kontinuität der Faszien
- Osteopathie
- Dura mater
- Venöses System
- Biotensegrity

Diese wurden einzeln und in Kombination sowohl in deutscher als auch in englischer und spanischer Sprache eingegeben.

Es wurden ebenfalls geeignete Fachbücher besorgt und folgende Experten per Email kontaktiert:

- Jean-Pierre Barral, DO, Leiter der Abteilung Viszerale Manipulation der medizinischen Fakultät in Paris du Nord, Direktor des Collège International d'Ostéopathie in Saint Etienne
- Dr. Robert Schleip, Forschungsdirektor der European Roling Association, derzeit Leiter des Fascia Research Project an der Universität Ulm
- Prof. Dr. Carla Stecco MD, Professor of Human Anatomy and Movement Sciences an der Universität Padua
- Gil Hedley, Gründer von „Integral Anatomy and Somanautics Workshop“
- Prof. Dr. Andry Vlemming, Department of Anatomy, Center of Excellence in Neuroscience, University of New England USA

## **4.2 Forschungsdesign**

Es handelt sich um eine geschichtet randomisierte kontrollierte klinische Studie mit Messwiederholung.

## **4.3 Stichprobenbeschreibung**

### **4.3.1 Stichprobengröße**

Hertzog (2008) empfiehlt für Pilotstudien zur Untersuchung der Effizienz einer Intervention innerhalb einer Gruppe bei einer Annahme von moderater oder höherer Effektstärke eine Stichprobengröße von 20 – 25 pro Gruppe.

Die Gruppengröße wurde für die Gruppe „Technik“ und die Kontrollgruppe mit  $n \geq 15$  und  $\leq 20$  definiert. Es wurden pro Gruppe je 21 Probanden kontaktiert, um einen eventuellen Ausfall abzufangen. Da es zu keinem Drop Out kam, wurden alle 21 Probanden in die statistische Auswertung aufgenommen.

Die Probanden wurden telefonisch kontaktiert und bezüglich ihrer Bereitschaft an der Studie teilzunehmen und nach den Ausschlusskriterien befragt.

### **4.3.2 Einschlusskriterien**

Als Einschlusskriterien wurden eine unterschriebene Einverständniserklärung, gesunde beschwerdefreie Probanden zwischen 20. und 50. Lebensjahr definiert.

### **4.3.3 Ausschlusskriterien**

Probanden die eine Einverständniserklärung des gesetzlichen Vormundes bedurft hätten, wurden aus der Studie ausgeschlossen.

Die folgenden Ausschlusskriterien sind in zufälliger Reihenfolge aufgelistet:

- Hüfttotalendoprothesen
- Knieendoprothesen
- Schwangerschaft
- Verkürzte ischiocrurale Muskulatur
- Verkürzter M. Iliopsoas
- Personen mit Spondylodesen
- Sonstige operative Eingriffe an der Wirbelsäule
- Personen die die Rückenlage nicht einnehmen können
- Stoffwechselerkrankungen
- Regelmäßiger Alkoholkonsum (drei bis fünfmal pro Woche, mehr als 0,5 Liter)
- Rechtsherzinsuffizienz
- Chirurgische Eingriffe im Bereich des Abdomens
- Chirurgische Entfernung von Organen
- Endo- oder Laparoskopische Eingriffe
- Chirurgische Eingriffe an der Wirbelsäule
- Diabetes
- Stoffwechselerkrankungen, die die Leber betreffen
- Akute Entzündungsprozesse
- Chronisch entzündliche Erkrankungen

## **4.4 Patientenakquirierung**

Die Patientenakquirierung erfolgte im Bekanntenkreis der Autorin, sowie unter beschwerdefreien Ex-Patienten. Es wurde telefonisch Kontakt aufgenommen und die Ein- und Ausschlusskriterien abgefragt. Bei der Übergabe der Einverständniserklärung wurden die Muskelverkürzungstests durchgeführt.

## 4.5 Art der Stichprobenziehung

Es wurde eine Gleichverteilung beider Gruppen unter Berücksichtigung der Parameter „Geschlecht“ und „Altersklasse“ angestrebt. Aufgrund der überschaubaren Probandengruppe wurde für die geschichtete Randomisierung der Losentscheid genutzt. Weibliche Probandennamen wurden auf rosa Zettel geschrieben, männliche auf blaue. Altersmäßig erfolgte eine Einstufung in 10er Schritten. Vom 20. bis zum 30. Lebensjahr (erster Behälter), vom 30. bis zum 40. Lebensjahr (zweiter Behälter) und vom 40. bis zum 50. Lebensjahr (dritter Behälter). Die weiblichen und männlichen Probandennamen (jeweils der Anfangsbuchstabe des Vor- und Nachnamens) wurden in den für sie altersmäßig zutreffenden Behälter sortiert. Danach wurde gut durchgemischt und von einer, nicht an der Studie beteiligten Person die Zettel gezogen. Beispiel: ein rosa Zettel wurde aus dem ersten Behälter gezogen und der Gruppe „Technik“ zugeteilt. Ein zweiter rosa Zettel aus dem ersten Behälter wanderte in die Kontrollgruppe. Dies wurde so lange fortgesetzt, bis alle 42 Probanden aufgeteilt waren. Die Zuteilungen wurden in einer Exceltabelle gespeichert, je eine für die Kontroll- und die Technikgruppe (siehe Anhang A).

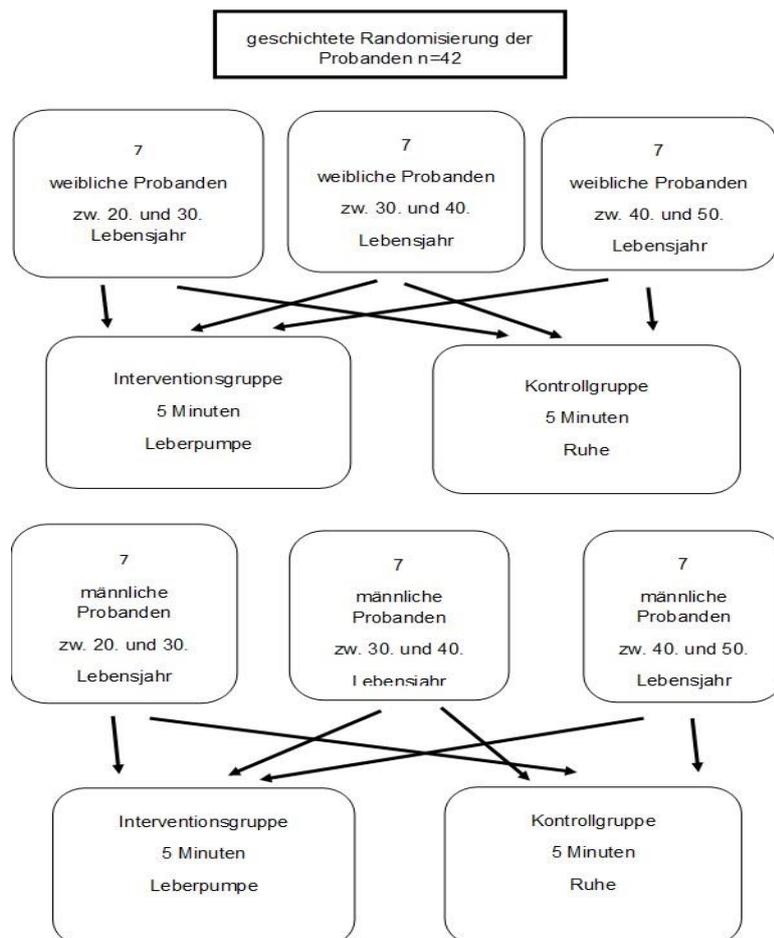


Abbildung 2 Randomisierungsvorgang (Darstellung der Autorin)

## 4.6 Parameter

Die Messung erfolgte mittels Winkelgraden auf der Goniometer App „G-pro“ auf einem Iphone 5 S. Es wurde das erste Ziehen gemessen und der schmerzhafte Stopp. In der Literatur werden verschiedene Messparameter beschrieben: wie Dehnungsempfinden und maximaler Schmerz (Schädler, 2013). Für die Verfasserin wurde erstes Ziehen mit Dehnungsempfinden gleichgesetzt und schmerzhafte Stopp mit maximalem Schmerz. Es wurden beide Messparameter für die Statistik verwendet. Der schmerzhafte Stopp bzw. die Reproduktion von Symptomen wird in der Klinik als Endstellung für die Testung definiert (Butler, 1998) (vgl. 2.7.1.1).

## 4.7 Art der Materialien

Die Messung des SLR wurde mittels einer Goniometer App „Goniometer-pro“ auf dem Iphone 5 S durchgeführt. In einer Studie wurden zwölf Apple Apps und vier Google Apps untersucht. Zehn von zwölf IOS-Apps zeigten eine durchschnittliche Abweichung von den realen Winkeln von maximal 1,8°. Die Abweichungswerte für Android-Apps überstiegen 1,3° nicht. Vierzehn von sechzehn Apps waren reliabel und valide für die Winkelmessung (Kuegler, et al., 2015). Die für die vorliegende Studie verwendete App wurde als reliabel und valide erachtet.

Das linke, nicht getestete Bein fixierte man mittels eines Manualgurtes am Oberschenkel. Ebenso die beiden Spinae iliacaе, um eine Ausweichbewegung des Beckens zu verhindern. Eine Studie an Leichen zeigte, dass unkontrollierte Hüftdrehung den Wert des SLRs reduziert (Breig & Troup, 1979). Das Knie und das Sprunggelenk wurden mit Hilfe von Orthesen stabilisiert. Für das Sprunggelenk wurde der AirCast® „AirSelect Short Walker Boot“ gewählt. Dies sollte der Standardisierung des Sprunggelenks dienen. Die Stellung des Sprunggelenks hat Auswirkungen auf das Ausmaß des SLR-Tests (vgl. 2.7.1.5). Als Knieorthose kam die Schiene „immok“ mit 50 cm der Firma Orthoservice RO+TEN zum Einsatz. Mügge (2015) weist darauf hin, dass beide Gelenke mit Orthesen stabilisiert werden sollten, um eine korrekte Ausführung des SLRs zu garantieren. Der Kopf wurde immer mit dem gleichen Tempur Reisekissen unterlagert. Nach Butler (1998, S. 208) ist es äußerst wichtig immer das gleiche Kissen zu verwenden.



Abbildung 3 verwendete Materialien © Florian Kitzmüller

## 4.7.1 Versuch einer Standardisierung der Leberpumpe

Im Vorfeld wurde versucht die gewählte Leberpumpe zu standardisieren. Dafür wurde die Leberpumpe nacheinander an verschiedenen Personen ausprobiert (wegen unterschiedlicher Gewebeelastizität, primärer Rhythmus der Personen) und die aufgewendete Kraft unmittelbar darauf auf eine Personenwaage (Firma: Hans Dinslage GmbH, Typ Korona mit einer Anzeigetoleranz von 10 dag) übertragen und die Druckkraft gemessen. Die verwendete Waage verfügt über eine plane einheitliche Auflagefläche und die Hand als Druckübertragungselement wurde auf der Messfläche mittig aufgelegt. Aus diesen Vorversuchen ergab sich eine Druckkraft zwischen fünf bis sechs Kilopond. Das Training wurde so lange fortgesetzt, bis der Toleranzbereich eingehalten werden konnte. Mit dieser Methode wurde versucht die Abweichung der Druckkraft am Probanden möglichst gering zu halten.

## 4.8 Studienablauf

Im folgenden Kapitel wird die gewählte Leberpumpe beschrieben und der Testablauf wird geschildert.

### 4.8.1 Geplante Behandlung/Intervention

Bei den Probanden, die die Technik-Behandlung erhielten, wurde mit der Messung des SLR auf der rechten Seite begonnen. Es folgte eine fünfminütige Leberpumpentechnik, die durch die Autorin ausgeführt wurde. Dafür stand diese auf der linken Patientenseite, um die Kompression rhythmisch durchführen zu können, wobei sich eine Hand ventral und eine dorsal befand. Diese Technik wurde gewählt, damit der Proband weiterhin ruhig in Rückenlage liegen konnte, ohne die Fixierungen lösen zu müssen. Der Retest (Ausführung wie beim Anfangstest) des SLRs erfolgte unmittelbar auf die Leberpumpe auf der rechten Probandenseite. Diese Ergebnisse wurden in eine vorgefertigte Tabelle eingetragen und danach statistisch ausgewertet.



Abbildung 4 Leberpumpe © Florian Kitzmüller

Als Intervention für die Kontrollgruppe wurde folgende Herangehensweise gewählt: Es erfolgte die Anfangsmessung der SLR auf der rechten Seite. Die Probanden lagen danach für fünf Minuten in Rückenlage und hörten dabei Entspannungsmusik. Nach diesen fünf Minuten erfolgte der Retest. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um einen Placeboeffekt auszuschließen.

„Ein wirklicher Placeboeffekt ist ein psychobiologisches Phänomen, das im Gehirn des Patienten nach der Verabreichung einer inerten Substanz auftritt, oder einer „scheinheilkundlichen“ Behandlung wie einer Scheinoperation zusammen mit verbalen Suggestionen (oder irgendeinem anderen Hinweis) von klinischem Nutzen“ (Benedetti, Carlino, & Pollo, 2011). Der Leberwickel als Anwendung in der Kontrollgruppe wurde ebenfalls ausgeschlossen. In einer Studie, die die Effekte auf die exkretorische Leberfunktion bei Gesunden untersuchte, konnte festgestellt werden, dass es durch Leberwickel zu einer Steigerung der exkretorischen Leberfunktion kommt (Weisser, 2006).

#### **4.8.2 Testablauf**

Zeitgleich mit der Probandenakquirierung erfolgte ein Probedurchlauf des Messvorgangs mit nicht an der Studie beteiligten Personen als Probanden. Aufgrund der daraus gewonnenen Erkenntnisse wurde folgender Testablauf festgelegt.

Da ein bekannter Lehrer der Autorin die Messung durchführte, wurden die Ferienmonate Juni, Juli und August für die Testungen gewählt. Jeweils von Montag bis Freitag wurden um 14 Uhr je ein Proband aus der Kontrollgruppe und ein Proband aus der Technikgruppe geladen. Dadurch sollte ein möglicher Einfluss der Tageszeit auf das Bewegungsausmaß reduziert werden (Moog & von Piekartz, 2004).

Die Behandlungsräume wurden vorbereitet: In beiden wurden die Manualgurte und Orthesen gelagert, ebenso die Formulare zum Ausfüllen, Kuverts und die Boxen, in welche die Kuverts eingeworfen wurden. Die Boxen waren mit „K“ für Kontrollgruppe und „I“ für Interventionsgruppe beschriftet. Im Raum der Kontrollgruppe wurde der CD-Player mit Entspannungsmusik aufgestellt.

Sobald die Probanden eingetroffen waren, wurden sie von der Messperson in die entsprechenden Therapieräumlichkeiten geführt. Die Probanden wurden, nur in Unterwäsche bekleidet, gelagert, um völlige Bewegungsfreiheit zu garantieren. Die Arme wurden neben dem Körper positioniert, mit dem Auftrag diese während der ganzen Zeit der Testung nicht zu bewegen. Der Kopf der Probanden wurde mit einem Tempurkissen unterlagert. Die Manualgurte und Orthesen wurden bei beiden Probanden angebracht, bevor mit den

Messungen begonnen wurde. Diese wurden leicht zeitversetzt (um zwei Minuten) begonnen, um Kollisionen zu vermeiden.



**Abbildung 5 Fixierung der Probanden © Florian Kitzmüller**

Den Probanden wurde der Messvorgang mit den Worten: „Ihr gestrecktes Bein wird passiv von mir ohne ihre Mithilfe angehoben. Es werden zwei Messungen durchgeführt. Bitte geben Sie das erste Ziehen auf der Rückseite des Beins an, egal wo, hier erfolgt die erste Messung. Das Bein wird aus dieser Position weiterbewegt und Sie geben den schmerzhaften Stopp an, in dieser Position erfolgt die zweite Messung“ erklärt.



**Abbildung 6 Messung mit dem Goniometer © Florian Kitzmüller**



**Abbildung 7 Messvorgang © Florian Kitzmüller**

Zuerst wurde der Proband der Kontrollgruppe gemessen, der Timer auf fünf Minuten gestellt, die Entspannungsmusik gestartet und der Auftrag erteilt möglichst bewegungslos liegen zu bleiben. Die messende Person wechselte daraufhin ins zweite Behandlungszimmer und führte die Messung an dem Probanden aus der Technikgruppe durch. Sobald die Werte notiert waren, verließ die Messperson den Raum und die Autorin betrat ihn, um die fünfminütige Leberpumpe durchzuführen.

Die Messperson kehrte in den ersten Behandlungsraum zurück, um den Probanden aus der Kontrollgruppe zu beaufsichtigen und nach der fünfminütigen Ruhephase die Endmessung durchzuführen. Der Auftrag lautete wieder nicht mitzuhelfen und das erste Ziehen und den schmerzhaften Stopp bekannt zu geben. Die Ergebnisse wurden notiert, in ein Kuvert gesteckt, dieses verschlossen und in die Box geworfen. Danach wechselte die messende Person in den zweiten Behandlungsraum, wo inzwischen die Leberpumpe abschlossen war. Die Autorin verließ den Raum und die Abschlussmessung wurde durchgeführt, notiert und das Ergebnis wieder doppelt verschlossen. Auf diese Weise wurden alle 42 Probanden innerhalb von fünf Wochen durchgetestet.

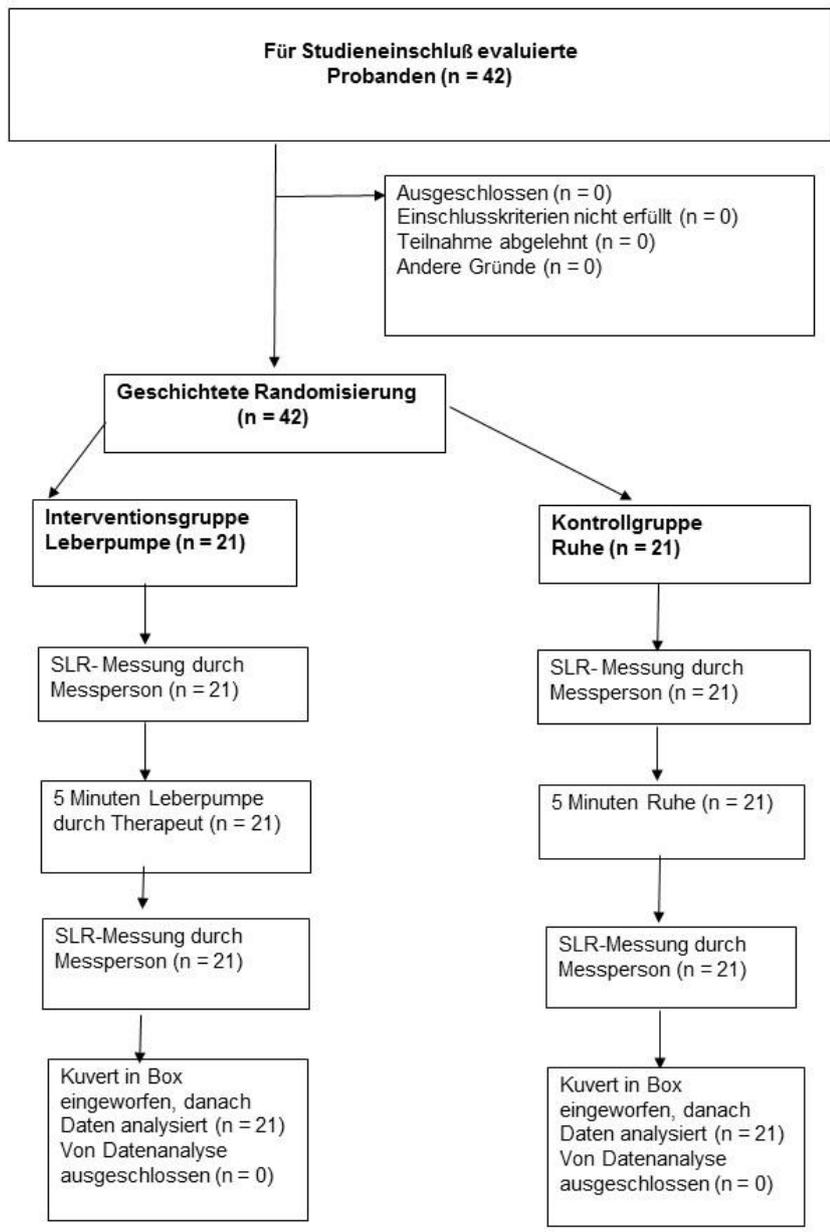


Abbildung 8 Consort Diagramm Studienablauf (Darstellung der Autorin)

## **4.9 Statistik**

### **4.9.1 Datenaufarbeitung und –analyse**

Die Messergebnisse der passiven SLR-Tests und sonstige beschreibende Daten der Probanden wurden von einer nicht an der Studie beteiligten Person in einer Microsoft® Excel®-Tabelle zusammengefasst (siehe Anhang A) und nochmals auf Vollständigkeit und Richtigkeit überprüft.

### **4.9.2 Definition neuer Variablen**

Für die Charakterisierung des Ausmaßes der Veränderung durch die Anwendung der fünfminütigen Leberpumpe in der Interventionsgruppe und der fünfminütigen Ruhepause in der Kontrollgruppe wurden die Differenzwerte aus den Messergebnissen der SLR Tests nach und vor der Intervention berechnet. Berücksichtigt wurden einerseits die Winkel [°] bis zum Auftreten des ersten Ziehens/Widerstands und andererseits bis zum schmerzhaften Stopp. Positive Differenzwerte zeigen in beiden Fällen eine Erhöhung des Bewegungsausmaßes bis zum jeweiligen Endpunkt an, negative eine Verringerung.

### **4.9.3 Statistische Auswertung**

Statistisch wurden die Daten von Dr. Gebhard Woisetschläger ausgewertet. Zur Verwendung kam die Statistiksoftware "R" (R Core Team, 2015) (siehe Anhang A), Grafiken wurden mit dem R-Paket "ggplot2" (Wickham, H. and Chang W., 2016) (siehe Anhang A) erstellt.

### **4.9.4 Deskriptive Statistik**

Allgemeine Daten (Gruppenzugehörigkeit, Geschlecht und Geburtsjahrgang), die Messergebnisse des passiven SLR Tests für die Anfangs- und die Endmessung (bis zum Auftreten ersten Ziehens/Widerstands und bis zum schmerzhaften Stopp) und die berechneten Differenzwerte aus diesen Messungen wurden mittels deskriptiver Statistik (Minimum,  $P_{25}$ -  $P_{50}$ - und  $P_{75}$ -Quantil, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung) ausgewertet. Die deskriptiven Daten sind in Anhang A zusammengefasst.

Grafisch wurden die Werteverteilungen mittels Box- und Whisker-Plots dargestellt, wobei die Box den Zentralbereich der Daten (Interquartilsabstand,  $P_{25}$ - $P_{75}$ ) und den Median ( $P_{50}$ ) kennzeichnet und Einzelpunkte Werte, die weiter als das 1,5-fache des Interquartilsabstands von der Box entfernt sind, kennzeichnen. Das Ende der Whiskers gibt die Minima und Maxima (ohne Berücksichtigung der Extremwerte) wieder.

