

Physiotherapie



# BACHELORARBEIT II

Titel der Bachelorarbeit

Der Echtzeitultraschall in der Physiotherapie

Verfasserin

Petra Stockhammer

angestrebter Akademischer Grad

Bachelor of Science in Health Studies (BSc)

St. Pölten, 2017

Studiengang: Studiengang Physiotherapie

Jahrgang: PT 14

Betreuerin: Barbara Wondrasch, PhD

# EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Dieses Bachelorarbeitsthema habe ich bisher weder im In- noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

## I. Abstract (deutsch)

### Der Echtzeitultraschall in der Physiotherapie

**Einleitung:** Der Echtzeitultraschall gewinnt heutzutage immer mehr Anerkennung und kann unterstützend in der Physiotherapie sehr gut eingesetzt werden. Die visuelle Hilfestellung des Echtzeitultraschalls über einen Monitor kann helfen, um schnellere Fortschritte in der Genesung zu erzielen. Da der Einsatz des Echtzeitultraschalls in der Therapie noch nicht in allen Bereichen des Körpers erforscht ist, werden Untersuchungen bei Probanden/innen mit Knieschmerzen durchgeführt. Häufig zeigt der Vastus Medialis eine reduzierte Aktivität, jedoch ist er neben weiteren passiven und aktiven Strukturen einer der wichtigsten Kniestabilisatoren. Das Ziel dieser Arbeit ist, positive Veränderungen im Hinblick auf das Schmerzverhalten und die neuromuskuläre Ansteuerung des Vastus Medialis durch den zusätzlichen Einsatz von Echtzeitultraschall zur Therapie bei Probanden/innen mit Knieschmerzen festzustellen.

**Methoden:** Diese Arbeit wurde als Fallstudie geführt. Für die Messungen wurden zwei Probandinnen herangezogen, welche die Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten. Zwei Interventionen wurden ausgewählt, die jeweils sechs Wochen lang durchgeführt und per Prä- und Posttest mit festgelegten Evaluierungsparametern getestet wurden. Im Anschluss wurden die erhobenen Daten ausgewertet.

**Ergebnisse:** Beide Teilnehmerinnen zeigten eine verbesserte neuromuskuläre Ansteuerung des Vastus Medialis, positive Veränderungen der Muskelaktivität im Verhältnis des Vastus Medialis und Vastus Lateralis sowie eine Schmerzreduktion.

**Schlussfolgerung:** Aufgrund von unterschiedlichen Faktoren wie zum Beispiel die geringe Probandinnenanzahl ist die Studie nicht aussagekräftig genug, um die Ergebnisse verallgemeinern zu können. Um eine noch gezieltere beziehungsweise bessere Ansteuerung beziehungsweise Aktivität des Vastus Medialis und Vastus Lateralis zu erzielen, wäre beispielsweise die Einbindung von Stabilisationsübungen in das Therapieprogramm sinnvoll. Als Nebeneffekt kann aufgrund der zusätzlichen Übungen eine verbesserte Linderung der Schmerzen möglich sein.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Echtzeitultraschall, Knieschmerzen, Vastus Medialis, Physiotherapie

## II. Abstract (englisch)

### The real-time ultrasound in the physiotherapy

**Introduction:** By using real-time ultrasound better results in terms of therapy can be achieved. The visual support on a monitor and many other advantages affect the convalescence positively. This method has not been explored in every region of the body yet, so an investigation in patients with knee pain were executed. A sign can be a reduced activity of the musculus vastus medialis. This muscle is very important for stability and extension of the knee. The aim of this study is to explore, if real-time ultrasound has a positive influence on pain relief and neuromuscular activation in therapy at persons with knee pain.

**Methods:** In this case series, two test persons were selected, which fulfilled the inclusion and exclusion criteria. Every person got a different intervention. To get information about diversification of pain and neuromuscular activation, tests were executed before and after each intervention. At the end, all collected data were evaluated and analysed.

**Results:** Both test persons showed a better neuromuscular activation of Vastus Medialis, positive changes in relation between Vastus Medialis and Vastus Lateralis and a reduction in their knee pain.

**Conclusion:** Based on different factors, for example the low number of test persons, the results cannot be allocated on the community. To achieve better results in activity and activation of muscles, it is necessary to include some stabilisation exercises in the therapy, which could then result in a further pain reduction.

**KEYWORDS:** knee pain, real-time ultrasound, vastus medialis, physiotherapy

### III. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Echtzeitultraschall .....	1
1.2	Patellofemorales Schmerzsyndrom.....	2
1.2.1	Anatomie und Biomechanik .....	2
1.2.2	Ursachen und Pathogenese.....	3
1.2.3	Symptome .....	4
1.3	Wissenschaftliche Relevanz und Forschungsfrage.....	5
2	Methodik .....	6
2.1	Studiendesign.....	6
2.2	Studienablauf .....	6
2.3	Ein- und Ausschlusskriterien .....	7
2.4	Messinstrument – kinesiologische Elektromyographie.....	7
2.4.1	Gerät und Software .....	8
2.4.2	Hautvorbereitung und Muskelapplikation .....	9
2.5	Evaluierungsparameter .....	10
2.5.1	Kujala Anterior Knee Pain Scale .....	10
2.5.2	Visuelle Analogskala .....	11
2.6	Intervention.....	11
2.6.1	Therapieprogramm.....	12
2.7	Echtzeitultraschall .....	13
2.8	Ablauf der Datenerhebung und Setting .....	13
2.9	Analyse der Daten und statistische Auswertung .....	15
3	Ergebnisse.....	16
3.1	Probandin A.....	16
3.2	Probandin B.....	18
4	Diskussion .....	22

5	Zusammenfassung und Ausblick.....	29
6	Literaturverzeichnis.....	30
7	Anhang .....	32

## **IV. Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Kinesiologische Elektromyographie – Myotrace 400 .....	9
Abbildung 2: Schmerzbezogene visuelle Analogskala .....	11
Abbildung 3: Probandin A: Prä-Post Vergleich der Aktivität des Vastus Medialis .....	17
Abbildung 4: Probandin A: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Prä-Messung .....	17
Abbildung 5: Probandin A: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Post-Messung.....	18
Abbildung 6: Probandin B: Prä-Post Vergleich der Aktivität des Vastus Medialis .....	19
Abbildung 7: Probandin B: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Prä-Messung .....	20
Abbildung 8: Probandin B: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Post-Messung.....	21
Abbildung 9: Ausgangsstellung der Übung Wall squats .....	32
Abbildung 10: Mittelposition der Übung Lunches .....	33
Abbildung 11: Endstellung der Übung Step ups .....	33

## **Vorwort**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich sowohl im Vorfeld als auch während der Durchführung dieser Arbeit zur Seite gestanden sind und mich bei der Verwirklichung dieser Studie unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin Barbara Wondrasch, PhD, die mich in allen Angelegenheiten tatkräftig unterstützte und immer Lösungsmöglichkeiten parat hatte. Ebenso möchte ich mich beim gesamten Assistententeam bedanken ohne welche der Versuchsaufbau mitsamt den technischen Geräten nicht möglich gewesen wäre und daher ebenfalls zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben. Meinen Studienkollegen/innen möchte ich ebenfalls ein herzliches Dankeschön aussprechen, sie stellten eine Hilfe in theoretischen, praktischen aber auch organisatorischen Belangen dar. Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen beiden Probandinnen für die zeitaufwendige Teilnahme sowie ihrem Engagement bedanken.

# 1 Einleitung

Zu Beginn wird ein Überblick der vorangegangenen ersten Bachelorarbeit gegeben. Während sich diese unter anderem mit der Theorie beschäftigt, wird sich folgende Arbeit auf die empirische und praktische Ausführung konzentrieren.

## 1.1 Echtzeitultraschall

Die Ultraschalltechnologie wurde über die letzten 40 bis 50 Jahre entwickelt, die heute eine breitgefächerte Anwendung in der Medizin aufweist (Hides, Richardson, Jull & Davies, 1995). Es sind bereits reichlich Studien vorhanden, die vom Gebrauch von Echtzeitultraschall in der Physiotherapie über positive Ergebnisse berichten, vor allem im Hinblick auf die Core-Muskulatur. Wijma, Tinga & Visser (1991) beschreiben, dass der Echtzeitultraschall zur Beobachtung der Muskelkontraktion der Beckenbodenmuskulatur unter funktionseller Belastung herangezogen wurde.

Es ist schwierig, sich vorzustellen, wo und welche Muskulatur angespannt werden soll, da Patienten/innen oft zu wenig bis kein Gefühl dafür haben. Weiters ist keine effiziente Evaluierungsmethode vorhanden, um Erfolge zu dokumentieren. Hierbei kann insbesondere der Echtzeitultraschall sehr hilfreich sein und bietet viele Vorteile. Es kann Kraft und Aktivität sowie die Aktivierung bei Belastung beurteilt werden. Die visuelle Darstellung der Muskulatur in Echtzeit kann eine innovative Ergänzung in der Therapie sein, um einen Umschulungsvorgang der Muskeln zu fördern und dem/der Patienten/in zu erleichtern. Weitere Vorteile des Echtzeitultraschalls sind unter anderem die isolierte Muskelkontraktion und die Verbesserung der Muskelpropriozeptoren sowie bei diversen Aufgabenstellungen eine Querschnitts- und Umfangmessung der Muskeln. In der Dokumentation ist die Speicherung der Bilder und eine objektive Verfassung der Fortschritte ein hilfreiches Tool. Der/die Patient/in kann durch die visuelle Kontrolle auf dem Monitor verschiedene Strategien für die An- und Entspannung eines Muskels erlernen und dadurch in der Therapie bessere Erfolge erzielen. Durch die Darstellung ist ein leichteres Verständnis für den/die Patienten/in gegeben. Der/die Therapeut/in muss auf Kompensationsmechanismen achten, damit der/die Patient/in keine ungünstigen Bewegungen einlernt. Im Befundprozess muss herausgefunden werden, ob ein/e Patient/in für diese Methode geeignet ist. Somit zeigt der Echtzeitultraschall bei richtiger Anwendung in der Befundung und Therapie beziehungsweise im Training sehr viel Effektivität und Zuverlässigkeit (Podar, 2012).

Da in Studien der Echtzeitultraschall bis heute hauptsächlich an der Core-Muskulatur Anwendung findet, wird in dieser Studie die untere Extremität untersucht. In dieser Arbeit werden Knieschmerzen fokussiert, die durch Überbelastung beziehungsweise Fehlbelastung oder durch unterschiedliche Pathologien, beispielsweise das Patellaspitzensyndrom, Morbus Osgood Schlatter oder Meniskusverletzungen, ausgelöst werden können. Um ein verständlicheres Bild von dieser Problematik zu erhalten, wird im folgenden Unterkapitel das patellofemorale Schmerzsyndrom als Beispiel für eine Kniepathologie herangezogen.

## **1.2 Patellofemorales Schmerzsyndrom**

Das größte Gelenk des menschlichen Körpers ist das Kniegelenk. Um großen Belastungen standhalten zu können, muss das Gelenk viel Stabilität und Mobilität besitzen. Das Kniegelenk ist ein Scharniergelenk, das funktionell in drei Teile gegliedert wird. Erstens das Femorotibialgelenk, das aus Femur und Tibia gebildet wird. Zweitens das Patellofemoralgelenk, wo Patella und Femur miteinander artikulieren. Die beiden Gelenke haben eine gemeinsame Gelenkkapsel. Das dritte Gelenk, das Tibiofibulargelenk, ist eigentlich ein eigenständiges, straffes Gelenk, zählt jedoch zum Kniegelenk (Schünke, Schulte & Schumacher, 2014, S. 442).

Unter dem Begriff patellofemorales Schmerzsyndrom versteht man eine Reihe von Symptomen, die nur sehr schwer oder keiner bestimmten Struktur zugeordnet werden können. Dieses Syndrom wird als vorderer Knieschmerz beschrieben und umfasst alle Schmerzen und Probleme, die im ventralen Teil des Knies erscheinen (Reid, 1993). Ein kurzer detaillierter Einblick in die Anatomie gibt Aufschluss über die Grundlagen um die Problematik gut zu verstehen.

### **1.2.1 Anatomie und Biomechanik**

Das Patellofemoralgelenk besteht aus den Gelenkflächen der Patella, *Facies articularis patellae*, die in der Mitte keilförmig erscheint und der *Facies patellaris femoris*, welche den rinnenförmigen Bereich zwischen den beiden Femurkondylen darstellt. Die beiden Strukturen bilden gemeinsam das Gleitlager, damit die Patella auf dem Femur gleiten kann. Jede Abweichung der Form und Ausrichtung führt zu einer Veränderung der mechanischen Belastbarkeit (Diemer & Sutor, 2011, S. 311f).

Die Stabilisation der Patella unter Bewegung erfolgt durch ein komplexes dynamisches Gleichgewicht der beteiligten passiven und aktiven Strukturen. Die wichtigsten aktiven Stabilisatoren sind die vier Anteile des Quadrizeps, dazu gehören der *Vastus Lateralis* und *Vastus Intermedius*, beide sind für die Patellalateralisation zuständig, der *Vastus Medialis*,

seine Aufgabe liegt darin, die Patella nach medial zu zentrieren und der Rectus Femoris. Weiters zählen zu den dynamischen Stabilisatoren der Biceps Femoris, der eine Außenrotation der Tibia durchführt sowie das Pes anserinus und der Semimembranosus, welche für die Innenrotation der Tibia zuständig sind. Als wichtigste passive Stabilisatoren agieren neben der knöchernen Führungsrinne die Retinakula sowie weitere Bänder. Zusätzlich gibt die Form der Patella selbst ein wenig Sicherheit (Diemer & Sutor, 2011, S. 311f; Thomeé, Augustsson & Karlsson, 1999).

