

**Hat eine Mobilisation des Nervus femoralis an gesunden  
Probanden einen Einfluss auf die Parameter: Perfusion der  
Mikrozirkulation der Haut, Rötung der Haut und  
Hautfeuchte?**

**Eine Pilotstudie**

**MASTER - THESIS**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Science**

**im Universitätslehrgang Osteopathie**

vorgelegt von

**MSc. Emanuel Donckels**

01464927M 992 678

**Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin**

an der Donau-Universität Krems

Betreuerin 1: Katharina Wimmer, MSc

Betreuerin 2: Mag. Dr. Astrid Grant-Hay



30.5.2018

## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich, Emanuel Laurent Jos Donckels, geboren am 24. Februar 1977 in Leuven (Belgien) 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

Mein Dank gilt der Direktion der Thim van der Laan AG für die logistische Unterstützung.

Ebenso danke ich den Mitarbeitern des Forschungslabors der SUPSI, Fachhochschule Südschweiz, Physiotherapie Graubünden, Departement Betriebsökonomie, Gesundheit und Soziale Arbeit, sowie den Studienteilnehmern.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Ron Clijsen (PhD) und Herrn Erich Hohenauer (PhD) für die tatkräftige Unterstützung während des ganzen Prozesses und speziell für die Geduld bei der Interpretation der statistischen Analysen.

## ABSTRACT

Die vorliegende Studie untersucht mittels einem Inner-subject Design mit Messwiederholung an 29 gesunden Probanden die Auswirkungen einer Mobilisation des Nervus femoralis auf die vegetative Innervation der Haut. In Abständen von drei Minuten wurden im Dermatom L3 folgende Parameter insgesamt sechs Mal gemessen: Hautfeuchtigkeit (mittels Comeometer CM825®), Rötung der Haut anhand des L\*a\*b\* Systems (mittels Chromameter CR-200®) und Perfusion der Mikrozirkulation der Haut (mittels Moor Laser Speckle Contrast Imager®). Nach der dritten Messung wurde der N. femoralis in Bauchlage zwei Mal je 30 Mal mobilisiert. Anschließend fanden die übrigen Messungen statt. Die Messdaten wurden mittels MANOVA-Analyse und Bonferroni post-hoc Analyse auf ihre Signifikanz geprüft. Das Signifikanzniveau wurde bei .05 festgelegt. Für die Parameter Hautfeuchtigkeit und Rötung der Haut konnten mittels Pre-post Verfahren keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden. Bezüglich der Mikrozirkulation konnte im Pre-post Vergleich eine signifikante Veränderung festgestellt werden ( $F_{2,55}=3,47$ ;  $p=0,04$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,11$ ). Es konnte jedoch kein signifikanter „Intervention-Zeiteffekt“ festgestellt werden ( $F_{2,55}=2,35$ ;  $p=0,10$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,08$ ). Dies bedeutet, dass die Mikrozirkulation sich wohl im Verlauf des Testverfahrens signifikant änderte, diese Veränderung jedoch nicht auf die Intervention zurückzuführen war. Vereinzelt wurden nach der Intervention optisch Hautveränderungen im Sinne einer Rötung festgestellt. Von mehreren Faktoren, welche in dieser Studie integriert wurden (Ausgangsstellung, Dauer der Intervention, Anteil vegetativer Fasern im N. femoralis, z.B. zum N. ischiadicus) ist die Auswirkung auf die Resultate unklar. Wegen der klinischen Relevanz der häufig angewendeten Mobilisationen der peripheren Nerven sind weitere Studienprojekte zu den Auswirkungen dieser Mobilisationen auf das vegetative Nervensystem erforderlich.

Keywords: Nervenmobilisation, Haut, Vegetativum.

## ABSTRACT

This study investigated the effect of mobilization of the femoral nerve using measurements of the vegetative nervous system innervation of the skin in 29 healthy subjects using a within subject design with repeated measurements. The dermatome of L3 was measured in three minutes intervals six times using the following parameters: skin hydration (device: Corneometer CM825®) skin redness by means of the L\*a\*b\* Systems (device: Chromameter CR-200®) and perfusion and microcirculation of the skin (device: Moor Laser Speckle Contrast Imager®). Following the third measurement, the femoral nerve was mobilized 2 series of 30 repetitions in prone lying. Following this the remaining measurements took place. The data from each parameter for each time point was analyzed for significance using the MANOVA-Analysis and Bonferroni post-hoc Analysis. The level of significance was set at .05. For the parameters of skin hydration and redness of the skin, no significant changes could be found based on the pre-and post-testing. With respect to microcirculation a significant pre-post comparison was found ( $F_{2,55}=3,47$ ;  $p=0,04$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,11$ ). However, no significant difference was seen with the „Intervention\*time effect“ ( $F_{2,55}=2,35$ ;  $p=0,10$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,08$ ). This means that the microcirculation during the process of the testing procedures showed significant changes, however these changes could not be attributed to the intervention. In isolated cases, perceptible red changes were seen in the skin. For the multiple factors that were integrated in this study (starting position, duration of the intervention, proportion of autonomic nerve fibres in the femoral nerve e.g. to the sciatic nerve....), the effect on the results was unclear. Due to the clinical relevance of the most frequently used mobilizations for the peripheral nerves, further studies related to the effect of these mobilizations on the vegetative nervous system are needed.

Keywords: nerve mobilisation, skin, autonomic nervous system.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
2	Theoretische Hintergründe .....	6
2.1	Begründung des Themas .....	6
2.1.1	Maßnahmen an der Wirbelsäule und deren Auswirkungen auf das Vegetativum in der Peripherie.....	6
2.1.2	Wirkungsmechanismen von neurodynamischen Mobilisationen .....	7
2.1.3	Klinische Wirksamkeit von neurodynamischen Mobilisationen.....	8
2.1.4	Forschungslücke .....	8
2.2	Begriffserklärungen .....	10
2.2.1	N. femoralis:.....	10
2.2.2	Haut:.....	10
2.2.3	Dermatom:.....	12
2.2.4	Mobilisation des N. femoralis.....	13
2.2.5	Hautfeuchtigkeit oder Hautfeuchte (HF).....	14
2.2.6	Rötungsgrad der Haut (RH).....	15
2.2.7	Perfusion der Mikrozirkulation der Haut (PMH) .....	16
3	Forschungsfrage & -hypothesen.....	17
3.1	Probanden .....	17
3.2	Intervention .....	17
3.3	Vergleich.....	17
3.4	Ergebnis .....	17
3.5	Zeit .....	17
3.6	Forschungsfrage .....	18
3.7	Null- und Alternativhypothesen .....	18
3.7.1	Nullhypothese .....	18
3.7.2	Alternativhypothese.....	18
4	Methodologie .....	19
4.1	Literaturrecherche .....	19
4.1.1	Recherche in medizinischen Datenbanken und Basiswerken .....	19
4.1.2	Recherche in spezifischer osteopathischer Literatur.....	21
4.2	Forschungsdesign.....	23
4.3	Stichprobenbeschreibung.....	23
4.3.1	Rekrutierung der ProbandInnen.....	23

4.3.2	Einschlusskriterien .....	24
4.3.3	Ausschlusskriterien (David S. Butler et al., 1998; Du Plessis et al., 2013).....	24
4.3.4	Demographische Daten der Stichprobe .....	26
4.4	Materialien .....	26
4.4.1	Bestimmung der Hautfeuchtigkeit: Corneometer CM825® .....	26
4.4.2	Bestimmung der Rötung der Haut: Chromameter CR-200® .....	27
4.4.3	Bestimmung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut: Moor Laser Speckle Contrast Imager® .....	27
4.4.4	Messgerät für die Bestimmung der Laborkonditionen .....	28
4.5	Studienablauf .....	29
4.5.1	Umgebungsfaktoren .....	29
4.5.2	Vor den Messungen .....	29
4.5.3	Die Messungen .....	30
4.5.4	Nach den Messungen .....	31
4.6	Datenverarbeitung und -auswertung .....	32
5	Resultate .....	33
5.1	$I^*$ -Parameter .....	33
5.2	$a^*$ -Parameter .....	33
5.3	$b^*$ -Parameter .....	34
5.4	Hautfeuchte .....	35
5.5	Perfusion der Mikrozirkulation.....	36
6	Diskussion .....	38
6.1	Wirbel- versus Nervenmobilisation.....	38
6.2	Verwendete Mobilisationstechnik.....	39
6.3	Homogenität der Probandenpopulation und Einfluss der myofaszialen Spannung .....	40
6.4	Die Ausgangsstellung.....	41
6.5	Mobilisationsdauer .....	42
7	Konklusion .....	43
	Literaturverzeichnis .....	44
	Tabellenverzeichnis.....	50
	Abbildungsverzeichnis .....	51
	Abkürzungsverzeichnis.....	54

ANHÄNGE ..... 56

# 1 Einleitung

Das Arbeitsfeld der Osteopathie beinhaltet im Wesentlichen die Befundung und Behandlung somatischer Dysfunktionen. Eine somatische Dysfunktion wird definiert als beeinträchtigte oder veränderte Funktion von den mit dem somatischen System in Zusammenhang stehenden Komponenten: Skelett, Gelenke, myofasziale Strukturen und ihre vaskulären, lymphatischen und neuralen Elemente („American Osteopathic Association Guidelines for Osteopathic Manipulative Treatment (OMT) for Patients With Low Back Pain," 2016, S. 536). Die entsprechende Behandlung, im Englischen als osteopathic manipulative treatment (OMT) umschrieben, wird definiert als die therapeutische Anwendung manuell geführter Kräfte durch einen Osteopathen mit dem Ziel, die durch die somatische Dysfunktion veränderte physiologische Funktion zu verbessern und / oder die Homöostase zu unterstützen („American Osteopathic Association Guidelines for Osteopathic Manipulative Treatment (OMT) for Patients With Low Back Pain," 2016 S. 536). Als Integrations- und Transportorgan verschiedenster Informationen spielt das Nervensystem zur Instandhaltung und zur Wiedererlangung der Gesundheit eines Menschen eine wichtige Rolle.

Eine Nervenkrankheit – eine in der Literatur nicht genauer beschriebene Meningitis - zwei seiner Kinder war für den Begründer der Osteopathie, Andrew Taylor Still, direkter Auslöser für ein Umdenken und für die Abwendung von seiner ursprünglichen Tätigkeit als Landarzt (Lewis, 2012, S. 8). Im Rahmen des salutogenetischen Ansatzes Andrew Taylor Stills sollte das Nervensystem in der Osteopathie dann auch die Aufmerksamkeit bekommen die es verdient, beschreibt er doch in seiner Autobiographie „jegliche Verzögerung in den Nerven als Ursache von Schmerz und von fehlender Durchblutung“ (Still, 1908 – S. 203; freie Übersetzung).

Die Beeinflussung des zentralen Nervensystems ist primär über die kranio-sakrale Annäherung, aber auch über verschiedenste „indirekte“ Annäherungen (Entstauung der Lymphe des Exokraniums, Biodynamik,...) fest im osteopathischen Konzept verankert (Barral & Croibier, 2006; Liem, 2013; Sutherland, 2008). Obwohl laut Definition klar als Aspekt einer somatischen Dysfunktion akzeptiert, wurde dem peripheren Nervensystem bis vor kurzem in der osteopathischen Literatur jedoch viel weniger Beachtung geschenkt. Ein erstes ernstzunehmendes Werk erschien erst 2004 (Barral, 2004). In diesem Buch wird die mechanische Beeinflussung der peripheren Nerven und ihre Auswirkungen auf die Neurodynamik beschrieben. Verschiedene Autoren haben mehr oder weniger ausführlich und fundiert Theorien aufgestellt, wie und wieso die mechanische Beeinflussung der peripheren Nerven zu Veränderungen in der Peripherie führen kann (Barral & Croibier, 2005; Butler, 2008;

Nee, Vicenzino, Jull, Cleland, & Coppieters, 2012). Diese Studien fokussierten jedoch hauptsächlich auf Veränderungen in der Gelenkbeweglichkeit (durch das Aufheben von mechanischen Einschränkungen) oder auf die Beeinflussung von Schmerzen. Ob die mechanische Beeinflussung peripherer Nerven auch einen Einfluss hat auf die vegetative Innervation in den von den mobilisierten Nerven versorgten Gebieten blieb bisher unerforscht. Dies ist erstaunlich, da das Vegetativum über verschiedene Ansätze, vor allem jedoch über eine veränderte Durchblutung, bestimmt auch zu den oben erwähnten mechanischen und analgetischen Veränderungen beiträgt (Shacklock & Hegenscheidt, 2008). Die vorliegende Arbeit will diese Lücke schließen, indem an dreißig Probanden, vor und nach einer Mobilisation des N. femoralis drei häufig verwendete Parameter zur Bestimmung der vegetativen Aktivität an der Haut (Hautfeuchte, Rötung der Haut und Perfusion der Mikrozirkulation der Haut) gemessen werden.

Wegen der bereits erwähnten Forschungslücke und weil bei verschiedensten Beschwerdebildern Nervenmobilisationstechniken in der täglichen Praxis angewendet werden, interessiert diese Fragestellung den Autor.

## **2 Theoretische Hintergründe**

### **2.1 Begründung des Themas**

#### **2.1.1 Maßnahmen an der Wirbelsäule und deren Auswirkungen auf das Vegetativum in der Peripherie**

Um die vorhandene Forschungslücke aufzuzeigen, wird eine Übersicht verschafft über die Literatur zu den Themen Wirbelsäulenbehandlung und Nervensystem.

Die Effekte von verschiedenen manuell-therapeutischen Interventionen auf das Nervensystem wurden intensiv untersucht (Jowsey & Perry, 2010; Kingston, Claydon, & Tumilty, 2014; Perry, Green, Singh, & Watson, 2015; Piekarz & Perry, 2016; Shankar Ganesh, Mohanty, & Smita Pattnaik, 2015; Sillevs, Cleland, Hellman, & Beekhuizen, 2010; Vicenzino, Collins, & Wright, 1994). Mehrere dieser Studien beschäftigten sich auch mit den Auswirkungen dieser manuell-therapeutischen Interventionen auf verschiedene vegetative Parameter. Am häufigsten untersucht wurde in diesem Zusammenhang die elektrodermale Aktivität, gemessen anhand der Hautleitfähigkeit. So stellten Jowsey und Perry (2010) einen signifikanten Unterschied bezüglich Hautleitfähigkeit an der Hand fest nach Mobilisation von Brustwirbel 4 im Vergleich zu einer Placebo-Behandlung ( $p < 0.034$ ). Der Effekt ist als sympatho-excitatorisch zu interpretieren. Eine gleiche Wirkung konnte festgestellt werden im Dermatom von Brustwirbel 4 (Rogan et al., 2016). Perry und Green (2015) kamen, gemessen mit dem gleichen Parameter, zum gleichen Schluss nach Manipulation der Lendenwirbelsäule an PatientInnen mit unspezifischen Lendenwirbelsäulenbeschwerden. Die Erhöhung der Hautleitfähigkeit betrug 255% ( $p < 0.005$ ). Ebenfalls anhand der Hautleitfähigkeit gemessen, stellten Perry und Piekarz (2016) nach Mobilisation von L4 bei Gesunden an den Füßen eine signifikant größere Zunahme der sympathischen Aktivität fest als nach Placebobehandlung ( $p < 0.002$ ). Chu et al. (2014) führten eine Meta-Analyse durch zum Thema Auswirkungen von zervikalen und thorakalen Mobilisationen in der Peripherie und konnten eine Beeinflussung im Sinne einer exzitatorischen Wirkung feststellen.

Zusammenfassend kann aus der hier aufgelisteten Literatur entnommen werden, dass verschiedene an der Haut gemessene vegetative Parameter (am meisten erforscht wurde die elektrodermale Aktivität) in der Peripherie durch Techniken, durchgeführt an der Wirbelsäule maßgeblich beeinflusst werden können.

Bis heute beschäftigten sich wenig Studien mit den Auswirkungen einer Mobilisation oder einer anderen Bewegung in der Peripherie auf die vegetative Aktivität in der Peripherie.

Cleland et al. (2002) und Slater et al. (2013) haben insofern die Peripherie als Ansatz zur Mobilisation verwendet, als dass sie die Auswirkungen auf Vaso- und Sudomotorik der bekannten „Slump“-Mobilisation (Langsitz, Seitneigung und Mobilisation eines Fazettengelenkes im Brustwirbelsäulenbereich) mit einer reinen Langsitzposition verglichen haben. Somit wurde auch hier nicht untersucht, welche Auswirkungen die Ausgangsstellung hat.

### **2.1.2 Wirkungsmechanismen von neurodynamischen Mobilisationen**

Auf die Frage: „*Wie würden Sie beschreiben, was Sie bei der Mobilisation des Nervensystems tun, und wie erklären Sie Ihre Ergebnisse?*“ antwortete D. Butler: „*Die Antwort auf diese Frage weiß ich nicht, und ich kann dazu nur einige Hypothesen anbieten.*“ (Butler et al., 1998, S. 314). Etwas weiter heißt es dann allerdings ohne Quellenangabe:

*„Die Mobilisation des Nervensystems hat eine mechanische Wirkung, die ihrerseits die vaskuläre Dynamik, das axonale Transportsystem und die mechanischen Eigenarten der Nervenfasern und des Bindegewebes beeinflusst.“* (Butler et al., 1998, S. 316).

Dierlmeier (2015, S. 42) behandelt die Wirkungsprinzipien der Nervenmobilisation ebenfalls nur sehr oberflächlich und ohne Quellenangabe oder Hintergrundinformation:

1. Abbau des intranervalen Ödems
2. Dämpfung des Sympathikus, Aktivierung des Parasympathikus
3. Verbesserung der Nähr- und Sauerstoffversorgung
4. Verbesserung des „Entfalten“/Beweglichkeit des Nervs
5. Verbesserung der Mobilität von Tunneln und Grenzflächen
6. Verbesserung der Propriozeption und statischen Regulation
7. Verbesserung des venösen und lymphatischen Rückflusses

Barral und Croibier (2006, S. 67) beschreiben als lokale Effekte (frei übersetzt) und ohne Quellenangabe:

1. Verminderung des intraneuralen Druckes
2. Verminderung der nozizeptiven Komponente der Nervi nervorum
3. Intraneurale vasomotorische Effekte
4. Wiedererlangen der distalen Expansionskraft (Flexion)

Ellis et al. (2008) machen in der Einleitung zu ihrem Systematic Review zur Wirksamkeit von neurodynamischen Mobilisationen darauf aufmerksam, dass die häufig erwähnten Wirkungsmechanismen (Fazilitieren der Nervengleitfähigkeit, Reduktion von neuralen Adhäsionen, Verteilung von toxischen Flüssigkeiten, Erhöhung der neuralen Durchblutung und Verbesserung des axoplasmatischen Flusses) lediglich eine „anekdotische Evidenz“ aufweisen und bis heute einer Validierung entbehren.

Neuere Erklärungsmodelle wurden in der Literatur nicht gefunden.

### **2.1.3 Klinische Wirksamkeit von neurodynamischen Mobilisationen**

Die Mobilisation peripherer Nerven nimmt in mehreren manuell-therapeutischen Konzepten seit Jahrzehnten einen zentralen Platz ein (Butler et al., 1998; Barral & Croibier, 2006). Obwohl davon auszugehen ist, dass die hier thematisierte Technik schon lange von vielen Osteopathen klinisch angewendet wird, erschien erst 2015 ein umfassendes Buch zum Thema Nervensystem in der Osteopathie, in dem die manuelle Behandlung der peripheren Nerven, interpretiert als Längsmobilisation und ausgeführt über die peripheren Gelenke, ausführlich besprochen wird (Dierlmeier, 2015). Obwohl in der täglichen Praxis die Relevanz und Wirksamkeit der neuralen Mobilisationen unumstritten sind, gibt es diesbezüglich in der Literatur kontroverse Angaben (Ellis & Hing, 2008; Medina McKeon & Yancosek, 2008; Nee et al., 2012). Ziele aller Nervenmobilisationstechniken sind eine Verbesserung der Nervenbeweglichkeit sowie eine Verringerung der Mechanosensitivität der Nerven (Wilmes & Piekartz, 2010). Demzufolge sollen primär Mobilitätseinschränkungen der peripheren Nerven und eine veränderte Empfindlichkeit auf mechanische Reize die Indikationen für Nervenmobilisationstechniken bilden.

### **2.1.4 Forschungslücke**

Die große Zahl an wissenschaftlichen Artikeln, die die Auswirkungen von einzelnen Wirbelbehandlungen und Wirbelsäulenbehandlungen auf die vegetative Innervation von Arm oder Bein thematisieren (siehe 2.1.1 Maßnahmen an der Wirbelsäule und deren Auswirkungen auf das Vegetativum in der Peripherie), zeigt, dass Osteopathen und andere manuell tätige Therapeuten daran interessiert sind zu wissen, wie sich manuelle Techniken auf die vegetativen Funktionen in der Peripherie auswirken. Neben motorischen und sensiblen Informationen leiten die peripheren Nerven, zusammen mit den jeweiligen Blutgefäßen, auch diese afferente und efferente vegetative Information für das von ihnen innervierte Gebiet weiter (Raymond et al. 1983; Campero et al. 1993). Die Auswirkungen von Mobilisationen der peripheren Nerven auf diesen Aspekt fanden bisher kaum Beachtung.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, kann man hier gewissermaßen von einem Missing Link sprechen. Die Auswirkungen auf die vegetative Versorgung der Extremitäten von verschiedenen Techniken, durchgeführt an der Wirbelsäule, wurden ausführlich erforscht. Dem wichtigsten Transportorgan für die hierfür erforderlichen elektrophysiologischen Veränderungen, dem peripheren Nerv, wurde bisher jedoch keine Beachtung geschenkt.

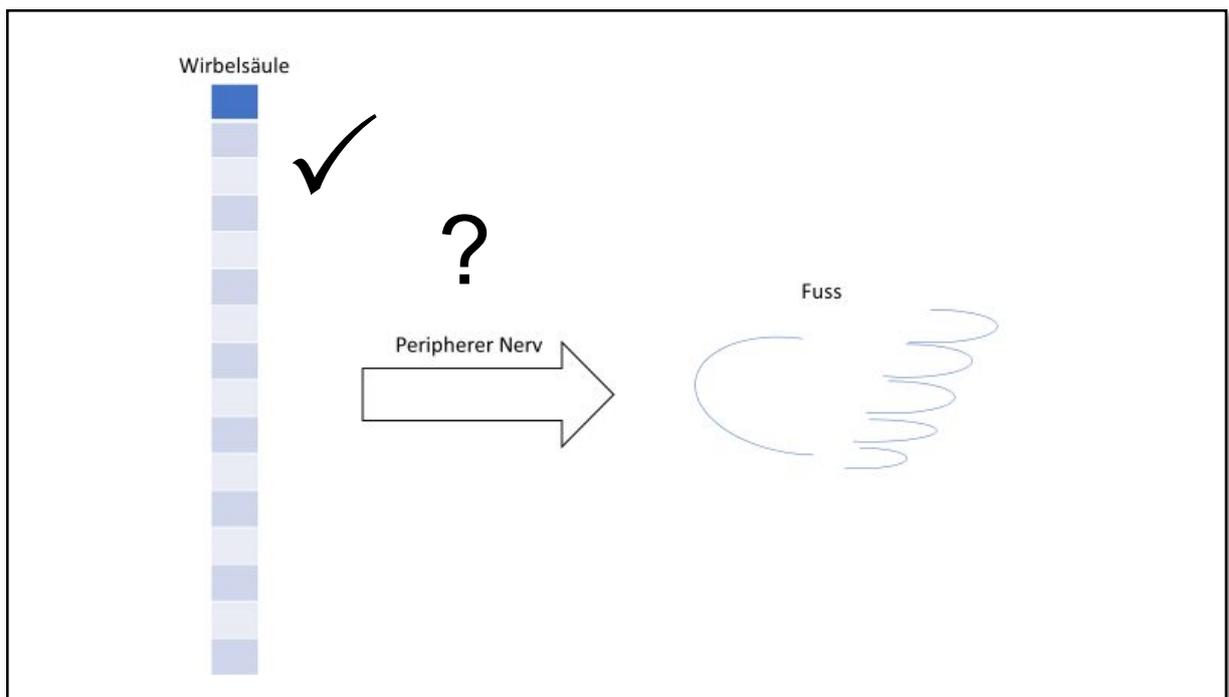


Abbildung 1: Missing Link: Einfluss einer Mobilisation der peripheren Nerven (Pfeil) bisher unerforscht

Diese Arbeit soll diese Lücke schließen indem in einem standardisierten Verfahren, vor und nach einer Mobilisation des N. femoralis, die Parameter Hautfeuchtigkeit, Rötungsgrad der Haut und Perfusion der Mikrozirkulation der Haut an gesunden Probanden gemessen werden.

Der N. femoralis steht hierbei stellvertretend für die verschiedenen peripheren Nerven der oberen und unteren Extremität, welche häufig im Rahmen von Engpassproblematiken (Karpal-/Tarsal-Tunnel-Syndrom, Pronator-Teres-Syndrom, Bernhardt-Roth-Syndrom, Bandscheibenvorfällen ....) mit oder ohne vegetative Komponente eingesetzt werden.

## **2.2 Begriffserklärungen**

### **2.2.1 N. femoralis:**

Der N. femoralis ist der größte und längste Nerv des Plexus lumbalis, enthält Fasern aus den Lumbalsegmenten (L1-L4) und ist gemischt sensibel und motorisch (Trepel, 2017 S. 44).

### **2.2.2 Haut:**

Der Aufbau der Haut ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die äußere Schicht, Epidermis oder Oberhaut genannt, ist Epithelgewebe, zwischen 0.03 bis 0.05 Millimeter dick und enthält weder Nerven noch Blutgefäße. Sie bildet die eigentliche Abgrenzung zur Umwelt, ist mehrschichtig und nützt an der Hautoberfläche durch verschiedene Einflüsse (Austrocknung, Reibung, ...) allmählich ab. In der Folge migrieren die sich bisher weiter nach innen befindlichen Schichten nach außen und fungieren hier vorübergehend als erster Schutz gegen die verschiedenen Bedrohungen, denen die Haut ausgesetzt ist. Dazu gehören unter anderem Wärme- und Elektrolytenverlust, Krankheitserreger und UV-Strahlung (Sonnenbrand). Die Epidermis enthält Poren, über die der Schweiß an die Körperoberfläche gelangt und deren Durchlässigkeit variiert je nach vegetativem Zustand. Die mittlere Schicht, Dermis oder Lederhaut genannt, enthält sehr viel Bindegewebe. Hier befinden sich Schweiß- und Talgdrüsen, Haarwurzeln wie auch kleine Nerven- und Blutgefäße und deren Nervi vasorum, welche unter sympathischem Einfluss die Durchblutung der Haut regulieren. Die sehr dünne untere Schicht, Subcutis oder Unterhaut, enthält vor allem lockeres Bindegewebe, Fett und größere Blutgefäße.

