

Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften



Bachelorarbeit

Muskelkräftigungsinterventionen zur Schmerzreduktion bei Erwachsenen mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom

Susi Giezendanner, Schützenstrasse 81, 8400 Winterthur, S08-256349

Sabrina Honegger, Hulfteggstrasse 18, 8400 Winterthur, S08-257172

Departement: Gesundheit
Institut: Institut für Physiotherapie
Studienjahr: 2008
Eingereicht am: 20. Mai 2011
Betreuende Lehrperson: Barbara Lüscher

Abstract

Hintergrund

Das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFSS) kennzeichnet sich durch retropatellare oder peripatellare Schmerzen vor allem während Aktivitäten wie gehen, laufen, springen, knien, Treppen steigen und längerem Sitzen. Es ist vorwiegend unter jungen Erwachsenen verbreitet. In der konservativen Therapie sind insbesondere im Bereich der Muskelkräftigung Diskrepanzen bezüglich der optimalen Behandlung vorhanden.

Ziele

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die effektivste Intervention zur Muskelkräftigung bei erwachsenen Patienten mit PFSS ausfindig zu machen.

Methode

Anhand einer systematischen Suche auf den Datenbanken AMED, CINAHL, Medline und PEDro wurden fünf RCT zur Beantwortung der Fragestellung ausgewählt. Diese untersuchen die Effektivität je zwei verschiedener Interventionen zur Muskelkräftigung bei PFSS.

Ergebnisse

Die Ergebnisse aller fünf Studien zeigen auf, dass eine Kräftigungstherapie der unteren Extremität wirksam ist zur Schmerzreduktion bei Patienten mit PFSS. Zwischen den verschiedenen Ansätzen zur Kräftigung konnten bei Messungen auf der VAS oder NRS kaum Unterschiede ausgemacht werden. Allerdings bringt das zusätzliche Kräftigen der Hüftabduktoren und -ausserrotatoren, neben einem Quadricepstraining, bei Frauen ein positiveres Resultat.

Schlussfolgerung

Die Kräftigungstherapie des M. quadriceps femoris und der Hüftmuskulatur stellt bei der konservativen Behandlung des PFSS ein wichtiger Bestandteil dar.

Keywords

Patellofemoral pain syndrome, anterior knee pain, exercise, intervention, muscle strength, physical therapy

ABSTRACT.....	I
1 EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK.....	1
1.1 DARSTELLUNG DES THEMAS	1
1.2 PROBLEMSTELLUNG	1
1.3 FRAGESTELLUNG.....	1
1.4 ZIELSETZUNG.....	2
1.5 ABGRENZUNG	2
2 METHODE	2
3 THEORETISCHER, WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND	5
3.1 ANATOMIE UND BIOMECHANIK DES KNIEGELENKS	5
3.2 DAS PATELLOFEMORALGELENK.....	9
3.2.1 Anatomie und Biomechanik.....	9
3.2.2 Aktive Stabilisatoren.....	9
3.2.3 Passive Stabilisatoren.....	10
3.2.4 Kontaktflächen der Patella	11
3.2.5 Kontaktkräfte des Patellofemoralgelenkes.....	12
3.3 DAS PATELLOFEMORALE SCHMERZSYNDROM	13
3.3.1 Synonyme.....	13
3.3.2 Prävalenz / Epidemiologie.....	14
3.3.3 Symptomatik und Schmerzlokalisierung	14
3.3.4 Ätiologie.....	15
3.3.5 Untersuchung / Diagnostik des PFSS.....	19
3.3.6 Konservative Therapiemöglichkeiten	22
3.3.7 Kräftigung des M. quadriceps femoris.....	23
3.3.8 Kräftigung der Hüftmuskulatur.....	23
3.3.9 Training in offener und geschlossener Kette.....	24
3.3.10 Operative Therapien.....	25
3.4 SCHMERZMESSUNG – VALIDITÄT UND RELIABILITÄT DER VAS UND NRS.....	25
4 ERGEBNISSE.....	27
4.1 ZUSAMMENFASSUNGEN DER STUDIEN	27
4.1.1 A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain	27
4.1.2 Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening	28
4.1.3 Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain: A Prospective, Randomized Study.....	29
4.1.4 Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial.....	30
4.1.5 Surplus value of hip adduction in leg-press exercise in patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A randomised controlled trial	31
4.2 BEURTEILUNG DER QUALITÄT DER STUDIEN.....	32
5 RESULTATE.....	33
5.1 OUTCOMES DER STUDIEN.....	33
5.2 VERGLEICHBARKEIT DER STUDIEN.....	35
5.3 BEANTWORTUNG DER FRAGESTELLUNG	37
6 DISKUSSION.....	38
6.1 UNTERSCHIEDE ZWISCHEN FRAUEN UND MÄNNERN	38
6.2 SCHMERZ UND KRAFTTRAINING.....	39
6.3 EINFLUSS DER HÜFTMUSKULATUR BEI FRAUEN UND MÄNNERN.....	39
6.4 LANGZEITERGEBNISSE.....	40
6.5 ZUSÄTZLICHE INTERVENTIONEN	42
6.6 BEDEUTUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE PRAXIS	43

7 SCHLUSSFOLGERUNG	43
VERZEICHNISSE	45
LITERATURVERZEICHNIS	45
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	50
TABELLENVERZEICHNIS	50
GLOSSAR.....	51
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	54
DANKSAGUNG	55
EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	55
ANHANG.....	56
TABELLEN.....	56
<i>Überblick Studien</i>	56

1 Einführung in die Thematik

1.1 Darstellung des Themas

Das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFSS) ist in der Bevölkerung weit verbreitet. Davis & Powers (2010) beschreiben es als einen klinischen Zustand, der sich durch retropatellare und/oder peripatellare Schmerzen kennzeichnet, dies im Zusammenhang mit Aktivitäten mit grosser Krafteinwirkung auf die unteren Extremitäten wie etwa gehen, laufen, springen, Treppen steigen und längeres Sitzen und Knien. Wirth & Rudert (2000) schreiben, dass vor allem bei jungen, aktiven Personen das Krankheitsbild zu den häufigsten Problemen im Bereich des Kniegelenks zählt. Das PFSS ist schwer zu definieren, da Betroffene Symptome während verschiedenen Aktivitäten aufweisen. Auslösende Faktoren können Fehlstellungen der unteren Extremitäten, muskuläre Dysbalancen oder auch Überlastungen darstellen.

In der Praxis werden unterschiedliche Behandlungsansätze empfohlen, da offenbar nicht geklärt ist, welche Intervention die effektivste zu sein scheint.

1.2 Problemstellung

Im physiotherapeutischen Alltag wurde festgestellt, dass Knieschmerzen im patellofemorale Bereich immer wieder anzutreffen sind. Zudem ist das PFSS im persönlichen Umfeld verbreitet und es wurde nach Behandlungsstrategien gefragt. Diskrepanzen zwischen den verschiedenen Empfehlungen zur optimalen Therapie der Schmerzen, insbesondere im Bereich der Muskelkräftigung, haben dazu bewogen die Bachelorarbeit über dieses umfangreiche und interessante Thema zu schreiben.

1.3 Fragestellung

Aufgrund oben genannter Problemstellung stellte sich folgende Frage: Welche Intervention zur Muskelkräftigung ist bei erwachsenen Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom am effektivsten zur Schmerzreduktion?

1.4 Zielsetzung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es Klarheit zu schaffen bezüglich der Behandlung zur Muskelkräftigung bei patellofemorale Schmerzen. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen helfen im zukünftigen physiotherapeutischen Alltag Prioritäten bei der Therapie zu setzen.

1.5 Abgrenzung

In der Arbeit werden nur Interventionen zur konventionellen Muskelkräftigung untersucht. Andere Interventionen wie Elektrostimulation, Orthesen, Taping, manuelle Techniken oder Stretching werden nicht in die Arbeit mit eingeschlossen.

2 Methode

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden Studien gesucht, welche verschiedene Interventionen zur Muskelkräftigung bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom vergleichen. Die Datenbanken AMED, CINAHL, Medline und PEDro wurden zwischen Oktober 2010 und dem 10.01.2011 durchsucht. Dazu wurden folgende Suchpfade mit den entsprechenden englischen Stichwörtern und Verknüpfungen verwendet, welche in Tabelle 1 dargestellt sind.

Tabelle 1

Suchpfade in Datenbanken

Datenbank	Suchpfad
AMED	patellofemoral pain syndrome (keyword) AND treatment (keyword) AND exercise therapy (subject heading) OR training (keyword)
CINAHL	patellofemoral pain syndrome (subject heading) AND Treatment (abstract) AND Exercise (abstract)

Fortsetzung Tabelle 1

Suchpfade in Datenbanken

Datenbank	Suchpfad
Medline	patellofemoral pain syndrome (subject heading) AND treatment (keyword) AND exercise (subject heading) OR exercise (keyword)
PEDro	Patellofemoral pain (abstract or title) AND treatment (abstract or title) AND exercise (abstract or title)

In allen erwähnten Datenbanken wurde zudem die Suche zeitlich eingeschränkt, auf Studien welche ab dem Jahre 2000 veröffentlicht wurden. Anhand der beschriebenen Vorgehensweise wurden vorerst 99 Studien gefunden, nach Abzug der Doppelnennungen waren es noch 58.

Um Studienresultate mit einer möglichst hohen Evidenz zu erhalten, wurde das Studiendesign RCT bevorzugt sowie eine Mindestanzahl an Probanden und eine Mindestpunktzahl nach den PEDro-Kriterien (Physiotherapy Evidence Database, 1999) festgelegt. Des Weiteren sollten die Studien möglichst aktuell und deren Ziele möglichst genau auf die Beantwortung der Fragestellung zugeschnitten sein. Eine weitere Voraussetzung war die Messung von Schmerz unter den Outcomes, damit sich die Studien miteinander vergleichen lassen. Daraus ergaben sich folgende Ein- und Ausschlusskriterien.

Einschlusskriterien:

- Interventionsstudien zur Muskelkräftigung bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom, welche verschiedene Interventionen zur Muskelkräftigung vergleichen
- In den Outcome-Messungen ist Schmerz auf der Visual Analog Scale (VAS) oder Numerical Rating Scale (NRS) enthalten
- Studiendesign RCT
- Studie in englischer oder deutscher Sprache verfasst

Ausschlusskriterien:

- Studien, welche vor dem Jahre 2000 oder nach dem 10.01.2011 veröffentlicht wurden
- Zusätzliche Interventionsunterschiede zwischen den beiden Interventionsgruppen wie Taping, Orthesen etc.
- Weniger als 6/10 Punkte nach PEDro-Kriterien (Physiotherapy Evidence Database, 1999)
- Weniger als 45 Studienteilnehmer

Die aufgeführten Kriterien wurden von sechs der 58 Studien erfüllt. Es stellte sich heraus, dass zwei Studien von denselben Autoren veröffentlicht und mit denselben Patienten durchgeführt worden waren. Die eine Studie hatte die Resultate nach fünf Wochen und drei Monaten veröffentlicht, die zweite nach drei Monaten und fünf Jahren. Aufgrund der Vergleichbarkeit mit den anderen Studien, welche Messungen nach Interventionszeiten von vier bis acht Wochen durchführten, wurde die Langzeitstudie ausgeschlossen. Auf deren Resultate wird später in der Arbeit dennoch Bezug genommen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Vorgehensweise bei der Studiensuche.

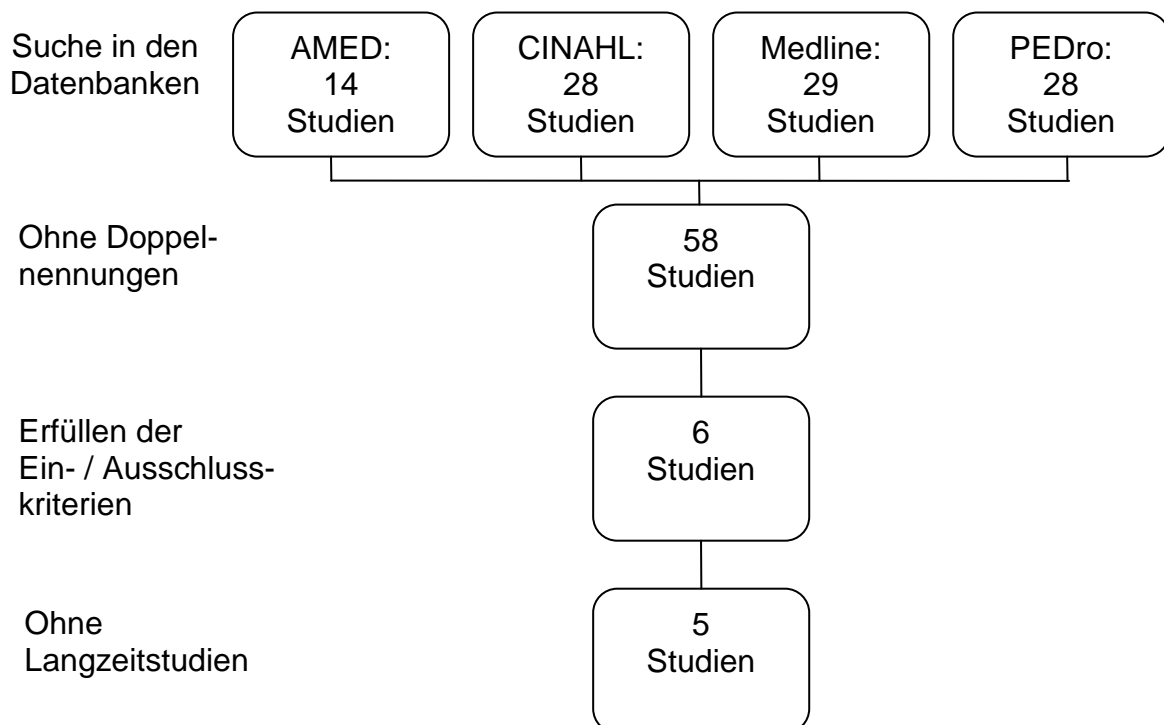


Abb. 1. Verlauf der Studiena Auswahl

3 Theoretischer, wissenschaftlicher Hintergrund

Um das PFSS zu verstehen, werden im ersten Teil die Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks und im Speziellen des Patellofemoralgelenks (PF-Gelenk) beschrieben. Anschliessend werden Definition, Ätiologie, Schmerzsymptomatik, Diagnostik und in der Praxis angewandte Therapiemöglichkeiten des PFSS erläutert.

3.1 Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks

Nach Platzer (2005) gilt das Kniegelenk als grösstes Gelenk des menschlichen Körpers. Schünke, Schulte, Schumacher, Voll & Wesker (2007) beschreiben, dass beim Kniegelenk (Articulatio genus) drei Knochen miteinander artikulieren. Femur und Tibia bilden das Femorotibialgelenk (Articulatio femorotibialis), der Femur und die Patella das Patellofemoralgelenk (Articulatio femoropatellaris). Beide Gelenke haben eine gemeinsame Gelenkkapsel und Gelenkhöhle. Die knöchernen und ligamentären Strukturen des Kniegelenks sind in Abbildung 2 dargestellt.

Die Gelenkkapsel besteht aus zwei Schichten, der Membrana synovialis und der Membrana fibrosa. An verschiedenen Stellen bildet die Kapsel Ausbuchtungen, sogenannte Recessus.

Diese sind für das maximale Bewegungsausmass des Gelenks von Bedeutung und können bei Verklebungen für Bewegungseinschränkungen verantwortlich sein. Zu den klinisch bedeutendsten zählen die Recessus parapatellaris, subpopliteus, subtendinea gastrocnemii und suprapatellaris (Hochschild, 2008).