### **1.2.2 Ursachen und Pathogenese**

Witvrouw u. a. (2014); Witvrouw, Lysens, Bellemans, Cambier & Vanderstraeten (2000) und Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg & Cholewicki (2007) beschreiben ein multifaktorielles Problem mit einer funktionellen beziehungsweise biomechanischen Störung im Rumpf und der unteren Extremität, die sich aufgrund von Stabilitätsdefiziten zeigen. Diese inkludieren Überbelastung des Streckapparates, Patellainstabilitäten und Knorpel- beziehungsweise Knochenknorpelschäden. Reid (1993) sagt, dass eine Fehlstellung der unteren Extremität und/oder Patella, eine muskuläre Dysbalance sowie eine Überbelastung als beitragende Faktoren für eine Entwicklung des patellofemorales Schmerzsyndrom wirken. Bohnsack, Börner, Rühmann & Wirth (2005) zeigen auch intraartikuläre Pathologien und extraartikuläre Weichteilerkrankungen als auslösende Faktoren auf.

Houghton (2007) beschreibt, dass diese Patienten/innen oft zusätzlich eine Quadrizepschwäche oder ein Missverhältnis des medialen und lateralen Anteiles aufweisen. Dies führt wiederum zu einer lateralen beziehungsweise medialen Abweichung der Patella und in weiterer Folge zu Knieproblemen. In den meisten Fällen zeigt der Vastus Medialis eine reduzierte Aktivität. Der Vastus Medialis ist der schwächste Teil des großen Muskels, daher atrophiert er sehr schnell und wird meist als letzter Muskel in der Therapie aufgebaut (Houghton, 2007). Dieser Muskel hat jedoch eine große Aufgabe, denn er ist der mediale Stabilisator der Patella und assistiert in der Hauptfunktion als Kniestrecker.

Nach Diemer & Sutor (2011, S. 317ff) wird die Pathogenese in zwei Gruppen eingeteilt. Einerseits können muskuläre Dysfunktionen verantwortlich sein, andererseits das sogenannte Malalignment. Zu den muskulären Veränderungen beim patellofemorales Schmerzsyndrom können unter anderem die Dehnfähigkeit, ein neuromuskuläres Defizit oder ein Kraftdefizit eine große Rolle spielen. Eine eingeschränkte Dehnfähigkeit der knieumliegenden Muskulatur führt zu Veränderungen der Biomechanik oder einer erhöhten Aktivität der entsprechenden Muskulatur. Untersuchungen ergaben, dass der Vastus Medialis verzögert aktiviert wird, jedoch sind diese Ergebnisse mit Vorsicht zu genießen. Es ist

durchaus vorstellbar, dass dieser Muskel im Einzelfall der auslösende Faktor ist. Der Quadrizeps ist der wichtigste aktive Stabilisator des Patellofemoralgelenks, eine Schwäche dieses Muskels bringt eine verstärkte Belastung der passiven Strukturen mit. Als Malalignment wird die unzureichende Führung der Patella im Gleitlager bezeichnet. Prädispositionsfaktoren für ein patellofemorales Schmerzsyndrom können Statikveränderungen der unteren Extremität beziehungsweise der unteren Wirbelsäulenregion oder Fehlstellungen der Patella sein. Grundsätzlich richtet sich die Therapie nach der Ursache der Beschwerden. Durch eine frühzeitige, individuell ausgelegte Therapie können eine Chronifizierung und weitere Auswirkungen auf den Bewegungsapparat, zum Beispiel Beinachsenprobleme, verhindert werden.

Das patellofemorale Schmerzsyndrom tritt vorwiegend bei weiblichen, jungen, sportlich aktiven Personen im Alter zwischen 15 und 30 Jahren auf (Boling u. a., 2010; Diemer & Sutor, 2011, S. 319; Robinson & Nee, 2007). Houghton (2007) erwähnt, dass auch sowohl aktive als auch nicht aktive Kinder betroffen sein können.

### **1.2.3 Symptome**

Klassische subjektive Kennzeichen eines patellofemorales Schmerzsyndroms sind ein langsam intermittierend zunehmender, brennender, peripatellarer Belastungsschmerz und/oder mechanische Symptome, wie krepitieren, blockieren oder einklemmen (Diemer & Sutor, 2011, S. 319; Reid, 1993). Patienten/innen geben Spontanschmerzen vor allem vor, während und nach belastenden Kniebewegungen wie Treppensteigen, tiefes Hocken, längeres Sitzen, athletische Aktivitäten sowie allgemeine Belastungen des Kniestreckapparates an (Diemer & Sutor, 2011, S. 319; Houghton, 2007; Malek & Mangine, 1981; Sandow & Goodfellow, 1985). Diese Symptome können traumatisch bedingt sein oder durch zyklische beziehungsweise azyklische Belastungen ausgelöst werden (Diemer & Sutor, 2011, S. 319). Gewöhnlich repräsentieren sich die Merkmale auf beiden Knien, wobei sie auf einer Seite verstärkt auftreten (Houghton, 2007). Zusätzlich berichten Bohnsack u. a. (2005) über die klinische Untersuchung, wo meist eine Druckdolenz der Patella festgestellt wird.

In der Klinik können auch objektive Symptome beobachtet werden. Betroffene Patienten/innen weisen Achsenabweichungen der unteren Extremität sowie häufig eine Atrophie des Quadrizeps auf. Zusätzlich wird oft eine Hypomobilität patellofemoral festgestellt, das wiederum eine eingeschränkte Gleitbewegung verursacht. Selten geben Patienten/innen Schwellungen oder Temperaturerhöhungen an (Diemer & Sutor, 2011, S. 319).

### **1.3 Wissenschaftliche Relevanz und Forschungsfrage**

Wie bereits erwähnt, beschränken sich die Untersuchungen unter Anwendung des Echtzeitultraschalls in der Physiotherapie bisher auf wenige Körperregionen. Um daher eine weitere Wissenslücke abzudecken und eine mögliche wirksame Behandlungsmethode zu gewinnen, liegt der Fokus dieser wissenschaftlichen Arbeit darauf, Probanden/innen mit Knieschmerzen mittels Echtzeitultraschall und einem Therapieprogramm im Einzelfall zu untersuchen. In der Therapie wird der Vastus Medialis fokussiert, da er der wichtigste Stabilisator im Kniegelenk ist und meist der erste Muskelanteil, der eine eingeschränkte Aktivität aufweist. In weiterer Folge entsteht bei Kniebeschwerden oft ein Missverhältnis zwischen Vastus Medialis und Vastus Lateralis.

Ziel dieser Arbeit ist es, Knieschmerzen bei Probanden/innen durch ein Therapieprogramm positiv im Hinblick auf das Schmerzverhalten, die neuromuskuläre Aktivierung des Vastus Medialis unter Einsatz des Echtzeitultraschalls zu beeinflussen. Zusätzlich wird die Muskelaktivität des Vastus Medialis und Vastus Lateralis im Verhältnis untersucht.

## **2 Methodik**

Im folgenden Abschnitt werden die einzelnen Planungs- und Durchführungsschritte im Detail erläutert.

### **2.1 Studiendesign**

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine deskriptive Studie, um es genauer einzugrenzen, um eine Fallbeschreibung. Diese Form der Studie schildert einen beziehungsweise mehrere Fälle. In diese Arbeit werden zwei Fälle mit Interventionen beschrieben. Die Probanden/innen erhalten zwei unterschiedliche Maßnahmen, nämlich ein Therapieprogramm bestehend aus vier Übungen und dasselbe Therapieprogramm mit zusätzlichem Einsatz von Echtzeitultraschall. Dabei wird das sogenannte Prä-Post-Design angewendet, das bedeutet, dass die Teilnehmer/innen vor der Intervention und sechs Wochen danach auf das Schmerzverhalten und die neuromuskuläre Ansteuerung getestet werden. Im Anschluss werden bei jedem/r Probanden/in im Einzelfall Veränderungen beziehungsweise Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten dargestellt.

### **2.2 Studienablauf**

Um sich mit der Thematik der Studie vertraut zu machen, wurde die Theorie und der methodische Ablauf in der ersten Bachelorarbeit abgehandelt. Nach der Erläuterung des Hintergrunds wurden die Forschungsansätze formuliert, abschließend sollen die Ergebnisse Aufschluss geben. Weitere Planungsschritte lauteten: Festlegung des Studiendesigns, Probanden/innenrekrutierung, Bestimmung von geeigneten Messparametern und Messinstrumenten und die Auswahl der entsprechenden statistischen Auswertungsverfahren. Anfang November 2016 begann eine intensive Auseinandersetzung mit den Messinstrumenten. Nach einer Vertrautheit mit den Geräten und den Übungen des Therapieprogrammes wurden mit freiwilligen Personen diverse Probeläufe durchgeführt. Die Untersuchung selbst startete Anfang Dezember mit der Erstmessung, anschließend wurde zweimal wöchentlich sechs Wochen lang, das Therapieprogramm unter Aufsicht ausgeführt. Nach der verstrichenen Zeit wurde mit einer Zweitmessung die Untersuchung beendet. In der verbleibenden Zeit wurden die erhobenen Daten ausgewertet und folglich darüber diskutiert und zusammengefasst.

Zeitgleich mit der intensiven Beschäftigung der Messinstrumente erfolgte die Probanden/innenrekrutierung per E-Mail. Da es sich um eine studienganginterne Untersuchung handelt, wurden alle Studenten/innen der Physiotherapie der FH St. Pölten angeschrieben. Um diese Fallbeschreibung durchzuführen, wurden zwei Probanden/innen benötigt.

## 2.3 Ein- und Ausschlusskriterien

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, tritt das patellofemorale Schmerzsyndrom vorwiegend bei jungen Frauen auf, daher fiel die Auswahl auf zwei weibliche Personen, um es möglichst an dieses Krankheitsbild anzulehnen. Im Anschluss sind Kriterien angeführt, die erfüllt werden mussten, um teilnehmen zu können.

### Einschlusskriterien:

- Knieschmerzen seit mindestens sechs Monaten
- Schmerzen unter sechs auf der numerischen Analogskala<sup>1</sup>
- Alter zwischen 18 und 40 Jahren
- weiblich

### Ausschlusskriterien:

- zurzeit in ärztlicher Behandlung
- ärztliche Diagnose einer Kniepathologie
- Operationen im Knie- oder Patellofemoralgelenk
- Meniskus-, Kreuzband- und Seitenbandverletzungen im Kniegelenk
- (Sub-)Luxationen der Patella
- Verletzungen der unteren Extremität im letzten halben Jahr
- Lokale Knorpelschäden
- Prothesen, Orthesen

## 2.4 Messinstrument – kinesiologische Elektromyographie

Ein Evaluierungsparameter dieser Studie war die Elektromyographie, die laut Basmajian & De Luca (1985, S. 1) die Muskelfunktion mithilfe eines elektrischen Signals, das die Muskeln erzeugen, erforscht und graphisch darstellt. Bei der kinesiologischen Elektromyographie wird die willkürliche Muskelaktivierung in funktionellen Bewegungen, posturalen Aktivitäten oder Therapie- beziehungsweise Trainingsübungen erfasst und analysiert. Diese weit verbreitete objektive Untersuchungsmethode etablierte sich bereits in vielen Studien. Zudem gibt es noch viele Vorteile, welche die kinesiologische Elektromyographie bietet. Dieses Messinstrument erlaubt den „direkten Blick in den Muskel“ und hilft gleichzeitig den

---

<sup>1</sup> Die numerische Analogskala (NRS) dient der Evaluierung vom subjektiven Schmerzempfinden. Sie wird auf einer Skala von 1-10 dargestellt. 0 ist kein Schmerz, 10 ist der schlimmste vorstellbare Schmerz. Die Beurteilung der Schmerzintensität erfolgt individuell.

Patienten/innen ihre Muskeln zu finden beziehungsweise zu aktivieren. Darüber hinaus wird die Muskelfunktion quantitativ und objektiv aufgezeichnet, die muskuläre Beanspruchung von Arbeitsabläufen erfasst und Trainings- beziehungsweise Therapieprozesse detailliert dokumentiert. Diese Methode wird auch bei der Analyse und Optimierung von Sporttechniken sowie bei operativen Entscheidungen herangezogen (Konrad, 2011, S. 4f).

Um im Anschluss die erhobenen Daten der Elektromyographie konsequent zu evaluieren, sollte vor dem Beginn des Therapieprogrammes die Maximum Voluntary Contraction (MVC)-Normalisierung zur Ermittlung des Referenzwertes für alle nachfolgenden Messversuche herangezogen werden. Die Kontraktion beinhaltet eine maximale willkürliche Muskelkontraktion des zu messenden Muskels, die vor den eigentlichen Durchführungsmessungen stattfinden sollte. Für die Referenzwertevaluierung der beiden Muskeln, Vastus Medialis und Vastus Lateralis, wurde in diesem Fall eine relativ einfache Übung, die isolierte Kniestreckung im Sitzen, ausgewählt. Um dabei eine valide Maximalinnervation zu erreichen, ist eine gute Fixierung aller beteiligten Gelenkpartner wichtig. Ein Vorteil ist, dass durch die MVC-normalisierten Elektromyographiewerte ein verbessertes Verständnis über das Anstrengungsniveau des innervierten Muskels und den Trainingseffekt gegeben wird. Die MVC-Normalisierung dient gleichzeitig einer einheitlichen und validen Referenz für alle Probanden/innen (Konrad, 2011, S. 29ff). Die Ausführungsanweisung der MVC-Normalisierung ist im Anhang B zu finden.

#### **2.4.1 Gerät und Software**

Ein Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, wann die jeweilige Muskulatur aktiviert wird. Dies wurde mit Hilfe der kinesiologischen Elektromyographie durchgeführt. Zur Anwendung kam dabei das mobile Messgerät „MyoTrace 400“ mit der dazugehörigen Software „MyoResearch-XP 1.07 Master Edition“, beides von der Firma Noraxon – Elektromyographie & Sensor Systems. Auf diesem Gerät gibt es ein Vier-Kanal-System, das dazu dient, verschiedene Muskeln zur selben Zeit zu messen und zu analysieren. Bei diesen Untersuchungen wurden ausschließlich zwei Muskeln, der Vastus Medialis und Vastus Lateralis in ihren Aktivierungs- sowie Aktivitätsmustern getestet, daher wurden nicht alle Kanäle gebraucht. Die erhobenen Daten des Messgeräts wurden mit einer Verbindung auf den Laptop übertragen, um diese in digitaler Form abzuspeichern und auszuwerten.