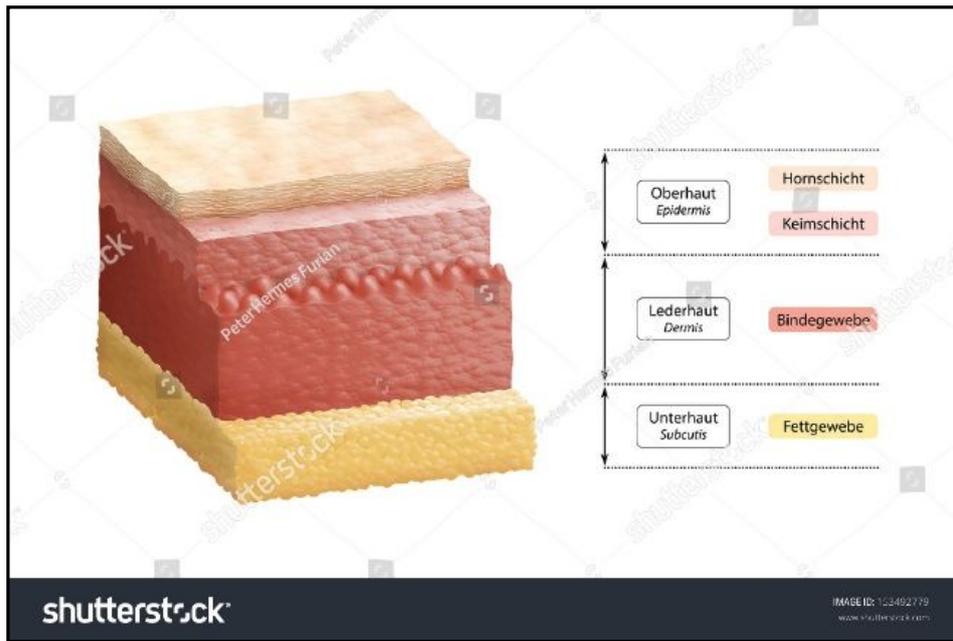


Abbildung 2: Aufbau der Haut (<https://www.shutterstock.com/de/image-photo/crosssection-illustration-human-skin-composed-three-153492779>)

Eine erhöhte sympathische Aktivität, wie sie während intensiver körperlicher Aktivität vorkommt, führt zu einer verstärkten Perfusion der Mikrozirkulation der Dermis. Diese verstärkte Perfusion führt zu einem Temperaturanstieg in der Haut. Die Differenz zwischen Außentemperatur und Körpertemperatur wird größer: ein intensiverer Abtransport von Wasser und Elektrolyten ist die Folge und die Körperkerntemperatur, als Voraussetzung für eine adäquate Physiologie, auch unter Belastung, kann stabil gehalten werden. Diesem Mechanismus entgegengesetzt verläuft die primär durch mentalen Stress ausgelöste Hautreaktion im Rahmen der sogenannten „fight and flight“ Reaktion: eine akute Gefahrensituation oder eine Situation, welche vom Menschen als solche empfunden wird, führt dazu, dass unter dem Einfluss von Adrenalin- und Noradrenalin die gesamte Blutmenge des Körpers zugunsten der quergestreiften Muskulatur umverteilt wird (dies um den „Kampf“ und die „Flucht“ unter optimalen Bedingungen in Angriff nehmen zu können). Die Hautdurchblutung nimmt in dieser Situation ab und übermäßiges Schwitzen wird vermieden. Tatsächlich werden manche (sogenannt „ekkrine“) Schweißdrüsen cholinerg, andere (sogenannt „apokrine“) Schweißdrüsen adrenerg stimuliert, wodurch eine entgegengesetzte Reaktion erklärt werden kann (Kerl, Garbe, Cerroni, & Wolff, 2003).

### 2.2.3 Dermatome:

Ein Dermatome ist das Hautareal, welches ein Paar Nervenwurzeln mit sensorischem Input versorgt (Alcamo & Bergdahl, 2003).

Abbildung 3 zeigt die auf Grund der Somitenbildung (am Ende der dritten embryonalen Woche) entstandene segmentale Gliederung der Haut. Diese Gliederung legitimiert die Annahme, dass die Hautareale links und rechts von den Processi spinosi L3 und L4 auch von diesen Nervenwurzeln innerviert werden und somit direkt mit dem aus diesen Nervenwurzeln entstehenden Nerv, dem N. femoralis in anatomischer und physiologischer Verbindung stehen.

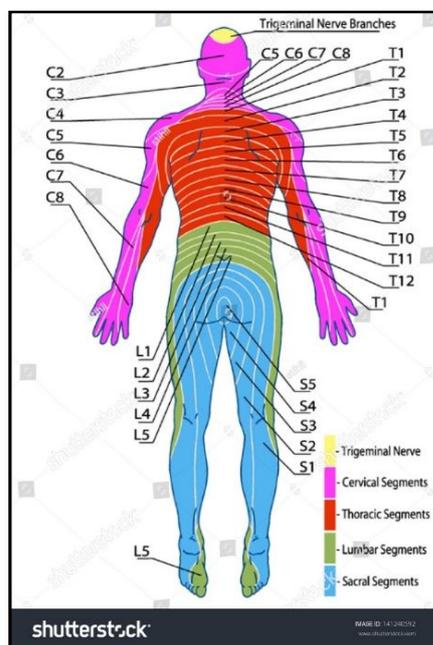


Abbildung 3: Dermatome ([https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=Zlxfdy\\_evPzj3LWk3yJjrA-1-5](https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=Zlxfdy_evPzj3LWk3yJjrA-1-5))

Voraussetzung für eine valide Messung im vom N. femoralis innervierten Bereich ist neben den üblichen Kriterien der Reproduzierbarkeit usw., auch die Gewissheit, die Messung überhaupt in einem vom N. femoralis innervierten Hautareal durchzuführen. Da die Mobilisation des N. femoralis in der Literatur fast ausschließlich in Bauchlage beschrieben wird (therapiert wird oft in Seitenlage, diese Stellung ist jedoch für wiederholte Messungen zu instabil), kommt der gesamte ventrale Oberschenkelbereich für die Messungen nicht in Frage. Außerdem wird während der Mobilisation der Unterschenkel bewegt, weshalb auch über die Äste des N. femoralis, respektive N. Saphenus, keine reliablen, wiederholte Messungen möglich wäre. Vor

allein die Messung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut erfordert bei Messwiederholung genau die gleiche anatomische Stelle für einen Pre-post Vergleich.

Somit kam der Autor zum Schluss, die einzige über längere Zeit stabil liegende und zudem gut erreichbare Stelle, nämlich den Bereich neben den Processi spinosi L3 und L4, für die standardisierte wiederholte Messung zu verwenden.

#### **2.2.4 Mobilisation des N. femoralis**

Es ist erstaunlich, dass mehrere Grundlagenwerke teilweise den Begriff „Mobilisation“ oder den im Französischen häufiger verwendeten Begriff „Manipulation“ verwenden und teilweise sogar im Titel tragen, jedoch nirgends beschreiben, was diese Mobilisation eigentlich ist, bzw. wie sie durchzuführen ist (Barral & Croibier, 2006; Butler et al., 1998). Bei Barral & Croibier sind die Mobilisationen eher als Friktionen des Nervs, respektive des Nervs gegenüber dem ihm umgebenden Gewebes zu verstehen, je nach dem kombiniert mit einer myofaszialer Vorspannung der gesamten Region.

Butler (1998, S. 217-218) beschreibt die Methodologie des Spannungstests des N. femoralis (besser bekannt als PKB-Prone Knee Bent oder als Passive Kniebeugung in Bauchlage) wie folgt:

*„Die Patientin liegt in Bauchlage auf der Tischseite zum Physiotherapeuten hin und wendet ihm den Kopf zu. (...). Wie bei allen Tests werden Bewegungsmaß, Symptomreaktion und Widerstand während der Bewegung vermerkt. Die Reaktion muss mit der der anderen Seite verglichen werden.“*

Die Mobilisationsart, so wie sie von Butler zum ersten Mal für alle peripheren Nerven detailliert umschrieben wurde, bezweckt den Nerv per se und den Nerv gegenüber seiner Umgebung auf (Längs-)Spannung zu bringen. Dies geschieht typischerweise einerseits über eine für jeden Nerv spezifische Ausgangsstellung (welche den Nerv bereits unter Vorspannung bringt), hinzu kommen anguläre (Hebel-)Bewegungen an einem oder mehreren peripheren Gelenken, welche vom Nerv überspannt werden. Die angulären Bewegungen mobilisieren und entspannen die ganze Region abwechselnd. Das Prozedere kann passiv oder aktivo-passiv durchgeführt werden.

Butler beschreibt in einem späteren Werk folgende Dosierung für die Mobilisation: 3 Serien à 4 Minuten mit einer Minute Pause und bei einer Frequenz à 0.5Hz, i.e.: während einer Sekunde „in die Spannung hinein gehen“ und während einer Sekunde „die Spannung wieder abbauen“

(Butler, 2008). Zum gleichen Thema schreibt Dierlmeier (2015, S. 43): „Ist die nervale Ursache (für eine Bewegungseinschränkung, red.) gesichert, führt der Behandler pumpende Bewegungen über einen der Hebel aus“. Er schlägt vor, jede Mobilisation 30 Mal zu wiederholen, i.e. 1 Serie, und diese 2-3 Mal pro Behandlung zu wiederholen. Generell liegen wenig Behandlungsprotokolle vor und die verschiedenen Vorschläge sind sehr heterogen. Weil der Vorschlag von Dierlmeier am nächsten an die klinische Praxis anlehnt, wird in dieser Arbeit unter Mobilisation „Das Durchführen pumpender Bewegungen über einen Hebel in 2 Serien über 30 Wiederholungen mit einer Minute Pause“ verstanden.

Spezifisch in Bezug auf die Ausgangsstellung ist zu erwähnen, dass Dierlmeier (2015, S. 200) in seinem Standardwerk sowohl Befund wie auch Behandlung in Seitenlage durchführt. In Abschnitt 2.2.3 Dermatome wurde bereits begründet, wieso diese Vorgehensweise für die vorliegende Studie nicht verwendet wurde.

Für diese Studie wurde arbiträr beschlossen, den linken N. femoralis zu untersuchen. Die Mobilisation erfolgt dann wie folgt: der Proband/die Probandin liegt in Bauchlage, die HWS ist in Nullstellung oder in 90° Rotation positioniert. Die behandelnde Person steht links vom Patienten, in der Höhe des Knies und umfasst mit der rechten Hand den linken Unterschenkel ventral, gerade proximal der Malleoli. Die linke Hand liegt flächig im Bereich des M. gluteus maximus und sucht den Tuberculum ischiadicum um eine eventuelle (unerwünschte) Beckenbewegung zu registrieren. Das linke Knie des Patienten wird gebeugt.

Als „Ende“, bzw. Grenze der Mobilisation gibt es folgende Möglichkeiten:

- Ferse- Gesäß-Kontakt
- Palpativ feststellbares Mitbewegen des homolateralen Os Coxae in Nutation. Dies entspricht dem Erreichen der myofaszialen Grenze der gesamten ventralen Strukturen
- Abwehrspannung in Knieextension.
- Das Aussprechen des abgemachten „Stopp“-Wortes durch den Probanden.

### **2.2.5 Hautfeuchtigkeit oder Hautfeuchte (HF)**

Ein angemessener Wasseranteil in der Epidermis ist für das Instandhalten der Schutzfunktion der Haut von wesentlicher Bedeutung. Das Wasser funktioniert als Weichhalter in der Fett-/Proteinstruktur, welche die Haut grundsätzlich ist. Die erhöhte Anwesenheit von Wasser deutet, bei gleichbleibenden Umgebungsfaktoren, auf eine angestiegene sympathische Aktivität hin (= Schwitzen oder Tendenz dazu). Die Messung der Hautfeuchte basiert auf einer kapazitiven Messmethode (= „Fassungsmethode“, in diesem Fall für Wasser): der Corneometrie (Stratum corneum = oberste Schicht der Epidermis). Das Gerät, der Corneometer, erfasst Veränderungen

der sogenannten Dielektrizitätskonstante, ein Maß für elektrische Leitfähigkeit oder Isolation. Je höher die Dielektrizitätskonstante, desto höher ist der Wassergehalt und somit die Hautfeuchte im gemessenen Substrat (in diesem Fall dem Stratum Corneum). Der Wassergehalt auf der Haut liegt je nach Alter zwischen 69% und 81%. Die Messung wird ausgedrückt in R. C. U. (Relative Corneometer Units), auch A.U. (arbitrary units) genannt von 0 („null“) bis 120, wobei 0 bedeutet, dass das Gerät mit einer Oberfläche in Kontakt steht, welche kein Wasser enthält und 120 bedeutet, dass das Gerät mit einer sehr salzreichen Wasseroberfläche in Kontakt steht. Das Verfahren nutzt die unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten von trockenen, nicht-leitenden Stoffen (ergibt einen Wert ca. 2-10) und Wasser (ergibt einen Wert ca. 80-120, je nach Salzgehalt des Wassers).

### **2.2.6 Rötungsgrad der Haut (RH)**

Eine Farbe und deren Eigenschaften werden von den drei Parametern Helligkeit, Farbton und Sättigung bestimmt. Die Literatur zum Thema Farbe und Farbveränderungen verwendet das sogenannte  $L^*a^*b^*$  System zur numerischen und bei Bedarf auch zur optischen Darstellung der Messresultate (siehe Abbildung 4), so wie es von der Commission internationale de l'éclairage (CIE) definiert wurde. Aus diesem Grund ist das  $L^*a^*b^*$  System auch als CIELAB System bekannt. Jede Farbe ist durch ihre Lokalisation, ihren „Farbort“, im 3-Achsen  $L^*a^*b^*$  System genau definiert und somit bei Bedarf auch reproduzierbar. Die Lokalisation auf der  $a^*$ -Achse zeigt ob die Farbe eher grün dominiert oder rot dominiert ist, die  $b^*$ -Achse ob sie eher blau oder gelb dominiert ist und die  $L^*$ -Achse beschreibt den Grauton der Farbe, das heißt zwischen den Extremen weiß und schwarz, und somit die Helligkeit der Farbe. In dieser Arbeit interessiert hauptsächlich der  $a^*$ -Wert, welcher die „Rötung“ der Haut repräsentiert und als ein Maß für den Durchblutungszustand der oberen Schicht der Haut betrachtet werden kann. Je röter die gemessene Oberfläche ist, desto höher wird der gemessene  $a^*$ -Wert ausfallen. Die veränderte Rötung deutet auf eine veränderte Durchblutung im gemessenen Bereich hin. Eine erhöhte sympathische Aktivität bewirkt an der Haut eine Vasokonstriktion der arteriellen Blutgefäße, welche durch Blässe (= weniger Rötung) objektivierbar ist (Birkmayer & Winkler, 1951).

Die Messung des Rötungsgrades der Haut und dessen Veränderung geschieht mittels Chromametrie („Chroma“= Farbe), das Gerät ist der Chromameter. Der Bereich in dem der Rötungsgrad zu bestimmen ist (in der Regel etwas 8mm<sup>2</sup> groß), wird mit einer pulsierenden, gebogenen Xenon Lampe beleuchtet. Silikon Photozellen detektieren die (Farb-)Reflektion der Haut und der Chromameter übersetzt die Rötung in numerische Werte, welche statistisch bearbeitet werden können.

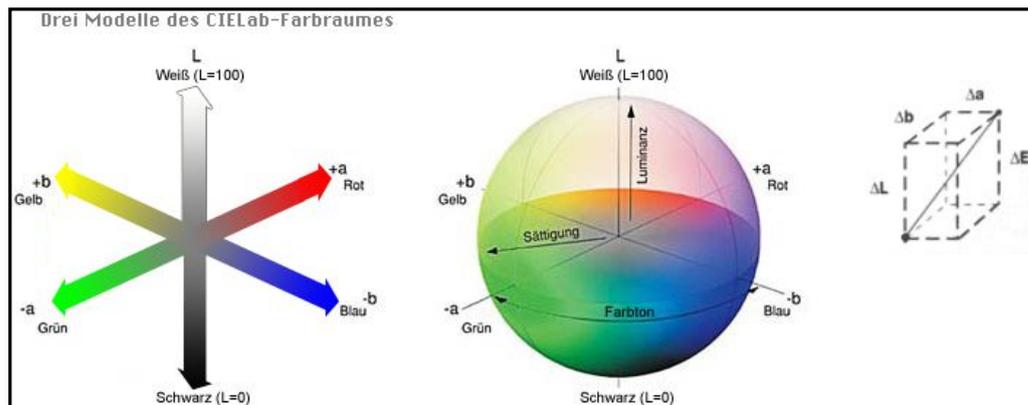


Abbildung 4: der  $L^*a^*b^*$ -Farbraum (<http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Allgemein:Disclaimer>)

### 2.2.7 Perfusion der Mikrozirkulation der Haut (PMH)

Das „Laser Speckle Contrast Imaging (LCSI) Gerät erlaubt die Quantifizierung der durchschnittlichen Perfusion der Dermis in einem bestimmten Körperabschnitt (area of interest). Laser ist ein Kürzel für light amplification by stimulated emission of radiation (Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung“). Laserstrahlen sind als sehr eng gebündelte elektromagnetische Wellen zu verstehen. Speckle heißt übersetzt „Tupfen“ oder „Sprenkel“. Die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut und ihre Veränderungen werden in A.U. (arbitrary units), genannt „Flux“, festgehalten. Je höher der gemessene Flux, desto intensiver ist zum Messzeitpunkt die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut.

Die Bestimmung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut mittels einem anderen Verfahren, der Laser Doppler Methode, wurde in der Vergangenheit häufig eingesetzt. Die hier verwendete Bestimmung mittels Laser Speckle ist der Laser Doppler Technik überlegen (Forrester, Stewart, Tulip, Leonard, & Bray, 2002; Millet, Roustit, Blaise, & Cracowski, 2011).

Die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut wird auch in der osteopathischen Literatur als Verlaufparameter für vegetative Veränderungen an der Haut angewendet (Howard, 2006; Zegarra-Parodi, Snider, Park, & Degenhardt, 2014). Beide Studien thematisieren oder verwenden die Laser Doppler Methode. Zum Publikationszeitpunkt der älteren Studie dürfte die Laser Speckle Methode noch zu wenig kommerziell einsetzbar gewesen sein, in der jüngeren Studie geht es um Empfehlungen zur Objektivierung vom osteopathischen wissenschaftlichen Arbeiten und hier dürfte der Kostenpunkt eine Rolle gespielt haben. Nicht jede Institution kann sich das teurere Laser Speckle Gerät leisten.

### **3 Forschungsfrage & -hypothesen**

Die Forschungsfrage wird anhand des PICOT-Schemas ausformuliert, wobei zu erwähnen ist, dass in der Studie ein Inner-subject Design mit Messwiederholung angewendet wird.

#### **3.1 Probanden**

Es werden gesunde, beschwerdefreie männliche wie weibliche Probanden getestet.

#### **3.2 Intervention**

Es wird eine Mobilisation des N. femoralis, so wie sie beschrieben wird durch Dierlmeier (Beschreibung: siehe 2.2.4 Mobilisation des N. femoralis) durchgeführt: 2x30 Wiederholungen mit einer Minute Pause.

#### **3.3 Vergleich**

Da ein Inner-subject Design verwendet wird, gibt es keine Kontrollgruppe und somit auch keinen Vergleich mit einer Kontroll- oder anderen Interventionsgruppe. Es werden in einem Pre-Post Design verschiedene Parameter vor und nach einer Intervention verglichen.

#### **3.4 Ergebnis**

Die abhängigen Variablen anhand von denen die Auswirkungen der Intervention gemessen werden, sind: Perfusion der Mikrozirkulation der Haut, Rötungsgrad der Haut und Hautfeuchte. Im Abschnitt 2.2.2 Haut wurde die Komplexität der vegetativen Innervation der Haut erläutert. Aus diesem Grund wird auf eine genauere Umschreibung der zu erwartenden Auswirkung (im Sinne von gesteigerter oder reduzierter sympathischer Aktivität) verzichtet und lediglich das Festhalten einer eventuellen Veränderung angestrebt.

#### **3.5 Zeit**

Die abhängigen Variablen werden, nach einer immobilen Ruhezeit von 20 Minuten, gemessen zu den Zeitpunkten 0 („null“), nach 3 Minuten, nach 6 Minuten, direkt nach der Intervention, 3 Minuten nach der Intervention und 6 Minuten nach der Intervention.

### **3.6 Forschungsfrage**

Beeinflusst bei gesunden ProbandInnen eine Mobilisation des linken N. femoralis die Parameter: Perfusion der Mikrozirkulation der Haut, Rötung der Haut und Hautfeuchte, gemessen direkt, 3 Minuten und 6 Minuten nach der Intervention?

### **3.7 Null- und Alternativhypothesen**

Aus der Forschungsfrage ergeben sich somit folgende Null- und Alternativhypothesen:

#### **3.7.1 Nullhypothese**

Eine Mobilisation des linken N. femoralis hat keinen Einfluss auf die Parameter: Perfusion der Mikrozirkulation der Haut, Rötung der Haut und Hautfeuchte, gemessen direkt, 3 Minuten und 6 Minuten nach der Intervention.

#### **3.7.2 Alternativhypothese**

Eine Mobilisation des linken N. femoralis hat einen Einfluss auf die Parameter: Perfusion der Mikrozirkulation der Haut, Rötung der Haut und Hautfeuchte, gemessen direkt, 3 Minuten und 6 Minuten nach der Intervention.

## 4 Methodologie

### 4.1 Literaturrecherche

#### 4.1.1 Recherche in medizinischen Datenbanken und Basiswerken

Bereits bei der Erstellung des Konzeptes stellte sich heraus, dass nur sehr spärlich Literatur zum Thema verfügbar ist. Deshalb wurden für diese Arbeit so wenig Filter wie möglich (siehe Tabelle 1) eingebaut und ein, für wissenschaftliche Verhältnisse, langes Zeitfenster (ab 2007) berücksichtigt.

Tabelle 1: Eingrenzungen der Literatursuche in medizinischen Datenbanken

Pedro	Ab 2007
Cochrane	Ab 2007; Search in Title, abstracts, keywords
Pubmed	Ab 2007; Humans

Die Suche erfolgte am 3. Januar 2017. Ein Update am 4. Dezember 2017 ergab keine neuen brauchbaren Treffer.

Die drei relevanten Datenbanken Pubmed, Pedro und Cochrane (Central Register of Controlled Trials) wurden konsultiert. Suchbegriffe wurden auf ihre MeSH-Eignung geprüft (relevant für Pubmed und Cochrane). Gängige Begriffe, bestehend aus mehreren Wörtern wurden mittels „“-Funktion zu einem Begriff zusammengefügt. Ergaben sich aus einer Suche sehr viele Ergebnisse, wurde eine Kombination verschiedener Suchwörter gemacht bis eine Anzahl Suchtreffer kleiner als 500 gefunden wurde. Die Anzahl Suchtreffer pro Datenbank sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die weitere Prüfung der Eignung der Literatur erfolgte durch Durchlesen der Titel, allenfalls der Abstracts der Suchtreffer. Zu erwähnen ist, dass in der angelsächsischen Literatur als Übersetzung für „Mobilisation“, sowohl „mobilisation“ wie auch „mobilization“ angetroffen wurden. Waren beide Begriffe den Datenbanken bekannt, wurden Überlappungen manuell gesucht. In Tabelle 2 ist das Resultat der kombinierten Suche wiedergegeben.

Tabelle 2: Anzahl Suchtreffer in den verschiedenen Datenbanken

<b>Datenbank</b>	<b>Suchwörter</b>	<b>Anzahl Treffer</b>
Pedro	„Neurodynamics“	9
	„neural mobilisation/mobilization“	17
	„sympathetic nervous system“	20
	„skin conductance“	7
	„regional blood flow“	3
Cochrane	„neurodynamics“	0
	„neural mobilization“	1
	„sympathetic nervous system“	3
	„skin conductance“	676
	“ + „mobilization“	12
	„regional blood flow“	4
Pubmed	„neurodynamics“	200
	„neural mobilization“	23
	„sympathetic nervous system“	5218
	“ + „skin“	412
	„skin conductance“	1375
	“ + „mobilization“	155
	„regional blood flow“	5307
	“ + „sympathetic nervous system“	186

Es wurde lediglich ein Artikel gefunden, in dem der Einfluss einer peripher (i.e.: nicht nur über die Wirbelsäule stattfindende) mobilisierenden Maßnahme auf die vegetativen Parameter der Haut untersucht wurde. Cleland et al. (2002) untersuchten allerdings die Auswirkungen einer „Slump“ Position („Langsitz“) und diejenige einer Slump Position, kombiniert mit Seitneigung der Wirbelsäule auf die Vaso- und die Sudomotorik. Die Mobilisation eines peripheren Nervs und die Auswirkungen auf die vegetative Innervation eines Hautareals werden aber auch in dieser Arbeit nicht direkt thematisiert.

Manuelle Suche in den spärlich vorhandenen Basiswerken zum Thema manuelle Nervenmobilisation ergab keine brauchbaren Angaben zu den Auswirkungen dieser Mobilisationen auf vegetative Parameter der Haut (Barral & Croibier, 2005; Barral & Croibier, 2006; David S. Butler et al., 1998; Dierlmeier, 2015; Shacklock & Hegenscheidt, 2008).

M. Coppieters, PhD und bis 2013 engster Mitarbeiter von David Butler, bestätigte, dass das in dieser Arbeit behandelte Thema, seines Wissens noch nicht erforscht wurde (persönliche Kommunikation, 23. September 2015).

#### **4.1.2 Recherche in spezifischer osteopathischer Literatur**

Alle unten erwähnten Recherchen wurden am 4. Dezember 2017 durchgeführt. Über die entsprechende Webseite (<http://jaoa.org/solr/advancedsearch.aspx>) wurde in dem Journal of the American Osteopathic Association (JAOA), eine systematische Suche durchgeführt. In dieser Datenbank, ist keine Suche mittels booleschen Operatoren möglich. Die Ergebnisse der Suche sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Anzahl Suchtreffer in der Datenbank des JAOA

<b>Datenbank</b>	<b>Suchwörter</b>	<b>Anzahl Treffer</b>
JAOA	„Neurodynamics“	5
	„neural mobilisation/mobilization“	44
	„sympathetic nervous system“	40
	„skin conductance“	4
	„regional blood flow“	0
	„neurodynamics“	5
	„skin conductance“ + „mobilization“	20

Die Titel und, bei Bedarf, die Abstracts wurden manuell auf ihre inhaltliche Eignung geprüft.

Kein Artikel befasste sich spezifisch mit der Auswirkung neuraler Mobilisationstechniken auf die vegetative Innervation des Beines. Erwähnenswert jedoch sind die fünf Artikel, welche über den Suchbegriff „Neurodynamics“ gefunden wurden. Sie wurden alle im Rahmen des „somatic connection“ Projektes in der Zeitschrift publiziert. Ziel dieses Projektes ist es unter anderem, Brücken zu schlagen zu anderen Therapieformen (Yoga, Akkupunktur, Physiotherapie,...) und für die Osteopathie relevante Aspekte herauszunehmen. Betont wurde in diesen Artikeln jeweils die klinische Relevanz der spezifischen Nervenmobilisationen so wie sie auch in dieser Studie angewendet werden (Blumer, 2017; Burnham, Higgins, Burnham, & Heath, 2015; Seffinger, 2013; Siu, Jaffe, Rafique, & Weinik, 2012; Sucher, 2013).