Gemäss Kohn (2005) ist die Gelenkhöhle in mehrere Abschnitte aufgeteilt. Gelenknahe Schleimbeutel (Bursae) kommunizieren mit der Gelenkhöhle und bilden verzweigte Recessus. Plicae alares (Fettfalten der Membrana synovialis) ziehen vom



Abb. 2. Ansicht Knie von ventral, Patella und Lig. patellae nach unten geklappt (Schünke et al., 2007)

Corpus adiposum infrapatellare (Hoffa-Fettkörper) zu den Seitenrändern der Patella. Der pyramidenförmige Hoffa-Fettkörper liegt mit seiner Basis dem Lig. patellae auf. Die Femurkondylen und das Tibiaplateau weisen eine Inkongruenz auf, welche von den beiden Menisken kompensiert wird. Sie fangen zudem Belastungsspitzen auf, vermindern punktuelle Druckkräfte und absorbieren so Stöße. Extreme Flexions- und Extensionsbewegungen werden durch die Menisken limitiert. Zudem verteilen sie Synovialflüssigkeit in der Gelenkhöhle und fördern so die Ernährung des Gelenkknorpels (Hochschild, 2008). Die Vorder- und Hinterhörner der Menisken sind mit Bändern am Tibiaplateau befestigt. An den Vorderhörnern sind die Menisken mit dem Lig. transversum genus miteinander verbunden. Die Basis (lateralen Rand) ist mit der Gelenkkapsel verwachsen. Im anteromedialen Bereich des Kniegelenks stehen die Menisken über die meniscopatellaren Bänder mit der Patella in Verbindung. Die meniscofemorale Bänder (Ligg. (Ligamenta) meniscofemorale anterius und posterius) bilden eine Verbindung zwischen Meniscus lateralis und Femur und sichern bei Flexion den lateralen Meniskus (Kohn, 2005). Der mediale Meniskus ist c-förmig und am dorso-medialen Bereich mit dem Lig. collaterale mediale posterius verbunden (Hochschild, 2008).

Die Kollateralbänder (Ligg. collaterale anterius und posterius) sind in Extensionsstellung maximal gespannt und stabilisieren so das Kniegelenk. Sie begrenzen die Aussenrotation und wirken einer Varus- bzw. Valgusstellung des Kniegelenks entgegen. Das mediale Seitenband ist mit dem medialen Meniskus und der Kapsel verbunden. Das laterale Seitenband steht nicht in Verbindung mit der Gelenkkapsel (Ebelt-Paprotny, 2008). Die Patella steht in Verbindung mit vielen Strukturen, welche einen Einfluss auf deren Position im Gleitlager haben. Die Retinacula transversaria ziehen jeweils vom lateralen und medialen Rand der Patella an die Epicondylen des Femurs und zur Tibia. Von kranial her (Teile davon auch von lateral und medial) zieht der M. (Musculus) quadriceps femoris an die Patella und setzt sich als Lig. patellae zur Tuberositas (Tub.) tibiae fort (Hochschild, 2008). Die mit der Patella verbundenen Strukturen sind in Abbildung 3 ersichtlich.



Abb. 3. Verbindungen der Patella (Hochschild, 2008)

Die Kreuzbänder (Ligg. cruciatum anterius und posterius) limitieren die Innenrotation und stabilisieren das Kniegelenk in der Sagittalebene. Ein Gleiten nach ventral (vordere Schublade) wird vom vorderen Kreuzband (VKB) begrenzt. Das Gleiten nach dorsal (hintere Schublade) wird vom hinteren Kreuzband (HKB) verhindert. Die beiden Kreuzbänder sind am physiologischen Rollgleiten im Gelenk beteiligt (Ebelt-Paprotny, 2008).

In der Sagittalansicht wird deutlich, dass die Kontur der Femurkondylen viel länger ist als diejenige des Tibiaplateaus. Dies hätte bei einer Knieflexion zur Folge, dass der Femur über das hintere Ende der Tibia hinausrollen würde, wenn die Bewegung aus einer reinen Rollbewegung bestehen würde. Durch das Gleiten des Femurs nach anterior bleibt der Gelenkkontakt zwischen Femur und Tibia bestehen, wobei das vordere Kreuzband das anterior Gleiten des Femurs beeinflusst. Bei Extension im Kniegelenk rollen die Femurkondylen nach anterior und gleiten zugleich nach posterior. Wären die Kontaktflächen des Kniegelenks völlig kongruent, wie bei einem Walzen- oder Scharniergelenk (z. B. Humeroulnargelenk), würde dies eine Innen- bzw. Aussenrotation des Knies in Flexion verhindern, welche für das Gehen notwendig ist (Kohn, 2005). Das Rollen und Gleiten des Femurs gegenüber der Tibia ist in Abbildung 4 dargestellt.

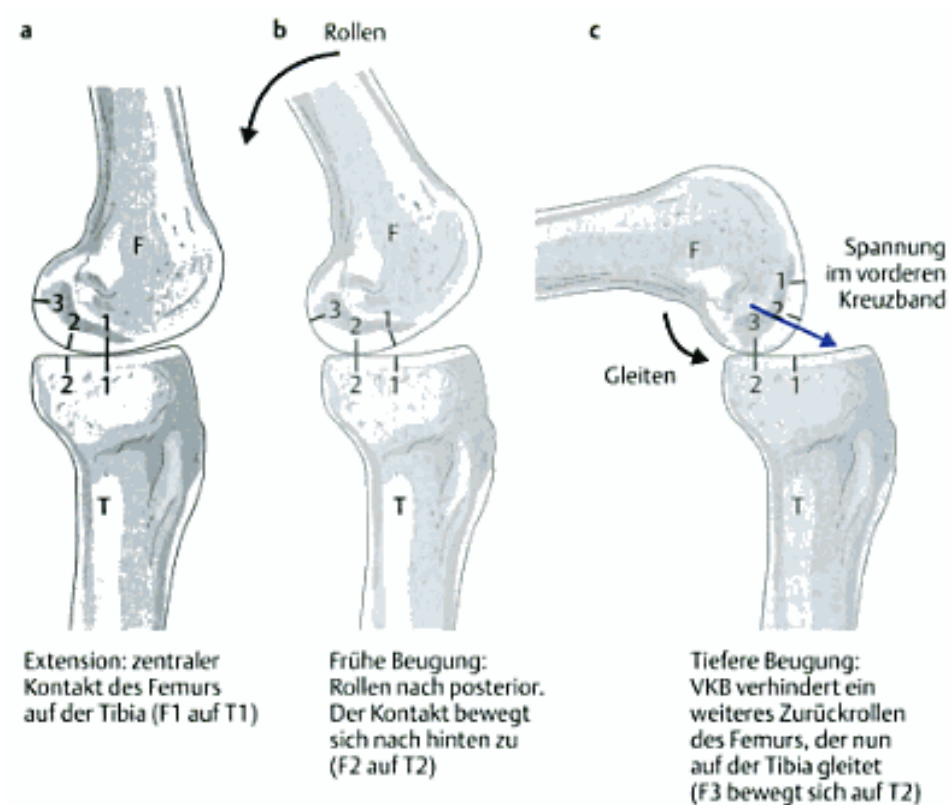


Abb. 4. Kinematik des Kniegelenks: Rollen und Gleiten (Kohn, 2005)

Um die transversale Achse sind Bewegungen in Flexion und Extension möglich. Das maximale aktive Bewegungsausmass hängt von verschiedenen Komponenten ab, wie Weichteilhemmung oder aktive Insuffizienz der Muskulatur (ungenügende Kraftentwicklung bei maximal verkürzter Ischiokruralmuskulatur). Das Bewegungsausmass des Kniegelenks bewegt sich zwischen 5°-10° Extension und 120°-150° Flexion. Eine Rotationsbewegung ist im Kniegelenk nur in Flexionsstellung möglich und wird durch die Kreuzbänder und die Menisken begrenzt. Die Aussenrotation beträgt 30°-40°, die Innenrotation 0°-10° (Schünke et al., 2007). An der Kniegelenksexension sind der M. quadriceps femoris und in geringem Masse der M. tensor fasciae latae beteiligt. Die Flexion wird von M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. biceps femoris, M. gracilis, M. sartorius, M. popliteus und M. gastrocnemius ausgeführt. Zu den Innenrotatoren zählen der M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. gracilis, M. sartorius und M. popliteus. Die Aussenrotation im Kniegelenk wird vom M. biceps femoris ausgeführt (Platzer, 2005).

Die ausführliche Anatomie des Patellofemoralgelenks und die dazugehörigen Strukturen mit deren Funktionen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3.2 Das Patellofemoralgelenk

3.2.1 Anatomie und Biomechanik

Die Patella und Teile des Femurs bilden das Patellofemoralgelenk. Als grösstes Sesambein des menschlichen Körpers ist die Kniescheibe in den Streckapparat des Kniegelenks eingebettet. Die Facies articularis patellae ist mit einer hyalinen Knorpelschicht überzogen und in eine mediale und laterale Facette aufgeteilt. Vor allem die mediale Facette ist in ihrer Form und Ausrichtung bei jedem individuell ausgebildet und aus diesem Grund entstehen jeweils unterschiedliche mechanische Belastungen auf das Patellofemoralgelenk. Das Gleitlager der Patella wird durch die Trochlea femoris und die Facies patellaris femoris gebildet.

Die Patella ist so zwischen den Kondylen des Femurs eingelagert und hat dementsprechend medial und lateral Halt. Häufig ist die Trochlea femoris nicht symmetrisch ausgebildet, wobei die laterale Kondylenwange meist breiter und höher ist. Passive wie auch aktive Strukturen sind an der Mobilität und Stabilität der Patella beteiligt (Diemer & Sutor, 2007). Hochschild (2008) nennt sechs Freiheitsgrade, rotatorische und translatorische Bewegungen im Patellofemoralgelenk, während die Patella Punctum mobile und der Femur Punctum fixum ist. Translatorische Bewegungen sind nach kranial und kaudal sowie lateral und medial möglich. Rotatorische Bewegungen finden in der sagittalen Achse statt.

3.2.2 Aktive Stabilisatoren

Als wichtigster aktiver Stabilisator des Patellofemoralgelenks wird der M. quadriceps femoris beschrieben (Diemer et al., 2007). Die verschiedenen Sehnenanteile dieses Muskels inserieren an den kranialen, lateralen und medialen Rändern der Patella und setzen sich am kaudalen Ende zum Lig. patellae zusammen. Im weiteren Verlauf inseriert das Ligament an der Tub. Tibiae (Hochschild, 2008). Die einzelnen Sehnen des M. quadriceps femoris inserieren in unterschiedlichen Winkeln an der Patella. In Abbildung 5 sind die einzelnen Muskelanteile und deren Insertionswinkel aufgezeigt. Daraus kann man auf die jeweilige Funktion der Muskelanteile, um die Patella in einem optimalen Alignment zu halten, schliessen. Anders als die Mm.

(Musculi) rectus femoris, intermedius und vastus lateralis verlaufen die kaudalen Fasern des vastus medialis eher horizontal als vertikal an den Patellarand. Dies hat dazu geführt, diesen Anteil als eigenständigen Muskel aufzuführen und als M. vastus medialis obliquus (VMO) zu benennen (Diemer et al., 2007). Der VMO ist für den Zug der Patella nach medial verantwortlich und hat keine extensorische Funktion. Da dieser Muskelanteil zur Atrophie neigt, kann der M. vastus lateralis dem medialen Anteil kräftemässig überlegen werden. Folglich kann die Patella nicht mehr zentral im Gleitlager gehalten werden und es entsteht eine Patellalateralisation (Hochschild, 2008). Die femorale Insertion des VMO steht in enger Verbindung mit derjenigen der Mm. adductores longus und magnus. Daraus lässt sich schliessen, dass der VMO über die Hüftadduktoren aktiviert werden könnte. Dies wirft die Frage auf, ob der VMO auch isoliert trainiert werden oder selektiv atrophieren kann (Diemer et al., 2007). Kohn (2005) beschreibt, dass bei einem sogenannten Maltracking (gestörter Richtungsverlauf der Patella) oft die Funktion des VMO gestört ist. Ostermeier & Becher (2011) zählen zusätzlich das mediale und laterale longitudinale Retinaculum patellae sowie die Mm. tensor fascia latae, gastrocnemius und ischiocrurales zu den dynamischen Stabilisatoren der Patella.

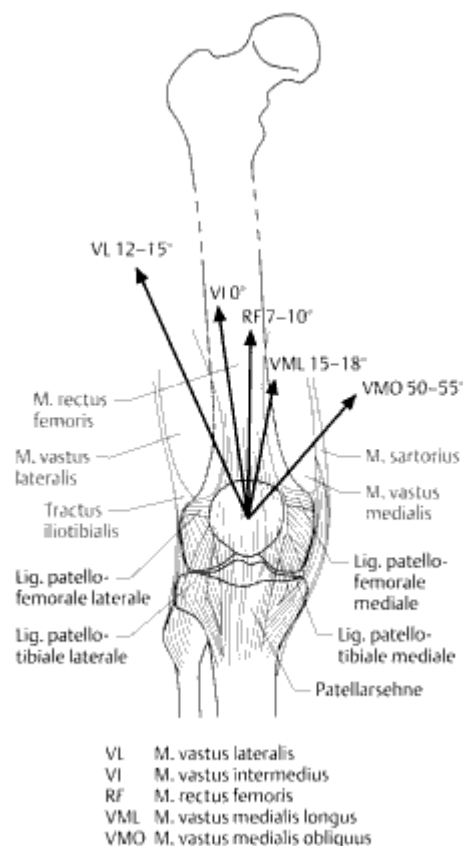


Abb. 5. Insertionswinkel der Quadricepsanteile (Diemer et al., 2007)

3.2.3 Passive Stabilisatoren

Die passiven Stabilisatoren werden durch das mediale und laterale transversale Retinaculum patellae und das Lig. patellae gebildet (Ostermeier et al., 2011). Kohn (2005) erläutert zudem, dass das mediale Retinaculum patellae der wichtigste passive Stabilisator ist. Dieses schützt vor Patellaluxationen nach lateral. Das

laterale Retinaculum kann bei Verkürzungen zu einer Lateralkippung der Patella oder auch zu einer Verschiebung der Kniescheibe führen. Wenn eine Patellalateralisierung vorliegt, ist das laterale Retinaculum häufig schlaff anzutreffen. Diemer et al. (2007) zählen ausserdem das Retinaculum longitudinale, die Ligg. meniscopatellare mediale und laterale, die Ligg. patellofemorale mediale und laterale und die Ligg. patellotibiale mediale und laterale zu den passiven Stabilisatoren. Die medialen Strukturen bewirken ein Tracking (Zug) nach medial, wobei die lateralen das Lateral-Tracking unterstützen. Insgesamt kann gesagt werden, dass die lateralen Strukturen den medialen überlegen sind. Als Antagonist wirkt hauptsächlich der M. vastus medialis als aktiver Stabilisator, weshalb bei der Behandlung einer Patellalateralisation meist ein grosses Augenmerk auf die Kräftigung dieses Muskelanteils gelegt wird.

3.2.4 Kontaktflächen der Patella

Die zentrale Struktur des Patellofemoralgelenks ist die Patella welche mit einer dicken Knorpelschicht überzogen ist. Ihre intraartikuläre Oberfläche steht in unterschiedlichem Kontakt zur Trochlea des Femurs. Je nach Gelenksstellung artikulieren die Gelenkflächen anders (Biedert & Friederich, 2004). In Flexion weist das Patellofemoralgelenk die beste Kongruenz und stabilste Führung

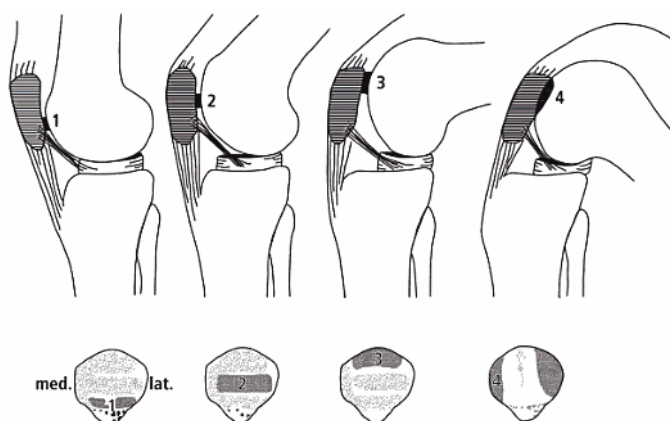


Abb. 6. Schematische Darstellung der Kontaktflächen der Patella je nach Knieflexion (Wirth et al., 2000)

auf. Bei maximaler Flexion liegt die Patella hauptsächlich mit dem lateralen und medialen Rand auf der Kondylenrolle. Je mehr Extension im Kniegelenk durchgeführt wird, desto distaler liegen die Kontaktpunkte auf der Rückseite der Patella. Bei maximaler Extension und unter Anspannung des Quadriceps liegt die Patella ganz proximal. Das distale Ende artikuliert noch mit den Kondylenwangen, wobei die proximalen Anteile auf dem supratrochlearen Fettpolster aufliegen. In

dieser Position ist eine transversale Verschiebung der Patella am ehesten möglich, da die Kniescheibe nur geringfügig durch die Trochlea des Femurs stabilisiert wird (Wirth et al., 2000). Die verschiedenen Kontaktflächen der Patella sind in Abbildung 6 zu sehen.

