

# Der Zusammenhang zwischen dem patellofemoralem Schmerzsyndrom und einem abgeschwächten M. vastus medialis obliquus

## Bachelorarbeit

15. Juni 2009



Eliane Gruber  
S06-538-730  
Höflistrasse 69a, 8135 Langnau a.A.

Departement Gesundheit  
Studiengang Physiotherapie 2006  
Betreut durch: W. Schmidt

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meinem Betreuer Herrn Winfried Schmidt bedanken. Das Verfassen dieser Arbeit war für mich eine lehrreiche Erfahrung. Weiter danke ich Kathrin Häring, Michael Moser und meiner Familie für die grossartige Unterstützung.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>6</b>
2.1	Einführung in die Thematik .....	6
2.2	Methoden.....	8
<b>3</b>	<b>HAUPTTEIL</b> .....	<b>9</b>
3.1	Grundlagen .....	9
3.1.1	Die Funktion des M. vastus medialis obliquus .....	9
3.1.2	Anatomie, Biomechanik und Funktion des Patellafemoralgelenks .....	10
3.2	Klinik des patellofemoralen Schmerzsyndroms .....	12
3.3	Ursachen des patellofemoralen Schmerzsyndroms.....	13
3.3.1	Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO .....	13
3.3.2	Fehlstellungen, die zu einer Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO führen können .....	14
3.4	Folgen einer Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO für das Patellafemoralgelenk.....	15
3.5	Befund beim patellofemoralen Schmerzsyndrom .....	16
3.5.1	Palpation.....	16
3.5.2	Statik.....	17
3.5.3	Muskulatur .....	18
3.5.4	Beweglichkeit.....	19
3.6	Behandlung bei einem patellofemoralen Schmerzsyndrom.....	21
3.6.1	Evidenzbasierte physiotherapeutische Massnahmen für die Kräftigung und Verbesserung der Rekrutierung des M. vastus medialis obliquus.....	21
3.6.1.1	Squats mit isometrischer Hüftadduktion .....	21

3.6.1.2	Quadri­cepstraining in der geschlossenen Kette versus Training in der offenen Kette .....	23
3.6.1.3	Tapen der Patella .....	24
3.6.1.4	Therapieprogramme ohne Biofeedback .....	26
3.6.1.5	Therapieprogramme mit Biofeedback.....	27
3.6.2	Auswirkung von einem ausgewogenen Kraft- und Rekrutierungsverhältnis von VMO/VL auf die Schmerzen und die Kniefunktion bei Patienten mit einem patellofemorale­n Schmerzsyndrom.....	29
3.7	Diskussion .....	30
<b>4</b>	<b>SCHLUSSTEIL .....</b>	<b>33</b>
4.1	Zusammenfassung .....	33
4.2	Schlussfolgerungen .....	34
4.3	Offene Fragen.....	34
<b>5</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>35</b>
5.1	Literaturverzeichnis.....	35
5.2	Abbildungsverzeichnis .....	39
5.3	Abkürzungsverzeichnis .....	39
<b>6</b>	<b>EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>42</b>
7.1	Beurteilung der verwendeten Studien .....	42

# 1 Abstract

Das Ziel dieser Arbeit ist es den Zusammenhang zwischen einem patellofemoralem Schmerzsyndrom und einem abgeschwächten M. vastus medialis (VM) und seinem untersten Anteil dem M. vastus medialis obliquus (VMO) zu erarbeiten. Zudem sollen evidenzbasierte physiotherapeutische Interventionen, um den VMO aufzutrainieren und das Kraft- und Rekrutierungsverhältnis mit dem M. vastus lateralis (VL) zu verbessern, aufgezeigt werden. Dadurch wird versucht einen Überblick über nicht traumatische Knieschmerzen (das patellofemorale Schmerzsyndrom), dessen Ursachen und die Behandlung zu schaffen. Dazu wurden Studien in der Datenbank Pubmed, mit den MeSH-Begriffen „Quadriceps Muscle“ and „Patella“ und „Patellofemoral Pain Syndrome“ and „Quadriceps Muscle“ gesucht. Bei Google Scholar wurden die Worte „Patellofemoral pain Syndrome: evaluation and treatment“ eingegeben. Bei den bereits gefundenen Studien wurden die Referenzen mittels Schneeballsuche weiter verfolgt. Die Resultate dieser Arbeit sind, dass mit physiotherapeutischen Interventionen zur Verbesserung der Kraft und der Rekrutierung des VM und des VMO, Einfluss auf die Symptome bei Patienten mit einem patellofemoralem Schmerzsyndrom (PFPS) genommen werden kann. Dies bedeutet, dass ein abgeschwächter VM und VMO zu einem PFPS führen können. Bei den meisten Interventionsstudien wurden jedoch ganze Therapieprogramme untersucht, so dass nicht beurteilt werden kann, welche der einzelnen Massnahmen zur Verbesserung der Symptome beigetragen haben. In der Forschung sollten darum noch mehr Studien zur Beurteilung der einzelnen Interventionen durchgeführt werden. So würden in der Praxis keine Massnahmen eingesetzt werden, die keine spezifischen Auswirkungen auf das PFPS haben und somit nur kostbare Zeit der Therapie in Anspruch nehmen.

## 2 Einleitung

### 2.1 Einführung in die Thematik

In der Praxis ist bei Patienten mit nicht traumatischen Schmerzen im Bereich der Patella oft zu beobachten, dass die Patella bei der aktiven Endextension nach lateral gleitet. Die Erfahrung von diplomierten Physiotherapeuten zeigt, dass sich diese nicht traumatischen Schmerzen nach einem Training für den VMO verbessern. Dadurch entstand die Frage, welche Rolle der VMO in der Behandlung dieser Patienten spielt. Zusätzlich interessierte es die Autorin dieser Arbeit, ob es Übungen für das selektive VMO-Training gibt, die auf einer Evidenz basieren. Somit stand das Thema für diese Bachelorarbeit fest.

Eine Hypotonie des VM hat zur Folge, dass durch den stärkeren Zug des VL an der Patella ein abnormales Patellagleiten entsteht. Dies führt in vielen Fällen zu einem patellofemoralem Schmerzsyndrom (PFPS) (Ng, Zhang & Li, 2008). Es gibt viele Studien wie z.B. Lin, Lin, Jan, Wei, Shih & Cheng (2008), Coqueiro, Bevilaqua-Grossi, Bérzin, Soares, Candolo & Monteiro- Pedro (2005), Crossley, Bennell, Green, Cowan & Mc Connell (2002) und De C.N. Sacco, Konno, Rojas, Arnone, Pássaro, Marques & Cabral (2006), die den VMO, den unteren Anteil des VM, als hauptverantwortlichen Muskel für die Stabilisierung der Patella beschreiben. In der Praxis wird ebenfalls vor allem ihm die Funktion für die dynamische Patellastabilisation zugeschrieben. Aus diesen Gründen wird in der Behandlung von einem PFPS, Synonyme dafür sind, Chondromalacia patellae, patellofemorale Dysfunktion, patellofemorale Arthralgie, Hoffa-Syndrom und vorderes Knieschmerzsyndrom (Bohnsack, Börner, Rühmann & Wirth, 2005), viel Wert auf das Auftrainieren des VMO gelegt. Studien wie Ng et. al. (2008), Cowan, Bennell, Hodges, Crossley & Mc Connell (2003) oder Crossley et al. (2002), haben gezeigt, dass die patellofemorale Schmerzen nach einem Auftrainieren des VMO abgenommen haben und sich die Kniefunktion verbessert hat. Trotzdem ist sich die Wissenschaft noch nicht ganz im Klaren darüber, ob man den VMO als eigenständigen Muskel betrachten kann und es teilen nicht alle Studienautoren die

Meinung, dass der VMO die Patella aktiv stabilisiert (Peeler & Anderson, 2007; Peeler, Cooper, Porter, Thliveris & Anderson, 2005). Bei der Frage, wie man den VMO am effektivsten auftrainiert ist man sich ebenfalls noch nicht einig (Coqueiro et al., 2005).

Aufgrund dieser Fakten lautet die Hypothese für diese Arbeit: „Durch das Auftrainieren des VMO wird das Alignment und die Führung der Patella verbessert, wodurch die Fehlbelastung der muskulären und ligamentären Strukturen aufgehoben wird. Dadurch können die nozizeptiven Schmerzen bei einem PFPS gelindert werden“.

Aus dieser Hypothese heraus entstand folgende Fragestellung für diese Arbeit: **„Wie stehen ein abgeschwächter M. vastus medialis obliquus und ein patellofemorales Schmerzsyndrom im Zusammenhang und welche evidenzbasierten physiotherapeutische Massnahmen gibt es, um den M. vastus medialis obliquus wieder aufzutrainieren und seine Rekrutierung zu verbessern?“**

Somit wird im Hauptteil zuerst auf die Grundlagen wie die Funktion des VMO und die Anatomie des Patellafemoralgelenkes eingegangen. Dann werden die Klinik, die Ursachen des PFPS und die Folgen eines abgeschwächten VMO für das Patellafemorale Gelenk beschrieben. Um den Kreis zur Praxis zu schliessen, wird auf Befund und Behandlung des PFPS eingegangen. Bei der Behandlung wird der Fokus auf die verschiedenen evidenzbasierten physiotherapeutischen Massnahmen, um den VMO aufzutrainieren und seine Rekrutierung zu verbessern, und deren Resultate gelegt. In der anschliessenden Diskussion werden Verbesserungsvorschläge für die Studien aufgezeigt und es wird beurteilt, ob die Resultate der Studien in der Praxis umgesetzt werden können.

## 2.2 Methoden

Die Literatur wurde in der Datenbank Pubmed unter der Verwendung der MeSH-Begriffe „Quadriceps Muscle“ and „Patella“ gesucht, wodurch unter anderem die Studie von Lin et al. (2008) gefunden wurde. Von dieser Studie wurden Related Articles gesucht, wodurch 584 Studien in Pubmed aufgelistet wurden. Alle Titel dieser Studien wurden durchgelesen. Enthielt der Titel oder das Abstract Informationen über den VMO, seine Funktion oder eine Methode, um den VMO aufzutrainieren, wurde die Studie gelesen. Dann wurden Studien mit den MeSH-Begriffen „Patellofemoral Pain Syndrome“ and „Quadriceps Muscle“ gesucht, wodurch 11 Studien aufgelistet wurden. Hier wurde gleich vorgegangen wie oben bereits erwähnt. Ebenfalls gesucht wurde mit den MeSH-Begriffen „Quadriceps Muscle“ and „Muscle Weakness“ and „Therapy“. Mit diesen Begriffen wurden aber keine brauchbaren Studien für diese Arbeit gefunden. Bei Google Scholar wurden die Begriffe „Patellofemoral pain Syndrome: evaluation and treatment“ eingegeben, worauf die Studie von Crossley et al. (2002) gefunden wurde. Diese Studie ist auch in der Datenbank Pubmed zu finden. So wurden wiederum von dieser Studie Related Articles gesucht. Dadurch erschienen in Pubmed 149 Studien, die ebenfalls aufgrund der Titel oder der Abstract aussortiert wurden. Zusätzlich wurde in Pubmed noch mit den MeSH-Begriffen „Quadriceps Muscle“ and „exercise therapy“ gesucht aber es wurden keine zusätzlichen Studien mehr für diese Arbeit gefunden. Durch die Referenzen der Studie von Werner (2000) wurde die Studie von Mc Connell (1986) gefunden. Der Titel wurde bei Google Scholar eingegeben, wodurch noch weitere Studien zu diesem Thema erschienen. Diese wurden ebenfalls nach Titel und Abstract aussortiert.

Die Studien, die durch die Literatursuche gefunden wurden, wurden durchgelesen und anhand der Guidelines for Critical Review Form for Quantitative Studies der Autoren Law, Stewart, Pollock, Bosch & Westmorland (1998) beurteilt. Anhand dieser Beurteilung wurde entschieden, welche Studien definitiv für die Arbeit benutzt werden.

## 3 Hauptteil

### 3.1 Grundlagen

#### 3.1.1 Die Funktion des M. vastus medialis obliquus

Der VM (Valerius, Frank, Kolster, Hirsch, Hamilton & Alexandre Lafont, 2006) macht eine Extension im Kniegelenk, wobei er vor allem in der Schlussphase der Extensionsbewegung aktiv wird. Die untersten quer verlaufenden Faserbündel werden als VMO bezeichnet. Der VMO macht keine Extension, ist aber für die Zentrierung der Patella nach medial zuständig (Hüter-Becker, 2005; Hochschild, 2002). Ohne die Aktivität des VMO würde die Patella, aufgrund der gleichzeitigen Kontraktion des VL, bei einer Extension nach lateral gleiten und nach aussen rotieren (Hochschild, 2002; Valerius et al., 2006). Der Grund für diese Tendenz der Patella nach lateral liegt im so genannten Quadriceps-Winkel auch Q-Winkel genannt. Die Zugrichtung des M. quadriceps, das heisst vor allem vom M. rectus femoris und VL, verläuft in der Frontalebene nicht gerade von proximal zum Tuberositas tibiae sondern kommt leicht von lateral. Dadurch entsteht der Q-Winkel, welcher dem Winkel der Vertikalen des Oberschenkels zum Verlauf des M. quadriceps entspricht. Durch diesen Q-Winkel entsteht ein Kräfteparallelogramm, welches eine nach lateral gerichtete Kraft K an der Patella zur Folge hat. Der VM mit seinem transversalen Anteil (VMO) bildet den Antagonisten zu dieser Kraft K und zieht die Patella somit wieder nach medial. (Müller & Wirz, 2000)

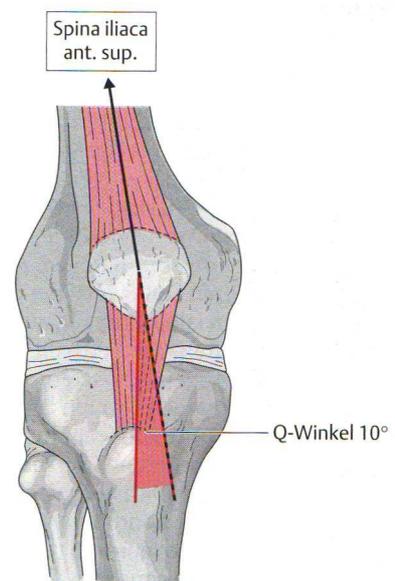


Abb. 1: Q-Winkel

### 3.1.2 Anatomie, Biomechanik und Funktion des Patellafemoralgelenks

Das Patellafemoralgelenk (Müller et al., 2000) ist kein Gelenk im üblichen Sinne mit einer Führung durch die Form von Gelenkflächen wie z.B. das Hüftgelenk oder das femorotibiale Gelenk. Die Patella ist ein Sesambein im Quadriceps-Streckapparat, das mit seiner hyalinen, knorpeligen Rückfläche mit der Trochlea femoris und der medialen und lateralen Kondylenrolle des Femurs artikuliert. Die Führung des Patellafemoralgelenkes läuft vor allem muskulär ab und lässt viel Spiel zu. Ist das Knie in vollständiger Extension und der M. quadriceps angespannt, liegt die Patella praktisch nur noch dem supratrochlearen Fettpolster auf und artikuliert höchstens noch mit ihrem distalsten Teil mit der Trochlea. In dieser Position ist eine ausgeprägte transversale Verschiebbarkeit möglich, da keine Führung durch die Trochlea mehr besteht. Bei Flexion hingegen artikuliert die Patella immer mehr mit der Trochlea bis sie bei vollständiger Flexion nur noch mit der Kondylenrolle artikuliert.

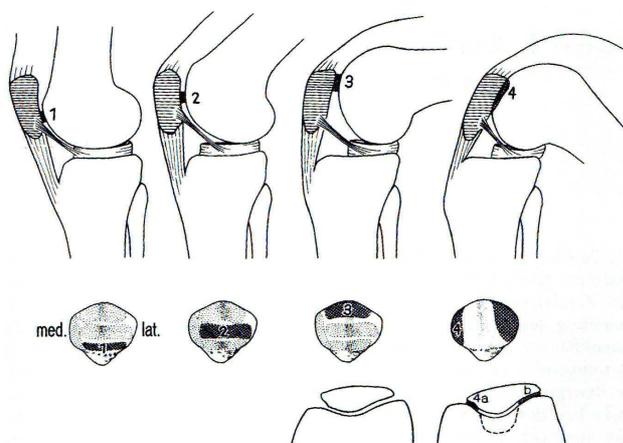
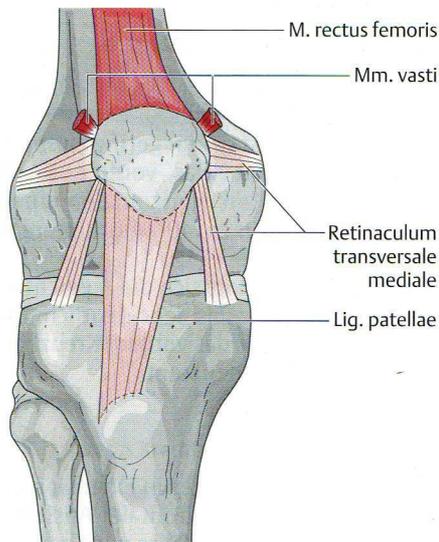


Abb. 2: Auflageflächen der Patella in verschiedenen Flexionsstellungen des Knies

Die Stellung der Patella hängt von der Summe eines komplexen Verspannungsystems ab. Denn es gehen viele Strukturen eine Verbindung mit der Patella ein und bestimmen damit ihre Position. Von kranial zieht der M. rectus femoris an die Patellabasis. Einige seiner Fasern ziehen über die Patella hinweg und ziehen ins Ligamentum (Lig.) patellae, welches den Apex patellae mit dem Tuberositas tibiae verbindet. Kranial-medial und kranial-lateral ziehen die Mm. vasti medialis und lateralis an die Patella. Vom lateralen und medialen Rand der Patella ziehen die Retinacula transversaria zu den Epikondylen des Femurs und zur Tibia.

Lateral finden sich dazu Fasern des Tractus iliotibialis. Eine zweite, tiefere Schicht stellen unter dem Retinaculum die Lig. Patellomeniscalia her. Diese verbinden, wie der Name schon sagt, die Patellaränder mit den Menisken.



**Abb. 3: Das Patellafemoralgelenk und sein Verspannungssystem**

Die Patella hat eine stabilisierende Wirkung auf das Knie, da das Ventralgleiten der Femurkondylen bei Flexion reduziert und dadurch das hintere Kreuzband und die dorsalen Kapselstrukturen entlastet werden. Ausserdem verbessert sie durch ihre Lage das Drehmoment im Streckapparat, da sie den Hebelarm des M. quadriceps vergrössert.

### **3.2 Klinik des patellofemorales Schmerzsyndroms**

Das PFPS ist vor allem bei jungen und sportlich aktiven Patienten eines der häufigsten Knieprobleme, wobei der Schmerz, das Hauptsymptom darstellt (Paffrath, 1999; Werner 2000). Dabei sind Frauen häufiger als Männer betroffen (Bohnsack et al. 2005; Ng et al., 2008; Christou, 2004). Die Patienten klagen über langsam intermittierende, zunehmende, brennende Schmerzen im gesamten vorderen Kniebereich. Diese nehmen bei Belastungen, wie langem Sitzen mit angewinkelten Beinen, Treppen steigen und hinuntergehen, bergab gehen, in die Hocke gehen, hüpfen, knien und beim Rennen, zu. Bei Schonung gehen die Schmerzen wieder zurück. Der Grund für die Schmerzen bei Belastung ist der erhöhte Druck auf die Patella in Flexion (Mc Connell, 1986). Die Palpation im Bereich der Patella ist schmerzhaft und einzelne Patienten haben zusätzlich einen Erguss. Bei sehr starker Ausprägung des PFPS kann es bereits beim normalen Gehen und in Ruhe zu Schmerzen kommen. Es gibt Patienten, die über ein Giving-way-Syndrom klagen. Das heisst das Kniegelenk gibt schmerzbedingt plötzlich nach, was gelegentlich auch zu Stürzen führen kann (Paffrath, 1999, Fulkerson, 2002). Wenn die Patienten nach der Ursache gefragt werden, so wird oft ein schleichender Beginn der Schmerzen, ohne bestimmten Auslöser, wie beispielsweise einen Unfall beschrieben. (Dixit et al., 2007; Fagan & Delahunt, 2008; Bohnsack et al., 2005).

Im objektiven Befund ist oft eine Abschwächung des VM und des VMO, der Adduktoren, der Hüftausserrotatoren und Abduktoren zu sehen (Fagan et al., 2008). Ausserdem kann eine verkürzte Ischiocruralmuskulatur zu finden sein (Waryasz et al., 2008). Für weitere mögliche Befunde siehe Kapitel 3.5.1 - 3.5.4.

### **3.3 Ursachen des patellofemorales Schmerzsyndroms**

Das Spezielle am PFPS ist, dass zu Beginn meistens keine intraartikuläre Pathologien oder Knorpelveränderungen an der Patella nachgewiesen werden können und seine Ätiologie noch immer ungeklärt ist (Cowan et al. 2003; Müller et al., 2000; Bohnsack et al. 2005; Coqueiro et al. 2005; Crossley et al. 2002; Paffrath, 1999; Ng et al., 2008). Die Schmerzen treten meistens plötzlich und ohne vorangegangene Traumen oder Operationen auf (Mc Connell, 1986; Paffrath, 1999). Mögliche Ursachen könnten ein Malalignment der Patella im patellafemorales Gleitlager, Schmerzen durch Überlastungen der Ligamente und anderer Kniestrukturen z.B. beim Sport oder verminderte Belastbarkeit des patellafemorales Gelenks sein (Paffrath, 1999; Bohnsack et al. 2005; Coqueiro et al.; 2005; Sacco et al. 2006; Lin et al, 2008). Es gibt mehrere Ursachen, wobei nicht bei allen Patienten dieselben eine Rolle spielen (Crossley et al. 2002). Viele Studienautoren betrachten jedoch das Malalignment der Patella durch Muskeldysbalancen (abgeschwächter VMO und verkürzter VL) als Hauptursache für das PFPS (Lin et al. 2008; Ng et al., 2008; Hüter-Becker, 2005; Bohnsack et al. 2005; Coqueiro et al., 2005; Sacco et al., 2006; Crossley et al. 2002; Boling, Bolgla, Mattacola, Uhl & Hosey, 2006).

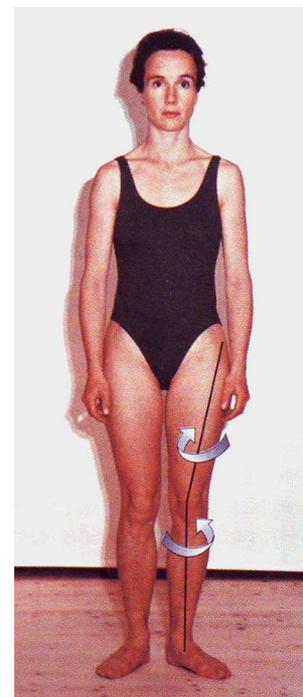
#### **3.3.1 Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO**

Der VM mit seinem unteren Anteil VMO ist ein Muskel, der vorwiegend aus phasischen Typ II A also Fast Twitch-Fasern besteht. Die Merkmale solcher Muskeln sind (Tortora & Derrickson, 2006; Lang & Lang, 2007; Hüter-Becker, 2005), dass sie vor allem für schnelle, kurz dauernde Muskelkontraktionen zuständig sind, eine mittelmässige Ausdauer besitzen und zur Abschwächung neigen. Muskeln mit überwiegendem Anteil an Typ II A Muskelfasern werden wie oben erwähnt erst bei schnellen, kraftfordernden Bewegungen aktiviert. Wenn nur selten kraftfordernde, schnelle Aktivitäten durchgeführt werden, schwächen diese Muskeln ab, da sie nie aktiviert werden. Da die typische Schonhaltung des Knies eine leichte Flexion ist, der VM aber hauptsächlich für die Endextension zuständig ist und der VMO die Patella ebenfalls erst in den letzten Graden der Extension stabilisieren muss, ist es klar, dass der VM und VMO oft und schnell atrophieren (Hochschild, 2002). Eine Verzögerung von 5 ms bei der VMO-Rekrutierung kann bereits zu einer signifikanten

Zunahme von patellofemorale Dysfunktionen führen. Darum ist es sehr wichtig, dass das Rekrutierungs- und Kraftverhältnis von VMO/VL möglichst ausgeglichen ist (Cowan et al., 2003).