Manuelle Suche in der Datenbank der Deutschen Zeitschrift für Osteopathie (D.O. – Thieme Verlag) ergab im kostenlos zugänglichen Zeitraum von 2003-2017 keine brauchbaren Artikel.

Die Literatursuche in der zweiten bedeutenden Zeitschrift im deutschsprachigen Raum, „Osteopathische Medizin“ (Elsevier Verlag) verläuft automatisch über die Suchmaschine [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Diese inkludiert ebenfalls die Suche in der zweiten bedeutenden Zeitschrift für osteopathische Medizin im englischsprachigen Raum, dem International Journal of Osteopathic Medicine. Die Ergebnisse der Suche sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Anzahl Suchtreffer in der Datenbank [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) .

<b>Datenbank sciencedirect.com</b>	<b>Suchwörter</b>	<b>Anzahl Treffer</b>
	„Osteopathie“ AND „neurale Mobilisation“	7
	„osteopathy“ AND „neural mobilization“	10
	„osteopathy“ AND „sympathetic nervous system“	83
	„osteopathy“ AND „neurodynamics“	21

Die Titel, und bei Bedarf, die Abstracts wurden manuell auf ihre Eignung geprüft. Es wurde lediglich einen Artikel mit Bezug zum hier behandelten Thema gefunden. Karason & Drysdale (2003) untersuchten mittels Doppler Laser die Auswirkung von einer Manipulation des lumbosakralen Übergangs auf die Durchblutung im entsprechenden Dermatome (L5) des Beines. Es wurde ein sehr ähnliches Forschungsdesign verwendet wie in dieser Studie und es konnte belegt werden, dass die HVLAT-Manipulation des lumbosakralen Übergangs zu einer signifikanten Veränderung der Durchblutung im Dermatome L5 führte (bei Nichtrauchern im Sinne einer erhöhten Durchblutung, bei Rauchern im Sinne einer verminderten Durchblutung).

## **4.2 Forschungsdesign**

In der vorliegenden Studie wird die Auswirkung einer osteopathischen Mobilisationstechnik getestet. Messungen erfolgen mehrmals VOR und mehrmals NACH der Durchführung der Technik an den gleichen ProbandInnen. Somit wird ein Inner-subject Design mit Messwiederholung verwendet.

## **4.3 Stichprobenbeschreibung**

### **4.3.1 Rekrutierung der ProbandInnen**

Die spärlich vorhandene Literatur zum Thema „Einflüsse der neuralen Mobilisationen auf das Vegetativum gemessen an der Haut“ oder in den Randbereichen dieser Thematik, verunmöglicht eine Fallzahlberechnung im Vorfeld der Studie. Es sind zu wenig andere/ähnliche Studien vorhanden, um, gestützt auf deren Ergebnissen, die Effect-size berechnen zu können.

Deshalb kann die in der vorliegenden Arbeit beschriebene Studie als Pilotstudie betrachtet werden, bei der die Anzahl ProbandInnen arbiträr festgelegt werden kann. Da die Studie im Labor der Fachhochschule in Landquart (CH) durchgeführt wurde, wurden auch die ProbandInnen im Umfeld dieser Schule rekrutiert.

In einer ersten Phase (Ende Oktober/Anfang November 2016) wurde per Screen ein Aufruf gestartet, sich bei Interesse im Labor der Fachhochschule zu melden. Die InteressentInnen bekamen daraufhin zwei Dokumente: erstens das Dokument „Probanden-Information - Auswirkungen Mobilisation des Nervensystems (Version 01 – 20.10.2016)“; dieses Dokument ist als das „informed consent“ Dokument zu betrachten (siehe Anhang A). Zweitens wurde ein Fragebogen mit Fragen zum Gesundheitszustand abgegeben (siehe Anhang B). Diese Dokumente wurden von den potentiellen ProbandInnen entweder vor Ort oder zuhause ausgefüllt. Im Labor wurden sie auf Vollständigkeit und Eignung geprüft. Bei Bedarf wurden erwähnte gesundheitliche Probleme innerhalb des Forschungsteams diskutiert. Es wurde entschieden, ob der Proband/die Probandin trotzdem geeignet ist, an der Studie teilzunehmen oder nicht. Bekam der potentielle Proband/die potentielle Probandin „grünes Licht“, wurde ein Termin abgemacht für einen der drei Testtage (14./15./16. Dezember 2016).

#### **4.3.2 Einschlusskriterien**

Zum Zeitpunkt der Messung mussten die ProbandInnen zwischen 20 und 55 Jahre alt sein. Dieses Altersintervall wird in mehreren Studien zu den Themen Lendenwirbelsäule, Bandscheibenvorfall, ... verwendet, jedoch gibt es auch andere Altersvorgaben (Iversen et al., 2013; Suri, Hunter, Katz, Li, & Rainville, 2010). Mit dem Altersintervall 20 - 55 soll einerseits sichergestellt werden, dass das Wachstum des Nervensystems abgeschlossen ist, andererseits sollten mögliche, den ProbandInnen unbekannt, orthopädische und metabolische Alterungsprozesse, welche die Nervenleitfähigkeit und/oder die Nervenmobilität beeinträchtigen könnten, vermieden werden.

#### **4.3.3 Ausschlusskriterien (David S. Butler et al., 1998; Du Plessis et al., 2013)**

Die ProbandInnen durften zum Zeitpunkt des Ausfüllens nicht wesentlich an bösartigen Prozessen im Nervensystem oder in der Wirbelsäule, oder unter irgendeiner Infektion leiden. Kürzliches Auftreten oder Verschlimmerung neurologischer Zeichen wie Kraftmangel, Sensibilitätsstörungen usw., sowie das Auftreten von Störungen oder Symptomen, die in Zusammenhang gebracht werden könnten mit einer Läsion der Cauda equina, führten ebenfalls zum vorzeitigen Ausschluss, genauso wie das Vorhandensein des sogenannten Rückenmarkverwachsungssyndrom („Tethered Cord“). Die ProbandInnen wurden zudem darauf

aufmerksam gemacht, dass, sollte eine der oben erwähnten Ausschlusskriterien zwischen dem Ausfüllen und dem Testtag, eintreffen, sie verpflichtet sind, dies dem Testerteam am Testtag mitzuteilen. Außerdem schreibt Butler: „Wo bei Testen in Bezug auf die Mechanik des Nervensystems andere Strukturen einbezogen werden (z.B. Flexion der Wirbelsäule im „Slump“-Test), könnten Kontraindikationen (z.B. Instabilität) für das Testen dieser Strukturen vorliegen.“ (David S. Butler et al., 1998). Somit entstehen weitere Ausschlusskriterien, bedingt durch die spezifische Ausgangsstellung beim Testen des N. femoralis in Bauchlage mit gebeugtem Knie. Die selbsteingeschätzte Unfähigkeit ca. 45 Minuten in Bauchlage liegen zu können, auf Grund eines bekannten Streckdefizites in einer oder in beiden Hüften. In diesem Zusammenhang und als generelle Vorsichtsmaßnahme wurde auch eine bekannte Schwangerschaft, unabhängig von der Schwangerschaftswoche als Ausschlusskriterium aufgenommen. Eine symptomfreie oder mit Schmerzen einhergehende eingeschränkte Kniemobilität im Winkel zwischen der Nullstellung und Gesäß-Ferse-Kontakt bildete ebenso ein Ausschlusskriterium, welches im Schnellverfahren am Testtag überprüft wurde. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass der Einsatz von manchen Geräten direkten Hautkontakt erfordert: folglich wurden weitere Kontraindikationen hinzugefügt. Schriftlich wurde bereits nach Psoriasis Spots im erweiterten Bereich der LWS gefragt, am Testtag wurde der Rücken auf Muttermale, Wunden oder alte Narben, andere „verdächtige“ Hautabweichungen in einem Hautareal zwischen Dornfortsatz L1-L4 und von dieser Verbindungslinie 20 cm nach links, überprüft. Nach CRPS (M. Sudeck, Complex Regional Pain Syndrom) oder aktuell bekannte Hinweise auf diese Problematik wurde schriftlich gefragt. Auf potentielle ProbandInnen, bei denen Zweifel aufkommt ob sie psychisch in der Lage waren die Untersuchung mitzumachen und/oder ob sie kognitiv in der Lage waren während der Testung angemessen Auskunft zu geben, wurde verzichtet. Falls diesbezüglich während der Studiendurchführung Zweifel aufgekommen wären, war unter den Testern abgemacht, konsequent abzuberechnen.

Du Plessis et al. (2013) beschreiben in ihren Guidelines zu in-vivo Messungen an der Haut noch weitere Faktoren, welche Hauteigenschaften und deren Messung beeinflussen können. Mehrere dieser Faktoren (Rasse, Raucher/nicht-Raucher, 24-Stunden Rhythmus,...) sind für diese Studie jedoch nicht relevant, weil es sich hier um eine Inner-subject Studie mit Messwiederholung am gleichen Tag und in einem Zeitrahmen von ca. 45 Minuten handelt.

Die Liste mit Kontraindikationen wurde nach Erläuterung des Vorhabens mit einem Neurologen und einem Dermatologen mündlich auf Vollständigkeit geprüft.

#### 4.3.4 Demographische Daten der Stichprobe

Sobald 30 ProbandInnen gefunden waren, wurden die Daten für die Durchführung der Studie festgelegt. Keiner der ProbandInnen musste in der Zwischenzeit auf Grund einer Knieverletzung, Rückenbeschwerden usw. aus der Studie ausgeschlossen werden. Die Ausschlusskriterien, welche erst am Testtag festgestellt werden konnten (Hautbeschaffenheit, Knie-/Hüftmobilität usw...) führten zu keinem Ausschluss. Ein Proband erschien unentschuldig nicht zur Studiendurchführung. Somit konnten 29 ProbandInnen in die Studie aufgenommen werden.

Es nahmen 13 Probanden und 16 Probandinnen an der Studie teil. Das Durchschnittsalter bei den Probanden betrug 27,1106428 Jahren. Der Shapiro-Wilk Test zur Überprüfung einer Normalverteilung ergab keine Solche ( $p < .001$ ). Bei den Probandinnen betrug das Durchschnittsalter 23,9904110 Jahren: auch diese Daten waren nicht normal verteilt ( $p < .038$ ). Da die Fragestellung dieser Arbeit Alters- und Geschlechterunabhängig ist, ist die Tatsache, dass eine unterschiedliche Anzahl Probanden und Probandinnen an der Studie teilnahmen und das Alter beider Gruppen nicht normal verteilt war, nicht relevant.

#### 4.4 Materialien

##### 4.4.1 Bestimmung der Hautfeuchtigkeit: Corneometer CM825®

Die Validität und Reliabilität vom Corneometer CM825® wurde ausführlich untersucht (Clarys, Barel, & Gabard, 1999; Clarys, Clijsen, Taeymans, & Barel, 2012). Clarys et al. (2012) beschreiben eine sehr hohe Korrelation ( $r = 0.97$ ;  $p < 0.005$ ) zwischen den Ergebnissen, gemessen mittels Corneometrie und denen, gemessen mittels „elektrischer Impedantie“-Methode. Letztere ist jedoch umständlich durchzuführen und für die Arbeit in einem Labor, gerade in Kombination mit anderen Messungen, nur schwer durchzuführen. Abbildung 5 zeigt den Corneometer CM825®.



Abbildung 5: Corneometer CM825 ® (<http://courage-khazaka.de/index.php/en/products/scientific/55- corneometer>)

#### 4.4.2 Bestimmung der Rötung der Haut: Chromameter CR-200®

Verschiedene Autoren betrachten die Chromametrie und insbesondere das Model Konica Minolta Chromameter CR-200® als angemessenes Instrument für Verfärbungen an der Haut (Clijisen, 2013; Lahti, Kopola, Harila, Myllyla, & Hannuksela, 1993). In internationalen Guidelines zur Messung der Hautfarbe und -Rötung wird das hier verwendete Model, Konica Minolta Chroma Meter CR-200®, als valides Messinstrument vorgeschlagen (Fullerton et al., 1996). Diese Messung erreicht eine Korrelation von 0.915 ( $p < 0.001$ ) mit der Deraspectrometrie, welche parallel zur Bestimmung von Hautveränderungen verwendet wird. Abbildung 6 zeigt den Chromameter.



Abbildung 6: KonicaMinolta Chromameter CR-200® (<https://www.atecorp.com/products/minolta/cr-200b>)

#### 4.4.3 Bestimmung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut: Moor Laser Speckle Contrast Imager®

Das side stream darkfield (SDF) Imaging wird als Gold Standard der Messung der Perfusion aller Körperabschnitte betrachtet. Die für diese Studie verwendete Laser Technologie von Moor wurde auf Grund einer vergleichenden Studie beider Methoden als valide und reliabel betrachtet (Pearson  $r=0.92$ ) (Bezemer, R. et al., 2010). Auch mit der Laser Doppler Velocimetry Messung fand er eine hohe Korrelation (Pearson  $r=0.968$ ) (Bezemer, R. et al., 2010). Abbildung 7 zeigt den Moor Laser Speckle Contrast Imager. Ein Grund, wieso das in der vorliegenden Studie verwendete Gerät noch nicht so häufig in akademischen Labors verwendet wird, dürfte der hohe Anschaffungspreis sein.



Abbildung 7: Moor Laser Speckle Contrast Imager® (<https://us.moor.co.uk/product/moorflpi-2-laser-speckle-contrast-imager/291>)

#### 4.4.4 Messgerät für die Bestimmung der Laborkonditionen

Bei Messungen am menschlichen Körper und vor allem an dessen Oberfläche, ist es wichtig, während der ganzen Untersuchung möglichst stabile Umgebungsbedingungen zu gewährleisten. Im Falle dieser Studie könnten vor allem Veränderungen der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchtigkeit die Ergebnisse entscheidend beeinflussen.

Um dies zu vermeiden, wurde im Labor eine sehr stabile Umgebung geschaffen und vor jeder Messung wurden Temperatur und Luftfeuchtigkeit kontrolliert und festgehalten. Dies geschah mittels Einsatz von einem Multimeter MT-52 der Marke Volcraft® (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Volcraft® Multimeter MT-52 (<https://www.conrad.ch/de/hand-multimeter-digital-volcraft-vc-440-e-kalibriert-nach-werksstandard-ohne-zertifikat-strahlwassergeschuetzt-ip65-1500206.html>)

## **4.5 Studienablauf**

### **4.5.1 Umgebungsfaktoren**

Für die angemessene Durchführung der Perfusionsmessung mittels Laser sind stabile Lichtverhältnisse unabdingbar. Da die Testtage lang waren (morgens dunkel, tagsüber hell, abends dunkel) und im Winter stattgefunden haben, wurde deshalb mit geschlossenen Fensterstoren gearbeitet. Weitere Maßnahmen um möglichst stabile Laborverhältnisse zu erreichen wurden bereits unter 4.4.4 Messgerät für die Bestimmung der Laborkonditionen beschrieben. Durch die große Erfahrung der Labormitarbeiter gelang es, die Umgebungstemperatur stabil zwischen 23.0° (Tiefstwert) und 23.8° (Höchstwert) zu behalten und die relative Luftfeuchtigkeit zwischen 37% und 42% zu stabilisieren.

### **4.5.2 Vor den Messungen**

Am Testtag erschienen die ProbandInnen zum abgemachten Zeitpunkt „x“. Als erstes wurde der zweite Teil der Eignungsbeurteilung durchgeführt (siehe Anhang C, Seite 1). Dieser Teil betrifft Aspekte, welche nicht oder nur zum Teil mittels Fragebogen von den ProbandInnen selbst beurteilt werden können.

Als Schnelltest für die Knie- und Hüftmobilität wurden die ProbandInnen gebeten, aus dem Stand mit den Füßen ca. hüftbreit und mit den Hüften in Neutralstellung (keine Innen- oder Außenrotationsstellung) einmal schnell und einmal langsam in die Knie zu gehen. Das Bewegungsausmaß wurde als (für die Studie) genügend beurteilt, wenn die ProbandInnen beschwerdefrei mehr als 90 Grad Flexion in den Knien erreichten.

Als nächster Schritt wurde die Hautbeschaffenheit der gesamten LWS angeschaut: bereits vorhandene Rötungen und/oder andere vegetative Zeichen, Muttermale, Ekzeme, Narben, usw. wurden beurteilt. Die psychische Eignung wurde aus der Gesamtsituation und aus dem Gesamteindruck heraus beurteilt.

Im Anschluss wurde in Seitenlage links, mit angewinkelten Beinen und beginnend beim lumbosakralen Übergang, der Interspinalraum zwischen L3 und L4 bestimmt. Ein Bereich in der Größe von 4 cm<sup>2</sup> wurde 3 cm links vom Interspinalraum markiert (siehe Anhang D). Ausgehend von der segmentalen Innervation, darf davon ausgegangen werden, dass dieses Hautareal ausschließlich über Nervenwurzeln, beteiligt am N. femoralis sensible Information ins ZNS leitet. In diesem eingezeichneten Bereich werden später alle Messungen durchgeführt.

Anschließend legten sich die ProbandInnen in Bauchlage auf eine Therapieliege, wahlweise mit der HWS in Neutralstellung oder um 90 Grad nach rechts oder links gedreht. Mit dem Ziel, das vegetative Nervensystem herunterzufahren, wurde diese Position während zwanzig Minuten beibehalten.

Nach dieser Beruhigungsphase wurden die ProbandInnen, auf der Liege liegend, zu den Messgeräten gefahren und in eine Position gebracht, in der die Lasermesspunkte sowohl in maximaler Inspirationsstellung, wie auch in maximaler Expirationsstellung innerhalb des markierten Bereichs lagen. Dies war relevant, weil die Lasermessung entweder während expiratorischem oder während inspiratorischem Apnoe stattfinden sollte um eine optimale Messung zu ermöglichen.

Nach Positionierung der ProbandInnen wurde mit ihm/ihr abgemacht ob die Lasermessung bei maximaler Inspiration oder bei maximaler Expiration erfolgen würde (je nach Präferenz der ProbandInnen).

#### **4.5.3 Die Messungen**

Alle 3 Zielparameter wurden zu folgenden Zeitpunkten gemessen (siehe Abbildung 9):

- Zeitpunkt 0 („null“)
- Nach 3 Minuten
- Nach 6 Minuten. Dies entspricht dem Zeitpunkt direkt vor der Intervention.
- Direkt nach der Intervention.
- 3 Minuten nach Beenden der Intervention.
- 6 Minuten nach Beenden der Intervention.

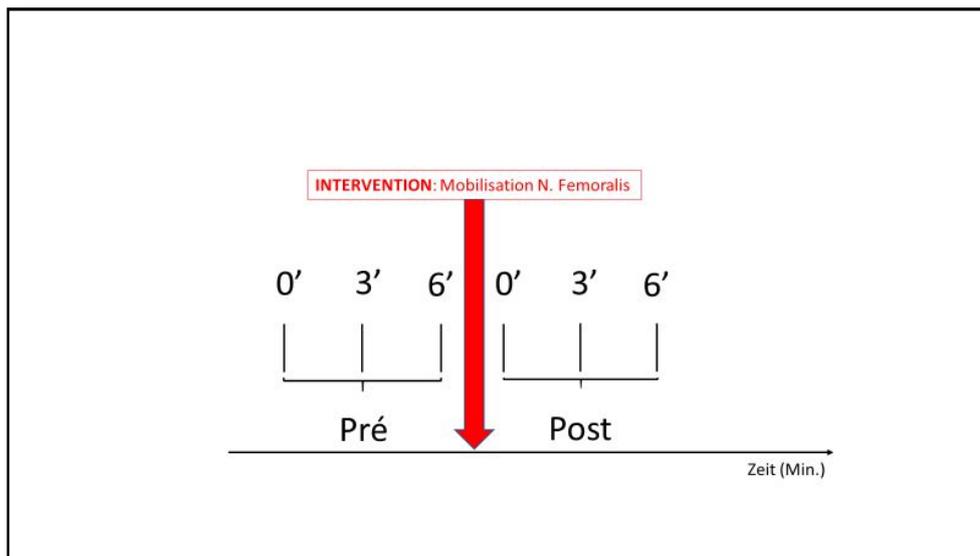


Abbildung 9: Ablauf der Messung als Time Table.

Aus praktischen Gründen, vor allem bedingt durch die Verkabelung der Geräte und deren Positionierung im Raum, wurde für die Messungen die Reihenfolge Corneometrie → Chromametrie → Lasermessung festgelegt.

Wie in 2.2.4 Mobilisation des N. femoralis beschrieben, wird die Intervention definiert als: „Das Durchführen pumpender Bewegungen über einen Hebel in 2 Serien über 30 Wiederholungen mit einer Minute Pause“. Es wurde mit einer Frequenz von 0.5 Hz gearbeitet, vorgegeben von einem online Metronom (<https://www.webmetronome.com/>): das heißt, dass jeweils für jede Flexionsbewegung und für jede Extensionsbewegung des Knies 1 Sekunde Zeit war. Dies entspricht dem klinischen Alltag.

Da es sich bei den ProbandInnen um symptomfreie Menschen handelte, ist es nötig, die „Grenze“ der Mobilisation zu beschreiben. Die Knieflexion wurde jeweils soweit durchgeführt bis:

- Ferse-Gesäß-Kontakt vorlag (keinen weiteren Dehneffekt des N. femoralis zu erwarten).
- Mit der linken Hand eine Tendenz zur Bewegung des Tuber ischiadicum spürbar war.
- Die myofasziale Spannung objektiv so hoch wurde, dass Verletzungen des ventralen myofaszialen Apparates zu befürchten waren.

#### 4.5.4 Nach den Messungen

Nach den Messungen wurden die ProbandInnen von den Messgeräten weggefahren und konnten aufstehen.

Die abgemachte Entschädigung von CHF 30.00 für die Teilnahme wurde überreicht und eine Empfangsbestätigung unterschrieben.

#### **4.6 Datenverarbeitung und -auswertung**

Wie im Anhang D „Ausgefülltes Erhebungsblatt“ ersichtlich, wurden die Daten der Chromametrie und der Corneometrie manuell auf das Erhebungsblatt eingetragen. Die Daten der Laser Speckle Analyse konnten lokal auf dem mit dem Gerät verbundenen Laptop gespeichert werden.

Anschließend wurden alle Daten in Excel übertragen, die der Chromametrie und der Corneometrie manuell, jene der Laser Speckle Analyse direkt.

Somit war das Rohmaterial gesammelt für die statistische Analyse mittels der Software SPSS (IBM SPSS Statistics 25).

Anschließend wurde eine Multivariate Varianzanalyse (MANOVA) durchgeführt.

Das Signifikanzniveau wurde auf .05 festgelegt.

## 5 Resultate

### 5.1 I\*-Parameter

Nach Durchführung der MANOVA-Analyse konnte festgestellt werden, dass es keinen signifikanten Zeiteffekt ( $F_{2,55}=0,40$ ;  $p=0,67$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,01$ ) bei der Pre-post Analyse des I\*-Parameters gab. Die Bonferroni Post-hoc Analyse zwischen den einzelnen Messzeitpunkten ergab ebenfalls keinen signifikanten Unterschied (pre-post) zu Zeitpunkt 0 ( $T=0,27$ ;  $p=0,78$ ), Zeitpunkt 3 ( $T=0,06$ ;  $p=0,95$ ) und Zeitpunkt 6 ( $T=0,06$ ;  $p=0,95$ ). Die absoluten Mittelwerte der Pre-post Analyse des I\*-Parameters sind in Abbildung 10 schematisch dargestellt. Auf die Darstellung der Standarddeviationen der entsprechenden Werte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, da diese im Vergleich zu den gemessenen Pre-post Werten sehr groß sind. Die Standarddeviationen sind Anhang E zu entnehmen.

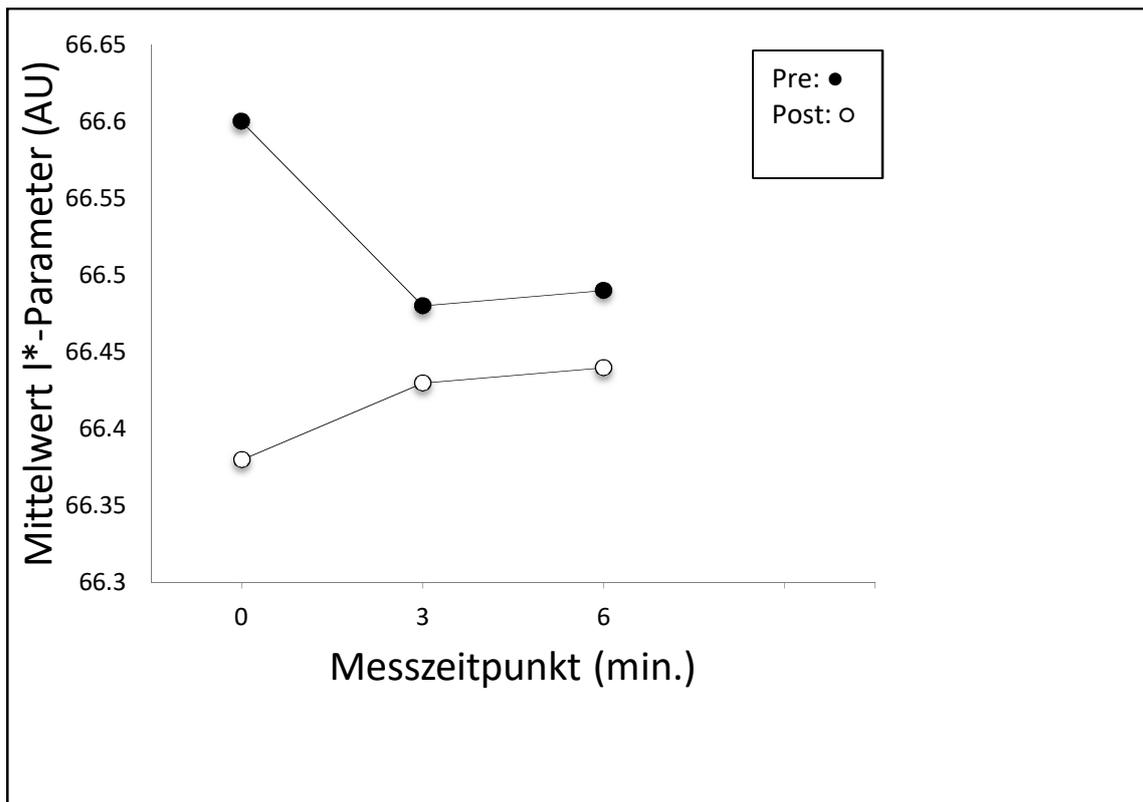


Abbildung 10: Darstellung des I\*-Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention

### 5.2 a\*-Parameter

Bei der Analyse des a\*-Parameters konnte, nachdem die MANOVA-Analyse durchgeführt wurde, kein signifikanter Zeiteffekt festgestellt werden ( $F_{2,55}=0,32$ ;  $p=0,73$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,01$ ). Die

Bonferroni Post-hoc Analyse ergab keinen signifikanten Unterschied (pre-post) zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 0 ( $T=-0,50$ ;  $p=0,61$ ), Zeitpunkt 3 ( $T=-0,13$ ;  $p=0,90$ ) und Zeitpunkt 6 ( $T=-0,16$ ;  $p=0,87$ ). Die absoluten Mittelwerte der Pre-post Analyse des  $a^*$ -Parameters sind in Abbildung 11 schematisch dargestellt. Auf die Darstellung der Standarddeviationen der entsprechenden Werte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, da diese im Vergleich zu den gemessenen Pre-post Werten sehr groß sind. Die Standarddeviationen sind Anhang E zu entnehmen.