## **4.9.5 Voraussetzungsuntersuchungen für parametrische statistische Tests**

Das Vorliegen multivariater Normalverteilung der Daten wurde auf Basis der grafischen Darstellung der Dichtefunktionen (siehe Anhang A) abgeschätzt. Auf eine Untersuchung auf Vorliegen von Varianzhomogenität wurde verzichtet, da die Werteverteilungen einer Normalverteilung nicht zur Genüge entsprachen.

## **4.9.6 Inferenzanalyse**

Aufgrund der Voraussetzungsüberprüfung wurden für den Vergleich unabhängiger Stichproben U-Tests nach Wilcoxon, Mann und Whitney (unabhängige Variable: Gruppenzugehörigkeit) durchgeführt. Für die Bewertung der Veränderung innerhalb der Gruppen wurden Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentests verwendet, wobei die gepaarten Werte aus Anfangs- und Endmessung verwendet wurden.

Als Signifikanzniveau wurde  $\alpha = 0,05$  festgelegt. (Gesammelte Ergebnisse in Anhang A)

## **4.9.7 Berechnung der Effektstärke und Power**

Im Fall von signifikanten Veränderungen innerhalb einer Gruppe und signifikanten Unterschieden zwischen den beiden Gruppen wurde post-hoc die erreichte Power für die jeweils verwendeten Tests (Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest bzw. U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney) und die aktuelle Stichprobengröße berechnet. Dazu wurden zuerst die Effektstärke bestimmt und folgende Annahmen getroffen:

- zweiseitige Fragestellung
- $\alpha = 0,05$
- minimum asymptotic relative efficiency des U-Tests im Vergleich zum t-Test

Die Berechnung erfolgte mit Hilfe der Software „G\*Power“ (3.1.9.2) (Faul, Erdfelder, Lang und Buchner, 2007) (siehe Anhang A).

# 5 Ergebnisse

## 5.1 Stichproben- und Gruppencharakteristika

In diesem Kapitel werden Geschlecht und Geburtsjahrgang der Probanden, sowie die Messdaten zu Studienbeginn anhand der Anfangsmessung des passiven SLR Tests bis zum Auftreten ersten Ziehens/Widerstands bzw. bis zum schmerzhaften Stopp in den beiden Gruppen (jeweils n= 21 Personen, siehe Abbildung 9) gegenübergestellt.

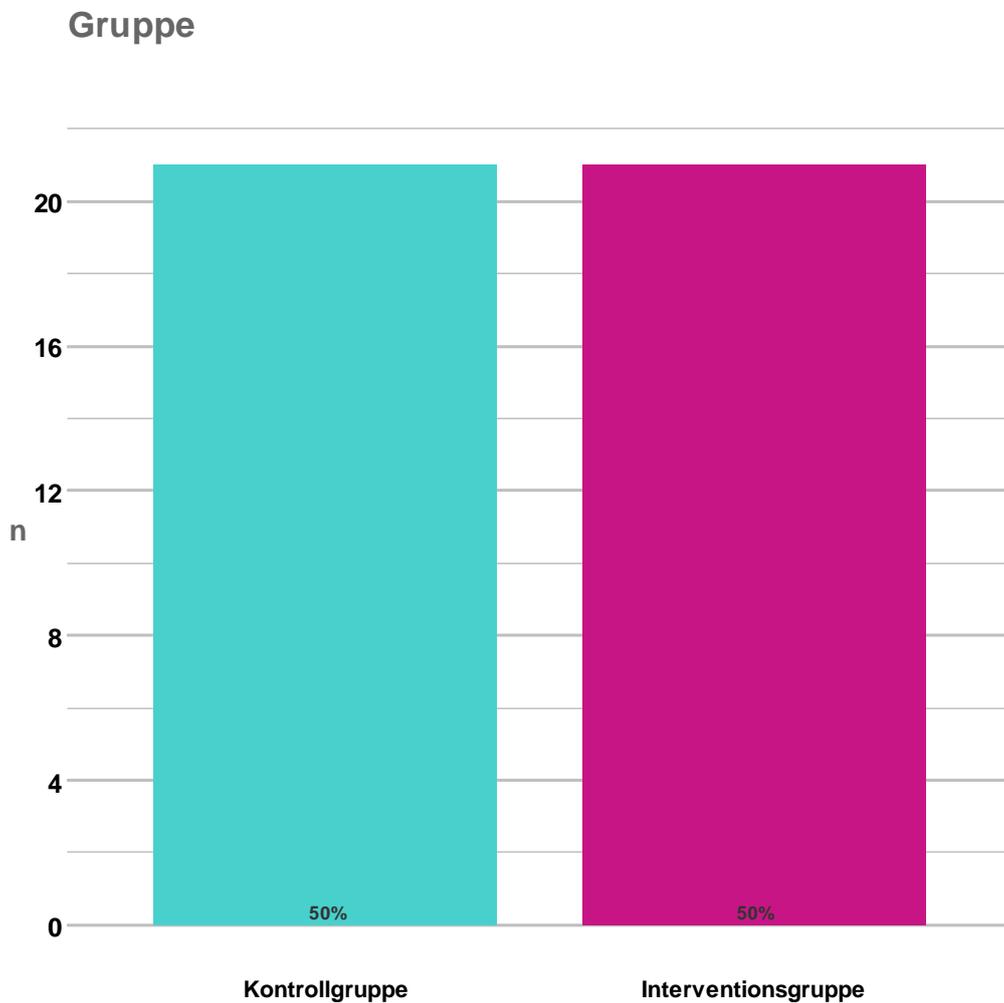


Abbildung 9: Gruppenzugehörigkeit der Probanden

## 5.1.1 Geschlecht

An der Untersuchung nahmen jeweils 21 Frauen und Männer teil, wobei die Kontrollgruppe elf männliche (52,4%) und zehn weibliche (47,6%) und die Interventionsgruppe zehn männliche (47,6%) und elf weibliche Probanden (52,4%) umfasste.

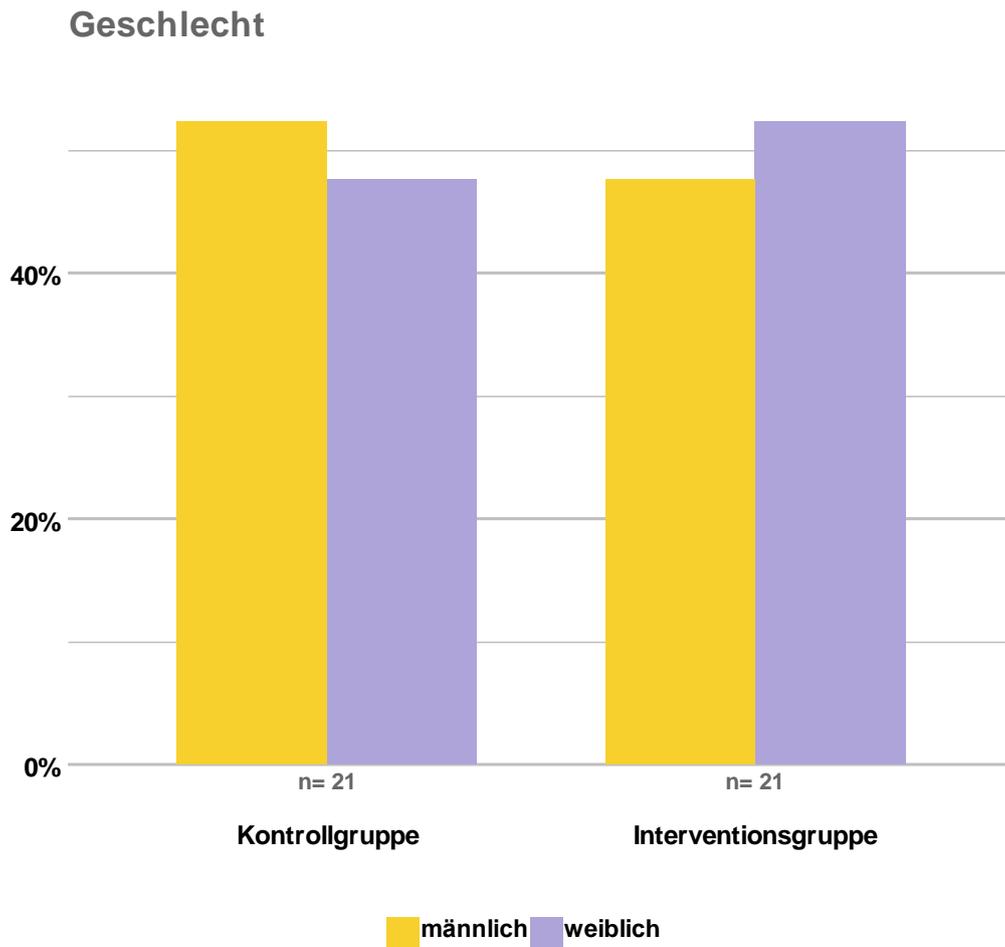


Abbildung 10: Verteilung von Männern und Frauen in der Kontroll- und Interventionsgruppe.

## 5.1.2 Geburtsjahrgang

Die teilnehmenden Probanden wurden zwischen 1969 und 1999 geboren und sind zum Zeitpunkt der Untersuchung somit zwischen 19 und 49 Jahre alt. Der Interquartilsabstand liegt in beiden Gruppen zwischen den Geburtsjahrgängen 1976 und 1991 (siehe Abbildung 11 und Tabelle 1). Der Medianjahrgang beträgt in der Interventionsgruppe 1984 und in der Kontrollgruppe 1981, allerdings ist der gesamte Jahrgangsbereich in der Kontrollgruppe geringfügig zu höheren Werten verschoben (1970 – 1999 im Vergleich zu 1969 – 1997). Statistisch unterscheiden sich die Geburtsjahrgänge der beiden Gruppen nicht signifikant (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney:  $W = 218,5$ ,  $p = 0,97$ ).

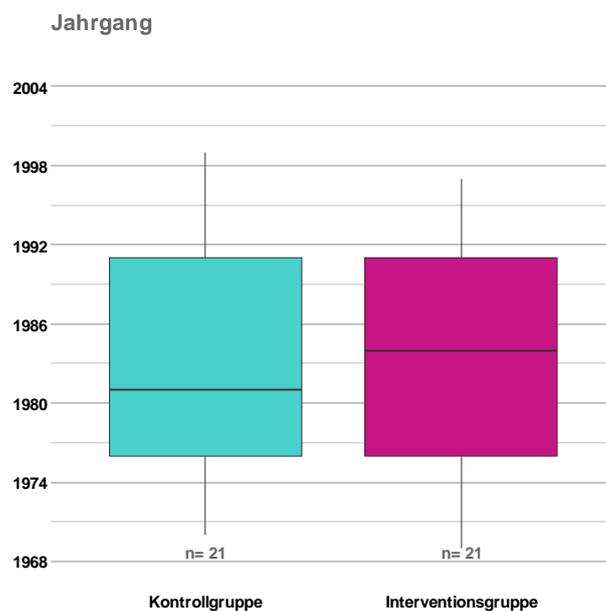


Abbildung 11: Geburtsjahrgänge in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box- und Whisker-Plot.

Tabelle 1: Deskriptive Daten zu den Geburtsjahrgängen in der Kontroll- und Interventionsgruppe.

Jahrgang	Kontrollgruppe (n=21)	Interventionsgruppe (n=21)	gesamt (n=42)
Minimum	1970	1969	1969
P25	1976	1976	1976
Median	1981	1984	1981
P75	1991	1991	1991
Maximum	1999	1997	1999
Mittelwert (M)	1983	1983,1	1983,1
Standardabweichung (SD)	9,2	9	9
95% VB untere Schranke	1978,8	1979,1	1980,3
95% VB obere Schranke	1987,2	1987,2	1985,9
Standardfehler (M)	2	2	1,4

## 5.2 Bewegungsausmaß zu Studienbeginn

### 5.2.1 Anfangsmessung Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand

In Abbildung 12 sind die Verteilungen der Ausgangswerte des passiven SLR Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand in den beiden Gruppen gegenübergestellt.

In der Kontrollgruppe beträgt der mittlere Winkel  $M= 61,3^\circ$ ,  $SD= 10,2$ , in der Interventionsgruppe  $M= 61,2^\circ$ ,  $SD= 12,1$  (siehe Tabelle 2). Der Median in der Kontrollgruppe beträgt  $62^\circ$ , in der Interventionsgruppe  $58^\circ$ . Wie in Abbildung 12 zu erkennen ist, ist der Wertebereich in der Interventionsgruppe weiter gestreut als in der Kontrollgruppe ( $42^\circ - 89^\circ$  im Vergleich zu  $46^\circ - 81^\circ$ ). Die beiden Gruppen unterscheiden sich allerdings nicht signifikant in den Ausgangswerten des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney:  $W= 226,5$ ,  $p= 0,89$ ).

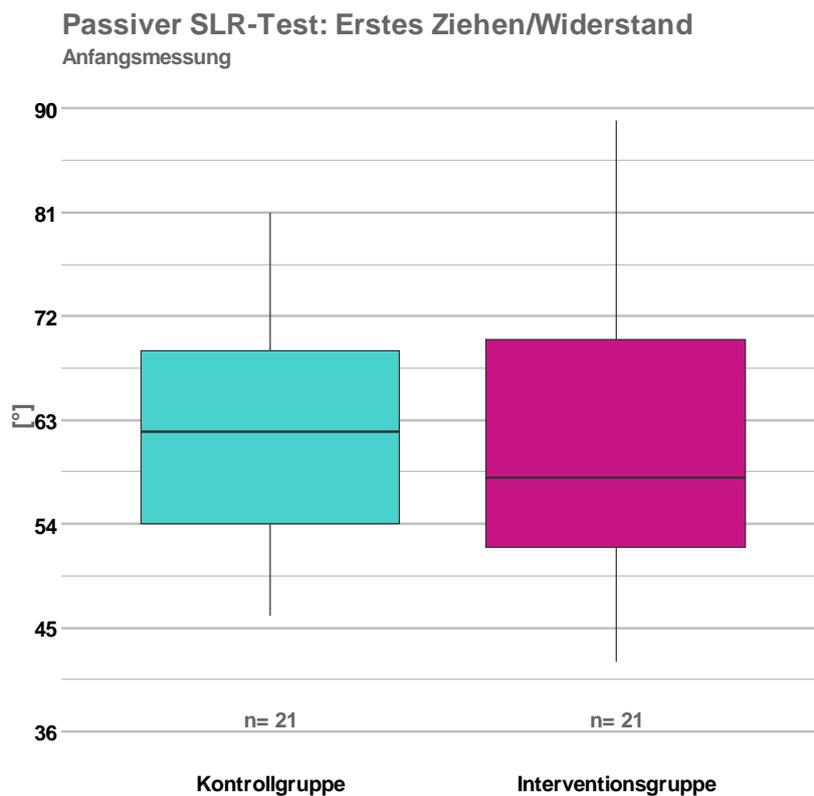


Abbildung 12: Anfangsmessung- Box- und Whisker-Plot. Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum Auftreten ersten Ziehens/Widerstands [°] in der Kontroll- und Interventionsgruppe.

**Tabelle 2: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand vor den jeweiligen Interventionen (Anfangsmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe (jeweils n=21).**

<b>Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand</b>			
<b>Anfangsmessung</b>	<b>Interventionsgruppe (n=21)</b>	<b>Kontrollgruppe (n=21)</b>	<b>gesamt (n=42)</b>
Minimum	42	46	42
P25	52	54	53
Median	58	62	60
P75	70	69	69,75
Maximum	89	81	89
Mittelwert (M)	61,2	61,3	61,3
Standardabweichung (SD)	12,1	10,2	11,1
95% VB untere Schranke	55,7	56,7	57,8
95% VB obere Schranke	66,8	66	64,7
Standardfehler (M)	2,6	2,2	1,7

## 5.2.2 Anfangsmessung Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp

In Abbildung 13 sind die Verteilungen der Ausgangswerte des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp in den beiden Gruppen gegenübergestellt.

Der Median in der Kontrollgruppe beträgt 83°, in der Interventionsgruppe 87°. Wie in Abbildung 13 zu erkennen ist, umfasst der Wertebereich in der Interventionsgruppe höhere Werte als die Kontrollgruppe (60° – 104° im Vergleich zu 65° – 99°). Die beiden Gruppen unterscheiden sich allerdings nicht signifikant in den Ausgangswerten des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney:  $W = 185,5$ ,  $p = 0,39$ ).

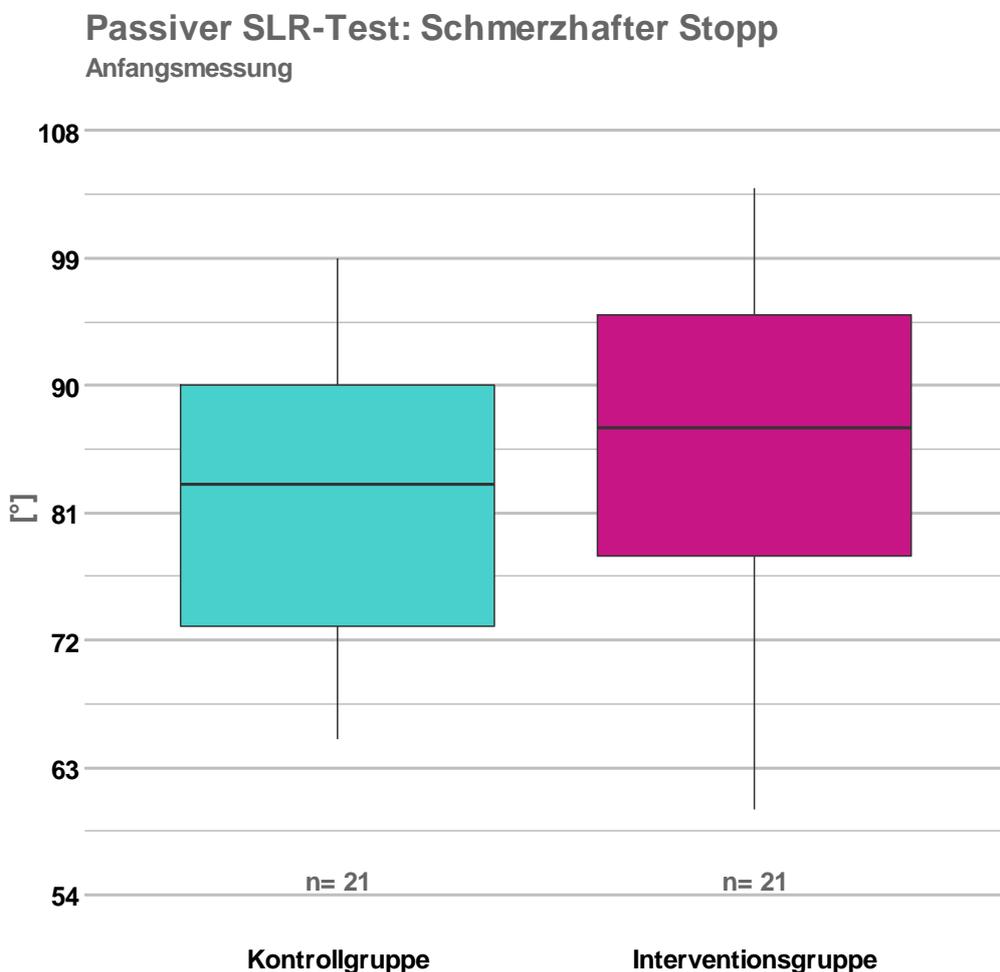


Abbildung 13: Anfangsmessung- Box- und Whisker-Plot. Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp [°] in der Kontroll- und Interventionsgruppe.

In der Interventionsgruppe beträgt der mittlere Winkel  $M= 85,0^\circ$ ,  $SD= 11,8$ , in der Kontrollgruppe  $M= 82,3^\circ$ ,  $SD= 10,3$  (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp vor den jeweiligen Interventionen (Anfangsmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe (jeweils  $n=21$ ).**

<b>Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp</b>			
<b>Anfangsmessung</b>	<b>Interventionsgruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>gesamt</b>
Minimum	60	65	60
P25	78	73	74,25
Median	87	83	84,5
P75	95	90	92,5
Maximum	104	99	104
Mittelwert (M)	85	82,3	83,6
Standardabweichung (SD)	11,8	10,3	11
95% VB untere Schranke	79,6	77,6	80,2
95% VB obere Schranke	90,3	87	87,1
Standardfehler (M)	2,6	2,3	1,7

## 6 Resultate

In diesem Kapitel werden die Veränderungen durch die fünfminütige Leberpumpe in der Interventionsgruppe den Veränderungen durch die fünfminütige Ruhepause in der Kontrollgruppe anhand der Messergebnisse des SLR-Tests vor und nach der jeweiligen Intervention und anhand der Differenzwerte aus diesen Messungen gegenübergestellt.

### 6.1 Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand

Ausgeprägte Veränderungen zwischen Anfangs- und Endmessung treten lediglich in der Interventionsgruppe auf (siehe Abbildung 14). Dabei ist eine Verschiebung des gesamten Wertebereichs zu höheren Werten zu beobachten.

Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand

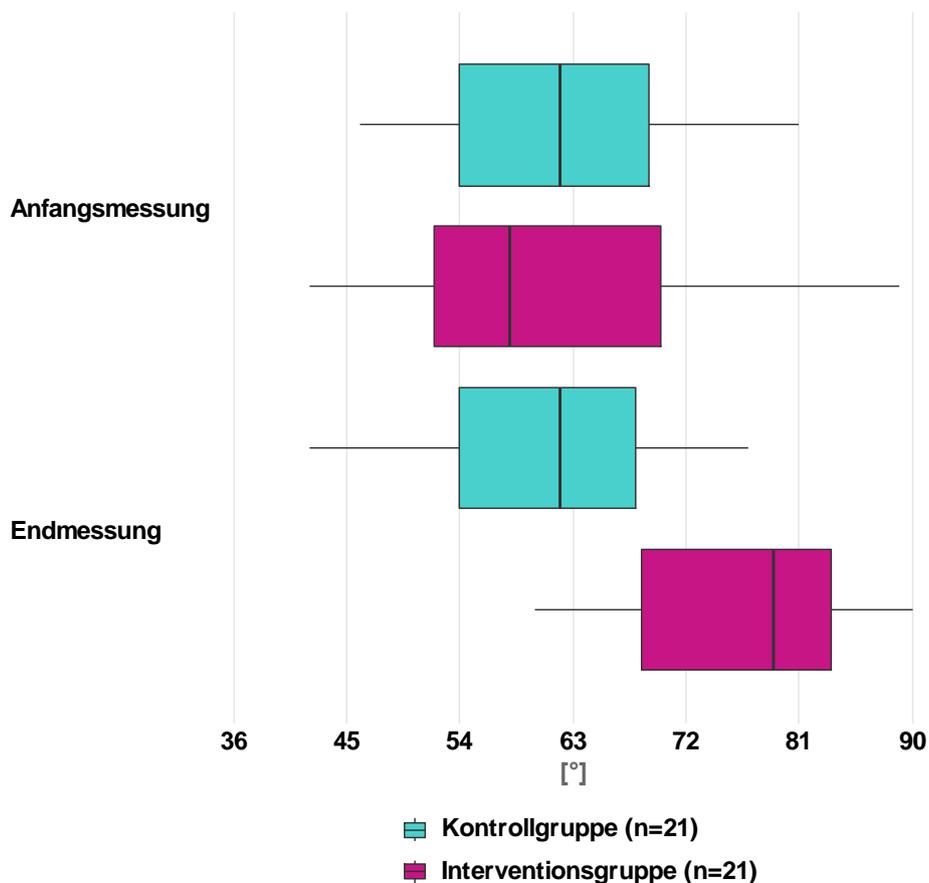


Abbildung 14: Gegenüberstellung der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand [°] bei der Anfangs- und Endmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box- und Whisker-Plot.