### 3.3.2 Fehlstellungen, die zu einer Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO führen können

Eine Achsenfehlstellung im Knie (Hüter-Becker, 2005; Hüter-Becker, 2006), welche oft zu einer Abschwächung der medialen Kniestrukturen, also unter anderem auch des VM und des VMO führt, ist die Valgusstellung. Oft wird bei Patienten mit einem abgeschwächten VM und VMO eine Kombination von Innenrotation des Femurs mit Valgusstellung im Kniegelenk, nach medial gedrehte Patella und ein nach lateral stehender Fuss beobachtet. Durch diese Achsenfehlstellung werden die medialen Kniestrukturen überdehnt und die lateralen Strukturen werden mit der Zeit kontrakt. Diese Überdehnung der medialen Strukturen führt dazu, dass die Pes anserinus Gruppe das mediale Seitenband nicht mehr genug stabilisieren kann. Dem Einknicken des Knies wird immer weniger entgegengesetzt, es entsteht ein Circulus vitiosus. Durch die Innenrotationsstellung des Femurs werden der VM und der VMO inaktiv, was zusätzlich durch die mangelnde Dehnung der Adduktoren verstärkt wird. Der Grund dafür ist, dass der VM und der VMO grösstenteils an der Adduktorenfaszie inserieren. Durch das mangelnde Punctum fixum an den Adduktoren fehlt ihnen die nötige Vordehnung, um effizient arbeiten zu können.



**Abb. 4: Verlust der Beinachsen: Valgusstellung mit Innenrotation des Femur, Aussenrotation der Tibia und Senkfüssen**

Ein anderer Faktor (Hüter-Becker, 2005), der zu einer Muskeldysbalance im M. quadriceps führen kann, ist das Stehen mit einer Hyperextension im Knie. Die Hyperextension hat zur Folge, dass die stabilisierende Aktivität des M. quadriceps am Knie nicht benötigt wird, wodurch der VM und der VMO abschwächen und der VL

sich verkürzt. Das Knie wird nun von den passiven Strukturen, also von den Ligamenten und der Kapsel gehalten, welche mit der Zeit überlastet werden.

Eine vergrößerte Tibiatorsion, ein dadurch vergrößerter Q-Winkel und der oft damit einhergehende vergrößerte Antetorsionswinkel im Hüftgelenk haben ebenfalls eine Auswirkung auf den VM und den VMO (siehe Kapitel 4.5.2).

### **3.4 Folgen einer Abschwächung des M. vastus medialis und des VMO für das Patellafemoralgelenk**

Die Folgen eines abgeschwächten VM und VMO (Mc Connell, 1996; Ng et al., 2008; Cowan et al., 2003; Witvrouw, Cambier, Danneels, Bellemans, Werner, Almqvist & Verdonk, 2003), bedingt durch Rotations- und Achsenfehlstellungen der unteren Extremitäten, für das Patellafemoralgelenk sind Subluxationen und Luxationen der Patella. Bei PFPS-Patienten kann oft nicht nur eine Abschwächung des VM und des VMO festgestellt werden sondern auch, dass sie nicht mehr antizipatorisch anspannen. Dies bedeutet, dass der VL vor dem VMO rekrutiert wird anstatt, dass zuerst der VMO und dann der VL angespannt wird. Dies führt dazu, dass die Patella in den ersten 20° Flexion, in der sie nicht durch die knöchernen Strukturen der Trochlea geführt wird, nicht optimal zentriert wird. Das Kraftverhältnis zwischen VL und VMO sollte zudem 1:1 betragen. Bei Patienten mit einem PFPS ist dieses jedoch oft kleiner, was bedeutet, dass der VL mehr Kraft als der VMO entwickeln kann. Die Patella (Hüter-Becker, 2006; Hüter-Becker, 2005; Mc Connell, 1996) wird dadurch vermehrt nach lateral gezogen, was zu einer einseitigen Belastung des Patellafemoralgelenkes führt. Lateral kommt es zu Knorpelüberlastungen und medial aufgrund von mangelnder Kompression zu einer veränderten Knorpelernährung und somit zu frühzeitiger Arthrose. Wie bereits oben erwähnt, werden die passiven Strukturen und die an der Patella inserierenden Weichteile bei einer Muskeldysbalance im M. quadriceps oft überlastet, was zu Insertionstendopathien z.B. am Lig. patellae (Patellaspitzenyndrom) führen kann.

## **3.5 Befund beim patellofemorale Schmerzsyndrom**

Der Befund ist bei PFPS-Patienten sehr wichtig, damit in der Therapie auf mögliche Fehlstellungen und Fehlbelastungen eingegangen werden kann, die für das PFPS und die Muskeldysbalance zwischen dem VMO und dem VL verantwortlich sein könnten. Diese können, wie unter den Punkten 3.5.1 - 3.5.4 ersichtlich ist, bei den verschiedensten Strukturen der unteren Extremität liegen. Zu beachten ist, dass nie genau klar ist, welche Fehlstellung die andere begünstigt hat. Das Ziel des Befundes ist demnach, den Mechanismus der Schmerzentstehung zu analysieren. Nur den VMO wieder aufzutrainieren bringt nicht viel, da das Problem nur durch die Behebung der Ursache gelöst werden kann. Es ist möglich, dass der VMO nach Abschluss der Therapie, durch die Fehlstellungen wieder abzuschwächen beginnt und die Symptome der Patienten somit wieder auftreten.

### **3.5.1 Palpation**

Bei einem PFPS ist es vor allem wichtig das ganze anteriore Knie und die distalen Anteile des M. quadriceps zu palpieren und auf Schmerzquellen und Hypersensibilität zu überprüfen (Fulkerson, 2002). Dies bedeutet, dass das Lig. Patellae palpirt und die Verschiebbarkeit der Patella nach medial und lateral getestet werden sollte. Die Verschiebbarkeit der Patella sollte getestet werden, um Verklebungen im retroligamentären Bereich auszuschliessen. Solche Verklebungen können die Biomechanik der Patella negativ beeinflussen. Ein durch Verklebungen ausgelöster fixierter Momentandrehpunkt kann das exakte Eintauchen der Patella in ihr Gleitlager verhindern. An der Basis patellae sollten die inserierenden Quadricepsanteile auf Druckschmerz untersucht werden. Ebenfalls sollte die Pes anserinus superficialis Gruppe palpirt und auf eine Insertionstendopathie überprüft werden. Denn bei einem Genu valgum, was bei PFPS-Patienten oft vorhanden ist, müssen die Muskeln der Pes anserinus superficialis Gruppe als mediale Kniestabilisatoren ständig den Hangabtrieb der Femurkondylen nach medial verhindern, was zu einer Überlastung dieser Strukturen führen kann (Hüter-Becker, 2005). Bei PFPS-Patienten reagieren das mediale und laterale Retinaculum oft empfindlich auf eine Palpation (Dixit, Difiori, Burton & Mines, 2007). Ebenfalls ist es wichtig, die Patella während einer aktiven Flexion und Extension zu palpieren, um zu

beobachten, ob die Patella gleichmässig auf der Trochlea gleitet. Ausserdem kann dadurch zwischen einer primär muskulären oder artikulären Problematik unterschieden werden, da die Patella erst in den letzten Flexionsgraden muskulär geführt wird (Fulkerson, 2002). Besteht eine Muskeldysbalance im M. quadriceps, kann zum Teil bei einer statischen Kontraktion eine Rotation des unteren Patellapols nach lateral- kranial palpiert werden (Hüter-Becker, 2005).

Bei der Palpation sollten auch die Tonusverhältnisse des M. rectus femoris und des Tractus iliotibialis untersucht werden (siehe dazu Kapitel 3.5.3).

### **3.5.2 Statik**

Bei PFPS-Patienten kann eine Pronation im Fussgelenk des betroffenen Beines zu finden sein (Fulkerson, 2002; Dixit et al., 2007). Diese Fehlstellung führt im gesamten Bein zu Fehlbelastungen und kann Schmerzen an Knie und Hüfte verursachen.

Im Knie kann oft eine Hyperextension oder eine Valgusfehlstellung beobachtet werden. Liegt eine Hyperextension im Knie vor, ist auch auf eine eventuell vorhandene Minusferse zu achten, welche die Hyperextension begünstigt. Wenn dies der Fall ist kann ein flacher Absatz Abhilfe schaffen. Eine Hyperextension hat zur Folge, dass sich die Neigung des Tibiaplateaus in der Sagitalebene verändert. Das Tibiaplateau ist nach ventral kaudal geneigt, wodurch die Knieextensoren stetigen Hangabtriebskräften ausgesetzt sind, wie sie sonst vor allem beim Bergabgehen auftreten. Bei einer Valgusfehlstellung ist der Q-Winkel vergrössert, was zu einer verstärkten Zugrichtung an der Patella nach lateral führt (Pagenstert & Bachmann, 2008; Hochschild, 2002). Die medial an der Patella inserierenden Muskelfasern versuchen dieser Kraft entgegen zu halten, werden dabei überlastet und passiv insuffizient. Hingegen verkürzen sich die lateralen Fasern.

Bei einer vergrösserten Tibiatorsion vergrössert sich der Q-Winkel ebenfalls. Dies geht häufig mit einem grossen Antetorsionswinkel des Hüftgelenks einher (Hüter-Becker, 2005). Durch die Medialisierung der Femurkondylen bei einem grossen Antetorsionswinkel im Hüftgelenk sind die Patella und die Fusslängsachse nach

medial gerichtet (Pagenstert et al., 2008; Hochschild, 2002). Durch diese Veränderung der Statik, nimmt die nach lateral gerichtete Komponente zu, was bedeutet, dass die Patella stärker nach lateral gezogen wird. Eine Fehlstellung im Hüftgelenk kann also ebenfalls zu einer Lateralisationstendenz der Patella und ihren Folgen führen (Hüter-Becker, 2005).

### **3.5.3 Muskulatur**

Die Kraft des VM und der Adduktoren sollte auf jeden Fall überprüft werden. Die Adduktoren bieten dem VMO ein relatives Punctum fixum. Bei abgeschwächten Adduktoren ist dieses nicht mehr gewährleistet, wodurch der VMO seine zentrierende Aufgabe nicht mehr erfüllen kann (Hüter-Becker, 2005). Um die Kraft des VM in Rückenlage besser testen zu können, kann der Patient dazu aufgefordert werden, gleichzeitig eine leichte Hüftausenrotation zu machen. Somit wird die Spannung des VM besser ersichtlich. Die maximale Kraft der Adduktoren sollte in Seitenlage getestet werden (Valerius et al., 2006). Ein Anzeichen für eine VMO-Insuffizienz kann das J-Zeichen sein. Zu sehen ist dieses, wenn der Patient sitzt und von daher eine volle aktive Knieextension durchführt. Wenn die Patella kurz vor der vollen Extension nach lateral statt gerade nach proximal gleitet ist das J-Zeichen positiv (Pagenstert et al., 2008; Dixit et al., 2007). Der Quadriceps ist bei PFPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden jedoch vor allem in Richtung der exzentrischen Bewegung abgeschwächt (Bennett & Stauber, 1986; zit. nach Christou, 2004, S.502). Wie die exzentrische Kraft des M. quadriceps getestet werden soll, ist in Christou (2004) jedoch nicht beschrieben.

Ebenfalls sollten die Hüftausenrotatoren auf die Kraft überprüft werden. Bei einer Schwäche kommt es zu einer funktionellen Innenrotation der Hüfte, was wiederum zu einer Lateralisation der Patella in ihrem Gleitlager führt. Dies kann gut in einem Einbeinsquat überprüft werden. Wenn das Knie dabei nach medial und die Hüfte in die Innenrotation fällt, könnten die Hüftausenrotatoren abgeschwächt sein (Fulkerson, 2002).

Der M. rectus femoris ist auf seine Länge und seinen Tonus zu prüfen, da eine Verkürzung zu einem höheren Anpressdruck der Patella führt. Eine ISG-Fehlstellung

durch ein Ilium posterior kann zu einer Tonus-Erhöhung des M. rectus femoris führen und ist deshalb ebenfalls bedeutsam. Der Tractus iliotibialis sollte auf Verkürzung getestet werden, da er eine Verbindung zum oberflächlichen schrägen lateralen Retinaculum der Patella hat und somit ebenfalls Einfluss auf ihre Stellung nimmt (Hüter-Becker, 2005, Dixit et al., 2007; Pagenstert et al., 2008).

Eine verkürzte Ischiocruralmuskulatur kann den benötigten Kraftaufwand des M. quadriceps erhöhen, um gegen ihren passiven Widerstand anspannen zu können. Dies wiederum verstärkt den Druck unter der Patella, was zu patellofemorale Schmerzen führen kann (Waryasz & McDermott, 2008).

### **3.5.4 Beweglichkeit**

Die aktive Knieextension vor allem aus einer maximalen Vordehnung heraus führt bei einem PFPS zu einer Schmerzzunahme. Die passive Beweglichkeit kann dagegen völlig schmerzfrei sein (Hüter-Becker, 2005). Die Beweglichkeit im Kniegelenk ist aber normalerweise bei einem PFPS nicht eingeschränkt (Dixit et al., 2007).

Die Beweglichkeit der Hüften sollte beidseits getestet werden. Ist die Innenrotation im Vergleich zur Aussenrotation vergrößert, ist dies ein Anzeichen auf einen vergrößerten Antetorsionswinkel. Bei Schmerzhaftigkeit der Hüfte in Richtung Innen- und Aussenrotation könnten die Knieschmerzen einen „referred pain“ aus der Hüfte darstellen und sollten darum weiter abgeklärt werden (Dixit et al., 2007). Wenn die Hüftextension eingeschränkt ist, verändert sich die Beckenstellung auf dem Caput femoris. Die Hüften befinden sich vom proximalen Hebel her in Flexion wodurch die Capita femori eher dorsal in der Pfanne liegen, was zu einer tendenziellen Innenrotation der Hüften führt (Hüter-Becker, 2005, Hochschild, 2002). Die Innenrotation der Hüfte wiederum führt wie oben beschrieben zu einer Lateralisation der Patella in ihrem Gleitlager.

Die Verschiebbarkeit der Patella sollte nach kaudal, lateral und medial im Seitenvergleich getestet werden. Die Ausgangsstellung ist dabei die volle Knieextension, da die Patella in dieser Position nicht mehr mit der Trochlea artikuliert

(Müller et al., 2000). Dabei ist die die Verschiebbarkeit der Patella nach lateral bei PFPS-Patienten häufig aufgrund der Muskeldysbalance von VM und VL vergrößert (Hüter-Becker, 2005).

### **3.6 Behandlung bei einem patellofemoralem Schmerzsyndrom**

Bei PFPS-Patienten muss wie bei allen Patienten auf die individuellen Schwächen und Fehlbelastungen eingegangen werden. Das häufigste Problem bei diesen Patienten ist jedoch ein Malalignment der Patella durch einen abgeschwächten VM respektive eine zu späte Rekrutierung des VMO im Vergleich zum VL (Coqueiro et al., 2005; Cowan et al., 2003; Sacco et al., 2006; Boling et al., 2006). Darum werden in dieser Arbeit hauptsächlich verschiedene Möglichkeiten, um den VM und VMO aufzutrainieren und deren frühzeitige Rekrutierung zu fördern, beschrieben.

#### **3.6.1 Evidenzbasierte physiotherapeutische Massnahmen für die Kräftigung und Verbesserung der Rekrutierung des M. vastus medialis obliquus**

Es wurden viele Massnahmen in Studien untersucht, um den VM und insbesondere des VMO zu kräftigen respektive das optimale Kraft- und Rekrutierungsverhältnis zwischen VMO und VL wiederherzustellen. Dabei ist zu erwähnen, dass in den vorliegenden Interventionsstudien oft mehrere Massnahmen gleichzeitig angewendet wurden. Dadurch ist es schwierig eine einzige Trainingsmethode zu evaluieren, die die Verbesserung der Symptome der PFPS-Patienten brachte.

##### **3.6.1.1 Squats mit isometrischer Hüftadduktion**

In der Studie von Coqueiro et al. (2005) wurde die Aktivität von VMO und VL bei Squats in 45° Knieflexion ohne und mit isometrischer Hüftadduktion anhand von EMG-Messungen untersucht. Die isometrische Hüftadduktion wurde mit Hilfe von einem mechanischen Widerstand zwischen den Beinen erreicht. Die Resultate haben gezeigt, dass der VMO und der VL bei Squats mit isometrischer Hüftadduktion einerseits stärker aktiviert werden und andererseits die aufgewendete Kraft von VMO und VL ausgeglichener ist. Der Grund dafür könnte sein, dass der VMO bei gleichzeitiger isometrischer Aktivierung der Adduktoren ein stabileres Punctum fixum hat und somit besser anspannen kann (Mc Connell, 1986, Mc Connell, 1996). Durch das ausgeglichene VMO/VL-Kraftverhältnis kann die Patella dynamisch besser stabilisiert werden. Somit macht es Sinn den VMO mit Squats und gleichzeitiger

Hüftadduktion zu trainieren. Eine Dosierung ist nicht angegeben, da es sich bei dieser Studie um eine einmalige Messung handelte.

Leider liegen keine weiteren Studien vor, bei denen lediglich die Wirkung von Squats mit isometrischer Hüftadduktion untersucht wurde. Bei der Studie von Sacco et al. (2006), wurden Squats mit isometrischer Hüftadduktion im Interventionsprogramm miteinbezogen. Zusätzlich wurden aber Dehnungen der Ischiocruralmuskulatur im Sitzen und in Rückenlage, Dehnung des M. quadriceps und des Tractus iliotibialis durchgeführt. Somit ist nicht mehr ersichtlich, welchen Einfluss die Squats mit isometrischer Hüftadduktion auf die Resultate hatten. Nach fünf Wochen waren jedoch statistisch signifikante Verbesserungen bei den funktionellen Knieassessments (knee evaluation scale based on Lysholm und patellofemoral joint evaluation scale based on Karlson) zu sehen. Der Kompressionstest der Patella war vor Beginn der Studie bei allen Patienten positiv, das heisst er löste Schmerzen aus. Nach Abschluss der Interventionen war dieser nur noch bei 50% der Patienten positiv. Zudem hat sich die Statik der Patienten verbessert, was aber statistisch nicht signifikant war. Zur Statik der Patienten ist zu erwähnen, dass in der Studie nicht beschrieben wird wie die Statik gemessen wurde und auf welche Aspekte der Statik bei den Patienten geachtet wurde. Die VMO- und VL-Muskelaktivität wurde mit Hilfe von EMG-Messungen untersucht. Die Unterschiede zwischen den Muskelaktivitäten von VMO und VL vor und nach der Interventionszeit, waren ebenfalls nicht statistisch signifikant. Ein Grund weshalb sich in dieser Studie praktisch nur Tendenzen und keine statistisch signifikanten Resultate abzeichneten, könnte die kleine Anzahl der Probanden gewesen sein.

### 3.6.1.2 Quadricepstraining in der geschlossenen Kette versus Training in der offenen Kette

Witvrouw, Danneels, Van Tiggelen, Willems & Cambier (2004) und Witvrouw, Lysens, Bellemans, Peers & Vanderstraeten (2000) haben Übungen zur Kräftigung des M. quadriceps in der geschlossenen Kette (CKC) mit solchen in der offenen Kette (OKC) miteinander verglichen. Sie wollten die Hypothese bestätigen, dass ein Quadricepstraining in der CKC einen signifikant besseren Langzeiteffekt als ein OKC-Training hat. Dazu haben sie zwei Gruppen untersucht. Die eine erhielt nur CKC- und die andere nur OKC-Übungen. In den OKC-Übungen waren unter anderem maximale statische Quadricepskontraktionen in voller Knieextension und Knieextension von 10° Flexion bis zur vollständigen Extension enthalten. Die Dosierung für alle OKC- und CKC-Übungen betrug drei Serien an zehn Wiederholungen. Bei den OKC-Übungen wurden die Stellungen sechs Sekunden isometrisch gehalten. Zwischen den Wiederholungen hatten die Patienten eine Pause von drei Sekunden und zwischen den Serien eine Minute Pause. Die CKC-Übungen bestanden unter anderem aus Leg Press, Velo fahren auf dem Hometrainer und Hüpfübungen auf dem Trampolin. Als Verlaufszeichen wurde die isokinetische Kraft mit einem Cybex 350 gemessen, die Visual Analog Scale (VAS) und die Anterior Knee Pain Scale (AKPS) angewendet. Die Kniefunktion wurde mit einem möglichst tiefen einbeinigen Squat, einem Step test (die Patienten mussten je nach Schmerz von einer 10-45 cm hohen Stufe runtersteigen) und einem Hüpfest untersucht.

Aufgrund der Resultate der verschiedenen Follow-up (nach fünf Wochen, drei Monaten und fünf Jahren) ist zu sehen, dass es nur bezüglich der VAS Unterschiede zwischen der CKC- und OKC-Gruppe gab. Im Follow-up nach fünf Wochen und drei Monaten zeigte die CKC bezüglich der Schmerzen in der Nacht, beim isokinetischen Krafttest und der Anzahl Blockierungen, bessere Resultate als die OKC-Gruppe. Beim Follow-up nach fünf Jahren hatte die OKC-Gruppe erstaunlicherweise statistisch signifikant weniger Schmerzen als die CKC-Gruppe. Wobei hier zu sagen ist, dass die OKC-Gruppe nach den fünf Jahren sportlich aktiver als die CKC-Gruppe war. Allgemein konnte festgestellt werden, dass die sportlich aktiven Patienten weniger

Beschwerden zeigten. Daraus kann geschlossen werden, dass PFPS-Patienten ihre sportliche Aktivität nicht drosseln, sondern diese lediglich ihren Beschwerden anpassen sollten. Weiter kann aus dieser Studie geschlossen werden, dass es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Resultate der CKC- und OKC-Übungen gibt. Denn die Unterschiede in der VAS lassen sich aufgrund einer fehlenden Kontrollgruppe nicht gut evaluieren. Dies bedeutet für die Praxis, dass es sinnvoll ist sowohl CKC- wie auch OKC-Übungen in der Behandlung von PFPS-Patienten anzuwenden, da beide ihre Vorteile haben.

Durch die fehlende Kontrollgruppe wird nicht klar, welche Verbesserungen natürlicher Herkunft sind. Bezüglich der Langzeitergebnisse ist zu erwähnen, dass die Verbesserungen, die nach drei Monaten bei den einzelnen Gruppen vorhanden waren, auch nach fünf Jahren nicht zurück gegangen sind. Das bedeutet, dass eine konservative Behandlung betreffend Langzeitwirkung effektiv ist.

#### 3.6.1.3 Tapen der Patella

Die ursprüngliche Idee des Tapen an der Patella ist, die Rekrutierung des VMO durch die Korrektur der Fehlstellungen zu verbessern. Dadurch sollen die Schmerzen der Patienten abnehmen (Mc Connell, 1996).