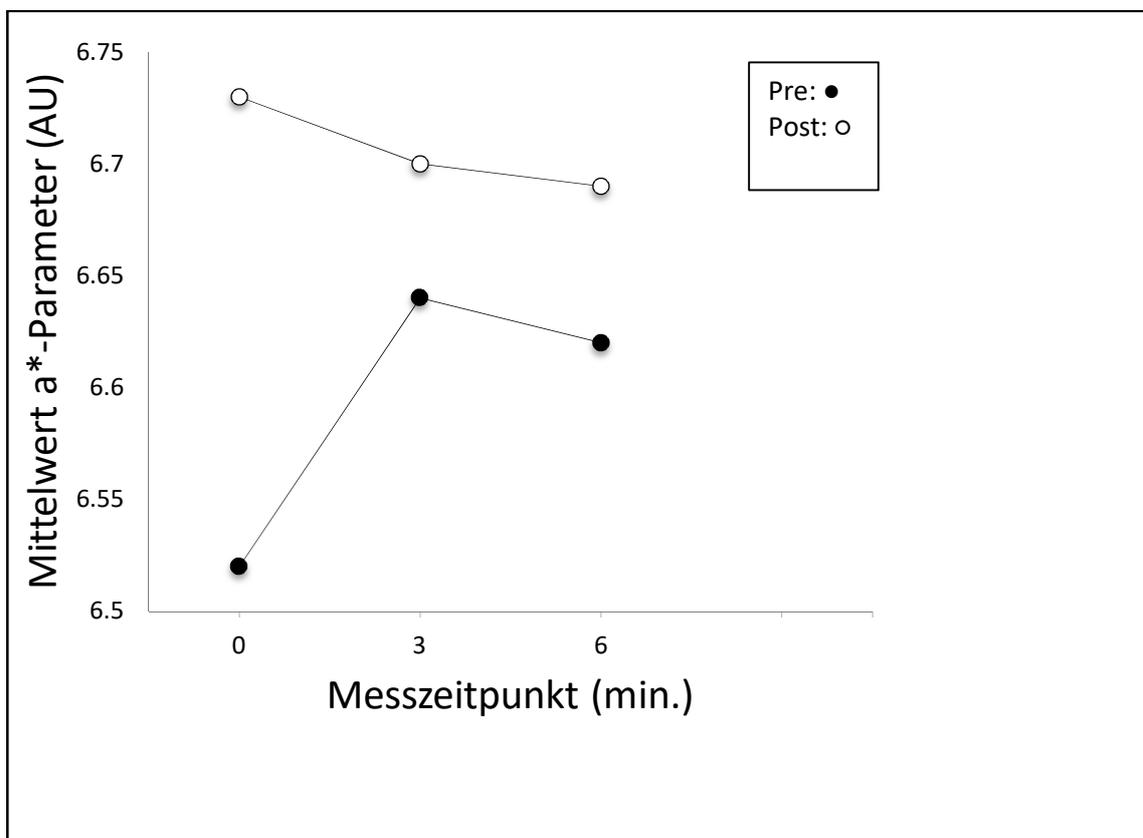


Abbildung 11: Darstellung des  $a^*$ -Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention

### 5.3 $b^*$ -Parameter

Bei der Analyse des  $b^*$ -Parameters konnte, nachdem die MANOVA-Analyse durchgeführt wurde, kein signifikanter Zeiteffekt festgestellt werden ( $F_{2,55}=1,82$ ;  $p=0,17$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,06$ ). Die Bonferroni Post-hoc Analyse ergab keinen signifikanten Unterschied (pre-post) zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt 0 ( $T=0,28$ ;  $p=0,78$ ), Zeitpunkt 3 ( $T=0,31$ ;  $p=0,76$ ) und Zeitpunkt 6 ( $T=0,28$ ;  $p=0,78$ ). Die absoluten Mittelwerte der Pre-post Analyse des  $b^*$ -Parameters sind in

Abbildung 12 schematisch dargestellt. Auf die Darstellung der Standarddeviationen der entsprechenden Werte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, da diese im Vergleich zu den gemessenen Pre-post Werten sehr groß sind. Die Standarddeviationen sind Anhang E zu entnehmen.

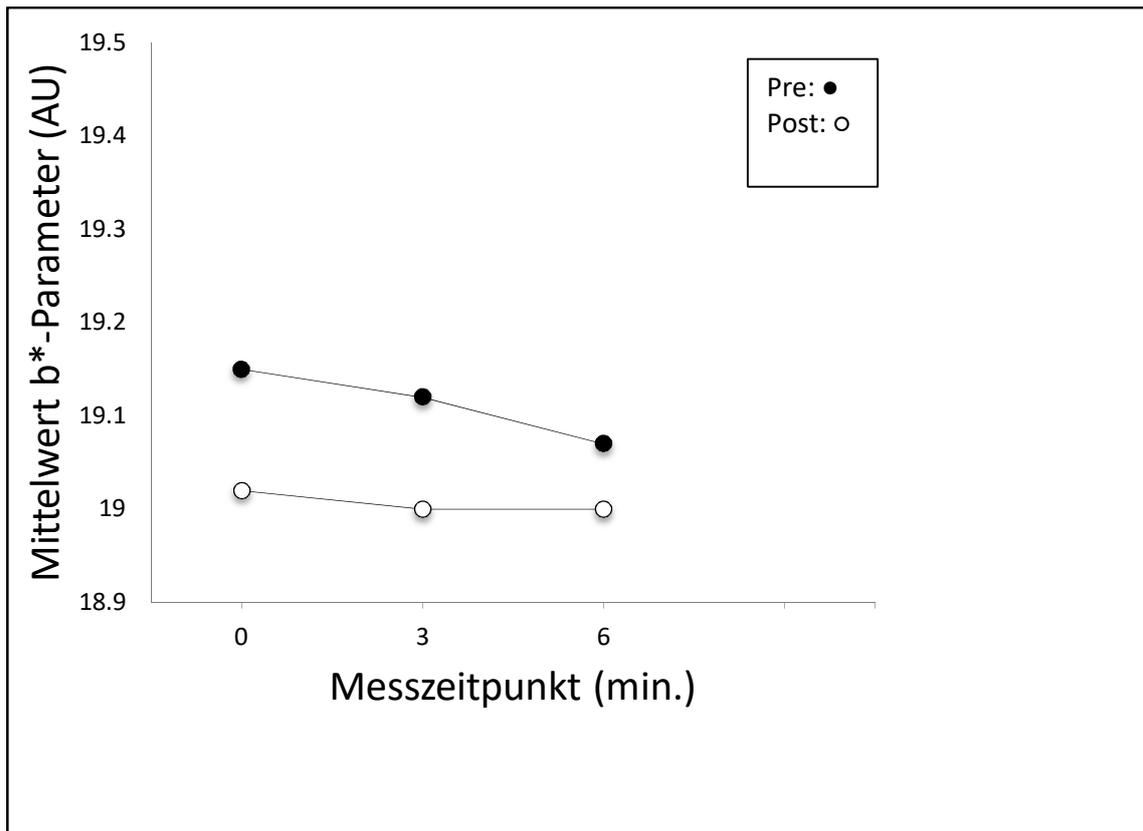


Abbildung 12: Darstellung des b\*-Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention

#### 5.4 Hautfeuchte

Bei der Analyse der Hautfeuchte konnte mittels einer MANOVA-Analyse kein signifikanter Zeiteffekt zwischen den Gruppen festgestellt werden ( $F_{2,55}=1,03$ ;  $p=0,36$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,04$ ). Ebenfalls konnte kein signifikanter Unterschied bei der Bonferroni Post-hoc Analyse zwischen den Gruppen (pre-post) zum Zeitpunkt 0 ( $T=-0,20$ ;  $p=0,84$ ), Zeitpunkt 3 ( $T=-0,39$ ;  $p=0,70$ ) und Zeitpunkt 6 ( $T=-0,48$ ;  $p=0,63$ ) festgestellt werden. Die absoluten Mittelwerte der Pre-post Analyse der Hautfeuchte sind in Abbildung 13 schematisch dargestellt. Auf die Darstellung der Standarddeviationen der entsprechenden Werte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit

verzichtet, da diese im Vergleich zu den gemessenen Pre-post Werten sehr groß sind. Die Standarddeviationen sind Anhang E zu entnehmen.

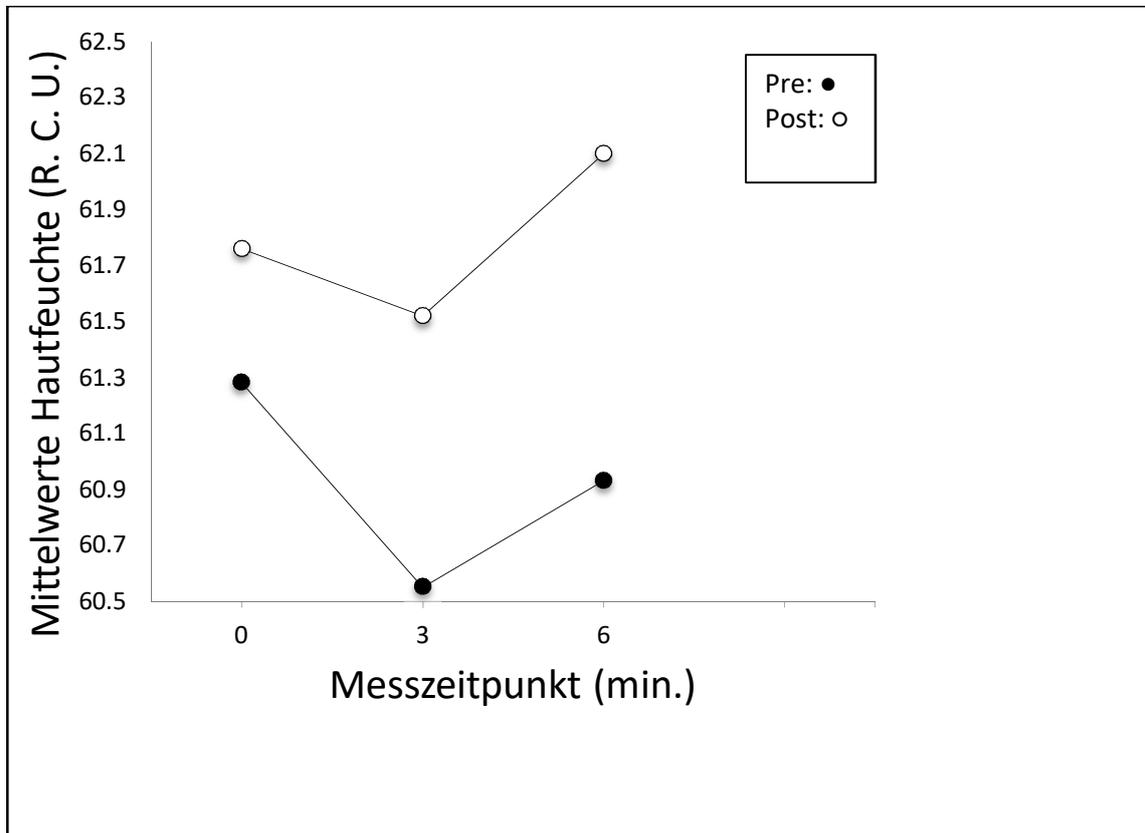


Abbildung 13: Darstellung der Hautfeuchte vor (●) und nach (○) der Intervention

## 5.5 Perfusion der Mikrozirkulation

Die normalisierten Werte der Mikrozirkulation ergaben einen signifikanten Zeiteffekt zwischen den Gruppen (pre-post) an der lumbalen (L2-L4) Wirbelsäule ( $F_{2,55}=3,47$ ;  $p=0,04$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,11$ ). Es konnte jedoch kein signifikanter „Intervention\*Zeiteffekt“ festgestellt werden ( $F_{2,55}=2,35$ ;  $p=0,10$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,08$ ). Die Post-hoc Analyse zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (pre-post) zum Zeitpunkt 3 ( $T=-1,32$ ;  $p=0,19$ ) und Zeitpunkt 6 ( $T=0,32$ ;  $p=0,75$ ). Die relativen Mittelwerte der Pre-post Analyse der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut sind in Abbildung 14 schematisch dargestellt. Auf die Darstellung der Standarddeviationen der entsprechenden Werte wird aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, da diese im Vergleich

zu den gemessenen Pre-post Werten sehr groß sind. Die Standarddeviationen sind Anhang E zu entnehmen.

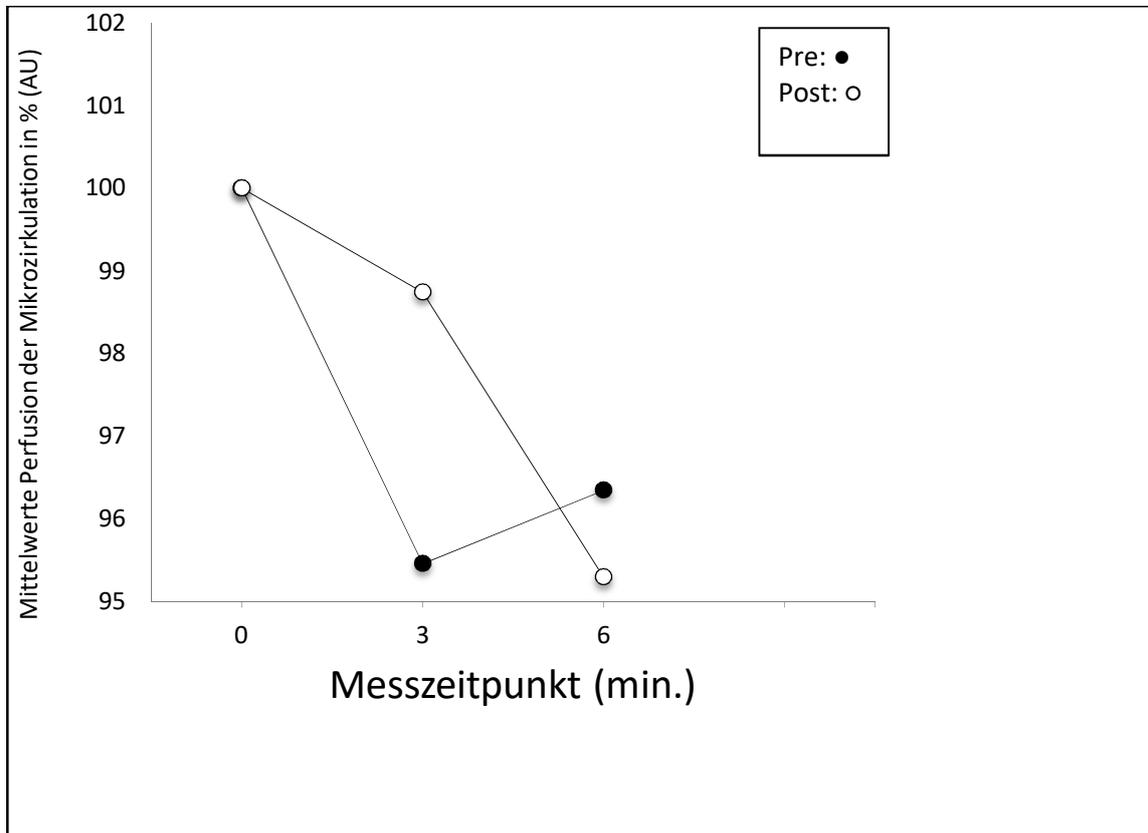


Abbildung 14: Darstellung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut vor (●) und nach (○) der Intervention

Die Anhänge F und G zeigen die vereinzelt deutlich sichtbare Hautreaktionen. Obwohl diese eine zu geringe Auswirkung auf die Endresultate hatten um Signifikanz zu erreichen, hält der Autor es auf Grund der möglichen klinischen Relevanz für sinnvoll, diesen Aspekt in der Diskussion unter 6.3 Homogenität der Probandenpopulation und Einfluss der myofaszialen Spannung, zu thematisieren.

## 6 Diskussion

Vegetative Nervenfasern erreichen einerseits mit den jeweiligen Blutgefäßen, andererseits und vor allem eingebettet im Epineurium der peripheren Nerven die Peripherie, unter anderem auch die Haut (Dierlmeier, 2015). Ob nun eine mobilisierende Technik, ausgeführt an einem dieser zwei Transportorgane neuraler Information zwischen der Wirbelsäule und der Haut, nämlich dem peripheren N. femoralis, auch zu vegetativen Veränderungen in der Peripherie führt, wird in der vorliegenden Arbeit untersucht. Da dieser funktionelle Aspekt des Nervensystems noch nicht untersucht wurde, liegt auch keine vergleichende Literatur vor.

Diese Studie kommt zum Schluss, dass eine mobilisierende Technik des N. femoralis, statistisch betrachtet, keine Veränderungen der untersuchten vegetativen Parameter in der Peripherie bewirkt. Vereinzelt wurden nach der Mobilisation jedoch markante Auswirkungen festgestellt.

Zu diesen Resultaten sind folgende Bemerkungen angebracht.

### 6.1 Wirbel- versus Nervenmobilisation

Verschiedene Autoren haben im Laufe der Jahre die vegetativen Auswirkungen in der Peripherie von Mobilisationen, durchgeführt an der Wirbelsäule, belegt: dies sowohl bei Mobilisationen, durchgeführt im Bereich der vegetativen Kerne (+/- Brustwirbelsäule) (Jowsey & Perry, 2010; Piekarcz & Perry, 2016; Rogan et al., 2016), wie auch bei solchen außerhalb dieser (Chu, Allen, Pawlowsky, & Smoot, 2014; Karason & Drysdale, 2003). Eine ausführliche Aufzählung dieser Arbeiten ist Kapitel 2.1.1 Maßnahmen an der Wirbelsäule und deren Auswirkungen auf das Vegetativum in der Peripherie zu entnehmen. Kingston und Kollegen (2014) geben außerdem eine ausführliche Übersicht der von den verschiedenen Autoren postulierten Hypothesen der Erklärungsmechanismen, wieso es auf Grund einer Wirbelmobilisation zu vegetativen Veränderungen in der Peripherie kommen könnte. Die spinalen Ganglia „modulieren“ sympathische Efferenzen und Afferenzen (Dierlmeier, 2015, S. 29). Oszillierende Wirbelmobilisationen sollen (im Gegensatz zu gehaltenen Wirbelmobilisationen) spinale Reflexe anregen, welche eine Veränderung der Leitfähigkeit der Haut an der Hand bewirken (Jowsey & Perry, 2010). Es wird die Möglichkeit einer direkten mechanischen Stimulation der sympathischen Ganglia durch Wirbelmobilisation vermutet. Hierfür spricht die Tatsache, dass während und nach unilateraler Fazettengelenkmobilisation homolateral eine erhöhte sympathische Aktivität festgestellt wird (Perry & Green, 2008). Die kurze physische Distanz (Rami communicantes grisei et albi) zwischen den Fazettengelenken (= mobilisierte Struktur), deren entsprechenden Spinalnerven und den sympathischen Ganglia andererseits, ermöglicht

offenbar eine direkte Beeinflussung des sympathischen Nervensystems über die Wirbelmobilisation. Nicht nur die rein physische (i.e. mechanische) Beeinflussung und deren Auswirkungen wird thematisiert. Lascurain et al. (2016) führten eine ausführliche Studie zu den Wirkungsmechanismen von Wirbelmobilisationen durch. Es gibt Hinweise, dass diese die Schwelle der nozizeptiv ausgelösten Flexionsreflexe erhöhen und die Konzentration von Substanz P beeinflussen. Diese als neurophysiologisch und biochemisch einzustufende Wirkungsmechanismen bedürfen jedoch laut den Autoren weiterer Forschung.

Die spezifische Anatomie der peripheren Nerven, van den Berg (2011, S. 299) spricht von einem Aufbau in „Falten und Spiralen“, ermöglicht eine relativ gute Dehnfähigkeit ohne mikro- oder makroskopische Verletzungen des empfindlichen Nervengewebes. Dieser von der Natur eingebaute Sicherheitsmechanismus könnte nun der Grund sein, weshalb die Mobilisation eines peripheren Nervs, im Gegensatz zu einer Mobilisation der Wirbel, zu keiner vegetativen Veränderung führt, nämlich indem die Falten und Spiralen den mechanischen Input „puffern“. Eine weitere Möglichkeit für das Ausbleiben einer vegetativen Veränderung über die periphere Nervenmobilisation könnte sein, dass eine direkte mechanische Beeinflussung des regulatorischen Organs, nämlich des Ganglions, unabdingbar ist für eine Veränderung. Dies erscheint dem Autor auf Grund der Kontinuität des Nervensystems und des myofaszialen Systems jedoch eher unwahrscheinlich.

## **6.2 Verwendete Mobilisationstechnik**

Der Anteil an vegetativen Fasern ist nicht in jedem peripheren Nerv gleich. So ist der Anteil an vegetativen Fasern im N. ischiadicus höher als in den anderen Beinerven (Dierlmeier 2015, S. 29). Folglich ist es legitim zu hinterfragen, wieso die vorliegende Studie nicht am N. ischiadicus durchgeführt wurde, um über eine Mobilisation dieser Fasern eine möglichst intensive Veränderung der vegetativen Parameter zu bewirken, falls es diese dann schon gäbe. Der Grund war rein praktischer und organisatorischer Natur. Die spezifische Ausgangslage zur Mobilisation des N. femoralis (Rückenlage; siehe 2.2.4 Mobilisation des N. femoralis) ermöglicht, im Gegensatz zu dieser des N. ischiadicus (Rückenlage, eventuell Seitenlage), eine stabilere Ausgangsstellung und Durchführung der neuralen Mobilisationstechnik und somit eine bessere Standardisierung des gesamten Studiensettings. Außerdem ermöglicht die Durchführung der Mobilisation in Bauchlage eine sehr genaue Positionierung der verschiedenen Messgeräte. Gerade bei der Laser Speckle Messung, während der im Sekundentakt mehrere Messungen durchgeführt werden, ist dies von großer Bedeutung. Letztlich ist auch das Handling bei der N. femoralis-Mobilisation sehr viel leichter (nur der Unterschenkel wird bewegt, gegenüber dem

ganzen Bein bei der N. ischiadicus-Mobilisation), was in der Summe sicherlich zur einheitlichen Durchführung des ganzen Settings beigetragen hat.

Ebenso berechtigt wäre die Frage, wieso die Studie nicht an der oberen Extremität durchgeführt wurde. In Frage gekommen wäre hier am ehesten eine Studie, welche den N. medianus berücksichtigt hätte, weil dieser von allen Nerven im oberen Quadrant am meisten vegetative Nerven enthält (Dierlmeier 2015, S. 29). Die Bewegungskombination zur Nervenmobilisation am Arm bedingt stets Beteiligung aller Gelenke. Dies erschwert eine standardisierte Durchführung. Zudem sind die Dermatome des Armes im Bereich der Wirbelsäule sehr klein und kaum erforschbar. Peripher wären diese unbrauchbar gewesen, weil sie bei jeder Mobilisation mitbewegt worden wären und somit keine adäquate Standardisierung des Messbereiches möglich gewesen wäre (veränderte Durchblutung durch passives Durchbewegen usw...).

### **6.3 Homogenität der Probandenpopulation und Einfluss der myofaszialen Spannung**

Neurale Mobilisationstechniken werden bei verschiedensten Krankheitsbildern erfolgreich eingesetzt: dazu gehören die Gruppe der repetitive strain injuries (RSIs) (Blumer, 2017; Vicenzino, Collins, & Wright, 1996), die verschiedenen Zervikobrachialgien (Gauch, 2011) wie auch eigentliche Rückenbeschwerden (Konrad, Thue, Robinson, Koch, & Günther, 2008; Sucher, 2013). Eine Herausforderung bei dem Aufziehen einer klinischen Studie ist das Organisieren einer homogenen Probandenpopulation. Wie bereits erwähnt, ist nur spärlich Literatur zu dem hier erforschten Thema vorhanden. Deshalb wurde beschlossen, die Untersuchung an gesunden ProbandInnen durchzuführen als Pilotstudie, welche dann in einer weiteren Phase sicherlich auf Patientengruppen ausgeweitet werden kann. Dass gerade hier möglicherweise eine klinische Relevanz vorliegt, wird in dem folgenden Abschnitt erläutert und begründet.

Wie im Anhang F und Anhang G exemplarisch dargestellt, zeigten gewisse Probanden vegetative Reaktionen in der Peripherie, welche teilweise auch von Auge feststellbar waren. Der Autor hat als Studienleiter, welcher die Mobilisation des Femoralisnerves durchgeführt hat, und außerhalb des eigentlichen Studiendesigns, den gespürten „myofaszialen“ Widerstand während der Mobilisation beurteilt. Der myofasziale Widerstand ist in diesem Falle als der Widerstand, verursacht durch die Längsmobilisation aller vorhandenen Strukturen, welche durch eine Knieflexion unter Spannung kommen, zu verstehen. Der empfundene Widerstand wurde jeweils anhand einer 0-5 Skala beurteilt. Auffällig war hierbei, dass die Probanden, welche sichtbare vegetative Reaktionen am Rücken zeigten, auch den höchsten myofaszialen Widerstand

aufwiesen. Daher ist es legitim, die „Neuromechanik“ (Bartrow, 2012) und/oder im erweiterten Sinne, die Längsmobilisation aller involvierten Strukturen mit vegetativen Veränderungen in Verbindung zu bringen. Sind Menschen mit einer lokalen oder generalisierten erhöhten myofaszialen Spannung sensibler in Bezug auf vegetative Reaktionen, wenn sie neural mobilisiert werden? In den gesammelten Werken von Irvon M. Korr DO (King Hollis H., 1997) ist von einer „Faszilitationstheorie“ die Rede. Diese besagt, dass eine segmentale Dysfunktion (z.B. Hypomobilität eines Wirbels) mehrere neurophysiologische Regelkreise stören kann. Später wird ein Kaskadeneffekt von pathophysiologischen Abläufen in dem gestörten Segment beschrieben (Nelson, 1997), zu denen eine herabgesetzte Erregungsschwelle gehört. Die Feststellung der intensiveren vegetativen Reaktion bei Menschen mit erhöhter myofaszialer Grundspannung legitimiert zumindest die Vermutung, dass über myofasziale Mobilisationen, diese gestörten Regelkreise beeinflusst werden können: kann eine Mobilisation des N. femoralis ein „blockiertes“ Segment L3/L4 deblockieren? Weitere Studien in diese Richtung könnten zur Objektivierung und Legitimierung der myofaszialen osteopathischen Arbeit beitragen. Dazu bräuchte es allerdings mehrere Zwischenschritte, wie die Validitätsprüfung des myofaszialen Testes und die Inter- und Intra-Observator Reproduzierbarkeit des Testes. Gerade Letzteres dürfte methodologisch schwierig sein, weil davon auszugehen ist, dass jede einzelne durchgeführte Mobilisation bereits zu einer verbesserten Beweglichkeit der ganzen Region beiträgt.