Während der Mittelwert bei der Anfangsmessung  $M=61,2^\circ$ ,  $SD= 12,1$  beträgt, liegt er bei der Endmessung bei  $M=77,9^\circ$ ,  $SD=12,0$  (siehe Tabelle 4). Dieser Unterschied ist laut Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest signifikant ( $V = 0$ ,  $p<0,0001$ ). Die Effektstärke beträgt  $dz= 3,10$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung, und einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  post-hoc konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P=1$ .

In der Kontrollgruppe ist nur eine vergleichsweise geringfügige Veränderung, konkret eine Verringerung von  $M=61,3^\circ$ ;  $SD=10,2$  auf  $60,9^\circ$ ;  $SD=9,0$  zu beobachten (siehe Tabelle 4), die sich im Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest als nicht signifikant herausstellt ( $V = 124$ ,  $p= 0,78$ ).

**Tabelle 4: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand vor (Anfangsmessung) und nach (Endmessung) den jeweiligen Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe (jeweils  $n=21$ ).**

<b>Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand</b>				
	<b>Interventionsgruppe</b>		<b>Kontrollgruppe</b>	
<b>Messung</b>	<b>Anfangsmessung</b>	<b>Endmessung</b>	<b>Anfangsmessung</b>	<b>Endmessung</b>
Minimum	42	60	46	42
P25	52	69	54	54
Median	58	79	62	62
P75	70	86	69	68
Maximum	89	104	81	77
Mittelwert (M)	61,2	77,9	61,3	60,9
Standardabweichung (SD)	12,1	12	10,2	9
95% VB untere Schranke	55,7	72,4	56,7	56,8
95% VB obere Schranke	66,8	83,3	66	65
Standardfehler (M)	2,6	2,6	2,2	2

Stellt man die Differenzwerte aus Anfangs- und Endmessung in den beiden Gruppen gegenüber (siehe Abbildung 15), ist ersichtlich, dass in der Interventionsgruppe ausschließlich Erhöhungen des Bewegungsausmaßes im passiven SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand auftreten (Minimum:  $+10^\circ$ ), während bei mehr als 50% der Kontrollgruppenprobanden auch eine Verringerung zu beobachten ist (Median:  $-2^\circ$ ).

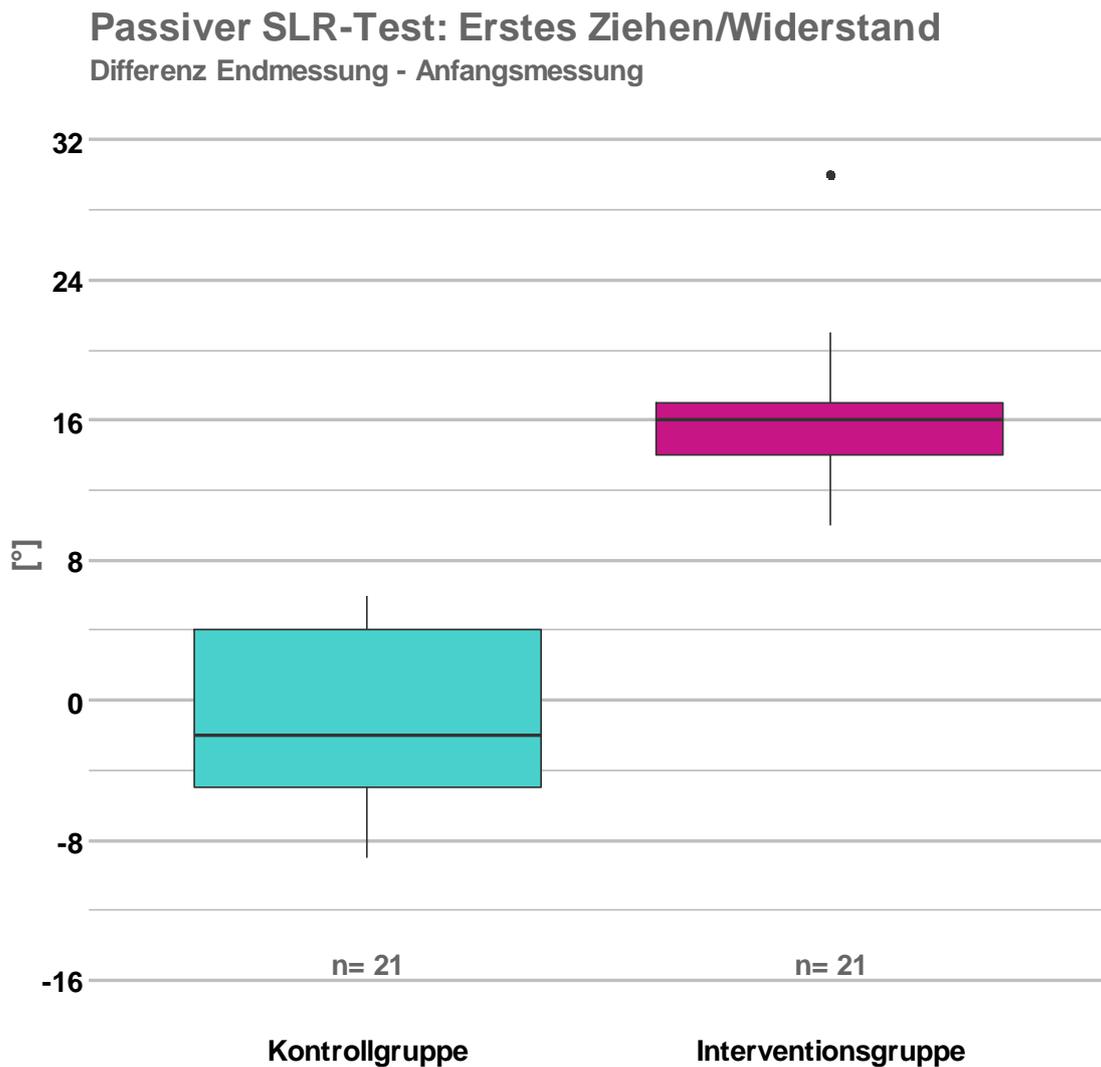


Abbildung 15: Gegenüberstellung der Differenzwerte der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand [ $^\circ$ ] aus der End- und Anfangsmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box- und Whisker-Plot.

Der Wertebereich liegt in der Interventionsgruppe zwischen +10° und +30°, in der Kontrollgruppe zwischen -9° und +6° (siehe Tabelle 5). Dementsprechend unterscheiden sich die Werteverteilungen der beiden Gruppen signifikant (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney:  $W = 0$ ,  $p < 0,0001$ ). Die Effektstärke beträgt  $d_z = 3,33$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung, und einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  post-hoc konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P = 1$ .

Die mittlere Veränderung in der Kontrollgruppe beträgt  $M = -0,4^\circ$ ;  $SD = 5,0$ , in der Interventionsgruppe  $+16,6^\circ$ ;  $SD = 5,2$  (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5: Deskriptive Daten zu den Differenzwerten aus den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand nach und vor den jeweiligen Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe (Endmessung – Anfangsmessung).**

<b>Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand</b>		
<b>Differenz Endmessung - Anfangsmessung</b>		
	<b>Interventionsgruppe (n=21)</b>	<b>Kontrollgruppe (n=21)</b>
Minimum	10	-9
P25	14	-5
Median	16	-2
P75	17	4
Maximum	30	6
Mittelwert (M)	16,6	-0,4
Standardabweichung (SD)	5,2	5
95% VB untere Schranke	14,2	-2,7
95% VB obere Schranke	19	1,8
Standardfehler (M)	1,1	1,1

## 6.2 Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp

Wie bereits bei den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand ist auch beim passiven SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp in der Interventionsgruppe eine - wenn auch weniger stark ausgeprägte - Veränderung zwischen Anfangs- und Endmessung zu beobachten (siehe Abbildung 16).

### Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp

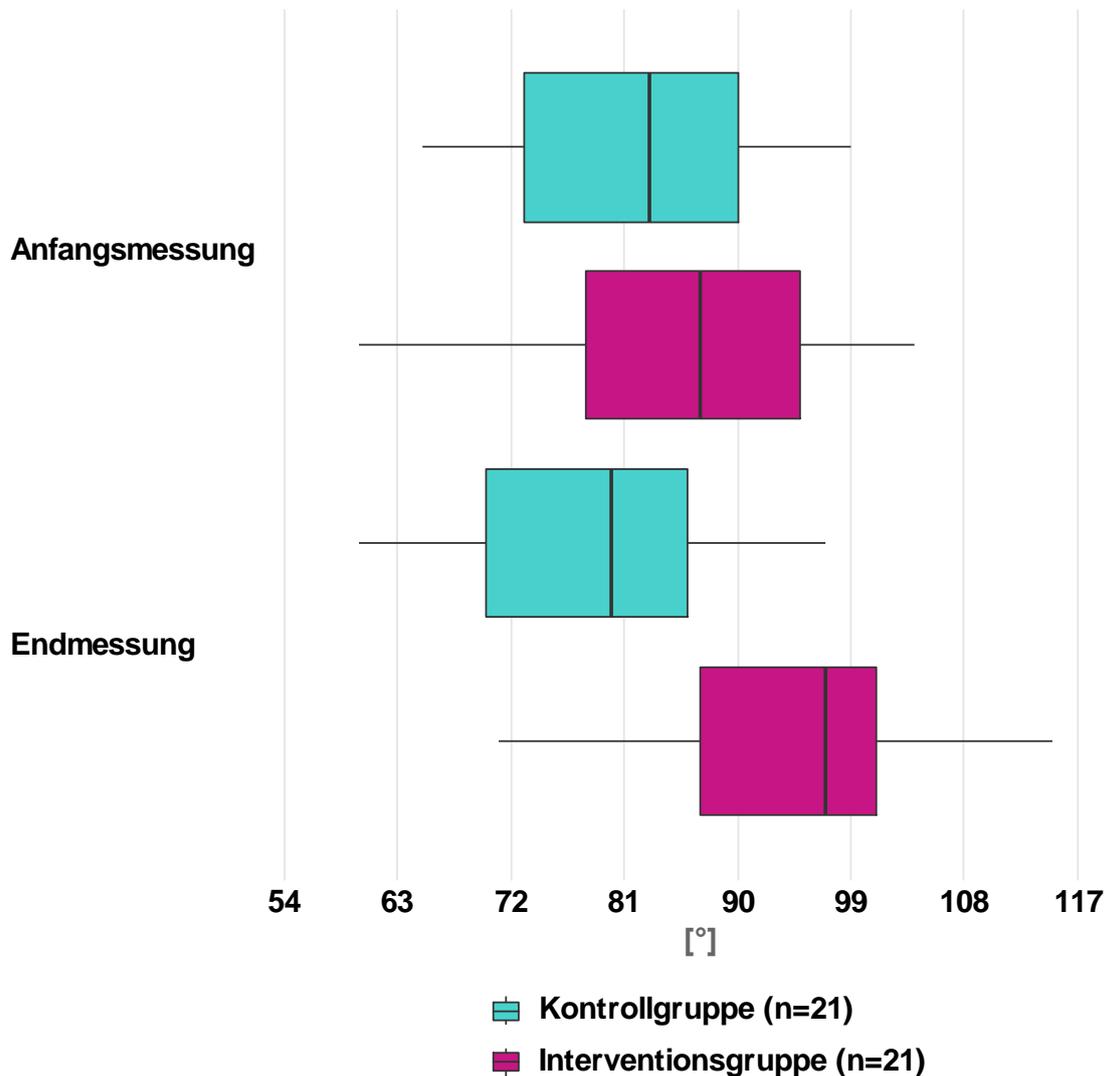


Abbildung 16: Gegenüberstellung der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis schmerzhaften Stopp [°] bei der Anfangs- und Endmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box-und Whisker-Plot.

Während der Mittelwert bei der Anfangsmessung  $M=85,0^\circ$ ,  $SD= 11,8$  beträgt, liegt er bei der Endmessung bei  $M=94,8^\circ$ ,  $SD=12,5$  (siehe Tabelle 6). Diese Erhöhung ist laut Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest signifikant ( $V = 0$ ,  $p<0,0001$ ).

Die Effektstärke beträgt  $dz= 2,00$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung, einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P=1$ .

In der Kontrollgruppe ist eine signifikante Verringerung von  $M=82,3^\circ$ ;  $SD=10,3$  auf  $79,0^\circ$ ;  $SD=10,5$  zu beobachten ( $V = 180$ ,  $p= 0,00063$ ). Die Effektstärke beträgt  $dz= 0,62$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung und einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P=0,70$ .

**Tabelle 6: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp vor (Anfangsmessung) und nach den jeweiligen Interventionen (Endmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe (jeweils  $n=21$ ).**

<b>Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp</b>				
Gruppe	Interventionsgruppe		Kontrollgruppe	
Messung	Anfangsmessung	Endmessung	Anfangsmessung	Endmessung
Minimum	60	71	65	60
P25	78	87	73	70
Median	87	97	83	80
P75	95	101	90	86
Maximum	104	115	99	97
Mittelwert (M)	85	94,8	82,3	79
Standardabweichung (SD)	11,8	12,5	10,3	10,5
95% VB untere Schranke	79,6	89,1	77,6	74,2
95% VB obere Schranke	90,3	100,5	87	83,7
Standardfehler (M)	2,6	2,7	2,3	2,3

Bei Betrachtung der Differenzwerte aus Anfangs- und Endmessung in den beiden Gruppen (siehe Abbildung 17 und Tabelle 7) sind in der Interventionsgruppe wieder ausschließlich Erhöhungen des Bewegungsausmaßes im passiven SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp zu erkennen (Minimum:  $+6^\circ$ ), während bei mehr als 75% der Kontrollgruppenprobanden eine Verringerung zu beobachten ist (P75:  $-2^\circ$ ).

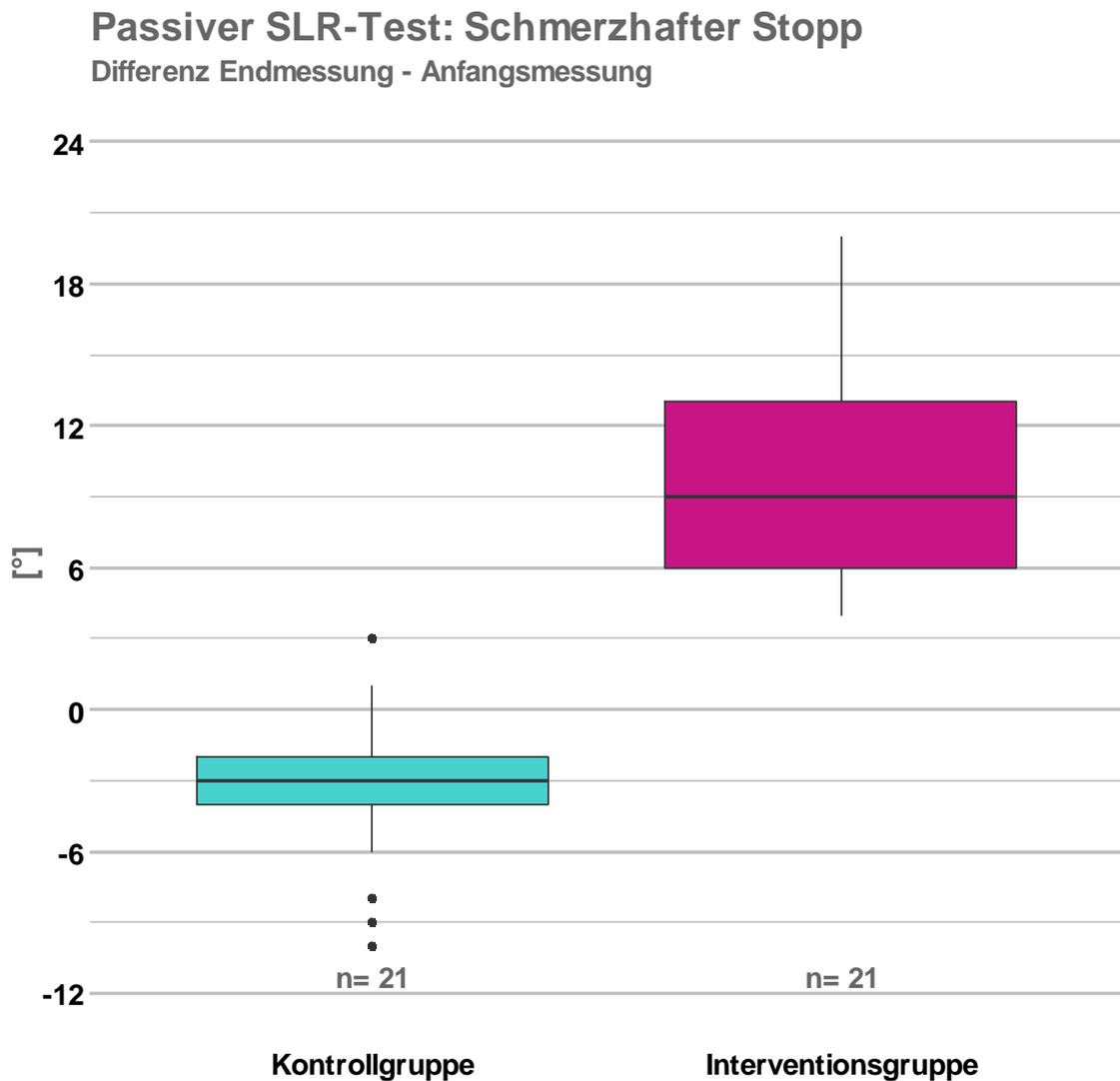


Abbildung 17: Gegenüberstellung der Differenzwerte der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp [°] aus der End- und Anfangsmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box- und Whisker-Plot.

Der Wertebereich liegt in der Interventionsgruppe zwischen +4° und +20°, in der Kontrollgruppe zwischen -10° und +3°. Dementsprechend unterscheiden sich die Werteverteilungen der beiden Gruppen signifikant (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney:  $W = 0$ ,  $p < 0,0001$ ). Die Effektstärke beträgt  $d_z = 3,14$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung, und einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  post-hoc konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P = 1$ .

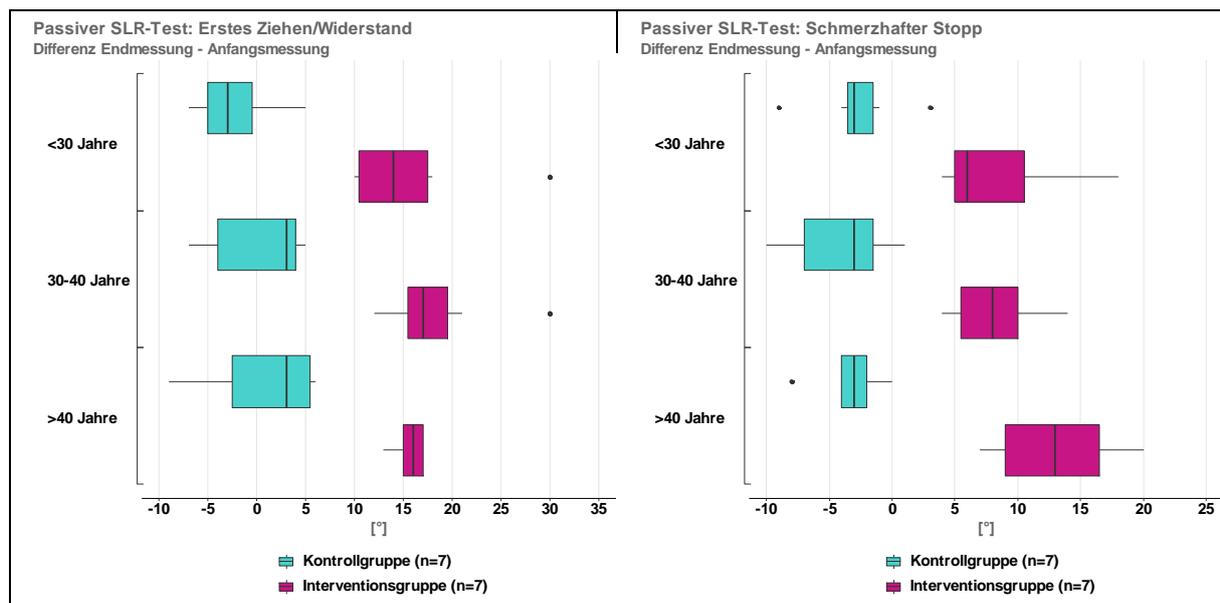
Die mittlere Veränderung in der Kontrollgruppe beträgt  $M = -3,4^\circ$ ;  $SD = 3,3$ , in der Interventionsgruppe liegt sie bei  $M = +9,9^\circ$ ;  $SD = 5,0$ .

**Tabelle 7: Deskriptive Daten zu den Differenzwerten aus den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp nach und vor den jeweiligen Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe (Endmessung – Anfangsmessung).**

Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp		
Differenz Endmessung - Anfangsmessung		
	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe
Minimum	4	-10
P25	6	-4
Median	9	-3
P75	13	-2
Maximum	20	3
Mittelwert (M)	9,9	-3,4
Standardabweichung (SD)	5	3,3
95% VB untere Schranke	7,6	-4,9
95% VB obere Schranke	12,1	-1,9
Standardfehler (M)	1,1	0,7

## 6.3 Veränderungen der Beweglichkeit bei Probanden unterschiedlichen Alters

In Abbildung 18 sind die Differenzwerte aus den passiven SLR Tests vor und nach den Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe bis zum ersten Ziehen/Widerstand bzw. bis zum schmerzhaften Stopp für drei Altersgruppen (<30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre) gegenübergestellt. Die zugehörigen deskriptiven Daten sind in Tabelle 9 zusammengefasst.



**Abbildung 18: Gegenüberstellung der Differenzwerte [°] der passiven SLR Tests vor und nach den Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe bis zum ersten Ziehen/Widerstand (links) bzw. bis zum schmerzhaften Stopp (rechts) für die Probanden aus den Altersgruppen < 30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre. Box- und Whisker-Plot.**

Wie in Abbildung 18 ersichtlich ist, nimmt die Beweglichkeit in der Interventionsgruppe unabhängig von der Altersgruppe der Probanden stärker als in der Kontrollgruppe zu, wobei diese Zunahme sowohl beim SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand, als auch bis zum schmerzhaften Stopp zu beobachten ist. Die Ergebnisse von U-Tests nach Wilcoxon, Mann und Whitney für die Differenzwerte aus der End- und Anfangsmessung der passiven SLR-Tests als abhängige und die Gruppenzugehörigkeit als unabhängige Variable zeigen für alle drei Altersgruppen und beide Endpunkte der Messung einen signifikanten Unterschied zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe (siehe Tabelle 8).