Das Tapen der Patella wird den individuellen Fehlstellungen im Patellafemoralgelenk des Patienten angepasst (Mc Connell, 1996). Ng & Cheng (2002) und Christou (2004) haben in ihren Studien gezeigt, dass ein Tape an der Patella die Schmerzen bei PFPS-Patienten signifikant senken kann. Wie die Schmerzreduktion zustande kommt, konnte jedoch noch nicht eindeutig geklärt werden. Herrington, Malloy & Richards (2005) haben in ihrer Studie die Wirkung eines Patellartapes an gesunden jungen Frauen untersucht. Sie konnten eine Abnahme der EMG-Aktivität des VMO sowie auch des VL feststellen. Bei gesunden Probanden kann ein Tape demzufolge die Muskelaktivierung verändern. Dies würde bedeuten, dass ein Tape auch bei PFPS-Patienten neuromuskuläre Veränderungen bewirkt und dadurch Einfluss auf die Schmerzen nehmen kann. Christou (2004) hat in seiner Studie ähnliche Ergebnisse erhalten. Er führte ebenfalls EMG-Messungen, mit und ohne Tape der Patella, an VMO und VL bei Gesunden wie auch bei PFPS-Patienten durch. Bei den

Gesunden war eine Abnahme der VMO- und VL-Aktivität festzustellen, während bei den PFPS-Patienten die VMO- und VL-Aktivität statistisch signifikant zugenommen hat. Gleichzeitig haben die Schmerzen der Patienten bis zu 86% abgenommen. Da die Schmerzreduktion jedoch bei allen drei Tape-Arten (Placebo-Tape, Medialisierungs- und Lateralisierungstape) statistisch signifikant war, schliesst Christou daraus, dass die Schmerzreduktion über Gate control zustande kommt. Durch die Schmerzreduktion können der VMO und der VL wieder effektiver arbeiten und demzufolge nimmt ihre EMG-Aktivität zu. Bennell, Duncan & Cowan (2006) haben in ihrer Studie, an momentan schmerzfreien PFPS-Patienten, keine Unterschiede in der VMO- und VL-Aktivierung mit einem Tape beobachten können. Bennell et al. schliessen ebenfalls daraus, dass die Verbesserung der EMG-Aktivität bei symptomatischen PFPS-Patienten durch eine Schmerzreduktion zustande kommt. Sie konnten in früheren Studien ebenfalls beobachten, dass die VMO- und VL-Aktivität bei Anwendung eines Tapes bei PFPS-Patienten zugenommen hat. Ng et al. (2002) haben jedoch in ihrer Studie trotz Schmerzreduktion eine Verminderung der Aktivität von VMO und VL feststellen können, was gegen die Hypothese von Bennell et al. (2006) und Christou (2004) sprechen würde. Ng et al. (2002) begründen ihre Beobachtung mit der Hypothese, dass die Patella durch das Tape bereits gut zentriert wird und der VMO darum seine Aktivität nicht erhöhen müsse. Ng et al. (2002) finden es darum nicht sinnvoll die Patella für ein funktionelles VMO-Training zu tapen, da dies seine Muskelaktivität senkt. An dieser Stelle ist jedoch zu erwähnen, dass Ng et al. (2002) alle vorhandenen Fehlstellungen der Patella mit dem Tape korrigiert haben. Bei Christou (2004) wurde die Patella durch das Tape lediglich medialisiert, lateralisiert oder hatte keinen Zug (Placebotape). Dies könnte die unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich der EMG-Aktivität des VMO und VL erklären. Bezüglich der neurophysiologischen Hintergründe der Schmerzreduktion mit einem Patellartape und dem Tapen der Patella allgemein bei einem PFPS sind demzufolge weitere Untersuchungen nötig.

#### 3.6.1.4 Therapieprogramme ohne Biofeedback

In der Studie von Boling et al. (2006) wurde ein Therapieprogramm untersucht, welches ausschliesslich aus Übungen bestand, bei denen mit dem eigenen Körpergewicht gearbeitet wird. Dieses hatte zum Ziel, das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis zu verbessern. Einige dieser Übungen waren z.B. kleine Squats bis und mit 30° Knieflexion, ein Einbeinstand ohne und mit instabilem Untergrund, ein einbeiniger Fersenstand, mit einem Theraband um die Sprunggelenke rückwärts oder seitwärts zu laufen oder Sprünge nach vorwärts zu machen. Die Dosierung betrug bei allen Übungen drei Serien an zehn Wiederholungen. Bei statischen Übungen wurden 15 Wiederholungen an fünf Sekunden durchgeführt. Die VMO- und VL-Aktivität wurde anhand von EMG während dem Treppen steigen und hinuntergehen gemessen. Vor Studienbeginn zeigte der VL eine deutlich höhere Aktivität als der VMO und begann früher anzuspannen. Die Resultate zeigen, dass nach sechs Wochen eine signifikante Verbesserung der VMO-Aktivität stattgefunden hat und der VMO vor dem VL anzuspannen begann. Zudem haben sich die VAS der Patienten und der Functional Index Questionnaire (FIQ) signifikant verbessert. Die Studie sagt aus, dass mit funktionellen Übungen, die das Knie mit dem Körpergewicht belasten, die Muskeldysbalance zwischen VMO und VL, die bei PFPS-Patienten oft zu sehen ist, aufgehoben werden kann. Durch das verbesserte VMO/VL-Kraftverhältnis vermindern sich die Schmerzen der Patienten deutlich. Leider wurden die EMG-Messungen nicht wöchentlich durchgeführt, so dass nicht ersichtlich ist, ob sich zuerst das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis verbessert hat und die Schmerzen danach nachliessen oder ob es umgekehrt war.

Crossley et al. (2002) haben ebenfalls ein Therapieprogramm für PFPS-Patienten untersucht und mit einer Placebobehandlung verglichen. In diesem Therapieprogramm waren unter anderem Dehnungen (3x 60 Sekunden) der Ischiocruralmuskulatur und der Hüftflexoren sowie Mobilisationen der Patella, das Taping der Patella, Übungen wie isometrische Anspannung des VMO im Sitz bei 90° Flexion, Squats bis und mit 40° Flexion inklusive isometrischer Anspannung der Gluteaen (4 Serien an 10 Wiederholungen) oder isometrische Hüftabduktion im

Stehen gegen eine Wand (4 Serien an 15 Sekunden), enthalten. Diese Studie konnte nachweisen, dass ein physiotherapeutisches Therapieprogramm bei PFPS-Patienten nach sechs Wochen signifikante Verbesserungen bezüglich Schmerz und Funktion bringt, eine Placebothherapie jedoch nicht. Da die Placebogruppe nach diesen sechs Wochen auch Physiotherapie erhielt sind keine Langzeitverbesserungen aus dieser Studie ersichtlich. Zudem wird aus der Studie nicht klar, welche der Interventionen zu den Verbesserungen beigetragen hat und aufgrund welcher Kriterien diese Interventionen ausgewählt wurden.

#### 3.6.1.5 Therapieprogramme mit Biofeedback

In der Studie von Ng et al. (2008) wurde ein Therapieprogramm bei der einen Gruppe mit und bei der anderen ohne Biofeedback untersucht. Die Resultate beider Gruppen wurden nach acht Wochen miteinander verglichen. Das Therapieprogramm wurde den Patienten zu Beginn der Studie instruiert und wurde danach von den Patienten selbständig, täglich 30 Minuten, als Heimprogramm durchgeführt. Das Heimprogramm enthielt unter anderem ein Warm-up, maximale statische Quadricepskontraktionen in voller Knieextension im Sitz, Dehnung der Ischiocruralmuskulatur mittels SLR, die letzten 10° Extension des Knies konzentrisch im Sitzen durchführen, Kräftigung der Hüftadduktoren und Leg Press. Die Dosierungen wurden individuell angepasst, was zum Vorteil der Patienten ist, jedoch auf die Kosten der Reliabilität der Resultate geht. Die Gruppe, die zusätzlich ein Biofeedback bekam, um während den Übungen den VMO selektiv und kontrolliert anspannen zu können, zeigte nach den acht Wochen signifikante Verbesserungen des VMO/VL-Rekrutierungs- und Kraftverhältnisses in ihrem Alltag. Die andere Gruppe hingegen wies keine signifikanten Verbesserungen auf. Der Unterschied zu anderen Therapieprogrammen wie z.B. Boling et al., die auch ohne Biofeedback eine signifikante Verbesserung der VMO- und VL-Rekrutierung beobachten konnten, könnte in der Dosierung der Übungen liegen. Bei Ng et al. (2008) wurden die Übungen nie mit dem Körpergewicht sondern mit Gewichten von 1-10 kg durchgeführt. Dadurch war die Belastung für die Muskulatur kleiner, was bedeutet, dass es umso wichtiger ist, wenn die Patienten ein Biofeedback haben, welches ihnen die Anspannung des VMO anzeigt. Bei Übungen in denen mit dem ganzen Körpergewicht gearbeitet wird, ist die Belastung für den Muskel höher. Er muss mehr

arbeiten und wird dadurch auch stärker trainiert. Die Kraft des VMO und VL und ihr Rekrutierungsverhältnis wurden mit EMG-Biofeedback-Messungen zu Beginn der Studie und nach acht Wochen Therapie, während sechs Stunden im Alltag der Patienten gemessen. Als Vergleichswert wurde die Maximalkraft von VMO und VL im einbeinigen Sitz-Stand Übergang gemessen. Diese Studie zeigt, dass ein Biofeedback als zusätzliche Methode zum Training den Patienten helfen kann, den VMO selektiv zu trainieren. Das VMO/VL-Rekrutierungs- und Kraftverhältnis verbessert sich dadurch in kurzer Zeit signifikant. Welche der Übungen des Therapieprogramms zu den Verbesserungen des VMO/VL-Rekrutierungs- und Kraftverhältnisses beigetragen haben, ist jedoch nicht ersichtlich. Ein positiver Aspekt dieser Studie ist aber auf jeden Fall, dass die EMG-Messungen im Alltag der Patienten durchgeführt wurden. Denn in der Studie von Cowan et al. (2003) wurden die EMG-Messungen im Fersen- und Zehenstand durchgeführt. Wenn die Patienten den VMO und VL im Fersen- und Zehenstand wieder gleichzeitig aktivieren können, bedeutet dies jedoch nicht unbedingt, dass diese Resultate auf den Alltag der Patienten übertragen werden können.

Die Studie von Cowan et al. (2003) untersuchte ebenfalls ein Therapieprogramm mit Biofeedback zur Verbesserung des VMO/VL-Rekrutierungs- und Kraftverhältnisses. Die Patienten erhielten während sechs Wochen einmal pro Woche Therapie. Das Therapieprogramm enthielt isometrische Kontraktionen des M. quadriceps im Sitzen mit Fokus auf den VMO, Squats bis und mit 40° Knieflexion, die mit isometrischen Kontraktionen der Gluteaen kombiniert wurden, Step-ups und Step-downs, Kräftigung der Hüftaussenrotatoren und ein VMO-Training im Stehen mit isometrischer Hüftabduktion. Zusätzlich wurde den Patienten ein Tape für die Medialisierung der Patella verabreicht und es wurden Dehnungen der Ischiocruralmuskulatur, der lateralen Retinacula der Patella und der Hüftflexoren durchgeführt. Die Kraftübungen für den VMO wurden alle mit Hilfe von Biofeedback durchgeführt. Dieses Therapieprogramm wurde mit einer Placebobehandlung verglichen. Nach sechs Wochen Therapie wurden der VMO und der VL im Fersen- und Zehenstand bei der Interventionsgruppe gleichzeitig aktiviert. In der Placebogruppe wurde wie zu Beginn der Interventionen stets noch der VL vor dem VMO aktiviert. Die Schmerzen und die

Kniefunktion haben sich in der Therapiegruppe ebenfalls signifikant verbessert. Dies zeigt, dass durch die physiotherapeutischen Interventionen, die mit der Therapiegruppe durchgeführt wurden, die motorische Kontrolle und die antizipatorische Aktivierung des VMO wiederhergestellt werden konnten. Bei dieser Studie ist wiederum nicht ersichtlich, welche der Interventionen zur Verbesserung der Symptome und des VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnisses beigetragen haben. Zudem ist die Dosierung der Übungen nicht angegeben, was den Transfer des Therapieprogramms in die Praxis ebenfalls erschwert.

Cowan et al. haben bereits im Jahre 2002 eine ähnliche Studie durchgeführt und dieselben Ergebnisse erhalten.

### **3.6.2 Auswirkung von einem ausgewogenen Kraft- und Rekrutierungsverhältnis von VMO/VL auf die Schmerzen und die Kniefunktion bei Patienten mit einem patellofemoralem Schmerzsyndrom**

Cowan et al. (2002), Cowan et al. (2003), Ng et al. (2008), Crossley et al. (2002) und Boling et al. (2006) konnten in ihren Studie zeigen, dass nach der Therapie, welche die Verbesserung des VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnisses zum Ziel hatte, die Schmerzen und die Kniefunktion der PFPS-Patienten statistisch signifikant verbessert wurden. Der VMO wurde nach der Therapie wie bei Gesunden vor dem VL oder gleichzeitig aktiviert. Da bereits eine Verzögerung von 5 ms bei der VMO Rekrutierung zu einer signifikanten Zunahme von patellofemoralem Dysfunktionen führt, ist es sehr wichtig, dass die VMO- und VL-Rekrutierung möglichst gleichzeitig erfolgen (Cowan et al., 2003). Durch Physiotherapien, welche die Kraft und die Rekrutierung des VMO verbessern, können die Symptome von PFPS-Patienten deshalb gezielt gelindert werden.

### 3.7 Diskussion

Der erste Teil der Fragestellung für diese Arbeit lautet „Wie stehen ein abgeschwächter M. vastus medialis obliquus und ein patellofemorales Schmerzsyndrom im Zusammenhang?“ Nach Lin et al. (2008), Ng et al. (2008), Hüter-Becker (2005), Bohnsack et al. (2005), Coqueiro et al. (2005), Sacco et al. (2006), Crossley et al. (2002) und Boling, et al. (2006) stellt ein abgeschwächter VMO und das dadurch entstehende Malalignment der Patella in ihrem Gleitlager, die Hauptursache für ein PFPS dar. Es wurden lediglich zwei Studien von denselben Autoren gefunden, die diese Meinung nicht teilten. Diese Studien wurden an Leichen durchgeführt und dadurch nur aufgrund von strukturellen Daten auf die Funktion des VMO geschlossen. Strukturell gesehen ist es eher unwahrscheinlich, dass der VMO einzeln als Patellastabilisator arbeitet. Es wurde keine Faszie zwischen dem VMO und VML und keine separate Innervation gesehen. Das bedeutet, dass es sich hier strukturell nicht um zwei einzelne Muskeln handelt. Der VMO macht nur 38% der gesamten Länge des VM aus und von diesen 38% setzen weniger als 10% direkt an der Patella an (Peeler et al., 2005). Das muss jedoch nicht bedeuten, dass dies funktionell nicht möglich ist. Lin et al. (2008) konnten feststellen, dass der VMO für Patellafehlstellungen zuständig sein kann, sein Einfluss auf die Fehlstellung jedoch vor allem gegen Ende der Extension gross ist. Das heisst, wenn die Patella in einer Knieflexion ab ca. 30° eine Fehlstellung aufweist, könnten andere Faktoren wie Hypermobilität der unteren Extremität für eine Achsenfehlstellung der Patella zuständig sein. Ng et al. (2008), Coqueiro et al. (2005), Sacco et al. (2006), Boling et al. (2006) und Bennell et al. (2006) haben in ihren Studien feststellen können, dass das VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnis bei PFPS-Patienten nicht wie bei Gesunden 1:1 beträgt sondern, dass der VL vor dem VMO anspannt und stärker ist. Ng et al. (2008) und Boling et al. (2006) haben beobachtet, dass sich das VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnis nach einem VMO Training und anderen Interventionen stark verbessert hat. Ng et al. (2008) haben leider deren Auswirkung auf den Schmerz und die Kniefunktion nicht untersucht, was eine Schwachstelle dieser Studie darstellt. Boling et al. (2006) konnten anhand der VAS eine signifikante Schmerzreduktion feststellen und der FIQ fiel nach der Therapie ebenfalls besser

aus. Das heisst ein optimales VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnis bringt auch eine funktionelle Verbesserung für die Patienten und hat demnach einen Einfluss auf ein PFPS. Die Untersucher haben die EMG-Messungen leider nur zu Beginn und nach Abschluss der Studie durchgeführt. Dies bedeutet, dass der Zusammenhang zwischen der Schmerzabnahme und der Verbesserung der EMG-Aktivität des VMO nicht geklärt werden konnte. Es ist nicht klar, ob sich zuerst die EMG-Aktivität verbessert hat und daraus die Schmerzreduktion folgte oder ob es umgekehrt war. Dies wäre sicherlich ein Punkt an dem noch weiter geforscht werden sollte.

Der zweite Teil der Fragestellung bezieht sich auf evidenzbasierte Trainingsmöglichkeiten, um den VMO aufzutrainieren und seine Rekrutierung zu verbessern. Es konnten Studien zu fünf verschiedenen Arten des VMO-Trainings gefunden werden. Dies sind Squats mit isometrischer Hüftadduktion, ein Quadricepstraining in der offenen und geschlossenen Kette, das Taping der Patella und Trainingsprogramme mit und ohne Biofeedback. Es gibt nur sehr wenige Studien, die einzelne Trainingsmethoden untersuchen. Viele Studien untersuchen ganze Trainingsprogramme auf ihre Auswirkung auf das PFPS. Darum besteht oft das Problem, dass nicht genau definiert werden kann, welche dieser Methoden zur Verbesserung der Symptome der Patienten geführt haben und welche nutzlos sind. Dazu kommt, dass bei Cowan et al. (2003) keine Dosierung angegeben wird und bei Ng et al. (2008) nicht eindeutig ersichtlich ist, welche Übungen tatsächlich durchgeführt wurden. Dies erschwert den Praxistransfer zusätzlich. Darum sollte noch weitere Forschung bezüglich der einzelnen Therapiemöglichkeiten betrieben werden. Da es nur wenige Studien gibt, die dieselben Trainingsmethoden untersucht haben, können die Studien nur schlecht miteinander verglichen werden.

Aus der Studie von Boling et al. (2006) und den Reviews von Fulkerson (2002) und Dixit et al. (2007) wird ersichtlich, dass selten nur eine Struktur für Fehlstellungen oder Schmerzen verantwortlich ist. Eine Fehlfunktion an einem Ort zieht meistens auch weitere Dysfunktionen im muskulo-skeletalen Bereich mit sich. Dies bedeutet, dass in der Therapie von einem PFPS nicht nur ein Aufbau des VMO erfolgen sollte sondern, dass auf andere Strukturen wie z.B. die Hüftaussenrotatoren und

Abduktoren, die bei PFPS-Patienten oft abgeschwächt sind (Fulkerson, 2002), ebenfalls zu achten ist. Da die Fragestellung jedoch eingegrenzt werden musste, war es notwendig sich nur auf einen Ansatz der Therapie bei PFPS-Patienten zu konzentrieren.

## 4 Schlussteil

### 4.1 Zusammenfassung

Die Ergebnisse des ersten Teils der Fragestellung sind, dass die Schmerzen bei einem PFPS nach einem VMO-Training signifikant abnehmen. Dies bedeutet, dass der VMO mit dem PFPS in Zusammenhang steht. Es ist jedoch noch nicht klar, wie die Schmerzabnahme zu Stande kommt. Aus den Studien wird nicht ersichtlich, ob sich während der Therapie zuerst die Rekrutierung oder die Kraft des VMO verbessern und der Schmerz aufgrund dessen nachlässt oder ob es umgekehrt ist. Ausserdem ist nicht klar, ob vor allem die Schwäche des VMO oder eine zu späte Rekrutierung für ein PFPS verantwortlich sind. Eine schlechte Rekrutierung des VMO muss nicht zwingend bedeuten, dass der Muskel abgeschwächt ist, sondern es könnte auch ein Problem seitens der motorischen Kontrolle des Muskels bestehen (Cowan et al., 2002). Von der Methodik her wäre es darum sinnvoll gewesen den ersten Teil der Fragestellung auf das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis und dessen Zusammenhang mit dem PFPS einzugrenzen. So könnte die Frage nach dem Zusammenhang zwischen dem VMO und dem PFPS noch detaillierter geklärt werden.

Bezüglich des zweiten Teils der Fragestellung ist zu erwähnen, dass es nur wenige Studien gibt, die einzelne Interventionen untersucht haben. Darum können nur schlecht einzelne Interventionen eruiert werden, die den VMO auftrainieren und dessen Rekrutierung verbessern. Es wäre sinnvoll gewesen nur auf eine bestimmte Intervention wie z.B. dem Taping der Patella einzugehen. Dies hätte gut mit der Frage nach dem Zusammenhang zwischen einem schlechten VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis und dem PFPS zusammen gepasst. Der Grund dafür ist, dass das Hauptziel des Taping der Patella darin besteht, wieder ein optimales VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis herzustellen. Da allgemein auf evidenzbasierte Therapiemethoden eingegangen wurde, konnten die einzelnen Methoden nicht sehr detailliert besprochen werden. Es konnte jedoch eine Auswahl an evidenzbasierten Interventionen zur Behandlung von PFPS-Patienten aufgezeigt werden, welche in einer weiteren Arbeit einzeln beurteilt werden könnten. Eine Fragestellung für eine

neue Arbeit auf diesem Gebiet könnte demzufolge lauten: „Wie stehen ein schlechtes VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis mit einem PFPS im Zusammenhang und wie kann das Taping der Patella die Symptome der Patienten vermindern?“

## **4.2 Schlussfolgerungen**

Mit Physiotherapie kann bei PFPS-Patienten eine signifikante Schmerzreduktion und eine Verbesserung des VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnisses erreicht werden (Cowan et al., 2002; Cowan et al., 2003; Sacco et al., 2006; Crossley et al., 2002; Boling et al., 2006; Ng et al. 2002). Jedoch ist noch nicht ganz klar, welche der Interventionen die grössten Verbesserungen der Symptome hervorrufen. Oft werden in den Studien ganze Interventionsprogramme untersucht. Darum wäre es dringend nötig, dass in der Forschung vermehrt einzelne Interventionen auf ihre Wirksamkeit untersucht würden. Für die Praxis wäre es von Vorteil, wenn unnötige Interventionen aufgedeckt werden könnten, da dies in der Therapie Zeit und Kosten sparen würde.

## **4.3 Offene Fragen**

Eine offene Frage ist, ob bei der Behandlung von einem PFPS zuerst eine Schmerzverbesserung auftritt und sich dadurch die Rekrutierung und die Kraft des VMO verbessert oder ob sich zuerst das VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnis verbessert, die Patella demnach wieder besser zentriert wird und die Schmerzen der Patienten dadurch abnehmen. Dies ist sicherlich ein interessanter Aspekt, an dem weiter geforscht werden kann. Dadurch könnte die Wirkweise der Physiotherapie bei einem PFPS besser verstanden und die Interventionen entsprechend angepasst werden.

Die zweite offene Frage ist, welche einzelnen Übungen die Rekrutierung und die Kraft des VMO nun tatsächlich verbessern. Diese Frage könnte anhand von Studien, die nur einzelne Interventionen untersuchen, geklärt werden.

## 5 Verzeichnisse

### 5.1 Literaturverzeichnis

Bennell, K., Duncan, M. & Cowan, S. (2006). Effect of Patellar Taping on Vasti Onset Timing, Knee Kinematics, and Kinetics in Asymptomatic Individuals with a Delayed Onset of Vastus Medialis Oblique. *Journal of Orthopaedic Research*, Sep 24 (9), 1854-1860.