#### **6.4 Die Ausgangsstellung**

Es konnte statistisch nachgewiesen werden, dass die signifikante Erhöhung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut nicht auf die Intervention zurückzuführen war, sondern, dass diese lediglich in Abhängigkeit der Zeit stand. Da ausser der Mobilisation nichts am gesamten Setting verändert wurde, drängt sich die Frage auf, ob die Bauchlage per se zu einer Veränderung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut führt. Aus physikalischer Sicht wäre am ehesten eine Reduktion zu erwarten, da der Blutdruck in der Bauchlage gegen die Schwerkraft ankämpfen muss um die dorsale Hautareale zu erreichen. Außerdem war die Paravertebralmuskulatur während des gesamten Settings inaktiv. Somit fand hier im Verlauf der Messungen nicht etwa eine erhöhte Durchblutung statt, welche zu einer erhöhten Durchblutung der Haut im nahegelegenen Hautareal hätte führen können. Die anatomischen Verbindungen zwischen dem M. Psoas major und dem N. femoralis sind sehr intensiv (Bromm S. D.O., 2008). Die permanente Dehnstellung des M. Psoas majors (durch die Bauchlage) könnte somit eine ebenso permanente Reizung mit intrafusaler Druckerhöhung des N. femoralis bewirken. Die entsprechende Blutunterversorgung (Hypoämie) des Nerven könnte, gestützt auf die Sauerstoffhunger-These (Dahl et al., 1920) irgendwann zu einer intensiven vegetativen (Über-)

Reaktion mit entsprechender Hyperämie im vom N. femoralis versorgten Gebiet führen. Jayson (1992) beschreibt in diesem Kontext eine Art „Kompartmentsyndrom“ im gesamten LWS-/Bauchbereich im Falle einer Immobilisation eines Probanden. Die festgestellten Veränderungen in der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut, unabhängig von der Intervention, machen weitere Studien in diesem Bereich notwendig. So könnten Long-term Untersuchungen, bei denen ProbandInnen mehrere Stunden immobil liegen und dabei die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut gemessen wird, aufschlussreich sein darüber, ob dieser Faktor bei ähnlichen Studien berücksichtigt werden muss.

## **6.5 Mobilisationsdauer**

Aus praktischen Gründen, gestützt auf die Empfehlung von Dierlmeier (2015) und in Übereinstimmung mit der klinischen Anwendung der neuralen Mobilisationstechniken wurde in der Studie eine Mobilisationsintensität von 2x30 Wiederholungen mit einer Minute Pause angewendet. Verschiedene Autoren (Barral & Croibier, 2006; David S. Butler et al., 1998; Dierlmeier, 2015) erwähnen die Hypothese einer erwarteten Drainagewirkung der neuralen Mobilisationstechniken: daher stellt sich die Frage, ob eine länger durchgeführte Mobilisation, auch eine intensivere Wirkung gehabt hätte, da gerade die Drainage über ein Niederdrucksystem, wie das Lymphsystem, langsam abläuft. Auch in der Praxis wird häufig länger mobilisiert als die hier verwendeten 2x30 Wiederholungen und zwar bis eine deutliche myofasziale Entspannung und demzufolge ein größeres Bewegungsausmaß erreicht wird. Einen solchen Ansatz als Grundlage für eine wissenschaftliche Studie zu verwenden ist jedoch methodologisch und organisatorisch sehr schwer in die Praxis umzusetzen. Gerade bei den ProbandInnen, welche optisch feststellbare vegetative Veränderungen anzeigten (und auch eine erhöhte myofasziale Spannung: siehe 6.3 Homogenität der Probandenpopulation und Einfluss der myofaszialen Spannung), wäre dies aus klinischer Sicht interessant gewesen.

## 7 Konklusion

Auf Grund der vorliegenden Studie gibt es keine Hinweise, dass eine Mobilisation eines peripheren Nervs, im Gegensatz zu Mobilisationen durchgeführt an den entsprechenden Wirbeln, die vegetative Innervation im von diesem Nerv innervierten Gebiet beeinflusst. Die Rötung der Haut und die Hautfeuchte werden von der Mobilisation statistisch betrachtet nicht beeinflusst. Die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut änderte sich während der Beobachtungszeit zwar signifikant, es konnte aber nachgewiesen werden, dass diese Veränderung nicht auf die Intervention zurückzuführen war. Verschiedene Faktoren schränken die Aussagekraft dieser Studie ein. So ist bekannt, dass der N. ischiadicus, im Vergleich zum hier angewendeten N. femoralis viel mehr vegetative Fasern enthält. Außerdem wurde noch nicht untersucht, welche Auswirkungen die Bauchlage (ohne Intervention) auf die Perfusion der Mikrozirkulation der Haut hat. Ebenso variiert die empfohlene Mobilisationsdauer in der Literatur markant. Einzelne Probanden zeigten während und – vor allem – nach der Mobilisation deutliche Verfärbungen im Bereich der Lendenwirbelsäule. Dies war gerade bei diesen Probanden der Fall, bei denen vom Tester während der Mobilisation ein hoher myofaszialer Widerstand empfunden wurde. Eine ähnliche Studie mit dem N. ischiadicus, mit längerer Mobilisationsdauer und unter Berücksichtigung des myofaszialen Widerstands könnte Aufschluss über die therapeutische Relevanz der Nervenmobilisationstechniken verschaffen.

## Literaturverzeichnis

- Alcamo, I. E., & Bergdahl, J. (2003). *Anatomy coloring workbook* (2nd ed.). New York: Random House.
- American Osteopathic Association Guidelines for Osteopathic Manipulative Treatment (OMT) for Patients With Low Back Pain. (2016). *The Journal of the American Osteopathic Association*, 116(8), 536–549. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2016.107>
- Barral, J. P. (2004). *Manipulations des nerfs périphériques. Ostéopathie*. Paris: Elsevier.
- Barral, J. P., & Croibier, A. (2006). *Manipulations des nerfs crâniens. Ostéopathie*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- Barral, J.-P., & Croibier, A. (2005). *Manipulation peripherer Nerven: Osteopathische Diagnostik und Therapie* (1. Aufl.). München: Elsevier Urban & Fischer.
- Bartrow, K. (2012). Neurologische Untersuchung (NU). In K. Bartrow (Ed.), *Untersuchen und Befunden in der Physiotherapie: Untersuchungstechniken und Diagnoseinstrumente* (pp. 115–147). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20788-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20788-4_6)
- Bezemer, R., Klijn, E., Khalilzada, M., Lima, A., Heger, M., van Bommel, J., & Ince, C. (2010). Validation of near-infrared laser speckle imaging for assessing microvascular (re)perfusion. *Microvascular Research*, 79(2), 139–143. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2010.01.004>
- Bezemer, R., Legrand, M., Klijn, E., Heger, M., Post, Ivo C. J. H., van Gulik, T. M., . . . Ince, C. (2010). Real-time assessment of renal cortical microvascular perfusion heterogeneities using near-infrared laser speckle imaging. *Optics Express*, 18(14), 15054. <https://doi.org/10.1364/OE.18.015054>
- Birkmayer, W., & Winkler, W. (1951). *Klinik und Therapie der vegetativen Funktionsstörungen*. Vienna: Springer Vienna.
- Blumer, J. (2017). Effects of Manual Therapy on Patients With Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 117(7), 477–478. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2017.094>
- Bromm S. D.O. (2008). Anatomische Untersuchungen der Verbindungen des M. Iliopsoas und seiner Faszie zu seinen Nachbarstrukturen im Bereich L4 bis zu seinem Ansatz.: Als Grundlage im Hinblick auf zukünftig angewandte osteopathische Techniken (D.O. Arbeit).
- Burnham, T., Higgins, D. C., Burnham, R. S., & Heath, D. M. (2015). Effectiveness of osteopathic manipulative treatment for carpal tunnel syndrome: a pilot project. *The Journal*

- of the American Osteopathic Association, 115(3), 138–148.  
<https://doi.org/10.7556/jaoa.2015.027>
- Butler, D. S., Jones, M. A., & Rolf, G. (1998). *Mobilisation des Nervensystems: Mit 10 Tabellen* (2., korrigierter Nachdr). *Rehabilitation und Prävention: Vol. 29*. Berlin: Springer.
- Butler, D. S. (2008). *The neurodynamic techniques: A definitive guide from the noigroup team*. Adelaide City West: Noigroup Publ.
- Chu, J., Allen, D. D., Pawlowsky, S., & Smoot, B. (2014). Peripheral response to cervical or thoracic spinal manual therapy: an evidence-based review with meta analysis. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 22(4), 220–229.  
<https://doi.org/10.1179/2042618613Y.0000000062>
- Clarys, P., Barel, A. O., & Gabard, B. (1999). Non-invasive electrical measurements for the evaluation of the hydration state of the skin: Comparison between three conventional instruments - the Comeometer®, the Skicon® and the Nova DPM®. *Skin Research and Technology*, 5(1), 14–20. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.1999.tb00198.x>
- Clarys, P., Clijisen, R., Taeymans, J., & Barel, A. O. (2012). Hydration measurements of the stratum corneum: comparison between the capacitance method (digital version of the Comeometer CM 825®) and the impedance method (Skicon-200EX®). *Skin research and technology : official journal of International Society for Bioengineering and the Skin (ISBS) [and] International Society for Digital Imaging of Skin (ISDIS) [and] International Society for Skin Imaging (ISSI)*, 18(3), 316–323. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.2011.00573.x>
- Clijisen, R. (2013). *The skin as a barrier in physiotherapy (2013): (nicht veröffentlichte Dissertation) (Doctorarbeit), Brüssel.*
- Dahl, Glaser, Greving, Renner, Zierl, & Müller, L. R. (1920). *Das Vegetative Nervensystem*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Dierlmeier, D. (2015). *Nervensystem in der Osteopathie: Periphere Nerven, Gehirn- und Rückenmarkshäute, Vegetativum*. Stuttgart: Haug.
- Du Plessis, J., Stefaniak, A., Eloff, F., John, S., Agner, T., Chou, T.-C., . . . Holness, L. (2013). International guidelines for the in vivo assessment of skin properties in non-clinical settings: Part 2. transepidermal water loss and skin hydration. *Skin Research and Technology*, 19(3), 265–278. <https://doi.org/10.1111/srt.12037>
- Ellis, R. F., & Hing, W. A. (2008). Neural mobilization: a systematic review of randomized controlled trials with an analysis of therapeutic efficacy. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 16(1), 8–22.

- Forrester, K. R., Stewart, C., Tulip, J., Leonard, C., & Bray, R. C. (2002). Comparison of laser speckle and laser Doppler perfusion imaging: Measurement in human skin and rabbit articular tissue. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 40(6), 687–697. <https://doi.org/10.1007/BF02345307>
- Fullerton, A., Fischer, T., Lahti, A., Wilhelm, K.-P., Takiwaki, H., & Serup, J. (1996). Guidelines for measurement skin colour and erythema A report from the Standardization Group of the European Society of Contact Dermatitis. *Contact Dermatitis*, 35(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1996.tb02258.x>
- Gauch, F. (2011). Neurale Mobilisation Effektivität bei peripher neurogenen Nackenarm-, Arm- und Handschmerzen (ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften).
- Howard, J. (2006). The temporal effect of a high velocity thrust technique to the lumbar spine on cutaneous blood flow in the lower limb, comparing smokers and non-smokers. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 9(1), 40. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2006.01.018>
- Iversen, T., Solberg, T. K., Romner, B., Wilsgaard, T., Nygaard, Ø., Waterloo, K., . . . Ingebrigtsen, T. (2013). Accuracy of physical examination for chronic lumbar radiculopathy. *BMC musculoskeletal disorders*, 14, 206. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-206>
- Jayson, M. I. (Ed.). (1992). *The lumbar spine and back pain*. Edinburgh, New York: Churchill Livingstone.
- Jowsey, P., & Perry, J. (2010). Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: A randomised, placebo-controlled trial. *Manual therapy*, 15(3), 248–253. <https://doi.org/10.1016/j.math.2009.12.008>
- Karason, A. B., & Drysdale, I. P. (2003). Somatovisceral response following osteopathic HVLAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 26(4), 220–225.
- Kerl, H., Garbe, C., Cerroni, L., & Wolff, H. H. (2003). *Histopathologie der Haut*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- King Hollis H. (Ed.). (1997). *The Collected Papers of Irvon M. Korr*. Vol. 2 (Vol. 2): American Academy Osteopathy.

- Kingston, L., Claydon, L., & Tumilty, S. (2014). The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: a systematic review. *Manual therapy*, 19(4), 281–287. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.004>
- Konrad, B., Thue, L., Robinson, H., Koch, R., & Günther, K.-P. (2008). Wirksamkeit der neuralen Mobilisation in der postoperativen Physiotherapie nach nicht instrumentierten Bandscheibenoperationen. *manuelletherapie*, 12(04), 153–157. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027745>
- Lahti, A., Kopola, H., Harila, A., Myllyla, R., & Hannuksela, M. (1993). Assessment of skin erythema by eye, laser Doppler flowmeter, spectroradiometer, two-channel erythema meter and Minolta chroma meter. *Archives of Dermatological Research*, 285(5), 278–282. <https://doi.org/10.1007/BF00371596>
- Lascurain-Aguirrebeña, I., Di Newham, & Critchley, D.J. (2016). Mechanism of action of spinal mobilisation: a systematic review. *Spine*, 41(2), 159-172.
- Lewis, J. R. (2012). *A.T. Still: From the dry bone to the living man*. Blaenau Ffestiniog [Wales]: Dry Bone Press.
- Liem, T. (2013). *Kraniosakrale Osteopathie: Ein praktisches Lehrbuch* (6., unveränd. Aufl.). Stuttgart: Haug.
- Medina McKeon, J. M., & Yancosek, K. E. (2008). Neural gliding techniques for the treatment of carpal tunnel syndrome: a systematic review. *Journal of sport rehabilitation*, 17(3), 324–341.
- Millet, C., Roustit, M., Blaise, S., & Cracowski, J. L. (2011). Comparison between laser speckle contrast imaging and laser Doppler imaging to assess skin blood flow in humans. *Microvascular Research*, 82(2), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2011.06.006>
- Nee, R. J., Vicenzino, B., Jull, G. A., Cleland, J. A., & Coppieters, M. W. (2012). Neural tissue management provides immediate clinically relevant benefits without harmful effects for patients with nerve-related neck and arm pain: A randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 58(1), 23–31. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(12\)70069-3](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(12)70069-3)
- Nelson, K. E. (1997). Osteopathic medical considerations of reflex sympathetic dystrophy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 97(5), 286. <https://doi.org/10.7556/jaoa.1997.97.5.286>
- Perry, J., & Green, A. (2008). An investigation into the effects of a unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs. *Manual therapy*, 13(6), 492–499. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.05.015>

- Perry, J., Green, A., Singh, S., & Watson, P. (2015). A randomised, independent groups study investigating the sympathetic nervous system responses to two manual therapy treatments in patients with LBP. *Manual therapy*, 20(6), 861–867.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2015.04.011>
- Piekarz, V., & Perry, J. (2016). An investigation into the effects of applying a lumbar Maitland mobilisation at different frequencies on sympathetic nervous system activity levels in the lower limb. *Manual therapy*. Advance online publication.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2016.01.001>
- Rogan, S., Taeymans, J., Schürmann, S., Woern, L., Clarys, P., & Clijsen, R. (2016). Segmentale Hautdurchblutungsreaktion während und nach Stimulation im Bereich der BWS. *physioscience*, 12(03), 92–99. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1567113>
- Seffinger, M. (2013). Manual Therapy Is Beneficial for Cervical Radiculopathy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 113(7), 571–573.  
<https://doi.org/10.7556/jaoa.2013.012>
- Shacklock, M., & Hegenscheidt, S. (2008). *Angewandte Neurodynamik: Neuromuskuloskeletale Strukturen verstehen und behandeln* (1. Aufl.). München: Elsevier Urban & Fischer. Retrieved from [http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3048362&prov=M&dok\\_var=1&dok\\_ext=htm](http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=3048362&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm)
- Shankar Ganesh, G., Mohanty, P., & Smita Pattnaik, S. (2015). The immediate and 24-hour follow-up effect of unilateral lumbar Z-joint mobilisation on posterior chain neurodynamics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(2), 226–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.009>
- Sillevis, R., Cleland, J., Hellman, M., & Beekhuizen, K. (2010). Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 18(4), 181–190.  
<https://doi.org/10.1179/106698110X12804993427126>
- Siu, G., Jaffe, J., Rafique, M., & Weinik, M. (2012). Osteopathic Manipulative Medicine for Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of the American Osteopathic Association*. (112), 127–139.
- Sucher, B. M. (2013). The somatic connection: manual therapy is beneficial for cervical radiculopathy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 113(10), 725–726.  
<https://doi.org/10.7556/jaoa.2013.040>

- Suri, P., Hunter, D. J., Katz, J. N., Li, L., & Rainville, J. (2010). Bias in the physical examination of patients with lumbar radiculopathy. *BMC musculoskeletal disorders*, 11, 275. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-275>
- Hartmann, C., & Melachroinakes, E. (Eds.). (2008). *Geschichte der Osteopathie. Das große Sutherland-Kompendium*. Pähl: Jolandos.
- Trepel, M. (2017). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion*. (7. Aufl.). München: Elsevier Urban & Fischer.
- van den Berg, Franz; Cabri, Jan (2011). *Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. (3. Aufl.) Stuttgart: Thieme.
- Vicenzino, B., Collins, D., & Wright, T. (1994). Sudomotor Changes Induced by Neural Mobilisation Techniques in Asymptomatic Subjects. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2(2), 66–74. <https://doi.org/10.1179/jmt.1994.2.2.66>
- Vicenzino, B., Collins, D., & Wright, A. (1996). The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. *Pain*, 68(1), 69–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(96\)03221-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(96)03221-6)
- Wilmes, M., & Piekartz, H. von. (2010). Der N. suralis als beitragender Faktor für eine chronische Achillodynie - eine explorative Sonografie-Studie [The sural nerve as a contributing factor in chronic achillodynia - an explorative ultrasound study]. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 24(4), 212–217. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1245878>
- Zegarra-Parodi, R., Snider, E. J., Park, P. Y. S., & Degenhardt, B. F. (2014). Laser Doppler flowmetry in manual medicine research. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 114(12), 908–917. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2014.178>.

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Eingrenzungen der Literatursuche in medizinischen Datenbanken .....	19
Tabelle 2: Anzahl Suchtreffer in den verschiedenen Datenbanken .....	20
Tabelle 3: Anzahl Suchtreffer in der Datenbank des JAOA .....	22
Tabelle 4: Anzahl Suchtreffer in der Datenbank <a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> .....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Missing Link: Einfluss einer Mobilisation der peripheren Nerven (Pfeil) bisher unerforscht.....	9
Abbildung 2: Aufbau der Haut ( <a href="https://www.shutterstock.com/de/image-photo/crosssection-illustration-human-skin-composed-three-153492779">https://www.shutterstock.com/de/image-photo/crosssection-illustration-human-skin-composed-three-153492779</a> ).....	11
Abbildung 3: Dermatome ( <a href="https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=ZlxfdY_evPzj3LWk3yJjrA-1-5">https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=ZlxfdY_evPzj3LWk3yJjrA-1-5</a> ) .....	12
Abbildung 4: der I <sup>a</sup> *b <sup>a</sup> -Farbraum ( <a href="http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Allgemein:Disclaimer">http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Allgemein:Disclaimer</a> ).....	16
Abbildung 5: Corneometer CM825 ® ( <a href="http://courage-khazaka.de/index.php/en/products/scientific/55-corneometer">http://courage-khazaka.de/index.php/en/products/scientific/55-corneometer</a> ).....	26
Abbildung 6: KonicaMinolta Chromameter CR-200® ( <a href="https://www.atecorp.com/products/minolta/cr-200b">https://www.atecorp.com/products/minolta/cr-200b</a> ) .....	27
Abbildung 7: Moor Laser Speckle Contrast Imager® ( <a href="https://us.moor.co.uk/product/moorflpi-2-laser-speckle-contrast-imager/291">https://us.moor.co.uk/product/moorflpi-2-laser-speckle-contrast-imager/291</a> ) .....	28
Abbildung 8: Volcraft® Multimeter MT-52 ( <a href="https://www.conrad.ch/de/hand-multimeter-digital-voltcraft-vc-440-e-kalibriert-nach-werksstandard-ohne-zertifikat-strahlwassergeschuetzt-ip65-1500206.html">https://www.conrad.ch/de/hand-multimeter-digital-voltcraft-vc-440-e-kalibriert-nach-werksstandard-ohne-zertifikat-strahlwassergeschuetzt-ip65-1500206.html</a> ) .....	28
Abbildung 9: Ablauf der Messung als Time Table.....	31
Abbildung 10: Darstellung des I <sup>a</sup> -Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention.....	33
Abbildung 11: Darstellung des a <sup>a</sup> -Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention .....	34
Abbildung 12: Darstellung des b <sup>a</sup> -Wertes vor (●) und nach (○) der Intervention .....	35
Abbildung 13: Darstellung der Hautfeuchte vor (●) und nach (○) der Intervention.....	36
Abbildung 14: Darstellung der Perfusion der Mikrozirkulation der Haut vor (●) und nach (○) der Intervention.....	37

Die Erlaubnisse zur Publikation aller nicht-eigenhändig erstellter Bilder liegen dem Autor vor.

Abbildung 2: frei zugänglich: <https://www.shutterstock.com/de/image-photo/crosssection-illustration-human-skin-composed-three-153492779>

Abbildung 3: frei zugänglich: [https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=ZlxfdY\\_evPzj3LWk3yJjrA-1-5](https://www.shutterstock.com/de/image-vector/drawing-medical-didactic-board-anatomy-human-141240592?src=ZlxfdY_evPzj3LWk3yJjrA-1-5)

Abbildung 4: frei zugänglich: <http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Allgemein:Disclaimer>

## Abbildung 5:

Sehr geehrter Herr Donckels,

vielen Dank für Ihre E-mail. Ja, natürlich können Sie die Abbildung des Comeometers CM825 in Ihrer Arbeit verwenden. Brauchen Sie ein Bild mit höherer Auflösung?

Bitte zögern Sie nicht uns anzusprechen, wenn Sie ein Bild oder weitere Informationen (Literatur, etc.) brauchen.

Mit freundlichen Grüßen,

Kind regards,  
Esther Basz  
Area Sales Manager Europe

[LOGO]<<http://courage-khazaka.com/>>

.....  
Courage + Khazaka electronic GmbH  
Mathias-Brueggen-Str.91, 50829 Koeln, Germany  
Tel: +49-221-9564990, Fax: +49-221-956499-1 [www.courage-khazaka.de](http://www.courage-khazaka.de)<<http://www.courage-khazaka.de/>>  
Gerichtstand Koeln, HRB Koeln 16337  
Geschaeftsfuehrer: Prof. h.c. Gabriel Khazaka; Dipl.-Kffr. Diana Khazaka; Dipl.-Ök. Georg Khazaka

## Abbildung 6:

- Sehr geehrter Donckels

Ja, Sie können ein Bild vom CR-200 in Ihrer Arbeit veröffentlichen. Das CR-200 wird seit 2002 nicht mehr produziert und seit 2007 keine Wartung mehr durchgeführt. Falls Sie für Ihre Forschungsarbeit weitere Messungen durchführen werden, stellen wir Ihnen gerne auch ein aktuelles Farbmessgerät<<https://www.konicaminolta.eu/de/messgeraete/news-events/news/pressemitteilungen-2017/pressemitteilung/article/konica-minolta-to-launch-ca-410.html>> zur Verfügung.

Freundliche Grüsse

Urs Pratter  
Area Sales Manager  
Konica Minolta Sensing Europe B.V.  
Swiss Branch Dietikon  
Riedstrasse 6  
CH-8953 Dietikon  
Phone: +41 43 322 98 06  
Mobile: +41 79 471 70 07  
Fax: +41 43 322 98 09

E-mail: [Urs.Pratter@seu.konicaminolta.eu](mailto:Urs.Pratter@seu.konicaminolta.eu)<<mailto:Urs.Pratter@seu.konicaminolta.eu>>  
Website<<mailto:Urs.Pratter@seu.konicaminolta.eu>>: [www.konicaminolta.eu](http://www.konicaminolta.eu)<<http://www.konicaminolta.eu/>>

Abbildung 7:

Sehr geehrter Herr Donckels,

entschuldigen Sie, dass sich bei Ihnen niemand gemeldet hat. Da gab es bei uns wohl interne Unstimmigkeiten bezüglich der Zuständigkeiten.  
Ich habe das nun für Sie geklärt:

Sie können unsere Bilder mit Nennung der Quelle und Hinweis, auf unsere Genehmigung verwenden.

Viel Erfolg,  
Freundliche Grüße,

Janis Brusius

Dr. rer. nat. Janis Brusius  
Research and Clinical Sales Specialist  
Moor Instruments GmbH  
4. Etage  
Waidmarkt 11  
50676 Köln

Abbildung 8:

Sehr geehrter Herr Donckels

Besten Dank für Ihre Anfrage und dem damit verbundenen Interesse an unserer Firma.  
Gerne dürfen sie das Bild unter Angaben der Quelle verwenden.

Viel Erfolg mit ihrer Masterarbeit.

Freundliche Grüsse / Best Regards

Riccardo Bonetti

Director

Marketing and Sales

Conrad Electronic AG  
Roosstrasse 53  
CH-8832 Wollerau

## Abkürzungsverzeichnis

A.U.	arbitrary units
bzw.	beziehungsweise
CH	Confoederatio Helvetica
CHF	Schweizer Franken
CIE	Commission internationale de l'éclairage
CRPS	Complex regional pain syndrome
DO	Diplom in Osteopathie; Doctor of Osteopathy
et al.	et alii
HWS	Halswirbelsäule
HF	Hautfeuchte
HVLAT	High velocity low amplitude technique
Hz	Hertz
JAOA	Journal of the american osteopathic association
L3 (4 usw.)	Lendenwirbel 3 (4 usw.)
I*a*b*	System zur numerischen Darstellung von Farben
LCSI	Laser speckle contrast imaging
LWS	Lendenwirbelsäule
M.	Muskel
MANOVA	Multivariate Analysis of variance
MeSH	Medical subjects headings
min.	Minute(n)
MSc	Master of Science
N.	Nerv
OMT	Osteopathic manipulative treatment
p	Probability
PICO(T)	Format zur Ausformulierung von Fragestellungen im Rahmen der evidence based medicine
PKB	Prone Knee Bent
PMH	Perfusion der Mikrozirkulation der Haut
PhD	Philosophiae doctor
r	Korrelation
R.C.U.	Relative corneometer units
RH	Rötung der Haut
S.	Seite

SDF	Side stream dark field
SPSS	Statistical package for the social sciences
ZNS	Zentrales Nervensystem

# **ANHÄNGE**

**Anhang A:** Probanden-Information

**Version 01 – 20.10.2016**

## **Probanden-Information – Auswirkungen Mobilisation des Nervensystems**

### **Effekte der Tension-Mobilisation des N. femoralis auf die Vegetativen Hautparameter**

#### **1. Ziel der Studie**

In dieser Studie sollen die Auswirkungen einer Mobilisation des vorderen Oberschenkelnervs gemessen werden. Die Autoren sind daran interessiert, wie sich die Hautfeuchtigkeit, die Hautfarbe und die Hautdurchblutung durch diese Mobilisation verändern.