3.2.5 Kontaktkräfte des Patellofemoralgelenkes

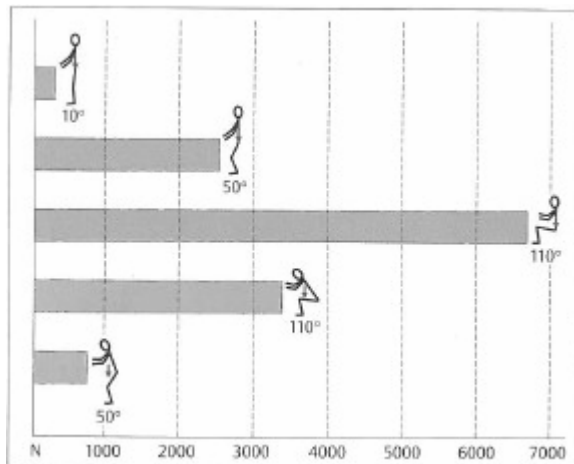
Pförringer (2007) schreibt in seinem Artikel, dass im Femoropatellargelenk extrem hohe Druckbelastungen auftreten. Beim Aufstehen aus der Hocke können Spitzendruckwerte von 1000kg bis 1200kg von der Patella auf die Femurkondylen ausgeübt werden. Der Druck ist stark vom Grad der Beugung abhängig. Hochschild (2008) erklärt, dass mit zunehmender Flexion der Druck auf die Femurkondylen grösser wird. Je nach Gelenksstellung artikuliert die Patella eher distal oder proximal mit den Femurkondylen. Der retropatellare Druck und somit die Belastung auf das Femoropatellargelenk erfolgt durch die Vektorsumme der Schwerkraft und der Kraft aus dem Muskel-Band-Apparat. Somit spielen neben dem Körpergewicht die Hebelarme der verschiedenen Kräfte, wie auch die vertikalen und horizontalen Zugkräfte eine Rolle. Dadurch sind alle Strukturen, welche mit der Patella in Kontakt stehen, am Gelenkdruck beteiligt.

Hochschild (2008) beschreibt, dass folgendes beim In-die-Hocke-Gehen beobachtet werden kann:

Der retropatellare Druck erreicht bei Knieflexionsgraden zwischen 10° bis 50° keine Spitzenwerte. Bei zunehmender Flexion und dorsal liegendem Schwerpunkt, welcher den Lastarm verlängert, erhöht sich der Druck erheblich. Er kann das Zehnfache des eigenen Körpergewichts ausmachen. Verschiebt sich der Schwerpunkt nach ventral, tritt eine deutliche Entlastung ein, da der Lastarm verkürzt wird. Als Beispiel wirken bei dorsaler Schwerkrafteinwirkung und 50° Knieflexion ca. 2400 N (Newton) auf das Kniegelenk. Verlagert sich der Schwerpunkt nach ventral, verringert sich der Druck auf 860 N.

Bezugnehmend darauf schreibt Hochschild (2008): „Eine gesunde Patella kann einen derart hohen Druck ertragen. Formvarianten der Patella, ungünstige Höheneinstellung und Zugrichtungsänderungen der an der Patella ansetzenden Strukturen können den Druck jedoch ungünstig beeinflussen“. (S. 231)

In Abbildung 7 sind die Veränderungen des retropatellaren Druckes aufgezeigt.



Schwerpunkteinwirkung dorsal
 Schwerpunkteinwirkung dorsal
 Schwerpunkteinwirkung dorsal
 Schwerpunkteinwirkung ventral
 Schwerpunkteinwirkung ventral

Abb. 7. Veränderungen des retropatellaren Druckes, in Newton angegeben (Hochschild, 2008)

3.3 Das Patellofemorale Schmerzsyndrom

Das Physiowörterbuch (2010) beschreibt das PFSS wie folgt: „Chronischer Schmerzzustand im ventralen Kniegelenkbereich unter Ausschluss intraartikulärer Pathologien, Sehnenenerkrankungen und anderer „fassbarer“ Krankheitsbilder. Es können sowohl entzündliche Veränderungen und nicht entzündliche Veränderungen auftreten.“ (S. 642)

3.3.1 Synonyme

Ostermeier et al. (2011) verwenden folgende Synonyme für das PFSS: vorderes Knieschmerzsyndrom (oder englisch: anterior knee pain syndrome), Chondromalazia patellae, patellofemorale Dysfunktion, patellofemorale Arthralgie und Hoffasyndrom. Jerosch & Heisel (2004) nennen als Synonyme die Chondropathia patellae, das parapatellare Schmerzsyndrom und die Chondromalazia patellae. Auch Runner's knee und Jumper's knee werden in diesem Zusammenhang erwähnt (Witvrouw et al., 2005).

Je nach Quellennachweis werden andere Begriffe genannt. Dies zeigt auf, dass das Krankheitsbild PFSS breit gefächert ist und ihm eine einheitliche Definition fehlt.

3.3.2 Prävalenz / Epidemiologie

Bei jungen Erwachsenen wird das PFSS zahlreicher diagnostiziert als bei älteren Personen. Zudem ist das PFSS weit häufiger bei Sportlern anzutreffen als bei Nichtsportlern. Dies deutet darauf hin, dass Überbelastungen bei der Entstehung des PFSS eine Rolle spielen können (Wirth et al., 2000). Jerosch et al. (2004) beschreiben eine Häufung im 2. bis 4. Lebensjahrzehnt. Zudem sind Frauen öfter betroffen als Männer. Genaue Zahlen zur Prävalenz und Epidemiologie konnten nicht ausgemacht werden.

3.3.3 Symptomatik und Schmerzlokalisierung

In der Anamnese wird von den Patienten oft über langsam zunehmende, intermittierende, brennende, peripatellare Belastungsschmerzen berichtet. Die Beschwerden treten teils punktuell, häufig lateral der Patella oder auch diffus im gesamten vorderen Kniebereich auf. Des Öfteren machen sich die Beschwerden wechselseitig und mit unterschiedlich progressivem Krankheitsverlauf bemerkbar. Die Symptome äussern sich hauptsächlich bei Aktivitäten wie Treppen steigen, Knien, in Hockstellung oder bei längerem Sitzen mit angewinkelten Beinen. Zudem berichten Patienten über Beschwerden bei sportlichen Aktivitäten mit erhöhter patellofemorale Belastung des Knieapparates wie z.B. rennen, hüpfen oder springen (Ostermeier et al. 2011). Jerosch et al. (2004) erläutern, dass häufig über ein Nachgeben des Kniegelenks (Giving-way-Syndrom), sowie ein störendes Reiben und Einklemmungserscheinungen berichtet wird. Patienten klagen oft über diffuse, aktivitätsbezogene Schmerzen, welche schleichend auftreten und später chronifizieren können (Varatojo, 1998). Begleitend können Krepitationen im Gelenk und Gelenksergüsse auftreten (Lindel, 2006). Wie bereits erwähnt scheint es in der Literatur keine Einigkeit über die Terminologie für anteriore Knieschmerzen zu geben. Die Symptome sind schwierig zu definieren, da die Lokalisation und das Schmerzlevel sehr unterschiedlich sind. Der Begriff „anteriorer Knieschmerz“ schliesst Chondromalazie patellae, inter-artikuläre patellare Chondropathie, patellare Gelenkschmerzen, Runner's knee und Jumper's knee mit ein. Patienten mit anterioren Knieschmerzen werden oft mit der Diagnose des PFSS konfrontiert. Ausgeschlossen vom PFSS sind Patienten mit anteriorem Knieschmerz aufgrund intra-artikulären Pathologien, patellare Tendinopathien, peripatellare Bursitis,

Plicasyndrom, Sinding Larsen Johansson's Läsion und Osgood Schlatter's und anderen selteneren Diagnosen (Witvrouw et al., 2005). Eine patellare Tendinopathie zeichnet sich durch Druck- und Belastungsschmerz, ausgelöst durch degenerative Veränderungen der Patellarsehne (nicht entzündliche Erkrankung), aus (Pschyrembel, 1975). Dem gegenüber wird eine peripatellare Bursitis durch wiederholte Traumata oder Dauerreiz (Druck) ausgelöst (Pschyrembel, 1975). Die Sinding Larsen Johansson's Läsion wird auch als das Patellaspitzensyndrom bei Kindern bezeichnet. An der Spitze der Patella im Bereich der Patellarsehne entsteht eine Entzündung. Ossäre Fragmente lösen sich aus der Kniescheibe ab und können nekrotisieren. Diese Pathologie ist meist bei sportlichen, jungen Männern anzutreffen (Ebelt-Paprotny, 2008). Osgood Schlatter's Läsionen werden auch Morbus Osgood-Schlatter oder Schlatter-Erkrankung genannt. Sie treten vorwiegend bei männlichen Jugendlichen mit hoher Kniegelenksbeanspruchung auf. Dabei liegt eine Osteochondrose der knorpeligen Tub. tibiae vor. Dies führt zu einer prominenten Tub. tibiae und möglicherweise zur Loslösung ossärer Partikel, was einen diskreten Ruhe- und einen verstärkten Belastungsschmerz verursacht (Jerosch et al., 2004). Der Begriff „patellofemoral“ scheint angebracht, wenn keine spezifische Struktur der Patella oder des Femurs betroffen ist. Schmerzen und ein Gefühl der Instabilität sind die wenigen übereinstimmenden Symptome, welche von Patienten geäußert werden. Aus diesem Grund ist es passend das Wort „Syndrom“ zu verwenden, welches eine ganze Gruppe von verschiedenen Symptomen und Zeichen zusammenfasst (Witvrouw et al., 2005).

3.3.4 Ätiologie

Wirth et al. (2000) schreiben, dass ein akutes Trauma, Überbeanspruchung, Immobilisation, Übergewicht, genetische Disposition, Malalignment der Quadricepsmuskulatur, angeborene Anomalien der Patella und wiederholte intraartikuläre Injektionen von Kortikosteroiden zu den prädisponierenden Faktoren zählen. Hochschild (2008) beschreibt, dass das Patellofemorale Schmerzsyndrom durch Veränderungen der Patella (z.B. Dysplasien), Beinachsenfehlstellungen, Bandlaxitäten und muskuläre Dysbalancen entsteht. Witvrouw et al. (2005) teilen das patellofemorale Schmerzsyndrom entsprechend seinem Ursprung in verschiedene Untergruppen ein.

Folgende Abbildung (Abb. 8) gibt eine Übersicht über die klinische Klassifikation des PFSS nach Witvrouw et al. (2005).

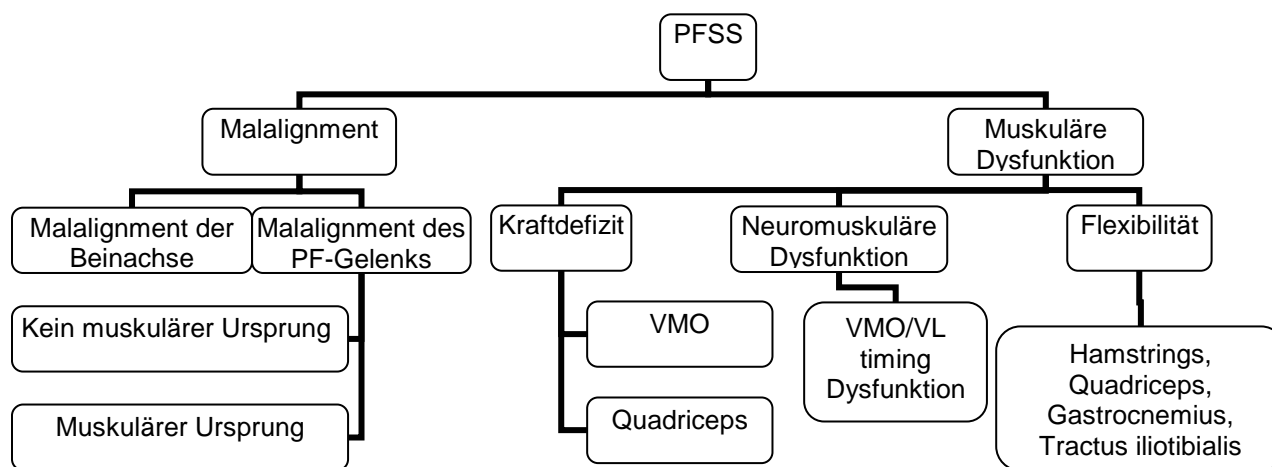


Abb. 8. Klinische Klassifikation des PFSS (Witvrouw et al., 2005)

Das Malalignment und die muskuläre Dysfunktion stehen im Mittelpunkt dieser Klassifikation.

Muskuläre Dysfunktionen sind sehr häufig im Zusammenhang mit dem Patellofemoralem Schmerzsyndrom anzutreffen. Dabei spielen die Dehnbarkeit der knieumgebenden Muskulatur, die neuromuskuläre Dysfunktion sowie das Kraftdefizit des Quadriceps und im speziellen des VMO wichtige Rollen.

Flexibilität: Verminderte Dehnbarkeit der Hamstrings, des Quadriceps, des Gastrocnemius oder des Tractus iliotibialis können die normale Biomechanik des Gelenks verändern. Beim M. gastrocnemius beispielsweise führt ein Hypertonus zu einer verstärkten Pronation im unteren Sprunggelenk in der Standbeinphase wodurch Rotationsmomente im Knie und im Speziellen im Patellofemoralgelenk entstehen. Haben die Hamstrings eine zu hohe Spannung, muss dies vom Antagonisten, hier vom Quadriceps, kompensiert werden, was zu einem erhöhten retropatellaren Anpressdruck führt. Nicht bekannt ist, ob diese Befunde eine Pathologie verursachen können oder lediglich eine Folge eines PFSS sind (Witvrouw et al., 2005).

Neuromuskuläre Dysfunktion: Viele Untersuchungen versuchten nachzuweisen, ob bei Patienten mit PFSS die Aktivierung der Quadricepsanteile, im Speziellen des VMO und des VL, zeitgleich stattfindet oder nicht. Eine Studie von Cowan, Bennell, Hodges, Crossley & Mc Connell (2001) hat gezeigt, dass Probanden, welche an

PFSS leiden im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, eine verspätete Aktivierung des VMO aufweisen. Dies führte zu Spitzenbelastungen auf die laterale Patellafacette, die mittels EMG (Elektromyographie) beim Treppen hoch- und heruntersteigen gemessen wurde. Andere Forschungen konnten bei einer ähnlichen Untersuchung jedoch kein bestätigendes Resultat erzielen. Cavazzuti, Merlo, Orlandi & Campanini (2010) konnten zwischen PFSS-Patienten und einer beschwerdefreien Kontrollgruppe keinen Unterschied in der zeitlichen Aktivierung des VMO während verschiedener Aktivitäten feststellen. Somit ist das Resultat aus der Studie von Cowan et al. (2001) mit Vorsicht zu genießen. Es scheint jedoch realistisch, dass eine verzögerte Aktivierung des VMO im Einzelfall Probleme auslösen kann. Dies muss aber nicht zwingend auf ein PFSS hindeuten.