**Tabelle 8: Ergebnisse der U-Tests nach Wilcoxon, Mann und Whitney für die Differenzwerte aus der End- und Anfangsmessung der passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand bzw. bis zum schmerzhaften Stopp in den Altersstufen <30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre als abhängige Variable und Gruppenzugehörigkeit als unabhängige Variable.**

Altersgruppe	Erstes Ziehen/Widerstand	Schmerzhafter Stopp
<30 Jahre	W = 0, p = 0.0021	W = 0, p = 0.0021
30 bis 40 Jahre	W = 0, p = 0.0021	W = 0, p = 0.0021
>40 Jahre	W = 0, p = 0.0020	W = 0, p = 0.0021

**Tabelle 9: Differenzwerte aus der End- und Anfangsmessung der passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand bzw. bis zum schmerzhaften Stopp für Probanden <30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre in der Kontroll- (K) und Interventionsgruppe (I).**

Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand						
Differenz Endmessung - Anfangsmessung						
Altersgruppe	<30 Jahre		30-40 Jahre		>40 Jahre	
Gruppe	K	I	K	I	K	I
n	7	7	7	7	7	7
Spannweite	-7 bis 5	10 bis 30	-7 bis 5	12 bis 30	-9 bis 6	13 bis 17
Median	-3	14	3	17	3	16
IQR (P25 - P75)	4,5 (-5 bis -0,5)	7 (10,5 bis 7,5)	8 (-4 bis 4)	4 (15,5 bis 9,5)	8 (-2,5 bis 5,5)	2 (15 bis 17)
M (SD)	-2,3 (4,3)	15,7 (7,1)	0,1 (5)	18,4 (5,8)	0,9 (5,7)	15,7 (1,5)
95% VB (M)	-6,2 bis 1,7	9,2 bis 22,3	-4,5 bis 4,7	13,1 bis 23,8	-4,4 bis 6,1	14,3 bis 17,1
Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp						
Differenz Endmessung - Anfangsmessung						
Altersgruppe	<30 Jahre		30-40 Jahre		>40 Jahre	
Gruppe	K	I	K	I	K	I
n	7	7	7	7	7	7
Spannweite	-9 bis 3	4 bis 18	-10 bis 1	4 bis 14	-8 bis 0	7 bis 20
Median	-3	6	-3	8	-3	13
IQR (P25 - P75)	2 (-3,5 bis -1,5)	5,5 (5 bis 10,5)	5,5 (-7 bis -1,5)	4,5 (5,5 bis 10)	2 (-4 bis -2)	7,5 (9 bis 16,5)
M (SD)	-2,7 (3,6)	8,4 (5,2)	-4,1 (4,1)	8,1 (3,5)	-3,3 (2,5)	13 (5,1)
95% VB (M)	-6 bis 0,6	3,6 bis 13,2	-7,9 bis -0,4	4,9 bis 11,4	-5,6 bis -1	8,3 bis 17,7

Aufgrund der vorliegenden Resultate muss die Nullhypothese abgelehnt und die Alternativhypothese angenommen werden. Die Forschungsfrage, ob eine fünfminütige viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, gemessen mittels passivem SLR Test, führt, kann mit ja beantwortet werden.

# 7 Diskussion

In der folgenden Diskussion soll versucht werden der Inhalt der vorliegenden Arbeit aus verschiedenen Blickwinkeln kritisch zu reflektieren.

## 7.1 Diskussion der Themenauswahl

Von einem Berufskollegen wurde die Autorin auf das Phänomen aufmerksam gemacht, dass sich nach einer manuellen Pumptechnik der Leber oder der Milz das Bewegungsausmaß des passiven SLR Tests vergrößert. Das Interesse, ob dieses Phänomen nur zufällig auftritt oder reproduzierbar ist, war geweckt. Daraufhin beschloss die Verfasserin diese Messung an einigen Patienten in der Praxis, bei denen eine Leberpumpe angezeigt war, zu wiederholen. Gleichzeitig begann die Recherche, ob dieses Phänomen schon einmal unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten untersucht worden war.

In zwei osteopathischen Lehrbüchern (Dierlmeier, 2015, S. 242; Kia, 2013, S. 306) wurde der SLR Test unter folgenden Gesichtspunkt erwähnt: Es wird von den genannten Autoren empfohlen, den SLR zu testen, sollte die Vermutung vorliegen, dass ein arteriellen, venösen oder lymphatischen Rückstau bestehen könnte. Die genannten Autoren empfehlen, das gesamte Dünndarmpaket Richtung Leber zu schieben, der Patienten soll mehrmals tief durchatmen und es erfolgt der Retest des SLRs. Falls eine Änderung eintritt, soll laut den Autoren an der Entstauung des Bauchraums gearbeitet werden.

In der Literatur konnte aber keine Studie gefunden werden, die obenstehende Behauptungen bestätigt.

Da die Leber das größte Oberbauchorgan und ein großer Blutspeicher (Barral, 2018, S. 169) ist, wurde sie für die vorliegende Studie als „Versuchsorgan“ ausgewählt.

Es wurden einzelne Studien zur Leberpumpe (siehe 2.6.1) und einzelne Studien zum SLR Test (siehe 2.7.1.6) gefunden, aber keine die einen Zusammenhang zwischen Leberpumpe und SLR Test untersucht.

Diese Tatsache führte zum Entschluss der Autorin folgende Fragestellung als Thema auszuwählen: Führt eine viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR Test?

## **7.2 Diskussion der Methodik**

### **7.2.1 Literaturrecherche**

Die Suchbegriffe und Datenbanken sind unter Punkt 4.1 zu finden. Die Literaturrecherche gestaltete sich allerdings schwierig, da es kaum vergleichbare Studien gab. Aufgrund der mangelnden Literatur erstellte die Autorin für den Theorieteil osteopathische Hypothesen (siehe 2.1 bis 2.5), um eine mögliche Wirkungsweise der Leberpumpe zu erklären.

### **7.2.2 Beteiligte Personen**

#### **7.2.2.1 Ausführende Person der Leberpumpe**

Die Verfasserin der Arbeit war zugleich die Therapeutin, die die Leberpumpe ausgeführt hat. Da der Messvorgang von einem Bekannten der Autorin durchgeführt wurde und somit sicher gestellt war, dass die ausführende Person der Leberpumpe keinen Einfluss auf das Messergebnis nehmen konnte, wurde diese Methode gewählt.

In nachfolgenden Studien wäre ein Therapeut, der nicht der Verfasser der Studie ist wünschenswert. Bei einer neuerlichen Durchführung der Studie mit größerer Probandenanzahl wäre der Einsatz verschiedener Osteopathen, die die Leberpumpe durchführen, sinnvoll. Damit könnte ein ungewollter Einfluss, wie das „Gefallen wollen“ der ausführenden Person und ein dadurch ev. auftretender Placeboeffekt vermieden oder reduziert werden.

#### **7.2.2.2 Messperson**

Die Messungen des passiven SLR Tests und das Anlegen der Orthesen wurden von einem Bekannten der Autorin durchgeführt.

Im Vorfeld der Studie wurde die Messperson nach besten Wissen und Gewissen in die Handhabung der Orthesen und Messinstrumente in einem mehrstündigen Training unterwiesen. Vor den Messungen an den Probanden wurde sie nochmals explizit darauf hingewiesen, darauf zu achten, die Messungen unbeeinflusst von Sympathie oder Gruppenzugehörigkeit durchzuführen. Die Messperson war jedoch nicht blindiert und die Ergebnisse der Studie müssen unter diesem Aspekt kritisch betrachtet werden.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich um keine medizinisch geschulte Person handelt, könnte die Möglichkeit bestehen, dass sich Fehler beim Anlegen der Orthesen und beim Messen ergeben haben. Außerdem könnte trotz Einschulung ein Messfehler daraus resultieren, dass die Messperson unterbewusst der Autorin helfen wollte positive Ergebnisse zu erzielen. Die Ergebnisse müssen unter diesem Gesichtspunkt kritisch betrachtet werden.

Des Weiteren wäre eine medizinisch geschulte Person, die die Orthesen anlegt und die Messung durchführt wünschenswert. Es wird davon ausgegangen, dass diese Person mehr Erfahrung im Umgang mit dem Messinstrument und mit dem Anlegen der Orthesen hat und dadurch mögliche Messfehler ausgeschlossen werden können.

### **7.2.2.3 Auswertung**

Die statistische Auswertung erfolgte durch Dr. Gebhard Woisetschläger. Zuvor wurden die gesammelten Datensätze von einer nicht an der Studie beteiligten Person in eine Microsoft® Excel®-Tabelle übertragen.

### **7.2.3 Wahl der Interventionstechnik**

Wie bereits in der Einleitung (siehe Kapitel 1) beschrieben, wurde die Autorin von einem Berufskollegen darauf hingewiesen, dass eine manuelle Leber- oder Milzpumpe das Ausmaß des SLR Tests vergrößern kann.

In der vorliegenden Studie wurde die Leberpumpe gewählt, da die Leber das größere Organ im Vergleich zur Milz ist und sie aus anatomischer Sicht eine größere Kapsel und ein stärkeres Aufhängungssystem und großflächigeren Kontakt zum Zwerchfell (siehe 2.1.1.2 und 2.1.2.2) besitzt.

Unter Punkt 2.6. wurden verschiedenen Techniken der Leberpumpe beschrieben. Für diese Arbeit wurde eine Technik in Rückenlage gewählt (siehe 4.8.1). Das Ziel der gewählten Leberpumpe war es, die Anfangs- und Endmessung, sowie die Intervention in einer Ausgangsstellung durchführen zu können. Dadurch sollte ein möglicher Einfluss eines Lagewechsels auf die Messung vermieden werden. Die Anfangs- und Endmessung des SLR Tests fand jeweils in Rückenlage statt und die Probanden wurden mit zwei Manualgurten fixiert, um ein Ausweichen des Beckens und des linken Beins zu verhindern (siehe 4.7), (Breig & Troup, 1979).

Unter Punkt 2.2.4.2 wurde beschrieben, dass eine Manipulation in drei Dimensionen die beste Methode zu sein scheint, um mit den mechanischen Potentialen der fibrillären Strukturen umzugehen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 191-192). Deshalb entschied sich die Autorin für die Leberpumpe, die von der contralateralen Seite aus durchgeführt wurde und eine Verwindung in allen drei Körperebenen beinhaltet (siehe 4.8.1).

Es wurde versucht die Leberpumpe zu standardisieren (siehe 4.7.1). Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass sich die Kraft die bei der dreidimensionalen Leberpumpe angewendet wurde von der unterscheidet, die an der Waage in einer Dimension trainiert wurde und deshalb ev. abweichende Kiloponds bei der Leberpumpe eingesetzt wurden.

Bei nachfolgenden Studien würde die Autorin eine Technik auf der ipsilateralen Seite, wie unter Punkt 2.6. beschrieben, empfehlen und dabei auf den Armhebel verzichten, um keinen Einfluss auf den SLR durch die Abduktion des Arms zu haben. Bei einer Mobilisation in einer Ebene scheint es wahrscheinlicher, dass die trainierte Kraft eins zu eins übertragen werden kann.

#### **7.2.4 Wahl der „Ruhe“-Technik in der Kontrollgruppe**

Für die Kontrollgruppe wurden fünf Minuten Ruhe mit Entspannungsmusik gewählt. Ein Leberwickel wurde ausgeschlossen, da in einer Studie (Weisser, 2006) festgestellt wurde, dass es durch einen Leberwickel zu einer Steigerung der exkretorischen Leberfunktion kommt. Die empfohlene Anwendungsdauer von ca. 45 - 60 Minuten (Weisser, 2006, S. 9) hätte nicht der Interventionszeit der Leberpumpe entsprochen.

Eine Sham-Technik bei der nur die Hände auf der Höhe der Leber aufgelegt werden, wurde ebenfalls ausgeschlossen, um eine „scheinheilkundliche“ Behandlung zu verhindern. Diese hätte, wie unter Punkt 4.8.1 beschrieben, zu einem Placeboeffekt führen können.

Da es sich in der Kontrollgruppe um gesunde Probanden handelte, war es ethisch vertretbar die Nicht-Behandlung als Technik für die Kontrollgruppe zu wählen (Scherfer & Bossmann, 2011, S. 90).

#### **7.2.5 Wahl der verwendeten Materialien**

Wie unter Punkt 4.7 beschrieben, wurde die Messung des SLR Test mit der Goniometer App „Goniometer pro“ auf einem Iphone 5 S ausgeführt. Dieses App wurde in einer Studie (Kuegler, et al., 2015) als reliabel und valide für die Winkelmessung eingestuft.

Gegen Ende des praktischen Studienteils wurde die Autorin von einem Probanden, der ebenfalls Osteopath ist, darauf hingewiesen, dass die Knieorthese (siehe 4.7) seiner Ansicht nach nicht optimal gewählt wurde. Die Orthese lässt ein geringes Bewegungsspiel Richtung Knieflexion zu. Dies könnte eine mögliche Fehlerquelle bei der Messung des SLRs darstellen und unter systematische Fehler fallen. Diese haben die Tendenz das Studienergebnis zum Positiven zu beeinflussen. Wobei in der vorliegenden Studie die Schiene bei allen Probanden gleich angelegt wurde und somit keine statistische Relevanz darstellen dürfte.

#### **7.2.6 Wahl der Stichprobengröße**

Für eine Berechnung der nötigen Stichprobengröße lagen in der Literatur keine Daten über die Effektstärke, bzw. Werte aus denen diese berechnet werden hätte können, vor.

Hertzog (2008) empfiehlt für Pilotstudien zur Untersuchung der Effizienz einer Intervention innerhalb einer Gruppe bei einer Annahme von moderater oder höherer Effektstärke eine Stichprobengröße von 20 – 25 pro Gruppe.

Pro Gruppe wurden 21 Probanden in die Studie aufgenommen und deren Daten statistisch ausgewertet.

Eine höhere Probandenanzahl wäre für die Durchführung der statistischen Analyse insofern wünschenswert gewesen, da ab einer Stichprobengröße von ca. 30 Probanden von der Wirkung des zentralen Grenzwerttheorems ausgegangen werden kann (Hemmerich, 2011-2019) und somit parametrische Verfahren unabhängig vom Vorliegen einer Normalverteilung angewandt werden können. Mit einer höheren Stichprobengröße wären die empirischen Mittelwerte und Standardabweichungen und somit auch die Effektstärke und erreichte Power besser abgesichert. Außerdem wären elegantere bzw. weitergehende Untersuchungen, wie beispielsweise eine Varianzanalyse mit gemischten Effekten oder eine kovarianzanalytische Untersuchung der Messergebnisse unter Berücksichtigung des Alters möglich gewesen, die aufgrund des Nicht-Vorliegens von Normalverteilung nicht angewandt werden konnten.

### **7.2.7 Wahl der Einschlusskriterien**

Als Einschlusskriterien wurde eine unterschrieben Einverständniserklärung, die in Anhang A zu finden ist, definiert. Die Probanden sollten gesund und beschwerdefrei, nicht jünger als 20 und älter als 50 Jahre sein.

### **7.2.8 Wahl der Ausschlusskriterien**

Aufgrund der Recherche für die vorliegende Studie wurden folgende Ausschlusskriterien definiert.

#### **7.2.8.1 Operationen:**

Brüggmann et al. (2010) beschrieben, dass intra-abdominale Adhäsionen in 50 % bis 100 % nach chirurgischen Eingriffen im Abdominalraum entstehen. Aus diesem Grund wurden Probanden, die sich

- Chirurgischen Eingriffen im Bereich des Abdomens
- Chirurgischer Entfernung von Organen
- Endo- oder Laparoskopischer Eingriffe

unterziehen mussten von der Studie ausgeschlossen.

Nach chirurgischen Eingriffen wurden fibrösen Veränderungen im Mesoneurium rund um Nerven (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 197) und Bindegewebsproliferationen infolge

durchtrennter Bänder, welche die Dura mater oder die Duraltaschen beeinflussen können (Butler, 1998, S. 387) beobachtet. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Einschränkung der Beweglichkeit von Nerven nach Operationen durch fibröse Veränderungen gezeigt werden (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 195). Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden Probanden mit chirurgischen Eingriffen (egal welcher Art) an der Wirbelsäule ausgeschlossen.

Gewebeverletzungen führen zu Verklebungen, der Ausbildung von Adhäsionen und Fibrose (Langevin & Shermann, 2007). Verdichtungen und der Verlust der flexiblen, funktionellen Architektur entstehen innerhalb der Kollagenfaserschichten (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 176). Die mechanischen Eigenschaften und die Verschiebefähigkeit des lockeren Bindegewebes werden durch Fibrosierungen verändert (von Heymann & Stecco, 2016). Aufgrund dieser Tatsachen wurden Probanden mit Hüft- oder Kniegelenktotalendoprothesen aus der Studie ausgeschlossen.

### **7.2.8.2 Entzündliche Erkrankungen**

Verklebungen, die die Beweglichkeit beeinflussen, können auch im Rahmen einer entzündlichen Krankheit entstehen (Guimberteau & Armstrong, 2016, S. 172), weshalb akute Entzündungs- und Infektionsprozesse, sowie chronisch entzündliche Erkrankungen ebenfalls zu den Ausschlusskriterien zählen. Laut Liem et al. (2005, S. 75) zählen sie auch zu den absoluten Kontraindikationen für viszerale Behandlungstechniken und laut Butler (Butler, 1998, S. 163) sind sie ebenfalls unter Kontraindikationen gelistet.

### **7.2.8.3 Diabetes**

Probanden mit Diabetes wurden ebenfalls aus der Studie ausgeschlossen. Einerseits aufgrund des vaskulären Risikos (Croibier, 2006, S. 37) und andererseits aufgrund der durch erhöhte Glykämieproduktion hervorgerufene Verdichtung des Kollagengewebes (Duffin, Lam, Kidd, Chan, & Donaghue, 2002). Nach Butler (1998, S. 163) könnte das Nervensystem dadurch geschwächt sein.

### **7.2.8.4 Rückenlage**

Personen, welche die Rückenlage nicht einnehmen können wurden ausgeschlossen, da der SLR Test in dieser Position für die Studie ausgewählt worden war.

### **7.2.8.5 Schwangerschaft**

Das Becken wurde mit einem Manualgurt fixiert. Bei fortgeschrittenen Schwangerschaften wäre dies nicht mehr möglich gewesen.

Des Weiteren könnte aufgrund der Schwangerschaft eine intrahepatische Cholestase vorliegen (Barral, 2018, S. 186).

### **7.2.8.6 Verkürzte Muskulatur**

Um den Manualgurte am linken Bein anbringen zu können, ohne dass eine Mitbewegung des Beckens stattfindet, darf keine Verkürzung des M. Iliopsoas links vorliegen. Breig und Troup (1979) zeigten, dass unkontrollierte Hüftrotation die Wiederholbarkeit des SLR Tests herabsetzt.

Eine nicht verkürzte ischiocrurale Muskulatur rechts ist für die freie Beweglichkeit des zu testenden rechten Beins wichtig.

### **7.2.8.7 Alkoholkonsum**

Laut Dr. Christoph Balzer ist bei Frauen ein Alkoholkonsum von rund zehn Gramm Alkohol pro Tag (0,25 Liter Bier oder ein Achtel Liter Wein) für eine gesunde Leber unbedenklich und Männer können bei unbeschädigter Leber bis zu 20 Gramm Alkohol pro Tag zu sich nehmen (2011). Aufgrund dieser Angaben wurde regelmäßiger Alkoholkonsum von mehr als einem halben Liter mehrmals pro Woche als Ausschlusskriterium festgelegt.

### **7.2.8.8 Stoffwechselerkrankungen der Leber**

Da die Leber Stoffwechselaufgaben übernimmt (Helsmoortel, Hirth, & Wühl, 2002, S. 216; Hebgen & Langer, 2013, S. 224) und nur gesunde Probanden in die Studie aufgenommen wurden, fallen Stoffwechselerkrankungen der Leber unter die Ausschlusskriterien.

### **7.2.8.9 Kontraindikationen für viszerale Techniken**

Rechtsherzinsuffizienz stellt laut Crobier (2006, S. 37) eine Kontraindikation für entstauende Lebertechniken dar. Akute Entzündungs- oder Infektionsprozesse und chronisch entzündliche Erkrankungen fallen nach Liem et al. (2005, S. 75) unter absolute Kontraindikationen für viszerale Techniken.

## **7.2.9 Probanden-Akquirierung**

Es fand kein Rekrutierungsprozess über Zeitungen, Flyer oder Internetauftritt statt. Die Probanden für die vorliegende Studie wurden im Bekanntenkreis und unter schmerzfreien Ex-Patienten der Autorin akquiriert.

Die Akquirierung der Altersklassen zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr und zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr gestaltete sich problemlos. Die Abfrage der Ein- und Ausschlusskriterien erfolgte telefonisch. Die Muskelverkürzungstests für die ischiocrurale Muskulatur und für den M. Iliopsoas wurden bei der Übergabe der Einverständniserklärung durchgeführt.

Einzig in der Altersklasse zwischen 20. und 30. Lebensjahr konnten anfänglich nicht genug Probanden gefunden werden. Dieses Problem konnte gelöst werden, indem auf einem Konzert im Jugendkulturhaus „Röda“ in Steyr Probanden zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr rekrutiert wurden. Dafür wurde die Autorin von einem Angestellten des Kulturhauses mit in Frage kommenden Personen bekannt gemacht. Der Ablauf der Studie wurde erklärt. Bei einer Zusage zur Studienteilnahme wurden Ein- und Ausschlusskriterien mündlich abgeklärt, die Telefonnummern ausgetauscht und die Einverständniserklärung übergeben. In einem Nebenraum stand eine mobile Therapieliege bereit und dort wurden die Muskeldehntests für die ischiocrurale Muskulatur und den M. iliopsoas durchgeführt. Wenn keine Verkürzung vorlag, wurde vereinbart, dass sich die Autorin bei den Probanden nach der Randomisierung für die Terminvereinbarung meldet.

Aufgrund der Tatsache, dass der Rekrutierungsprozess im Bekannten- und Ex-Patientenkreis der Autorin stattgefunden hat und dass es sich bei den Probanden um Bekannte und schmerzfreie Ex-Patienten der Autorin gehandelt hat, darf die Möglichkeit des „Gefallen-Wollens“ der Probanden gegenüber der Autorin nicht außer Acht gelassen werden (Mangold, 2013, S. 77).

Die Probanden-Akquirierung fand im Zeitraum Februar und März 2018 statt, wobei im April 2018 die Einverständniserklärungen übergeben und dabei die Muskelverkürzungstests bei jenen Probanden, bei denen sie noch nicht durchgeführt worden waren, getestet wurden.

### **7.2.10 Wahl der Messparameter**

In der Literatur (Schädler, 2013) werden verschiedene Messparameter für den SLR Test beschrieben: wie Dehnungsempfinden und maximaler Schmerz. Aus persönlichem Interesse der Autorin wurden die Messparameter erstes Ziehen/Widerstand und schmerzhafter Stopp gewählt. Das Ziel war es, zu überprüfen ob sich nicht nur der Stopp für das erste Ziehen/Widerstand, sondern auch die schmerzhafteste Endstellung für den Test durch die Leberpumpe verändern lässt.