Abbildung 1: Kinesiologische Elektromyographie – Myotrace 400

## 2.4.2 Hautvorbereitung und Muskelapplikation

Die Elektroden wurden nur am betroffenen Bein angebracht. Falls beide betroffen waren, erfolgte die Erhebung am subjektiv stärker betroffenen Bein. Um eine bestmögliche Impedanz und ein gutes Haften der Oberflächenelektroden zu erreichen, wurden folgende Reinigungsschritte angewendet. Zuerst wurden die Haare durch Abrasieren der Applikationsstelle entfernt und mit einer abrasiven Paste die Haut gereinigt und abgetrocknet. Abschließend wurde die Hautstelle mit Alkohol desinfiziert. Eine gute Impedanzbedingung ist gegeben, wenn die Haut nach dem Reinigen eine leichte Rötung aufweist (Konrad, 2011, S. 14).

Da diese Muskeln für die Bewegungsfunktionen oberflächlich erreichbar sind, wurden in dieser Studie die Oberflächenelektroden herangezogen. Es ist besonders wichtig, dass die aus Gel bestehenden Einmalelektroden zentral positioniert werden. Geschieht dies nicht, besteht die Gefahr, dass die Elektrode wandert, den Muskelbauch verlässt und somit die Ergebnisse verfälscht (Konrad, 2011, S. 18). Verwendet wurden Elektroden, welche in einem Abstand von zwei Zentimetern am Vastus Medialis sowie am Vastus Lateralis aufgeklebt wurden. Die Positionierung der Elektroden am Vastus Medialis erfolgte auf 80 Prozent der Verbindungslinie von Spina Ilica Anterior Superior und dem ventralen Rand des Innenbandes vom Kniegelenk zur Muskelfaserrichtung. Bei zwei Drittel der Linie Spina Ilica Anterior Superior zur äußeren Seite der Kniescheibe wurden die Elektroden am Vastus Lateralis angebracht (Seniam, 2016). Die Anbringung muss zentral erfolgen, um ein Verrutschen und daher etwaige Fehlmessungen zu verhindern. Es muss immer mindestens eine Referenzelektrode mitappliziert werden. In der Regel werden hierfür elektrisch unbeteiligte

Areale ausgesucht, zum Beispiel knöcherne Bereiche wie Gelenke, Stirn oder der Beckenkamm. Auch diese Applikationsstelle sollte im Vorhinein gereinigt und desinfiziert werden (Konrad, 2011, S. 20). Die Referenzelektrode wurde in diesem Fall am Fibulaköpfchen desselben Beines angebracht. Um Störartefakte zu vermeiden, muss auf die korrekte Hautvorbereitung sowie eine angemessene Kabelfixation geachtet werden (Konrad, 2011, S. 18).

## **2.5 Evaluierungsparameter**

Fragebögen und Skalen werden oft als Evaluierungsparameter für das individuelle subjektive Empfinden herangezogen. In dieser Studie wurde folgender Fragebogen und eine visuelle Analogskala zur Bewertung des Schmerzverhaltens und der Alltagsaktivitäten ausgewählt.

### **2.5.1 Kujala Anterior Knee Pain Scale**

Die Kujala Anterior Knee Pain Scale ist ein Fragebogen, der bei Patienten/innen mit Kniebeschwerden zum Einsatz kommt. Da es sich bei Knieschmerzen oft um eine subjektive Sichtweise des/der Patienten/in handelt, ist neben einer objektiven Testung auch ein patientenspezifischer Parameter miteinzubeziehen. Kujala u. a. (1993) waren diejenigen, die den Fragebogen entwickelten und verschiedene Aspekte des alltäglichen Lebens miteinbezogen, zum Beispiel gehen, Stiegensteigen oder laufen. Das Original wurde damals auf Englisch verfasst, mittlerweile gibt es Übersetzungen in mehrere Sprachen. Die Autoren der Website „Fortbildungen für orthopädische Medizin und manuelle Therapie“ verfassten eine nicht validierte deutsche Version, die für diese Studie verwendet wurde (Diemer, Sutor & Goreta, 2016).

Der Fragebogen erfasst Beschwerden und Probleme, die durch das Kniegelenk verursacht werden. Besonders gut geeignet ist dieser Fragebogen für Patienten/innen mit dem patellofemoralem Schmerzsyndrom beziehungsweise vorderem Knieschmerz (Crossley, Bennell, Cowan & Green, 2004; Da Cunha u. a., 2013). Die gewonnenen Informationen können helfen, den/die Patienten/in einzuschätzen, wie viel Aufmerksamkeit der Knieproblematik geschenkt wird und wie der/die Patient/in in der Lage ist, Aktivitäten des Alltags zu bewältigen. Die Skala besteht aus 13 Fragen, bei der nach Aktivitäten oder Symptomen bewertet wird. Die Auswertung ist sehr einfach gehalten und nimmt daher wenig Zeit in Anspruch. Für jede Antwort werden Punkte vergeben, die summiert werden und somit das Ergebnis ausmachen. Die Höchstpunktzahl beträgt 100 Punkte, je mehr Punkte erreicht werden, desto besser ist das Ergebnis und somit der aktuelle Zustand des/r Patienten/in (Kujala u. a., 1993). Nach Crossley u. a. (2004) gilt die Kujala Anterior Knee Pain Scale (Original Version)

als reliables und valides Messinstrument für Patienten/innen mit Kniebeschwerden und vor allem mit patellofemoralem Schmerzsyndrom. Weiters wurde von den Autoren festgestellt, dass in der Auswertung des Ergebnisses ein Unterschied von zehn Punkten reale Veränderungen der Symptome reflektiert. Kievit u. a. (2013) fügt hinzu, dass bei Patienten/innen mit einer Knieendoprothetik dieses Messinstrument ebenfalls eine hohe Validität und Reliabilität aufweist. Der Fragebogen liegt im Anhang C bei.

### 2.5.2 Visuelle Analogskala

Laut Schomacher (2008) ist die standardisierte visuelle Analogskala in der Physiotherapie weit verbreitet und wird aus Gründen der einfachen und schnellen Handhabung sehr häufig benutzt. Sie dient zur Messung subjektiver Empfindungen wie der Schmerzintensität. Diese Skala wird in einer geraden Linie dargestellt, an deren Enden sich die Extrempunkte befinden. Zu Beginn der Linie (links) wird kein Schmerz verspürt und am rechten Ende ist der schlimmste vorstellbare Schmerz. Der/Die Betroffene wird aufgefordert, mit einem Stift auf der Skala den aktuellen Schmerz je nach Intensität zu notieren. Weitere Skalen, die nach demselben Prinzip angewandt werden, sind die numerische, die grafische und die verbale Ratingskala. Die Auswertung erfolgt durch den Vergleich der Linien, worauf der/die Patient/in seine/ihre Empfindung angibt. Die Aufgabe der untersuchenden Person im Anschluss ist, die Skala auszumessen und in Zahlen umzuwandeln, wobei hier besonders auf etwaige Fehler zu achten ist. Die Gütekriterien Reliabilität, Validität und Empfindlichkeit müssen wie bei jedem Messwerkzeug beachtet werden. Der Autor bestätigt, dass die visuelle Analogskala die wissenschaftlichen Gütekriterien erfüllt. Des Weiteren weist sie eine hohe Sensitivität für Veränderungen auf und somit eignet sich die Skala sehr gut für Messungen wie der Schmerzempfindung in der Physiotherapie.



Abbildung 2: Schmerzbezogene visuelle Analogskala (Schomacher, 2008)

## 2.6 Intervention

Wie bereits erwähnt, wurden zur Ermittlung der Ergebnisse zwei weibliche Personen mit jeweils einer Intervention herangezogen. Mit Person A wird ein Therapieprogramm bestehend aus vier Übungen durchgeführt. Person B erhielt dasselbe Therapieprogramm, jedoch mit zusätzlichem Einsatz des Echtzeitultraschalls. Die Teilnehmerinnen wurden ersucht, zu jeder Einheit mit sportlicher, nicht zu enger Kleidung zu erscheinen. Bei beiden Personen

wurde einzeln eine Erstmessung durchgeführt, bevor die Interventionen starteten. Wie bereits erwähnt, wurde ein Referenzwert zur Standardisierung vor den Erstmessungen mittels MVC-Normalisierung erhoben. Die Interventionen wurden in einem Zeitraum von sechs Wochen immer im selben Zeitabstand zweimal pro Woche durchgeführt. Dieser Zeitraum wurde ausgewählt, um sicher zu gehen, dass eine neuromuskuläre Adaption stattgefunden hat. Am Ende des Zeitraums wurden die Messungen wiederholt und beurteilt, ob Veränderungen zu sehen sind.

Die Teilnehmerinnen wurden gebeten, jegliche Sportausübungen, auch die Übungen aus dem Therapieprogramm für diesen Zeitraum zu unterlassen, um ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erzielen.

### **2.6.1 Therapieprogramm**

Das Therapieprogramm startete für jede Teilnehmerin einzeln nach den Erstmessungen. Anschließend wurden die Probandinnen in regelmäßigen Abständen zur Therapie bestellt. Zu Beginn jeder Therapieeinheit wurden fünf Minuten am Fahrradergometer aufgewärmt, um die Muskeln zu aktivieren. Danach wurde eine Übung zur Voraktivierung des Vastus Medialis durchgeführt. Diese wurde in drei strecknahen Ausgangsstellungen durchgeführt, da in diesen Positionen der Vastus Medialis am besten aktiviert werden kann. Im Anschluss waren drei Übungen vorgesehen, die den Quadrizeps beanspruchten, vor allem den Vastus Medialis. Die Übungsauswahl fiel auf Wall squats, Lunges und Step ups. In diesem Therapieprogramm wurde das Augenmerk auf die Muskelkräftigung, die neuromuskuläre Ansteuerung und Stabilisierung der Position bei gewichttragenden Aktivitäten gelegt, da der Vastus Medialis in den letzten Graden der Kniestreckung am besten aktiviert werden kann und so zur vollständigen Kraftentfaltung kommt (Baldon, Serrão, Scattone Silva, & Piva, 2014; Rabelo u. a., 2014). Zusätzlich soll dadurch eine Schmerzreduktion erzielt werden. Den Patientinnen wurde erklärt, welche Bewegungen zu einem vermehrten Stress im Kniegelenk beziehungsweise im Patellofemoralgelenk führen (Baldon u. a., 2014). Bei auftretenden Ausweichbewegungen in der Übungsdurchführung wurden die Patientinnen verbal beziehungsweise wenn nötig taktil angeleitet, diese zu korrigieren (Rabelo u. a., 2014).

Probandin A, bei der nur das Therapieprogramm zur Anwendung kam, erhielt bei der Voraktivierung des Vastus Medialis ein mündliches Feedback der Therapeutin zur Anspannung und Aktivierung des Muskels. Anschließend wurden die weiteren vorgegebenen Übungen durchgeführt. Eine genaue Auflistung und Durchführung des Therapieprogrammes wird im Anhang A dokumentiert.

## **2.7 Echtzeitultraschall**

Der Echtzeitultraschall wurde bei Probandin B zusätzlich zum Therapieprogramm angewendet. Da es oft schwierig ist, sich vorzustellen, wo und welche Muskulatur angespannt werden soll, kann die visuelle Darstellung der Muskulatur in Echtzeit eine innovative Ergänzung sein. Der Echtzeitultraschall wurde bei der Voraktivierung des Vastus Medialis eingesetzt. Bei dieser Übung erhielt die Probandin über den Monitor des Echtzeitultraschalls eine visuelle Hilfestellung. Dabei wurde der Teilnehmerin angezeigt, wann und wie stark der Muskel angespannt wird. Durch die visuelle Kontrolle konnte die Probandin verschiedene Strategien für die An- und Entspannung des Muskels erlernen beziehungsweise fördern und so die gezielte Muskelaktivierung steuern.

Bevor gestartet wurde, erhielt die Probandin eine kurze Einführung, damit auf dem Echtzeitultraschallbild klar erkennbar war, welche Strukturen dargestellt wurden. Die Therapeutin legte bei der Teilnehmerin den Linearschallkopf vertikal, eine Fingerbreite oberhalb der medialen Patellakante am Vastus Medialis, an. Zwischen Schallkopf und Haut wurde Ultraschallgel aufgebracht. Nun wurde der Fokus auf die Aktivierung des Muskels und auf den Monitor gelegt, wo der Vastus Medialis bildlich gezeigt wurde. Im Anschluss der Voraktivierung wurde dasselbe Therapieprogramm wie bei Probandin A durchgeführt. Der Teilnehmerin sollte nun die Ansteuerung des Vastus Medialis während der Übungen erleichtert werden und eine erhöhte Kraftentfaltung gegeben sein.