Kraftdefizit: Viele PFSS-Patienten weisen, vor allem bei exzentrischer Muskelkontraktion, eine abgeschwächte Quadricepsmuskulatur auf. Das Defizit wird anhand eines isokinetischen Tests im Seitenvergleich ermittelt. Kann bei der Kraftmessung ein Unterschied von 15% nachgewiesen werden, spricht man von einem muskulären Defizit. Oftmals wird der Einbeinsprungtest (single-hop-test) verwendet, da isokinetische Dynamometer nicht immer zur Verfügung stehen.

Häufig wird bei der Untersuchung eine Schwäche des M. vastus medialis obliquus diagnostiziert. Die Schwäche wird anhand von Oberschenkelumfangmessungen (mit Messband) oder Muskelfunktionstests bestätigt. Ein entsprechendes Training der abgeschwächten Muskulatur ist somit indiziert. Dass der VMO einen Einfluss auf die Lage und Führung der Patella hat und somit ein Patellofemorales Schmerzsyndrom begünstigen kann, wurde bereits in vorangehenden Abschnitten (siehe aktive Stabilisatoren des Patellofemoralgelenks) erläutert (Witvrouw et al., 2005).

Untersuchungen haben gezeigt, dass Defizite in der Hüftmuskulatur ebenso eine Rolle spielen können. Laut Heiderscheit (2010) weisen PFSS-Patienten insbesondere in den Aussenrotatoren und Abduktoren eine verminderte Kraft auf. Diese Mängel begünstigen eine Beinachsenfehlstellung in Innenrotation und Adduktion, vor allem während Aktivitäten. Trotzdem ist eine verminderte Muskelkraft nicht Voraussetzung für eine abnormale Kinematik der unteren Extremität.

Malalignment der Beinachse: Ostermeier et al. (2011) zeigen eine Vielzahl an möglichen Beinachsenfehlstellungen auf. Je nach Fehlstellung entsteht ein erhöhter retropatellarer Druck an der medialen, lateralen oder proximalen Seite der Patella.

Ein Genu valgum beispielsweise hat einen vergrößerten Q-Winkel zur Folge. Ist dieser erhöht, verschiebt sich die Position der Patella nach lateral und es entsteht ein erhöhter Druck auf die laterale retropatellare Gelenkfläche. In Abbildung 9 sind mögliche Fehlstellungen und deren Auswirkungen auf die Beinachse und das Patellofemoralgelenk aufgezeigt. Ebenfalls in der Abbildung aufgeführt ist der TT-TG-Abstand (Tub.-Tibiae-Trochlea-Groove-Abstand). Ist dieser erhöht, sagt dies beispielsweise etwas über eine femorale Innenrotation oder eine tibiale Aussenrotation aus.

(▲ = erhöht, ▼ = verringert, ● = gleich bleibend)

	Q-Winkel	TT-TG-Abstand	Retropatellarer Druck	Patellakinematik
Genu valgum	▲	● oder ▲	lateralisiert	lateralisiert
Genu varum	▼	● oder ▼	medialisiert	medialisiert
Genu recurvatum	●	●	distalisiert	destabilisiert
Genu antecurvatum	●	●	proximalisiert	stabilisiert
Femorale Innenrotation = tibiale Außenrotation	▲	▲	lateralisiert	lateralisiert
Femorale Außenrotation = tibiale Innenrotation	▼	▼	medialisiert	medialisiert
Femorale Antetorsion	▲	▲	lateralisiert	lateralisiert
Femorale Retrotorsion	▼	▼	medialisiert	medialisiert
Tibiale Außentorsion	▲	▲	lateralisiert	lateralisiert
Tibiale Innentorsion	▼	▼	medialisiert	medialisiert

Abb. 9. Mögliche knöcherne Fehlstellungen und ihre Auswirkungen auf die verschiedenen Merkmale (Ostermeier et al., 2011)

Malalignment des PF-Gelenks bzw. der Patella: Eine unzureichende Führung der Patella im Gleitlager wird als Malalignment bezeichnet. Eine Hypo- oder Hypermobilität der Patella welche sich zum Beispiel als verminderte oder vermehrte Gleitbewegung in der Frontalebene äussert, kann eine Fehlstellung der Kniescheibe zur Folge haben. Ist bei maximaler Knieextension und entspanntem Quadricepsmuskel eine Bewegung der Patella nach lateral und medial von weniger als 10mm bei Männern und 12mm bei Frauen möglich, spricht man von einer Hypomobilität. Die Beweglichkeit nach medial ist häufiger eingeschränkt. Die Hypermobilität definiert sich durch eine mediale und laterale Patellaverschieblichkeit von mehr als 25mm bei Frauen beziehungsweise 23mm bei Männern. Dabei wird zusätzlich auf die Summe der Beweglichkeit nach medial und lateral geachtet, wobei

diese nicht mehr als 38mm bei Frauen und 36mm bei Männern betragen sollte (Witvrouw et al., 2005).

3.3.5 Untersuchung / Diagnostik des PFSS

Die Untersuchung des PFSS sollte grundsätzlich im Stehen stattfinden. Die Beinachse unter Belastung, das Gangbild sowie Aktivitäten wie in die tiefe Hocke gehen sind zentrale diagnostische Parameter. Die Beurteilung des Quadriceps-Winkels (Q-Winkel) ist umstritten, da sich dieser je nach Kniegelenksstellung und Anspannung des M. quadriceps anders präsentiert. Zudem ist der Q-Winkel interindividuell variabel (Ostermeier et al. 2011). Nach Hochschild (2008) wird der Q-Winkel von einer Geraden, welche die Spina iliaca anterior inferior (SIAI) mit der Patellamitte verbindet und einer weiteren Geraden, welche von der Patellamitte zur Tub. Tibiae gezogen wird, gebildet. Der daraus entstehende Winkel wird Q-Winkel genannt und sollte bei Männern ca. 10° bei Frauen ungefähr 15° (plus/minus 5°) betragen. Bei einem Genu valgum beispielsweise ist der Q-Winkel vergrößert und die laterale Kondylenseite wird stärker beansprucht als bei einem normalen Alignment des Gelenks. Der Q-



Abb. 10. Q-Winkel (Hochschild, 2008)

Winkel ist in Abbildung 10 dargestellt. Ein vergrößerter Q-Winkel kann durch eine Beinachsenfehlstellung (z. B. Genu valgum) entstehen und ist somit ein prädisponierender Faktor um ein PFSS zu verursachen. Ostermeier et al. (2011) beschreiben zudem, dass bei der Untersuchung die Palpation der Weichteile und Patellafacetten nicht ausser Acht gelassen werden darf.

Um ein PFSS diagnostizieren zu können, müssen die im folgenden Abschnitt genannten Tests nicht alle positiv ausfallen, da nicht alle Patienten zwingend an den selben Symptomen leiden und zudem die Ätiologie des PFSS, wie bereits erwähnt, sehr unterschiedlich sein kann.

Jerosch et al. (2004) empfehlen folgende Assessments zur Diagnostik des PFSS:

Tanzende Patella: Mit dem Daumen und Mittelfinger wird Synovialflüssigkeit aus dem Recessus suprapatellaris unter die Patella gedrückt. Der Zeigefinger überprüft das Patellaspiel durch Verschiebung nach lateral und medial. Eine tanzende Patella

gibt Aufschluss über einen intraartikulären Erguss. Abbildung 11 zeigt den Test der tanzenden Patella.



Facetten Test: Retropatellare Irritationen werden mit dem Facetten-Test eruiert. Durch Kippung der Patella kann die Retropatellarfläche palpiert werden. Führt dies zu Schmerzempfindungen ist der Test positiv.

Abb. 11. Prüfung der tanzenden Patella (Jerosch et al., 2004)

Zohlen-Zeichen: Der obere Patellapol wird mit Daumen und Zeigefinger umfasst und die Kniescheibe wird nach kaudal gedrückt. Empfindet der Patient Schmerzen bei aktivem Anspannen des M. quadriceps, wobei die Patella auf die Femurkondylen gedrückt wird, existiert eine Knorpelarthrose.

Krepitationstest: Der Patient führt eine dynamische Hockstellung aus. Eindeutig hörbare Knirschgeräusche, welche von Reibgeräuschen des femorotibialen Gelenks abzugrenzen sind, deuten auf Knorpelarthrosen höheren Grades hin.

Hyperpressionstest: Die Patella wird bei gestrecktem Knie an die Femurkondylen gedrückt, um einen Schmerz zu provozieren.

Fründ-Zeichen: In verschiedenen Knieflexionsstellungen wird mittels Beklopfen der Patella die Schmerzhaftigkeit eingeschätzt.

Nijs, Van Geel, Van der Auwera & Van de Velde (2006) empfehlen zur Diagnostik des PFSS die folgenden fünf Tests.

Eccentric-Step-Test: Dabei steht der Patient auf einem ca. 15-20cm hohen Step. Die Hände werden seitlich am Becken eingestützt. Nun soll der Patient auf einem Bein stehen und möglichst langsam von der Stufe heruntersteigen. Anschliessend wird ein Seitenvergleich durchgeführt. Provoziert der Test die typischen Schmerzen wird er als positiv gewertet.

Vastus medialis Koordinations-Test: Der Patient befindet sich in Rückenlage, die Beine liegen gestreckt auf der Liege. Der Therapeut setzt seine Faust unter das Knie und instruiert den Patienten eine langsame Extension im Kniegelenk durchzuführen, ohne das Knie auf die Faust zu drücken oder das Bein von der Faust abzuheben. Es soll eine volle Knieextension erreicht werden. Der Test gilt als positiv, wenn das Knie nicht komplett extendiert werden kann oder umliegende Muskeln wie Hüftflexoren oder –extensoren aktiviert werden. Dies kann ein Hinweis auf einen abgeschwächten M. vastus medialis obliquus sein, was in patellarem Schmerz resultieren könnte.

Patellar apprehension test (Synonym: Fairbanks apprehension test): Der Patient liegt entspannt auf dem Rücken, wobei der Therapeut die Patella möglichst weit nach lateral schiebt. Ab einer Knieflexion von 30° führt der Therapeut das Bein passiv in eine verstärkte Knie- und Hüftflexion. Wird dadurch der bekannte Schmerz ausgelöst, reagiert der Patient mit Angst oder möchte die Bewegung stoppen wird der Test als positiv gewertet.

Waldron's Test: Der Patient liegt in Rückenlage auf der Liege. Der Untersucher drückt die Patella gegen den Femur, wobei gleichzeitig eine passive Knieflexion durchgeführt wird. Der zweite Teil des Tests wird im Stand durchgeführt. Der Patient führt einen tiefen Squat aus, währenddessen der Therapeut Kompression auf die Patella gibt. Krepitationen oder Schmerzsymptome während des Tests (in beiden Ausgangsstellungen) sind Zeichen einer patellofemorale Erkrankung.

Clarke's Test: Der Patient befindet sich in Rückenlage. Die Beine werden mit einer Knierolle gelagert, um eine flächige Artikulation zwischen Patella und Femur zu erhalten. Der Therapeut drückt die Patella nach distal und instruiert den Patienten den M. quadriceps femoris anzuspannen. Führt dies zu Schmerzen, kann es ein Indikator einer patellofemorale Erkrankung sein.

Ergänzend zu den genannten Tests werden bildgebende Verfahren (z.B. Röntgen) angewandt, um die Patellaform und die Artikulation der Patella mit den Femurkondylen aufzuzeigen, wie hier in Abbildung 12 ersichtlich. Ausserdem können Lateraler Patella- und Sulcuswinkel bestimmt werden. Diese werden von Jerosch et al. (2004) folgendermassen beschrieben.

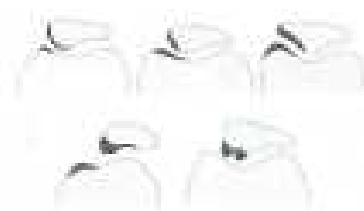


Abb. 12. Verschiedene Patellaformen (Jerosch et al., 2004)

Lateraler Patellawinkel: Dieser wird von einer Verbindungslinie der Femurkondylen und einer Linie entlang der lateralen Patellafacette gebildet und ist in Abbildung 13 dargestellt. Mit Hilfe dessen können Patelladysplasien oder Veränderungen des femoropatellaren Gleitlagers (z.B. Patellatilt) festgestellt werden.



Abb. 13. Lateraler Patellawinkel (Jerosch et al., 2004)

Sulcuswinkel: Der Scheitelpunkt liegt an der tiefsten Stelle des patellofemorale Gleitlagers. Es werden Verbindungslinien zu den höchsten Punkten der

Femurkondylen gezogen, hier in Abbildung 14 dargestellt.
Die durchschnittliche Norm des Winkels beträgt 138°.



Abb. 14.
Sulcuswinkel
(Jerosch et al.,
2004)

3.3.6 Konservative Therapiemöglichkeiten

Jerosch et al. (2004) beschreiben folgendes: „Die
Therapie ist zunächst immer konservativ. Erst nach

Ausschöpfung aller konservativen Massnahmen ist unter strenger Indikationsstellung
eine operative Therapie indiziert, da die Ergebnisse relativ häufig unbefriedigend
sind“. (S 185)

Biedert & Kernen (2004) erläutern folgende Therapiemöglichkeiten:
Patientenaufklärung, Physiotherapie, Orthesen und Schuheinlagen, Stützen und
Bandagen, Gehhilfen und Gewichtsreduktion (bei übergewichtigen Patienten).
Zudem wird bei Bedarf ergänzend eine medikamentöse Behandlung mit
Schmerzmitteln und entzündungshemmenden nicht-steroidalen Medikamenten
empfohlen.

Bizzini, Meyer, de Vries & Biedert (2004) beschreiben eine Vielzahl an
physiotherapeutischen Interventionen zur Behandlung des PFSS. Je nach
Rehabilitationsphase soll die Therapie entsprechend aufgebaut sein. Als
Schmerzmanagement empfehlen sie ausruhen bzw. schonen des betroffenen
Gelenks sowie Kälteanwendungen oder Wärmeapplikationen. Zudem seien Tapes,
TENS (Transkutane elektrische Nervenstimulation) und Ultraschall indiziert.
Manuelle Therapien werden ebenfalls beschrieben. Dabei soll der Fokus nicht nur
auf das Patellofemoralgelenk (z.B. Mobilisation der Patella) gelegt werden, sondern
es sollen auch die Hüfte, das Becken und die Wirbelsäule miteinbezogen werden.
Nicht zuletzt werden Dehnungen verschiedener Muskeln, Weichteiltechniken oder
auch Triggerpunktbehandlungen an Hamstrings, Triceps surae, Quadriceps und der
Hüftmuskulatur empfohlen. Ein wichtiger Punkt ist die Trainingstherapie zur
Kräftigung diverser Muskeln. Je nach Defizit soll ein entsprechendes
Trainingsprogramm angeboten werden. Dabei muss auf die Belastbarkeit des
Patienten und der einzelnen Gelenke geachtet werden. Ausserdem sollten
Schmerzen während des Trainings vermieden werden.

3.3.7 Kräftigung des M. quadriceps femoris

Aufgrund einer muskulären Dysbalance zwischen dem M. vastus medialis obliquus (VMO) und dem M. vastus lateralis (VL) steht das Kräftigen des M. quadriceps bei der Rehabilitation des PFSS oftmals im Vordergrund. Häufig ist der VL dem VMO kräftemässig überlegen, wobei sich die Patella nicht mehr im optimalen Alignment befindet, was zu einem PFSS führen kann. Beim Training des M. quadriceps wird ein Bewegungsausmass von 0° bis 30° Flexion vorgezogen um einen zu grossen Stress auf das Femoropatellargelenk zu vermeiden. Isometrisches Quadricepstraining kann ebenso effektiv sein. Ein spezieller Fokus sollte auf die Kräftigung des VMO gelegt werden. Dabei wird häufig auch mit Elektromyographie (EMG) als Biofeedback gearbeitet, weil man hier genau sehen kann, welche Muskeln wie stark kontrahiert werden. So erhalten Patient und Therapeut eine optimale Rückmeldung über die Aktivität der einzelnen Muskelanteile (Fulkerson, 2004).