Bohnsack, M., Börner, C., Rühmann, O. & Wirth, C.J. (2005). Patellofemorales Schmerzsyndrom. *Der Orthopäde*, Jul 34 (7), 668-676.

Boling, M.C., Bolgla, L.A., Mattacola, C.G., Uhl, T.L. & Hosey, R.G. (2006). Outcomes of a Weight-Bearing Rehabilitation Program for Patients Diagnosed With Patellofemoral Pain Syndrom. *Archives of Physical medicine Rehabilitation*, Nov 87 (11), 1428- 1435.

Christou, E.A. (2004). Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Aug 14 (4), 495-504.

Coqueiro, K.R.R., Bevilaqua- Grossi, D., Bérzin, F., Soares, A.B., Candolo, C. & Monteiro- Pedro, V. (2005). Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Dec 15 (6), 596- 603.

Cowan, S.M., Bennell, K.L., Crossley, K.M., Hodges, P.W. & Mc Connell, J. (2002). Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (12), 1879- 1885.

Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M. & Mc Connell, J. (2003). Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy. *Journal of Orthopaedic Research*, May 21 (3), 552-558.

Crossley, K., Bennell, K., Green, S., Cowan, S. & Mc Connell, J. (2002). Physical Therapy for Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports medicine*, Nov 30 (6), 857-865.

De C.N. Sacco, I., Konno, G.K., Rojas, G.B., Arnone A.C., de Campos Pássaro, A., Marques, A. P. & Cabral, C.M.N. (2006). Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral Syndrome patients. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, Apr 16 (2), 167-174.

Dixit, S., Difiori, J.P., Burton, M., Mines, B. (2007). Management of Patellofemoral Pain Syndrome. *American Family Physician*, Jan 75 (2), 194-202.

Fagan, V. & Delahunt, E. (2008). Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. *British Journal of Sports Medicine*, Oct 42 (10), 789-795.

Fulkerson, J.P. (2002). Diagnosis and Treatment of Patients with Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports Medicine*, May- Jun 30 (3), 447-456.

Hochschild, J. (2002). *Strukturen und Funktionen begreifen Band 2*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Hüter-Becker A. (2006). *Das neue Denkmodell in der Physiotherapie Band 1: Bewegungssystem*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Hüter-Becker A. (2005). *Physiotherapie in der Orthopädie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Lang, F. & Lang, Ph. (2007). *Basiswissen Physiologie 2. Auflage*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Lin, Y.-F., Lin, J.-J., Jan, M.-H., Wei, T.-Ch., Shih, H.-Y. & Cheng, Ch.-K. (2008). Role of the Vastus Medialis Obliquus in Repositioning the Patella. *The American Journal of Sports medicine*, April 36 (4), 741- 746.

Mc Connell, J. (1986). The Management of Chondromalacia Patellae: A Long Term Solution. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 32 (4), 215-223.

Mc Connell, J. (1996). Management of patellofemoral problems. *Manual Therapy*, 1 (2), 60-66.

Müller, W. & Wirz, D. (2000). Anatomie, Biomechanik und Dynamik des Patellafemoralgelenks. In Wirth, C.J. & Rudert, M. (Hrsg.), *Das patellofemorale Schmerzsyndrom* (S. 3-19). Darmstadt: Steinkopff Verlag.

Ng, G.Y.F. & Cheng, J.Y.F. (2002). The effects of patellar taping on pain and neuromuscular performance in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Rehabilitation*, Dec 16 (8), 821-827.

Ng, G.Y.F., Zhang, A.Q. & Li, C.K. (2008). Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography & Kinesiology*, 18 (1), 128-133.

Paffrath, B. (1999). *Femoropatellares Schmerzsyndrom: Muskulärer Aufbau des M. vastus medialis obliquus durch Krankengymnastik und funktionelle Elektrostimulation- Muskelzuwachs und klinische Auswirkungen*. Köln: Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln.

Peeler, J. & Anderson, J.E. (2007). Structural Parameters of the Vastus Medialis Muscle and Its Relationship to Patellofemoral Joint Deterioration. *Clinical Anatomy*, Apr 20 (3), 307-314.

Peeler, J., Cooper, J., Porter, M.M., Thliveris, J.A. & Anderson, J.E. (2005). Structural Parameters of the Vastus Medialis Muscle. *Clinical Anatomy*, May 18 (4), 281-289.

Tortora, G.J. & Derrickson, B.H. (2006). *Anatomie und Physiologie*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Valerius, K.-P., Frank, A., Kolster, B.B., Hirsch, M.C., Hamilton, C. & Alejandro Lafont, E. (2006). *Das Muskelbuch*. Marburg: KVM Dr. Kolster Produktions- und Verlags GmbH.

Waryasz, G.R. & Mc Dermott, A.Y. (2008). Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic Medicine*, Published online 2008 June 26. doi: 10.1186/1476-5918-7-9.

Werner, S. (2000). Das patellofemorale Schmerzsyndrom- Ein physiotherapeutischer Ansatz. In Wirth, C. J. & Rudert, M. (Hrsg.), *Das patellofemorale Schmerzsyndrom* (S.113-117). Darmstadt: Steinkopff Verlag.

Witvrouw, E., Cambier, D., Danneels, L., Bellemans, J., Werner, S., Almqvist, F. & Verdonk, R. (2003). The effect of exercise regimens on reflex response time of vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Aug 13 (4), 251- 258.

Witvrouw, E., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Willems, T.M. & Cambier, D. (2004). Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises in Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports medicine*, Jul- Aug 32 (5), 1122-1130.

Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Peers, K. & Vanderstraeten, G. (2000). Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports medicine*, Sept 28 (5), 687-694.

## 5.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. auf Titelseite (rot: M. vastus medialis): [On-Line]. Available:

<http://www.sante.cc/electro/dossiers/quadrifemo/quadrifemo01cmax.jpg> (29.5.09).

Abb. 1: Hochschild, J. (2002). *Strukturen und Funktionen begreifen Band 2*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Abb. 2: Müller, W. & Wirz, D. (2000). Anatomie, Biomechanik und Dynamik des Patellafemoralgelenks. In Wirth, C.J. & Rudert, M. (Hrsg.), *Das patellofemorale Schmerzsyndrom* (S. 3-19). Darmstadt: Steinkopff Verlag.

Abb. 3: Hochschild, J. (2002). *Strukturen und Funktionen begreifen Band 2*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Abb. 4: Hüter-Becker A. (2006). *Das neue Denkmodell in der Physiotherapie Band 1: Bewegungssystem*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

## 5.3 Abkürzungsverzeichnis

AKPS	Anterior Knee Pain Scale
CKC	Closed Kinetic Chain (geschlossenen Kette)
EMG-Aktivität	Elektromyographische Aktivität
FIQ	Functional Index Questionnaire
ISG	Iliosakral Gelenk
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenti
M.	Musculus
MeSH	Medical Subject Heading Terms
Mm.	Musculi
ms	Millisekunden
OKC	Open Kinetic Chain (offene Kette)

PFPS	Patellofemoral Pain Syndrome (Patellofemorales Schmerzsyndrom)
VAS	Visual Analog Scale
VL	Musculus vastus lateralis
VM	Musculus vastus medialis
VML	Musculus vastus medialis longus
VMO	Musculus vastus medialis obliquus
Q-Winkel	Quadriceps Winkel

## **6 Eigenständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe.

Langnau a. A., 15. Juni 2009

Eliane Gruber

## 7 Anhang

### 7.1 Beurteilung der verwendeten Studien

Die Studien sind nach den Guidelines for Critical Review Form - Quantitative Studies der Autoren Law, Stewart, Pollock, Bosch & Westmorland (1998) beurteilt.

**Beurteilung der Studie: “Structural Parameters of the Vastus Medialis Muscle and Its Relationship to Patellofemoral Joint Deterioration”** (*Clinical Anatomy* 2007 April 20 (3) pp. 307-314, Peeler, J. & Anderson, J.E.)

#### **Ziel/Zweck der Studie:**

Diese Studie wollte die Hypothese überprüfen, ob es eine Beziehung zwischen strukturellen Parametern (Länge des VML und dem Winkel zwischen der Achse des Femurs und den unteren Muskelfasern des VML), der Gliedausrichtung (normal, valgus oder varus), dem Ausmass und der Lokalisation, bei der das Patellofemorale Gelenk zerstört ist, gibt.

#### **Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

#### **Design der Studie:**

Das Design der Studie wird nicht beschrieben. Es gleicht einem Querschnitts-Design, da nur eine Gruppe untersucht wird und es sich um eine retrospektive Erfassung von Daten handelt.

#### **Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht?**

##### **(Sample/Selection Bias)**

Es wurden 32 (18 von weiblichen und 14 von männlichen Leichen), davon 24 Intakte und noch am Körper fixierte Glieder untersucht. Das Alter der verstorbenen Patienten betrug 79 +/- 12 Jahre (SD). Alle Pat. hatten keine Anzeichen von Verletzungen oder Operationen an der Hüfte, dem Oberschenkel, Knie oder Unterschenkel und hatten eine normale Ausrichtung und Grösse der Patella. Wiesen die Hüftflexoren, -abduktoren, oder -adduktoren der Leichen Kontrakturen auf, wurden diese nicht für die Studie verwendet. Informationen über das Alter, Geschlecht und die Todesursache erhielten die Untersucher gemäss den Personal Health Information Act of Manitob, vom Departement of Human anatomy and Cell Science at the University of Manitoba.

Der Selection Bias ist sicherlich gering, da die Untersucher darauf geachtet haben, dass die Glieder alle mehr oder weniger homogen sind.

## **Wie wurden die Resultate gemessen?**

### **(Measurement/Detection Bias)**

Die Länge der Muskelfasern des VML und der Winkel der unteren Fasern zur Femurachse wurden jeweils von immer derselben Messperson, die mehr als zehn Jahre Erfahrung im Sezieren hat, mit einem Goniometer von Baseline<sup>TM</sup>, gemessen. Es halfen ihm drei Studenten vom Department of Human Anatomy and Cell Science at the University of Manitoba, welche vor der Studie an einem Pilotprojekt für die Datensammlung teilgenommen hatten. Die Studie wurde zweimal und randomisiert durchgeführt. In jeder Sitzung massen die Untersucher die Gelenkerstörung einzeln und unabhängig voneinander. Die Patella wurde in sechs Teile eingeteilt, wovon der meist betroffene Teil dann nach Tiefe, Weite und Farbe beurteilt wurde. Für Tiefe und Weite wurden Punkte von 1-5 vergeben und für die Farbe Punkte von 1-4. Diese Punkte wurden dann multipliziert, so, dass die Pat. max. 100 Punkte bekommen konnten. Dies ergab den Severity Index (SI). Je mehr Punkte, desto grösser war die Zerstörung des Knorpels an der Patella. Der Detection Bias wurde dadurch minimiert, in dem die drei Studenten, die in der Studie die Messungen der Zerstörung der Patella vornahmen, bereits vorher an einem Pilotprojekt teilgenommen hatten und so mit den Einteilungsgraden der Zerstörung vertraut waren. Zudem wurden alle Messungen zweimal durchgeführt und die interrater Reliabilität wie auch die intrarater Reliabilität für den Severity Index (SI) berechnet.

## **Wie wurden die Interventionen durchgeführt?**

### **(Intervention/Performance Bias)**

Es wurden nur Messungen und keine Interventionen durchgeführt. Darum gibt es keinen Performance Bias.

### **Reliabilität der Resultate:**

Die Resultate sind reliabel, da alle Schritte zur Berechnung der Resultate nachvollziehbar sind und aufgezeigt werden. Die intrarater Reliabilität und die interrater Reliabilität für den Severity Index (SI) waren hoch.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Der Schweregrad und die Lokalisation der Knorpelschädigung hängen nicht mit den oben erwähnten strukturellen Parametern des VM zusammen. Ausserdem wurde anhand der Resultate festgestellt, dass nur 10% der gesamten Länge des VM direkt an der Patella inseriert. Somit stände nur ein kleiner Anteil des Muskels für die aktive mediale Stabilisation der Patella zur Verfügung. Ebenfalls beobachtet wurde, dass dieser Anteil in einem Winkel von  $57 \pm 6^\circ$  auf die Patella trifft und somit die Patella nicht in eine Position bringt, um die aktive mediale Stabilisation zu gewährleisten.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Es wurden keine statistisch signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) zwischen Frauen und Männern gefunden. Ebenfalls zeigten sich zwischen den verschiedenen Gliedern, bei den am meisten betroffenen Zonen, keine signifikanten Unterschiede im SI. Beide Resultate wurden mit Anova t-tests untersucht. Um die Beziehungen zwischen den Muskelfaserlängen und den SI zu untersuchen, wurden Spearmans rank correlations berechnet. Diese zeigten sehr geringe Korrelationen auf.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die Untersucher diskutieren die klinische Relevanz und bezeichnen sie als gross, da oft die Hypothese besteht, dass der VM die Patella während der Extension aktiv stabilisiert, um das optimale Gleiten der Patella in der Trochlea zu unterstützen. Diese Studie zeigt nun auf, dass jedoch die Strukturellen Parameter des VM nichts mit dem Schweregrad und der Lokalisation der Schädigung an der Patella zu tun haben.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Es wurden Daten von Leichen entnommen, welche alle bis zum Schluss verwendet wurden.

**Was sagt die Studie aus?**

Der Schweregrad und die Lokalisation der Knorpelschädigung hängen nicht mit den oben erwähnten strukturellen Parametern des VM zusammen.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Studie verwirft die oft gestellte Hypothese, dass die strukturellen Parameter des VM etwas mit der Zentrierung und daraus folgend mit Knorpelschäden der Patella in Verbindung stehen. Es müsste darum noch untersucht werden, inwiefern die Kraft des VM eine Rolle für die Knorpelschädigungen spielt. Interessant zu wissen wäre sicherlich auch, ob die Länge nur für die Lokalisation der Knorpelschädigung an der Patella keine Rolle spielt oder, ob die Länge des VM allgemein keinen Einfluss auf das Patellafemorale Gelenk hat.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Da die Studie an Leichen durchgeführt wurde, ist es schwierig zu sagen, welche Knorpelschädigungen vom Alter her kommen und welche nun tatsächlich z.B. durch zu kurze Muskelfasern des VM entstanden sind. Ausserdem werden keine Richtwerte für die Längen der Muskelfasern und für die Winkel zwischen den unteren Muskelfasern und der Achse des Femurs angegeben. Ebenfalls nicht erwähnt ist, ab wann die Untersucher ein Knie als Valgus, Varus betrachten. Der Leser hat dadurch kein Wissen darüber, welche Werte als physiologisch betrachtet wurden.

**Beurteilung der Studie “Role of the Vastus Medialis Obliquus in Repositioning the Patella”** (*The American Journal of Sports Medicine* 2008 April 36 (4) pp. 741-746  
Lin, Y.-F., Lin, J.-J., Jan, M.-H., Wei, T.Ch., Shih, H.-Y., Cheng, Ch.-K.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel der Studie war es die Hypothese zu bestätigen, dass die morphologische Charakteristik des VMO mit der Achsenfehlstellung der Patella in Zusammenhang steht.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Querschnittsdesign; Level of evidence 3

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht?**

**(Sample/Selection Bias)**

112 Patienten davon 89 Frauen und 23 Männer (138 Knie) mit einem Durchschnittsalter von 36,1 +/- 10,4 Jahre (Alter der Patienten zwischen 17- 50 Jahre) wurden untersucht. Die Einschlusskriterien waren, dass die Patienten bei mehr als zwei der folgenden Aktivitäten: sitzen, vom sitzen aufstehen, hinauf oder hinab laufen, in die Hocke gehen und wieder aufstehen, rennen, knien oder hüpfen, Schmerzen angaben. Ausschlusskriterien waren andere Krankheiten, Rheumatismus, Gicht, Arthritis, Knieoperationen, Arthrose und Patienten mit Deformitäten des Unterschenkels. Der Selection Bias ist klein, da bei der Auswahl gut auf die Ein- und Ausschlusskriterien geachtet wurde. Zu bemängeln ist sicherlich, dass es keine Kontrollgruppe mit gesunden Probanden gibt und nur die nicht symptomatischen Knie der Probanden untersucht wurden.

**Wie wurden die Resultate gemessen?**

**(Measurement/Detection Bias)**

Mit einem CT wurde bei allen Patienten die Patellastellung mit maximal isometrisch kontrahiertem und nicht kontrahiertem M. quadriceps in 0°, 15° und 30 ° Flexion gemessen. Da in früheren Studien gesehen wurde, dass die Patella vor allem zwischen 0- 30° Flexion von ihrer normalen Stellung abweicht, wurden diese drei Flexionsgrade für die Messungen gewählt. Die Sprunggelenke wurden fixiert, um eine Aussenrotation der Füße zu vermeiden.

Ausserdem wurde die Querschnittsfläche (CSA) des VMO mit einem CT fünfmal in allen Stellungen mit kontrahiertem und nicht kontrahiertem M. quadriceps gemessen. Der Grund dafür ist, dass in früheren Studien gesehen wurde, dass die CSA proportional zu der Muskelkraft des VMO steht. Da es

Differenzen beim patellar tilt angle of Grelsamer (PTAG) und dem Lateral shift of Sasaki (LS) bei kontrahiertem und nicht kontrahiertem M. quadriceps gab, wurden die Patienten in vier Untergruppen eingeteilt. In diesen Gruppen wurde die Achsenfehlstellung der Patella in 0° Flexion und bei nicht kontrahiertem M. quadriceps nochmals betrachtet. Dies, um die Beziehung zwischen dem VMO und der Achsenfehlstellung besser analysieren zu können. Typ 1 waren die Patienten, die einen Patellatilt und eine Subluxation der Patella aufwiesen, Typ 2 solche mit einem Patellatilt, Typ 3 diese mit einer Patella Subluxation und Typ 4 diese, die nichts aufwiesen. Der Detection Bias hält sich klein, da alle Messungen mit einem CT durchgeführt wurden.

#### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt?**

##### **(Intervention/Performance Bias)**

Es wurden nur Messungen und keine Interventionen durchgeführt. Darum gibt es keinen Performance Bias.

##### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung über die Validität der Resultate wird in dieser Studie nicht vorgenommen. Da die Messungen mit einem CT durchgeführt wurden, sind die Resultate sicherlich reproduzierbar.

##### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

##### **Resultate:**

Insgesamt hat die Achsenfehlstellung der Patella mit einer Kontraktion des M. quadriceps zugenommen, mit zunehmender Flexion jedoch wieder abgenommen. Diese Studie sagt aus, dass der VMO bei Patienten mit einem PFPS mit einer Achsenfehlstellung der Patella in Zusammenhang steht. Diese Beziehung wurde vor allem bei Patienten der Untergruppe 1, das heisst bei Patienten mit einem Patellatilt und einer Subluxation der Patella gesehen. Der Pearson's correlation coefficient betrug hier 0.824 was bedeutet, dass in 82.4 % der Fälle eine Korrelation zwischen der Achsenfehlstellung und dem VMO festgestellt werden konnte. Ausserdem wurde festgestellt, dass der VMO mehr Einfluss auf einen Patellatilt als auf eine Subluxation hat. Insgesamt ist der VMO aber nur zu 7.8-13% für die Achsenfehlstellung der Patella zuständig. Andere Faktoren wie Hypermobilität der unteren Extremität, Weichteildysbalancen z.B. der Ligamente und Homeostase des Gewebes können ebenfalls zu einer Achsenfehlstellung der Patella führen. Darum ist es wichtig in der Therapie von Patienten mit patellofemorale Schmerzen und einem Patellatilt oder einer Subluxation der Patella, den Fokus nicht nur auf den Aufbau des VMO zu setzen.

Je mehr, dass das Knie in Flexion ist, desto weniger hat der M. quadriceps etwas damit zu tun, wenn die Patella eine Achsenfehlstellung aufzeigt. Ausserdem wurde in dieser Studie auch gesehen, dass

ein Patellatilt und ein lateral Shift in Flexion immer mehr abnehmen. Dies ist unabhängig davon, ob der M. quadriceps angespannt ist oder nicht.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Es wurden signifikante Unterschiede ( $p < 0.05$ ) im PTAG in 15° Knieflexion und dem LS in 30° Knieflexion zwischen den symptomatischen und nicht symptomatischen Knien beobachtet. Signifikante Korrelationen zwischen dem VMO und den Patellafehlstellungen gab es ebenfalls. Die Patellafehlstellungen wurden mit dem Shapiro- Wilk test ( $p < 0.05$ ) überprüft, wobei die Resultate normal verteilt waren. Das heisst 95.94% aller Messwerte haben eine Abweichung von max. 2 SD vom Mittelwert.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die klinische Relevanz ist Teil der Diskussion in dieser Studie.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?**

**Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Es wird nicht darüber berichtet, dass gewisse Teilnehmer nicht bis zum Schluss an der Studie teilgenommen haben.

**Was sagt die Studie aus?**

Siehe Resultate

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Siehe Resultate

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Es gibt keine Kontrollgruppe. Sie haben zwar die nicht symptomatischen Knie der Probanden untersucht, aber immerhin haben diese Probanden bereits an einem Knie ein PFPS. Es ist also nicht auszuschliessen, dass das zweite Knie auch nicht als „normal“ betrachtet werden kann. Die Patienten wurden zwar aufgefordert, den M. quadriceps maximal anzuspannen aber die Motivation oder die Schmerzen könnten dazu geführt haben, dass die Patienten den M. quadriceps nicht maximal angespannt haben. Die verschiedenen Achsenfehlstellungen wurden nur in der offenen Kette getestet, wodurch sich die Frage stellt, ob diese auf die geschlossene Kette übertragbar sind, in welcher das Knie hauptsächlich benutzt wird.

**Beurteilung der Studie “Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome”** (*Journal of Electromyography and Kinesiology* 2008 18 (1) pp. 128- 133, Ng, G.Y.F., Zhang, A.Q. & Li, C.K.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

In dieser Studie sollte untersucht werden, ob das Verhältnis der Kraft von VMO/VL bei Patienten mit einem PFPS nach einem Physiotherapeutischen Trainingsprogramm grösser ist. Zudem sollten die Auswirkungen von Übungen mit Biofeedback auf das Kraftverhältnis von VMO/VL im Alltag untersucht werden.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen auch wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Randomisierte kontrollierte Studie

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht?**

**(Sample/Selection Bias)**

Es wurden 26 Patienten (16 Frauen und 10 Männer) zwischen 20 und 55 Jahren mit einem PFPS untersucht. Die Einschlusskriterien waren, dass die Schmerzen mindestens seit sechs Monaten bestanden, die Patienten noch keine Physiotherapie hatten und sie bei mindestens zwei der folgenden Aktivitäten Schmerzen verspürten: Treppen hinaufsteigen und hinabgehen, in die Hocke gehen, knien, längeres sitzen, hüpfen oder springen. Der Selection Bias wurde durch klare Einschlusskriterien minimiert. Zu kritisieren ist, dass der Leser nicht weiss, wo und wie die Diagnose des PFPS zustande kam. Ebenfalls nicht geschrieben stehen Ausschlusskriterien, wie zum Beispiel Meniskusläsionen oder frühere Unfälle etc.

**Wie wurden die Resultate gemessen?**

**(Measurement/Detection Bias)**

Um die EMG-Biofeedback Aktivitäten des VMO und VL zu messen wurden die Elektroden für den VMO 4cm superior und 3cm medial vom superior- medialen Rand der Patella fixiert. Diese für den VL wurden 10cm superior und 7cm lateral vom superioren Rand der Patella fixiert. Die Positionen der Elektroden, knöcherne Referenzpunkte wie das Fibulaköpfchen, Hautflecken und Narben wurden auf einer Plastikfolie markiert, welche dem Patienten jeweils vor der Platzierung der Elektroden angezogen wurde. Die Elektroden wurden aber auf der blossen Haut platziert. Somit konnte die exakt gleiche Position der Elektroden bei den verschiedenen Messungen garantiert werden.