## **2.8 Ablauf der Datenerhebung und Setting**

Bevor die Datenerhebung erfolgte, war einiges an Vorbereitung für die Durchführung und Koordination der Probandinnen notwendig, um den Zeitaufwand möglichst gering zu halten. Zu Beginn bekamen die freiwilligen Probandinnen per E-Mail einen schriftlichen Anamnesebogen, den sie ausfüllen und wieder zurücksenden mussten, um einerseits einige Daten über die jeweilige Probandin zu erfahren, andererseits wurden damit die Ein- und Ausschlusskriterien überprüft. Nachdem die Teilnahme bestätigt wurde, erfolgte eine separate Terminvereinbarung mit jeder Probandin für das erste Treffen und gleichzeitig erhielten sie ein ausführliches Informationsblatt. Das Informationsblatt beinhaltete den Titel und einen kurzen Überblick der Arbeit sowie Informationen über den Ablauf der Untersuchung. Zusätzlich wurden sie angewiesen, einen Tag vor und am Messtag selbst keinen Alkohol oder Medikamente zu sich zu nehmen, auf Sportausübung zu verzichten und die Anwendung einer Feuchtigkeitscreme an der betroffenen unteren Extremität zu unterlassen, um einen Einfluss dieser Faktoren auf die Messergebnisse auszuschließen. Den Probandinnen wurde angeordnet, Sportbekleidung und Sportschuhe zu den abgesprochenen Terminen

mitzubringen. Jede Probandin wurde an ihrem vereinbarten Termin begrüßt und darauf hingewiesen, wo der Kleidungswechsel vorgenommen werden kann. Gemeinsam wurde nochmals der Anamnesebogen sowie die weitere Vorgehensweise besprochen und etwaige Fragen beantwortet. Weiters wurde jede Probandin angehalten, die Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie zu unterzeichnen, um somit die erforderlichen Bedingungen zu erfüllen. Bevor die Messung erfolgen konnte, wurden die Probandinnen aufgefordert fünf Minuten am Fahrradergometer Platz zu nehmen und aufzuwärmen. Dabei soll jener Widerstand gewählt werden, der dem Leistungsniveau der Probandin entspricht. Zu Beginn wurde der Fragebogen – Anterior Knee Pain Scale – ausgefüllt und das Schmerzverhalten an der visuellen Analogskala dokumentiert. Anschließend wurde die Erstmessung mittels Elektromyographie durchgeführt. Dazu wurde wie im Kapitel 2.4.2 beschrieben, die Haut der Probandin vorbereitet. Um die Werte aufzuzeichnen zu können, wurde die Probandin verkabelt. Um Störartefakte zu vermeiden, wurden die Elektrodenkabel am Körper mit Leukotape fixiert. Gestartet wurde mit der Erhebung des MVC-Referenzwertes (siehe Anhang B). Die eigentlichen Messungen waren in der Ausgangsposition dieselben wie die der MVC-Normalisierung, lediglich die Durchführungsart und -dauer waren unterschiedlich. Jede Probandin saß aufrecht auf einem Sessel und die Füße hatten keinen Bodenkontakt. Die Aufgabe war, eine vollständige isolierte Kniestreckung durchzuführen und innerhalb von drei Sekunden Kraft aufzubauen, zu halten und wieder abzusenken. In einem Bewegungsintervall wurde die Kniestreckung fünfmal mit einer Pause von fünf Sekunden durchgeführt. Eine Rückkehr in die ursprüngliche Ausgangsposition gewährleistet dabei eine Maximalinnervation. Im Anschluss wurden die Elektromyographie-Daten anonym gespeichert. Abschließend wurden die Kabelfixierung und die Oberflächenelektroden wieder entfernt. Ab diesem Zeitpunkt wurden regelmäßig zwei Termine pro Woche vereinbart, wo das Therapieprogramm sechs Wochen lang unter Aufsicht ausgeführt wurde. Falls ein Termin nicht wahrgenommen werden konnte, wurde ein Ersatztermin vereinbart. Nach sechs Wochen Intervention wurde nochmals der Fragebogen ausgefüllt sowie das Schmerzverhalten an der visuellen Analogskala dokumentiert und eine Zweitmessung mittels Elektromyographie durchgeführt. Danach wurden die Teilnehmerinnen dankend entlassen und die Datenerhebung war somit abgeschlossen. Im Anschluss wurden die erhobenen Daten bearbeitet und ausgewertet.

## 2.9 Analyse der Daten und statistische Auswertung

Um die Daten auszuwerten, wurden unterschiedliche Evaluierungsparameter herangezogen. Die Kujala Anterior Knee Pain Scale und die visuelle Analogskala wurden zur Bewertung des Schmerzverhaltens und der Alltagsaktivitäten ausgewählt. Die 100 Millimeter visuelle Analogskala wurde ohne Zahlenbeschriftung (siehe Abbildung 2) zur Dokumentation ausgegeben. Aufgrund der Länge von 100 Millimetern gibt die Skala anschauliche und genaue Auskunft über Veränderungen des subjektiven Empfindens. Da jeder Millimeter 0,1 Punkten entspricht, ist eine einfache Auswertung der Skala möglich. Je weniger Punkte, desto weniger Schmerzen werden erfasst. Schomacher (2008) fand heraus, dass bei Ausgangswerten über vier Punkten ein Unterschied von mehr als zwei Punkten notwendig sei, um als klinisch relevant angesehen zu werden. Bei kleineren Ausgangswerten reicht bereits eine geringe Veränderung unter 0,5 Punkten aus. Um die neuromuskuläre Ansteuerung des Quadrizeps zu analysieren, wurde die Elektromyographie eingesetzt. Die erhobenen Elektromyographie-Signale wurden mit der dazugehörigen Software gleichgerichtet, geglättet und zu den MVC-Werten normalisiert. Der MVC-Wert stellt 100 Prozent der Muskelkontraktion dar und jede Bewegung, in diesem Fall die Knieextension, wird an 100 Prozent angepasst. Die Dauer des Übungsintervalls wird ebenfalls in 100 Prozent angegeben, da die Software zur Standardisierung der Zeit keine Sekunden, sondern Prozent verwendet. Da es sich in dieser Arbeit um eine Studie mit einem beschreibenden Charakter handelt, wurden die bearbeiteten Elektromyographie-Daten mittels Microsoft Excel 2016 aus dem Microsoft Office Paket 365 ausgewertet. Um zusätzlich die Ergebnisse transparenter zu gestalten, wurden Diagramme von Microsoft Excel eingesetzt. Aufgrund der geringen Personenanzahl können die gewonnenen Daten auf diese Weise ausreichend für eine Interpretation der Ergebnisse dargestellt werden, sodass auf die Verwendung des Statistikprogramms IBM SPSS Statistics verzichtet werden konnte.

### 3 Ergebnisse

Die Resultate der drei Evaluierungsparameter, der Kujala – Anterior Knee Pain Scale, der visuellen Analogskala und der elektromyographischen Messungen, werden für jede Probandin getrennt ausgewertet und im Einzelfall detailliert dargestellt.

#### 3.1 Probandin A

Probandin A ist eine weibliche Person im Alter von 35 Jahren, mit Knieschmerzen am linken Bein. Sie erhielt ausschließlich das Therapieprogramm als Intervention, wobei immer davor und danach anhand der Evaluierungsparameter aufgezeigt wurde, wie sich die Knieschmerzen der Probandin äußern. An der visuellen Analogskala, welche die Schmerzintensität angibt, wurde vor der Intervention ein Wert von 5,3 Punkten evaluiert. Nach der sechswöchigen Teilnahme am Therapieprogramm konnte der Wert auf 2,6 Punkte gesenkt werden. Das bedeutet, dass die Schmerzen um 2,7 Punkte reduziert werden konnten. Weiters wurde mittels Fragebogen, der Kujala Anterior Knee Pain Scale, das subjektive Schmerzempfinden und die Bewertung von Alltagsaktivitäten dokumentiert. Bei der Erstevaluierung zeigte der Fragebogen bei Probandin A ein Ergebnis von 79 Punkten, die Auswertung der Zweitevaluierung fiel mit 94 Punkten aus. Daraus lässt sich eine Differenz von 15 Punkten zwischen den Messzeitpunkten errechnen.

Die neuromuskuläre Ansteuerung im Prä-Post Vergleich ist in Abbildung 3 ersichtlich. Bei der Prä-Messung ist die Kurve eher hügelartig und flacht schnell ab, bei der Post-Messung erscheint sie gipfelförmig mit einer längeren Anspannungsphase in der Abstiegsphase. In der Prä-Messung wird nach 14 Prozent der Zeit erstmals über 10 Prozent der Muskelaktivierung erreicht, der Spitzenwert liegt bei 86,71 Prozent. Ab der Hälfte bis Dreiviertel der Zeit weist das Diagramm einen gleichmäßig langsamen Abfall der Muskelanspannung auf, im letzten Viertel der Zeit fällt die Muskelkontraktion langsam ab und ist bereits wieder unter 10 Prozent. Die Kurve der Post-Messung deutet, dass schon nach einem Zehntel der Zeit die Anspannung über 10 Prozent liegt und steil nach oben ansteigt. Bereits nach einem Viertel der Zeit ist der Spitzenwert der Muskelkontraktion, der bei 105,08 Prozent ist, erreicht.

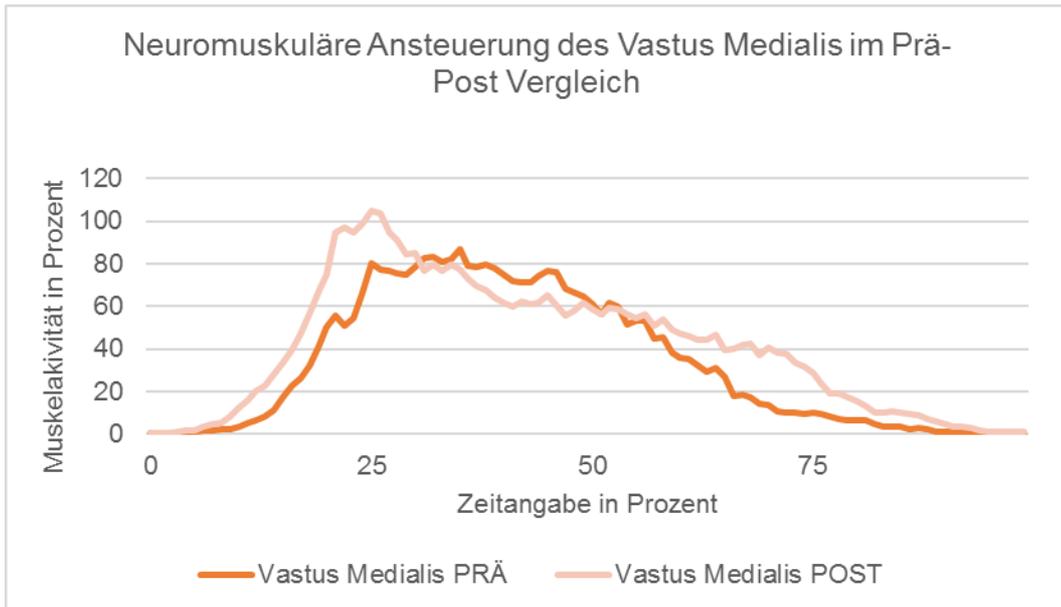


Abbildung 3: Probandin A: Prä-Post Vergleich der Aktivität des Vastus Medialis

In Abbildung 4 wird das Verhältnis der Muskelaktivierung zwischen Vastus Medialis und Vastus Lateralis zum ersten Messzeitpunkt präsentiert. Die beiden Kurven verlaufen hügel-förmig, relativ gleich über das vollständige Bewegungsintervall. In der ersten Hälfte des Messzeitraums variieren die Kurven, wobei gleich zu Beginn der Vastus Lateralis und gegen Mitte der Zeit der Vastus Medialis stärker aktiviert wird. Beide Kurven weisen allerdings einen eher steilen Anstieg auf, ungefähr ab der zweiten Hälfte des Messintervalls ist ein langsam absinkender Abfall beider Muskeln erkennbar, jedoch ist der Vastus Lateralis über den gesamten Abfall stärker angespannt. Die Markierung des Höchstwerts des Vastus Medialis liegt bei 86,71 Prozent, die des Vastus Lateralis befindet sich bei 77,41 Prozent.

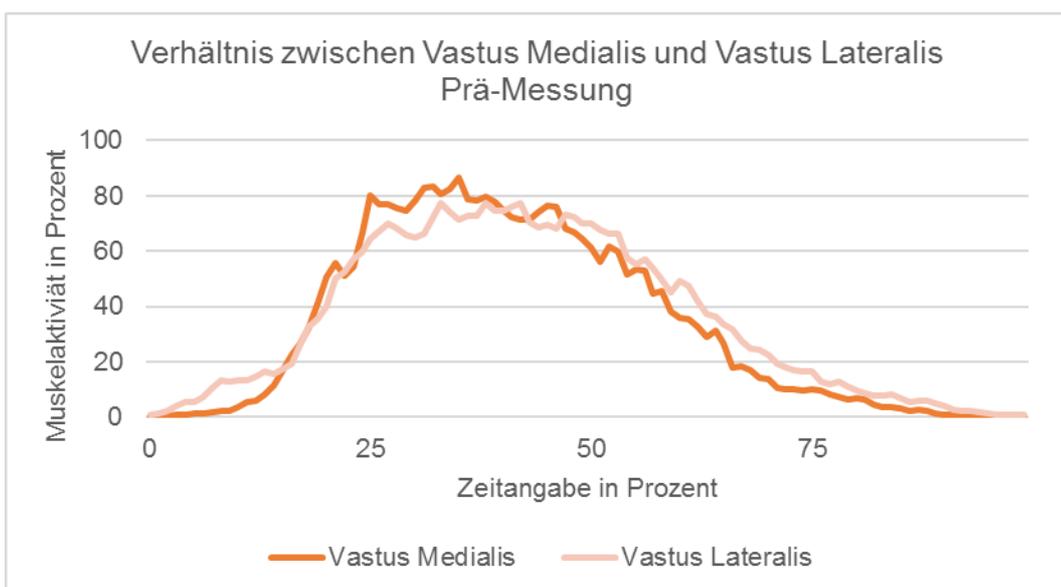


Abbildung 4: Probandin A: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Prä-Messung

Das Verhältnis zwischen dem Vastus Medialis und dem Vastus Lateralis zum zweiten Messzeitpunkt ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Kurven der beiden Muskeln verlaufen nahezu ident, zuerst gipfförmig nach oben und anschließend langsam abklingend Richtung Tal. Der drastische Anstieg bis zu den Spitzenwerten ist bis auf wenige Schwankungen relativ gleich. Bei 105,08 Prozent pendelt sich Aktivitätsmaximum des Vastus Medialis ein, der Vastus Lateralis wendet sich bei 107,38 Prozent der Muskelaktivierung wieder dem Tal zu. Die Spitzenwerte wurden nach ungefähr einem Viertel des Messzeitraums erreicht, anschließend laufen die beiden Muskelaktivierungskurven langsam, flach und annähernd parallel aus.