Eine bekannte Methode um den VMO vermehrt zu kräftigen, ist die Integration einer Hüftadduktion während einer Knieextensionsbewegung. Wie bereits erwähnt soll dabei der VMO durch die Verbindung mit den Hüftadduktoren (M. adductor longus und magnus) verstärkt aktiviert werden. Earl, Schmitz und Arnold (2001) schreiben, dass bei Mini-squats zusammen mit Hüftadduktion, sogenannten Squeeze-Squats, die Quadricepsaktivität mittels EMG signifikant erhöht gemessen werden konnte. Es konnte aber nicht eruiert werden, ob bei Squeeze-Squats der VMO oder der VL stärker aktiviert wird.

3.3.8 Kräftigung der Hüftmuskulatur

Ireland, Willson, Ballantyne & McClay Davis (2003) erläutern, dass Frauen im Gegensatz zu Männern vermehrt an patellofemorale Schmerzen leiden. Sie beschreiben, dass dies mit einer Schwäche der Hüftmuskulatur zusammenhängen kann. Diese Schwäche begünstigt eine schlechte Führung des patellofemorale Gelenks, woraus ein PFSS entstehen kann. Zudem wurde festgestellt, dass Frauen vermehrt zu einem Genu varum und einem nach innen rotierten Hüftgelenk neigen. Um nun Bewegungen kontrolliert ausführen zu können, ist eine ausreichende Muskelkraft der Antagonisten in der Hüfte erforderlich. Aufgrund einer Muskelschwäche der Hüftaussenrotatoren sowie –abduktoren kommt die untere Extremität in eine suboptimale Stellung. Im Folgenden führt dies zu einem erhöhten

Druck auf den lateralen Teil des patellofemorales Gelenks, woraus ein PFSS resultieren kann. Die von Ireland et al. (2003) durchgeführte Studie zeigte auf, dass Frauen mit patellofemorales Beschwerden im Vergleich zu gesunden Probandinnen signifikant schwächere Hüftabduktoren und Hüftausserrotatoren aufweisen. Die PFSS-Patientinnen hatten durchschnittlich 26% weniger Muskelkraft in den Hüftabduktoren und 36% weniger in den Hüftausserrotatoren.

Daraus lässt sich erahnen, dass beim Vorliegen einer nach innen rotierten und adduzierten Hüftstellung ein Training der antagonistischen Muskulatur einen positiven Einfluss auf das PFSS haben könnte.

3.3.9 Training in offener und geschlossener Kette

Schönle (2004) stellt das Training in offener und geschlossener Kette wie folgt dar. Bei Übungen in offener Kette kann das distale Segment eine freie Bewegung durchführen. Diese betrifft meist nur ein Gelenk und ist oft nur in einer Ebene durchzuführen. Für Gelenke, welche nur gering belastbar sind, wie z. B. das Kniegelenk bei vorliegenden Pathologien, ist ein Training in der offenen Kette angebracht. Ein Nachteil dieser Trainingsform ist, dass funktionelle Bewegungsabläufe, wie beispielsweise das Gehen, aufgrund einer anderen neuromuskulären Ansteuerung nicht trainiert werden. Ein isoliertes Training einzelner Muskelanteile (z. B. VMO) ist in offener Kette jedoch besser möglich. Weiter beschreibt Schönle (2004), dass beim Training in der geschlossenen Kette das distale Segment fixiert ist (z. B. beim Training auf der Leg-press-Maschine). Zudem wird das Gelenk mit dem Körpergewicht belastet, wie beispielsweise beim Ausführen eines Squats, und es sind mehrere Gelenke an der Bewegung beteiligt. Hinzu kommt, dass bei der geschlossenen Kette mehrere Gelenke an der Bewegung beteiligt sind. Der Vorteil eines solchen Trainings ist die Kokontraktion der Antagonisten (bei Squats sind dies die Hamstrings), ausserdem wird die Koordination inter- und intramuskulär verbessert. Das Training in der geschlossenen Kette ist alltagsbezogener. So stellen Stiene, Brosky, Reinking, Nyland & Mason (1996) fest, dass Patienten mit patellofemorales Dysfunktionen bei einem Training in offener und geschlossener Kette gleichermassen an Quadricepskraft zunehmen. Allerdings erreichen die Probanden, welche in geschlossener Kette trainiert haben, ein besseres funktionelles Resultat (gemessen anhand eines Fragebogens). Schönle

(2004) schreibt zudem, dass beim Training in offener Kette das Patellofemoralgelenk bei zunehmender Flexion stärker belastet wird, wobei in offener Kette vor allem in voller Extension der Anpressdruck der Patella am höchsten ist.

3.3.10 Operative Therapien

Bei Instabilität oder einem Malalignment der Patella kommt in gewissen Fällen eine operative Versorgung in Frage. Bei einer Wiederherstellung des Alignments wird oftmals das Retinaculum laterale auf der ventrolateralen Seite durchtrennt. Diese Methode wird auch als „lateral release“ bezeichnet, wodurch die Patella wieder optimal in ihr Gleitlager zu liegen kommen soll (Diemer et al., 2007). Wirth et al. (2000) beschreiben verschiedene operative Eingriffe, welche in drei Gruppen aufzuteilen sind.

Realignment: Das Alignment wird durch Spaltung des Retinaculum patellae laterale (offen oder arthroskopisch), Versetzung der Tub. tibiae, Trochleoplastik oder Patellakeilosteotomie wieder hergestellt.

Knorpelbearbeitung und –wiederherstellung: Dabei wird zwischen Knorpelglättungen und osteochondralen oder periostalen Transplantationen an der Patella unterschieden.

Arthroplastiken: Ein chronisches PFSS kann im späteren Verlauf auch zu Knorpelschäden der Gelenkskomponenten führen. Bei fortschreitender Arthrose werden Prothesen anstelle der einzelnen Gelenkanteile eingesetzt. Davon betroffen sind meist der Femur und die Tibia, wobei auch Patellaplastiken eingesetzt werden.

3.4 Schmerzmessung – Validität und Reliabilität der VAS und NRS

Um die Schmerzintensität beim PFSS festzuhalten, wird im klinischen Alltag und in vielen Interventionsstudien oft mit der VAS (visual analogue scale) oder der NRS (numeric rating scale) gearbeitet. Pschyrembel (k.D.) definiert die beiden Skalen wie folgt:

NRS: „Eindimensionale, n-stufige Skala (meist $n = 10$) zur standardisierten Erfassung der Schmerzintensität durch subjektive Selbsteinschätzung des Patienten zwischen den Endpunkten kein Schmerz sowie Schmerz maximal vorstellbarer Ausprägung.“

VAS : „Eindimensionale, semiquantitative Skala zur standardisierten Erfassung der Schmerzintensität durch subjektive Selbsteinschätzung des Patienten; Markierung auf einer 10 cm langen kontinuierlichen Leiste zwischen den beiden Endpunkten kein Schmerz sowie Schmerz maximal vorstellbarer Ausprägung. Die vom Patienten geschätzte Schmerzintensität ist auf der Rückseite der Skala numerisch ablesbar.“ Die Darstellung von Abbildung 15 zeigt eine VAS, wie sie im klinischen Alltag oft eingesetzt wird.

Crossley, Bennell, Cowan & Green (2004) beschreiben Messungen auf der VAS des durchschnittlichen oder stärksten Schmerzes als ein valides und reliables Instrument zur Messung eines Behandlungsergebnisses bei Personen mit PFSS. Die Reliabilität der VAS wird als moderat bis gut beschrieben. Laut Crossley et al. (2004) liegt der Messfehler der 10cm VAS bei 1cm. Folglich sind

grössere Veränderungen nötig um eine tatsächliche Abweichung erkennen zu können. Veränderungen von 1.5 bis 2cm und mehr auf der 10cm VAS werden als klinisch relevant betrachtet (Crossley et al., 2004). Piva, Gil, Moore & Fitzgerald (2009), untersuchen in einer anderen Studie die Reliabilität der NRS bei PFSS und kommen zum Schluss, dass eine Schmerzreduktion von mindestens 1.16 Punkten (von 10 Punkten) als klinisch relevanter Unterschied betrachtet werden kann. Bijur, Latimer & Gallagher (2003) stellen eine starke Korrelation der Werte der NRS und der VAS bei Patienten in einer Notfallabteilung fest. Bei der besagten Studie handelte es sich allerdings um Patienten mit moderaten bis starken Schmerzen verschiedenster Ursachen. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass sich die beiden Skalen miteinander vergleichen lassen.

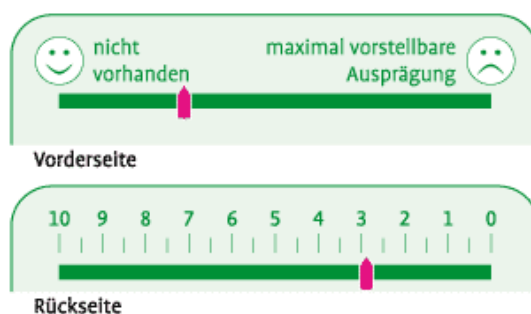


Abb. 15. VAS (visual analogue scale) (Pschyrembel, k.D.)

4 Ergebnisse

4.1 Zusammenfassungen der Studien

4.1.1 A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain

(Herrington & Al-Sherhi, 2007)

Ziel dieses RCT war es, die Effektivität eines Non-Weight-Bearing single joint quadriceps exercise (SJNWBE) mit einem Weight-Bearing multiple-joint quadriceps exercise (MJWBE) bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom zu vergleichen. 45 männliche Patienten mit PFSS wurden in drei Gruppen eingeteilt. Beide Interventionsgruppen erhielten ein sechswöchiges Training (dreimal pro Woche), die Kontrollgruppe wurde nicht behandelt. Das Training der SJNWBE-Gruppe bestand aus einer Knie-Extensions-Übung im Sitz gegen Widerstand. Die MJWBE-Gruppe führte Leg-press-Übungen in sitzender Position aus. Bei beiden Gruppen wurde zwischen 90° Knie-Flexion und voller Extension gearbeitet. Vor dem Krafttraining wurde ein fünfminütiges Veloergometertraining zum Aufwärmen durchgeführt. Es wurden Messungen zu Funktion (Modified Kujala Questionnaire), Knie-Extensions-Kraft (Isometrisch mittels Cybex II Dynamometer) und Schmerz (VAS) vor Interventionsbeginn und nach sechs Wochen durchgeführt. Es zeigte sich, dass beide Interventionsgruppen nach der Therapie signifikant bessere Werte in Funktion, Knie-Extensions-Kraft und Schmerz aufwiesen als die Kontrollgruppe. Zwischen den beiden Interventionsgruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Daraus lässt sich schliessen, dass ein Non-Weight-Bearing single joint quadriceps exercise (SJNWBE) und ein Weight-Bearing multiple-joint quadriceps exercise (MJWBE) bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom gleichermassen wirksam ist.

4.1.2 Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening

(Syme, Rowe, Martin & Daly, 2009)

Dieser RCT wollte ein allgemeines Quadricepstraining mit einem gezielten Training des VMO in der Behandlung des PFSS vergleichen. Dazu wurden 69 Männer und Frauen mit PFSS rekrutiert und in zwei Interventionsgruppen mit einer achtwöchigen Behandlung und in eine Kontrollgruppe eingeteilt. In der Selective-Group wurden die Patienten nach dem Behandlungsansatz der selektiven VMO-Aktivierung behandelt. Der Schwerpunkt der Interventionen bei der General-Group wurde auf die allgemeine Kräftigung des M. quadriceps femoris gelegt. Neben den Kräftigungsübungen wurden in beiden Gruppen ergänzend weitere physiotherapeutische Ansätze miteinbezogen wie Stretching, Taping, Mobilisation der Patella, Deep Friction und die Verwendung von vorgefertigten Orthesen. Alle drei Gruppen erhielten eine Informationsbroschüre zum PFSS. Die Messungen der Funktion wurden über drei Fragebogen (McGill Pain Questionnaire, MPQ; Modified Functional Index Questionnaire, MFIQ; Short Form-36 Health Evaluation Questionnaire, SF-36) und aktive Assessments (Ganganalyse → ROM im Kniegelenk während der Standbeinphyse, Exzentrischer step-down → ROM im Kniegelenk, triple hop test → Distanz) abgedeckt. Weiter wurden Lebensqualität mittels Patient Generated Index (PGI) und Schmerz mittels NRS evaluiert. Alle Messungen erfolgten vor und am Ende der Interventionszeit. Beide Interventionsgruppen erzielten bezogen auf die NRS, PGI, SF-36 und MPQ signifikant bessere Werte als die Kontrollgruppe, zwischen den beiden Interventionsgruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Bei der funktionellen Messung der Kniegelenksexkursion während des step down, zeigte sich lediglich ein signifikanter Gruppenunterschied zwischen der General-Group und der Kontrollgruppe. In den weiteren Assessments ergaben sich keine weiteren signifikanten Gruppenunterschiede. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Physiotherapie zum Muskelaufbau des VMO oder des M. quadriceps femoris bei Patienten mit PFSS im Allgemeinen Schmerz reduziert sowie Lebensqualität und Funktion verbessert. Spezifisches Training des VMO resultiert nicht in besseren Ergebnissen als allgemeines Quadricepstraining.

4.1.3 Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain: A Prospective, Randomized Study

(Witvrouw, Lysens, Bellemans, Peers, & Vanderstraeten, 2000)

Mit der Absicht die Effektivität von Kräftigungsübungen in offener und geschlossener Kette bei PFSS aufzuzeigen, wurde dieser RCT durchgeführt. 60 Männer und Frauen mit PFSS wurden in zwei Interventionsgruppen aufgeteilt, welche während fünf Wochen (dreimal pro Woche) behandelt wurden. Aus ethischen Gründen wurde auf eine Kontrollgruppe verzichtet, da mit den selben Patienten auch eine Studie über Langzeitresultate nach fünf Jahren durchgeführt wurde. In der OKC-Gruppe (open kinetic chain) wurden diverse Kräftigungsübungen in offener Kette durchgeführt: maximale statische Quadriceps Kontraktion in voller Knie Extension, Straight leg raisings in Rückenlage, kurze Bewegungen von 10° Knieflexion bis volle Extension, Adduktorenübungen in Seitlage. Die CKC-Gruppe (closed kinetic chain) absolvierte Kräftigungsübungen in geschlossener Kette: Leg-press sitzend, ein- oder zweibeinige Squats, Fahrradergometer, Rudermaschinenübungen, Step up/ down, progressive Sprung-Übungen auf dem Minitrampolin. Ergänzend wurden bei beiden Gruppen nach dem Training statische Dehnungen des M. quadriceps femoris, der Hamstrings und des M. gastrocnemius durchgeführt. Auf 18 verschiedenen VAS wurden Schmerz während verschiedenen Aktivitäten und andere Symptome festgehalten. Des Weiteren wurden Funktion (Kujala Questionnaire, Unilateral Squat Test → Gelenkwinkel der maximal schmerzfreien Knieflexion im Einbeinstand, Step Test → Messung der maximalen Höhe des Steps bei Schmerzfreiheit, Triple-jump Test → Länge der Sprünge) und Muskelkraft (M. quadriceps und Hamstrings mittels Cybex 350) festgehalten. Gemessen wurde vor Beginn der Intervention, nach fünf Wochen und nach drei Monaten. Beide Gruppen konnten signifikante Verbesserungen in Funktion und Schmerzreduktion aufweisen. Bei vier von 18 Messungen auf der VAS (Häufigkeit von Blockierungen, Verspüren eines „Klicken“ im patellofemorale Gelenk, Schmerz während isokinetischen Krafttests, Schmerz während der Nacht) verzeichnete die CKC-Gruppe signifikant bessere Werte als die OKC-Gruppe (nach drei Monaten, nicht so nach fünf Wochen). Ansonsten ergaben sich keine signifikanten Zwischengruppenunterschiede. Die Resultate zeigen, dass eine Funktionsverbesserung und Schmerzreduktion bei Patienten mit PFSS mit Kräftigungsübungen in geschlossener und offener Kette

erreicht werden kann, wobei wenige signifikante Gruppenunterschiede eher für die geschlossene Kette sprechen.