Um den maximalen Wert beim EMG-Biofeedback des VMO und VL bei Kontraktion zu messen, mussten die Patienten im Einbeinstand vom Sitz in den Stand gelangen. Diese Werte wurden dann als Referenz genommen. Durch die präzise Platzierung der Elektroden konnte der Detection Bias sehr klein gehalten werden. Ebenfalls wichtig ist, dass die Untersucher einen maximalen Kraftvektor als Vergleich für die angewandten Kräfte im Alltag, angewandt haben. Die Gruppen wiesen zu Beginn der Studie keine Unterschiede auf, was einen Vergleich der beiden Gruppen zuließ.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt?**

#### **(Intervention/Performance Bias)**

Zuerst wurden alle Patienten für sechs Stunden an ein EMG-Biofeedbackgerät angeschlossen. In diesen sechs Stunden mussten sie ihren Aktivitäten des täglichen Lebens nachgehen. So wurde ermittelt, wie das Verhältnis der Aktivität von VMO/VL bei diesen Patienten im Alltag ist. Danach wurden die Patienten von einem an der Studie mitarbeitenden Physiotherapeuten randomisiert in eine „Übungsgruppe“ (Gruppe 1) und in eine „EMG-Biofeedback+ Übungsgruppe“ (Gruppe 2) mit je 13 Patienten eingeteilt. Die Patienten wussten aber nicht, dass es jeweils noch eine andere Gruppe gab. Der Physiotherapeut, der die Gruppen einteilte, wusste ebenfalls nicht darüber Bescheid, welche Gruppe dann zu Gruppe 1 und 2 wurde.

Die Studie dauerte insgesamt acht Wochen und die Patienten mussten jeden Tag 30 Minuten Übungen durchführen. Die Patienten wurden in der ersten „Lektion“ instruiert, wie sie die Übungen durchführen sollten und bekamen zusätzlich eine Broschüre, welche diese Übungen beinhaltete.

Das Training beinhaltete ein Warm-up, ein Krafttraining für die Knieextensoren, ein Propriozeptionstraining für das Knie und Übungen für die Schnellkraft des VMO. Die Gruppe 2 machte dieselben Übungen aber mit Hilfe des EMG-Biofeedbacks. Während der Studie wurden die Patienten 1x/Woche angerufen, um deren Fortschritte zu überprüfen. Nach diesen acht Wochen wurden die EMG-Messungen nochmals durchgeführt. Der Performance Bias besteht darin, dass die Probanden zwar 1x/Woche angerufen wurden, um ihre Fortschritte zu überprüfen, die Möglichkeit aber trotzdem bestand, dass ein Pat. z.B. nicht immer 30min/Tag übte oder auch zwischendurch einen Tag auslassen konnte. Es steht auch nicht beschrieben, wie die Fortschritte per Telefon überprüft wurden. Hier wäre es sicherlich von Vorteil gewesen, wenn die Probanden mind. 1x/Woche von einem Physiotherapeuten betreut worden wären, um die Fortschritte und die Durchführung der Übungen zu überprüfen.

#### **Reliabilität der Resultate:**

Der ICC (1,1) war für beide Gruppen höher als 0.9, was bedeutet, dass die Messungen eine gute Reliabilität aufweisen. Die Resultate sind sicherlich reproduzierbar, da die Messungen sehr präzise durchgeführt wurden und gut beschrieben steht, wie die Untersucher vorgehen.

**Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

**Resultate:**

In der ersten Messung des VMO/VL-Verhältnisses unterschieden sich die Gruppen nicht. Nach den acht Wochen Training hat sich das VMO/VL-Verhältnis bei der Gruppe 2 signifikant ( $p=0.016$ ) verändert. Das Signifikantslevel lag bei  $p < 0.05$ . Bei der Gruppe 1 war der p- Wert bei 0.355, was bedeutet, dass die Veränderung nicht signifikant war.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Veränderung des VMO/VL-Verhältnisses in der Gruppe 2 war signifikant. Die Ergebnisse wurden mit unabhängigen t- Tests analysiert. Zuerst, um zu untersuchen, ob die Gruppen am Anfang auf dem gleichen Niveau waren und dann, um die Differenz zwischen den Gruppen nach dem Training zu untersuchen. Zusätzlich wurden paired t- Tests durchgeführt, um die Unterschiede in den einzelnen Gruppen vor und nach dem achtwöchigen Training zu sehen.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Ja die klinische Relevanz wird erwähnt. Das Biofeedback kann den Patienten als zusätzliche Methode zum Training helfen den VMO selektiv zu trainieren.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Alle Patienten haben bis zum Schluss der Studie teilgenommen

**Was sagt die Studie aus?**

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das VMO/VL-Verhältnis sich zwar in beiden Gruppen verbessert hat, aber, dass nur die Resultate der Gruppe 2 statistisch signifikant sind. Es würde also Sinn machen den Patienten zusätzlich zum physiotherapeutischen Programm ein EMG-Biofeedback Gerät zum üben zu geben. Der Grund dafür ist, dass die Patienten so bereits während dem Training immer ein Feedback haben, ob sie nun richtig trainieren oder, ob sie etwas verändern müssen. So kann der VMO viel gezielter auftrainiert werden. Ebenfalls verdeutlicht diese Studie, dass das VMO/VL-Verhältnis in der Rehabilitation des PFPS eine wesentliche Rolle spielt, da die Patella bei einem optimalen Verhältnis besser zentriert werden kann und so auch die Schmerzen der Patienten abnehmen.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Ein extrinsisches Feedback wie Biofeedback fördert die Kontrolle über die genaue Durchführung der Übungen. Für den Pat. wird es dadurch einfacher sein Training gezielt durchzuführen. Somit können sich die Übungen positiver auf die zu trainierenden Strukturen auswirken.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Man weiss nach dieser Studie nicht genau, welche Übungen des physiotherapeutischen Trainings genau zur Verbesserung des VMO/VL-Kraft- und Rekrutierungsverhältnisses geführt haben. Das wäre sicherlich noch etwas, was weitere Untersuchungen wert wäre.

**Beurteilung der Studie “Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in untrained postural tasks can be restored by physical therapy”** (*Journal of Orthopaedic Research* 2003 May 21 (3) pp. 553-558, Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M. & Mc Connell, J.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel der Studie war es zu untersuchen, ob die Aktivierungsreihenfolge oder allgemein die Rekrutierung des VM und VL, welche oft ein Problem bei Patienten mit dem PFPS darstellt, durch physiotherapeutische Massnahmen beeinflusst werden kann.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Randomisierte kontrollierte Studie

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es wurden 40 Patienten (25 Frauen und 15 Männer) bis und mit 40 Jahren (um das Risiko von bereits bestehender Arthrose zu vermindern) mit der Diagnose des PFPS untersucht. Sie mussten bei mindestens zwei der folgenden Aktivitäten anteriore oder retropatelläre Schmerzen verspüren: langes Sitzen, Treppen steigen und hinunter gehen, in die Hocke gehen, rennen, knien, hüpfen und springen. Ausserdem mussten sie Schmerzen bei der Patellapalpation und beim hinuntergehen von einem 25cm hohen Stepper haben. Die Patienten wiesen auf der VAS ein Level von 3- 10cm auf. Ihre Schmerzen wurden nicht durch ein vorangegangenes Trauma ausgelöst sondern sind schleichend gekommen. Ausschlusskriterien waren Symptome, die auf andere Krankheiten hätten schliessen lassen, sowie Befunde, die die Durchführung der Studie hätten stören beispielsweise die Ergebnisse verfälschen können. Beispiele dafür sind bereits durchgeführtes Patellartaping, Unfähigkeit sechs Wochen bei diesem physiotherapeutischen Interventionsprogramm teilzunehmen, eine Allergie auf Klebetape oder das nicht Beherrschen des geschriebenen und gesprochenen Englischs. Die Patienten wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 erhielt Physiotherapie (n= 22 davon 13 Frauen und 9 Männer) und Gruppe 2 erhielt eine Placebothherapie (n= 18 davon 12 Frauen und 6 Männer). Der Selection Bias wurde durch präzise Ein- und Ausschlusskriterien minimiert. Es steht aber leider nicht beschrieben, wer und wie die Diagnose des PFPS gestellt hat.

### **Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die Aktivität von VMO, VL, M. tibialis anterior und dem M. soleus wurde mit einem EMG während dem Zehen- und Fersenstand gemessen. Der Detection Bias besteht darin, dass der Zehen- und Fersenstand keine funktionellen Bewegungen darstellen und sich die Resultate der Messungen schlecht auf den Alltag der Patienten transferieren lassen. Zudem ist nur schlecht beschrieben, wo die Elektroden befestigt wurden.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Alle Patienten bekamen 1x/Woche während sechs Wochen Physiotherapie bei einem Therapeuten, der Erfahrung mit dem PFPS hatte. Gruppe 1 führte in den Wochen 1-2 folgende Übungen mit EMG-Biofeedback durch: sanfte isometrische Kontraktionen des VMO im Sitzen mit dem Knie in 90° Flexion und Squats bis zu 40° Flexion mit gleichzeitiger isometrischen Kontraktion der Glutäen.

In den Wochen 3-6, wenn die Patienten fünf mal von einem Stepper mit einer Höhe von 20cm ohne Schmerzen hinunter gehen konnten, mussten sie zusätzlich diese Übung machen und, um den VMO weiter aufzutrainieren, im Stehen eine isometrische Hüft- Abduktion ausführen. Dazu wurde den Patienten ein Tape für die Patella verabreicht, welches diese medialisierte. Ausserdem mussten die Patienten ein Stretching des lateralen Retinaculum, der Hamstrings und der vorderen Hüftstrukturen durchführen. Ebenfalls wurde eine Kräftigung der Hüftausserrotatoren (Gluteus medius) durchgeführt, um die biomechanische Ausrichtung des patellafemorales Gelenkes und somit die Rekrutierung des VMO zu verbessern.

Die Placebogruppe bekam nur Übungen, die nur einen minimalen Effekt auf das Knie haben. Ausserdem wurde ihnen ein Tape so aufgeklebt, dass es keinerlei Auswirkung auf die Patella hatte. Dazu bekamen sie noch Ultraschall Behandlungen und es wurde ihnen ein nicht therapeutisches Gel aufgetragen (Ultraschallgel und Handcreme vom Spital). Der Intervention Bias besteht darin, dass nicht beschrieben steht wie lange und wie oft die Patienten z.B. die isometrischen Kontraktionen des VMO ausführen mussten. Minimiert wurde er aber dadurch, dass präzise Aktivitäten (Zehen- und Fersenstand beides 10x) für die Messung der Rekrutierung von VMO/VL verwendet wurden. Die Frage bleibt aber, ob man vom Zehen- und Fersenstand daraus schliessen kann, dass die Aktivierung des VMO/VL nach der Therapie im ADL ebenfalls gleichzeitig erfolgt. Dazu kommt, dass kein Follow-up eine gewisse Zeit später nach Abschluss der Therapie durchgeführt wurde. Dadurch konnte der Langzeiteffekt nicht untersucht werden.

### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung der Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Die Resultate sind jedoch nicht gut reproduzierbar, da der Leser nicht weiss, wie lange und wie oft die Pat. die Übungen durchführen mussten. Die Messungen wurden aber gut evaluiert und statistisch analysiert.

**Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

**Resultate:**

Nach den sechs Wochen Therapie wurden der VMO und der VL im Fersen- und Zehenstand bei der Interventionsgruppe gleichzeitig aktiviert. In der Placebogruppe wurde wie zu Beginn der Interventionen stets noch der VL vor dem VMO aktiviert. Die Schmerzen und die Kniefunktion haben sich in der Therapiegruppe ebenfalls signifikant verbessert. Das zeigt, dass durch die physiotherapeutischen Interventionen, die mit der Therapiegruppe durchgeführt wurden die motorische Kontrolle und die antizipatorische Aktivierung des VMO wiederhergestellt werden konnten.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Es wurden unabhängige t- Tests durchgeführt, um sicher zu stellen, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen betreffend dem Durchschnittsalter, dem Gewicht und der Grösse bestanden.

Es wurden ungepaarte t-Tests durchgeführt, um zu untersuchen, ob die initialen EMG- Werte der beiden Gruppen beim Zehen- und Fersenstand, die Aktivierungszeiten von VMO und VL und die Reaktionszeit sich nicht voneinander unterschieden. Die Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.

Ausserdem wurden die anfänglichen EMG Aktivierungszeiten zwischen dem VMO und VL, beim Zehen- und Fersenstand, von den Schlusszeiten abgezogen. Dasselbe wurde für die Reaktionszeit im Zehen- und Fersenstand, den VAS- Werten und dem AKP gemacht. Hier gab es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Separate wiederholte ANOVA Tests wurden gemacht, um die EMG Aktivierungszeiten und die Reaktionszeiten der beiden Vasti der Interventions- und der Placebogruppe zu vergleichen.

Unabhängige t-Tests wurden für die Differenzen der VAS und des AKPs zwischen den beiden Gruppen durchgeführt.

Unabhängige one group t- Tests wurden verwendet, um zu bestimmen ob die EMG Aktivierungszeiten im Zehen- und Fersenstand sich nach den Behandlungen signifikant verändert haben. Das heisst es wurde berechnet, ob der VMO und der VL nach der Therapie gleichzeitig aktiviert wurden. In der Interventionsgruppe wurde der VMO nach den sechs Wochen signifikant früher rekrutiert ( $p < 0.005$ ).

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Es wird über die klinische Relevanz diskutiert und zwar wurde schon in früheren Studien gesehen, dass bereits eine Verzögerung von 5 ms bei der VMO Rekrutierung zu einer signifikanten Zunahme von patellofemorale Dysfunktionen führt. Somit ist es sehr wichtig, dass die Rekrutierung von VMO und VL möglichst gleichzeitig erfolgt.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?  
Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Sieben Patienten (2 der Placebo- und 5 der Therapiegruppe) sind nicht mehr für die Untersuchung nach den Interventionen erschienen. Somit wurden deren Daten nicht mehr für die Schlussergebnisse verwendet, da es keinen Unterschied machte, ob man die Rechnung mit den besten oder schlechtesten Annahmen von ihren Daten machte.

**Was sagt die Studie aus?**

Siehe Resultate

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Es wurde in dieser Studie gesehen, dass physiotherapeutische Massnahmen im Stande sind, die Rekrutierungszeit von Muskeln zu ändern, obwohl dies auf der Stufe des ZNS passiert. Die Untersucher stellten sich ebenfalls die Frage, wie diese Studie wohl mit Patienten, die an einer ZNS Störung leiden, herausgekommen wäre.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Bei dieser Studie weiss man wiederum nicht, welche Übung nun tatsächlich zur Verbesserung der motorischen Kontrolle und antizipatorischen Kontraktion des VMO geführt hat. Ausserdem wurden diese Übungen bei Patienten mit einem gesunden ZNS durchgeführt. Es ist also unklar, ob man die motorische Kontrolle und die antizipatorische Kontraktion des VMO mit diesen Übungen auch bei Patienten mit neurologischen Schäden verbessern könnte. Zusätzlich war dies keine Langzeitstudie und es ist nicht klar wie lang die Wirkung der Interventionen anhält.

## **Beurteilung der Studie “Structural Parameters of the Vastus Medialis Muscle”**

*(Clinical Anatomy 2005 May 18 (4) pp. 281-289, Peeler, J., Cooper, J., Porter, M.M., Thliveris, J.A. & Anderson, J.E.)*

### **Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte die Hypothese bestätigen, dass die Hauptfunktion des VMO die aktive mediale Stabilisation der Patella ist.

### **Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

### **Design der Studie:**

Das Design der Studie ist nicht angegeben, gleicht jedoch einem Fallstudien Design.

### **Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es wurden 32 Glieder von 24 Leichen, die noch nicht sezirt waren und die keine Anzeichen einer Operation, eines Unfalls an der unteren Extremität aufwiesen, untersucht. Es gab klare Ausschlusskriterien, was den Selection Bias klein hält.

### **Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die Leichen wurden sezirt und der VMO, VML und deren Innervation genau betrachtet. Das Sezieren wurde vorher an anderen Leichen geübt und die Personen, die sezirten genau instruiert. Das Sezieren hatte immer den gleichen Ablauf, wodurch das Risiko, Strukturen unwillentlich voneinander zu trennen, vermindert wurde. Ebenfalls betrachtet und eingeteilt wurden die Knie nach Varus und Valgusfehlstellungen. In der Studie steht beschrieben, wie diese eingeteilt wurden. Der Detection Bias hält sich klein, da das Sezieren immer den gleichen Ablauf hatte. Leider wird nicht beschrieben, wer und wie viele Personen am Sezieren beteiligt waren.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Es wurden keine Interventionen durchgeführt somit gibt es keinen Performance Bias.

**Reliabilität der Resultate:** Eine Beurteilung über die Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Die Reihenfolge der Sezierung etc. ist aber sehr genau beschrieben, so dass die Resultate reproduzierbar sind.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

**Resultate:**

Die Sezierung hat einen signifikanten Unterschied ( $p < 0.01$ ) zwischen der Ausrichtung der Muskelfasern des VMO und VML gezeigt. Es wurde aber keine Faszie zwischen dem VMO und VML und keine separate Innervation gesehen, was nicht dafür spricht, dass es sich hier um zwei einzelne Muskeln handelt. Der VMO macht nur 38% der gesamten VM Länge aus und davon setzen weniger als 10% direkt an der Patella an.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Der Unterschied zwischen der Ausrichtung der Muskelfasern des VMO und VML ist signifikant. Die Resultate wurden mit einem Wilcoxon signed rank sum test analysiert.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Durch das, dass die Untersucher ihre Hypothese verwerfen, stellen sie das gezielte VMO Training in der Rehabilitation von PFPS in Frage.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Da die Studie an Leichen durchgeführt wurde, gab es keine Drop-outs.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass man den VMO nicht als einzeln funktionierender Patellastabilisator betrachten kann.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Studie widerlegt die Hypothese, dass der VMO für die Zentrierung der Patella zuständig ist. Somit macht es theoretisch keinen Sinn in der Rehabilitation von PFPS gezielt den VMO aufzutrainieren.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Da die Studie an Leichen durchgeführt wurde, sind keinerlei funktionelle Resultate vorhanden und die Funktion des VMO wird nur aufgrund von strukturellen Daten bestimmt. Es könnte aber durchaus sein, dass der VMO strukturell gesehen keinen Einfluss auf die Patella haben kann, dies funktionell aber möglich ist.

**Beurteilung der Studie “Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome”** (*Journal of Electromyography and Kinesiology* 2005 Decembre 15 (6) pp. 596-603, Coqueiro, K.R.R., Bewilaqua-Grossi, D., Bérzin, F., Soares, A. B, Candolo, C. & Moteiro- Pedro, V.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte den Effekt von isometrischer Hüftadduktion, bei Squats von 45°, auf die Aktivität de s VMO und VL untersuchen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Das Design der Studie wird nicht beschrieben, gleicht aber einem Fall- Kontroll Design.

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es wurden 20 Frauen untersucht. Zehn Frauen hatten ein PFPS und die anderen zehn nicht. *Einschlusskriterien* für die PFPS-Patienten waren: Keine vorhergehenden Verletzungen des muskulo-skeletalen Systems, vor der Physikalischen Untersuchung seit mindestens drei Monaten keine Schmerzen mehr gehabt, Schmerzen bei mindestens zwei der folgenden Aktivitäten (langes Sitzen, in die Hocke gehen, Treppen steigen oder hinuntergehen, rennen, knien oder hüpfen). Ausserdem mussten mindestens drei folgender Befunde festgestellt werden: starke Pronation im subthalarer Gelenk, Patella alta, hyper- oder hypomobile Patella, straffer Tractus iliotibialis, vergrößerter Q-Winkel, AR der Tibia, eine schlechte Führung der Patella und Schmerzen bei der Patellapalpation. Die *Ausschlusskriterien* waren vorangegangene Knie- oder Unterschenkeloperationen, Patelladislokationen und Luxationen, klinische Zeichen von Meniskus- oder Ligament Läsionen und Pathologie des Lig. patellae. Die gesunde Gruppe hatte einen Altersdurchschnitt von 21.8 +/- 2.52 Jahre, die Grösse betrug 165 +/- 0.043cm, und ein Gewicht von 58.38 +/- 5.88kg. Die PFPS-Gruppe hatte einen Altersdurchschnitt von 23.2 +/- 2.65 Jahre, eine Grösse von 158 +/- 0.0056 cm und ein Gewicht von 50.53 +/- 5.82kg. Der Selection Bias wurde durch genaue Ein- und Ausschlusskriterien minimiert. Dadurch, dass die Kontrollgruppe ebenfalls aus jungen, eher kleinen Frauen bestand konnten die Gruppen sicherlich gut miteinander verglichen werden. Die Gruppen sind dafür sehr klein und die Resultate können dadurch nicht unbedingt verallgemeinert werden.

### **Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die Muskelaktivität wurde mit einem EMG gemessen. Die Patienten bekamen eine Elektrode, die die Aktivität des VMO mass. Diese wurde 4cm superior und medial vom superomedialen Rand der Patella in einem Winkel von 50- 55° zur Referenzlinie (Spin a iliaca anterior superior zum Zentrum der Patella) befestigt. Die zweite Elektrode, welche die Aktivität des VL mass wurde 15cm superior vom superolateralen Rand der Patella mit einem Winkel von ca. 13.6° zur Referenzlinie platziert. Die Referenzelektrode wurde am linken Handgelenk mit Velcro tape befestigt. Sobald die Probanden zwei Sekunden in der isometrischen Spannung waren, das heisst im Squat, wurde die Muskelaktivität des VMO und VL mit Hilfe des EMG gemessen. Der Detection Bias wurde dadurch minimiert, dass genaue Referenzpunkte für die Platzierung der Messelektroden gewählt wurden. Es steht aber nicht beschrieben, ob die Elektroden beim sitzenden Patienten oder im Stand platziert wurden, was noch wesentlich zu wissen wäre, da die Patella sich bekannterweise nicht immer an der selben Stelle befindet.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Beide Gruppen mussten einen zweibeinigen Squat von 45° mit und ohne Hüftadduktion machen. Beim zweibeinigen Squat ohne Hüftadduktion mussten die Probanden bis 45° in die Hocke gehen dort sechs Sekunden bleiben und dann wieder zur Ausgangsposition zurück kehren. Das wurde 3x im 2-Minuten Intervall durchgeführt. Danach hatten die Probanden eine Pause von vier Minuten und mussten danach dieselbe Übung mit Hüftadduktion machen. Dazu gab man ihnen einen mechanischen Widerstand zwischen die Oberschenkel, gegen welchen sie dann die Hüftadduktion ausführen konnten. Die Reihenfolge der Übungen, also ob die Probanden nun zuerst die Squats mit Hüftadduktion oder ohne Hüftadduktion machen mussten, wurde randomisiert zugeteilt.

Sobald die Probanden zwei Sekunden in der isometrischen Spannung waren, das heisst im Squat, wurde die Muskelaktivität des VMO und VL mit Hilfe des EMG gemessen.

Zu erwähnen ist auch, dass die Probanden vor den eigentlichen Messungen ein Warm-up mit einem Stretching der Adduktoren, des M. quadriceps, der Hamstrings und der Wadenmuskulatur für je eine Minute durchführen mussten. Es bleibt aber ungeklärt, was dies für eine Funktion hatte.