#### **2. Allgemeine Informationen zur Studie**

Im Vorfeld der Studie wird mittels eines Fragebogens geklärt, ob an der Studie teilgenommen werden darf.

Vor der Mobilisation des Nervs werden die Parameter Hautfeuchtigkeit, Hautverfärbung und Perfusion der Mikrozirkulation der Haut mehrmals und mittels drei in der Praxis häufig verwendeten Geräten (Comeometer CM825®, Chroma Meter CR 200® und dem Moor Laser Speckle Contrast Imager®) gemessen. Dies geschieht in Bauchlage und im Bereich der mittleren Lendenwirbelsäule.

Anschließend wird das linke Knie 120 Mal passiv gebeugt.

Nach einer Pause von 60 Sekunden wird dieser Vorgang wiederholt.

Nach einer erneuten Pause von 60 Sekunden wird dieser Vorgang nochmals wiederholt.

In regelmäßigen Abständen werden die drei Parameter anschließend wieder gemessen.

Diese Studie wird so durchgeführt, wie es die Gesetze in der Schweiz vorschreiben. Außerdem beachten wir alle international anerkannten Richtlinien.

### 3. Ablauf für die Teilnehmenden

Die gesamte Testdauer für die Datenerfassung beträgt rund 45 Minuten. Das detaillierte Testprotokoll ist im Folgenden angeführt.

#### Ausgangsstellung:

- Der Studienteilnehmer liegt in Bauchlage, Kopf nach links gedreht; 1 cm. links vom Intervertebralraum L3-L4 wird ein 1 cm<sup>2</sup> großer Bereich mit einem dermatographischen Bleistift eingezeichnet. Die Dornfortsätze von Lendenwirbel 3 und diesen von Lendenwirbel 4 werden zur Orientierung mit Klebstreifen markiert.
- Die behandelnde Person steht links vom Studienteilnehmer, Höhe Knie und umfasst mit der rechten Hand den linken Unterschenkel ventral, proximal der Malleoli. Die linke Hand liegt flächig im Bereich des M. Gluteus Maximus um eine eventuelle, (unerwünschte) Beckenbewegung zu registrieren.

#### Durchführung:

- Das linke Knie des Patienten wird 120 Mal gebeugt (Frequenz 0.5 Hz), entweder bis zum Ferse-Gesäßkontakt, bis eine Beckenbewegung stattfindet oder bis der Patient einen unangenehmen Zug verspürt. Die Bewegungsgrenze kann sich innerhalb der Serie auf Grund des entfaltenden und entstauenden Charakters der Technik verändern.
- Nach 60 Sekunden Pause wird die Serie wiederholt.
- Nach 60 Sekunden Pause wird die Serie erneut wiederholt.

#### Erfassung der Parameter:

	0' (Null)	3'	6'	Direkt n. Inter- vention	3' n. Inter- vention	6' n. Inter- vention
Durchblutung (Flux in A.U.)						
Verfärbung (L*a*b* Farbraum Bestimmung)						
Feuchtigkeit (A.U. 0-120)						

Es kann sein, dass wir Sie von der Studie vorzeitig ausschließen müssen. Dies kann deshalb geschehen, wenn Sie die Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien während der Studie nicht mehr erfüllen (Beispiel: es entstehen Rückenschmerzen durch die Bauchlage). Zudem kann der Studienleiter den Studienteilnehmer nach eigenem Ermessen aus sicherheitsrelevanten Gründen jederzeit aus der laufenden Studie ausschließen.

#### **4. Rechte der Teilnehmenden**

Sie nehmen nur dann an dieser Studie teil, wenn Sie es wollen. Niemand darf Sie dazu in irgendeiner Weise drängen oder dazu überreden. Sie müssen nicht begründen, warum Sie nicht mitmachen wollen. Wenn Sie sich entscheiden mitzumachen, können Sie diesen Entscheid jederzeit zurücknehmen. Sie müssen ebenfalls nicht begründen, wenn Sie aus der Studie aussteigen wollen.

Sie dürfen jederzeit alle Fragen zur Studie stellen. Wenden Sie sich dazu bitte an die Person, die am Ende dieser Studieninformation genannt ist.

Wenn Sie Ihre einmal erteilte Einwilligung widerrufen, so dürfen ab diesem Zeitpunkt Ihre Daten nicht mehr an Forscher oder an andere Datenbanken weitergeben werden. Bis zum Zeitpunkt des Widerrufs bereits erhobene Daten werden verschlüsselt aufbewahrt, fließen jedoch nicht in die Datenanalyse mit ein. Einen allfälligen Widerruf richten Sie an den verantwortlichen Studienleiter.

#### **5. Pflichten der Teilnehmenden**

Wenn Sie bei der Studie mitmachen, müssen Sie bestimmte Regeln beachten. Dies ist notwendig für Ihre Sicherheit und Gesundheit. Wir werden Sie dabei so gut wir können unterstützen. Als Studienteilnehmende/r sind Sie verpflichtet,

- den medizinischen Anweisungen Ihres Studienleiters zu folgen und sich an den Studienplan zu halten
- Ihren Studienleiter während der Studiendauer über Erkrankungen zu informieren, neue Symptome, Beschwerden und Änderungen im Befinden zu melden
- Ihren Studienleiter über die gleichzeitige Behandlung bei einem Arzt und über die Einnahme von Medikamenten zu informieren. Zu den Medikamenten gehören auch alle selbstgekauften, ohne ärztliches Rezept erhältlichen und/oder alternativmedizinischen Präparate.

Der Studienleiter kann Sie bei Auftreten neuer Faktoren, die als Ausschlusskriterium definiert sind, während der Teilnahme-Dauer jederzeit aus der Studie ausschließen. Ihnen erwachsen auch in diesem Fall keinerlei Nachteile. Bereits erhobene Daten fließen in diesem Fall nicht mehr in die Datenanalyse ein.

Diese Studie wird in Übereinstimmung mit der schweizerischen Gesetzgebung und nach international anerkannten Richtlinien durchgeführt.

**Bevor Sie sich nun entscheiden, hier nochmals die wichtigsten Informationen: Sie allein entscheiden darüber, ob Sie Ihre Daten für solche biomedizinische Forschung zur Verfügung stellen wollen – freiwillig, ohne Zeitdruck und nachdem Sie alle nötigen Informationen erhalten haben.**

## **6. Nutzen für die Teilnehmenden**

Es entstehen Ihnen aus der Tatsache, dass Sie Ihre Einwilligung geben oder nicht, keine Nachteile. Wenn Sie nicht an dieser Studie teilnehmen wollen, haben Sie keine Nachteile für Ihre medizinische Betreuung zu befürchten. Das gleiche gilt, wenn Sie Ihre einmal gegebene Einwilligung zur Teilnahme zu einem späteren Zeitpunkt widerrufen. Die Teilnahme an dieser klinischen Studie bietet Ihnen aber auch keinen direkten Nutzen. Dank Ihrer Teilnahme können aber andere Personen von den Studien-Ergebnissen profitieren.

## **7. Risiken und Belastung für die Teilnehmenden**

Bei den Messungen, sowie bei der Nervenmobilisation sind keine gesundheitsgefährdenden Effekte zu erwarten.

Die spezifische Ausgangsstellung, das Liegen während ca. 45 Minuten und die Mobilisation des Nervs erfordern vom Körper eine gewisse Belastbarkeit, welche vor Beginn der Studie mittels eines Fragebogens, der Ihnen zugeschickt wird, geprüft wird. Es kann sein, dass Sie auf Grund Ihrer Antworten der Studie ausgeschlossen werden.

## **8. Andere Behandlungsmöglichkeiten**

In dieser Studie fallen keine anderen Behandlungsmöglichkeiten an.

## **9. Ergebnisse aus der Studie**

Der Studienleiter wird Sie während der Studie über alle neuen Erkenntnisse informieren, die den Nutzen der Studie oder Ihre Sicherheit und somit Ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie beeinflussen können. Sie werden die Information mündlich und schriftlich erhalten.

## **10. Vertraulichkeit der Daten**

In dieser Studie werden persönliche und medizinische Daten von Ihnen erfasst. Diese Daten werden verschlüsselt und sind nur den Spezialisten für wissenschaftliche Analysen zugänglich. D.h. es werden anstelle Ihres vollen Namens nur Ihre Initialen und das Geburtsjahr verwendet (z.B. XY 1965), um Sie zu kennzeichnen. Einzig der Leiter der Studie weiß, wer sich hinter dieser Abkürzung verbirgt. Die Forschenden werden nur mit den so verschlüsselten Daten arbeiten. Die erhobenen Daten werden für keine weiteren, zukünftigen Projekte verwendet.

Es kann sein, dass die Studie während des Ablaufs überprüft wird. Dies können die Behörden tun, die sie vorab kontrolliert und bewilligt haben. Auch diejenige Institution, die die Studie bezahlt, kann den Ablauf überprüfen lassen. Sie alle sorgen dafür, dass die Regeln eingehalten werden und Ihre Sicherheit nicht gefährdet wird. Dazu muss der Leiter der Studie eventuell Ihre persönlichen und medizinischen Daten für solche Kontrollen offenlegen. Ebenso kann es sein, dass im Fall eines Schadens ein Vertreter der Versicherung Ihre Daten ansehen muss. Das darf dann aber nur die Daten betreffen, die unbedingt gebraucht werden, um den Schadensfall zu erledigen.

Alle Personen, die mit der Studie in irgendeiner Weise zu tun haben, müssen absolute Vertraulichkeit wahren. Wir werden Ihren Namen nirgends, in keinem Bericht, keiner Publikation, nicht gedruckt und nicht im Internet, veröffentlichen.

Die in dieser Patienten-Information erwähnten Untersuchungen sind kostenlos. Die Teilnahme an der Studie ist nicht mit zusätzlichen Kosten für Sie oder für Ihre Krankenkasse verbunden.

## **11. Weitere Verwendung von Material und Daten**

Sie können jederzeit aus der Studie aussteigen, wenn Sie dies wünschen. Die medizinischen Daten, die wir bis dahin erhoben haben, werden wir nicht auswerten. Wir werden Ihre Daten anonymisieren, d.h. wir werden endgültig Ihren Namen darauf löschen. Niemand wird danach mehr erfahren können, dass die Daten von Ihnen stammten.

## **12. Kontaktperson**

Bei Fragen, Unklarheiten, Notfällen, unerwarteten oder unerwünschten Ereignissen, die während der Studie oder nach deren Abschluss auftreten, können Sie sich jederzeit an die Studienleitung wenden.

Leiter der Studie:

Emanuel Donckels

Badstraße 10

7310 Bad Ragaz

Telefonnummer / Email: +41 81 302 36 35; [info@donckels.ch](mailto:info@donckels.ch)

**Schriftliche Probanden-Zustimmung für die Teilnahme an einem klinischen Versuch  
namens: Effekte der Tension-Mobilisation des N. femoralis auf die Vegetativen  
Hautparameter**

Bitte lesen Sie dieses Formular aufmerksam durch

Titel der Studie:	Effekte der Tension-Mobilisation des N. femoralis auf die vegetativen Hautparameter
<b>Verantwortliche Institution</b>	Zentrum für Traditionelle Chinesische Medizin und Komplementärmedizin Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin der Donau Universität Krems (A)
Ort der Durchführung:	Fachhochschule Südschweiz, Physiotherapie Graubünden, Weststraße 8, CH- 7302 Landquart (Schweiz)
<b>Leiter / Leiterin der Studie:</b>	EMANUEL DONCKELS D.O. MSc.
<b>Teilnehmerin/Teilnehmer:</b>	
Name und Vorname in Druckbuchstaben:  _____	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich
Geburtsdatum: _____ / _____ / 19_____	

- Ich wurde vom unterzeichnenden Prüfer mündlich und schriftlich über die Ziele, den Ablauf der Studie über die zu erwartenden Wirkungen, über mögliche Vor- und Nachteile sowie über eventuelle Risiken informiert.
- Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind zufriedenstellend beantwortet worden. Ich kann die schriftliche Patienteninformation vom 20.10.2016 / Version 01 behalten und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einverständniserklärung. Ich akzeptiere den Inhalt der zur oben genannten Studie abgegebenen schriftlichen Studieninformation.
- Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen, ohne dass ich deswegen Nachteile bei der weiteren medizinischen Betreuung erleide

- Ich wurde über mögliche Alternativen aufgeklärt.
- Ich hatte genügend Zeit, um meine Entscheidung zu treffen.
- Ich bin darüber informiert, dass eine Versicherung Schäden deckt, falls ich nachweisen kann, dass die Schäden auf die Studie zurückzuführen sind.
- Ich weiß, dass meine persönlichen Daten nur in verschlüsselter Form zu Forschungszwecken weitergegeben werden können. Ich bin einverstanden, dass die zuständigen Fachleute des Auftraggebers der Studie, der Behörden und der Kantonalen Ethikkommission zu Prüf- und Kontrollzwecken in meine Originaldaten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.
- Im Interesse meiner Gesundheit kann mich der Prüfer jederzeit von der Studie ausschließen. Zudem informiere ich den Prüfer über die gleichzeitige Behandlung bei einem Arzt sowie über die Einnahme von Medikamenten (vom Arzt verordnete oder selbständig gekaufte).
- Ich bin mir bewusst, dass die in der Teilnehmerinformation genannten Pflichten während der Studie einzuhalten sind. Im Interesse meiner Gesundheit kann mich der Leiter / die Leiterin jederzeit von der Studie ausschließen.

Ort, Datum	Unterschrift Studienteilnehmerin/Studienteilnehmer
------------	--

**Bestätigung des Leiters der Studie:**

Hiermit bestätige ich, dass ich diesem/r Probanden/in Ablauf, Bedeutung und Tragweite der Studie erläutert habe. Ich versichere, alle im Zusammenhang mit dieser Studie stehenden Verpflichtungen zu erfüllen. Sollte ich zu irgendeinem Zeitpunkt während der Durchführung der Studie von Aspekten erfahren, welche die Bereitschaft der Probandin/des Probanden zur Teilnahme an der Studie beeinflussen könnten, werde ich sie/ihn umgehend darüber informieren.

Ort, Datum	Unterschrift des Leiters der Studie
------------	-------------------------------------

# Fragebogen

auszufüllen durch die ProbandInnen der Studie

## **„Effekte der Tension-Mobilisation des N. femoralis auf die vegetativen Parameter der Haut“**

Name & Vorname:(GROßBUCHSTABEN):\_\_\_\_\_

Geschlecht (M oder W):\_\_\_\_\_

Geburtsdatum (Tag/Monat/Jahr):\_\_\_\_\_

Leiden Sie zurzeit wesentlich an einer folgenden Krankheit/Symptomkomplexen oder sind Sie schwanger?

Bitte Zutreffendes ankreuzen.

<b>Krankheit/Symptomkomplex/Schwangerschaft</b>	<b>JA</b>	<b>NEIN</b>
Bösartige Prozesse im Nervensystem oder in der Wirbelsäule		
Infektionen		
Kürzliches Auftreten oder Verschlimmerung neurologischer Zeichen wie Kribbeln in den Beinen, Kreuzschmerzen (= Lendenwirbelsäuleschmerzen) mit Ausstrahlungen in den Beinen, Kraftverlust in den Beinen		
Läsionen der Cauda Equina		
Rückenmarksverwachsungssyndrom		
Bekannte verminderte Beweglichkeit der linken Hüfte		
Bekannte verminderte Beweglichkeit des linken Knies		
Psoriasis Spot im Bereich des Kreuzes (= Lendenwirbelsäule)		
Den Kreuzbereich (= Lendenwirbelsäulebereich) betreffend: Muttermale welche regelmäßig von einem Hautspezialisten kontrolliert werden, Wunden oder alte Narben, andere „verdächtige“ Hautabweichungen		
Schwangerschaft		
Hinweise auf oder bekanntes Sudeck Syndrom (= CRPS; Complex Regional Pain Syndrome)		

Bemerkungen: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Sollten Sie auf Grund dieses Fragebogens als geeignet an der Studie teilzunehmen eingestuft werden, ist es trotzdem möglich, dass auf Grund anderer Kriterien, welche nur von den Testern und am Testtag beurteilt werden können, die Teilnahme als nicht zumutbar beurteilt wird.

Ich bin damit einverstanden, dass diese Angaben zu meinem Gesundheitszustand im Rahmen der oben erwähnten Studie (Beurteilung der Zumutbarkeit an der Studie teilzunehmen) vom Studienleiter (E. Donckels) beurteilt werden.

Ort (GROßSSBUCHSTABEN): \_\_\_\_\_

Datum (Tag/Monat/Jahr): \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Anhang C: Frontseite Erhebungsblatt**

**Effekte der Tension-Mobilisation des Nervus femoralis auf die vegetativen Hautparameter**

Studienleiter: Emanuel Donckels

Tester: Ron Clijsen; Erich Hohenauer

Datum: \_\_\_\_\_

Proband-/In: \_\_\_\_\_; CODE: \_\_\_\_\_

Raumtemperatur: \_\_\_\_\_

Raumfeuchtigkeit: \_\_\_\_\_

Eignungsbeurteilung:

- Hüftmobilität: \_\_\_\_\_

- Kniemobilität: \_\_\_\_\_

- Psychische Eignung: \_\_\_\_\_

- Hautbeschaffenheit LWS: \_\_\_\_\_

- andere: \_\_\_\_\_

- Bemerkungen: \_\_\_\_\_

**ANHANG D: ausgefülltes Erhebungsblatt**

Proband-/In: FBS92 Raumtemperatur: 23, relative Luftfeuchtigkeit: 39

	0' (Null)	3'	6'	Direkt n. Intervention	3' n. Intervention	6' n. Intervention
<b>Perfusion der Mikrozirkulation</b> (Flux in A.U.) / Moor Laser	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
<b>Verfärbung TCL</b> (L*a*b*Farbraum Bestimmung) / Chromameter Konica Minolta	L: 62.92 a: 7.19 b: 20.78	L: 63.21 a: 6.89 b: 20.73	L: 63.07 a: 7.19 b: 20.72	L: 62.97 a: 7.33 b: 20.93	L: 62.81 a: 7.35 b: 20.70	L: 62.94 a: 7.08 b: 20.89
<b>Feuchtigkeit</b> (A.U.0-120) / Corneometer CM 825	56	61	60	55	62	59

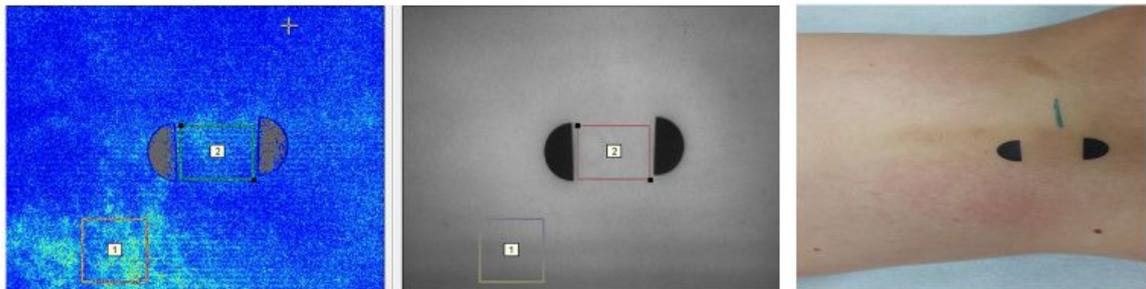
**ANHANG E:** Pre-post Werte aller gemessenen Parameter und ihre Standardabweichungen:

Parameter	Situation (Zeitangabe in Min.)	Mittelwert	Standardabweichung (SD)
I* (Einheit= arbitrary unit/ A. U.)	Pre: 0	66.60	SD= 3.04
	Pre: 3	66.48	SD= 3.08
	Pre: 6	66.49	SD= 3.09
	Post: 0	66.38	SD= 3.07
	Post: 3	66.43	SD= 3.06
	Post: 6	66.44	SD= 3.09
a* (Einheit= arbitrary unit/ A. U.)	Pre: 0	6.52	SD= 1.44
	Pre: 3	6.64	SD= 1.52
	Pre: 6	6.62	SD= 1.51
	Post: 0	6.73	SD= 1.62
	Post: 3	6.7	SD= 1.59
	Post: 6	6.69	SD= 1.51
b* (Einheit= arbitrary unit/ A. U.)	Pre: 0	19.15	SD= 1.74
	Pre: 3	19.12	SD= 1.82
	Pre: 6	19.07	SD= 1.87
	Post: 0	19.02	SD= 1.78
	Post: 3	19.00	SD= 1.80
	Post: 6	19.00	SD= 1.83
Hautfeuchte (Einheit= R.C.U.)	Pre: 0	61.28	SD= 9.01
	Pre: 3	60.55	SD= 9.52
	Pre: 6	60.93	SD= 9.41
	Post: 0	61.76	SD= 9.27
	Post: 3	61.52	SD= 9.46
	Post: 6	62.10	SD= 9.12

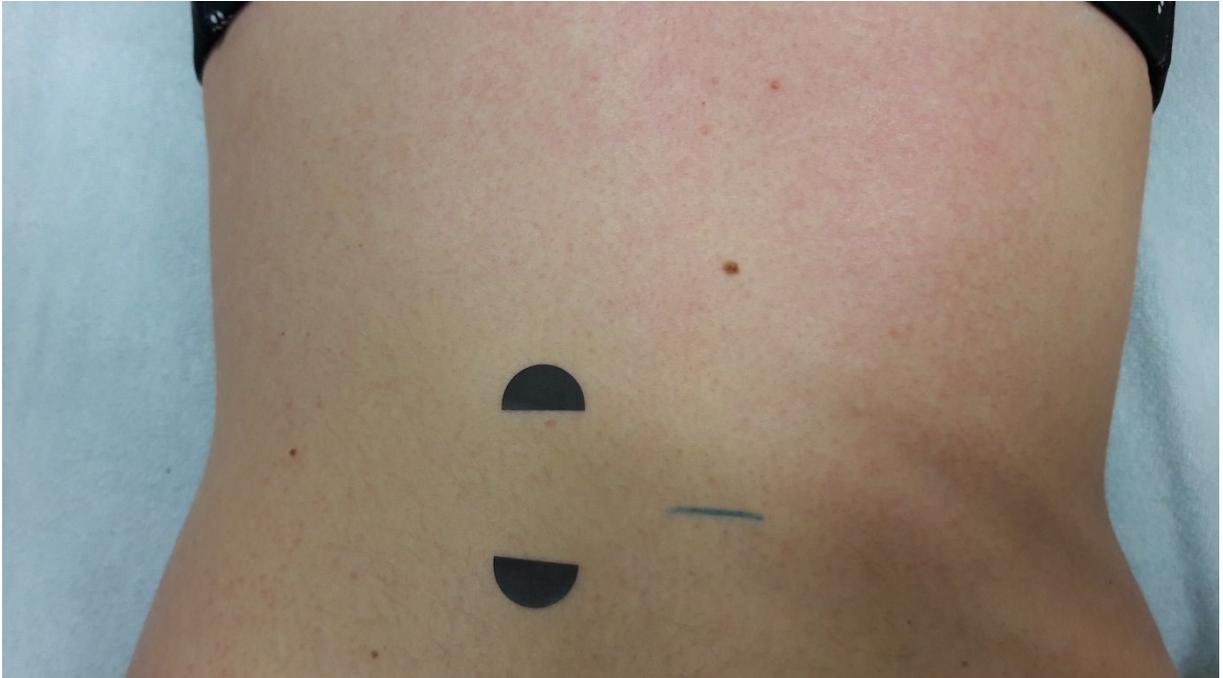
Perfusion der Mikro- zirkulation der Haut (Einheit= A.U.)	Pre: 0	100	SD= 0
	Pre: 3	95.45	SD= 8.59
	Pre: 6	96.34	SD= 7.20
	Post: 0	100	SD= 0
	Post: 3	98.74	SD= 10.24
	Post: 6	95.29	SD= 16.24

**ANHANG F:** erstes Beispiel einer optisch und mittels Speckle Laser feststellbaren homolateralen Durchblutungsveränderung nach der Intervention.