### **7.2.11 Randomisierung**

Die Randomisierung der Probanden fand im Mai 2018 statt. Es wurde eine Gleichverteilung beider Gruppen unter der Berücksichtigung der Parameter Geschlecht und Altersklasse angestrebt. Aufgrund der überschaubaren Probandenzahl wurde die Blockrandomisierung mittels Losentscheid gewählt (siehe 4.5). Die Randomisierung erfolgte „außer Haus“ und wurde von einer nicht an der Studie beteiligten Person durchgeführt.

Die Blockrandomisierung wurde aus persönlichem Interesse der Autorin gewählt. Es sollte zusätzlich zum Bewegungsausmaß untersucht werden, ob dieses altersabhängig ist. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass die biomechanischen Eigenschaften von Bindegewebe vom Alter abhängig sind (Smalls, Wickett, & Visscher, 2006).

### **7.2.12 Erhebungszeitraum**

Im Juni und Juli 2018 wurden von Montag bis Freitag jeweils zwei Probanden um 14:00 Uhr in die Praxis Schönauerstrasse 7 in Steyr bestellt. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass für alle Probanden die Ausgangssituation (Biorhythmus) möglichst gleich war und ein möglicher Einfluss der Tageszeit auf das Bewegungsausmaß reduziert wurde (Moog & von Piekartz, 2004) (siehe 4.8.2).

Dieser Zeitraum wurde gewählt, da die Messperson (ein bekannter Lehrer der Autorin) in diesem Zeitraum Ferien hatte. Weiters standen in diesem Zeitraum auch zwei nebeneinander liegende Behandlungsräume in der Praxis zur Verfügung.

### **7.2.13 Messvorgang**

Die Datenerhebung und Intervention bzw. Nicht-Intervention erfolgte in beiden Gruppen nach dem ausgearbeiteten Schema (siehe 4.8.2). Die ausgefüllte Einverständniserklärung (siehe Anhang A) wurde von den Probanden beim Eintreffen in der Praxis abgegeben.

Auf eine Blindierung der Messperson wäre bei einer Wiederholung der Studie zu achten. Colditz et al. (1989) weisen darauf hin, dass eine mangelnde Blindierung das Ergebnis einer neuen Intervention statistisch verbessern kann. Deshalb sind die Ergebnisse dieser Studie kritisch zu betrachten.

Bei einer neuerlichen Durchführung dieser Studie wäre zu überlegen, ob nach 24 Stunden oder nach einer Woche ein erneuter Retest des SLRs durchgeführt werden könnte, um einen eventuellen Langzeit Effekt zu messen. Osteopathische Techniken zielen nicht auf eine kurzfristige Wirkung ab, sondern werden angewendet um die Selbstheilung und Selbstregulation im Körper anzuregen. Aus diesem Gesichtspunkt wäre ein Retest von Interesse.

### **7.2.14 Diskussion der gewählten statistischen Methoden**

Aufgrund der Abweichung der Messwertverteilungen von der Normalverteilung wurden verteilungsunabhängige statistische Verfahren (U-Test nach Wilcoxon, Mann und Whitney und Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest) angewandt, die (zumindest bei Normalverteilung) eine geringere Trennschärfe aufweisen als verteilungsabhängige Tests. Bei der Berechnung

der Power wurde dem Rechnung getragen, indem die minimum asymptotic relative efficiency berücksichtigt wurde, weshalb die berechnete Power als „worst case“ interpretiert werden kann.

Die Auswertung der drei einzelnen Altersgruppen beruht auf einer Probandenzahl von jeweils  $n = 7$ . Aufgrund dieser niedrigen Probandenanzahl besteht eine erhöhte Gefahr von Zufallsbeeinflussungen der Testergebnisse und der deskriptiven Kennwerte, die daher vom realen Ausmaß in der Grundgesamtheit abweichen können. Insgesamt zeigt sich aber für die drei Gruppen ein einheitliches Bild, sodass die Grundaussage, dass in allen drei Altersstufen signifikante Veränderungen auftreten, als Basis für weitere Untersuchungen dienen kann.

### **7.2.15 Verbesserungsvorschläge für die Methodik**

Erwartungshaltungen der Patienten und Therapeuten können sich in beide Richtungen – zugunsten oder zuungunsten einer neuen Intervention – auf das Ergebnis auswirken (Mangold, 2013, S. 77). Colditz, et al. (1989) wiesen nach, dass eine mangelnde Verblindung die neue Intervention statistisch besser abschneiden lässt als eine Doppelblindierung. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollten unter diesem Gesichtspunkt kritisch betrachtet werden.

Beim Studienablauf wurde zu wenig Wert auf eine Blindierung der Probanden und Messpersonen gelegt. Letztere wurde zwar vor Beginn der Studiendurchführung sehr deutlich darauf hingewiesen, darauf zu achten, unbeeinflusst von Sympathie oder Gruppenzugehörigkeit zu messen, um die Messergebnisse nicht zu verfälschen. Formal wäre aber retrospektiv ein anderes Messsetting, das eine Verblindung der Messperson gewährleistet, günstiger gewesen. Dazu wäre es nötig gewesen, dass die Messperson nach der ersten Messung den Raum verlässt und sich in einen verschlossenen Raum begibt. Dort wartet sie, bis entweder die Interventions- oder Ruhezeit vorbei ist und misst danach erneut. In der vorliegenden Studie hätte dies bedeutet, dass ein Beobachter für die Kontrollgruppe nötig gewesen wäre, der sicherstellt, dass sich die Probanden in der fünfminütigen Ruhephase nicht bewegen. Bei einer neuerlichen Durchführung der Studie wäre eine Blindierung der Messperson wünschenswert um auch eine unterbewusste Beeinflussung der Messergebnisse durch Kenntnis der Gruppenzugehörigkeit zu vermeiden.

Hinsichtlich der nicht erfolgten Blindierung der Probanden sollte in einem nächsten Schritt untersucht werden, wie weit sich die Auswirkung der Leberpumpe auf den SLR von einer durch eine Placebotechnik erreichten Veränderung unterscheidet. Dazu könnten verschiedene Arten der Placebobehandlung zur Anwendung kommen. Hier wäre das Auflegen der Hände über der Leber denkbar.

Im Ausblick (siehe 8.3) wird ein Druckmesshandschuh beschrieben. Dieser könnte bei der Interventionsgruppe zum Einsatz kommen, um die Kilopond, mit der die Leberpumpe ausgeführt wird zu standardisieren. Ebenso könnte sie in der Kontrollgruppe angewandt werden, um sicherzugehen, dass die Hände nur aufgelegt werden und keine Kraft ausgeübt wird.

## **7.2.16 Diskussion der Validität der vorliegenden Studie**

Im Buch Evidenzbasiertes Arbeiten in der Physio- und Ergotherapie (Mangold, 2013, S. 219-227) finden sich Leitfragen, die zur Beurteilung der wissenschaftlichen Qualität bzw. Validität von Wirksamkeitsstudien herangezogen werden können.

Folgende Checkliste wird als Beurteilungskriterium einer Studie vorgeschlagen und bereits für die physiotherapeutische Datenbank PEDro angewandt:

- Wurden passende Kriterien für den Einschluss der Versuchspersonen in die Studie spezifiziert?
- Wurden die Versuchspersonen randomisiert?
- Wurde die Zuteilung geheim gehalten?
- Gab es klar definierte Vergleichsgruppen, die ausreichend ähnlich waren?
- Waren alle Versuchspersonen verblindet?
- Waren alle Therapeuten, welche die Therapie durchführen verblindet?
- Waren alle Tester, welche mindestens eine Schlüsselgröße erfassen, verblindet?
- Wurden Messergebnisse von mindestens einer Schlüsselgröße von mehr als 85 % der Versuchspersonen erhalten, welche ursprünglich den Gruppen zugeteilt waren?
- Erhielten alle Versuchspersonen, für welche Messergebnisse der Zielgrößen vorlagen, die Behandlung bzw. die Kontrollbedingung, so wie sie zugeteilt wurde?
- Wurden adäquate statistische Tests zur Auswertung genommen?
- Gibt die Studie für mindestens eine Schlüsselgröße sowohl die punktuellen Werte als auch deren Streuungen an?

(Mangold, 2013, S.226-227).

Die Kriterien werden jeweils mit „ja“ oder „nein“ beurteilt. Jedes „ja“ erhält mit Ausnahme des ersten Kriteriums einen Punkt, d. h. maximal können 10 Punkte erreicht werden. Die Zuverlässigkeit der Bewertung in PEDro wurde in einer wissenschaftlichen Studie überprüft und als akzeptabel beurteilt (Mangold, 2013, S. 226-227).

Anhand dieser vorgeschlagenen Checkliste ist zu erkennen, dass in der vorliegenden Studie die Blindierung der Versuchspersonen, der Messperson und der Therapeutin nicht stattfanden. Daraus kann geschlossen werden, dass eine mangelhafte interne Validität vorliegt, die sich auch auf die externe Validität auswirken kann. Die Einschränkungen der internen Validität

bestehen in der mangelnden Blindierung der Probanden und der Messperson. Aufgrund der Tatsache, dass die Probanden nicht blindiert waren, kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Placeboeffekt aufgrund des „Gefallen-wollens“ der Therapeutin eingetreten sein könnte.

Aufgrund der Höhe des Effekts der Leberpumpe (siehe Kapitel 6) verglichen mit einer fehlenden Behandlung ist das Vorliegen eines signifikanten Effekts, wie aus den Ergebnissen dieser Studie hervorgeht, wahrscheinlich, kann aber wegen der methodischen Fehler nicht als sicher angenommen werden.

## **7.3 Diskussion der Ergebnisse**

Hertzog (2008) empfiehlt für Pilotstudien zur Untersuchung der Effizienz einer Intervention innerhalb einer Gruppe bei einer Annahme von moderater oder höherer Effektstärke eine Stichprobengröße von 20 – 25 pro Gruppe.

Es wurden pro Gruppe 21 Probanden in die Studie aufgenommen und deren Daten statistisch ausgewertet. Eine größere Menge an Probanden würde eine verbesserte Relevanz der Ergebnisse in Hinsicht auf die statistische Aussagekraft bringen und wäre bei einer Wiederholung der Studie wünschenswert.

### **7.3.1 Gruppengröße und Geschlechterverteilung**

Die 42 akquirierten Probanden wurden mittels Blockrandomisierung der Interventions- bzw. Kontrollgruppe zugelost. Jede Gruppe umfasste 21 Probanden. Es wurden sowohl männliche als auch weibliche Probanden akquiriert, um eine möglichst große Aussagekraft für die Durchschnittsbevölkerung zu erhalten. Es nahmen jeweils 21 Frauen und Männer an der Studie teil, wobei sich die Verteilung wie folgt ergab: Die Kontrollgruppe umfasste elf männliche und zehn weibliche Probanden. In der Interventionsgruppe befanden sich zehn männliche und elf weibliche Personen.

### **7.3.2 Homogenität der Gruppen**

In der Masterthese von Mügge (2015) in der ebenfalls der SLR Test als Messinstrument zum Einsatz kam, wurde gezeigt, dass weder das Level der sportlichen Aktivität noch der Body Mass Index relevanten Einfluss auf die biomechanischen Eigenschaften des Bindegewebes hatten, wie von Smalls et al. (2006) beobachtet wurde.

Die für diese Studie akquirierten Probanden wurden aus diesem Grund nicht extra auf Homogenität hinsichtlich körperlicher Merkmale (BMI, Sportlichkeit) untersucht. Es handelte sich jedoch weitgehend um sportlich aktive, schlanke Probanden.

### **7.3.3 Null-Hypothese**

Im Kapitel 6 finden sich die Resultate der statistischen Auswertungen und die Antwort auf die Forschungsfrage.

Als Null-Hypothese wurde definiert: Die manuelle Leberpumptechnik hat keinen Einfluss auf die Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen und führt zu keiner Veränderung des passiven SLR-Tests.

Aufgrund der statistischen Ergebnisse die eine signifikante Veränderung des Bewegungsausmaßes in der Interventionsgruppe bei beiden Messparametern zeigt, ist die Null-Hypothese abzulehnen.

### **7.3.4 Alternativ-Hypothese**

Die Alternativ-Hypothese lautet: Die manuelle Leberpumptechnik hat Einfluss auf die Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen und führt zu einer Veränderung des passiven SLR Tests.

Es konnte eine statistisch signifikante Veränderung der Messparameter erstes Ziehen/Widerstand ( $p < 0,0001$ ) und schmerzhafter Stopp ( $p < 0,0001$ ) mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rangsummentest in der Interventionsgruppe nachgewiesen werden.

Diese Ergebnisse führten zur Annahme der Alternativhypothese und zeigt, dass die manuelle Leberpumpe Einfluss auf die nervalen Strukturen hat und zu einer Veränderung (genauer zu einer Vergrößerung des Bewegungsausmaßes) des passiven SLR Tests führt. Diese Veränderung kann sowohl beim ersten Ziehen/Widerstand und beim schmerzhaften Stopp beobachtet werden. Das Ziel der Studie, zu zeigen ob eine Leberpumpe Auswirkungen auf das Ausmaß des SLRs hat, konnte erreicht werden.

#### **7.3.4.1 Ausgangswerte Interventions- und Kontrollgruppe**

Die beiden Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant in den Ausgangswerten für das erste Ziehen/Widerstand ( $p = 0,89$ ) und für den schmerzhaften Stopp ( $p = 0,39$ ) mit dem U-Test nach Wilcoxon, Man und Whitney.

Diese Tatsache könnte darauf hindeuten, dass der Hinweis für die Messperson, sehr deutlich darauf zu achten unbeeinflusst von Sympathie oder Gruppenzugehörigkeit zu messen, ernst genommen wurde.

#### **7.3.4.2 Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand**

Nur in der Interventionsgruppe treten ausgeprägte Veränderungen zwischen der Anfangs- und Endmessung auf. Stellt man diese Differenzwerte in den beiden Gruppen gegenüber, so zeigt

sich, dass es in der Interventionsgruppe ausschließlich Erhöhungen des Bewegungsausmaßes gab. Der Wertebereich lag zwischen  $+10^\circ$  und  $+30^\circ$ . Dies belegt, dass es durch die Leberpumpe zu einer veränderten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen kommt.

Die Autorin war selbst überrascht, dass es bei einigen Probanden zu einer Vergrößerung des Bewegungsausmaßes von bis zu  $+30^\circ$  kam.

In der Kontrollgruppe hingegen ist bei mehr als 50 % der Probanden eine Verringerung des Bewegungsausmaßes zu beobachten. Dies könnte ev. mit der aufgestellten Hypothese 3 Venöses System (siehe 2.3) zusammenhängen und wird in der Diskussion der Hypothesen (siehe 7.5) weiter ausgeführt.

#### **7.3.4.3 Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp**

In der Interventionsgruppe kommt es wie schon beim ersten Ziehen/Widerstand zu einer Vergrößerung des Bewegungsausmaßes, auch wenn dieses weniger stark ausgeprägt ist. Der Wertebereich liegt zwischen  $+4^\circ$  und  $+20^\circ$ .

In der Kontrollgruppe kam es bei mehr als 75 % der Probanden zu einer Verringerung des Bewegungsausmaßes. Der Wertebereich liegt hier bei  $-10^\circ$  und  $+3^\circ$ . Dies könnte wie beim Messpunkt erstes Ziehen/Widerstand mit dem venösen System zusammenhängen (siehe 2.3 und 7.5).

#### **7.3.4.4 Veränderungen der Beweglichkeit bei Probanden unterschiedlichen Alters**

Wie unter Punkt 6.3 zu erkennen ist, nimmt die Beweglichkeit in der Interventionsgruppe unabhängig von der Altersgruppe stärker als in der Kontrollgruppe zu. Dieses Phänomen ist bei beiden Messparametern, erstes Ziehen/Widerstand und schmerzhafter Stopp in allen drei Altersgruppen zu beobachten und signifikant.

Dieses Ergebnis sieht die Autorin als Bestätigung, dass es gut war geschichtet zu randomisieren. Es zeigt, dass die Erhöhung des Bewegungsausmaßes über den gesamten Altersbereich dasselbe ist. Aufgrund der geringen Probandenzahl in den einzelnen Altersgruppen (jeweils 7 Probanden pro Altersgruppe) darf das Ergebnis nicht verallgemeinert werden.

## 7.4 Mögliche Änderungen des Studiendesigns

Bei einer neuerlichen Durchführung der Studie sollte, um die interne und externe Validität zu verbessern, auf folgende Punkte geachtet werden:

- Die Rekrutierung sollte nicht im Bekannten- oder Ex-Patientenkreis des Studienleiters erfolgen, um so den Effekt des „Gefallen-Wollens“ auszuschließen.
- Eine höhere Probandenzahl wäre für die statistische Auswertung wünschenswert gewesen (siehe 7.2.14).
- Eine Verblindung der Messperson und der Probanden wäre zu empfehlen (siehe 7.2.15).
- Verwendung einer Druckmesshandschuhs (siehe 8.3) um die Kraft der Leberpumpe bzw. des Placebobehandlung zu kontrollieren und zu standardisieren.
- Durch den Einsatz mehrerer Osteopathen könnte festgestellt werden, ob sich das Ergebnis auch dann reproduzieren lässt und dadurch könnte auch der Effekt des „Gefallen-Wollens“ minimiert werden.
- Eine erneute Messung des SLR Tests nach 24 Stunden oder einer Woche um mögliche Langzeitwirkungen zu erfassen.

## 7.5 Diskussion der Hypothesen

Im nachfolgenden Teil der Diskussion versucht die Autorin die aufgestellten Hypothesen nach ihrer Wahrscheinlichkeit einzustufen. Dies geschieht allein aus der Erfahrung der Autorin mit dieser Technik.

### 7.5.1 Venöses System und Dura mater

Am wahrscheinlichsten eingestuft wird die Wirkung der Leberpumpe über das Venöse System (2.3) im Zusammenhang mit der Dura mater (2.4) und deren Verbindung zum Truncus sympathicus. Es konnte gezeigt werden, dass sich der sympathische Grenzstrang während des SLR-Tests spannt bzw. dehnt (siehe 2.4).

Die Studie von Pott und Haermeyer (2009) (siehe 2.6.1) konnte einen signifikanten Effekt von entstauenden Lebertechniken auf die venöse Flussgeschwindigkeit der Vena hepatica dextra und Vena hepatica media zeigen.

Die Autorin nahm per E-Mail auch Kontakt mit Jean-Pierre Barral auf und erhielt folgende Antwort (freie Übersetzung der Autorin):

Für mich ist die Leber ein wichtiges Organ in Bezug auf die vielfachen Effekte, die sie auf die unterschiedlichen Gelenke haben kann. Der N. Ischiadicus wird von

verschiedenen lumbosacralen Stämmen gebildet, die durch die Foramen intervertebrale verlaufen. Diese Wurzeln sind durch die Lig./Opercula von Forestier geschützt, die auch mit der Dura und den Venengeflechten verbunden sind. Die eine Art Stoßdämpfer bei jeder Art von Nervendehnung bilden. Wenn es ein Leberproblem gibt, haben wir eine Verstopfung des Venplexus, der die Nervenwurzel zusammendrückt und die Nervi nervorum des N. Ischiadicus überreizt. Arbeiten an der Leber verringert den intrahepatischen und venolymphatischen Druck, wodurch der SLR Test verbessert werden kann. Meiner Ansicht nach ist es nicht die fasziale Verbindung, die die Verbesserung des SLR Tests erklärt, sondern die Wirkung des Lymph- und Venensystems. Die Leber ist ein großer Blutspeicher – ungefähr 900 g Blut, das zu 75 % aus venösem Blut besteht. Sie bildet auch täglich einen Liter Lymphe. Somit ist es die Verminderung der venösen, die Nerven umgebenden Spannungen und die Verringerung des Drucks auf den Nerv, die für die Verbesserung des Tests verantwortlich sind. (Barral, Réponse, 2019)

Für die Verringerung des Bewegungsausmaßes in der Kontrollgruppe könnte das venöse System ebenfalls eine Erklärung sein: Durch die fehlende Pumpwirkung in der Ruheposition könnte der venöse Rückstrom verlangsamt worden und deshalb das Bewegungsausmaß gesunken sein.

## 7.5.2 Fasziales System

Der Einfluss der Faszien darf aber auch nicht außer Acht gelassen werden, sowohl aus anatomischer, als auch aus histologischer und mechanischer Sicht.

Die Fascia iliaca umhüllt den M. psoas und hat auch einen Ansatz an der Psoasarkade. In der Faszie des M. psoas finden sich die Nervenbündel des Beins (siehe 2.2.2) (Paoletti, 2011, S. 26).

Das Zwerchfell, das in enger Beziehung zu Leber und Leberkapsel steht (siehe 2.1.2.2) setzt mit seinem lumbalen Anteil an den Bandscheiben von L1 bis L3 links und L3 und L4 rechts an (siehe 2.1.1.2). Auf Höhe von L1 bildet das Zwerchfell über die Psoas- und Quadratusarkade Verbindungen zum M. psoas und M. quadratus lumborum (Liem, Tozzi, & Chila, 2017, S. 180) und könnte so Einfluss auf den lumbosacralen Plexus haben.

Die Verfasserin nahm im Zuge der Recherchen Kontakt mit Gil Hedley, dem Produzenten von „The integral Anatomy Series“ auf. Es folgte E-Mail Kontakt (Hedley, 2018) und auf die Frage, ob die fasziale Verbindung zwischen Zwerchfell, Leber und lumbosacralen Plexus eine Rolle spielen könnte, bekam die Autorin folgende Antwort (freie Übersetzung der Autorin):

Folgendes kann ich mit Sicherheit sagen: Alles ist mit allem verbunden. Ausgehend vom Embryo kann dies nichts als die Wahrheit sein. Natürlich haben einige Verbindungen einen direkteren und nachweisbareren mechanischen Hebel als andere. Die Fähigkeit dieser Technik, das beschriebene Ergebnis zu erzielen, kann tatsächlich in dem von ihnen beschriebenen Pfad verwurzelt sein. (Hedley, 2018)

In einer Studie von Stecco et al. (2017) wurde nachgewiesen, dass die Leberfaszie sowohl myelinisierte als auch nicht myelinisierte Fasern aufweist.

Die in vivo Studien von Guimerteau und Armstrong (2016) zeigten, dass das bindegewebige Netzwerk im Körper Kontinuität aufweist und sich bis in den hintersten Winkel des Körpers erstreckt (siehe 2.2.4). Die Länge der Fibrillen konnte noch nicht gemessen werden (Guimerteau & Armstrong, 2016, S. 92-93) (siehe 2.2.5), weshalb die Autorin annimmt, dass Gewebekontinuität zwischen Leberkapsel, Zwerchfell und lumbosacralen Plexus existiert. Falls dies nicht der Fall sein sollte, besteht die Möglichkeit über eine indirekte fasziale Beteiligung an der Wirkung der Leberpumpe. Da alle Nerven, Arterien, Venen und Lymphbahnen das Gerüst aus multifibrillären und multimikrovakuolären Strukturen für ihre Anordnung nutzen (Siehe 2.2.5) und der Blutkreislauf und das Nervensystem integrale Bestandteile des fibrillären Netzwerks sind (Guimerteau & Armstrong, 2016, S. 135). Die gefundenen in-vivo Studien (siehe 2.2.9) deuten ebenfalls auf fasziale Gewebekontinuität hin. Paoletti (2011, S. 149) beschreibt Anastomosen zwischen N. phrenicus und N. vagus, die nach Meinung der Autorin auch zu einem vergrößerten Bewegungsausmaß in der Interventionsgruppe beigetragen haben können, wenn es zu einer Steigerung des Vago-Tonus durch die Leberpumpe gekommen ist.