Der Performance Bias ist gering, da die Probanden genau über die Übung informiert wurden und diese standardisiert wurde (die Probanden wurden alle in eine exakt gleiche ASTE gebracht).

### **Reliabilität der Resultate:**

Die Autoren haben keine Beurteilung der Reliabilität der Resultate vorgenommen. Die Reproduzierbarkeit der Resultate ist vermindert, da nicht genau beschrieben wird, wie die Elektroden an den Patienten befestigt wurden. Das heisst es ist dem Leser unbekannt in welcher Position sich

der Patient befand. Da die Messungen aber an zwei homogenen Gruppen und durch ein EMG durchgeführt wurden sind die Resultate reproduzierbar.

#### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

#### **Resultate:**

Die Resultate sind, dass der VL bei den Probanden mit dem PFPS bei der Squatübung ohne Hüftadduktion stärker aktiviert wurde, als bei der Übung mit der Hüftadduktion. Bei den Squats mit isometrischer Hüftadduktion waren der VMO und der VL bei beiden Gruppe erstens stärker aktiviert und zweitens war das VMO/VL-Kraftverhältnis viel ausgeglichener also ohne die isometrische Hüftadduktion.

#### **Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Zur statistischen Analyse der Resultate wurden Tests of Repeated Measure Analysis of Variance benutzt. Zwischen den Gruppen wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden ( $p= 0.0935$ ). Der Unterschied der Aktivierung von VMO/VL mit und ohne isometrische Hüftadduktion war jedoch in beiden Gruppen signifikant ( $p=0.0002$ ).

#### **Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die Autoren schreiben, dass Squats mit Hüftadduktion sicherlich ein guter Ansatz für die konservative Rehabilitation des PFPS sei, da die VMO- und VL-Aktivität einerseits verstärkt und das VMO/VL-Kraftverhältnis ausgeglichener als bei Squats ohne isometrische Hüftadduktion ist.

#### **Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?**

##### **Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Es wird nicht darüber berichtet, ob gewisse Probanden in der Studie aufgehört haben, aber da es sich um eine einmalige Messung handelt, ist dies eher unwahrscheinlich.

#### **Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass im Gegensatz zu den Squats ohne Hüftadduktion, bei den Squats mit Hüftadduktion die Aktivität des VMO und des VL ausgeglichener ist. Bei den Squats ohne Hüftadduktion dominierte vor allem bei der Gruppe mit dem PFPS die Aktivität des VL.

#### **Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Bei der konservativen PFPS-Rehabilitation macht es Sinn, den VMO unter anderem mit Squats inklusive isometrischer Hüftadduktion aufzutrainieren, da die Aktivität des VMO und VL dann ausgeglichener und höher ist.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Es wurden nur sehr junge Frauen untersucht. Vielleicht wäre das Resultat bei Männern oder bei älteren Probanden anders ausgefallen. Ausserdem weiss man nicht, wie viele Knie nun tatsächlich das PFPS hatten, da nirgends beschrieben steht, ob die Probanden mit dem PFPS an beiden oder nur an einem Knie patellofemorale Schmerzen hatten. Da sie bei der Gruppe mit PFPS die Knie randomisiert haben, bei denen dann die Aktivität gemessen wurde, ist es deshalb nicht klar, ob die jeweiligen Knie der Gruppe mit PFPS nun tatsächlich vom PFPS betroffen waren.

Da die Gruppen danach miteinander verglichen wurden, ist es somit problematisch zu sagen, die Knie der „kranken“ Gruppe hatten eine Aktivität  $x$  des VMO und VL und die Knie der „gesunden“ Gruppe hatte eine Aktivität  $y$ .

**Beurteilung der Studie „Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients“** (*Journal of Electromyography and Kinesiology* 2006 Apr 16 (2) pp. 167-174, de C.N. Sacco, I., Konno, G.K., Rojas, G.B., Arnone, A.C., de Campos Pássaro, A., Marques, A.P. & Cabral, C.M.N.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel der Studie war es die EMG-Aktivitäten des VM und VL beim Gehen, Treppen steigen und anderen funktionellen Bewegungen bei PFPS-Patienten und gesunden Probanden zu vergleichen. Bei den PFPS-Patienten sollte ausserdem die Aktivität vor und nach der Therapie verglichen werden.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Das Design der Studie ist nicht erwähnt. Es handelt sich um ein prospektives Studiendesign mit einer Kontrollgruppe.

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es nahmen elf Probanden im Alter von 18-35 Jahren an der Studie teil. Davon waren acht Männer und drei Frauen. Sechs dieser Probanden wurden aufgrund der klinischen Diagnose PFPS in die Interventionsgruppe eingeteilt. Die anderen fünf wurden der Kontrollgruppe zugeteilt. Der Selection Bias besteht darin, dass die Gruppen sehr klein sind. Es wäre sinnvoll gewesen mehr Probanden in die Studie einzuschliessen. Ausserdem wurde nur ein Test durchgeführt (Patella compression test), um die Diagnose des PFPS zu stellen. Es sind auch keine Ein- und Ausschlusskriterien beschrieben, das bedeutet, dass die „gesunden“ Probanden evt. einfach einen negativen Patella compression test hatten aber ihre Knie z.B. schon operiert wurden etc.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Beide Gruppen wurden mit funktionellen und biomechanischen Tests evaluiert. Es wurden die Statik (v.a. der unteren Extremitäten), die Kniefunktion und die EMG-Aktivität des VM und VL während des Gehens beurteilt. Bei der Interventionsgruppe wurde dasselbe nach erfolgter Therapie nochmals gemessen. Diese Messungen wurden immer vom selben Untersucher durchgeführt. Der Detection Bias ist dadurch vermindert, dass immer dieselbe Person die Messungen vorgenommen hat. Die Quadricepsaktivität im Gehen wurde standardisiert auf vier Treppen, die alle 15cm hoch waren, gemessen. Die Elektroden, die für die Messung der EMG-Aktivität verwendet wurden, wurden immer am selben Ort befestigt (muscle motor point), der eine gute Reliabilität aufweist. Die Kniefunktionen

wurden anhand von zwei Assessments festgehalten. Wie die Autoren die Statik untersucht haben und welche Aspekte der Statik beobachtet wurden wird in der Studie jedoch nicht angegeben.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die PFPS-Patienten erhielten 25 Sessionen Physiotherapie in fünf Wochen, wobei nur bei fünf Sessionen ein Physiotherapeut anwesend war. Die Patienten mussten ihre Übungen (Dehnung der Hamstrings im Sitzen und in Rückenlage, Dehnung des M.quadriceps in SL, Quadricepskräftigung mit Squats und isometrischer Hüftadduktion, Dehnung des Tractus iliotibialis im Sitzen und im Stand) also grösstenteils selbständig durchführen. Der Performance Bias besteht darin, dass nicht beschrieben steht, wie kontrolliert wurde, ob die Patienten die Übungen immer ausgeführt und korrekt gemacht haben. Es steht auch nicht geschrieben, ob die Patienten in die Übungen eingeführt wurden oder ob sie diese von Anfang an mehr oder weniger selbständig erarbeiten mussten. Bei der Quadricepskräftigung mit Squats wäre interessant zu wissen, wie tief die Squats sein mussten und wie die Hüftadduktion sichergestellt wurde.

### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung der Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Da die Messungen relativ gut beschrieben sind, sind die Resultate, die zu Beginn der Studie gemessen wurden, reproduzierbar. Problematischer wird es mit den Messungen nach der Therapiephase, da der Performance Bias sehr hoch ist.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Signifikante Unterschiede waren nur bei den funktionellen Knieassessments festzustellen. Hier hat sich die Interventionsgruppe bei beiden Assessments statistisch signifikant verbessert. Auch der patellar compression test war nach der Interventionszeit nur noch bei 50% der Interventionsgruppe positiv. Die Statik der Patienten hat sich ebenfalls verbessert, die Ergebnisse waren aber nicht statistisch signifikant. Die Unterschiede zwischen den Muskelaktivitäten von VM und VL waren ebenfalls nicht statistisch signifikant. Ein Grund dafür, dass sich in dieser Studie vor allem Tendenzen abzeichneten, könnte die kleine Anzahl Probanden sein.

### **Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Es gab nur statistisch signifikante Unterschiede bei den funktionellen Knieassessments. Diese Resultate wurden anhand von t-tests und Mann-Whitney test beurteilt.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Es wird erwähnt, dass die Studie gezeigt hat, dass Treppen steigen eine gute Übung ist, um eine höhere Aktivität des VM zu erzielen. Die Untersucher erwähnen aber auch, dass es schwierig sei, den VM so aufzutrainieren, dass der VL nicht auch auftrainiert wird, da beide Muskeln schliesslich Komponenten desselben Muskels sind.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?  
Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt nicht sehr viel aus, da es bei allen Resultaten fast nur Tendenzen gibt. Der Grund dafür ist wahrscheinlich die zu kleine Anzahl Probanden.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Siehe klinische Relevanz

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias ist vor allem der Performance Bias. Für Details siehe oben.

**Beurteilung der Studie “Outcomes of a Weight-Bearing Rehabilitation Programm for Patients Diagnosed With Patellofemoral Pain Syndrome”**  
(Archives of Physical Medicine Rehabilitation 2006 Nov 87 (11) pp. 1428- 1435,  
Boling, M.C., Bolgla, L.A., Mattacola, C.G., Uhl, T.L & Hosey, R.G.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel dieser Studie war es die Effekte eines Rehabilitationsprogramms, welches ausschliesslich Übungen enthält, bei denen mit dem Körpergewicht gearbeitet wird, bei PFPS-Patienten zu untersuchen. Dabei wurde der Beginn und die Dauer der EMG-Aktivität des VMO, des VL und des M. gluteus medius während dem Treppen steigen und hinuntergehen untersucht. Zusätzlich wurde der subjektive Schmerz anhand der VAS gemessen und die Kniefunktion wurde anhand des FIQ (Functional Index Questionnaire) untersucht.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Pretest and posttest 6- week intervention study

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

28 Probanden nahmen an der Studie teil, wobei die Hälfte an einem PFPS litt und somit der Interventionsgruppe zugeteilt wurde und die andere Hälfte waren Gesunde, die als Kontrollgruppe dienten. Der Selection Bias ist klein, da klare Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Studie für Details) für beide Gruppen galten und die Gruppen dadurch homogen waren.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die EMG-Aktivität von VMO, VL und dem M. gluteus medius beim Treppen steigen und hinuntergehen wurde vor Studienbeginn und nach Abschluss des Rehabilitationsprogramm mit Elektroden gemessen, die immer am gleichen Ort platziert wurden. In der Studie sind die Orte genau beschrieben. Dies verkleinert den Detection Bias erheblich. Ausserdem wurden die Probanden genau instruiert, wie sie über die Treppen, die ebenfalls standardisiert waren, steigen sollten. Sie mussten auch mindestens 5x geübt haben, bis ihre Resultate gemessen wurden. Dies vermindert den Detection Bias einerseits, andererseits waren die Probanden dann eventuell schon leicht ermüdet, was die Messungen wiederum verfälscht haben könnte. Da davon auszugehen ist, dass die Probanden bei den zweiten Messungen die Übung nicht nochmals üben mussten bevor ihre EMG-Aktivität gemessen wurde, könnte auch dies zur Verbesserung der Werte beigetragen haben. Die VAS und der FIQ weisen dafür einen geringen Detection Bias auf.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die Probanden der Interventionsgruppe hatten sechs Wochen lang 1x/Woche mit dem Hauptuntersucher der Studie Therapie (Übungen Siehe Studie S.1434) und führten 2x/ Woche die Übungen selbständig zu Hause durch. Damit die Probanden die Übungen richtig durchführten, bekamen sie ein Heft in dem die Übungen detailliert beschrieben waren. Zusätzlich bekamen sie ein Video, auf dem die Übungen ebenfalls zu sehen waren. Um die Compliance der Probanden zu überprüfen, mussten diese ihre Übungen, die sie zu Hause durchgeführt hatten stets protokollieren. Die VAS und der FIQ wurden jede Woche untersucht. Der Performance Bias hält sich sehr klein, da die Probanden gut instruiert wurden und ihre Compliance stets überprüft wurde.

### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung der Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Die Reliabilität ist nicht ganz gegeben, da die Probanden vor Studienbeginn bei der Treppenübung vorher mindestens 5x üben mussten, wodurch sie eventuell schon leicht ermüdet waren und dies nach Studienabschluss wahrscheinlich nicht mehr der Fall war. Ausserdem hätte die EMG-Aktivität ebenfalls jede Woche gemessen werden sollen, um den Verlauf besser zu kontrollieren. Es wird in der Studie aber genau beschrieben, wie die Resultate gemessen wurden, was die Reliabilität wiederum verbessert.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Zu Beginn der Studie war die EMG-Aktivität des VL gegenüber der des VMO bei der Interventionsgruppe deutlich erhöht und der VL begann bei der Treppenübung früher zu arbeiten. Nach Abschluss der Therapie begann der VMO, wie dies auch bei der Kontrollgruppe der Fall war, vor dem VL anzuspannen. Die VAS war nach der Therapie ebenfalls signifikant vermindert und der FIQ höher.

### **Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Alle Resultate waren statistisch signifikant und wurden anhand von Post hoc analysis, Anova Analysen und dem Intraclass Correlation coefficient analysiert.

### **Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die Untersucher sehen die klinische Relevanz darin, dass bei Patienten, die unter einem PFPS leiden mit einem Rehabilitationsprogramm innerhalb von sechs Wochen eine Schmerzreduktion und eine deutliche Funktionsverbesserung erreicht werden kann. Dies ist nicht nur für die Patienten von

Bedeutung sondern auch für die Kostensenkung bei Therapien, da dieses Rehabilitationsprogramm zu zwei Drittel selbständig zu Hause durchgeführt werden kann.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?  
Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Es haben keine Probanden aufgehört.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass mit funktionellen Übungen, die das Knie mit dem Körpergewicht belasten, die Muskeldysbalance von VMO und VL, die bei PFPS-Patienten oft zu sehen ist, aufgehoben werden kann. Somit vermindern sich auch die Schmerzen der Patienten deutlich. Die Untersucher haben sich jedoch auch gefragt, ob sich die Muskeldysbalance zuerst verbessert hat und die Schmerzen sich aufgrund dessen verbessert haben oder ob sich zuerst die Schmerzen vermindert haben und die Muskulatur danach wieder besser arbeiten konnte. Dies hätte mit Hilfe von wöchentlichen EMG-Messungen untersucht werden können.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie ist darin zu sehen, dass PFPS-Patienten mit dem vorliegenden Rehabilitationsprogramm geholfen werden kann.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias dieser Studie liegt bei den EMG-Messungen, die wöchentlich hätten stattfinden sollen. Ausserdem waren die Probanden wie bereits oben erwähnt, bei der Messung vor Studienbeginn, eventuell schon leicht ermüdet.

**Beurteilung der Studie “Physical Therapy for Patellofemoral Pain”** (American Journal of Sports Medicine 2002 Nov 30 (6) pp. 857- 865, Crossley K, Bennell K., Green S., Cowan S., Mc Connell J.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie will aufzeigen, dass nach einem sechs-wöchigen Physiotherapie Programm die Schmerzen signifikant zurückgehen, eine Placebobehandlung hingegen weniger nützt.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen, es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Randomisierte kontrollierte Studie

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Die Teilnehmer konnten an der Studie teilnehmen, wenn sie Symptome von Patellofemorale Schmerzen aufwiesen aber keine anderen Pathologien wie Arthrose etc. bei ihnen vorhanden waren. Die Diagnose wurde aufgrund des klinischen Bildes gestellt. *Einschlusskriterien* waren ein schleichender Beginn der Symptome ohne Trauma, anteriore oder retropatelläre Knieschmerzen bei mind. zwei der folgenden Aktivitäten: Palpation der Patellaränder, von einem 25cm hohen Stepp runtergehen oder Schmerzen während einem zweibeinigen Squat. *Ausschlusskriterien* waren Anzeichen auf Probleme mit den Menisken oder anderer intraartikulären Strukturen, Pathologien der Patellarsehne, des Lig. Iliotibiale, der Pes anserinus Gruppe oder ein positiver Apprehension sign Test der Patella. Ebenfalls ein Ausschlusskriterium waren der Morbus Osgood-Schlatter, Sinding-Larsen-Johanssen Syndrom, Erguss im Knie, ausstrahlende Schmerzen aus der Hüfte oder der Lumbalregion, Patellaluxation, vorangegangene OPs am patellofemorale Gelenk, Patienten, die bereits Erfahrung mit Patellartaping hatten, da die Verblindung so nicht garantiert gewesen wäre. Schmerzen seit weniger als einem Monat und weniger als 3cm auf der VAS und ein Alter über 40 Jahre, um die Wahrscheinlichkeit degenerativer Prozesse zu verkleinern. Ausserdem sollten die Patienten keine nichtstereoidale Entzündungshemmer oder Kortison einnehmen. Der Selection Bias wurde somit durch präzise Ein- und Ausschlusskriterien vermindert.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmer mithilfe der VAS nach dem Schmerz gefragt und der Functional Index Questionnaire (FIQ) und der Anterior Knee Pain Scale wurden bestimmt. Nach Abschluss der Studie wurden alle diese Werte nochmals bestimmt und zusätzlich mussten die Patienten selber sagen, ob sie das Gefühl haben, dass sich ihr Problem verschlechtert oder

verbessert habe. Ausserdem wurden der SF-36 Fragebogen ausgefüllt und die Anzahl der Step-ups, Step-downs und Squats gezählt, bis der Schmerz kam oder sich verstärkte. Die Patienten durften nur Paracetamol gegen die Schmerzen nehmen und dies wurde jedes Mal protokolliert. Der Detection Bias wurde dadurch vermindert, dass drei Assessments benutzt wurden, um den Schmerz zu erfragen. Die Anzahl Step-ups und Step-downs könnte dadurch verfälscht sein, dass nicht jeder Patient den Schmerz gleich wahrnimmt und die einen eher früher aufhören und die anderen eher später. Bei der Anzahl Step-downs und Step-ups könnte auch die Motivation eine grosse Rolle spielen. Die Personen, die sich unbedingt verbessern wollen, machen noch ein paar mehr, während andere beim ersten Schmerz aufgeben.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die Interventionsgruppe hatte während sechs Wochen 1x/Woche 30-60 min Physiotherapie mit folgendem Programm: Patellar taping, mediolaterale Mobilisation der Patella mit Deep frictions der lateralen Weichteile, Wiederaufbau des VMO mit EMG-Biofeedback, Training der Glutäen, Dehnen der Hamstrings im Sitzen und Dehnung des M. iliopsoas in Bauchlage. Die Übungen der ersten zwei Wochen waren: isometrisches Training des VMO im Sitz mit Knieflexion von 90°, Squats bis 40° Knieflexion kombiniert mit isometrischer Kontraktion der Glutäen, Isometrische Hüftabduktion im Stehen gegen eine Wand. Zusätzliche Übungen in der 3-6 Woche waren: Step-downs mit dem nichtbetroffenen Bein von einem 10cm hohen Step hinunter gehen und isometrische Hüftabduktion im Stehen. Die einen dieser Übungen wurden zusätzlich von den Patienten als Heimprogramm durchgeführt. Für Repetitionen und das Heimprogramm siehe Studie S.860 Tabelle 1. Der Performance Bias besteht darin, dass die Therapiedauer nicht klar definiert wurde. Im Extremfall könnte diese bedeuten, dass die einen immer 60 min Therapie und die anderen nur 30 min hatten. Dafür wurden die Heimaufgaben täglich mit einem Protokoll kontrolliert. Die Patienten mussten also immer protokollieren was und wie viel sie gemacht haben. Dadurch, dass die Übungen sehr genau definiert wurden, wurde der Performance Bias minimiert.

### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung der Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Die Reproduzierbarkeit der Resultate ist hoch, da die Übungen genau definiert sind und die Anzahl Wiederholungen etc. genau protokolliert wurde. Die Verlaufszeichen, die für den Schmerz gewählt wurden sind ebenfalls aussagekräftig und stets anwendbar.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Nach den sechs Wochen Behandlung wiesen die Teilnehmer der Interventionsgruppe in drei der vier vor der Studie gemessenen Kriterien (schlimmster Schmerz, normaler Schmerz, FIQ und AKPS)

signifikant mehr Verbesserungen als die Placebogruppe auf. Genauer gesagt hatten sie einen tieferen schlimmsten Schmerz, normalen Schmerz und einen besseren AKPS-Wert. Ebenfalls signifikant höher war die Anzahl der Step-ups ( $P= 0.01$ ), Step-downs ( $p= 0.03$ ) und Squats ( $p= 0.04$ ) bevor der Schmerz kam oder schlimmer wurde. Das Alter korreliert signifikant mit der Verbesserung von Schmerz, dem FIQ und dem AKPS ( $R= 0.44-0.47$ ).

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Anfangswerte wurden mit den Schlusswerten durch ein 95%CI, Mann Whitney U Tests oder unabhängigen t-Tests überprüft. Ausserdem wurde ein Spearmans' r für die Effektgrösse aller Anfangs- und Schlusswerte berechnet. Welche Resultate signifikant oder nicht signifikant waren, siehe Resultate.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die klinische Relevanz dieser Studie kann nicht bestätigt werden, da die Kontrollgruppe nach den sechs Wochen auch Physiotherapie bekam und man nicht weiss, welche der Interventionen nun tatsächlich die Linderung der Symptome gebracht hat. Auch konnten die Langzeitveränderungen nicht betrachtet werden, wodurch auf diesem Gebiet noch forschungspotential wäre.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Sechs Personen haben nicht bis zum Ende an der Studie teilgenommen, weil sie keine Zeit mehr dazu fanden. Ihre Daten zeigten aber keine Unterschiede zu den anderen 67 Teilnehmern darum wurden sie nicht dazu gerechnet.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass eine physiotherapeutische Behandlung bei patellofemorale Schmerzen signifikant wirksamer als eine Placebobehandlung ist.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Es wird aufgezeigt, wo noch Forschung nötig wäre und es wird ein Ansatz für eine Behandlung bei einem PFPS aufgezeigt.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias ist, dass die Kontrollgruppe für die Wiederbefunde nicht mehr zur Verfügung stand und somit keine Langzeitverbesserungen aus der Studie ersichtlich werden, da keine Vergleichswerte mehr vorhanden sind. Ausserdem kann nicht evaluiert werden, welche Interventionen nun zur Besserung der Symptome beigetragen haben.

**Beurteilung der Studie “Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises in Patellofemoral Pain”** (The American Journal of Sports Medicine 2004 July- August 32 (5) pp. 1122-1130, Witvrouw E., Danneels L., Van Tiggelen D., Willems T.M., Cambier D.)