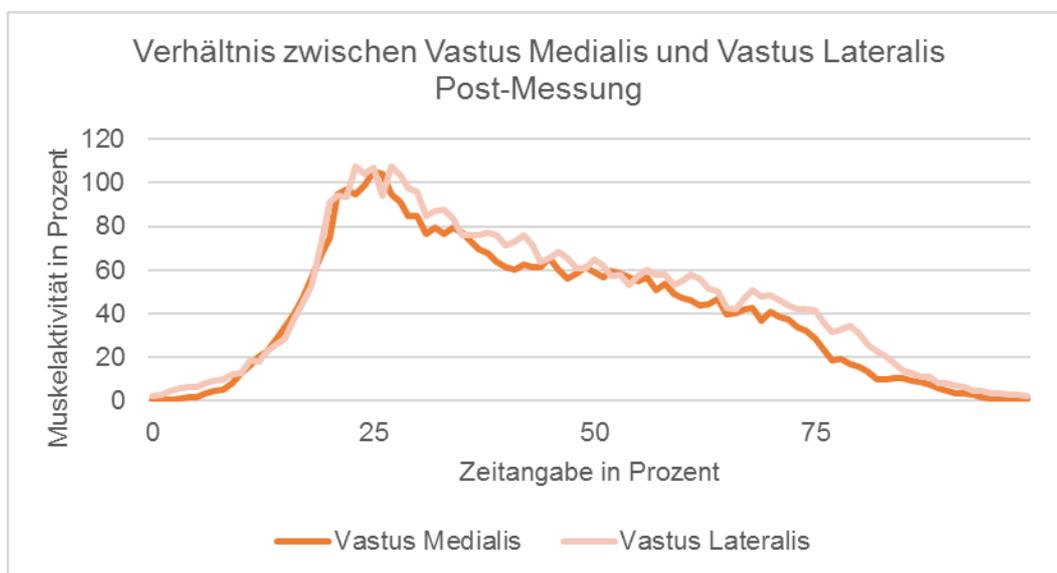


Abbildung 5: Probandin A: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Post-Messung

### 3.2 Probandin B

Eine 28-jährige Frau mit Beschwerden am rechten Knie ist Probandin B. Die Intervention war das Therapieprogramm mit dem zusätzlichen Einsatz von Echtzeitultraschall, der über den Monitor als visuelle Hilfestellung bei Muskelkontraktionen diente. Der erste ausgewertete Evaluierungsparameter ist die visuelle Analogskala, welche das subjektive Empfinden des Schmerzes beziehungsweise das Schmerzverhalten angibt. Die Probandin erfasste vor der Intervention einen Wert von 1 Punkt. Nach Abschluss der Intervention wurde ein Wert von 0,7 Punkten dokumentiert. Das bedeutet, dass eine Schmerzsenkung von 0,3 Punkten erzielt werden konnte. Die Kujala Anterior Knee Pain Scale, die patientenspezifisch die Alltagsaktivitäten bewertet, ergab vor der Durchführung der Intervention einen Wert 78 Punkten, nach den sechs Wochen weist die Auswertung einen Wert von 83 Punkten auf, somit ergibt sich eine Differenz von 5 Punkten.

In Abbildung 6 wird die neuromuskuläre Ansteuerung des Vastus Medialis im Prä-Post Vergleich veranschaulicht. Die Kurve der Erstmessung ist hügelartig mit einem regelmäßigen Verlauf, sie zeigt einen gleichmäßig verlaufenden An- und Abstieg und erreicht ungefähr bei der Hälfte der Zeit den Höhepunkt der Muskelanspannung mit 30,59 Prozent. Die Kurve der zweiten Messung stellt ab 15 Prozent der Zeit eine starke Steigung dar und ist bei einem Drittel der Zeit bereits am Aktivitätsmaximum angelangt. Der Höhepunkt der Muskelaktivierung in Prozent ausgedrückt liegt bei 39,78. Anschließend zeigt die weitere Verlaufskurve eine Abflachung, die jedoch bis zu zwei Drittel des Messintervalls Muskelspannungswerte über 28,46 Prozent aufweisen. Danach fällt die Kurve rasant ab.

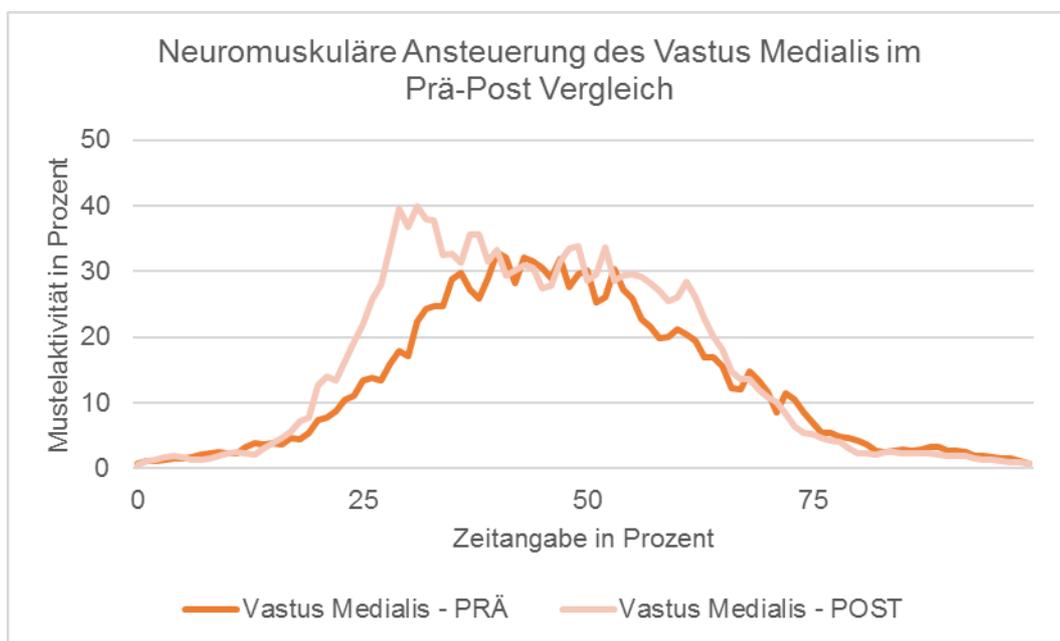


Abbildung 6: Probandin B: Prä-Post Vergleich der Aktivität des Vastus Medialis

Das Verhältnis zwischen Vastus Medialis und Vastus Lateralis wird in Abbildung 7 dargestellt. Die Messung wurde vor Beginn der Intervention durchgeführt. Über das vollständige Bewegungsintervall ist bei beiden Muskelanteilen eine regelmäßige, ähnlich verlaufende Kurve erkennbar. Der Vastus Medialis wird mit 1,02 Prozent im ersten Prozent des Messzeitraums aktiviert, weiters weist dieser knapp vor der Hälfte der Zeit seinen Höchstwert mit 32,81 Prozent auf. Der Vastus Lateralis zeigt schon im ersten Prozent der Zeit eine Muskelanspannung von 1,10 Prozent. Bei der Hälfte der Zeit ist der Höchstwert mit 48,04 erreicht.

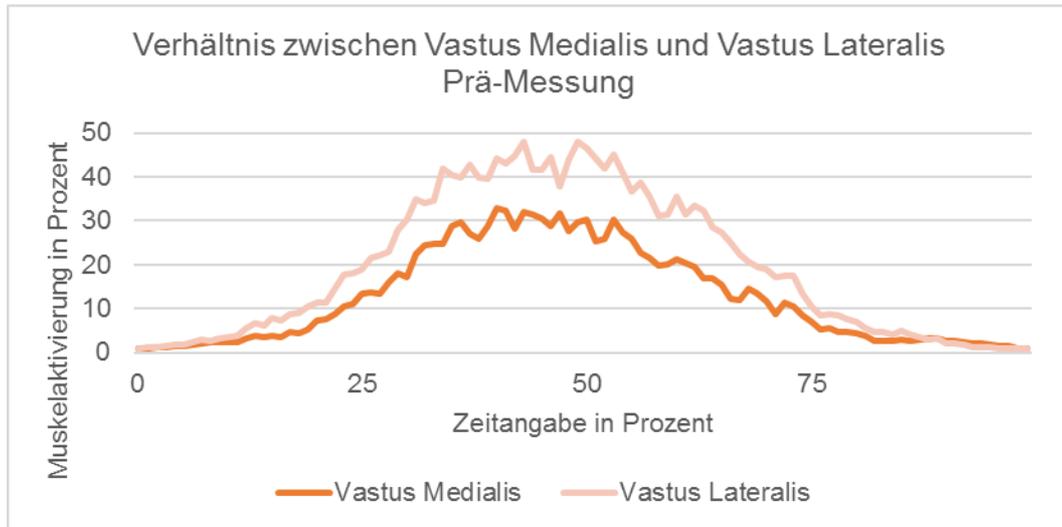


Abbildung 7: Probandin B: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Prä-Messung

Das Verhältnis der Zweitmessung wird grafisch in Abbildung 8 präsentiert. Bei beiden Kurven ist ein steiler An- und Abstieg erkennbar. Der Anstieg verläuft relativ parallel, nach einem Viertel der Zeit ist nur wenig Unterschied zwischen beiden Muskelanteilen nachweisbar. Der Vastus Medialis liegt bei 25,56 und der Vastus Lateralis bei 28,69 Prozent der Muskelanspannung. Das ergibt eine Differenz von 3,13. Bei ungefähr einem Drittel der Zeit sind von beiden Muskelanteilen die Spitzenwerte erreicht, 39,78 Prozent Muskelanspannung weist der Vastus Medialis auf, 45,41 Prozent der Vastus Lateralis. Da die Kurve des Vastus Lateralis einem Trapez ähnelt, verläuft er bis zu circa zwei Drittel der Zeit auf annähernd demselben Niveau. Die Kurve des Vastus Medialis fällt nach dem Höchstwert leicht ab und liegt daher bei zwei Drittel der Zeit rund 10 Prozent unter der Aktivität des Vastus Lateralis. Der Abstieg ist bei beiden rasant, jedoch ist der Unterschied zwischen Vastus Medialis und Vastus Lateralis geringer als beim Höhepunkt beziehungsweise beim mittleren Drittel der Zeit. Bei 70 Prozent der Zeit ist die Kurve des Vastus Medialis bei 10,16 und der Vastus Lateralis bei 13,79 Prozent.

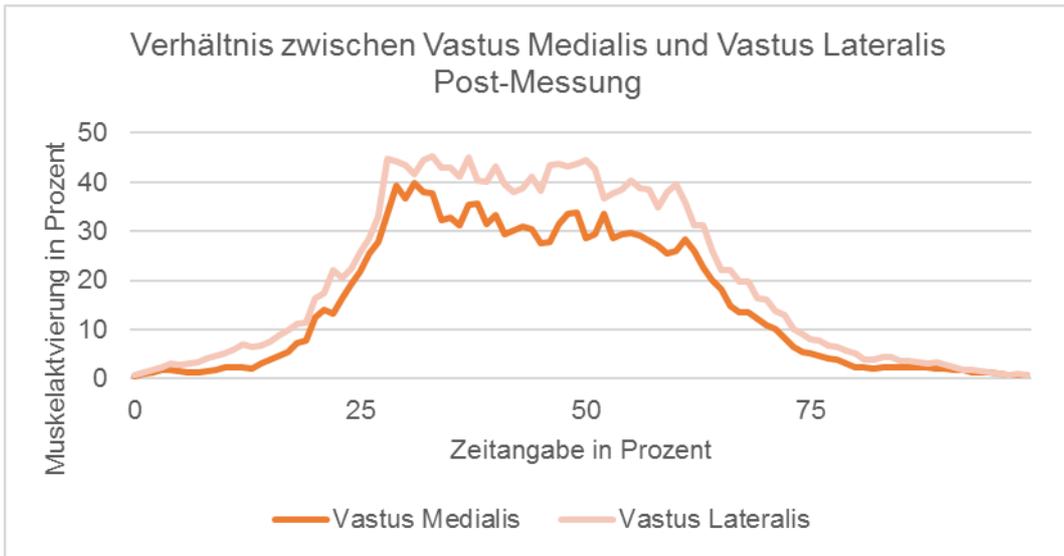


Abbildung 8: Probandin B: Verhältnis der Quadrizepsanteile - Post-Messung

## 4 Diskussion

Nach der Beschreibung der Ergebnisse folgt nun die Interpretation dieser. Außerdem werden generelle Limitationen und Einflussfaktoren, die sich während des Ablaufes gezeigt haben, besprochen. Dies soll ein Anstoß für nachkommende Studien auf diesem Gebiet sein, um genau diese Fehlerquellen zu vermeiden und den Versuchsaufbau für folgende Arbeiten zu verbessern. Vorerst wird nochmals mit einem kurzen Überblick die Forschungsfrage in Erinnerung geholt.

In den vorangegangenen Kapiteln wurden der Echtzeitultraschall, Knieschmerzen und daraus folgenden Pathologien sowie Behandlungsmethoden und Trainingsprinzipien bezogen auf die Übungsauswahl beschrieben. Dies führte zu folgenden zwei Forschungsfragen beziehungsweise Zielsetzungen, die nochmals dargestellt werden. Diese Arbeit soll klären, ob ein positiver Einfluss im Hinblick auf das Schmerzverhalten und die neuromuskuläre Ansteuerung des Vastus Medialis durch den zusätzlichen Einsatz von Echtzeitultraschall zur Therapie bei Probanden/innen mit Knieschmerzen gegeben ist. Als Nebenziel galt es herauszufinden, ob die Kraftentfaltung der beiden Muskelanteile des Quadrizeps, Vastus Medialis und Vastus Lateralis im Verhältnis, annähernd dasselbe Aktivitätsmuster aufweisen. Die Messungen der beiden Probandinnen ergaben ein ähnliches Bild. Die Messwerte zeigten in beiden Fällen eine Verbesserung der Muskelaktivierung, der Kraftentfaltung des Vastus Medialis und Vastus Lateralis im Verhältnis zueinander sowie eine Schmerzreduktion. Diese Ergebnisse sollen jedoch noch in Bezug zu den in diesem Kapitel beschriebenen Faktoren gesehen werden, um die Forschungsfrage zu beantworten.