Es könnte durch die Leberpumpe ev. zu einem veränderten Gleitverhalten zwischen den Schichten kommen (siehe 2.2.5) und dies könnte zu besserer Beweglichkeit führen. In Studien konnte die Kraftübertragung durch Haut und Fett auf die Faszie beobachtet werden.

Schleip (2004) (siehe 2.2.6) konnte zeigen, dass Faszien Mechanorezeptoren enthalten und diese auf Dehnung reagieren und eine Senkung der Sympathikus Aktivität möglich ist. Wenn die Leberpumpe zu einer Dehnung der faszialen Strukturen führt und dadurch die Sympathikus Aktivität gesenkt wird, ist das vergrößerte Bewegungsausmaß in der Interventionsgruppe ev. durch eine erhöhte Parasympathicusantwort zu erklären.

Weitere Faktoren, die über die Faszie eine Senkung des Sympathico-Tonus erklären könnten, sind nach Meinung der Autorin folgende: Die freien Nervenenden sind die am häufigsten vorkommenden Mechanorezeptoren in den Faszien (Schleip, 2004, S.14) (siehe 2.2.6). Diese freien Nervenenden dürften als Antennen des vegetativen Nervensystems genutzt werden.

Somit könnte auf das vegetative Nervensystem direkt über Stimulation von Faszien Einfluss genommen werden (Schleip, 2004, S. 16) (siehe 2.2.7).

### **7.5.3 Biotensegrity**

Das Modell der Biotensegrity scheint ein gutes Arbeitsmodell zum Verständnis lebendiger Strukturen zu sein (siehe 2.5). In einem neuen alternativen Modell werden neben Seilen und Stäben auch flächige Membranen als Spannungsübertragungselemente verwendet. Wird das Zwerchfell als Membran betrachtet scheint es möglich, dass Techniken an Organen die caudal daran befestigt sind, weiter entfernt Auswirkungen haben. Eine linear gedachte Kraftübertragung wird selten der Dynamik im Körper gerecht (Mayer & Standen, 2017, S. 133). Betrachtet man die Faszie als Teil des Biotensegrity-Modells so scheinen in-vivo Studien zur Kraftübertragung (vgl. 2.2.9) diese These zu bekräftigen.

### **7.5.4 Embryologie**

Nach Kia (2013, S. 203) weiß man heute, dass Strukturen, die aus demselben Keimblatt hervorgehen, funktionell zusammenwirken. Aus dem Mesoderm stammen die Meningen (siehe 2.4), die Muskulatur und das Bindegewebe, ebenso Blut- und Lymphgefäße (siehe 2.2.1). Aufgrund dieser Hypothese geht die Autorin davon aus, dass eine enge Verbindung zwischen dem Zwerchfell, den Faszien von M. psoas und den von der Dura umgebenen Nervenwurzeln des lumbosacralen Plexus besteht.

Die Leber und das Zwerchfell stammen zwar aus verschiedenen Keimblättern, vergleicht man jedoch die embryonale Entwicklung (siehe 2.1.2.1 und 2.1.1.1) so kann man einen engen Zusammenhang erkennen. Diese Überlegungen trugen zur Hypothesenbildung, dass die Leber über das Zwerchfell Verbindungen zum lumbosacralen Plexus und eine Leberpumpe Auswirkungen auf die Gleitfähigkeit der neuralen Strukturen haben kann, bei. Nach Ansicht der Autorin ist dieser Hypothese die geringste Gewichtung beizumessen.

## **7.6 Diskussion der osteopathischen Relevanz**

Der Physiker und Nobelpreisträger Max Planck prägte den Satz: „Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen“ (Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, 2018). Diese Aussage interpretiert die Autorin so, dass es notwendig ist, sich theoretisches Wissen anzueignen, um es dann in die Praxis umsetzen zu können. Mit dem Beleuchten der verschiedenen Hypothesen wurde versucht, das bereits durch die Osteopathieausbildung erworbene Wissen, noch zu vertiefen.

Während der Grundausbildung der Osteopathie wurde von verschiedenen Vortragenden immer wieder die Wichtigkeit von Grundlagenforschung im Bereich der Osteopathie betont.

Wie schon in Kapitel 1 erwähnt, stuft die Autorin ihre Arbeit als Grundlagenstudie ein. Es sollte eine Basis für weitere Studien in diesem Bereich geschaffen werden (siehe Ausblick).

Ein weiteres Ziel der Studie war es, abzuklären, ob der SLR Test als relevanter Test und Re-Test einer viszeralen Technik herangezogen werden könnte. Dadurch könnte Patienten in der täglichen Praxis die Wirksamkeit von viszeralen Techniken sofort veranschaulicht werden. Dieses Ziel wurde mit der vorliegenden Studie erreicht.

In der heutigen Zeit, wo für jede Intervention Beweise für ihre Wirksamkeit verlangt werden (persönliche Meinung der Verfasserin), könnte die Studie auch dazu dienen, eine Grundlage für die „Beweisführung“ osteopathischer Techniken zu liefern. In der interdisziplinären Zusammenarbeit mit Ärzten könnte es auch von Vorteil sein, „messbare“ Daten für osteopathische Techniken vorweisen zu können.

Als relevante Grenze ist es allerdings wichtig zu bedenken, dass im Falle der Osteopathie selten ausschließlich eine einzelne Technik in der Praxis zur Anwendung kommt. Somit kann es sinnvoll sein, auch Kombinationen von Techniken in die Grundlagenforschung einzuschließen.

## 8 Konklusion

In dem hier folgenden Kapitel wird die These nochmals kurz zusammengefasst, Schlussfolgerungen gezogen und abschließend ein Ausblick geboten.

### 8.1 Zusammenfassung

In dieser Studie wurde untersucht, ob eine fünfminütige Leberpumpe an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, gemessen mittels passivem SLR Test führt. Es wurden jeweils 21 Probanden zwischen dem 20. und 49. Lebensjahr in die Interventions- und Kontrollgruppe eingeteilt. Diese Einteilung erfolgte randomisiert, von einer nicht an der Studie beteiligten dritten Person. Dabei wurde eine Gleichverteilung beider Gruppen angestrebt. Bei beiden Gruppen wurde das Bewegungsausmaß zu Beginn und Ende von einer nicht an der Studie beteiligten, nicht blindierten Person gemessen. Es wurden jeweils das erste Ziehen/der erste Widerstand und der schmerzhafte Stopp notiert. Die Interventionsgruppe erhielt eine fünfminütige Leberpumpe, die Kontrollgruppe wurde angewiesen fünf Minuten möglichst reglos bei Entspannungsmusik liegen zu bleiben. Nach Abschluss der fünf Minuten wurde das Bewegungsausmaß nochmals gemessen.

In der Interventionsgruppe konnte sowohl beim ersten Ziehen/beim ersten Widerstand und beim schmerzhaften Stopp eine signifikante Erhöhung des Bewegungsausmaßes festgestellt werden. Der Unterschied beim ersten Ziehen ist laut Wilcoxon-Vorzeichen Rangsummentest signifikant ( $V = 0$ ,  $p < 0,0001$ ). Die Effektstärke beträgt  $d_z = 3,10$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung, und einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  post hoc konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P = 1$ . Der Unterschied beim schmerzhaften Stopp ist laut Wilcoxon-Vorzeichen Rangsummentest ebenfalls signifikant ( $V = 0$ ,  $p < 0,0001$ ). Die Effektstärke beträgt  $d_z = 2,00$  und die damit unter der Annahme einer zweiseitigen Fragestellung und einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  post-hoc konservativ berechnete Power (minimum asymptotic relative efficiency)  $P = 1$ .

In der Kontrollgruppe ist nur eine geringfügige Veränderung zu erkennen. Bei mehr als 50 % der Probanden konnte eine Verringerung des Bewegungsausmaßes bis zum ersten Ziehen festgestellt werden. Bei der Messung bis zum schmerzhaften Stopp konnte diese Verringerung bei mehr als 75 % der Probanden beobachtet werden.

## 8.2 Schlussfolgerung

Aufgrund der Ergebnisse konnte klar festgestellt werden, dass die Leberpumpe einen Effekt auf die nervalen Strukturen gemessen mittels SLR Test hat. Der SLR kann somit als Anfangs- und Retest bei einer Leberpumpe eingesetzt werden, um den Patienten die Wirkweise dieser viszeralen Technik zu veranschaulichen.

## 8.3 Ausblick

Bei einer Wiederholung der Studie wären folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- Überprüfung des Langzeiteffekts: In dieser Studie wurde lediglich der Kurzeiteffekt der Leberpumpe auf den SLR gemessen. Es kann nicht auf Langzeitwirkungen geschlossen werden. Aus Sicht der Autorin wären dafür weiterführende Studien nötig, bei denen nach 24 Stunden oder einer Woche oder sogar mehreren Wochen die Messung des SLRs wiederholt wird.
- Weitere mögliche Messparameter: Es wär sinnvoll den Effekt der Leberpumpe eingehender zu überprüfen, z. B. anhand der Leberwerte im Blut oder den venösen Rückfluss durch Dopplerultraschall. Veränderte Leberwerte nach einer Leberpumpe können laut Hörensagen vorkommen, die Autorin konnte jedoch keine evidenz basierte Studie dazu finden.
- Reliabilität des SLR Tests: Es konnte gezeigt werden, dass der SLR Test als Retest nach einer Leberpumpe reliabel ist. Weiter Studien an anderen Organen, die weiter vom Diaphragma entfernt sind, wären interessant.
- Kontrollmöglichkeit der Druckkraft während der Leberpumpe: Bei der Korrekturlesung der Arbeit durch einen Techniker kam die Frage einer direkten Druckmessungsmöglichkeit während der Behandlung auf. Recherchen durch den Techniker ergaben folgende Möglichkeiten: Die Firma Tiedemann Instruments GmbH & Co KG mit Sitz in Garmisch Partenkirchen ist Spezialist für Druckmessfolien und hat bereits einen Messhandschuh im Lieferprogramm. Die in diesem Handschuh, im Fingerbereich eingebrachten Folien können auch im Bereich des Handballens platziert werden und über ein Auswertungsprogramm könnte der Therapeut die Größe der Druckkraft auf einem PC direkt ablesen.

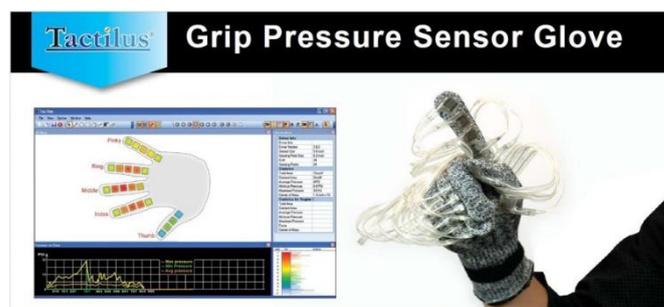


Abbildung 19 Messhandschuh - mit freundlicher Genehmigung der Firma Tiedemann Instruments GmbH

# Literaturverzeichnis

- Andrade, R., Lacourpaille, L., Freitas, S., McNaire, P., & Nordez, A. (2016). Effects of hip and head position on ankle range of motion, ankle passive torque, and passive gastrocnemius tension. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*(26), S. 41-47. doi:10.1111/sms.12406
- Aparicio, E., Quirante, L., Blanco, C., & Sendín, F. (2009). Immediate effects of the suboccipital muscle inhibition technique in subjects with short hamstring syndrome. doi:10.1016/j.jmpt.2009.03.006
- Barral, J.-P. (2018). *Manipulations viscérales avancées Approche neuroendocrine de l'abdomen*. Masson: Elsevier.
- Barral, J.-P. (11. Mai 2019). Réponse. Abgerufen am 11. Mai 2019 in den E-Mails
- Barral, J.-P., & Croibier, A. (2005). *Manipulation peripherer Nerven, Osteopathische Diagnostik und Therapie*. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag.
- Barral, J.-P., & Mercier, P. (2005). *Lehrbuch der Viszeralen Osteopathie* (Bd. 1). München: Urban & Fischer Verlag, Imprint der Elsevier GmbH.
- Benedetti, F., Carlino, E., & Pollo, A. (2011). How Placebos Change the Patient's Brain. *Neuropsychopharmacology* 36, S. 339-354. doi:10.1038/npp.2010.81
- Bommas-Ebert, U., Teubner, P., & Voß, R. (2011). *Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie* (3. Auflage Ausg.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Breig, A., & Troup, J. (Mai-Juni 1979). Biomechanical considerations in the straight-leg-raising test. Cadaveric and clinical studies of the effects of medial hip rotation. *Spine*, S. 242-50.
- Brüggmann, D., Tchartchian, G., Wallwiener, M., Münstedt, K., Tinneberg, H., & Hackethal, A. (2010). Intra-abdominal Adhesions Definition, Origin, Significance in Surgical Practice, and Treatment Options. *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(44), S. 769-75.
- Butler, D. (1998). *Mobilisation des Nervensystems*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

- Casser, H.-R., Hasenbring, M., Becker, A., & Baron, R. (2016). *Rückenschmerzen und Nackenschmerzen*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Chaudhry, H., Bukiet, B., Ji, Z., Stecco, A., & Findley, T. (2014). Deformations Experienced in the Human Skin, Adipose Tissue, and Fascia in Osteopathic Manipulative Medicine. *The Journal of the American Osteopathic Association, Vol. 114, 780-787*. doi:10.7556/jaoa.2014.152
- Chaudhry, H., Schleip, R., Ji, Z., Bukiet, B., Maney, M., & Findley, T. (2008). Three-Dimensional Mathematical Model for Deformation of Human Fasciae in Manual Therapy. *The Journal of the American Osteopathic Association, Vol. 108, 379-390*. Von <https://jaoa.org/article.aspx?articleid=2093620&resultClick=1> abgerufen
- Cho, S.-H., Kim, S.-H., & Park, D.-J. (2015). The comparison of the immediate effects of application of the suboccipital muscle inhibition and self-myofascial release techniques in the suboccipital region on short hamstring. doi:10.1589/jpts.27.195
- Colditz, G., Miller, J., & Mosteller, F. (1989). How study design affects outcomes in comparisons of therapy. I: Medical. *Stat Med, 8(4)*, S. 441-454. Abgerufen am 14. Mai 2019 von <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2727468>
- Croibier, A. (2006). *Diagnostik in der Osteopathie*. München: Urban & Fischer.
- Cruz-Montecinos, C., Cerda, M., Sanzana-Cuche, R., Martín-Martín, J., & Cuesta-Vargas, A. (2016). Ultrasound assessment of fascial connectivity in the lower limb during maximal cervical flexion: technical aspects and practical application of automatic tracking. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation, 8*. doi:10.1186/s13102-016-0043-z
- Cruz-Montecinos, C., González Blanche, A., López Sánchez, D., Cerda, M., Sanzan-Cuche, R., & Cuesta-Vargas, A. (2015). In vivo relationship between pelvis motion and deep fascia displacement of the medial gastrocnemius: anatomical and functional implications. *Journal of Anatomy, 227(5)*, S. 665-672. doi:10.1111/joa.12370
- de Coster, M., & Pollaris, A. (2001). *Viszerale Osteopathie*. Stuttgart: Hippokrates Verlag GmbH.
- de Morree, J. (2001). *Dynamik des menschlichen Bindegewebes*. München: Urban & Fischer Verlag.
- Dierlmeier, D. (2015). *Nervensystem in der Osteopathie Periphere Nerven, Gehirn- und Rückenmarkshäute, Vegetativum*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.

- DocCheck Flexikon*. (kein Datum). Abgerufen am 1. Mai 2019 von <https://flexikon.doccheck.com/de/Duralsack>
- Duffin, A., Lam, A., Kidd, R., Chan, A., & Donaghue, K. (2002). Ultrasonography of plantar soft tissues thickness in young people with diabetes. *Diabetic Medicine*, 19(12). doi:10.1046/j.1464-5491.2002.00850.x
- Ellmerer, H., & Mätzler, M. (kein Datum). *Wiener Schule für Osteopathie*. Abgerufen am 3. 11 2017 von <http://e-learning.wso.at/course/view.php?id=25>
- Frias Rodríguez, P. (2014). INFLUENCIA DEL BOMBEO HEPÁTICO SOBRE LA CEFALEA TENSIONAL. Vilallonga del Camp, Spanien. Abgerufen am 3. Juni 2018 von [http://www.osteopathicresearch.com/paper\\_pdf/patricia\\_frias.pdf](http://www.osteopathicresearch.com/paper_pdf/patricia_frias.pdf)
- Gil, M. (2015). Effects of pumping of liver osteopathic technique on the digestive function and general state. Case-control study. Spanien. Abgerufen am 3. Juni 2018 von [http://www.osteopathicresearch.com/paper\\_pdf/Maria\\_Gil\\_Capeta.pdf](http://www.osteopathicresearch.com/paper_pdf/Maria_Gil_Capeta.pdf)
- Grieve, R., Goodwin, F., Alfaki, M., Bourton, A.-J., Jeffries, C., & Scott, H. (2015). The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(3), S. 544-552. doi:10.1016/j.jbmt.2014.12.004
- Guimberteau, J.-C., & Armstrong, C. (2016). *Faszien, Architektur des menschlichen Faszien Gewebes*. Berlin: KVM - Der Medizinverlag.
- Hartmann, C. (Hrsg.). (2005). *Das große Still-Kompendium*. Jolandos.
- Hebgen, E. (2008). *Viszeralosteopathie - Grundlagen und Techniken* (3. Ausg.). Stuttgart: Hippokrates Verlag.
- Hebgen, E. (2009). *Checkliste Viszerale Osteopathie*. Stuttgart: Hippokrates.
- Hebgen, E., & Langer, W. (Hrsg.). (2013). *Lehrbuch Osteopathie*. Haug Verlag.
- Hedley, G. (2006). "The Integral Anatomy Series", Vol. 3, Pt. 1. Abgerufen am 3. März 2018 von [www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177](http://www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177)
- Hedley, G. (2018). RE: Permission requested for screenshots in Masterthesis of Petra. Abgerufen am 17., 18. Oktober 2018 in den Emails

- Hedley, G. (2018). RE: Question concerning fascia connection. Abgerufen am 30. August 2018 in den Emails
- Helsmoortel, J., Hirth, T., & Wühl, P. (2002). *Lehrbuch der viszeralen Osteopathie - Peritoneale Organe*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Hemmerich, W. (2011-2019). Zentraler Grenzwertsatz. Abgerufen am 5. Mai 2019 von <https://matheguru.com/stochastik/zentraler-grenzwertsatz.html>
- Hertzog, M. (2008). Considerations in determining sample size for pilot studies. *Research in Nursing & Health*, 31, S. 180-191. doi:10.11002/nur.20247
- Kia, T. (2013). *Integrative Osteopathie bei Rückenschmerz - Systematische Diagnostik und ganzheitliche Therapie*. (T. Kia, Hrsg.) München: Elsevier GmbH.
- Kia, T. (2013). *Integrative Osteopathie bei Rückenschmerz - Systematische Diagnostik und ganzheitliche Therapie*. (T. Kia, Hrsg.) München: Elsevier GmbH.
- Kuegler, P., Wurzer, P., Tuca, A., Sendlhofer, G., Lumenta, d., Giretzlehner, M., & Kamolz, L.-P. (2015). *Goniometer-apps in hand surgery and their applicability in daily clinical practice*. Abgerufen am 12. 11 2017 von <https://doi.org/10.1186/s40886-015-0003-4>
- Langevin, H., & Shermann, K. (2007). Pathophysiological model for chronic low back pain integrating connective tissue and nervous system mechanisms. *Medical Hypotheses*, 68(1), S. 74-80.
- Liem, T., Dobler, T., & Pylaert, M. (2005). *Leitfaden Viszerale Osteopathie*. München: Elsevier GmbH, Urban & Fischer.
- Liem, T., Tozzi, P., & Chila, A. (Hrsg.). (2017). *FASCIA in the OSTEOPATHIC FIELD*. Pencaitland, East Lothian: Handspring Publishing.
- Magee, D. J. (2007). *Orthopaedic Physical Assessment*. Philadelphia: Saunders.
- Mangold, S. (2013). *Evidenzbasiertes Arbeiten in der Physio- und Ergotherapie Reflektiert - systematisch - wissenschaftlich fundiert*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik. (2018). Abgerufen am 8. Mai 2019 von <https://hirnforschung.kyb.mpg.de/hirnforschung/ziel-der-grundlagenforschung.html>
- Mayer, J., & Standen, C. (2017). *Lehrbuch Osteopathische Medizin*. München: Elsevier.