**Ziel/Zweck der Studie:** Die Studie sollte die Hypothese bestätigen, dass die Langzeiteffekte von Training in der geschlossenen Kette signifikant besser seien, als diese von Übungen in der offenen Kette.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Prospective randomized clinical trial

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Die Patienten mussten seit mehr als sechs Wochen unter dem PFPS leiden und zwei der folgenden Symptome aufweisen: Schmerzen bei direkter Kompression auf die Patella bei voller Knieextension, Empfindlichkeit bei Palpation der posterioren Patellafläche, Schmerzen bei gehaltener Knieextension und Schmerzen bei isometrischer Quadriceps Kontraktion gegen suprapatellaren Widerstand mit dem Knie in leichter Flexion. *Ausschlusskriterien* waren: wenn bereits eine Knieoperation stattgefunden hatte, ein Trauma, das die Schmerzen ausgelöst hat, Subluxationen oder Dislokationen der Patella und im MRI ersichtliche Knorpelschädigungen. Es wurden 60 Patienten in die Studie miteinbezogen. Davon waren 20 Männer und 40 Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 20.3 Jahre (14-33 Jahre). Durchschnittlich litten die Patienten seit 15.1 Monaten unter dem PFPS (6 Wochen- 28 Monate). 27 Patienten hatten beidseitig ein PFPS, bei diesen wurde jeweils das schmerzhaftere Knie für die Studie gemessen und analysiert. Durch die genauen Ein- Ausschlusskriterien konnte der Selection Bias minimiert werden.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Vor dem Studienbeginn wurden von allen Patienten die VAS erfragt und der AKPS ausgefüllt. Zudem wurden folgende drei funktionelle Tests ausgeführt: Ein *einbeiniger maximaler Squat* ohne Schmerzen, wobei der Winkel der Knieflexion gemessen wurde (Messung wurde mit Hilfe der Instruktionen der Amerikanischen Akademie durchgeführt). Dann wurde ein *Step- Test* durchgeführt. Hier mussten die Patienten von einem 10 cm hohen Step hinunter gehen. Löste dies keine Schmerzen aus wurde der Step 5 cm höher gestellt max. bis 45 cm. Der dritte Test war eine triple-jump-performance. Das heisst die Pat. mussten dreimal hintereinander mit ihrem betroffenen Bein auf

einer Linie entlang hüpfen. Dort wurde gemessen wie weit die Patienten kamen, bis sie wegen den Schmerzen aufhören mussten. Danach wurde nochmals die VAS erfragt. Zusätzlich wurde die Muskelkraft des M. quadriceps und der Hamstrings mit dem Cybex I gemessen. Dasselbe wurde nach den fünf Wochen Training, nach drei weiteren Monaten und nach fünf Jahren nochmals von demselben Tester, der verblindet war, gemessen. Der Detection Bias minimiert sich dadurch, dass sehr viele Assessments durchgeführt wurden, um die Veränderungen der Muskelkraft etc. zu beurteilen. Von Vorteil ist ebenfalls, dass immer derselbe, verblindete Tester die Messungen vorgenommen hat.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen mit je 30 Patienten aufgeteilt. Die eine Gruppe erhielt ein Therapieprogramm mit Übungen in der offenen Kette (OKC), die andere Übungen in der geschlossenen Kette (CKC).

Alle Patienten waren beim selben Therapeuten in der Physiotherapie. Sie hatten fünf Wochen lang 3x/Woche 30-45 min Therapie. In dieser Zeit durften die Patienten keinen Sport betreiben, um Verfälschungen der Resultate zu vermeiden. Die in der Studie erwähnten Übungen (Siehe S. 1123) wurden jeweils in 3 Serien à 10 Wiederholungen durchgeführt. In der Gruppe mit den OKC-Übungen wurden die Bewegungen sechs Sekunden isometrisch gehalten. Dazwischen hatten sie jeweils drei Sekunden Pause. Auch in der Gruppe mit den CKC-Übungen betrug die Pause zwischen den Wiederholungen drei Sekunden. Zwischen den einzelnen Serien betrug die Pause eine Minute.

Beide Gruppen mussten nach dem Training jeweils des M. quadriceps, die Hamstrings und den M. gastrocnemius 3x 30 Sekunden statisch dehnen. Die Patienten wurden dazu aufgefordert die Übungen weiterhin alleine zu Hause durchzuführen

Der Performance Bias wurde durch eine Randomisierung minimiert. Ausserdem wurde darauf geachtet, dass die Patienten während der Studie keinen anderen Sport betrieben, was die Resultate hätte verfälschen können. Die Anzahl Repetitionen etc. wurden genau definiert, was den Performance Bias weiter minimiert.

### **Reliabilität der Resultate:**

Eine Beurteilung der Reliabilität der Resultate wurde von den Autoren nicht vorgenommen. Die Reproduzierbarkeit der Resultate ist gut, da die Übungen aber auch die Assessments zur Überprüfung der Resultate genau definiert und beschrieben werden. Die Gruppen waren homogen und konnten darum gut miteinander verglichen werden.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

## **Resultate:**

Nach fünf Jahren waren nur 19 der 49 noch verbliebenen Patienten komplett schmerzfrei. Neun waren aus der OKC-Gruppe und zehn aus der CKC-Gruppe. 37 Patienten waren sportlich aktiv (22 der 24 OKC Patienten und nur 15 der 25 CKC-Gruppe). 66% der OKC-Gruppe und 35% der CKC-Gruppe gaben an, nach der Studie nicht mehr zu Hause geübt zu haben. Vier Patienten der OKC-Gruppe und sechs der CKC-Gruppe gaben an, nach der Studie noch 3-5 Wochen lang trainiert zu haben. Vier Patienten der OKC- und zehn der CKC-Gruppe machen ihre Übungen immer noch einmal in der Woche.

*Vergleich der OKC- und CKC-Gruppe nach fünf Jahren:* Die OKC-Gruppe beklagte sich signifikant weniger über Schwellungen am Knie ( $P= 0.04$ ), Schmerzen beim Treppen hinunter gehen ( $P= 0.01$ ) und Nachtschmerzen ( $P= 0.04$ ) als die CKC-Gruppe. Beim AKPS wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden aber es zeichnete sich ein tieferer Score in der CKC-Gruppe ab ( $P= 0.08$ ). Das bedeutet sie hatten mehr Probleme mit ihrem Knie. Bei den funktionellen Tests und den Kraftmessungen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gefunden.

*Vergleich der Resultate der OKC-Gruppe nach drei Monaten und fünf Jahren:* Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den VAS-Werten gefunden. Einzig beim langen Sitzen mit flektierten Knien hatten die Patienten nach fünf Jahren signifikant mehr Schmerzen als nach drei Monaten ( $P= 0.04$ ). Keine signifikanten Unterschiede gab es beim AKPS. Signifikante Verbesserung zeigte sich nach fünf Jahren im einbeinigen Squat Test, wo die Patienten  $10^\circ$  mehr Flexion erreichten. Hingegen waren die Ergebnisse im triple-jump Test signifikant schlechter nach fünf Jahren als nach drei Monaten. Bei der Muskelkraft gab es keine signifikanten Veränderungen.

*Vergleich der CKC-Gruppe nach drei Monaten und fünf Jahren:* Diese Gruppe hatte nach fünf Jahren, verglichen mit den Ergebnissen nach drei Monaten signifikant mehr Schmerzen beim Treppen hinunter gehen ( $p= 0.02$ ), beim Sport ( $p= 0.04$ ), langem Sitzen mit flektierten Knien ( $p= 0.01$ ) und öfter ein Klicken im Knie ( $p= 0.01$ ). Keine signifikanten Unterschiede gab es beim AKPS, den funktionellen Tests und der Quadricepskraft. Signifikant abgenommen hat nach fünf Jahren jedoch die Kraft der Hamstrings.

*Resultate der Follow-up nach fünf Wochen und drei Monaten (siehe auch Witvrouw, Lysens, Bellemans, Peers & Vanderstraeten, 2000)*

Die CKC-Übungen ergaben nach fünf Wochen statistisch signifikante Verbesserungen bezüglich der VAS in der Nacht, dem Schmerz während den isokinetischen Tests oder auch der Anzahl Blockierungen im Knie. Auch nach drei Monaten waren die Unterschiede zur OKC-Gruppe statistisch signifikant. Bezüglich dem Schmerz beim Treppensteigen, rennen, Schmerz im Alltag etc. haben sich

beide Gruppen statistisch signifikant verbessert. Bei den Follow-up nach fünf Wochen und drei Monaten hat sich jedoch nur die CKC-Gruppe bezüglich der VAS signifikant weiter verbessert. Der Unterschied zur OKC-Gruppe war jedoch nicht signifikant. Bei den funktionellen Tests haben sich beide Gruppen bei beiden Follow-up statistisch signifikant verbessert. Bei den Follow-up gab es keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Anzahl der asymptomatischen Patienten in der CKC- und der OKC-Gruppe. Die Quadricepskraft hat in der CKC- wie auch in der OKC-Gruppe signifikant zugenommen.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Alle Messergebnisse wurden mit einer Anova mixed- design repeated measures analysis of variation verglichen. So wurde evaluiert, ob die Ergebnisse kontinuierlich sind. Veränderungen zwischen den Gruppen und den einzelnen Zeitspannen wurden mit dem Pearsons  $\chi^2$  (Chi- Squared test) berechnet. Für die statistische Relevanz siehe Resultate.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Klinisch relevant ist, dass die meisten Verbesserungen, die nach drei Monaten vorhanden waren auch nach fünf Jahren nicht zurückgegangen sind. Das bedeutet, dass die Langzeitprognose von konservativ behandelten Patienten relativ gut ist.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Zwei Patienten (je einer aus der OKC- und CKC-Gruppe) hatten sich einer Operation am Knie unterzogen. Darum wurden ihre Ergebnisse des Follow-up nicht in die Statistik miteinbezogen. Neun Patienten konnten beim Follow-up nach fünf Jahren nicht mehr gemessen werden, da zwei Patienten zur Zeit der Untersuchungen verletzt waren, ein Patient war inzwischen bei einem Autounfall verstorben, drei Patienten waren umgezogen und drei weitere konnten nicht mehr ausfindig gemacht werden.

**Was sagt die Studie aus?**

Aufgrund der Resultate ist zu sehen, dass es nur bezüglich der VAS Unterschiede zwischen der CKC- und OKC-Gruppe bei allen Follow-up gab. Im Follow-up nach fünf Wochen und drei Monaten zeigte die CKC-Gruppe bezüglich der Schmerzen in der Nacht, beim isokinetischen Krafttest und der Anzahl Blockierungen bessere Resultate als die OKC-Gruppe. Beim Follow-up nach fünf Jahren zeigte die OKC-Gruppe bessere Resultate bezüglich der VAS. Wobei hier zu sagen ist, dass die Patienten der OKC-Gruppe nach den fünf Jahren aktiver waren und sich öfters sportlich betätigten als die CKC-Gruppe. Daraus ist abzuleiten, dass PFPS-Patienten auf keinen Fall ihre sportlichen Betätigungen aufgeben sollten. Denn es wurde gesehen, dass die Patienten, die auch nach fünf Jahren noch körperlich aktiv sind und ihre Übungen machen weniger Beschwerden als die anderen haben. Zudem

gibt es bezüglich der Resultate von CKC-Übungen und OKC-Übungen keine signifikanten Unterschiede. Darum sollten in der Therapie bei Arten von Übungen angewendet werden, da beide ihre Vorteile haben.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

In der Physiotherapie sollten OKC- und CKC-Übungen kombiniert werden, da beide ihre Vor- und Nachteile haben.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Hauptbias dieser Studie ist, dass es keine Kontrollgruppe gibt, mit der verglichen werden konnte, welche Verbesserungen natürlicher Herkunft und welche von der Therapie her kommen.

***Beurteilung der Studie "The effects of patellar taping on pain and neuromuscular performance in subjects with patellofemoral pain syndrome"***  
*(Clinical Rehabilitation 2002 Dec 16 (8) pp.821-827, Ng, G.Y.F. & Cheng, J.M.F.)*

**Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte den sofortigen Effekt von Patellar Taping auf den Schmerz, das VMO/VL Rekrutierungs- und Kraftverhältnis bei PFPS-Patienten und einem patellofemoralem Malalignment untersuchen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Pre- and post- treatment design, with order of testing determined randomly

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es wurden Patienten ausgewählt, welche die Diagnose PFPS von ihrem behandelnden Arzt hatten und aufgrund eines Malalignment der Patella an die Physiotherapie weiter verwiesen wurden. Einschlusskriterien waren: Personen im Alter zwischen 15 und 45 Jahren, die keine anhaltenden Schmerzen haben, bei denen die Schmerzen aber beim patellar griding test und beim Treppen steigen und hinuntergehen reproduzierbar sind. Ausserdem durften die Patienten keine Erfahrung mit dem Taping der Patella haben. Ausgeschlossen wurden Patienten mit einer Pronation im Fuss beim Stehen, einer Beinlängendifferenz, die mehr als 2 cm beträgt, früheren Knie Operationen, freien Gelenkskörper oder Zeichen einer akuten Entzündung im Knie. 15 Probanden (7 Frauen, 8 Männer) nahmen an der Studie teil. Der Selection Bias hält sich durch klare Ein- und Ausschlusskriterien klein. Ausserdem hatten alle Probanden die Diagnose des PFPS und es wird angegeben, dass die Probanden die Diagnose von ihrem behandelnden Arzt hatten.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Vor und nach dem Taping der Patella wurden die Knieschmerzen (mit Hilfe der VAS) und die EMG-Aktivität des VMO und VL bei Squats im Einbeinstand gemessen. Die Reihenfolge der Messungen (mit oder ohne Tape) wurde randomisiert durchgeführt in dem die Patienten ein Kärtchen ziehen mussten, auf dem die Reihenfolge stand. Die Elektroden für die EMG-Messungen wurden über den Mittelpunkten beider Muskeln, entlang den Ausrichtungen der Muskelfasern platziert. Eine Referenzelektrode wurde am Tuberositas tibiae platziert. Die Differenz zwischen jedem Elektroden Pärchen betrug 2.5 cm. Die Elektroden wurden bis zum Schluss aller Messungen nicht mehr anders platziert, um die Reliabilität der EMG-Messungen zu erhöhen. Die Squats wurden bei 30° Knieflexion

(wurde mit Goniometer gemessen) durchgeführt. Dabei trugen die Patienten einen Gewichtsgurt um die Taille, der 20% ihres Gewichts wog. Dieser sollte die Beschleunigung beim Treppen steigen simulieren. Um das Gleichgewicht besser halten zu können durften die Patienten sich auf einem vor ihnen stehenden Stuhl, leicht an der Lehne halten. In den einbeinigen Squats mit 30° Knieflexion mussten die Patienten jeweils fünf Sekunden bleiben. Während diesen fünf Sekunden wurden die EMG-Messungen durchgeführt. Zwei Minuten nach den Messungen wurde die Aktivität des VMO und VL noch einmal in Ruhe gemessen, um die Unterschiede zwischen den zwei verschiedenen Messungen (mit und ohne Tape) besser interpretieren zu können und die Reliabilität der Messungen zu erhöhen. Bevor die Patella getapt wurde, wurde ihr Alignment mit einer in der Praxis oft angewandten jedoch nicht sehr reliablen Methode untersucht. Beschreibung siehe S. 823 der Studie. Der Detection Bias besteht darin, dass zu wenig genau beschrieben wird, wo die Elektroden für die EMG-Messungen platziert wurden. Die Untersuchungsmethode für das Patellaalignment wird ausserdem von den Untersuchern als nicht reliabel empfunden. Der Detection Bias verkleinert sich aber dadurch, dass ein einzelner erfahrener Physiotherapeut alle Messungen alleine durchgeführt hat.

#### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Biases)**

Beim Taping der Patella wurde auf das vorher getestete Alignment der Patella Bezug genommen. Das heisst alle Komponenten, die vorher festgestellt wurden (medial /lateral glide, medial/ lateral tilt oder Rotation) wurden mittels Tape korrigiert. Um bei allen die Komponente der Hautstimulation gleich zu halten, bekamen alle Patienten drei Tapes. Bei den Komponenten, die jedoch keiner Korrektur bedurften, wurde kein Zug auf das Tape gegeben. Damit der Zug bei den korrigierenden Tapes in etwa überall derselbe war, wurde dieser mit Hilfe von einem Zugapparat bei 1.5-2 kg festgelegt. Der Performance Bias ist klein, da immer derselbe Therapeut die Tapes angebracht hat und der Zug auf 1.5- 2kg standardisiert wurde.

#### **Reliabilität der Resultate:**

Der ICC für die EMG-Messungen beträgt 0.70 bis 0.92 bei den Messungen mit und ohne Taping. Dies zeigt, dass die Messungen mittel bis hoch reliabel sind.

#### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

#### **Resultate:**

Die Patienten hatten mit dem Tape eine statistisch signifikante Schmerzreduktion ( $p < 0.001$ ). Das Kraftverhältnis zwischen VMO und VL nahm ebenfalls statistisch signifikant ab ( $p = 0.05$ ). Die EMG-Werte des VMO reichten mit dem Tape von 4.77 zu -4.77 $\mu$ V und ohne Tape von 15.32 bis -4.77 $\mu$ V. Beim VL reichten die Werte mit Tape von 1.95 bis -2.64 $\mu$ V und ohne Tape von 5.93 bis -3.53 $\mu$ V.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die oben genannten Resultate sind alle statistisch signifikant und wurden mit paired t-tests analysiert.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die klinische Relevanz wird in der Studie diskutiert. Die Schmerzreduktion von 48% ist klinisch relevant vor allem, weil auch auf dem tiefen Schmerzniveau eine solche Verbesserung stattfand. Die klinische Relevanz der EMG-Resultate könnte darin bestehen, dass die Patella durch ein Tape bereits gut zentriert wird und der VMO dadurch seine Aktivität nicht erhöhen muss. Dies würde bedeuten, dass es keinen Sinn macht die Patella für ein funktionelles Training des VMO zu tapen, da dies seine Muskelaktivität senkt.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet. Da es sich jedoch um einmalige Messungen handelt ist es eher unwahrscheinlich, dass nicht alle Probanden bis am Schluss der Studie teilgenommen haben.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass das Tapen der Patella die Schmerzen erheblich senken kann, die Schmerzreduktion aber nicht durch eine erhöhte Aktivität des VMO ausgelöst wird.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie ist darin zu sehen, dass genau überlegt werden muss, wann die Patella eines Patienten getapt werden soll und wann dies eher keinen Sinn macht. Ist das primäre Hauptziel eine Schmerzreduktion kann ein Tape die richtige Lösung sein.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias dieser Studie ist, dass die EMG-Aktivität von VMO und VL nur in einer nicht funktionellen Übung gemessen wurde. Es wäre interessant gewesen die Muskelaktivitäten bei verschiedenen Tätigkeiten, wie zum Beispiel beim Treppen steigen zu messen.

**Beurteilung der Studie „Effect of Patellar Taping on Vasti Onset Timing, Knee Kinematics, and Kinetics in Asymptomatic Individuals with a Delayed Onset of Vastus Medialis Oblique“** (Journal of Orthopaedic Research 2006 Sept 24 (9) pp.1854-1860, Bennell, K., Duncan, M., Cowan, S.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte den Effekt von Patellar Taping auf die EMG-Aktivität des VMO und VL, auf die Kniebewegungsausführung und das Ausmass der Bewegung untersuchen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Randomized cross-over, within-subject design

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Zwölf Probanden (7 Männer, 5 Frauen), die Teil einer grösseren Kohorte von 60 Personen waren, wurden nach bestimmten Einschlusskriterien ausgesucht (siehe Studie S. 1855 Abschnitt Participants). Auch Ausschlusskriterien wurden klar bestimmt und sind an derselben Stelle der Studie beschrieben. Der Selection Bias ist klein, da genaue Ein- und Ausschlusskriterien bestimmt wurden.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Bei jedem Probanden wurden EMG-Messungen des VMO und VL beim Treppen steigen/hinuntergehen, beim normalen und schnellem laufen durchgeführt. Dabei wurde jede Messung einmal ohne Tape, mit einem Control Tape und mit einem therapeutischen Tape gemacht. Die Elektroden wurden standardisiert platziert und die Messmethoden wurden bereits im Labor als reliabel bewertet. Die Reihenfolge der Messungen wurde randomisiert durchgeführt. Der Detection Bias ist klein, da die Messungen standardisiert und mit reliablen Messmethoden durchgeführt wurden. Leider steht aber nicht beschrieben wer die Messungen gemacht hat.

**Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Biases)**

Es wird genau beschrieben wie die Tapes platziert wurden. Der Performance Bias besteht aber darin, dass in der Studie nicht steht, wer die Tapes angebracht hat und wie viele Therapeuten beim Taping beteiligt waren.

**Reliabilität der Resultate:**

Die Resultate sollten reliabel sein, da reliable Messmethoden benutzt wurden.

**Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

**Resultate:**

Weder das Control Tape noch das therapeutische Tape hatte in irgendeiner der verschiedenen Messungen eine statistisch signifikante positive Auswirkung auf das Rekrutierungsverhältnis zwischen VMO und VL.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Resultate bezüglich des Rekrutierungsverhältnisses zwischen VMO und VL waren statistisch nicht signifikant.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Ja es wird über die klinische Relevanz diskutiert. Die klinische Relevanz könnte darin bestehen, dass ein Tape das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis einzig über die Reduktion des Schmerzes verbessert. Da die Probanden in dieser Studie im Moment schmerzfrei waren, konnte keine Verbesserung des Rekrutierungsverhältnisses beobachtet werden. Denn die Autoren konnten in anderen Studien sehen, dass sich das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis bei Patienten mit einem PFPS nach dem Taping der Patella verbessert und die Schmerzen signifikant zurück gegangen sind.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?****Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet. Da es sich aber um einmalige Messungen handelt ist es eher unwahrscheinlich, dass gewisse Probanden nicht bis am Schluss teilgenommen haben.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass die Aktivierung von VMO und VL bei Patienten mit einem PFPS, die jedoch momentan schmerzfrei sind, durch das Taping der Patella nicht verbessert werden kann.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Bedeutung für die Physiotherapie ist darin zu sehen, dass es bei Patienten, die schmerzfrei sind keinen Sinn macht die Patella für ein VMO Training zu taping, da die Aktivierung nicht verstärkt wird.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Es steht nicht beschrieben wer die Probanden getapt hat und wie viele Therapeuten hier beteiligt waren. Da nicht jeder genau gleich viel Zug gibt etc. könnte dies Verfälschungen der Resultate geben.

**Beurteilung der Studie „Patellar taping increases vastus medialis oblique activity in the presence of patellofemoral pain“ (Journal of Electromyography and Kinesiology 2004 Aug 14 (4) pp. 495-504, Christou, E.A.)**

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel dieser Studie war es, den Effekt von verschiedenen Patella Taping-Arten auf die Kraftproduktion, die EMG-Aktivität des VMO und den VL und den wahrgenommenen Schmerz bei Patienten mit einem PFPS zu untersuchen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Das Design der Studie ist nicht beschrieben.

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es nahmen 30 junge und aktive Frauen (27.3 +/- 1.52 Jahre) an der Studie teil. 15 davon hatten an einem Knie die Diagnose des PFPS erhalten. Alle Patientinnen hatten die Diagnose vom selben Arzt erhalten. Sie hatten Schmerzen hinter der Patella, welche bei Aktivitäten zunahmen. Die Patienten Gruppe konnte nicht länger als fünf Minuten rennen und hatte vorher noch nie eine Behandlung für das PFPS. Patienten mit einer Tendinitis der Patellarsehne oder Knieschmerzen aufgrund von anderen Pathologien wurden von der Studie ausgeschlossen. Die anderen 15 Frauen dienten als Kontrollgruppe und hatten noch nie Schmerzen oder Verletzungen an den Knien. Der Selection Bias ist klein, da alle Patientinnen unter denselben Symptomen litten und alle die Diagnose vom selben Arzt bekommen haben. So ist die Gruppe sicherlich homogen.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die EMG-Aktivität von VMO und VL wurde während einer Extension des Knies (von 90° Knie- und Hüftflexion bis zur vollen Extension) gegen einen Isokinetischen Dynamometer gemessen. Die Geschwindigkeit betrug dabei 30°/sek. Diese Messungen wurden bei allen Probanden ohne Tape sowie mit Tape an der Patella durchgeführt. Die Probanden lagen dabei auf dem Rücken und ihr Oberkörper war mit Velcro straps befestigt (siehe auch Bild S.497 der Studie). Zusätzlich wurden die Größe, das Gewicht, der Q-Winkel, die Dehnbarkeit der Hamstrings und des Triceps surae gemessen. Der Detection Bias besteht darin, dass für die Befestigung der Elektroden zu wenige Referenzpunkte genommen wurden. So könnte es sein, dass bei der zweiten Messung die Elektroden nicht mehr genau am selben Ort befestigt waren und es aufgrund dessen zu unterschiedlichen Werten gekommen ist.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Biases)**

Jeder Proband musste nach einem kurzen Warm-up (danach hatte jeder Proband noch 5 min Pause) zwei maximale isokinetische Extensionen durchführen. Diese Messungen fanden bei allen Probanden ohne Tape, mit einem Placebotape, mit einem Tape, das die Patella medialisiert und einem, das die Patella lateralisiert statt. Die Reihenfolge der Messungen wurde randomisiert durchgeführt. Nach jedem Versuch mussten die Patienten ihren Schmerz anhand des Mc Gill analog pain questionnaire angeben. Der Performance Bias ist klein, da die Reihenfolge der Messungen randomisiert durchgeführt wurde und die Schmerzen nach jedem Versuch wieder protokolliert wurden. Es ist aber nicht klar, was das Warm-up für Auswirkungen auf die Resultate hatte.