Nun folgt die Interpretation der einzelnen Fallbeispiele sowie im Anschluss ein allgemeiner Teil, der sich eher auf die Durchführung, die Messung beziehungsweise auf persönliche Faktoren konzentriert. Diese Studie wurde als Fallstudie geführt, daher ist im Rahmen der Arbeit kein Vergleich der beiden Testpersonen, sondern eine Erhebung der Wirkung des Echtzeitultraschalls vorgesehen. Außerdem ist noch zu erwähnen, dass diese Arbeit als Aufklärungsarbeit angesehen werden sollte und als Basis für Folgestudien dient. Aus diesem Grund sind nur zwei Probandinnen herangezogen worden, da kein Anspruch besteht, die Ergebnisse auf die Population umzulegen. Um die Aussagekraft in weiterführenden Arbeiten zu verstärken, sollte dieser Aspekt jedoch bedacht werden.

Probandin A wurde ausschließlich mit dem Therapieprogramm behandelt, wobei die Hypothese durch die Ergebnisse belegt werden konnte. Die subjektiven Evaluierungsparameter zeigten vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt große Unterschiede. Die Schmerzintensität

wurde anhand der visuellen Analogskala evaluiert und konnte von 5,3 Punkten auf 2,6 gesenkt werden. Das ergibt eine Differenz von 2,7 Punkten, welche laut Studien (Crossley u. a., 2004; Schomacher, 2008) bereits als klinisch relevant interpretiert werden kann und somit die These bestätigt wird. Basierend auf der Studie von Crossley u. a. (2004) haben die ausgewerteten Daten des Fragebogens ebenfalls eine klinisch relevante Bedeutung, da sich der Wert um 15 Punkte verbessert hat. Der Ausgangswert war mit 79 Punkten dokumentiert, der Endwert wurde von der Teilnehmerin mit 94 Punkten erfasst. Aus den Ergebnissen des objektiven Evaluierungsparameters, der Elektromyographie, können ebenfalls positive Veränderungen abgeleitet werden. Bei der neuromuskulären Ansteuerung des Vastus Medialis im Prä-Post Vergleich ist eine schnellere und stärkere Aktivierung des Vastus Medialis nach dem Therapieprogramm zu sehen. Im Abstieg ist eine längere Anspannungsphase ersichtlich. Die Aktivierung des Vastus Medialis und Vastus Lateralis sollte im Verhältnis annähernd gleichmäßig sein, das spiegelte sich zu den beiden Messzeitpunkten wider. Trotzdem lassen sich positive Veränderungen im Aktivierungsverhalten von Vastus Medialis und Vastus Lateralis zwischen Erst- und Zweitmessung erkennen. Die Veränderung zeigt sich in einer vermehrten und früheren Kraftentfaltung und in einer längeren Anspannungsphase der beiden Muskeln im Vergleich zur Erstmessung. Somit weisen diese Ergebnisse von Probandin A darauf hin, dass ein Krafttraining der Quadrizepsmuskulatur ausreichend ist, um das Schmerzverhalten zu reduzieren sowie die neuromuskuläre Ansteuerung zu verbessern.

Probandin B erhielt als Intervention das Therapieprogramm mit zusätzlichem Einsatz von Echtzeitultraschall. Zusammenfassend ist zu sagen, dass das Ziel mit der Durchführung der Intervention bestätigt wurde, da die Evaluierungsparameter zum zweiten Messzeitpunkt nach der Intervention bessere Ergebnisse aufzeigten. Wie bereits im Kapitel 2.5.1 erwähnt, zählen zehn Punkte Unterschied auf der Kujala Anterior Knee Pain Scale als klinisch relevante Ergebnisse (Crossley u. a., 2004). Der Fragebogen erfasst zwar eine Verbesserung, jedoch nur eine Differenz von fünf Punkten. Schomacher (2008) sagt, dass bei niedrigen Eingangswerten kleine Veränderungen auf der visuellen Analogskala für eine klinische Bedeutung ausreichen. Die Auswertung der visuellen Analogskala präsentiert eine Besserung der Schmerzintensität um 0,3 Punkte. Daraus lässt bei der visuellen Analogskala eine klinische Relevanz schließen, bei der Anterior Knee Pain Scale aufgrund der zu geringen Steigerung jedoch nicht. Die Elektromyographie weist ebenso positive Veränderungen auf, die eine Steigung der Muskelaktivierung und der Muskelaktivität des Vastus Medialis deutlich erkennbar macht. Hier ist bei der Zweitmessung eine frühere und längere Muskelkontraktion sichtbar. In der Regel ist die Aktivierung und Aktivität der beiden Quadrizepsanteile

annähernd ident, in diesem Fall zeigte der Vastus Medialis im Verhältnis zum Vastus Lateralis eine verminderte Aktivierung und Aktivität auf. Nach der Intervention konnten die Muskelanteile annähernd auf demselben Niveau aktiviert werden. Das Aktivitätslevel des Vastus Medialis konnte in der Zweitmessung ebenso durch die Intervention ein wenig erhöht werden, jedoch ist es noch geringer als die des Vastus Lateralis. Van, Hides & Richardson (2006) bewiesen in der Studie „The Use of Real-Time Ultrasound Imaging for Biofeedback of Lumbar Multifidus Muscle Contraction in Healthy Subjects“, dass mithilfe des Echtzeitultraschalls eine Leistungsverbesserung der Multifidi möglich ist. Aufgrund der erfolgreichen Anwendung des Echtzeitultraschalls bei der Core-Muskulatur lag der Fokus dieser Arbeit auf einem weiteren Muskel beziehungsweise einer weiteren Muskelgruppe, die schwer gezielt ansteuerbar ist. Weiters beobachtete die Untersucherin bei Korrekturen der Übungen, dass die Muskulatur besser beziehungsweise schneller neu angesteuert werden konnte. Das lässt daraus schließen, dass die Probandin aufgrund der visuellen Kontrolle die Muskulatur gezielter anspannen kann. Das deutet darauf hin, dass der Echtzeitultraschall das Training beziehungsweise die Therapie unterstützt. Die Ergebnisse dieser Fallstudie zeigen nun, dass eine Verbesserung erzielt werden konnte und dass der Echtzeitultraschall eine unterstützende Maßnahme in der Therapie ist. Jedoch stellt sich die Frage, mit welchem Wirkungsanteil der Echtzeitultraschall zu diesem Ergebnis beiträgt. Um das herauszufinden, sind noch weitere Studien nötig.

Im weiteren Verlauf werden allgemeine Einflüsse, welche die Durchführung und Messung betreffen, angesprochen, um Anregungen für Folgestudien aufzuzeigen. Aus diesem Grund muss die Anzahl der Probanden/innen kritisch beleuchtet werden. Um in einer Studie aussagekräftige Ergebnisse und wissenschaftlich relevante Aussagen zu erhalten, ist eine große Gruppe an Probanden/innen notwendig. Aufgrund von nur zwei Probandinnen in dieser Untersuchung können diese Ergebnisse nicht auf eine größere Population übertragen werden. Ebenso war das Probandinnenkollektiv geschlechtsspezifisch homogen. Um die Untersuchungsumstände möglichst an das patellofemorale Schmerzsyndrom anzulehnen, wurden nur weibliche Teilnehmerinnen herangezogen, da diese Kniepathologie häufig bei jungen Frauen auftritt. Weniger häufig tritt diese Problematik bei jungen Männern auf, jedoch wäre dies ein sehr interessanter Ansatzpunkt für zukünftige Recherchen beziehungsweise Untersuchungen in diesem Themenbereich. Nach einer Erhebung, wie sich die Muskelanteile des Quadrizeps verhalten beziehungsweise aktivieren, kann zusätzlich der Unterschied des Aktivierungsmusters zwischen Männern und Frauen aufgezeigt werden.

Weiters war der Interventionszeitraum in dieser Studie auf sechs Wochen beschränkt. Für manche Probanden/innen ausreichend Zeit, um sich muskulär umzustellen, andere wiederum benötigen einen längeren Zeitraum, bis sich die Muskulatur optimal adaptiert. Daher ist eine Anpassung des Zeitraums an die Bevölkerung sehr schwierig. LeVeau & Rogers (1980) berichten, dass eine gezielte Änderung, egal ob eine Verbesserung oder Verschlechterung, des Aktivitätslevels der beiden Quadrizepsanteile, Vastus Medialis und Vastus Lateralis, bei einem täglichen Training nach nur drei Wochen nachweisbar ist. Die beschriebene Studie kann mit dieser nicht verglichen werden, da die Dosierung des wöchentlichen Trainings unterschiedlich ist und andere Auswirkungen mit sich bringt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Gestaltung des Therapieprogrammes. In dieser Arbeit wurde ein Therapieprogramm zusammengestellt, das speziell nur die vordere Oberschenkelmuskulatur schult. Die ausgewählten Übungen trainieren hauptsächlich den Vastus Medialis, zusätzlich sind andere Muskelanteile des Quadrizeps, Muskelgruppen und Fähigkeiten wie das Gleichgewicht beteiligt, wobei das Zusammenspiel der benachbarten Strukturen sehr wichtig. Wie eingangs erwähnt, spielt gerade das Gleichgewicht bei Knieschmerzen eine große Rolle, da aufgrund von muskulären Dysbalancen und Stabilisationsdefiziten die Beschwerden ausgelöst werden können. Zusätzlich hängt gezielte Muskelanspannung immer mit Körperwahrnehmung zusammen. Je besser die Körperwahrnehmung, desto einfacher ist es, bestimmte Muskulatur/Muskelgruppen gezielt anzuspannen, daher ist bei diesen Aufgaben eine gute Körperwahrnehmung von Vorteil. K. Crossley, Bennell, Green, Cowan & McConnell (2002) führten eine randomisierte Studie an Patienten/Patientinnen mit einem patellofemorale Schmerzsyndrom durch, bei der die Wirkung eines sechswöchigen Therapieprogrammes im Vergleich zu einer Kontrollgruppe untersucht wurde. Die Studie bestätigte den Kurzzeiteffekt des Therapieprogrammes, jedoch konnte der Langzeiteffekt nicht belegt werden. Die Intervention bestand aus einem Tape, einer Kräftigung des Vastus Medialis, der Glutealmuskulatur, Dehnungsübungen sowie einem täglichen Hausübungsprogramm. Aufgrund der vielen Interventionsmaßnahmen kann nicht genau definiert werden, welche die beste Wirkung hat. Jedoch würden Follow-up Messungen zum Beispiel nach drei und sechs Monaten aufschlussreiche Ergebnisse über den Langzeiteffekt des Therapieprogrammes liefern. In dieser Arbeit wurden ebenfalls positive Ergebnisse ermittelt und hauptsächlich Übungen eingesetzt, die den Vastus Medialis trainieren, um ein möglichst spezifisches Ergebnis zu erhalten. Aus dieser Studie geht hervor, dass nur ein Quadrizepstraining ausreichend ist, um Knieschmerzen zu senken und die Muskelaktivierung des Vastus Medialis zu erhöhen. Kontrovers dazu beschreiben Baldon u. a. (2014), dass zusätzliche Aspekte notwendig sind, um ein besseres Ergebnis zu liefern. Die Autoren kamen

zu dem Schluss, dass bei einem Training der Hüft- und Oberschenkelmuskulatur mit verbalen Instruktionen unter funktionellen Aktivitäten Patienten/innen mit einem patellofemoralem Schmerzsyndrom mehr profitieren, als nur mit einem Quadrizepstraining und Dehnpositionen für die untere Extremität. Daher wäre es sehr interessant, in zukünftige Studien dieser Richtung diesen Aspekt mit einzubeziehen und im Vergleich darzustellen. Wie bereits von Baldon u. a. (2014) angesprochen, empfehlen auch Alba-Martín u. a. (2015) ein komplexes Training, das Kräftigungsübungen für Hüftaußenrotatoren und -abduktoren, Knieextensoren, propriozeptive neuromuskuläre Übungen sowie Dehnen inkludiert und zu einer Schmerzlinderung bei Patienten/innen führt. Miao, Xu, Pan, Liu, & Wang (2015) bewiesen wiederum, dass ausschließlich eine zusätzliche Hüftadduktion bei einer Kniebeuge eine selektivere Ansteuerung des Vastus Medialis ermöglicht, was die Balance zwischen Vastus Medialis und Vastus Lateralis fördern kann. Alles in allem zeigt, dass sowohl das alleinige Quadrizepstraining als auch ein komplexes Training mit unterschiedlichen Aspekten positive Ergebnisse erzielt. Ein Vorteil des Trainings mit mehreren Aspekten ist, dass das muskuläre Zusammenspiel ebenfalls fokussiert und trainiert wird.