- Mitchell, B., Bressel, E., McNair, P., & Bressel, M. (2008). Effect of pelvic, hip, and knee position on ankle joint range of motion. *Physical Therapy in Sport*, 9(4), 202-208. doi:10.1016/j.ptsp.2008.08.002
- Moog, M. E., & von Piekartz, H. J. (11-12 2004). Nervenmobilisation an der unteren Extremität Periphere Nerven untersuchen. *physiopraxis*. Abgerufen am 7. 11 2017 von <https://crafta.org/artikel/art5.pdf>
- Moore, K., Persaud, T., & Torchia, M. (2013). *Embryologie - Entwicklungsstadien - Frühentwicklung - Organogenese - Klinik* (6. Ausg.). München: Elsevier GmbH.
- Mügge, K. (2015). Does a manual treatment on the plantar fascia significantly influence the range of motion of the hip flexion verified by a straight leg raise on healthy subjects compared to the control? Vienna, Austria.
- Myers, T. (2015). *Anatomy Trains*. München: Elsevier.
- Palmer, T., Akehi, K., Thiele, R., Smith, D., Warren, A., & Thompson, B. (Mai 2015). Dorsiflexion, Plantar-Flexion, and Neutral Ankle Positions During Passive Resistance Assessments of the Posterior Hip and Thigh Muscles. doi:10.4085/1062-6050-49.6.04
- Paoletti, S. (2011). *Faszien*. München: Elsevier GmbH.
- Pennekamp, P., Gemünd, M., Kraft, C., von Engelhardt, L., Lüring, C., & Schmitz, A. (2007). Epidurale Varikose als seltene Ursache eines akuten radikulären Lumbalsyndroms mit kompletter Fußheber- und Fußsenkerparese - Kasuistik und Literaturübersicht. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 145(1). doi:10.1055/s-2007-960503
- Pott, S., & Haermeyer, C. (2009). Do osteopathic liver-decongestion techniques influence the flow rate of the hepatic veins measurably? Abgerufen am Juni 2018 in den E-Mails von <http://www.osteopathicresearch.com>.
- Rabady, S. (kein Datum). *EbM-Guidelines Evidenzbasierte Medizin für Klinik & Praxis*. Abgerufen am 14. Mai 2019 von <https://www.ebm-guidelines.at/AT/Glossar>
- Rohen, J., & Lütjen-Drecoll, E. (2006). *Funktionelle Embryologie - Die Entwicklung der Funktionssysteme des menschlichen Organismus* (3. Ausg.). Stuttgart: Schattauer.
- Roman, M., Chaudhry, H., Bukiet, B., Stecco, A., & Findley, T. (August 2013). Mathematical Analysis of the Flow of Hyaluronic Acid Around Fascia During Manual Therapy Motions. *The Journal of the American Osteopathic Association*, Vol. 113, No. 8, 600-610. doi:10.7556/jaoa.2013.021

- Saima, O., Sadia, A., Tariq Mahmud, M., Kaukab, J., Omar, I., & Khushboo, F. (2016). Accuracy of straight leg raise test in patients with lumbar disc herniation keeping Magnetic Resonance Imaging as a reference standard . *Pak Armed Forces Med J*, S. 53-56.
- Schädler, S. (2013). Zwei Nerventester. Abgerufen am 12. Dezember 2017 von <https://cdn.website-editor.net/384a59d085b047a4a50196d68efd3a2f/files/uploaded/s-0033-1353406.pdf>
- Scherfer, E., & Bossmann, T. (2011). *Forschung verstehen Ein Grundkurs in evidenzbasierter Praxis*. München \* Bad Kissingen \* Berlin \*Düsseldorf \* Heidelberg: Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG.
- Schleip, R. (Februar 2004). Die Bedeutung der Faszien in der manuellen Therapie. *DO - Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*. doi:10.1055/s-2004-818828
- Schleip, R. (2018). "Fwd: Anfrage bzgl Faszienverbindungen". Abgerufen am 22. Februar 2018 in den Emails
- Schleip, R., Findley, T., Chaitow, L., & Huijing, P. (2014). *Lehrbuch Faszien*. München: Elsevier.
- Schünke , M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2005). *Prometheus - LernAtlas der Anatomie - Hals und Innere Organe*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2006). *Prometheus; Lernatlas der Anatomie, Kopf und Neuroanatomie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Shacklock, M. (2005). *Clinical Neurodynamics: A new System of musculoskeletal treatment*. Edinburgh: Elsevier/Butterworth.
- Siam, L., & Rohde, V. (2011). Varicosis of the Venous Epidural Plexus Caused by Portocaval Hypertension Mimicking Symptomatic Lumbar Disc Herniation - Case Report and Review of the Literature. *Central European Neurosurgery*, 72(3), S. 155-158. doi:10.1055/s-0029-1246131
- Smalls, L., Wickett, R., & Visscher, M. (2006). Effect of dermal thickness, tissue composition, and body site on skin biomechanical properties. *Skin Research and Technology*, 12(1), S. 43-49. doi:10.1111/j.0909-725X.2006.00135.x

- Stecco, C., Sfriso, M., Porzionato, A., Rambaldo, A., Albertin, G., Macchi, V., & De Caro, R. (Fulltext mittels persönliches Email erhalten. 7 2017). Microscopic anatomy of the visceral fasciae. *Journal of Anatomy*. doi:10.1111/joa.12617
- Stecco, L., & Stecco, C. (2014). *Fascial Manipulation for Internal Dysfunctions*. Padova: Piccin.
- Stranding, S., Anand, N., Birch, R., Collins, P., Crossmann, A., Gleeson, M., . . . Wigley, C. (2009). *Gray's Anatomy: the Anatomical Basis of Clinical Practice* (40. Ausg.). Edinburgh : Churchill Livingstone.
- Strunk, A. (2015). *Fasziale Osteopathie: Grundlagen und Techniken*. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag.
- Tamer, S., Öz, M., & Ülger, Ö. (2017). The effect of visceral osteopathic manual therapy applications on pain, quality of life and function in patients with chronic nonspecific low back pain. *The Journal of American Osteopathic Association*. doi:10.7556/jaoa.2017.062
- Vleeming, A. (2014). Osteopathy Australia - Andry Vleeming. Abgerufen am 8. März 2018 von <https://vimeo.com/110433206>
- Vleeming, A. (Jänner 2018).
- von Heymann, W., & Stecco, C. (2016). Fasziale Dysfunktionen. *Manuelle Medizin*, 54(5), S. 303-6. doi:10.1007/s00337-016-0172-1
- Watanabe, N., & Nishizono, H. (1994). A scanning and transmission electron microscop study of fiber arrangements in the hepatic capsule. *Okajimas folia Anatomica Japonica*(71), S. 279-2995.
- Weisser, S. (2006). Effekte von Leberwickeln auf die exkretorische Leberfunktion - eine randomisierte Cross-over-Studie bei Gesunden. Freiburg im Breisgau. Abgerufen am 10. Juni 2018 von <https://freidok.uni-freiburg.de/fedora/objects/freidok:2520/datastreams/FILE1/content>
- Westerhuis, P., Wiesner, R., Addison, D., Bucher-Dollenz, G., Hengeveld, E., Jeangros, P., . . . von Piekartz, H. (2011). *Klinische Muster in der Manuellen Therapie*. (P. Westerhuis, & R. Wiesner, Hrsg.) Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Wie viel Alkohol verträgt eine gesunde Leber? (2011). *Wochenblatt*. Abgerufen am Jänner 2018 von <https://www.wochenblatt.de/news-stream/schwandorf/artikel/29185/wie-viel-alkohol-vertraegt-eine-gesunde-leber>

Wilke, J., Niederer, D., Vogt, L., & Banzer, W. (2016). Remote effects of lower limb stretching: preliminary evidence for myofascial connectivity? *Journal of Sports Sciences*, 34, S. 2145-2148. doi:10.1080/02640414.2016.1179776

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Daten zu den Geburtsjahrgängen in der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	38
Tabelle 2: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand vor den jeweiligen Interventionen (Anfangsmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	39
Tabelle 3: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp vor den jeweiligen Interventionen (Anfangsmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	41
Tabelle 4: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand vor (Anfangsmessung) und nach den jeweiligen Interventionen (Endmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	43
Tabelle 5: Deskriptive Daten zu den Differenzwerten aus den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand nach und vor den jeweiligen Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe (Endmessung – Anfangsmessung).....	45
Tabelle 6: Deskriptive Daten zu den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp vor (Anfangsmessung) und nach den jeweiligen Interventionen (Endmessung) in der Kontroll- und Interventionsgruppe.....	47
Tabelle 7: Deskriptive Daten zu den Differenzwerten aus den Ergebnissen des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp nach und vor den jeweiligen Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe (Endmessung – Anfangsmessung).....	49
Tabelle 8: Ergebnisse der U-Tests nach Wilcoxon, Mann und Whitney für die Differenzwerte aus der End- und Anfangsmessung der passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand bzw. bis zum schmerzhaften Stopp in den Altersstufen <30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre als abhängige Variable und Gruppenzugehörigkeit als unabhängige Variable.....	59
Tabelle 9: Differenzwerte aus der End- und Anfangsmessung der passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand bzw. bis zum schmerzhaften Stopp für Probanden <30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre in der Kontroll- (K) und Interventionsgruppe (I).....	59

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Screenshot aus "The Integral Anatomy Series, DVD 3, Teil 1 Mit freundlicher Genehmigung von Hedley, G. (2006). Zugriff am 3.3.2018 unter <a href="http://www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177">www.gilhedley.com/products/the-integral-anatomy-series-all-videos/categories/674793/posts/2192177</a> .....	9
Abbildung 2 Randomisierungsvorgang (Darstellung der Autorin).....	34
Abbildung 3 verwendete Materialien © Florian Kitzmüller .....	35
Abbildung 4 Leberpumpe © Florian Kitzmüller.....	36
Abbildung 5 Fixierung der Probanden © Florian Kitzmüller.....	38
Abbildung 6 Messung mit dem Goniometer © Florian Kitzmüller .....	38
Abbildung 7 Messvorgang © Florian Kitzmüller .....	39
Abbildung 8 Consort Diagramm Studienablauf (Darstellung der Autorin).....	40
Abbildung 9: Gruppenzugehörigkeit der Probanden .....	43
Abbildung 10: Verteilung von Männern und Frauen in der Kontroll- und Interventionsgruppe. ....	44
Abbildung 11: Geburtsjahrgänge in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box- und Whisker-Plot.....	45
Abbildung 12: Anfangsmessung- Box- und Whisker-Plot. Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum Auftreten ersten Ziehens/Widerstands [°] in der Kontroll- und Interventionsgruppe. 46	
Abbildung 13: Anfangsmessung- Box- und Whisker-Plot. Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp [°] in der Kontroll- und Interventionsgruppe. ....	48
Abbildung 14: Gegenüberstellung der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand [°] bei der Anfangs- und Endmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box-und Whisker-Plot.....	50
Abbildung 15: Gegenüberstellung der Differenzwerte der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum ersten Ziehen/Widerstand [°] aus der End- und Anfangsmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box-und Whisker-Plot.....	52

Abbildung 16: Gegenüberstellung der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis schmerzhaften Stopp [°] bei der Anfangs- und Endmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box-und Whisker-Plot.....	54
Abbildung 17: Gegenüberstellung der Differenzwerte der Ergebnisse des passiven SLR-Tests bis zum schmerzhaften Stopp [°] aus der End- und Anfangsmessung in der Kontroll- und Interventionsgruppe. Box-und Whisker-Plot.....	56
Abbildung 18: Gegenüberstellung der Differenzwerte [°] der passiven SLR-Tests vor und nach den Interventionen in der Kontroll- und Interventionsgruppe bis zum ersten Ziehen/Widerstand (links) bzw. bis zum schmerzhaften Stopp (rechts) für die Probanden aus den Altersgruppen < 30 Jahre, 30-40 Jahre und >40 Jahre. Box-und Whisker-Plot.....	58
Abbildung 19 Messhandschuh - mit freundlicher Genehmigung der Firma Tiedemann Instruments GmbH .....	80

# Abkürzungsverzeichnis

$\alpha$ :	Signifikanzniveau
Abb.	Abbildung
BWS	Brustwirbelkörper
Bzw.	beziehungsweise
dag	Dekagramm
d. h.	das heißt
dz	Effektstärke
ev.	eventuell
HS	Hyaluronsäure
Hz	Hertz
ICR	Intercostalraum
kg	Kilogramm
L	Lendenwirbelkörper
Lig.	Ligamentum
LWS	Lendenwirbelsäule
M.	Musculus
N.	Nervus
NS	Nervensystem
OMTh	osteopathischer manipulativer Therapie
P	Power
pas.	passiver
pSLR Test	passiver Straight Leg Raise Test
p-Wert	Signifikanzwert

ROM	Range of Motion
SLR-Test / SLR Test	Straight Leg Raise Test
Th	Brustwirbel
V.	Vena
v. a.	vor allem
VAS	Visuellen Analogen Schmerzskala
Vgl.	vergleiche
Vv.	Venae
z. B.	zum Beispiel

# ANHANG A

## Abkürzungsverzeichnis Statistik

valid (n)	Gültige Fälle (n)	
missing (n)	Fehlende Fälle (n)	
valid (%)	Gültige Fälle (%)	
missing (%)	Fehlende Fälle (%)	
min	Minimum	
P25	25%-Perzentil	
median	Median (50%-Perzentil)	
P75	75%-Perzentil	
max	Maximum	
mean	Arithmetischer Mittelwert	M
standard deviation	Standardabweichung	SD
95% CI lower	95%-Vertrauensbereich des Mittelwerts (untere Schranke)	95% VB
95% CI upper	95%-Vertrauensbereich des Mittelwerts (obere Schranke)	95% VB
standard error (mean)	Standardfehler des Mittelwerts	SE

# Einverständniserklärung Probanden

## Einverständniserklärung von Probanden

zur Teilnahme an der wissenschaftlichen Studie

Führt eine viszerale Pumptechnik der Leber an gesunden Probanden zu einer verbesserten Gleitfähigkeit der nervalen Strukturen, überprüft durch den passiven SLR-Test?

Probandendaten:

---

(Nachname, Vorname)

---

(Straße, Postleitzahl, Wohnort)

---

(Telefon)

---

(Email)

- ✓ Ich wurde für mich ausreichend mündlich über die wissenschaftliche Untersuchung informiert.
- ✓ Ich erkläre mich bereit, dass im Rahmen der Studie Daten über mich gesammelt und anonymisiert aufgezeichnet werden. Es wird gewährleistet, dass meine personenbezogenen Daten nicht an Dritte weitergegeben werden. Bei der Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitung wird aus den Daten nicht hervorgehen, wer an dieser Untersuchung teilgenommen hat. Meine persönlichen Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz.
- ✓ Ich weiß, dass ich jederzeit meine Einverständniserklärung, ohne Angabe von Gründen, widerrufen kann, ohne dass dies für mich nachteilige Folgen hat.
- ✓ Mit der vorstehend geschilderten Vorgehensweise bin ich einverstanden und bestätige dies mit meiner Unterschrift.

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift des Teilnehmers)

---

(Ort, Datum)

---

(Unterschrift des wiss. Leiters)

## Einteilung der Probanden in Interventions- und Kontrollgruppe

Gruppe                      20 -30                      Jahrgang                      Gruppe

weiblich                      männlich

1		H.J.D.	1995	K
2		A.T.	1997	I
3		L.W.	1993	K
4		G.W.	1991	I
5		L.L.	1997	I
6		P.B.	1993	K
7		L.P.	1999	K
1	M.Sch.		1996	I
2	St. B.		1989	K
3	C.T.		1991	I
4	K.F.		1991	I
5	M.M.		1991	I
6	H.L.		1998	K
7	Th. E.		1991	K

Gruppe            30 - 40            Jahrgang            Gruppe  
weiblich            männlich

1		F.K.	1986	K
2		N.K.	1986	I
3		J.R.	1984	I
4		J.U.	1980	I
5		S.K.	1981	K
6		M.G.	1985	K
7		F.P.	1981	I
1	A.D.		1979	K
2	C.L.		1985	I
3	E.K.		1985	I
4	L.H.		1979	K
5	N.L.		1981	K
6	S.H.		1980	K
7	S.H.		1981	I

Gruppe      40 - 50      Jahrgang      Gruppe  
weiblich      männlich

1		K.H.	1969	I
2		M.W.	1971	I
3		R.A.	1970	K
4		J.K.	1972	K
5		R.N.	1970	K
6		J.R.	1975	K
7		H.P.	1974	I
1	B.E.		1971	I
2	A.K.		1974	K
3	T.G.		1976	I
4	N.P.		1976	K
5	L.K.		1977	K
6	G.Z.		1973	I
7	S.G.		1976	I

## Aufzeichnungsbogen für die Messung

Probandenname	Intervention	Kontrollgruppe
Anfangsmessung		
erstes Ziehen/Widerstand		
schmerzhafter Stopp		
nach 5 Minuten:		
erstes Ziehen/Widerstand		
schmerzhafter Stopp		

Jahrgang

Anmerkungen

## Verwendete Software

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> (2018-08-13)

Wickham H. and Chang W. (2016): ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics, RStudio, Boston, USA.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior Research Methods, 39, 175-191. <http://www.gpower.hhu.de/en.html> (2018-08-13)

# Aufzeichnung der Rohdaten

**Interventionsgruppe** 5 Minuten Leberpumpe

in Grad gemessen

Proband	m/w	Jahrgang	Anfangs- messung erstes Ziehen erster Widerstand	Anfangs- messung schmerz- h. Stopp	Endmessung erstes Ziehen/ Widerstand	Endmessung schmerz- h. Stopp
---------	-----	----------	---	--	---	---------------------------------------

M.M.	w	1991	69	93	79	101
K.F.	w	1991	50	66	60	71
C.T.	w	1991	62	70	79	88
M.Sch.	w	1996	51	95	81	101
L.L.	m	1997	71	96	82	101
G.W.	m	1991	55	72	69	76
A.T.	m	1997	42	60	60	73
E.K.	w	1985	56	79	73	87
S.H.	w	1981	89	97	104	111
C.L.	w	1985	54	91	66	97
F.P.	m	1981	52	87	68	91
J.U.	m	1980	60	104	90	115
N.K.	m	1986	58	78	79	87
J.R.	m	1984	51	84	69	89
T.G.	w	1976	70	89	86	98
S.G.	w	1976	75	96	90	110
G.Z.	w	1973	79	100	96	107
B.E.	w	1971	70	84	85	97
K.H.	m	1969	53	74	70	83
H.P.	m	1974	46	82	63	101
M.W.	m	1971	73	87	86	107

**Kontrollgruppe** 5 Minuten Ruhe

in Grad gemessen

Proband	m/w	Jahrgang	Anfangs- messung erstes Ziehen/ Widerstand	Anfangs- messung schmerzhafter Stopp	End- messung erstes Z. Widersta.	End- messung schmerzsh. Stopp
---------	-----	----------	---	---	---	--

St.B.	w	1989	80	99	77	97
Th. E.	w	1991	55	86	60	85
L.H.	w	1998	81	99	74	95
L.P.	m	1999	65	94	62	85
L.W.	m	1993	58	73	53	70
P.B.	m	1993	64	75	59	72
H.J.D.	m	1995	54	69	56	72
S.H.	w	1980	46	70	49	60
A.D.	w	1979	71	85	68	82
L.H.	w	1979	69	90	62	82
N.L.	w	1981	58	83	63	80
M.G.	m	1985	50	80	54	80
S.K.	m	1981	47	71	42	65
F.K.	m	1986	53	65	57	66
N.P.	w	1976	62	88	68	86
L.K.	w	1977	69	91	67	89
A.K.	w	1974	67	87	72	87
J.R.	m	1975	62	78	53	70
J.K.	m	1972	60	83	66	80
R.A.	m	1970	71	94	68	90
R.N.	m	1970	46	69	49	65

## Aufbereitete Rohdaten – Datengrundlagen

ID	Gruppe	Geschlecht	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand	Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand
				Anfangsmessung [°]	Endmessung [°]
1	Interventionsgruppe	weiblich	1991	69	79
2	Interventionsgruppe	weiblich	1991	50	60
3	Interventionsgruppe	weiblich	1991	62	79
4	Interventionsgruppe	weiblich	1996	51	81
5	Interventionsgruppe	männlich	1997	71	82
6	Interventionsgruppe	männlich	1991	55	69
7	Interventionsgruppe	männlich	1997	42	60
8	Interventionsgruppe	weiblich	1985	56	73
9	Interventionsgruppe	weiblich	1981	89	104
10	Interventionsgruppe	weiblich	1985	54	66
11	Interventionsgruppe	männlich	1981	52	68
12	Interventionsgruppe	männlich	1980	60	90
13	Interventionsgruppe	männlich	1986	58	79
14	Interventionsgruppe	männlich	1984	51	69
15	Interventionsgruppe	weiblich	1976	70	86
16	Interventionsgruppe	weiblich	1976	75	90
17	Interventionsgruppe	weiblich	1973	79	96
18	Interventionsgruppe	weiblich	1971	70	85
19	Interventionsgruppe	männlich	1969	53	70
20	Interventionsgruppe	männlich	1974	46	63
21	Interventionsgruppe	männlich	1971	73	86
22	Kontrollgruppe	weiblich	1989	80	77
23	Kontrollgruppe	weiblich	1991	55	60
24	Kontrollgruppe	weiblich	1998	81	74
25	Kontrollgruppe	männlich	1999	65	62
26	Kontrollgruppe	männlich	1993	58	53
27	Kontrollgruppe	männlich	1993	64	59
28	Kontrollgruppe	männlich	1995	54	56
29	Kontrollgruppe	weiblich	1980	46	49
30	Kontrollgruppe	weiblich	1979	71	68
31	Kontrollgruppe	weiblich	1979	69	62
32	Kontrollgruppe	weiblich	1981	58	63
33	Kontrollgruppe	männlich	1985	50	54
34	Kontrollgruppe	männlich	1981	47	42
35	Kontrollgruppe	männlich	1986	53	57
36	Kontrollgruppe	weiblich	1976	62	68
37	Kontrollgruppe	weiblich	1977	69	67
38	Kontrollgruppe	weiblich	1974	67	72

39	Kontrollgruppe	männlich	1975	62	53
40	Kontrollgruppe	männlich	1972	60	66
41	Kontrollgruppe	männlich	1970	71	68
42	Kontrollgruppe	männlich	1970	46	49

ID	Gruppe	Geschlecht	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp Anfangsmessung [°]	Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp Endmessung [°]
1	Interventionsgruppe	weiblich	1991	93	101
2	Interventionsgruppe	weiblich	1991	66	71
3	Interventionsgruppe	weiblich	1991	70	88
4	Interventionsgruppe	weiblich	1996	95	101
5	Interventionsgruppe	männlich	1997	96	101
6	Interventionsgruppe	männlich	1991	72	76
7	Interventionsgruppe	männlich	1997	60	73
8	Interventionsgruppe	weiblich	1985	79	87
9	Interventionsgruppe	weiblich	1981	97	111
10	Interventionsgruppe	weiblich	1985	91	97
11	Interventionsgruppe	männlich	1981	87	91
12	Interventionsgruppe	männlich	1980	104	115
13	Interventionsgruppe	männlich	1986	78	87
14	Interventionsgruppe	männlich	1984	84	89
15	Interventionsgruppe	weiblich	1976	89	98
16	Interventionsgruppe	weiblich	1976	96	110
17	Interventionsgruppe	weiblich	1973	100	107
18	Interventionsgruppe	weiblich	1971	84	97
19	Interventionsgruppe	männlich	1969	74	83
20	Interventionsgruppe	männlich	1974	82	101
21	Interventionsgruppe	männlich	1971	87	107
22	Kontrollgruppe	weiblich	1989	99	97
23	Kontrollgruppe	weiblich	1991	86	85
24	Kontrollgruppe	weiblich	1998	99	95
25	Kontrollgruppe	männlich	1999	94	85
26	Kontrollgruppe	männlich	1993	73	70
27	Kontrollgruppe	männlich	1993	75	72
28	Kontrollgruppe	männlich	1995	69	72
29	Kontrollgruppe	weiblich	1980	70	60
30	Kontrollgruppe	weiblich	1979	85	82
31	Kontrollgruppe	weiblich	1979	90	82
32	Kontrollgruppe	weiblich	1981	83	80
33	Kontrollgruppe	männlich	1985	80	80
34	Kontrollgruppe	männlich	1981	71	65

35	Kontrollgruppe	männlich	1986	65	66
36	Kontrollgruppe	weiblich	1976	88	86
37	Kontrollgruppe	weiblich	1977	91	89
38	Kontrollgruppe	weiblich	1974	87	87
39	Kontrollgruppe	männlich	1975	78	70
40	Kontrollgruppe	männlich	1972	83	80
41	Kontrollgruppe	männlich	1970	94	90
42	Kontrollgruppe	männlich	1970	69	65