4.1.4 Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial

(Fukuda et al., 2010)

Die Autoren wollten mit diesem RCT aufzeigen, ob Kräftigung der Hüftabduktoren und -ausserrotatoren, zusätzlich zur Kräftigung der Kniemusculatur, einen besseren Effekt auf Schmerz und Funktion bei Frauen mit PFSS hat, als alleiniges Kräftigen der Kniemusculatur. 70 Frauen mit PFSS, welche keinen Sport treiben, wurden in zwei Interventionsgruppen und eine Kontrollgruppe ohne Behandlung aufgeteilt. In der KE-Gruppe (knee exercise) wurden M. quadriceps und M. iliopsoas gekräftigt und diverse Muskeln der unteren Extremität gedehnt. Die KHE-Gruppe (knee and hip exercise) führte zusätzlich zu obengenannten Interventionen Kräftigungsübungen der Hüftabduktoren und –ausserrotatoren durch. Die Interventionszeit betrug vier Wochen, es wurde dreimal wöchentlich trainiert. Zur Evaluation wurde Schmerz während dem Treppensteigen auf der NRS gemessen. Die Funktion wurde mittels LEFS (Lower Extremity Functional Scale), AKPS (Anterior Knee Pain Scale) und einem Single limb single hop test geprüft. Werden die beiden Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe verglichen, so weisen sie signifikant bessere Resultate in den Funktionsassessments und in der Schmerzintensität während dem Treppen hochsteigen auf. Zwischen der KE und KHE Gruppe bestehen diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede. Beim Treppe heruntersteigen haben die Patienten der KHE-Gruppe signifikant mehr Schmerzreduktion erreicht als die KE-Gruppe. Daraus folgt, dass vier Wochen Krafttraining für die Kniemusculatur oder für die Knie- und Hüftmusculation effektiv ist um Schmerz zu reduzieren und die Funktion zu verbessern bei sportlich inaktiven Patientinnen mit PFPS. Die Resultate fallen positiver aus, wenn zusätzlich die Hüftmusculation mittrainiert wird.

4.1.5 Surplus value of hip adduction in leg-press exercise in patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A randomised controlled trial

(Song et al., 2009)

Der RCT verfolgte das Ziel den zusätzlichen Effekt von Hüft-Adduktion kombiniert mit Knie-Extension auf die Aktivität des M. vastus medialis bei Patienten mit PFSS zu ermitteln. 89 Patientinnen und Patienten mit PFSS nahmen, aufgeteilt in drei Gruppen, während acht Wochen an der Studie teil. Die LPHA-Gruppe (leg press hip adduction) führte Leg press Kräftigungsübungen mit gleichzeitiger Hüftadduktion gegen den Widerstand eines Thera-Bandes durch. Die LP-Gruppe (leg press) absolvierte ein normales Leg press Training. Die Kontrollgruppe trainierte nicht, erhielt aber eine Informationsbroschüre zum PFSS. Zur Verlaufskontrolle wurde Schmerz anhand der VAS gemessen, die Funktion mittels Lysholm scale scores geprüft und die VMO-Morphologie durch Ultraschall untersucht. In allen Assessments verbesserten sich beide Interventionsgruppen signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe. Es konnten keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen festgestellt werden. Daraus kann abgeleitet werden, dass ein acht Wochen andauerndes Leg-Press Training mit einem anschliessenden Stretching bei Patienten mit PFSS in Schmerzreduktion, VMO-Hypertrophie und Funktionsverbesserung resultiert. Eine gleichzeitige isometrische Hüftadduktion von 50N, während der Knieextension, hat keinen weiteren positiven Effekt auf die obengenannten Faktoren.

4.2 Beurteilung der Qualität der Studien

Die Studien wurden mittels PEDro-Skala bezüglich ihrer Qualität überprüft. Die PEDro-Skala misst vor allem die interne Validität einer Studie und überprüft ob genügend statistische Informationen vorhanden sind, damit die Studie entsprechend interpretiert werden kann. Über das Ausmass eines Behandlungseffekts und über die externe Validität sagt die Skala allerdings nichts aus (Physiotherapy Evidence Database, 1999). Vier der Studien wurden bereits von PEDro beurteilt. Deren Bewertungen wurden überprüft und übernommen. Die Studie von Fukuda et al. (2010) wurde anhand der PEDro-Skala bewertet. In Tabelle 2 sind die Punkte der verschiedenen Studien und die nicht erfüllten Kriterien aufgeführt.

Tabelle 2.

Bewertung nach PEDro.

Studie	PEDro-Score	Nicht erfüllte Kriterien
A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain (Herrington et al., 2007)	6/10	<ul style="list-style-type: none"> - Verblindung der Patienten - Verblindung der Therapeuten - Intention-to-treat Analyse - Punkt- und Streuungsmasse
Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening (Syme et al., 2009)	8/10	<ul style="list-style-type: none"> - Verblindung der Patienten - Verblindung der Therapeuten
Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain : A Prospective, Randomized Study (Witvrouw et al., 2000)	6/10	<ul style="list-style-type: none"> - Verblindung der Patienten - Verblindung der Therapeuten - Verblindung der Untersucher - Intention-to-treat Analyse
Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial (Fukuda et al., 2010)	7/10	<ul style="list-style-type: none"> - Verblindung der Patienten - Verblindung der Therapeuten - Intention-to-treat Analyse
Surplus value of hip adduction in leg-press exercise in patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A randomised controlled trial (Song et al., 2009)	8/10	<ul style="list-style-type: none"> - Verblindung der Patienten - Verblindung der Therapeuten

Eine Verblindung der Patienten und Therapeuten ist bei Interventionsstudien dieser Art kaum möglich. Über die Verblindung der Untersucher gibt es in der Studie von Witvrouw et al. (2000) keine Angaben. Beim Kriterium zur Intention-to-treat Analyse wurde bei Witvrouw et al. (2000) und bei Herrington et al. (2007) nicht erwähnt, ob alle Patienten die vorgesehene Behandlung oder Kontrollanwendung erhalten haben, und falls dies nicht der Fall war, ob die Messwerte dennoch in den anfangs zugeteilten Gruppen analysiert wurden. Fukuda et al. (2010) schliessen vier Patienten bei der Endevaluation aus, da diese bei einigen Trainings nicht anwesend waren. Dies kann zu einer Verfälschung der Resultate führen. In der Studie von Herrington et al. (2007) werden keine Angaben zur Streuung der Daten gemacht. Alles in allem weisen die Studien dennoch eine gute interne Validität auf.

Bezüglich externer Validität beschreiben Song et al. (2009) und Syme et al. (2009) die Probanden ziemlich genau. Somit kann eruiert werden, für welche Patientengruppe die jeweiligen Studienresultate nun in die Praxis übertragen werden können. Bei Herrington et al. (2007), Fukuda et al. (2010) und Witvrouw et al. (2000) fällt diese Beschreibung etwas wenig detailliert aus. Es ist bei diesen drei Autoren auch keine oder nur eine kurze Tabelle mit den demografischen Daten der Patienten vor der Intervention vorhanden. Die Interventionen und Trainingsintensitäten sind bei den meisten Studien genau beschrieben, so dass sie gut in der Praxis umgesetzt werden können. Bei Witvrouw et al. (2000) fehlen zum Teil noch genauere Angaben zur Ausgangsstellung der Übungen.

5 Resultate

5.1 Outcomes der Studien

Betrachtet man die Resultate bezüglich des Schmerzes, so wurde in allen Interventionsgruppen eine Schmerzreduktion zwischen 1.5 und 3.7 Punkten auf der VAS oder NRS erreicht. Der Schmerz der Patienten konnte in allen Interventionsgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe (falls eine solche vorhanden war) signifikant reduziert werden. Die Tabelle 2 soll eine Übersicht der verschiedenen Studien über die Zahlen zur Schmerzreduktion verschaffen. In den Studien von Witvrouw et al. (2000) und Herrington et al. (2007) sind keine Werte zur Schmerzintensität aufgeführt, diese sind lediglich in einer Grafik dargestellt. Die

beiden Autoren antworteten nicht auf eine Anfrage via E-Mail. So wurden die in der Tabelle 3 aufgeführten Zahlen aus den Grafiken übertragen, was möglicherweise zu kleinen Abweichungen geführt haben könnte. Die Werte zur Schmerzintensität von Syme et al. (2009), welche mittels NRS-101 (Werte von 0 bis 100) gemessen wurden, sind um den Faktor zehn gekürzt, damit sie sich mit den anderen Zahlen vergleichen lassen.

Tabelle 3.

Vergleich der Studien bezüglich Schmerzreduktion.

Studie / Interventionszeit	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe A (Interventionsgruppe)	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe B (Interventionsgruppe)	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe C (Kontrollgruppe)
A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain (Herrington et al. (2007) 6 Wochen	Non-Weight-Bearing -2.1 (übertragener Wert aus Grafik) während isometrischer Knie-Extension -2.2 (übertragener Wert aus Grafik) während Step up / down Schmerz vor Intervention: 4.9 (Knie Extension) 5 (Step up / down)	Weight-Bearing -3.7 (übertragener Wert aus Grafik) während isometrischer Knie-Extension -3.2 (übertragener Wert aus Grafik) während Step up / down Schmerz vor Intervention: 5.7 (Knie Extension) 5.2 (Step up / down)	+1 (übertragener Wert aus Grafik) während isometrischer Knie-Extension +0.8 (übertragener Wert aus Grafik) während Step up / down Schmerz vor Intervention: 5 (Knie Extension) 5.2 (Step up / down)
Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening (Syme et al., 2009) 8 Wochen	VMO selective training -2.63 durchschnittliche Schmerzintensität im vorangegangenen Monat Schmerz vor Intervention: 4.77	General quadriceps strengthening -2.32 durchschnittliche Schmerzintensität im vorangegangenen Monat Schmerz vor Intervention: 5.13	Kontrollgruppe -1.03 durchschnittliche Schmerzintensität im vorangegangenen Monat Schmerz vor Intervention: 5.96
Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain : A Prospective, Randomized Study (Witvrouw et al., 2000) 5 Wochen	Open Kinetic Chain -1.8 (übertragener Wert aus Grafik) Schmerz während täglicher Aktivität Schmerz vor Intervention: 5.4	Closed Kinetic Chain -1.5 (übertragener Wert aus Grafik) Schmerz während täglicher Aktivität Schmerz vor Intervention: 5.5	Keine Kontrollgruppe

Fortsetzung Tabelle 3.

Vergleich der Studien bezüglich Schmerzreduktion.

Studie / Interventionszeit	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe A (Interventionsgruppe)	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe B (Interventionsgruppe)	Schmerz-Differenz Pre / Post-Test Gruppe C (Kontrollgruppe)
Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial (Fukuda et al., 2010) 4 Wochen	Knee and hip exercise	Knee exercise	Kontrollgruppe
	-2.2 Treppe hoch	-1.5 Treppe hoch	+0.1 Treppe hoch
	-2.6 Treppe herunter	-1.0 Treppe herunter	-0.3 Treppe herunter
	Schmerz vor Intervention: 4.9 (Treppe hoch) 4.5 (Treppe herunter)	Schmerz vor Intervention: 5.2 (Treppe hoch) 4.9 (Treppe herunter)	Schmerz vor Intervention: 4.9 (Treppe hoch) 4.4 (Treppe herunter)
Surplus value of hip adduction in leg-press exercise in patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A randomised controlled trial (Song et al., 2009) 8 Wochen	Leg press with hip adduction	Leg press	Kontrollgruppe
	-2.18	-2.58	-0.18
	stärkster Schmerz innerhalb der vorangegangenen Woche	stärkster Schmerz innerhalb der vorangegangenen Woche	stärkster Schmerz innerhalb der vorangegangenen Woche
	Schmerz vor Intervention: 4.8	Schmerz vor Intervention: 4.85	Schmerz vor Intervention: 4.99

5.2 Vergleichbarkeit der Studien

Die unterschiedlichen Outcomemessungen erschweren den Vergleich zwischen den Studien. Alle Autoren messen zwar Schmerz auf der VAS oder NRS, die einen allerdings in Ruhe und andere während verschiedenen Aktivitäten. Es gibt keine Schmerzmessung, welche durch alle Studien hinweg einheitlich ist. Dies sollte beim Vergleichen der Zahlen zur Schmerzreduktion in Betracht gezogen werden. Crossley et al. (2004) stellen fest, dass sich die Messung der durchschnittlichen Schmerzintensität am besten eignet um einen Behandlungseffekt darzustellen, gefolgt von der Messung des stärksten Schmerz. Der Schmerz während Aktivitäten konnte, nach einer konservativen Behandlung bei Patienten mit PFSS, in der Studie von Crossley et al. (2004) am wenigsten stark reduziert werden. Vergleicht man wiederum die 18 verschiedenen Werte auf der VAS der Langzeitstudie von Witvrouw, Danneels, Van Tiggelen, Willems & Cambier (2004), so sind es die

Schmerzen während des Treppen steigens und längeren Sitzens, welche nach drei Monaten am markantesten zurückgingen. Es kann diesbezüglich also keine klare Tendenz erkannt werden.

Die Interventionszeiten variieren von vier Wochen bis acht Wochen. Es ist anzunehmen, dass während eines längeren Trainingszeitraums eine grössere Schmerzreduktion erreicht werden kann. So sind die tiefsten Werte der Schmerzsenkung auch in Gruppen der vier- oder fünfwöchigen Trainings zu beobachten.

Die mittlere Schmerzintensität der Patienten vor der Intervention variiert nur minimal zwischen den Gruppen der verschiedenen Studien (4.77 bis 5.5). Es kann davon ausgegangen werden, dass dies keinen Einfluss auf den unterschiedlichen Erfolg der Interventionen hatte.

Bezüglich der Ein- und Ausschlusskriterien erscheinen die Patientengruppen der verschiedenen Studien weitgehend homogen, wobei die Kriterien bei den einen etwas genauer beschrieben sind. Als wichtigste Kriterien zur Diagnose eines PFSS sind folgende bei den meisten Studien aufgeführt:

- anteriore oder retropatellare Knieschmerzen nach der Durchführung von mindestens zwei der folgenden Aktivitäten: längeres Sitzen, Treppen steigen, Squats ausführen, rennen, knien, hüpfen / springen
- zusätzlich mindestens zwei der folgenden klinischen Zeichen bei der Untersuchung: Patella Schmerz bei manueller Kompression der Patella gegen die Femurkondylen, Schmerzempfindlichkeit bei Palpation des posteromedialen und posterolateralen Randes der Patella, Schmerz bei dynamischer Knie Extension gegen Widerstand, Schmerz bei manueller Kompression der Patella gegen die Femurkondylen während isometrischer Knie Extension.

Unterschiede bezüglich Einschlusskriterien gibt es in der Dauer des Vorhandenseins der Symptome. Witvrouw et al. (2000) definieren sechs Wochen als Mindestzeit der Symptome, Herrington et al. (2007) und Song et al. (2009) einen Monat und Syme et al. (2009) und Fukuda et al. (2010) drei Monate. Des Weiteren bestehen Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht. Je eine Studie wurde nur mit männlichen oder weiblichen Probanden durchgeführt, die drei anderen schliessen Patienten beider Geschlechter mit ein, wobei Frauen jeweils die Mehrheit ausmachen. Dies

widerspiegelt die vermutete höhere Inzidenz des PFSS bei Frauen als bei Männern, obschon es keine genauen Zahlen dazu gibt (Davis et al., 2010).

Das Alter der Patienten liegt zwischen 14 und 50 Jahren, wobei es hier auch Unterschiede zwischen den Studien gibt, wenn auch nicht markante.

Die wichtigsten Ausschlusskriterien sind vorangegangene Operationen an den unteren Extremitäten und andere Kniepathologien, welche von den einen Autoren noch etwas genauer beschrieben werden. Uneinigkeit besteht bezüglich physiotherapeutischer Behandlung in der Vergangenheit. Patienten, welche während der letzten 30 Tage bis während des letzten Jahres behandelt wurden, werden ausgeschlossen. Bei zwei Studien gibt es diesbezüglich wiederum keine Angaben.