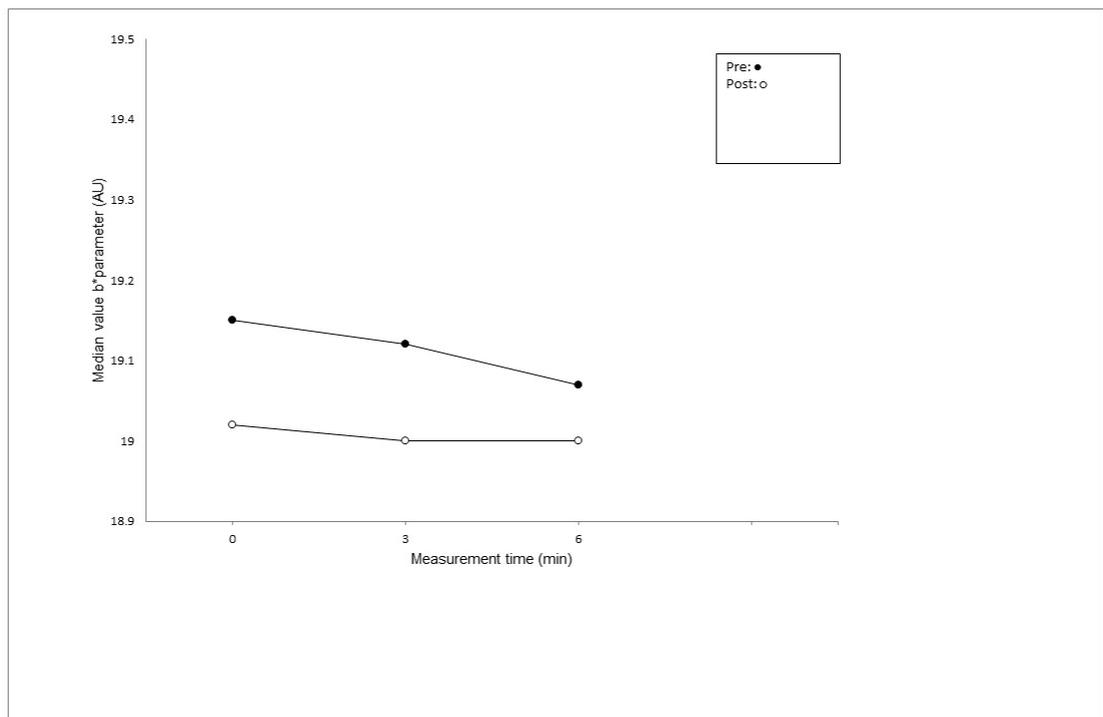
Hyperämische Reaktion homolateral und kranial

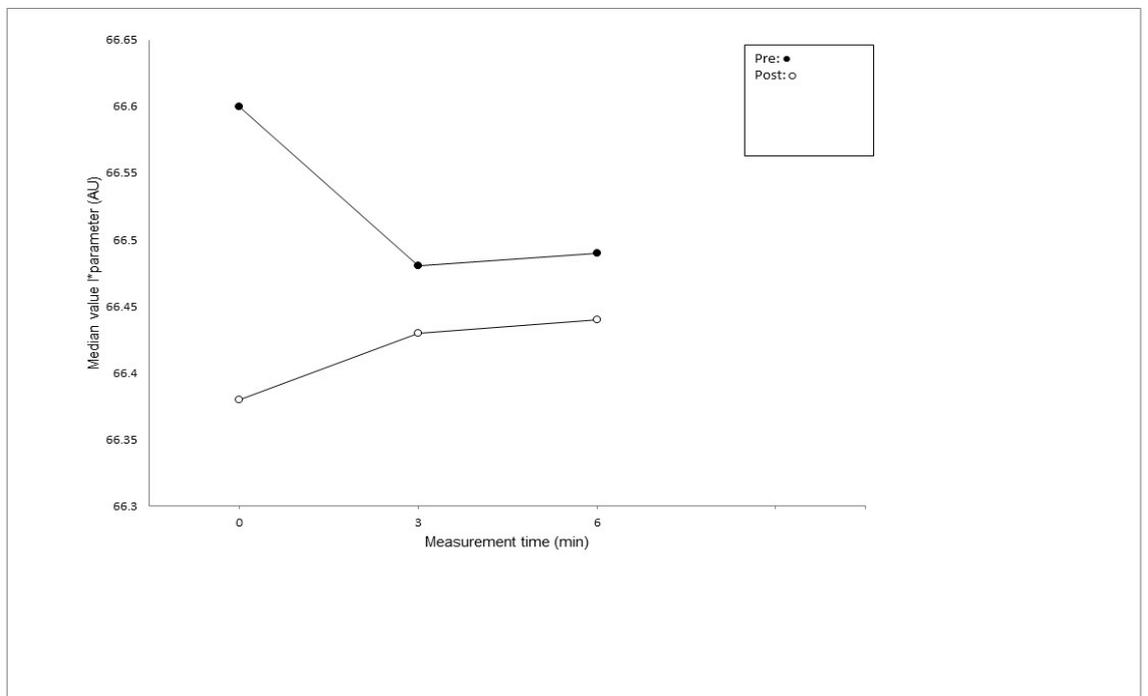
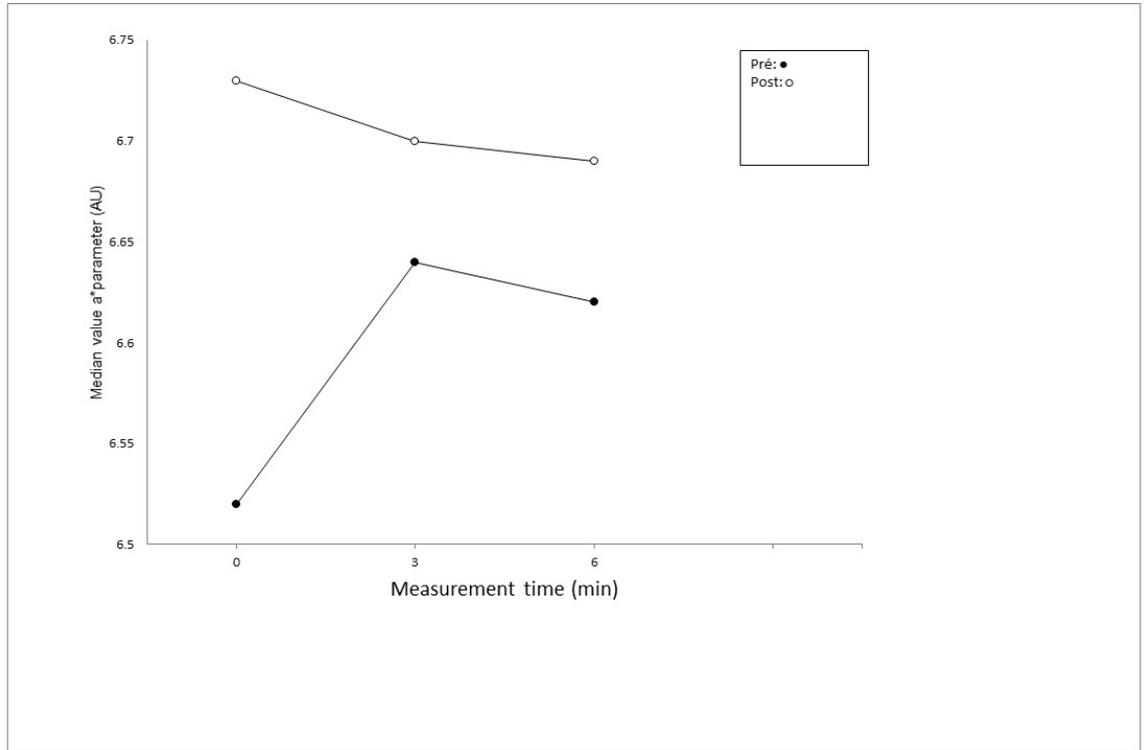


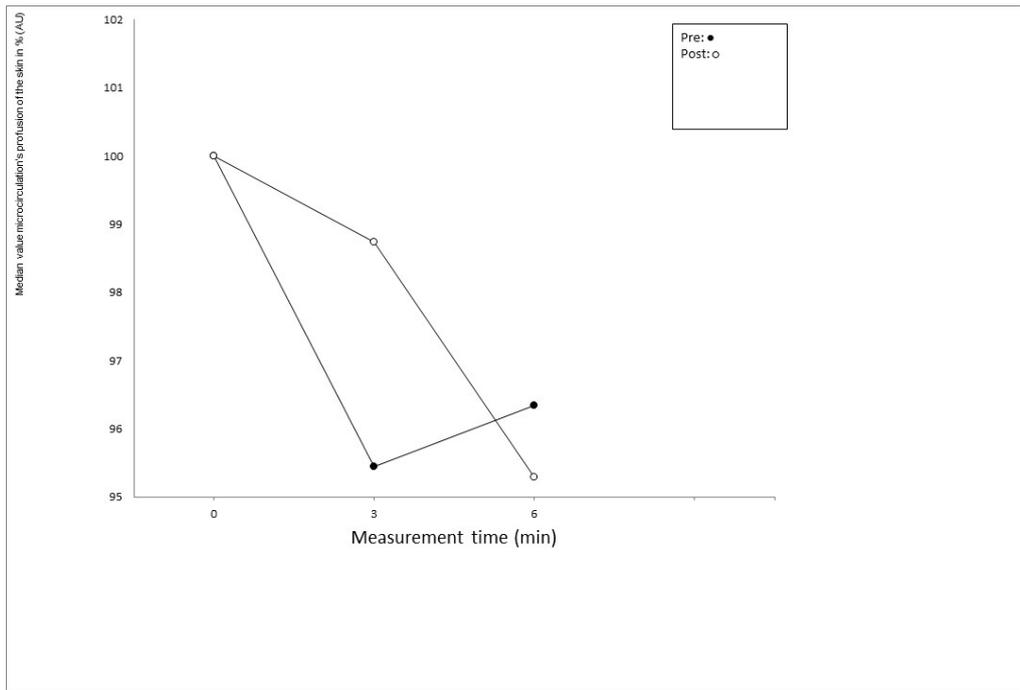
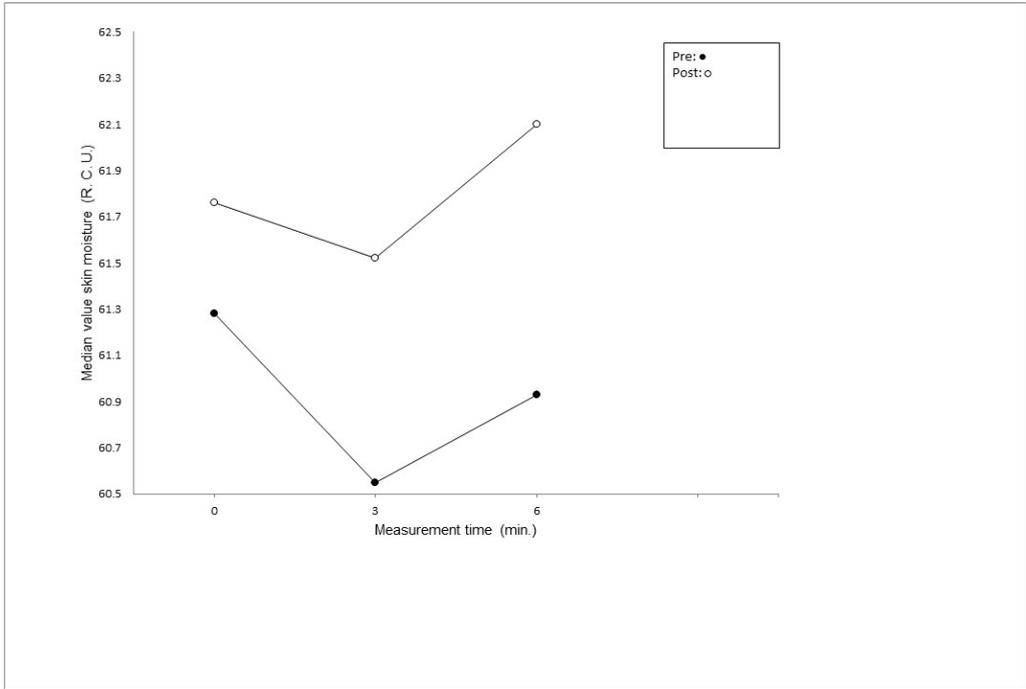
**ANHANG G:** zweites Beispiel einer optisch und mittels Speckle Laser feststellbaren heterolateralen Durchblutungsveränderung nach der Intervention



**ANHANG H:** Abbildungen der Resultate als JPEG.







## **ANHANG I: Englische Kurzfassung**

### **Does the mobilization of the Femoral Nerve in healthy subjects have an effect on the sympathetic skin parameter skin redness, skin hydration and microcirculation's perfusion of the skin? A pilot study.**

Emanuel Donckels MSc PT (1), Katharina Wimmer (2), Ron Clijsen PhD PT (1), Erich Hohenauer PhD PT (1), Rahel Stoop MSc PT (1).

(1) SUPSI, Fachhochschule Südschweiz, Physiotherapie Graubünden, Departement Betriebsökonomie, Gesundheit und Soziale Arbeit.

(2) Donau Universität Krems, Fakultät für Gesundheit und Medizin.

#### **Correspondence Address**

**Name:** Emanuel Donckels

**Address:** Badstraße 10, 7310 CH-Bad Ragaz

**E-Mail address:** [info@donckels.ch](mailto:info@donckels.ch)

**Phone number:** +41 81 302 36 35

#### **Curriculum Vitae**

Emanuel Donckels was born on 24 February 1977 in Leuven, Belgium. After completing high school studies at Sint-Albertus College in Haasrode Belgium, he went on to study Physiotherapy at the Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, graduating with a Master's of Science in Physiotherapy (cum laude). In 1998, he began his studies in Osteopathy at the Sutherland College in Antwerp, Belgium and Heidelberg Germany which he completed in 2004 (cum laude). After successfully presenting his Thesis „Does a treatment using the CV4-Technique when compared to a placebo treatment, result in a more rapid normalization of glycaemia using the oGTTs (oral Glucose Tolerance Test)?“, he was conferred the title of Osteopath D.O. (CH) in 2005 by the Swiss Association of Osteopathic Medicine (SAOM). From 2002 until 2004, he was employed as a Physiotherapist and Osteopath at the Medizinische Zentrum Bad Ragaz (Bad Ragaz Switzerland, Clinic Director, Dr. Beat Villiger). The work focus was on Manual Therapy, Complex Pain Management and the care of Elite Athletes (Skiers, Ice Hockey Players...) with sports injuries. From 2004 until 2006 he worked in a number of small Osteopathic Practices in

East Switzerland. In February 2005, he opened the Practice for Osteopathy Emanuel Donckels in Bad Ragaz Switzerland where he treats the whole spectrum of osteopathic patients including babies, (young) children as well as Elite Athletes. Since 2003 he has been employed as an instructor at the Fachhochschule Südschweiz (Landquart, Switzerland) in the Physiotherapy Department. The main focus of the teaching duties are in the fields of Anatomy, Biomechanics, Assessment and Treatment of the Cervical and Lumbar Spine as well as Myofacial Assessment and Treatment.

## **Abstract**

This study investigated the effect of mobilization of the femoral nerve using measurements of the vegetative nervous system innervation of the skin in 29 healthy subjects using a within subject design with repeated measurements. The dermatome of L3 was measured in three minute intervals six times using the following parameters: skin hydration (device: Corneometer CM825®), skin redness by means of the I\*a\*b\* Systems (device: Chromameter CR-200®) and perfusion and microcirculation of the skin (device: Moor Laser Speckle Contrast Imager®). Following the third measurement, the femoral nerve was mobilized 2 series of 30 repetitions in prone lying. Following this the remaining measurements took place. The data from each parameter for each time point was analyzed for significance using the MANOVA-Analysis and Bonferroni post-hoc Analysis. The level of significance was set at .05. For the parameters of skin hydration and redness of the skin, no significant changes could be found based on the pre-and post-testing. With respect to microcirculation a significant pre-post comparison was found ( $F_{2,55}=3,47$ ;  $p=0,04$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,11$ ). However, no significant difference was seen with the 'Intervention\*time effect' ( $F_{2,55}=2,35$ ;  $p=0,10$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,08$ ). This means that the microcirculation during the process of the testing procedures showed significant changes, however these changes could not be attributed to the intervention. In isolated cases, perceptible red changes were seen in the skin. For the multiple factors that were integrated in this study (starting position, duration of the intervention, proportion of autonomic nerve fibres in the femoral nerve e.g. to the sciatic nerve....), the effect on the results was unclear. Due to the clinical relevance of the most frequently used mobilizations for the peripheral nerves, further studies related to the effect of these mobilizations on the vegetative nervous system are needed.

Keywords: nerve mobilisation, skin, autonomic nervous system

## **Introduction**

The vegetative innervation of the extremities runs on the one hand with the blood vessels and on the other hand with the peripheral nerves of the extremities. The effectiveness of various manual therapy interventions on the nervous system has been intensively investigated (1-7). A number of these studies dealt with the effectiveness of manual therapy interventions on a variety of vegetative parameters in the periphery. Most frequently, this was studied in relation to the electrodermal activity and measured by means of skin conductance. Jowsey and Perry observed a significant difference with respect to skin conductance on the hand following mobilization of the fourth thoracic vertebra compared to a placebo treatment ( $p < 0.034$ ) (1). The same effect was seen in the dermatome of thoracic vertebra 4 (8). Perry und Green came to the same conclusion when measuring patients with low back pain using the same parameter following the manipulation of the lumbar spine (9).

Whether the effect of the mobilization of the transport organs, namely the peripheral nerves, also leads to vegetative changes, has not been investigated and is the topic of this study.

## **Materials and Methods**

Using a within subject design with repeated measurements a group of 29 healthy participants (13 men, 16 women) were examined for the effect of mobilization of the femoral nerve on the vegetative innervation of the skin. The participants were screened for contraindications for participation in the study by way of a questionnaire and physical examination. To determine baseline values, each participant was required to lie in prone for 20 minutes before the measurements were taken. The following parameters were measured at the dermatome of L3 near the spine at intervals of 3 minutes (Figure 1): skin hydration (device Corneometer CM825®), skin redness by means of the I\*a\*b\* Systems (device Chromameter CR-200®) and microcirculation's perfusion of the skin (device Moor Laser Speckle Contrast Imager®). Following the third measurement, the femoral nerve was mobilized 2 series of 30 repetitions in prone lying (Figure 2). Following this, the remaining measurements took place.

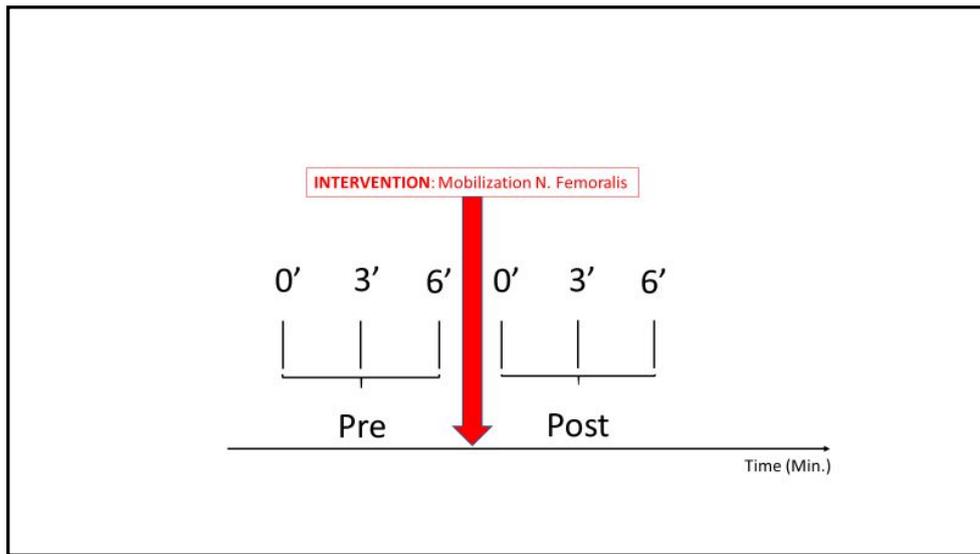


Figure 1: Timeframe with illustration of the intervention

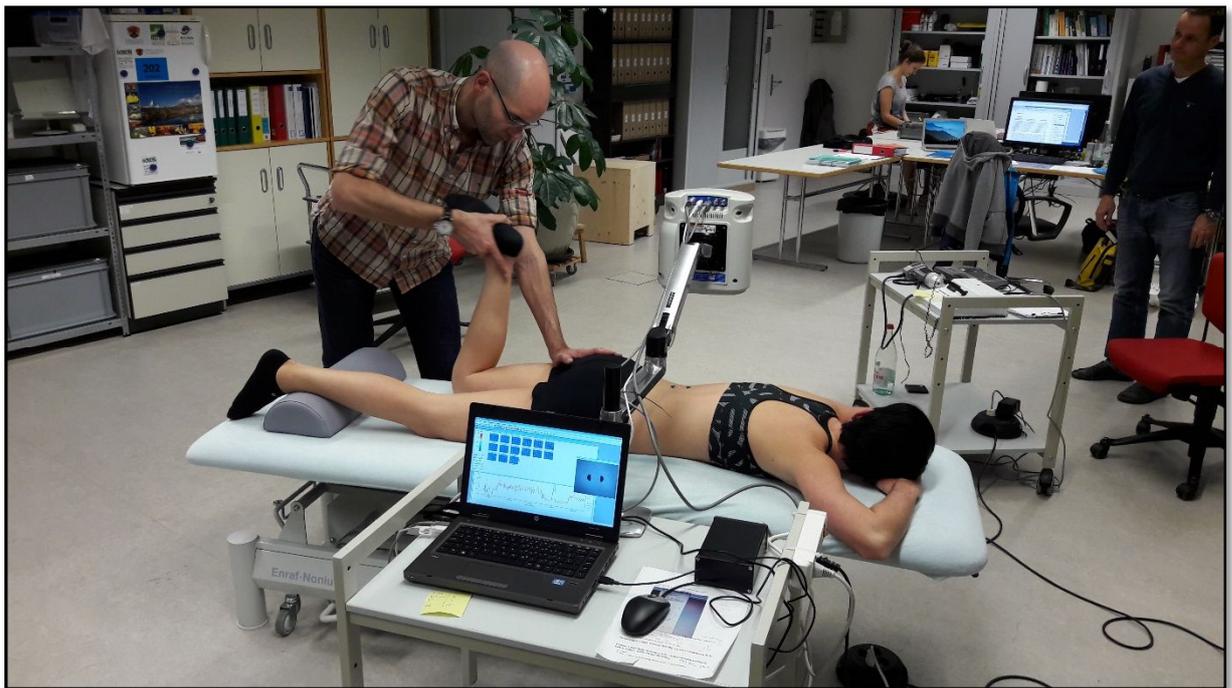


Figure 2: Mobilization of the femoral nerve

## **Statistics**

The data from the chromametry and the corneometry were entered into a statistics sheet and transferred manually onto an Excel Spreadsheet. Data from the Laser Specke Analysis could be saved locally in Excel. Multivariate Variance Analysis (MANOVA) for the pre-and post-test comparisons and the Bonferroni post-hoc analysis for the comparison of individual times of measurement were completed using the SPSS software (IBM SPSS Statistics 25). The level of significance was set at .05.

## Results

**Skin hydration:** No significant difference was seen with time effect ( $F_{2,55}=1,03$ ;  $p=0,36$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,04$ ). For the Bonferroni post-hoc between group analysis (pre-post) at time 0' ( $T=-0,20$ ;  $p=0,84$ ), time 3' ( $T=-0,39$ ;  $p=0,70$ ) and time 6' ( $T=-0,48$ ;  $p=0,63$ ) no significant difference was found. The absolute median value of the pre-post analysis of the skin hydration is schematically illustrated in Figure 3.

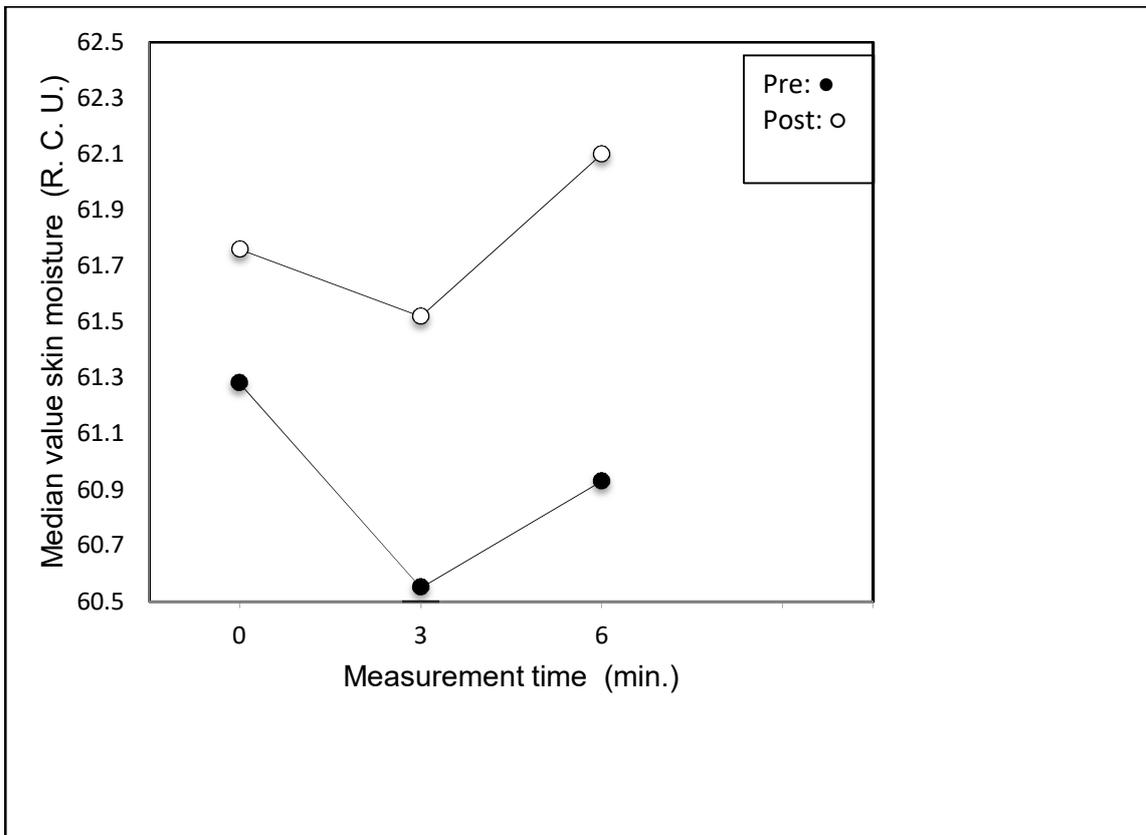


Figure 3: Graphic diagram of skin hydration before (●) and after (○) the intervention.

### Skin Redness:

**I\*-Parameter:** No significant time effect ( $F_{2,55}=0,40$ ;  $p=0,67$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,01$ ) was seen. The Bonferroni post-hoc analysis demonstrated no significant difference (pre-post) at time 0' ( $T=0,27$ ;  $p=0,78$ ), time 3' ( $T=0,06$ ;  $p=0,95$ ) and time 6' ( $T=0,06$ ;  $p=0,95$ ). The absolute median values of the pre-post analysis of the I\*-Parameters are schematically illustrated in Figure 4.

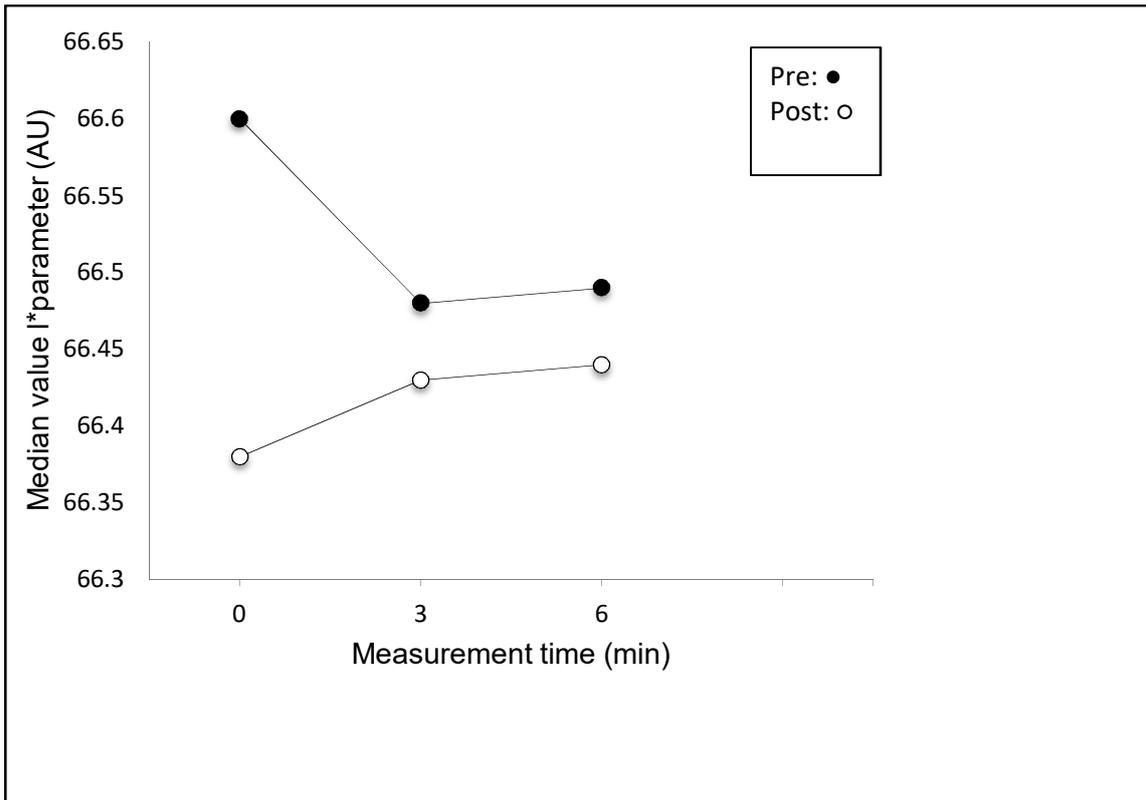


Figure 4: Graphic diagram of the I\*-values before (●) and after (○) the intervention.