ID	Gruppe	Geschlecht	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand	Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp
				Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]	Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]
1	Interventionsgruppe	weiblich	1991	10	8
2	Interventionsgruppe	weiblich	1991	10	5
3	Interventionsgruppe	weiblich	1991	17	18
4	Interventionsgruppe	weiblich	1996	30	6
5	Interventionsgruppe	männlich	1997	11	5
6	Interventionsgruppe	männlich	1991	14	4
7	Interventionsgruppe	männlich	1997	18	13
8	Interventionsgruppe	weiblich	1985	17	8
9	Interventionsgruppe	weiblich	1981	15	14
10	Interventionsgruppe	weiblich	1985	12	6
11	Interventionsgruppe	männlich	1981	16	4
12	Interventionsgruppe	männlich	1980	30	11
13	Interventionsgruppe	männlich	1986	21	9
14	Interventionsgruppe	männlich	1984	18	5
15	Interventionsgruppe	weiblich	1976	16	9
16	Interventionsgruppe	weiblich	1976	15	14
17	Interventionsgruppe	weiblich	1973	17	7
18	Interventionsgruppe	weiblich	1971	15	13
19	Interventionsgruppe	männlich	1969	17	9
20	Interventionsgruppe	männlich	1974	17	19
21	Interventionsgruppe	männlich	1971	13	20
22	Kontrollgruppe	weiblich	1989	-3	-2
23	Kontrollgruppe	weiblich	1991	5	-1
24	Kontrollgruppe	weiblich	1998	-7	-4
25	Kontrollgruppe	männlich	1999	-3	-9
26	Kontrollgruppe	männlich	1993	-5	-3
27	Kontrollgruppe	männlich	1993	-5	-3
28	Kontrollgruppe	männlich	1995	2	3
29	Kontrollgruppe	weiblich	1980	3	-10

30	Kontrollgruppe	weiblich	1979	-3	-3
31	Kontrollgruppe	weiblich	1979	-7	-8
32	Kontrollgruppe	weiblich	1981	5	-3
33	Kontrollgruppe	männlich	1985	4	0
34	Kontrollgruppe	männlich	1981	-5	-6
35	Kontrollgruppe	männlich	1986	4	1
36	Kontrollgruppe	weiblich	1976	6	-2
37	Kontrollgruppe	weiblich	1977	-2	-2
38	Kontrollgruppe	weiblich	1974	5	0
39	Kontrollgruppe	männlich	1975	-9	-8
40	Kontrollgruppe	männlich	1972	6	-3
41	Kontrollgruppe	männlich	1970	-3	-4
42	Kontrollgruppe	männlich	1970	3	-4

# Deskriptive Statistik

## Häufigkeiten gesamt

Gruppe	n	%
Kontrollgruppe	21	50
Interventionsgruppe	21	50
VALID	42	100
MISSING	0	0
Geschlecht	n	%
männlich	21	50
weiblich	21	50
VALID	42	100
MISSING	0	0

## Häufigkeiten nach Gruppen

Geschlecht		Kontrollgruppe	Interventionsgruppe
n	männlich	11	10
	weiblich	10	11
	VALID	21	21
	MISSING	0	0
%	männlich	52,38	47,62
	weiblich	47,62	52,38
	VALID	100	100
	MISSING	0	0

## Deskriptiv gesamt

	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand	
		Anfangsmessung [°]	Endmessung [°]
valid (n)	42	42	42
missing (n)	0	0	0
valid (%)	100	100	100
missing (%)	0	0	0
min	1969	42	42
P25	1976	53	60
median	1981	60	68
P75	1991	69.75	79
max	1999	89	104
mean	1983.1	61.3	69.4
standard deviation	9	11.1	13.5
95% CI lower	1980.3	57.8	65.2
95% CI upper	1985.9	64.7	73.6
standard error (mean)	1.4	1.7	2.1

	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp	
		Anfangsmessung [°]	Endmessung [°]
valid (n)	42	42	42
missing (n)	0	0	0
valid (%)	100	100	100
missing (%)	0	0	0
min	1969	60	60
P25	1976	74.25	77
median	1981	84.5	87
P75	1991	92.5	97
max	1999	104	115
mean	1983.1	83.6	86.9
standard deviation	9	11	13.9
95% CI lower	1980.3	80.2	82.5
95% CI upper	1985.9	87.1	91.2
standard error (mean)	1.4	1.7	2.1

	Jahrgang	Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand	Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp
		Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]	Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]
valid (n)	42	42	42
missing (n)	0	0	0
valid (%)	100	100	100
missing (%)	0	0	0
min	1969	-9	-10
P25	1976	-1	-3
median	1981	8	3.5
P75	1991	16	8.75
max	1999	30	20
mean	1983.1	8.1	3.2
standard deviation	9	10	7.9
95% CI lower	1980.3	5	0.8
95% CI upper	1985.9	11.2	5.7
standard error (mean)	1.4	1.5	1.2

## Deskriptiv nach Gruppe

	Jahrgang		Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand		Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand	
			Anfangsmessung [°]		Endmessung [°]	
Gruppe	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll
valid (n)	21	21	21	21	21	21
missing (n)	0	0	0	0	0	0
valid (%)	100	100	100	100	100	100
missing (%)	0	0	0	0	0	0
min	1969	1970	42	46	60	42
P25	1976	1976	52	54	69	54
median	1984	1981	58	62	79	62
P75	1991	1991	70	69	86	68
max	1997	1999	89	81	104	77
mean	1983.1	1983	61.2	61.3	77.9	60.9
standard deviation	9	9.2	12.1	10.2	12	9
95% CI lower	1979.1	1978.8	55.7	56.7	72.4	56.8
95% CI upper	1987.2	1987.2	66.8	66	83.3	65
standard error (mean)	2	2	2.6	2.2	2.6	2

	Jahrgang		Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp		Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp	
			Anfangsmessung [°]		Endmessung [°]	
Gruppe	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll
valid (n)	21	21	21	21	21	21
missing (n)	0	0	0	0	0	0
valid (%)	100	100	100	100	100	100
missing (%)	0	0	0	0	0	0
min	1969	1970	60	65	71	60
P25	1976	1976	78	73	87	70
median	1984	1981	87	83	97	80
P75	1991	1991	95	90	101	86
max	1997	1999	104	99	115	97
mean	1983.1	1983	85	82.3	94.8	79
standard deviation	9	9.2	11.8	10.3	12.5	10.5
95% CI lower	1979.1	1978.8	79.6	77.6	89.1	74.2
95% CI upper	1987.2	1987.2	90.3	87	100.5	83.7
standard error (mean)	2	2	2.6	2.3	2.7	2.3

	Jahrgang		Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand		Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp	
			Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]		Differenz Endmessung - Anfangsmessung [°]	
Gruppe	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll	Intervention	Kontroll
valid (n)	21	21	21	21	21	21
missing (n)	0	0	0	0	0	0
valid (%)	100	100	100	100	100	100
missing (%)	0	0	0	0	0	0
min	1969	1970	10	-9	4	-10
P25	1976	1976	14	-5	6	-4
median	1984	1981	16	-2	9	-3
P75	1991	1991	17	4	13	-2
max	1997	1999	30	6	20	3
mean	1983.1	1983	16.6	-0.4	9.9	-3.4
standard deviation	9	9.2	5.2	5	5	3.3
95% CI lower	1979.1	1978.8	14.2	-2.7	7.6	-4.9
95% CI upper	1987.2	1987.2	19	1.8	12.1	-1.9
standard error (mean)	2	2	1.1	1.1	1.1	0.7

## Veränderung Probanden unterschiedlichen Alters

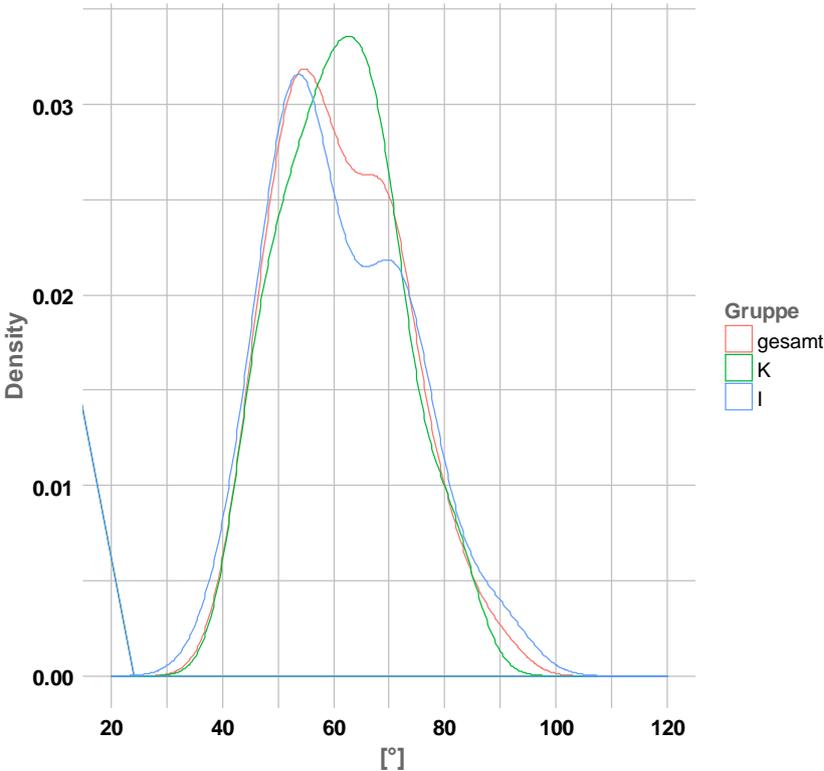
<b>Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand</b>						
<b>Differenz Endmessung - Anfangsmessung</b>						
Altersgruppe Gruppe	<30 Jahre		30-40 Jahre		>40 Jahre	
	K	I	K	I	K	I
n	7	7	7	7	7	7
Minimum	-7	10	-7	12	-9	13
P25	-5	10,5	-4	15,5	-2,5	15
Median	-3	14	3	17	3	16
P75	-0,5	17,5	4	19,5	5,5	17
Maximum	5	30	5	30	6	17
Mittelwert (M)	-2,3	15,7	0,1	18,4	0,9	15,7
Standardabweichung (SD)	4,3	7,1	5	5,8	5,7	1,5
95% VB untere Schranke	-6,2	9,2	-4,5	13,1	-4,4	14,3
95% VB obere Schranke	1,7	22,3	4,7	23,8	6,1	17,1
Standardfehler (M)	1,6	2,7	1,9	2,2	2,2	0,6

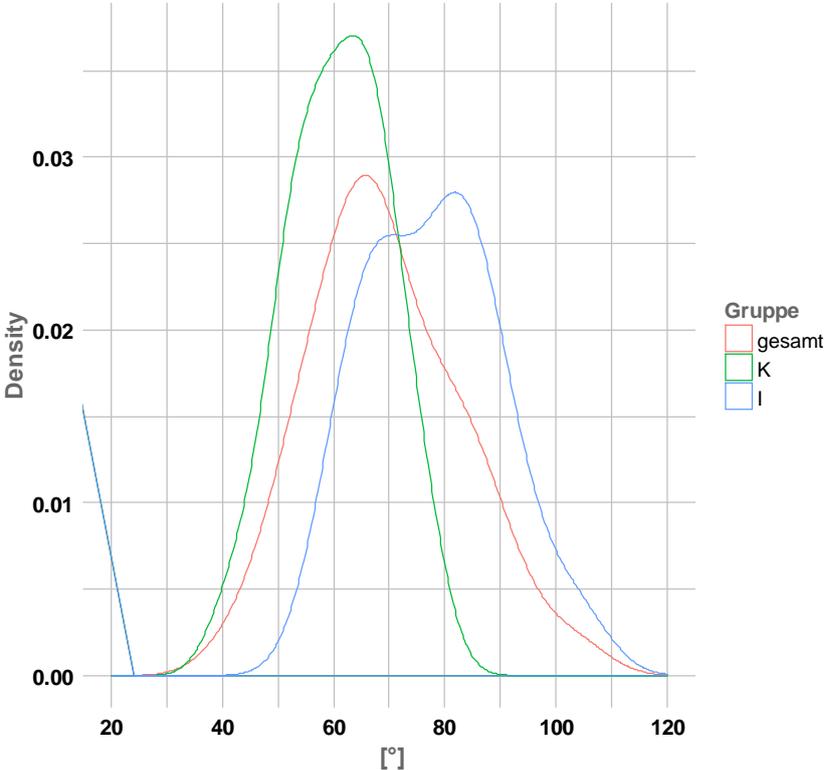
<b>Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp</b>						
<b>Differenz Endmessung - Anfangsmessung</b>						
Altersgruppe Gruppe	<30 Jahre		30-40 Jahre		>40 Jahre	
	K	I	K	I	K	I
n	7	7	7	7	7	7
Minimum	-9	4	-10	4	-8	7
P25	-3,5	5	-7	5,5	-4	9
Median	-3	6	-3	8	-3	13
P75	-1,5	10,5	-1,5	10	-2	16,5
Maximum	3	18	1	14	0	20
Mittelwert (M)	-2,7	8,4	-4,1	8,1	-3,3	13
Standardabweichung (SD)	3,6	5,2	4,1	3,5	2,5	5,1
95% VB untere Schranke	-6	3,6	-7,9	4,9	-5,6	8,3
95% VB obere Schranke	0,6	13,2	-0,4	11,4	-1	17,7
Standardfehler (M)	1,4	2	1,5	1,3	0,9	1,9

# Dichteverteilung

Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand  
Anfangsmessung

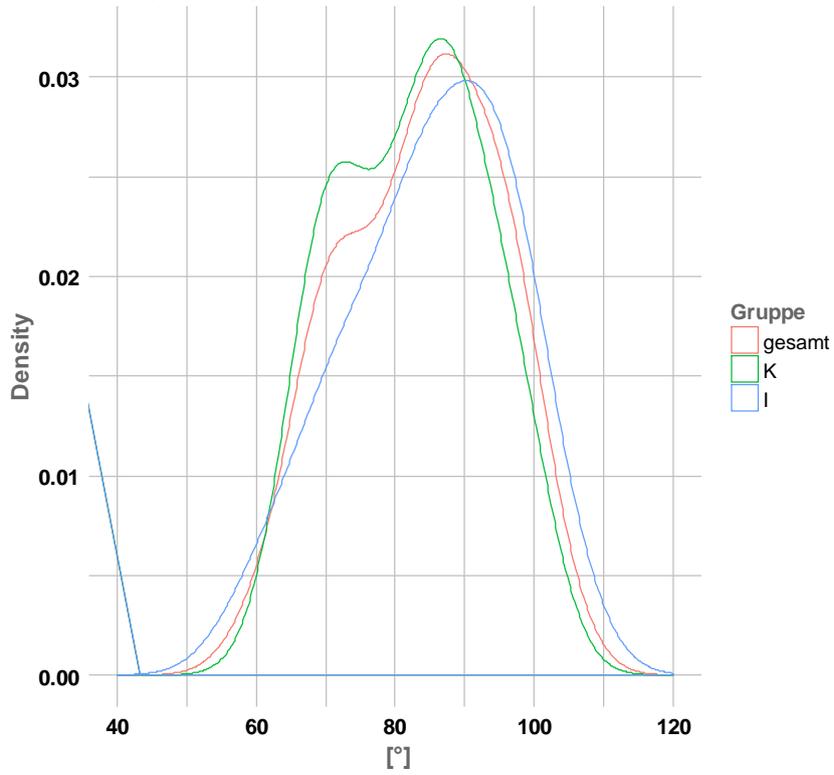


Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand  
Endmessung



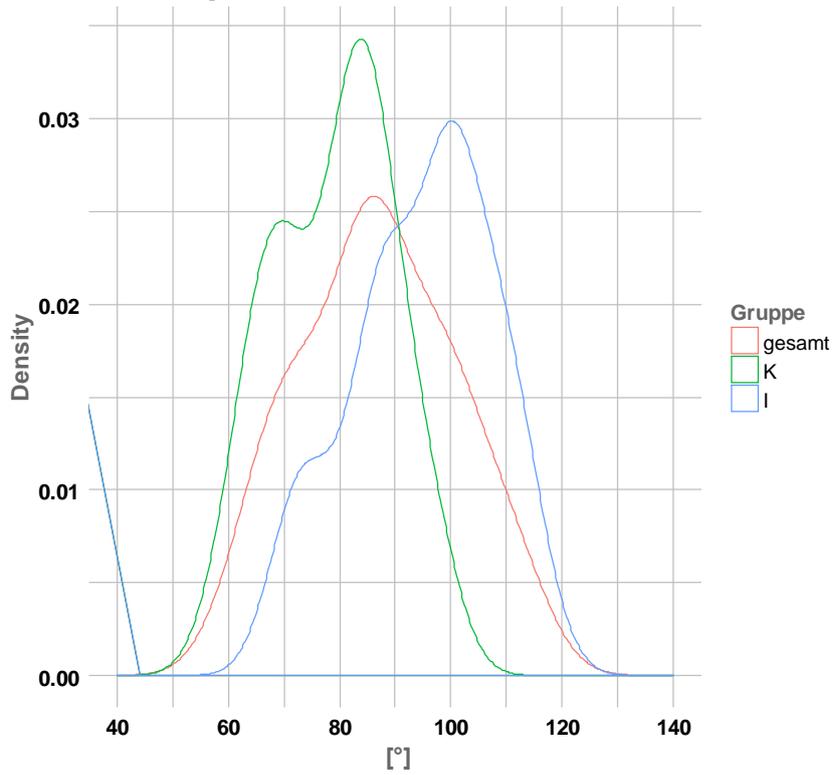
### Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp

Anfangsmessung



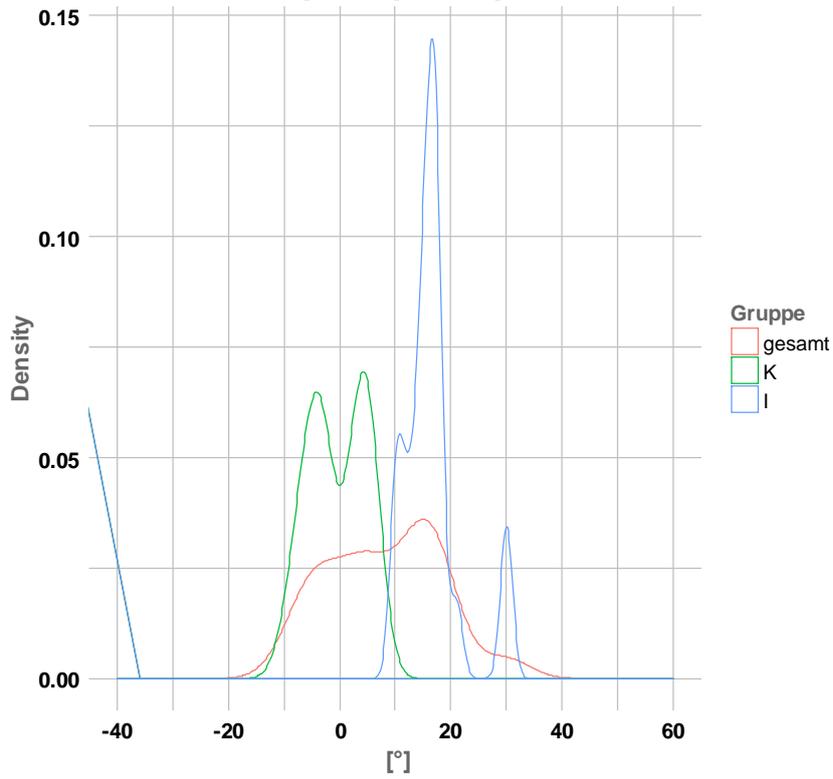
### Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp

Endmessung



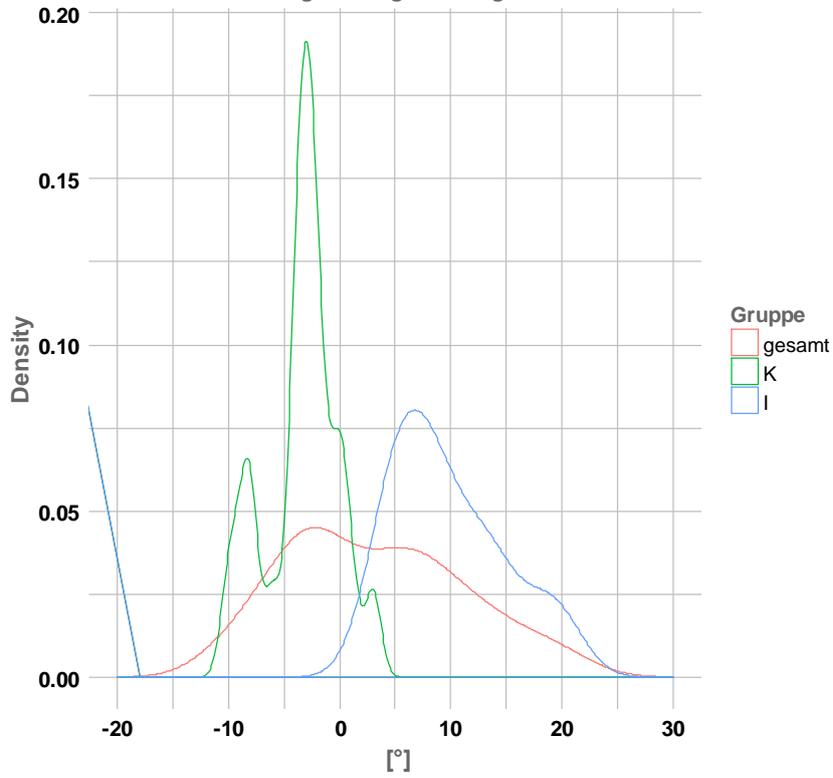
### Passiver SLR-Test: Erstes Ziehen/Widerstand

Differenz Endmessung - Anfangsmessung



### Passiver SLR-Test: Schmerzhafter Stopp

Differenz Endmessung - Anfangsmessung



# Inferenzanalyse

## Variablenkürzel

Gruppe\_1... Kontrollgruppe

Gruppe\_2...Interventionsgruppe

V1... Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand (\_1...Anfangsmessung, \_2...Endmessung)

V2... Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp (\_1...Anfangsmessung, \_2...Endmessung)

D\_V1... Differenzwert V1 Endmessung – V1 Anfangsmessung

D\_V2... Differenzwert V2 Endmessung – V2 Anfangsmessung

## Between Groups

### Jahrgang

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$Jahrgang and Gruppe\_2\$Jahrgang

W = 218.5, p-value = 0.9698

### Pas. SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand - Anfangsmessung

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$V1\_1 and Gruppe\_2\$V1\_1

W = 226.5, p-value = 0.8898

## **Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp - Anfangsmessung**

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$V2\_1 and Gruppe\_2\$V2\_1

W = 185.5, p-value = 0.3852

## **Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand - Differenzwert Endmessung – Anfangsmessung**

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$D\_V1 and Gruppe\_2\$D\_V1

W = 0, p-value = 2.931e-08

## **Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp – Differenzwert Endmessung - Anfangsmessung**

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$D\_V2 and Gruppe\_2\$D\_V2

W = 0, p-value = 2.958e-08

## **Within Groups**

### **Passiver SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand - Kontrollgruppe**

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$V1\_1 and Gruppe\_1\$V1\_2

V = 124, p-value = 0.7798

### **Pas. SLR-Test bis zum ersten Ziehen/Widerstand –Interventionsgruppe**

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Gruppe\_2\$V1\_1 and Gruppe\_2\$V1\_2

V = 0, p-value = 6.186e-05

### **Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp - Kontrollgruppe**

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Gruppe\_1\$V2\_1 and Gruppe\_1\$V2\_2

V = 180, p-value = 0.0006353

### **Passiver SLR-Test bis zum schmerzhaften Stopp - Interventionsgruppe**

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

data: Gruppe\_2\$V2\_1 and Gruppe\_2\$V2\_2

V = 0, p-value = 6.306e-05