Die Trainingsintensität bewegt sich bei den fünf Studien im ähnlichen Rahmen. Bei allen werden drei bis fünf Serien an zehn Wiederholungen durchgeführt. Es wird mit 60%-75% des 1RM (repetition maximum), 6RM oder 10RM trainiert. Das RM wird als das maximale Gewicht bezeichnet, welches von einer bestimmten Muskelgruppe für eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen getragen werden kann (Medicine - Oxford Reference Online, k.D.).

5.3 Beantwortung der Fragestellung

Aufgrund der, wenn auch nicht gravierenden, aber zahlreichen Unterschiede zwischen den Studien, lassen sich die Outcome-Messungen zum Schmerz nicht direkt miteinander vergleichen. Es kann folglich nicht ermittelt werden, welche Intervention zur Muskelkräftigung bei PFSS bezüglich Schmerzreduktion am effektivsten ist. Fest steht allerdings, dass alle Interventionsgruppen eine Verringerung der Schmerzsymptomatik im klinisch relevanten Bereich erreicht haben. Damit wird bestätigt, dass Muskelkräftigung der unteren Extremitäten ein wichtiger Bestandteil der konservativen PFSS Behandlung darstellt. Des Weiteren können aufgrund der Ergebnisse der einzelnen Studien folgende Schlüsse betreffend Muskelkräftigungs-Interventionen zur Schmerzsenkung bei Patienten mit PFSS gezogen werden:

- Ein Training mit Weight-bearing single joint quadriceps exercises und Non-weight-bearing multiple-joint quadriceps exercises ist gleichermassen wirksam.

- Spezifischer Muskelaufbau des VMO und allgemeine Kräftigung des M. quadriceps femoris ist wirksam und reduziert Schmerz im selben Ausmass.
- Kräftigungsübungen in offener und geschlossener Kette verringern Schmerzen, wobei in geschlossener Kette tendenziell bessere Resultate erzielt werden.
- Bei sportlich inaktiven Frauen bringt ein Training der Hüft-Abduktoren und – Aussenrotatoren, zusätzlich zur Kräftigung der Kniemusculatur, einen positiveren Effekt.
- Leg-press-Training mit gleichzeitiger isometrischer Hüftadduktion ist genauso wirksam wie herkömmliches Leg-press-Training.

6 Diskussion

6.1 Unterschiede zwischen Frauen und Männern

Es fällt auf, dass die Weight-Bearing-Exercise Gruppe der Studie, welche nur mit Männern durchgeführt wurde, die grösste Schmerzreduktion erreicht, obwohl die Intervention nur sechs Wochen andauerte. Die durchgeführte Intervention ist durchaus mit der Leg press Gruppe der Studie von Song et al. (2009) zu vergleichen, welche acht Wochen trainiert hat und zu über 70% aus Frauen bestand. Auch die Studie von Witvrouw et al. (2000) führt vergleichbare Interventionen durch. Weight-Bearing lässt sich mit Übungen in geschlossener Kette und Non-Weight-Bearing mit Übungen in offener Kette vergleichen. Dennoch erreichen die Gruppen in fünf Wochen erheblich weniger Schmerzreduktion. Auch hier sind zwei Drittel der Probanden Frauen. Dies lässt vermuten, dass Männer möglicherweise schneller an Muskelkraft dazu gewinnen als Frauen. Eine Studie von Lewis, Kamon & Hodgson (1986) zeigt allerdings auf, dass Männer zwar schneller an Muskelmasse zunehmen als Frauen, wenn sie unter den selben Voraussetzungen und nach den selben Prinzipien trainieren, die Steigerung an Muskelkraft hingegen bei beiden Geschlechtern gleich ist. Es ist anzunehmen, dass die Muskelkraft entscheidend ist für die Ausprägung der Symptome des PFSS. So stellen Callaghan & Oldham (2004) fest, dass Personen mit PFSS, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne PFSS, signifikant geringere maximale Muskelkraft im M. quadriceps femoris aufweisen. Im

Bezug zur Muskelmasse besteht jedoch weniger Differenz. Es gibt folglich keinen offensichtlichen Grund für das bessere Abschneiden der Männer-Gruppe.

6.2 Schmerz und Krafttraining

Ein oft diskutierter Aspekt des Krafttrainings bei PFSS ist die Frage, ob Schmerz während der Durchführung der Übungen zugelassen werden soll oder ob die Intensität des Trainings allenfalls angepasst werden muss. Bei den analysierten Studien wurde dies unterschiedlich gehandhabt. Fukuda et al. (2010) definieren das 1RM als das maximale Gewicht, mit dessen die Übungen schmerzfrei durchgeführt werden können. Bei Herrington et. al (2007) darf nur im schmerzfreien Bereich gekräftigt werden, während in der Studie von Syme et al. (2009) der Schmerz, während der Durchführung der Übungen, bis maximal fünf von zehn Punkten auf der NRS ansteigen darf. Bei den beiden anderen Studien wird diesbezüglich nichts erwähnt. Es ist sicher nachvollziehbar, dass es für Patienten nicht angenehm ist unter Schmerzen zu trainieren. Ebenso konnte festgestellt werden, dass ein Training des M. quadriceps femoris nur mit reduziertem Krafteinsatz durchgeführt werden kann, wenn Schmerzen im Kniegelenk verspürt werden (Antich & Brewster, 1986).

6.3 Einfluss der Hüftmuskulatur bei Frauen und Männern

Fukuda et al. (2010) wollten in ihrer Studie eruieren, in wiefern die Symptome des PFSS mittels Kräftigung der Hüftmuskulatur beeinflusst werden können. Zahlreiche Autoren haben zuvor bereits festgestellt, dass Frauen mit PFSS Defizite in der Hüftmuskulatur aufweisen, wenn man sie mit beschwerdefreien Frauen vergleicht (Bolgia, Malone, Umberger & Uhl, 2008; Ireland et al., 2003). Dies trifft vor allem im Bereich der Abduktoren und Aussenrotatoren zu. Dabei ist die Schlussfolgerung naheliegend, dass die Symptome des PFSS mit Kräftigung der Hüftmuskulatur bei Frauen reduziert werden könnten, was Fukuda et al. (2010) mit den Resultaten ihres RCT auch bestätigen. Interessanterweise sind allerdings kaum Studien zu finden, welche die Muskelkraft im Hüftbereich bei Männern mit PFSS prüfen. Cowan, Crossley & Bennell (2009), untersuchen eine Gruppe von zehn Personen mit PFSS (7 Frauen, 3 Männer) und stellen keinen Unterschied zwischen Muskelkraft der Hüftabduktoren und –aussenrotatoren zu schmerzfreien Personen fest. Allerdings

zeigen deren Patienten mit PFSS eine verspätete Aktivierung des M. gluteus medius. Boling, Padua & Creighton (2009) untersuchen ebenfalls eine Gruppe von beiden Geschlechtern (13 Frauen, 7 Männer), wobei die Männer auch hier lediglich eine Minderheit ausmachen. Sie kommen zum Schluss, dass die Studienteilnehmer mit PFSS eine verminderte Kraft der Hüftabduktoren und –ausserrotatoren aufweisen. Eine Studie, welche nur Männer untersucht, konnte nicht aufgefunden werden. Es steht nun die Frage im Raum, ob Männer mit PFSS auch Kraftdefizite in der Hüftmuskulatur aufweisen und ob sich die Symptome des PFSS mit der Kräftigung derselben auch reduzieren lassen. Die Resultate einer Pilotstudie von Nakagawa, Muniz & Baldon (2008) deuten darauf hin. Auch hier kann der Schmerz mit zusätzlicher Kräftigung der Hüftmuskulatur, neben der Kräftigung des M. quadriceps femoris, bedeutend stärker reduziert werden. Mit vier Patienten und zehn Patientinnen stellen die Männer allerdings auch hier eine Minderheit dar.

6.4 Langzeitergebnisse

Die fünf Studien messen den Schmerz jeweils nach der Behandlungszeit, welche zwischen vier und acht Wochen beträgt. Oft haben die Betroffenen aber über längere Zeit retropatellare Schmerzen. Nach Davis et al. (2010) leiden 70% bis 90% der Personen mit PFSS an wiederkehrenden oder sogar chronischen Schmerzen. Laut Collins, Crossley, Darnell & Vincenzino (2010) sollte eine Chronifizierung des PFSS um jeden Preis vermieden werden. In einer Untersuchung konnte die Dauer der Symptome als stärkster Prediktor für ein negatives Behandlungsergebnis festgestellt werden. Für die betroffenen Patienten sind also die langzeitigen Auswirkungen der Behandlung des PFSS relevant. Es wäre deshalb aufschlussreich zu wissen, ob die Schmerzreduktion, welche durch Kräftigungsübungen erreicht werden kann, nach der Trainingszeit anhält oder ob ein dauerndes Kräftigen nötig ist um die erreichte Verminderung der Symptome zu erhalten oder allenfalls noch zu verbessern. Witvrouw et. al (2004) messen bei Patienten mit PFSS die Schmerzen drei Monate und fünf Jahre nach der Kräftigungstherapie von fünf Wochen in offener oder geschlossener Kette nochmals und veröffentlichen eine zweite Studie über die Langzeitresultate mit denselben Patienten. Nach der Trainingsperiode wurden die Patienten angehalten ihre Muskelkraft zu erhalten und die gewohnten Übungen weiterhin durchzuführen. Dies wurde, wie sich später herausstellte, jedoch nur etwa

von der Hälfte der Studienteilnehmer befolgt. Allerdings gaben zirka drei Viertel an, regelmässig Sport zu treiben. Ein Fünftel der Patienten war nach fünf Jahren schmerzfrei. Die Symptome haben sich während der fünf Jahre im Allgemeinen wieder etwas verstärkt, eine statistisch signifikante Zunahme des Schmerzes gab es jedoch nur in wenigen Messungen. Bei der Gruppe, welche in offener Kette gekräftigt hatte, war dies bei einer von 18 Messungen auf der VAS der Fall (Schmerz während längeren Sitzens). Bei der Gruppe mit Kräftigungsübungen in geschlossener Kette bei vier Messungen (Verspüren eines „Klicken“ im patellofemorale Gelenk, Schmerz beim Treppen hinuntersteigen, beim Hochspringen und beim Sport). Nach fünf Jahren schneidet die Gruppe mit dem Training in offener Kette also leicht besser ab als jene in geschlossener Kette, während es drei Monate nach Behandlungsbeginn umgekehrt war. Interessanterweise haben die Teilnehmer in der Gruppe der offenen Kette trotz besseren Abschneidens weit zahlreicher angegeben, die Übungen nicht mehr durchzuführen. Hingegen gaben sie auch bedeutend häufiger an Sport zu treiben als die Teilnehmer in der Gruppe der geschlossenen Kette. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass es nach einer erfolgreichen Therapieperiode, vor allem bedeutend ist, aktiv zu bleiben. Möglicherweise kann dies durch eine angemessene sportliche Betätigung ebenso erreicht werden wie durch gezieltes Training, da die Erhaltung der gewonnenen Muskelkraft nun im Vordergrund steht. Zu beachten ist, dass in der Studie keine Kontrollgruppe vorhanden war. Es wäre ethisch nicht vertretbar gewesen, Patienten über einen so langen Zeitraum nicht zu behandeln. Folglich kann die tatsächliche Wirksamkeit der physiotherapeutischen Behandlung nicht eruiert werden. Der Verlauf der Veränderung der Symptome könnte auch auf eine natürliche Entwicklung zurückzuführen sein.

Auch Kannus, Natri, Paakkala & Järvinen (1999) verfolgten den Krankheitsverlauf von Patienten mit PFSS über längere Zeit hinweg. Nach einem intensiven M. quadriceps femoris Training über 6 Monate konnten die Schmerzen signifikant verringert werden. Sieben Jahre später sind die Symptome nochmals leicht zurückgegangen. Eine längere Trainingsperiode scheint demzufolge für einen Langzeiterfolg bedeutend zu sein. Auch diese Studie verfügt über keine Kontrollgruppe.

6.5 Zusätzliche Interventionen

Die physiotherapeutische Behandlung der meisten analysierten Studien beschränkt sich nicht ausschliesslich auf das Kräftigen der Muskulatur der unteren Extremität. Am meisten Interventionen werden bei Syme et al. (2009) kombiniert. Neben den Kräftigungsübungen sind in beiden Interventionsgruppen auch Dehnungsübungen, Patella Taping, Tragen einer vorgefertigten Orthese, Patella Mobilisation sowie Deep-Friction der Patellarsehne als ergänzende Behandlungsformen möglich. Dies ist zwar realistisch im klinischen Alltag, es kann aber nicht festgestellt werden, welche Intervention nun entscheidend war für die besseren Resultate gegenüber der Kontrollgruppe. Herrington et al. (2007) beschränken sich in der Behandlung als einzige Studie ausschliesslich auf Kräftigungsübungen. Ein kurzes Aufwärmen auf dem Veloergometer vor dem Training dürfte kaum einen entscheidenden Einfluss auf die Resultate haben. Alle anderen Studien führen zusätzlich Dehnungsübungen an den unteren Extremitäten (v.a. M. quadriceps femoris, Ischiocrurale Muskulatur, M. gastrocnemius) durch. Es scheint demnach wichtig zu sein, ergänzend zur Kräftigung, möglichen Dysbalancen der Muskulatur mittels Dehnungen entgegen zu wirken. Trotzdem wird in der Studie von Herrington et al. (2007), ohne Stretching, die grösste Schmerzreduktion erreicht. Folglich scheinen Dehnungen wiederum nicht ausschlaggebend zu sein. Auch in der Literatur lassen sich keine eindeutigen Aussagen zur Relevanz von Stretching bei der Behandlung des PFSS finden. Piva, Goodnite & Childs (2005) stellen fest, dass Personen mit PFSS im Vergleich zu beschwerdefreien Probanden signifikant weniger Flexibilität im M. quadriceps femoris, M. gastrocnemius, M. soleus und in der ischiokruralen Muskulatur aufweisen. Ein dreiwöchiges M. quadriceps femoris Stretchingprogramm konnte in einer Studie von Peeler & Anderson (2007) den Schmerz bei Patienten mit PFSS zwar bedeutsam verringern und die Flexibilität des M. quadriceps femoris verbessern. Es konnte jedoch nur eine leichte Korrelation zwischen Muskellänge des M. quadriceps femoris und Schmerz eruiert werden. Die Frage ist nun, ob die Verkürzung der obengenannten Muskulatur die Folge eines PFSS ist oder ob sie zur Entstehung dessen beiträgt. Eine Testung der Muskellängen der unteren Extremitäten scheint bei PFSS im physiotherapeutischen Alltag sicher angebracht zu sein.

6.6 Bedeutung der Ergebnisse für die Praxis

Im physiotherapeutischen Alltag besteht eine Therapie bei PFSS selten nur aus Muskelkräftigung alleine. Es macht sicher Sinn, die Therapie durch andere Interventionen zu ergänzen. Außerdem wird jeder Patient genauer untersucht, bevor irgendeine Intervention durchgeführt wird. In den Studien wird bei allen Patienten dieselbe Behandlung durchgeführt, unabhängig davon, ob sie nun Defizite in der Quadriceps- oder Hüftmuskulatur aufweisen. Hierbei entsteht immer eine Diskrepanz zwischen Studien und dem klinischen Alltag. Damit anhand der Resultate einer Studie möglichst genau eruiert werden kann, welche Behandlungsform Erfolg bringt, muss diese möglichst isoliert durchgeführt werden und es müssen alle Patienten die genau gleiche Intervention durchführen. Dies wiederum ist nicht eins zu eins in die Praxis übertragbar, da dort erst anhand eines Befunds eine Behandlung geplant und die Schwerpunkte entsprechend gesetzt werden.