**a\*-Parameter:** No significant time effect ( $F_{2,55}=0,32$ ;  $p=0,73$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,01$ ) was seen. The Bonferroni post-hoc analysis demonstrated no significant difference between groups (pre-post) at time 0' ( $T=-0,50$ ;  $p=0,61$ ), time 3' ( $T=-0,13$ ;  $p=0,90$ ) and time 6' ( $T=-0,16$ ;  $p=0,87$ ). The absolute median values of the pre-post analysis of the a\*-Parameters are schematically illustrated in Figure 5.

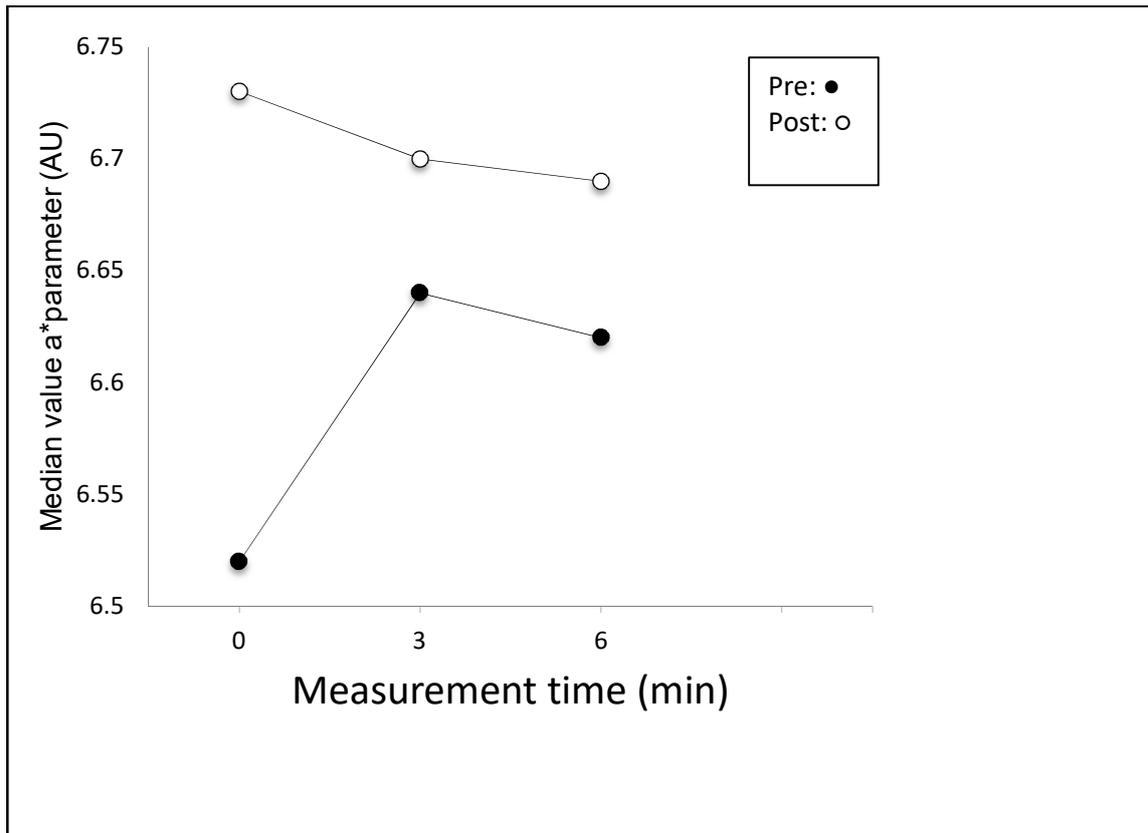


Figure 5: Graphic diagram of the a\*-values before (●) and after (○) the intervention.

**b\*-Parameter:** No significant time effect ( $F_{2,55}=1,82$ ;  $p=0,17$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,06$ ) was seen. The Bonferroni post-hoc analysis demonstrated no significant difference between groups (pre-post) at time 0' ( $T=0,28$ ;  $p=0,78$ ), time 3' ( $T=0,31$ ;  $p=0,76$ ) and time 6' ( $T=0,28$ ;  $p=0,78$ ). The absolute median values of the pre-post analysis of the b\*-Parameters are schematically illustrated in Figure 6.

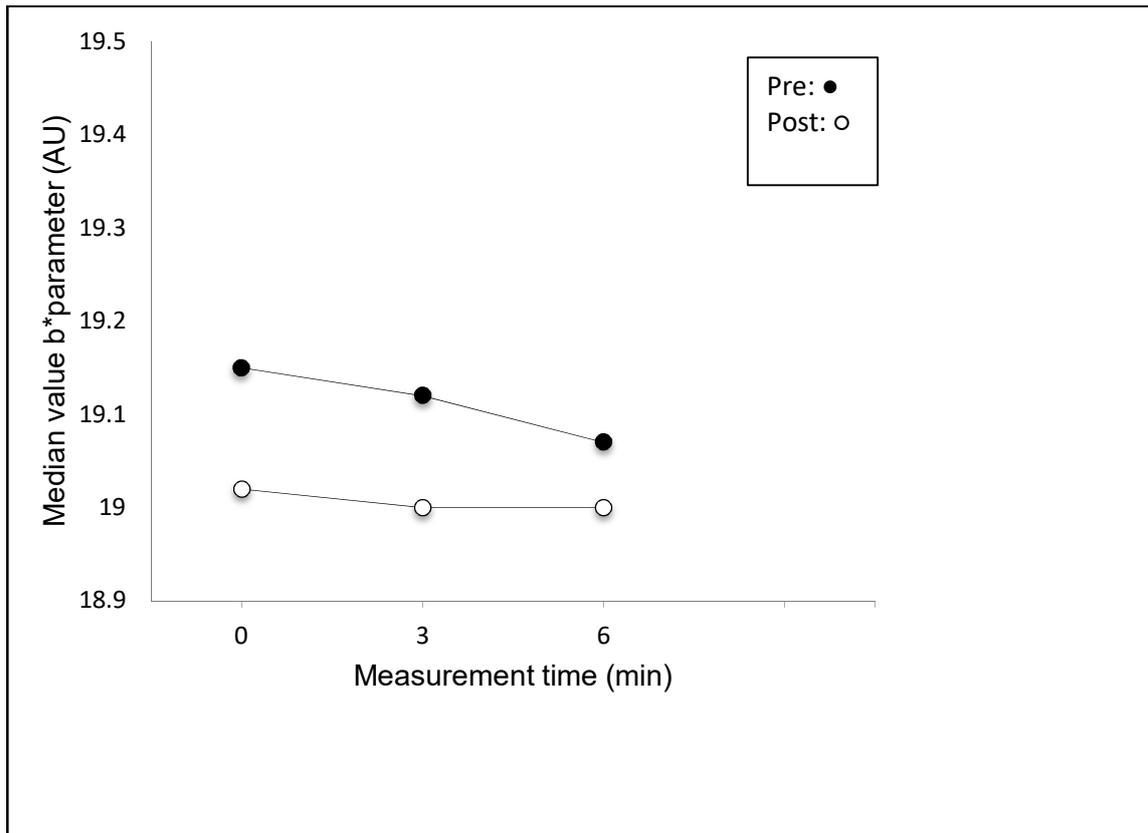


Figure 6: Graphic diagram of the b\*-values before (●) and after (○) the intervention.

## Microcirculation's Perfusion of the Skin

No significant time effect was seen between groups in the normalized value of the microcirculation ( $F_{2,55}=3,47$ ;  $p=0,04$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,11$ ). There was no significant difference in the 'Intervention\*Time Effect' ( $F_{2,55}=2,35$ ;  $p=0,10$ ;  $\eta_{2\text{partial}}=0,08$ ). The post-hoc analysis demonstrated no significant difference between groups (pre-post) at time 3' ( $T=-1,32$ ;  $p=0,19$ ) and time 6' ( $T=0,32$ ;  $p=0,75$ ). The relative median values of the pre-post analysis of the microcirculation's perfusion of the skin is schematically illustrated in Figure 7.

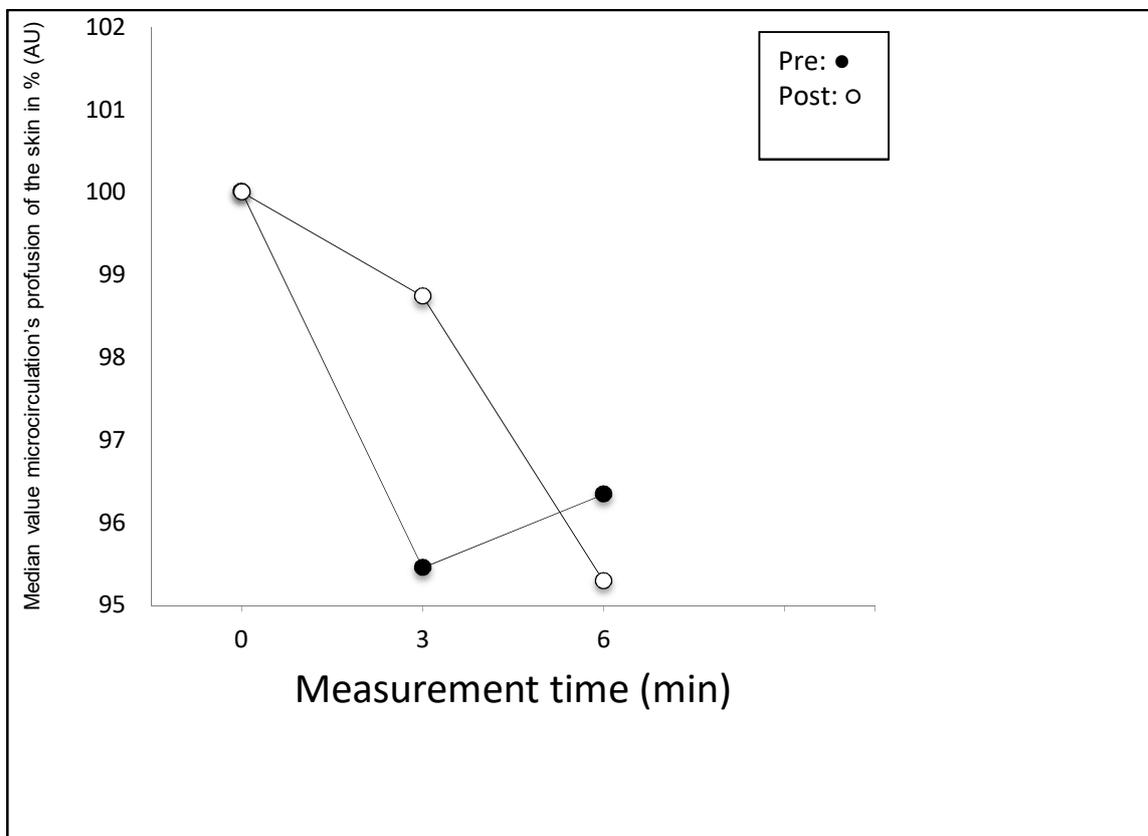


Figure 7: Graphic diagram of the microcirculation's perfusion of the skin before (●) and after (○) the intervention.

## **Discussion**

Whether a neural mobilization technique through the peripheral femoral nerve, leads to vegetative changes in the periphery, will be investigated in the following study. Given that this functional aspect of the nervous system has not yet been studied, there is no comparative literature available.

This study came to the conclusion that the mobilization of the femoral nerve demonstrated no statistically significant effect on the studied vegetative parameter in the periphery. In isolated cases, a marked effect could be determined following mobilization.

The results have led to the following comments.

### **Spinal versus nerve mobilization**

Various authors have studied the effect of mobilization of the spine on the periphery: through mobilizations carried out in the region of the vegetative ganglia (+/- Thoracic Spine) (1,4,8), as well as those outside this region (11,12). Furthermore, Kingston et al. give a comprehensive overview of the hypotheses postulated by various authors to explain this mechanism why a mobilization of the spine could result in vegetative changes in the periphery (2). The spinal ganglia „modulate" sympathetic efferents and afferents (10). Oscillating spinal mobilizations should (in contrast to sustained spinal mobilizations) stimulate spinal reflexes which cause changes in skin conduction on the hand (1). The possibility exists that there is a direct mechanism of stimulation of the sympathetic ganglia through spinal mobilization. This is confirmed by the fact that during and following a unilateral facet joint mobilization, increased sympathetic activity has been detected ipsilaterally (9). The short physical distance (Ramus Communicans gray and white) between the facet joints (= mobilized structure) and the corresponding spinal nerves and sympathetic ganglia, apparently facilitate a direct influence on the sympathetic nervous system through spinal mobilization. Not only have the mechanical influences been addressed. Lascurain et al. comprehensively studied the mechanisms of action of spinal mobilization (13). There were several indications found that suggest that vertebral mobilizations heighten the threshold for nociceptive-induced flexion reflexes, and that these in turn influence the concentration of Substance P. However, these neurophysiological and biochemical mechanisms of action require further study. With respect to the specific anatomy of the peripheral nerve, van den Berg described a structure of „folds and spirals" which allow a relatively good elasticity without microscopic or macroscopic injury to the delicate nerve tissue (14). This natural protective system could be the reason that the mobilization of a

peripheral nerve, in contrast to the mobilization of a vertebrae, does not lead to any vegetative changes, namely that that the input is „buffered" by the folds and spirals. A further possibility for the absence of vegetative changes through peripheral nerve mobilization could be that there is a direct mechanical impact of the regulatory organs, namely the ganglions, that is essential for any change to take place. For the author, this seems unlikely due to the continuity of the nervous and myofascial system.

### **Mobilization Techniques**

Each peripheral nerve does not have the same proportion of vegetative nerve fibres. As such, the sciatic nerve has a higher number of vegetative fibres than the other lower extremity nerves (15). Consequently, it is reasonable to question why the sciatic nerve was not used in this study as the effect of mobilization on these fibres would provide preferably intensive changes to the vegetative parameters. The reason was solely one of a practical and organizational nature. The specific starting position for the mobilization of the femoral nerve (lying prone) allowed, in contrast to that of the sciatic nerve (supine, possibly side lying), a more stable starting position for the execution of the mobilization technique and therefore, a better standardization for the testing protocol as a whole. Furthermore, implementation of the mobilization in prone facilitated the exact positioning of the various measurement devices. This was particularly important for the repeated measurements in second intervals with the Laser Speckle measurements as the device had to remain in the same location throughout all measurements. Further, the handling of the femoral nerve mobilization is much easier (only the lower leg is moved, in contrast to the whole leg in sciatic nerve mobilization) which surely contributed to the uniform implementation of the testing procedures. Equally one could ask why the study was not carried out on the upper extremity. Here, it would have most likely been worth considering studying the median nerve since it, of all the nerves in the upper quadrant, contains the highest number of vegetative nerve fibres (15). In order to mobilize the nerves of the arm, all joints are involved to produce the required movement combinations. Moreover, the dermatomes of the arm are very small and difficult to study. Peripherally, this would not be practical because there would be uncontrolled movements with each mobilization which would render standardization of measurements impossible (changes in circulation through passive concurrent movement etc....).

### **Homogeneity of the Participants and Influence of the Myofascial Tension**

Neural mobilization techniques have been used successfully in a variety of conditions: these include repetitive strain injuries (RSIs) (16,17), cervicobrachial syndrome (18) as well as back pain (19,20). One of the challenges of planning a clinical study is the selection of a homogeneous

participant population. As previously mentioned, there is a dearth of literature related to this study. Therefore, it was decided to select a healthy population of participants as a pilot study and in subsequent phases, patient populations could be used. In the following paragraph the existence of a possible clinical relevance will be illustrated and established. Some participants showed vegetative reactions in the periphery which in some cases was also visible to the naked eye. As lead investigator, the author conducted the mobilizations of the femoral nerve and secondary to the study design assessed the myofascial resistance of the movement. In this case, myofascial resistance is a result of the lengthwise mobilization of all present structures which are stretched during the action of knee flexion. This resistance was rated on a scale from 0-5. Of note is that participants who demonstrated a visible vegetative reaction in their back, also had the highest degree of myofascial resistance. Therefore, it is justifiable to include all structures with vegetative changes following lengthwise mobilization in the broadest sense under the term „Neuromechanic“ (21). Are people who have locally or generalized higher myofascial tension more sensitive with respect to vegetative reactions when undergoing neural mobilization? In the collective work of Irvon M. Korr DO (22) they speak of a „Facilitated Segment“. It states that a segmental dysfunction (e.g. hypomobility of a vertebra) can disrupt a number of neurophysiological control circuits. Later, it is characterized by a pathophysiological cascade effect in the affected segment, which is associated with a reduction in the excitement threshold (23). The observation that intensive vegetative reactions in humans with a heightened basic myofascial tension occur, supports the assumption that these disrupted control circuits could be affected by myofascial mobilization: could a mobilization of the femoral nerve release a „blocked“ L3/L4 segment? Further studies in this direction could contribute to objectively validate the use of osteopathic myofascial treatments. This would require many steps in order to test the inter and intra tester reproducibility and validity of the myofascial tests etc. and would methodologically be difficult because it would be assumed that each individual mobilization would lead to improved mobility in the region as a whole.

### **The Starting Position**

It has been proven statistically that the significant increase in the perfusion of the microcirculation of the skin cannot be attributed to the intervention, but rather depends on the time of measurement. Since other than the mobilization, nothing in the setting was changed, it begs the question of whether prone lying itself led to a change in the perfusion of the microcirculation of the skin. A reduction was most likely from the physical point of view because blood pressure in prone lying has to overcome gravity in order to reach the skin dorsally. Furthermore, the paravertebral muscles were inactive during the whole test period and consequently, no circulatory overflow effect to the skin was to be expected. There is a strong anatomical

connection between the Psoas Major muscle and the femoral nerve (24). The constant stretch of the Psoas Major (due to prone lying) could, therefore have the effect of a constant stimulation of, and increase in the intrafusal pressure of the femoral nerve. The corresponding decreased vascularization (Hypoxaemia) of the nerve could, based on the oxygen hunger thesis, at some point lead to a strong vegetative (over-) reaction a corresponding hyperaemia in the area innervated by the femoral nerve (25). In this context, Jayson (26) described a kind of „compartment syndrome" that happens in the whole lumbar spine/abdominal area in the event of immobilization of the participants. The observed changes in the perfusion of the microcirculation of the skin, independent of the intervention, indicates the need for further studies in the area. Long term studies where participants are required to lie immobilized for a number of hours while having measurements of the perfusion of the microcirculation of their skin taken, could be most informative as to whether this factor in similar studies should be considered.

### **Duration of Mobilization**

For practical reasons, supported by the recommendations of Dierlmeier and in accordance with the clinical application of neural mobilization techniques, a mobilization intensity of 2x30 repetitions with a one minute pause was used (10). Various authors make reference to a hypothesis of an expected drainage effect of the neural mobilization techniques: the question is whether a longer duration mobilization would also have a more intensive effect because of the resultant drainage due to low pressure system such as the slow moving lymph system (10,27,28). Also, in clinical practice, longer durations of mobilizations than the 2x30 repetitions in this study are frequently used until a considerable myofascial relaxation is attained with a resultant increase in range of motion.

### **Conclusion**

Based on the present study, there is no evidence that the mobilization of a peripheral nerve in contrast to the mobilization of the corresponding vertebral segment has any effect on the area of the body innervated by the vegetative portion of the nerve. The redness of the skin and the skin hydration were not significantly affected by the mobilization. The perfusion of the microcirculation of the skin was observed to change significantly during the observation time, however it was proven that these changes were not due to the intervention. A variety of factors reduce the validity of this study. It is known that the sciatic nerve in contrast to the femoral nerve which was tested in this study contains more vegetative fibres. Furthermore, what effect prone lying (without intervention) has on the perfusion of the microcirculation of the skin, has not yet

been studied. Moreover, in the literature there are marked differences in the recommended duration of mobilizations. Individual participants showed during and in particular after the mobilization clear discolouration in the region of the lumbar spine. These participants were those in which the tester had, during the mobilization, felt a higher degree of myofascial resistance. A similar study on the sciatic nerve, using a longer mobilization duration which took into account the myofascial resistance, was able to provide information about the therapeutic relevance of nerve mobilization techniques.

## Disclosure

The author has no personal financial or institutional interest in any of the drugs, materials or devices described in this article.

## References

- (1) Jowsey, P., & Perry, J. (2010). Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: A randomised, placebo-controlled trial. *Manual therapy*, 15(3), 248–253.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2009.12.008>
- (2) Kingston, L., Claydon, L., & Tumilty, S. (2014). The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: a systematic review. *Manual therapy*, 19(4), 281–287.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2014.04.004>
- (3) Perry, J., Green, A., Singh, S., & Watson, P. (2015). A randomised, independent groups study investigating the sympathetic nervous system responses to two manual therapy treatments in patients with LBP. *Manual therapy*, 20(6), 861–867.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2015.04.011>
- (4) Piekarz, V., & Perry, J. (2016). An investigation into the effects of applying a lumbar Maitland mobilisation at different frequencies on sympathetic nervous system activity levels in the lower limb. *Manual therapy*. Advance online publication.  
<https://doi.org/10.1016/j.math.2016.01.001>
- (5) Shankar Ganesh, G., Mohanty, P., & Smita Pattnaik, S. (2015). The immediate and 24-hour follow-up effect of unilateral lumbar Z-joint mobilisation on posterior chain neurodynamics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(2), 226–231.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.009>
- (6) Sillevs, R., Cleland, J., Hellman, M., & Beekhuizen, K. (2010). Immediate effects of a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system: a randomized clinical trial. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 18(4), 181–190.  
<https://doi.org/10.1179/106698110X12804993427126>
- (7) Vicenzino, B., Collins, D., & Wright, T. (1994). Sudomotor Changes Induced by Neural Mobilisation Techniques in Asymptomatic Subjects. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2(2), 66–74. <https://doi.org/10.1179/jmt.1994.2.2.66>

- (8) Rogan, S., Taeymans, J., Schürmann, S., Woern, L., Clarys, P., & Clijsen, R. (2016). Segmentale Hautdurchblutungsreaktion während und nach Stimulation im Bereich der BWS. *physioscience*, 12(03), 92–99. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1567113>
- (9) Perry, J., Green, A., Singh, S., & Watson, P. (2015). A randomised, independent groups study investigating the sympathetic nervous system responses to two manual therapy treatments in patients with LBP. *Manual therapy*, 20(6), 861–867. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.04.011>
- (10) Dierlmeier, D. (2015). *Nervensystem in der Osteopathie: Periphere Nerven, Gehirn- und Rückenmarkshäute, Vegetativum*. Stuttgart: Haug.
- (11) Chu, J., Allen, D. D., Pawlowsky, S., & Smoot, B. (2014). Peripheral response to cervical or thoracic spinal manual therapy: an evidence-based review with meta analysis. *The Journal of manual & manipulative therapy*, 22(4), 220–229. <https://doi.org/10.1179/2042618613Y.0000000062>
- (12) Karason, A. B., & Drysdale, I. P. (2003). Somatovisceral response following osteopathic HVLAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 26(4), 220–225.
- (13) Lascurain-Aguirrebeña, I., Di Newham, & Critchley, D.J. (2016). Mechanism of action of spinal mobilisation: a systematic review. *Spine*, 41(2), 159-172.
- (14) van den Berg, Franz; Cabri, Jan (2011). *Das Bindegewebe des Bewegungsapparates verstehen und beeinflussen*. Stuttgart: Thieme.
- (15) Butler, D. S. (2008). *The neurodynamic techniques: A definitive guide from the noigroup team*. Adelaide City West: Noigroup Publ.
- (16) Blumer, J. (2017). Effects of Manual Therapy on Patients With Carpal Tunnel Syndrome. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 117(7), 477–478. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2017.094>
- (17) Vicenzino, B., Collins, D., & Wright, A. (1996). The initial effects of a cervical spine manipulative physiotherapy treatment on the pain and dysfunction of lateral epicondylalgia. *Pain*, 68(1), 69–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(96\)03221-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(96)03221-6)
- (18) Gauch, F. (2011). Neurale Mobilisation Effektivität bei peripher neurogenen Nackenarm-, Arm- und Handschmerzen (ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften).

- (19) Konrad, B., Thue, L., Robinson, H., Koch, R., & Günther, K.-P. (2008). Wirksamkeit der neuralen Mobilisation in der postoperativen Physiotherapie nach nicht instrumentierten Bandscheibenoperationen. *manuelletherapie*, 12(04), 153–157. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1027745>
- (20) Sucher, B. M. (2013). The somatic connection: manual therapy is beneficial for cervical radiculopathy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 113(10), 725–726. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2013.040>
- (21) Bartrow, K. (2012). Neurologische Untersuchung (NU). In K. Bartrow (Ed.), *Untersuchen und Befunden in der Physiotherapie: Untersuchungstechniken und Diagnoseinstrumente* (pp. 115–147). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-20788-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-20788-4_6)
- (22) King Hollis H. (Ed.). (1997). *The Collected Papers of Irvon M. Korr*. Vol. 2 (Vol. 2): American Academy Osteopathy.
- (23) Nelson, K. E. (1997). Osteopathic medical considerations of reflex sympathetic dystrophy. *The Journal of the American Osteopathic Association*, 97(5), 286. <https://doi.org/10.7556/jaoa.1997.97.5.286>
- (24) Bromm S. D.O. (2008). Anatomische Untersuchungen der Verbindungen des M. Iliopsoas und seiner Faszie zu seinen Nachbarstrukturen im Bereich L4 bis zu seinem Ansatz.: Als Grundlage im Hinblick auf zukünftig angewandte osteopathische Techniken (D.O. Arbeit).
- (25) Dahl, Glaser, Greving, Renner, Zierl, & Müller, L. R. (1920). *Das Vegetative Nervensystem*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- (26) Jayson, M. I. (Ed.). (1992). *The lumbar spine and back pain*. Edinburgh, New York: Churchill Livingstone.
- (27) Barral, J. P., & Croibier, A. (2006). *Manipulations des nerfs crâniens. Ostéopathie*. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson.
- (28) David S. Butler, Butler, D. S., Jones, M. A., & Rolf, G. (1998). *Mobilisation des Nervensystems: Mit 10 Tabellen* (2., korrigierter Nachdr). *Rehabilitation und Prävention: Vol. 29*. Berlin: Springer.