Ein weiterer Faktor, der bei der Interpretation der Ergebnisse beachtet werden sollte, ist die Übungsausführung. In dieser Arbeit wurden die Messungen und Übungen für den Quadrizeps in einer neutralen Rotationsposition sowie einer neutralen Fußposition durchgeführt. Die Ausführung der Übungen mit Innenrotation und Außenrotation könnte die Aktivität der Muskelanteile des Quadrizeps beeinflussen, je nach Rotationsrichtung wird ein Muskelanteil vermehrt angespannt. Dazu untersuchten bereits Miller, Sedory & Croce (1997) die Aktivität des Vastus Medialis und Vastus Lateralis bei bestimmten Übungen in geschlossener Kette. Dabei stellte sich heraus, dass Rotationen wenig Einfluss auf die Aktivierung der Muskelanteile bei Personen mit und ohne patellofemorales Schmerzsyndrom haben. Allerdings wurde bei Personen mit patellofemoralem Schmerzsyndrom ein vermindertes Aktivitätsverhältnis der beiden Muskeln belegt. Das widerspiegelt beziehungsweise bestätigt somit diese Arbeit. Eine weitere Überlegung wäre, ob die Fußposition einen Einfluss auf den Vastus Medialis hat. Dies erforschten bereits Hung & Gross (1999) und kamen zu keinem signifikanten Ergebnis, jedoch wurden nur Pronation und Supination berücksichtigt. Daher stellt sich die Frage, ob zur Rotation eine vermehrte Dorsalextension des Fußes eine Änderung des Ergebnisses bringen könnte. Um diese Überlegungen zu bestätigen, wäre eine weiterführende Studie notwendig. Eine weitere Anregung für eine folgende Arbeit wären Übungen in offener Kette, um die Beanspruchung der Muskulatur bei dieser Trainingsform zu beobachten. Ob hierbei die Rotationskomponente oder andere wichtige Faktoren miteinbezogen werden, liegt beim/ bei der Untersucher/in. Ein Vergleich der Methoden wäre

für die Physiotherapeuten/innen in Zukunft ein Input für neue Therapieansätze. Problematisch ist jedoch die Standardisierung und folglich die Evaluierung der Rotation beziehungsweise in Kombination mit der Dorsalextension, aufgrund des unterschiedlichen individuellen Bewegungsumfanges. Im Falle einer Standardisierung mittels einer Winkelgradangabe ist zu beachten, dass der Einfluss auf die Muskulatur mit zunehmendem Bewegungsausmaß steigt.

Obwohl laut aktueller Literatur die MVC-Messung die gängigste Methode ist, um eine Standardisierung der gemessenen Elektromyographie-Werte zu gewährleisten, ist die Verwendung umstritten, da die maximale mögliche Kontraktion eines Muskels von vielen Faktoren abhängt, welche nicht zur Gänze kontrollierbar sind (Konrad, 2011, S. 29f). Eine große Rolle spielt dabei die ausgewählte Übung und die dazugehörige Ausgangsstellung, da sich immer die Frage stellt, ob in dieser Position eine maximale Anspannung beziehungsweise Innervation des Muskels ohne Ausweichbewegung stattfinden kann. Die Rekrutierung aller Muskelfasern ist von anatomischen Längenverhältnissen abhängig. Die generellen Angaben der Literatur berücksichtigen jedoch die Körperkonstitution und das Geschlecht nicht. Weiters stellt sich die Frage, ob der/die Proband/in wirklich den Muskel maximal anspannt. Konrad (2011, S. 33) beschreibt, dass die MVC-Messung nur an gesunden, trainierten und geübten Probanden/innen angewandt werden kann. Die Begriffe „trainiert, geübt und gesund“ sind sehr weitläufig und subjektiv zu betrachten, so dass die Beurteilung vom individuellen Verständnis dieser Begriffe beeinflusst wird. Für eine/n Untersucher/in sind zum Beispiel fünf Probedurchgänge ausreichend, um als „geübt“ zu gelten, andere meinen, dass mindestens 15 Durchgänge absolviert werden müssen. Ebenso gibt es unterschiedliche Einschätzungen, welches Trainingsniveau Voraussetzung sein muss, um als „trainiert“ angesehen zu werden. In dieser Studie wurden weibliche Personen mit Knieschmerzen herangezogen, wobei der individuelle Trainingszustand unberücksichtigt blieb. Zusätzlich besitzt jede Person andere physiologische Grundvoraussetzungen, zum Beispiel verläuft die Adaptierung der Muskelfasern oder der Heilungsprozess unterschiedlich ab. Zusätzlich spielt die Genetik ebenso eine große Rolle. Daher kann zwischen den beiden Fallbeispielen kein Vergleich durchgeführt und kein Rückschluss auf die Allgemeinheit gezogen werden. Beispielsweise fällt einer der Probandinnen die Therapieeinheit am Vormittag immer leichter, da sie noch nicht müde vom Tag ist und noch mehr Kraft hat.

Weiters wäre die Messung der Muskulatur in einer funktionellen Alltagsbewegung, zum Beispiel eine Kniebeuge, interessant, da in dieser Studie die Messungen in einer sitzenden, wenig funktionellen Ausgangsposition durchgeführt wurden und die Aktivierung der Musku-

latur auf diese Weise wenig im Alltag gebraucht wird. Zusätzlich kann dadurch die Muskulatur in der Alltagsfunktion und damit auch mögliche alltagsrelevante Bewegungsmuster beobachtet und analysiert werden.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse der beiden Fallstudien zeigen nach einem sechswöchigen Therapieprogramm eine bessere neuromuskuläre Ansteuerung des Vastus Medialis, vermehrtes Aktivitätsverhältnis der Quadrizepsanteile sowie eine Reduktion der Schmerzen. Diese Arbeit liefert daher gute Hinweise, dass ein spezielles Training mit und ohne Echtzeitultraschall eine positive Wirkung bei Knieschmerzen bringen kann. Weitere Studien sollten daher die spezifische Wirkung des Echtzeitultraschalls untersuchen.

Aus dieser Arbeit lassen sich nun mehrere Aspekte ableiten, die für Folgestudien von Bedeutung sind. Grundsätzlich erzielt das Therapieprogramm, das ausschließlich ein Quadrizepstraining ist, eine gute Wirkung. Um einerseits weiter den Einfluss des Echtzeitultraschalls verstärkt zu untersuchen, ist ein isoliertes Training, wie es diese Studie zeigt, sinnvoll, da andere Einflussfaktoren ausgeschlossen werden können. Andererseits beinhaltet dieses Training gegen die Knieschmerzen nur die Kräftigung der Quadrizepsanteile. Zudem wären die Kräftigung der Hüftmuskulatur sowie Stabilisation- und Koordinationsübungen und Dehnen wertvoll. Außerdem wäre die Messung der Muskulatur in einer funktionellen Alltagsbewegung, zum Beispiel eine Kniebeuge, interessant. Dadurch kann die Muskulatur in der Funktion beobachtet und analysiert werden. Eine weitere Möglichkeit ist ein größeres Probanden/innenkollektiv mit einer festgelegten Knieverletzung oder -erkrankung, beispielsweise das patellofemorale Schmerzsyndrom. Zusätzlich wäre es empfehlenswert, wenn für weiterführende Untersuchungen eine oder mehrere Follow-up Messungen, die den Langzeiteffekt evaluieren, in Betracht gezogen werden. Alle aufgezählten Aspekte dienen, um in Zukunft aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen und geeignete Empfehlungen für Therapien aussprechen zu können.

## 6 Literaturverzeichnis

- Alba-Martín, P., Gallego-Izquierdo, T., Plaza-Manzano, G., Romero-Franco, N., Núñez-Nagy, S., & Pecos-Martín, D. (2015). Effectiveness of therapeutic physical exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Journal of physical therapy science*, 27(7), 2387.
- Baldon, R. D. M., Serrão, F. V., Scattone Silva, R., & Piva, S. R. (2014). Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 44(4), 240–A8.
- Basmajian, J. V., & De Luca, C. J. (1985). *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography*. (5. Auflage). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Bohnsack, P. D. M., Börner, C., Rühmann, O., & Wirth, C. J. (2005). Patellofemorales schmerzsyndrom. *Der Orthopäde*, 34(7), 668–676.
- Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., & Beutler, A. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(5), 725–730.
- Crossley, K., Bennell, K., Green, S., Cowan, S., & McConnell, J. (2002). Physical therapy for patellofemoral pain A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 30(6), 857–865.
- Crossley, K. M., Bennell, K. L., Cowan, S. M., & Green, S. (2004). Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: which are reliable and valid? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(5), 815–822.
- Da Cunha, R. A., Costa, L. O. P., Hespanhol, L. C., Pires, R. S., Kujala, U. M., & Lopes, A. D. (2013). Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 43(5), 332–339.
- Diemer, F., & Sutor, V. (2011). *Praxis der medizinischen Trainingstherapie I* (2. Auflage). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Diemer, F., Sutor, V., & Goreta, N. (2016). Kujala Anterior Knee Pain Scale - nicht validierte deutsche Version. Abgerufen 26. Mai 2016, von <http://www.fomt.info/Fragebogen/Kujala-Anterior-knee-Pain-Scale.pdf>
- Hides, J., Richardson, C., Jull, G., & Davies, S. (1995). Ultrasound imaging in rehabilitation. *Australian Journal of Physiotherapy*, 41(3), 187–193.
- Houghton, K. M. (2007). Review for the generalist: evaluation of anterior knee pain. *Pediatric Rheumatology*, 5, 8.
- Hung, Y., & Gross, M. T. (1999). Effect of Foot Position on Electromyographic Activity of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis During Lower-Extremity Weight-Bearing Activities. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(2), 93–105.
- Kievit, A. J., Breugem, S. J., Sierevelt, I. N., Heesterbeek, P. J., van de Groes, S. A., Kremers, K. C., ... Haverkamp, D. (2013). Dutch translation of the Kujala Anterior Knee Pain Scale and validation in patients after knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(11), 2647–2653.
- Konrad, P. (2011). *EMG-Fibel - Eine praxisorientierte Einführung in die kinesiologische Elektromyographie* (Version 1.1). Noraxon Inc. USA.
- Kujala, U. M., Jaakkola, L. H., Koskinen, S. K., Taimela, S., Hurme, M., & Nelimarkka, O. (1993). Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 9(2), 159–163.
- LeVeau, B. F., & Rogers, C. (1980). Selective Training of the Vastus Medialis Muscle Using EMG Biofeedback. *Physical Therapy*, 60(11), 1410–1415.
- Malek, M. M., & Mangine, R. E. (1981). Patellofemoral pain syndromes: a comprehensive and conservative approach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2(3), 108–116.

- Miao, P., Xu, Y., Pan, C., Liu, H., & Wang, C. (2015). Vastus medialis oblique and vastus lateralis activity during a double-leg semisquat with or without hip adduction in patients with patellofemoral pain syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16, 289.
- Miller, J. P., Sedory, D., & Croce, R. V. (1997). Leg Rotation and Vastus Medialis Oblique/Vastus Lateralis Electromyogram Activity Ratio During Closed Chain Kinetic Exercises Prescribed for Patellofemoral Pain. *Journal of Athletic Training*, 32(3), 216–220.
- Podar, S. (2012). Echtzeit-Ultraschall in der Physiotherapie. *inform physio austria*, 26–27.
- Rabelo, N. D. A., Lima, B., dos Reis, A. C., Bley, A. S., Liu, C. Y., Fukuda, T. Y., ... Lucareli, P. R. G. (2014). Neuromuscular training and muscle strengthening in patients with patellofemoral pain syndrome: a protocol of randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 15(1), 157.
- Reid, D. C. (1993). The Myth, Mystic, and frustration of Anterior Knee Pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 3(3), 139–143.
- Robinson, R. L., & Nee, R. J. (2007). Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 37(5), 232–238.
- Sandow, M. J., & Goodfellow, J. W. (1985). The natural history of anterior knee pain in adolescents. *Bone & Joint Journal*, 67-B(1), 36–38.
- Schomacher, J. (2008). Gütekriterien der visuellen Analogskala zur Schmerzbewertung. *physi-science*, 4(3), 125–133.
- Schünke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2014). *PROMETHEUS Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem* (4. Auflage). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Seniam. (2016). Welcome to SENIAM. Abgerufen 6. Juni 2016, von <http://seniam.org/>
- Thomeé, R., Augustsson, J., & Karlsson, J. (1999). Patellofemoral pain syndrome. *Sports medicine*, 28(4), 245–262.
- Van, K., Hides, J. A., & Richardson, C. A. (2006). The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(12), 920–925.
- Wijma, J., Tinga, D. J., & Visser, G. H. A. (1991). Perineal ultrasonography in women with stress incontinence and controls: the role of the pelvic floor muscles. *Gynecologic and obstetric investigation*, 32(3), 176–179.
- Witvrouw, E., Callaghan, M. J., Stefanik, J. J., Noehren, B., Bazett-Jones, D. M., Willson, J. D., ... others. (2014). Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *British journal of sports medicine*, 48(6), 411–414.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Cambier, D., & Vanderstraeten, G. (2000). Intrinsic Risk Factors For the Development of Anterior Knee Pain in an Athletic Population A Two-Year Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 480–489.
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk A Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123–1130.

## 7 Anhang

### A Therapieprogramm

Zu Beginn jeder Therapieeinheit werden fünf Minuten am Fahrradergometer aufgewärmt, um die Muskulatur zu aktivieren.

#### Voraktivierung des Vastus Medialis

Diese Übung wird auf einer Therapieliege in Rückenlage mit Oberkörperaufrichtung durchgeführt. Damit der/die Proband/in den Oberschenkel gut im Blickwinkel hat, wird der Oberkörper auf der Liege 60 Grad aufgerichtet. Die Beine des/der Proband/in sind ausgestreckt auf der Liege abgelegt. Je nach Intervention wird während der Übung entweder mit der Hand des/der Therapeuten/in der Muskel getastet, gespürt und visuell mitverfolgt, um anschließend Feedback geben zu können oder der Echtzeitultraschall angelegt und über den Monitor die Aktivität des Muskels beobachtet. Nun wird der/die Proband/in in dieser Ausgangsstellung von null Grad Beugung aufgefordert, die Ferse gegen die Liege zu drücken oder die Kniescheibe nach innen oben zu ziehen und zehn Sekunden zu halten. Anschließend wird dieselbe Übung in zehn und 20 Grad Beugung im Kniegelenk durchgeführt. In jeder Ausgangsstellung werden drei Serien mit jeweils drei Wiederholungen ausgeführt.