### **Reliabilität der Resultate:**

Die Reliabilität des Schmerzes ist gegeben, da der Mc Gill analog pain questionnaire als reliables Messinstrument gilt. Bezüglich der Reliabilität der anderen Resultate wird in der Studie nichts angegeben.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Alle Taping Varianten haben den Schmerz der Patienten statistisch signifikant reduziert. Das Taping der Patella nach medial und das Placebotape haben aber die grösste Schmerzreduktion bewirkt ( $p < 0.01$ ). Der Durchschnitt der Schmerzen war beim medialen Tape am kleinsten. Der Unterschied zum Placebotape war aber statistisch nicht signifikant.

Von den allgemeinen Messungen unterschieden sich die Gruppe mit PFPS nur in der Länge der Hamstrings ( $p < 0.05$ ) von der gesunden Gruppe. Die gesunden Frauen waren beim aktiven Dehnstest der Hamstrings  $8.9^\circ$  beweglicher als die PFPS-Gruppe .

In der Kraftentwicklung unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant. Am meisten Kraft wurde bei  $45^\circ$  Flexion und am wenigsten Kraft bei  $5^\circ$  Flexion gemessen.

Als die PFPS-Gruppe die Übung mit dem Tape durchführen musste war die VMO-Aktivität in allen Flexionswinkeln ausser bei  $85^\circ$  erhöht. Bei den gesunden Probanden hingegen sank die VMO-Aktivität und sie hatten ohne Tape eine höhere VMO-Aktivität ( $p < 0.01$ ).

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Schmerzreduktion war bei den Patienten mit PFPS bei allen Taping-Arten statistisch signifikant. Ausserdem war es statistisch signifikant, dass die Anwendung von Tape bei der PFPS Gruppe die Aktivität des VMO erhöht hat und die der gesunden Gruppe gesenkt hat.

Die Ergebnisse wurden anhand von Anova tests und verschiedenen t- tests statistisch analysiert. Siehe dazu S.499 der Studie im Abschnitt Statistical analysis.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Ja es wird über die klinische Relevanz diskutiert. Die klinische Relevanz dieser Resultate liegt darin, dass die VMO-Aktivität mit einem Tape bei PFPS-Patienten statistisch signifikant stieg. Dies war vor allem bei 20-50° Knieflexion der Fall. Da gerade bei im Gehen vor allem diese Grade der Knieflexion benötigt werden, kann ein Tape die Patienten bei funktionellen Kraftübungen unterstützen. Ein weiterer Vorteil des Tapes ist, dass die Schmerzen bis zu 86% abnehmen können, was ein Training zusätzlich begünstigt.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet. Da es sich aber um einmalige Messungen handelt ist es eher unwahrscheinlich, dass gewisse Teilnehmer aus der Studie ausgestiegen sind.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass die Schmerzreduktion durch ein Tape nicht unbedingt von der veränderten Stellung der Patella her kommt sondern eher durch die Hautstimulation und dadurch durch den so genannten Gate control Effekt ausgelöst wird. Die erhöhte Aktivität des VMO könnte durch die Reduktion des Schmerzes ausgelöst werden. Da der VMO nicht mehr durch den Schmerz gehemmt wird kann der Patient ihn wieder adäquat anspannen.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Das Taping der Patella kann in der Therapie helfen, dass der Patient sein funktionelles Training besser durchführen kann und sich die Schmerzen nicht verstärken. Somit kann der VMO seine Aufgabe besser wahrnehmen und wird nicht durch die Schmerzen gehemmt.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Die Haupteinschränkungen sind die Messungen der Hamstrings- und der Triceps surae Länge. Diese wurden bei Aktivierung des Antagonisten gemessen. Das Problem bei einer solchen Messung könnte sein, dass die Muskulatur nicht verkürzt sondern der Antagonist abgeschwächt ist.

**Beurteilung der Studie „The effect of patella taping on vastus medialis oblique and vastus lateralis EMG activity and knee kinematic variables during stair descent“** (*Journal of Electromyography and Kinesiology* 2005 Dec 15 (6) pp.604-607, Herrington, L., Malloy, S. & Richards, J.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Das Ziel der Studie war es den Effekt von einem Tape an der Patella bei Gesunden zu testen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Das Design der Studie ist nicht angegeben.

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Zehn gesunde physisch aktive Frauen mit einem Durchschnittsalter von 21.4 +/- 1.2 Jahre (19-24 Jahre alt) nahmen an der Studie teil. Die Ausschlusskriterien waren eine Geschichte mit Rücken-, Hüft-, Knie- oder Fusspathologien, neurologische Beeinträchtigungen oder Frakturen an der unteren Extremität. Der Selection Bias ist klein, da es gute Ausschlusskriterien gab. Interessant wäre gewesen, wenn auch Männer an der Studie teilgenommen hätten, um zu sehen, ob es geschlechterspezifische Unterschiede gibt.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die Messungen wurden gemacht während die Probanden von einer 30 cm hohen Treppe hinunter stiegen. Die VMO und VL-Aktivität wurde durch ein Oberflächen-EMG gemessen. Die Elektroden für den VMO wurden auf einer Linie mit einem Winkel von 45-50° zum Femurschaft befestigt, wobei die Erste 1 cm oberhalb des proximalen Patellarandes war. Diese für den VL wurden auf der Linie von SIAS zur Patella ab dem ersten Drittel der Strecke, von der Patella aus gesehen parallel zum Femurschaft platziert. Die Bewegungsgrade wurde mit einer Pro-Reflex Motion Analysis System Kamera aufgenommen. Das Tape wurde von einem erfahrenen Physiotherapeuten nach der Methode von Mc Connell angebracht. Der Detection Bias besteht darin, dass nicht beschrieben wird wie viele Elektroden für die Messungen verwendet wurden. Ausserdem sind die Referenzpunkte zu wenig genau definiert und die Anzahl Messungen pro Patient sind nicht angegeben.

**Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Es wurden keine Interventionen durchgeführt. Daher gibt es keinen Performance Bias.

**Reliabilität der Resultate:**

Die Reliabilität der Resultate wird in der Studie nicht erwähnt

**Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

**Resultate:**

Bei den Messungen mit dem Tape nahm die EMG-Aktivität des VMO ( $p= 0.02$ ) und des VL ( $p= 0.015$ ) im Standbein beim hinuntersteigen der Treppe signifikant ab. Die VMO-Durchschnittsaktivität sank von 84.9 mV auf 61.3 mV und die des VL von 67mV auf 46.6mV. Ausserdem machten die Probanden weniger Knieflexion im Standbein ( $p= 0.041$ ) ( $99.2^\circ$  statt  $102.8^\circ$ ) und die Winkelfrequenz sank von 317.5%/sek auf 269.6%/sek.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Alle oben genannten Resultate sind statistisch signifikant und wurden mit paired samples t-test analysiert.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Die klinische Relevanz wird diskutiert und liegt darin, dass ein Tape signifikante Änderungen der Kniekontrolle, Bewegung und Muskelaktivierung bewirkt.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet aber da es sich um eine einmalige Messung handelt, ist es eher unwahrscheinlich, dass gewisse Teilnehmer nicht bis zum Schluss an der Studie teilgenommen haben.

**Was sagt die Studie aus?/ Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Studie sagt aus, dass ein Tape bei Gesunden, wie auch bei PFPS-Patienten die Kniekontrolle, Bewegung und Muskelaktivierung verändert. Bei PFPS-Patienten werden der VMO und der VL stärker aktiviert, bei Gesunden passiert jedoch genau das Gegenteil. Das bedeutet, dass ein Tape nicht nur eine Auswirkung auf die Schmerzen hat, sondern, dass es neuromuskuläre Änderungen bewirkt. Es macht also Sinn bei PFPS-Patienten die Patella zu tapen, um die VMO-Aktivität zu erhöhen.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias liegt bei der Platzierung der Elektroden, bei welcher nicht genügend klar definierte Referenzpunkte verwendet wurden. Zudem ist nicht klar, wie oft die Messungen pro Proband durchgeführt wurden.

**Beurteilung der Studie „The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study“**(*Scandinavian Journal of Medicine & Science in sports* 2003 13 (4) pp. 251-258, Witvrouw, E., Cambier, D., Danneels, L., Bellemans, J., Werner, S., Almqvist, F. & Verdonk, R.)

**Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte den Effekt von zwei Behandlungsprotokollen auf die Reflexantwort des VMO und VL bei PFPS-Patienten zeigen.

**Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

**Design der Studie:**

Prospective randomized intervention study

**Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

Es wurden 60 Patienten (20 Männer und 40 Frauen) mit einem Durchschnittsalter von 20.3 Jahren (14- 33 Jahre alt) untersucht. Um an der Studie teilzunehmen mussten die Patienten seit mehr als sechs Wochen an patellofemorale Schmerzen leiden und zwei der folgenden Kriterien beim Untersuch vor der Studie aufweisen: Schmerzen bei einer direkten Kompression auf die Patella gegen die Femurkondylen bei einer vollen Knieextension, Schmerzempfindlichkeit bei der Palpation der peripatellaren Strukturen, Schmerzen bei Knieextension gegen Widerstand oder Schmerzen bei isometrischer Kontraktion gegen einen suprapatellaren Widerstand in leichter Knieflexion. Patienten mit Knieschmerzen anderer Herkunft wurden aus der Studie ausgeschlossen. Patienten, die bereits eine Operation am Knie hatten oder die jünger als zwölf Jahre alt waren konnten ebenfalls nicht an der Studie teilnehmen. Alle Patienten wurden bereits im University Hospital of Leuven in Belgien behandelt. Der Selection Bias besteht darin, dass zu wenig klinische Tests durchgeführt wurden, um sicher zu gehen, dass die Schmerzen nicht von anderen Kniestrukturen her kommen. Es steht ausserdem nicht beschrieben, wer diese Tests der Einschlusskriterien durchgeführt hat. Patienten mit Knieschmerzen anderer Herkunft wurden zwar aus der Studie ausgeschlossen aber auch hier ist dem Leser nicht bekannt, wer diese Diagnose gestellt hat.

**Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die Aktivität des VMO und VL wurde mit einem EMG gemessen. Die Zeit vom Schlag auf die Patellarsehne mit dem Reflexhammer bis zur Aktivierung des Muskels wurde als reflex response time (in ms) bezeichnet. Die Elektroden wurden standardisiert auf den Muskeln der Patienten platziert

(siehe Studie S.253- 254 Abschnitt Evaluation). Diese Messung wurde zehn Mal wiederholt mit Pausenintervallen von je 20 Sekunden. Die Messungen wurden an beiden Knien der Patienten durchgeführt. Für die statistische Analyse wurde jeweils nur die kürzeste Zeit der Reflexantwort des betroffenen oder stärker betroffenen Knies (wurde über die VAS evaluiert) benutzt. Gemessen wurden diese Werte immer von derselben Person, die verblindet war. Diese Messungen wurden vor Beginn der Studie, nach fünf Wochen Intervention und nach weiteren drei Monaten gemessen.

Der Detection Bias ist klein, da die Messungen immer von derselben Person durchgeführt wurden und die Platzierung der Elektroden standardisiert war.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die Patienten wurden randomisiert in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe musste nur OKC-Übungen und die andere nur CKC-Übungen durchführen (siehe S. 253 der Studie). Alle Patienten wurden vom selben Physiotherapeuten betreut, um verschiedene Resultate aufgrund von unterschiedlichen Therapeuten zu vermeiden. Die Patienten hatten fünf Wochen lang 30-45 min Therapie/Woche. In dieser Zeit durften die Patienten keine anderen sportlichen Aktivitäten durchführen. Ausserdem nahmen die Patienten keine Medikamente ein und erhielten kein Tape oder sonstige stützenden Massnahmen. Nach diesen fünf Wochen wurden die Patienten dazu aufgefordert sportlich aktiv zu bleiben. Es wurde aber nicht überprüft, ob die Patienten weiterhin ihre Übungen durchführten oder Sport trieben. Nach drei Monaten wurde die Zeit der Reflexantwort nochmals gemessen. Der Performance Bias besteht darin, dass die Patienten nach der Interventionszeit nicht Protokoll darüber führen mussten, was und wie viel sie an sportlichen Aktivitäten durchgeführt haben. Dies könnte die Resultate verfälscht haben. Vermindert wird er aber dadurch, dass die Patienten immer beim selben Therapeuten in der Therapie waren, der Erfahrung in der Knier Rehabilitation hat.

### **Reliabilität der Resultate:**

Die Test-retest Reliabilität wurde bereits in einer früheren Studie von Witvrouw et al. gemessen. Der ICC betrug für die Zeit der Reflexantwort des VL 0.96 und für den VMO 0.93. Das heisst die Reliabilität dieser Resultate ist sehr hoch.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Es wurden keine statistischen Unterschiede zwischen den anfänglichen Werten der Zeit der Reflexantwort und den Schlusswerten gefunden. Die Werte von VMO und VL unterschieden sich ebenfalls nicht signifikant. Die Schmerzen der Patienten (gemessen mit der VAS) sind aber statistisch signifikant zurückgegangen.

**Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Resultate bezüglich der Zeit der Reflexantwort waren nicht statistisch signifikant. Die Reduktion der Schmerzen bei den Patienten war jedoch bei beiden Gruppen statistisch signifikant. Für die statistische Analyse der Resultate siehe Studie S.254 unter Statistical analyzes.

**Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Ja die klinische Relevanz wird erwähnt. Die fehlende Korrelation der Zeit der Reflexantwort des VMO und VL bei Patienten mit patellofemorale Schmerzen zeigt, dass eine Reduktion der Knieschmerzen auch ohne Veränderungen der Zeit der Reflexantwort des VMO und VL stattfinden kann.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben? Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Nein es wird nicht darüber berichtet.

**Was sagt die Studie aus?**

Siehe klinische Relevanz

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Bedeutung der Studie für die Physiotherapie ist einerseits darin zu sehen, dass die CKC-Übungen die gleichen Resultate wie die OKC-Übungen erzielten. Ausserdem kann es mit Hilfe von physiotherapeutischen Übungsprogrammen zu einer Schmerzreduktion kommen auch wenn sich die EMG-Werte nicht verbessern.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias ist sicherlich der zeitliche Aspekt. Das heisst es ist nicht klar, ob sich die Werte statistisch signifikant verbessert hätten, wenn die Interventionen über eine längere Zeitdauer stattgefunden hätten oder die Patienten nach den fünf Wochen weiterhin selbständig die Übungen durchgeführt und darüber Protokoll geschrieben hätten.

## **Beurteilung der Studie „Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome“**

*(Medicine & Science in Sports & Exercise 2002 34 (12) pp. 1879- 1885, Cowan S.M., Bennell, K.L., Crossley, K.M., Hodges, P. W. & Mc Connell J.)*

### **Ziel/Zweck der Studie:**

Die Studie sollte untersuchen wie effektiv ein inhaltsreiches Physiotherapieprogramm, basierend auf den Methoden von Mc Connell, für Patellofemorale Schmerzen ist. Es wurde vor allem auf den Beginn der Muskelaktivität (Rekrutierung) des VMO und VL geachtet.

### **Wurde eine Literaturrecherche betrieben und ist die Hintergrundliteratur angegeben?**

Die benutzte Hintergrundliteratur ist angegeben und die Studie enthält Informationen aus früheren Arbeiten/Forschungen. Es wird über die klinische Bedeutung des Themas diskutiert.

### **Design der Studie:**

Randomized controlled Trial

### **Wie wurden die Versuchspersonen ausgesucht? (Sample/Selection Bias)**

65 Personen (42 Frauen und 23 Männer) mit Patellofemorale Schmerzen wurden in die Studie miteinbezogen. Die Diagnose des PFPS wurde von einem erfahrenen Physiotherapeuten, aufgrund von klinischen Tests, gestellt. Ausserdem gab es klare Ein- und Ausschlusskriterien, die auf S. 1880 der Studie in der Tabelle 1 beschrieben sind. Der Selection Bias ist klein, da immer derselbe Physiotherapeut die Diagnose des PFPS gestellt hat und es klar definierte Ein- und Ausschlusskriterien gab. Es ist jedoch zu bemängeln, dass die klinischen Tests, die zur Diagnosenstellung verwendet wurden nicht in der Studie erwähnt werden.

### **Wie wurden die Resultate gemessen? (Measurement/Detection Bias)**

Die EMG-Aktivität des VMO und VL wurden nach einer bereits untersuchten reliablen Methode gemessen. Es wird in der Studie genau beschrieben, wie und wo die Elektroden platziert wurden. Die EMG-Aktivität wurde zu Beginn und nach Abschluss der Studie während dem Treppensteigen der Patienten gemessen. Das Treppensteigen war genau definiert. Es wurde sogar das Tempo mit Hilfe eines Metronoms angegeben, in welchem die Patienten über die Treppen steigen und hinuntergehen mussten. Hier ist zu bemängeln, dass die EMG-Aktivität nur zweimal und nicht noch nach den einzelnen Therapien gemessen wurde. So wäre der Verlauf besser zu sehen gewesen. Ausserdem hätte so die Frage, ob sich zuerst die EMG-Aktivität und das VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis verbessert oder zuerst die Schmerzen nachlassen, besser geklärt werden können. Ebenfalls nicht beschrieben wird, wer die EMG-Messungen durchgeführt hat. Der Detection Bias hält sich aber klein, da eine reliable Messtechnik verwendet wurde und das Treppensteigen genau definiert wurde.

### **Wie wurden die Interventionen durchgeführt? (Intervention/Performance Bias)**

Die 65 Personen wurden randomisiert in eine Interventions- und eine Placebogruppe eingeteilt. Die jeweiligen Interventionen sind auf S. 1881 der Studie in der Tabelle 3 zu finden. Beide Gruppen erhielten während sechs Wochen 1x/Woche Physiotherapie bei einem von zehn Therapeuten, die Erfahrung in der Behandlung von PFPS-Patienten haben. Die Therapien beider Gruppen wurden in einem Protokoll festgehalten, um sicher zu gehen, dass alle Patienten in etwa die gleiche Therapie erhielten. Es steht aber nicht beschrieben, ob die Therapeuten, vor allem bezüglich des Tapings, noch instruiert wurden. Ebenfalls nicht beschrieben wird, ob die einzelnen Patienten immer vom selben Therapeuten behandelt wurden oder nicht. Wären die Patienten nicht immer vom selben Therapeuten behandelt und die Therapeuten nicht instruiert worden, würde dies den Performance Bias vergrößern.

### **Reliabilität der Resultate:**

Die Reliabilität der Resultate ist aufgrund der reliablen Messungen gegeben.

### **Validität der Messinstrumente:**

Eine Beurteilung über die Validität der Messinstrumente wird in dieser Studie nicht vorgenommen.

### **Resultate:**

Zu Beginn der Studie wurde der VL bei allen Patienten vor dem VMO aktiviert. Nach Abschluss der Therapie wurden der VMO und der VL bei der Interventionsgruppe, bei konzentrischer Anspannung, gleichzeitig aktiviert. Bei exzentrischer Muskelarbeit wurde der VMO sogar vor dem VL aktiviert. Ausserdem haben die Schmerzen der Patienten, welche anhand einer VAS gemessen wurden, im Vergleich zum Beginn der Studie deutlich nachgelassen. Bei der Placebogruppe gab es keine Unterschiede zwischen den Resultaten bei Beginn der Studie und denen, die nach Abschluss der Studie gemessen wurden.

### **Sind die Resultate statistisch signifikant und wenn ja wie sind die Untersucher zu diesem Ergebnis gekommen/ Wie wurden die Ergebnisse analysiert?**

Die Veränderungen in der EMG-Aktivität des VMO und VL in der Interventionsgruppe sind statistisch signifikant ( $p < 0.0001$ ). Ausserdem war zu sehen, dass die Personen der Interventionsgruppe, die sich in der EMG-Aktivität in der konzentrischen Phase verbessert hatten, nach Abschluss der Therapie ein besseres VMO/VL-Rekrutierungsverhältnis zeigten ( $p < 0.02$ ). Die statistische Analyse der Resultate wurde anhand von Analysis of variance und independent t-tests durchgeführt.

### **Wird über die klinische Relevanz diskutiert?**

Ja es wird über die klinische Relevanz der Studie diskutiert und die Untersucher finden, dass die Resultate klinisch relevant sind. Diese Resultate haben auch aufgezeigt, dass es verschiedene

Untergruppen des PFPS gibt. Es gibt Patienten bei denen keine Unterschiede in der EMG-Aktivität im Vergleich zu Gesunden zu sehen sind. Bei diesen Patienten ist ein gezieltes VMO Training wahrscheinlich der falsche Ansatz.

**Wird darüber berichtet wie viel und warum gewisse Teilnehmer der Studie aufgehört haben?  
Wurden deren Ergebnisse für die Auswertung verwendet oder nicht?**

Acht Teilnehmer (drei der Placebogruppe und fünf der Interventionsgruppe) konnten nicht mehr an der Endauswertung teilnehmen. Die Gründe waren Schwangerschaft und Verhinderung aus anderen Gründen. Die Analyse wurde einmal mit ihren Daten mit den bestmöglichen Ergebnissen und einmal mit den schlechtesten Ergebnissen durchgeführt. Die Resultate änderten sich aber dadurch nicht, so dass ihre Daten danach nicht mitbenutzt wurden.

**Was sagt die Studie aus?**

Die Studie sagt aus, dass angenommen werden kann, dass die motorische Muskelkontrolle mit Hilfe von Physiotherapie verändert werden kann, was zu einer Verbesserung der Symptome bei einem PFPS führt. Es ist aber nach wie vor nicht klar, ob die motorische Kontrolle von Schmerzen abhängt oder, ob diese zu Schmerzen führen kann. Man weiss aber unterdessen, dass die motorische Ausführung durch den Schmerz direkt beeinflusst wird.

**Was ist die Bedeutung dieser Studie für die Physiotherapie?**

Die Bedeutung für die Physiotherapie ist darin zu sehen, dass bewiesen wurde, dass mit Hilfe von Physiotherapie die Symptome des PFPS verbessert werden können und Einfluss auf die motorische Kontrolle einzelner Muskeln genommen werden kann.

**Was sind die Einschränkungen und Hauptbiases dieser Studie?**

Der Hauptbias dieser Studie ist, dass die EMG-Messungen nur zweimal durchgeführt wurden, was bedeutet, dass kein Verlauf zu sehen ist. Ausserdem wurde der Langzeiteffekt nicht untersucht. Das heisst es hätte ein Follow-up stattfinden sollen.