#### Übung 1 – Wall squats

In der Ausgangsstellung wird ein an den/die Probanden/in angepasster Gymnastikball zwischen der Wand und der Brustwirbelsäule des/der Probanden/in eingeklemmt. Beide Knie befinden sich in einer Beugstellung von 60 Grad. Die Arme werden seitlich am Körper abgelegt. Nun werden die Beine gestreckt und wieder gebeugt ohne die Muskelspannung zu verlieren. Der Ball zwischen Rücken und Wand dient der Ökonomie der Bewegung, da man an der Wand kaum rutscht. Um ein Wegrutschen der Füße zu verhindern wird der/die Proband/in aufgefordert die Socken auszuziehen. Diese Übung wird in drei Serien zu je 12 Wiederholungen durchgeführt. An den Endpunkten (in Streckung und 60 Grad Beugung der Knie) wird die Position für fünf Sekunden gehalten. Die Pause zwischen den einzelnen Serien beträgt eine Minute (modifiziert nach Baldon u. a., 2014).

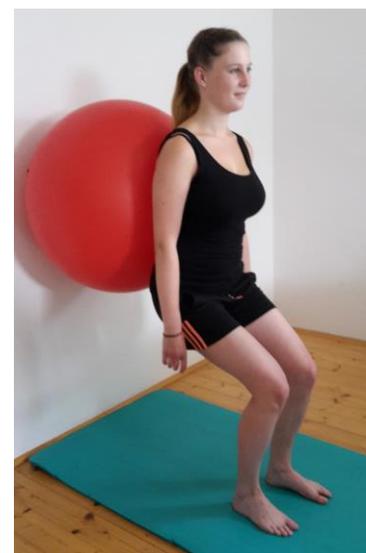


Abbildung 9: Ausgangsstellung der Übung Wall squats

## Übung 2 – Lunges

Ausgangstellung ist im aufrechten Stand auf einer Matte. Das betroffene Bein wird nach vorne gestellt, soweit, dass bei einer Kniebeuge das Knie des vorderen Beines nicht über die Zehen hinausragt. Nun werden die Knie gebeugt und die Position für fünf Sekunden gehalten. Die Beugung erfolgt soweit, bis das hintere Knie die Matte leicht berührt. Anschließend wird das Bein wieder vollständig gestreckt und nochmals fünf Sekunden gehalten. Das Bein muss kontrolliert und langsam wieder in die Streckung gebracht werden. Um der Rutschgefahr auszuweichen, wird der/die Proband/in gebeten die Socken auszuziehen. Weiters ist zu beachten, dass das Knie nicht überstreckt werden darf. Diese Übung wird mit beiden Beinen durchgeführt und verläuft in drei Serien mit je 12 Wiederholungen und einer halben Minute Pause (modifiziert nach Rabelo u. a., 2014).



Abbildung 10: Mittelposition der Übung Lunges

## Übung 3 – Step ups

Die Übung startet im aufrechten Stand vor einer 15 Zentimeter hohen Stufe (Stepper). Nun wird der/die Proband/in aufgefordert, mit dem betroffenen Bein auf die Stufe hinaufzusteigen und das Bein durchzustrecken und diese Position fünf Sekunden zu halten. Gleichzeitig wird das nicht betroffene Bein vom Boden entfernt. Anschließend steigt der/die Proband/in wieder zurück und nimmt die Ausgangsposition ein. Zu beachten ist, dass das Knie während der Übung nicht in Hyperextension gelangt. Die Step ups werden ebenfalls beidseits und in drei Serien zu je 12 Wiederholungen, mit einer Serienpause von einer halben Minute durchgeführt (modifiziert nach Baldon u. a., 2014).

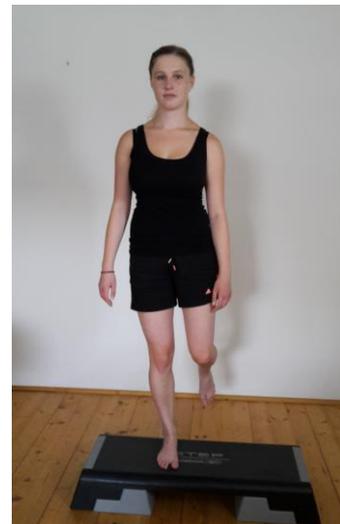


Abbildung 11: Endstellung der Übung Step ups

## **B MVC-Ausführungsanweisung**

Um den Referenzwert herauszufinden, muss der MVC-Test am Vastus Medialis, dem medialen Anteil des Quadrizeps und am Vastus Lateralis, dem lateralen Anteil des Quadrizeps, durchgeführt werden. Der Test erfolgt während einer isolierten vollständigen Kniestreckung. Da bei der Kniestreckung beide Anteile aktiviert werden, kann dieselbe Übung verwendet werden, jedoch muss jeder Muskel eigenständig gemessen werden. Die Übung wird im Sitzen ausgeführt, da diese Position sehr geeignet ist, um eine maximale Innervation zu gewährleisten (Konrad, 2011, S. 30ff).

Bevor die Messung stattfinden kann, werden die Elektroden an beiden Muskeln am Bein angebracht und fünf Minuten am Fahrradergometer aufgewärmt. In der Ausgangsstellung sitzt der/die Proband/in aufrecht auf einem Sessel und die Füße haben Bodenkontakt. Die Gelenkpartner müssen gut fixiert werden, um immer in dieselbe Ausgangsstellung zurückkehren zu können und eine Maximalinnervation zu gewährleisten. In der Testposition wird nun der/die Teilnehmer/in aufgefordert, die Knie vollständig zu strecken und innerhalb von drei Sekunden die Kraft bis zum Maximum zu steigern, drei Sekunden gegen den Widerstand des/der Therapeuten/in zu halten und anschließend binnen drei Sekunden wieder zu entspannen. Dieser Zyklus wird mit einer Pause von fünf Sekunden beendet. Dieser An- und Entspannungszyklus des Muskels wird insgesamt dreimal wiederholt (Konrad, 2011, S. 30ff).

Der erhobene Wert dieser Testung wird als Referenzwert für alle folgenden Messungen herangezogen. Bevor die eigentlichen Messungen beginnen, ist eine Pause von fünf Minuten einzuhalten.

## C Fragebogen

# Kujala Anterior Knee Pain Scale

—

## nicht validierte deutsche Version

Sehr geehrter Patient, der folgende Fragebogen dient der Erfassung von Beschwerden und Problemen, die durch Ihr Kniegelenk verursacht werden.

Die dadurch gewonnenen Informationen werden uns helfen einzuschätzen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch ankreuzen des zugehörigen Kästchens.

Bitte beantworten Sie alle Fragen gemäß Ihrem aktuellen Zustand. Sollten Sie momentan keine Beschwerden haben, dann bewerten Sie die Fragen entsprechend Ihrem Zustand in der vergangenen Woche.

Nr.	Aktivität	Beurteilung	Wert
1.	Hinken beim Gehen	nie	5
		etwas / periodisch	3
		konstant / dauerhaft	0
2.	Gewichtsbelastung	volle Unterstützung ohne Schmerz	5
		schmerzhaft	3
		unmöglich	0
3.	Gehen	ohne Einschränkung	5
		mehr als 2 Km möglich	3
		1-2 km möglich	2
		nicht möglich	0
4.	Treppen steigen	keine Beschwerden	10
		leichter Schmerz beim absteigen	8
		Schmerz beim Auf- und Absteigen	5
		nicht möglich	0
5.	Kniebeugen	keine Beschwerden	5
		wiederholtes Kniebeugen ist schmerzhaft	4
		jede Kniebeuge ist schmerzhaft	3
		mit Hilfe sind Kniebeugen möglich	2
		nicht möglich	0
6.	Laufen/Rennen	keine Beschwerden	10
		schmerzhaft nach mehr als 2 km	8
		leichter Schmerz von Beginn an	6
		starker Schmerz	3
		nicht möglich	0
7.	Springen	keine Beschwerden	10
		leichte Beschwerden	7
		konstanter Schmerz	2
		nicht möglich	0

8.	Längeres Sitzen mit gebeugten Kniegelenken	Keine Beschwerden	10
		Schmerz nach der Belastung	8
		konstanter Schmerz	6
		wegen Schmerz muss das Knie zeitweise gestreckt werden	4
		nicht möglich	0
9.	Schmerz	kein Schmerz	10
		leicht und gelegentlich	8
		stört den Schlaf	6
		gelegentlich starker Schmerz	3
		konstanter starker Schmerz	0
10.	Schwellung	keine Schwellung	10
		nach schweren Anstrengungen	8
		nach Alltagsaktivitäten	6
		jeden Abend	4
		konstant	0
11.	Abnormale und schmerzhafte Bewegungen der Kniescheibe	niemals	10
		gelegentlich bei sportlicher Aktivität	6
		gelegentlich bei Alltagsaktivitäten	4
		mindestens eine dokumentierte Dislokation der Kniescheibe	2
		mehr als zwei dokumentierte Dislokationen der Kniescheibe	0
12.	Muskelabnahme des Oberschenkels	keine Abnahme	5
		leichte Abnahme	3
		starke Abnahme	0
13.	Einschränkung der Kniebeugung	keine Einschränkung	5
		leichte Einschränkung	3
		starke Einschränkung	0
Gesamtscore			

**Auswertung:**

- Der Kujala Fragebogen kann grundsätzlich bei Kniegelenkspatienten benutzt werden. Er eignet sich aber insbesondere für Patienten mit Beschwerden des patellofemorales Gelenks bzw. für Patienten mit anterioren Knieschmerzen (Crossley 2004, da Cunha 2013). Kievit et al. (2013) validierten ihn für den Einsatz bei Knieendoprothetikern. Eine validierte deutsche Version ist bis jetzt nicht verfügbar.
- Der Fragebogen kann vom Patient eigenständig ausgeführt werden und der Zeiteinsatz sollte auf 10 Minuten veranschlagt werden. Die Auswertung beträgt höchstens 5 Minuten.
- Der Gesamtscore beträgt 100 Punkte für ein maximal gutes Ergebnis. Der schlechteste Wert und damit eine starke Einschränkung liegt bei 0 Punkten.
- Der Fragebogen ist ein valides und reliables Messinstrument. Leider bestehen bis dato keine Werte für minimal messbare und minimal klinisch relevante Veränderungen.

Kievit AJ, Breugem SJ, Sierevelt IN. Dutch translation of the Kujala Anterior Knee Pain Scale and validation in patients after knee arthroplasty. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 2013; 21: 2647.

da Cunha RA, Costa LO, Hespanhol Junior LC. Translation, cross-cultural adaptation, and clinic-metric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population.

*Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2013; 43: 332.

Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen Sk, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy*. 1993; 9: 159-163.

Crossley KM, Bennell KL, Cowan SM et al. Analysis of outcome measures for persons with patella-femoral pain: which are reliable and valid? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004; 85: 815-22.

FOMT GbR  
Frank Diemer, Volker Sutor und  
Nedeljko Goreta Wiesbadener  
Str. 16  
70372 Stuttgart  
[www.fomt.info](http://www.fomt.info),  
[info@fomt.info](mailto:info@fomt.info)

## D Anamnesebogen

Physiotherapie

/gesundheit



### ANAMNESEBOGEN

Nachname: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Staatsbürgerschaft: \_\_\_\_\_

Telefonnummer: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

Beruf: \_\_\_\_\_

Geschlecht: Weiblich  Männlich

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm

Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg

Medikamente: \_\_\_\_\_

Operationen: \_\_\_\_\_

Weitere Verletzungen/Beschwerden: \_\_\_\_\_

Dominante Seite: Rechts  Links

(Stärker) betroffene Seite: Rechts  Links

Betreiben Sie Sport? Ja  Nein

Welchen Sport betreiben Sie? \_\_\_\_\_

Wie viel Tage pro Woche betreiben Sie Sport? 0-1  1-3  3-5  >5

Wie viele Jahre wird der Sport schon ausgeübt? \_\_\_\_\_

Haben Sie seit mindestens sechs Monaten Knieschmerzen?

Ja  Nein  Wenn ja, wann? \_\_\_\_\_

Sind Sie aufgrund der Kniebeschwerden in ärztlicher Behandlung?

Ja  Nein

Wurde bei Ihnen bereits eine Kniepathologie (z.B. Patellofemorales Schmerzsyndrom, Patellaspitzensyndrom, etc.) diagnostiziert?

Ja  Nein  Wenn ja, was und wann? \_\_\_\_\_

Ist die Schmerzintensität < 6 auf der NRS<sup>1</sup>?

Ja       Nein

Sind Ruheschmerzen im Kniegelenk vorhanden?

Ja       Nein

Gab es bereits Operationen im Knie- oder Patellofemoralgelenk?

Ja       Nein

Gab es Meniskus-, Kreuzband- und Seitenbandverletzungen im Kniegelenk?

Ja       Nein

Treten Schwellungen und/oder Entzündungen im Kniebereich häufig auf?

Ja       Nein

Gab es bereits eine (Sub-)Luxation der Patella?

Ja       Nein

Haben Sie sich im letzten halben Jahr an der unteren Extremität verletzt?

Ja       Nein

Wurden bei Ihnen lokale Knorpelschäden oder Ansatzentzündungen der Patella festgestellt?

Ja       Nein

Leiden Sie an M. Osgood Schlatter?

Ja       Nein

Besitzen/verwenden Sie Prothesen oder Orthesen?

Ja       Nein

Wurden bei Ihnen neurologische oder andere Erkrankungen festgestellt?

Ja       Nein       Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

Haben Sie starke Narben oder Wunden am Oberschenkel?

Ja       Nein

Die hier erhobenen Daten werden vertraulich und anonym behandelt und nicht an Dritte weitergegeben.

\_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Die numerische Analogskala (NRS) dient der Evaluierung vom subjektiven Schmerzempfinden. Sie wird auf einer Skala von 1-10 dargestellt. 0 ist kein Schmerz, 10 ist der schlimmste vorstellbare Schmerz. Die Beurteilung der Schmerzintensität erfolgt individuell.