Dennoch zeigen die Studienergebnisse auf, dass das Kräftigen des M. quadriceps femoris und auch der Hüftmuskulatur ein wichtiger Bestandteil der Behandlung darstellen sollte. Wichtig ist es zu untersuchen, in welchem Bereich der Patient Defizite der Muskelkraft aufweist. Die Therapie ist folglich entsprechend zu planen. Offenbar ist es aber nicht so entscheidend, welche einzelnen Kräftigungsübungen dabei durchgeführt werden. Vielmehr sollte darauf geachtet werden, welche Übungen der Patient gut verträgt, ohne dass während der aktiven Therapie Schmerzen auftreten oder sich diese verstärken. Um den Symptomen längerfristig entgegenwirken zu können, ist wahrscheinlich eine Kräftigungstherapie über mehrere Monate nötig.

7 Schlussfolgerung

Abschliessend kann festgehalten werden, dass das Kräftigen der Knie- und Hüftmuskulatur wirksam ist bei Patienten mit PFSS, um Schmerzen zu reduzieren. Klare Vorteile für eine bestimmte Intervention zur Muskelkräftigung der unteren Extremitäten konnten aufgrund der Studienresultate allerdings nicht ausgemacht werden. Offen bleibt allerdings die Frage, ob ein Therapieerfolg über einen längeren Zeitraum anhält und welche Faktoren entscheidend dafür sind. Dazu sind weitere

Langzeitstudien zu diesem Thema nötig. Es wäre interessant, dabei noch andere Parameter, wie etwa der Aktivitätslevel einer Person, die Belastung im Alltag oder die Frage, inwiefern Patienten immer noch Übungen durchführen, festzuhalten. Somit könnte über einen längeren Zeitraum eine Korrelation mit dem Schmerzlevel errechnet werden, damit entscheidende Faktoren für positive Ergebnisse eruiert werden könnten.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Antich, T. J., & Brewster, C. E. (1986). Modification of Quadriceps Femoris Muscle Exercises During Knee Rehabilitation. *Physical Therapy*, 66(8), 1246-1250.
- Biedert, R.M. & Kernan (2004). Nonoperative Treatment. In Biedert, R.M. (2004), *Patellofemoral disorders – Diagnosis and Treatment* (133). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Bijur, P. E., Latimer, C. T., & Gallagher, E. J. (2003). Validation of a verbally administered numerical rating scale of acute pain for use in the emergency department. *Academic Emergency Medicine*, 10(4), 390-392.
- Bizzini, M., Meyer, S., de Vries, R. & Biedert, R.M. (2004). Physical Therapy. In Biedert, R.M. (2004), *Patellofemoral disorders – Diagnosis and Treatment* (271). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Bolgia, L. A., Malone, T. R., Umberger, B. R., & Uhl, T. L. (2008). Hip Strength and Hip and Knee Kinematics During Stair Descent in Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 38(1).
- Boling, M. C., Padua, D. A., & Creighton, R. A. (2009). Concentric and Eccentric torque of the Hip Musculature in Individuals With and Without Patellofemoral Pain. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 7-13.
- Cavazzuti, L., Merlo, A., Orlandi, F., & Campanini, I. (2010). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture*, 32(3), 290-295.
- Callaghan, M. J., & Oldham, J. A. (2004). Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome? *Sports Medicine*, 38, 295–299.
- Collins, N. J., Crossley, K. M., Darnell, R., & Vicenzino, B. (2010). Predictors of short and long term outcome in patellofemoral pain syndrome: a prospective longitudinal study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(11).

- Cowan, S.M., Bennell, K.L., Hodges, P.W., Crossley, K.M., & Mc Connell, J. (2001). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(2), 183-189.
- Cowan, S. M., Crossley, K. M., & Bennell, K. L. (2009). Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 584-588.
- Crossley, K. M., Bennell, K. L., Cowan, S. M., & Green, S. (2004). Analysis of Outcome Measures for Persons With Patellofemoral Pain: Which Are Reliable and Valid? *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(5), 815-822.
- Davis, I. S., & Powers, C. (2010). Patellofemoral Pain Syndrome: Proximal, Distal, and Local Factors. An International Research Retreat. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(3), A1 - A48.
- Diemer, F., & Sutor, V. (2007). *Praxis der medizinischen Trainingstherapie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Earl, J. E., Schmitz, R. J., & Arnold, B. L. (2001). Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11(6), 381-386.
- Ebelt-Paprotny, G. (2008). *Leitfaden Physiotherapie* (5 ed.). München: Urban & Fischer Verlag.
- Fukuda, T. Y., Rossetto, F. M., Magalhães, E., Bryk, F. F., Garcia Lucareli, P. R., & Carvalho, N. A. a. d. A. (2010). Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomised Controlled Clinical Trail. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(11), 736-742.
- Fulkerson, J. P. (2004). *Disorders of the Patellofemoral Joint* (4 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Heiderscheit, B. C. (2010). Lower Extremity Injuries: Is It Just About Hip Strength? *Journal of Orthopaedics & Sports Physical Therapy*, 40(2), 39-41.
- Herrington, L., & Al-Sherhi, A. (2007). A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(4), 155-160.

- Hochschild, J. (2008). *Strukturen und Funktionen begreifen Funktionelle Anatomie - Therapierrelevante Details LWS, Becken und Hüftgelenk, Untere Extremität* (2 ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Ireland, M. L., Willson, J. D., Ballantyne, B. T., & Davis, I. M. C. (2003). Hip Strength in Females With and Without Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33, 671-676.
- Jerosch, J., & Heisel, J. (2004). *Das Kniegelenk Rehabilitation nach Verletzungen und operativen Eingriffen*. München: Richard Pflaum Verlag GmbH & Co. KG.
- Kannus, P., Natri, A., Paakkala, T., & Järvinen, M. (1999). An Outcome Study of Chronic Patellofemoral Pain Syndrome. Seven-Year Follow-up of Patients in a Randomized, Controlled Trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 81-A(3), 354-363.
- Kohn, D. (2005). *Orthopädie und Orthopädische Chirurgie - Knie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Lewis, D. A., Kamon, E., & Hodgson, J. L. (1986). Physiological Differences Between Genders: Implications for Sports Conditioning.[Review]. *Sports Medicine*, 3, 357-369.
- Lindel, K. (2006). *Muskeldehnungen*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Medicine - Oxford Reference Online (k.D.). Heruntergeladen von http://www.oxfordreference.com/views/SUBJECT_SEARCH.html?subject=s14&authstatuscode=202 (08.03.2011).
- Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., & Baldon, R. d. M. (2008). The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 22, 1051-1060.
- Nijs, J., Van Geel, C., Van der auwera, C., & Van de Velde, B. (2006). Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy*, 11, 69-77.
- Ostermeier, S., & Becher, C. (2011). *Vorderes Knieschmerzsyndrom Patellofemorale Schmerz - Patellare Instabilität*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag GmbH.

- Peeler, J., & Anderson, J. E. (2007). Effectiveness of static quadriceps stretching in individuals with patellofemoral joint pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(4), 234-241.
- Pförringer, W. (2007). Konservative Therapie bei Erkrankungen und Verletzungen des Femoropatellargelenks. In Jerosch, J., Heisel, J. & Imhoff A.B. (2007), *Fortbildung Orthopädie Traumatologie* (25). Darmstadt: Steinkopff Verlag Darmstadt.
- Physiolexikon – Physiotherapie von A-Z (2010). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Physiotherapy Evidence Database (1999). Heruntergeladen von <http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/> (08.03.2011).
- Piva, S. R., Gil, A. B., Moore, C. G., & Fitzgerald, G. K. (2009). Responsiveness of the activities of daily living scale of the knee outcome survey and numeric pain rating scale in patients with patellofemoral pain. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(3), 129-135.
- Piva, S. R., Goodnite, E. A., & Childs, J. D. (2005). Strength Around the Hip and Flexibility of Soft Tissues in Individuals With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(12), 793-801.
- Platzer, W. (2005). *Taschenatlas Anatomie- 1 Bewegungsapparat* (9 ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Pschyrembel, W. (1975). *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch* (252 ed.). Berlin: Walter de Gruyter.
- Pschyrembel - Klinisches Wörterbuch (k.D.). Heruntergeladen von http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch2991591771211&startbk=pschyrembel_kw&bk=pschyrembel_kw (05.04. – 30.04.2011)
- Schönle, C. (2004). *Praxiswissen Halte- und Bewegungsorgane Rehabilitation*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., Voll, M., & Wesker, K. (2007). *Prometheus -LernAtlas der Anatomie - Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem* (2 ed.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

- Song, C.-Y., Lin, Y.-F., Wei, T.-C., Lin, D.-H., Yen, T.-Y., & Jan, M.-H. (2009). Surplus Value of Hip Adduction in Leg-Press Exercise in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Physical Therapy, 89*(5), 409-418.
- Stiene, H. A., Brosky, T., Reinking, M. F., Nyland, J., & Mason, M. B. (1996). A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 24*(3), 136-141.
- Syme, G., Rowe, P., Martin, D., & Daly, G. (2009). Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Manual Therapy, 14*, 252-263.
- Varatojo, R. (1998). Clinical Presentation of Patellofemoral Disorders. In Zaffagnini, S., Dejour, D. & Arendt, E.A. (2010), *Patellofemoral Pain, Instability, and Arthritis* (35). Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Wirth, C. J., & Rudert, M. (2000). *Das patellofemorale Schmerzsyndrom*. Darmstadt: Steinkopff Verlag Darmstadt.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Van Tiggelen, D., Willems, T. M., & Cambier, D. (2004). Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises in Patellofemoral Pain: A 5-Year Prospective Randomized Study. *American Journal of Sports Medicine, 32*, 1122-1130.
- Witvrouw, E., Lysens, R., Bellemans, J., Peers, K., & Vanderstraeten, G. (2000). Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain A Prospective, Randomized Study. *The American Journal of Sports Medicine, 28*(5), 687-694.
- Witvrouw, E., Werner, S., Mikkelsen, C., Van Tiggelen, D., Vanden Berghe, L., & Cerulli, G. (2005). Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 13*, 122-130.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Verlauf der Studienauswahl.....	4
Abbildung 2 – Ansicht Knie von ventral, Patella und Lig. patellae nach unten geklappt.....	5
Abbildung 3 – Verbindungen der Patella.....	6
Abbildung 4 – Kinematik des Kniegelenks : Rollen und Gleiten.....	8
Abbildung 5 – Insertionswinkel der Quadricepsanteile.....	10
Abbildung 6 – Schematische Darstellung der Kontaktflächen der Patella je nach Knieflexion.....	11
Abbildung 7 – Veränderungen des retropatellaren Druckes, in Newton angegeben.	13
Abbildung 8 – Klinische Klassifikation des PFSS.....	16
Abbildung 9 – Mögliche knöcherne Fehlstellungen und ihre Auswirkungen auf die verschiedenen Merkmale.....	18
Abbildung 10 – Q-Winkel.....	19
Abbildung 11 – Prüfung der tanzenden Patella.....	20
Abbildung 12 – Verschiedene Patellaformen.....	21
Abbildung 13 – Lateraler Patellawinkel.....	21
Abbildung 14 – Sulcuswinkel.....	22
Abbildung 15 – VAS (visual analogue scale).....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Suchpfade in Datenbanken.....	2-3
Tabelle 2 – Bewertung nach PEDro.....	32
Tabelle 3 – Vergleich aller Studien bezüglich Schmerzreduktion.....	34-35

Glossar

Facetten Test

Retropatellare Irritationen werden mit dem Facetten-Test aufgezeigt. Durch Kippung der Patella kann die Retropatellarfläche palpirt werden. Führt dies zu Schmerzempfindungen ist der Test positiv (Jerosch et al., 2004).

Fründ-Zeichen

In verschiedenen Knieflexionsstellung wird mittels beklopfen der Patella die Schmerzhaftigkeit eingeschätzt (Jerosch et al., 2004).

Hyperpressionstest

Die Patella wird an die Femurkondylen gedrückt um einen Schmerz zu provozieren (Jerosch et al., 2004). Der Test wird bei leicht gebeugtem Knie durchgeführt.

Krepitationstest

Der Patient führt eine dynamische Hockstellung aus. Eindeutig hörbare Knirschgeräusche, welche von Reibgeräuschen des femorotibialen Gelenks zu abzugrenzen sind, deuten auf Knorpelläsionen höheren Grades hin (Jerosch et al., 2004).

Lateraler Patellafemoralwinkel

Der Winkel wird von einer Verbindungslinie der Femurkondylen und einer Linie entlang der lateralen Patellafacetten gebildet (Jerosch et al., 2004).

Multiple-joint Non-Weight-Bearing exercise (MJNWBE)

Kräftigungsübung mit Bewegung über mehrere Gelenke, wobei das Körpergewicht von der unteren Extremität getragen wird (Interpretation aus Herrington et al., 2007 und Medicine - Oxford Reference Online, k.D.).

Numerical rating scale (NRS)

„Eindimensionale, n-stufige Skala (meist n = 10) zur standardisierten Erfassung der Schmerzintensität durch subjektive Selbsteinschätzung des Patienten zwischen den Endpunkten kein Schmerz sowie Schmerz maximal vorstellbarer Ausprägung.“ (Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch, k.D.)

Osgood Schlatter's Läsionen

auch Morbus Osgood-Schlatter oder Schlatter-Erkrankung genannt. Tritt vorwiegend bei männlichen Jugendlichen mit hoher Kniegelenksbeanspruchung auf. Dabei liegt eine Osteochondrose der knorpeligen Tub. tibiae vor. Dies führt zu einer prominenten Tub. Tibiae und möglicherweise zur Loslösung ossärer Partikel, welche einen diskreten Ruhe- und einen verstärkten Belastungsschmerz verursachen. (Jerosch et al., 2004)

Patellare Tendinopathien

Druck- und Belastungsschmerz ausgelöst durch degenerative Veränderungen der Patellarsehne (nicht entzündliche Erkrankung) (Pschyrembel, 1975).

Patellofemorales Schmerzsyndrom

Ein klinischer Zustand, der sich durch retropatellare und/oder peripatellare Schmerzen kennzeichnet. Dies im Zusammenhang mit Aktivitäten mit grosser Krafteinwirkung auf die unteren Extremitäten wie etwa gehen, laufen, springen, Treppen steigen und längeres Sitzen und Knien (Davis et al., 2010).

Peripatellare Bursitis

Schleimbeutelentzündung ausgelöst durch wiederholte Traumen oder Dauerreiz (Druck) (Pschyrembel, 1975).

Plicasyndrom

Bezeichnung für Symptome im Bereich des Knies durch hypertrophe Synovialfalte, meist medial der Patella (Pschyrembel Klinisches Wörterbuch, k.D.)

Q-Winkel

Nach Hochschild (2008) wird der Q-Winkel von einer Geraden, welche die Spina iliaca anterior inferior (SIAI) mit der Patellamitte verbindet. Eine weitere Gerade wird von der Patellamitte zur Tub. tibiae gebildet. Der daraus entstehende Winkel wird Q-Winkel genannt und sollte bei Männern ca. 10° bei Frauen ungefähr 15° (plus/minus 5°) betragen.

Repetition maximum (RM)

Das maximale Gewicht, das von einer bestimmten Muskelgruppe getragen werden kann, für eine bestimmte Anzahl von Wiederholungen. Das 10 RM wird zum Beispiel als das maximale Gewicht bezeichnet, mit dem eine bestimmte Kräftigungsübung 10 mal wiederholt werden kann (Medicine - Oxford Reference Online, k.D.).

Sinding Larsen Johansson's Läsionen

Das Patellaspitzenyndrom bei Kindern. An der Spitze der Patella im Bereich der Patellarsehne entsteht eine Entzündungsreaktion. Ossäre Fragmente lösen sich aus der Kniescheibe ab und können nekrotisieren. Meist bei männlichen Jugendlichen Sportlern anzutreffen (Ebelt-Paprotny, 2008).

Single-joint Non-Weight-Bearing exercise (SJNWBE)

Kräftigungsübung mit Bewegung über ein Gelenk, ohne dass das Körpergewicht von der unteren Extremität getragen wird (Interpretation aus Herrington et al., 2007 und Medicine - Oxford Reference Online, k.D.).

Sulcuswinkel

Winkel mit Scheitelpunkt am tiefstem Punkt des patellofemorale Gleitlagers und den Femurkondylen. Der Winkel sollte 138° aufweisen (Jerosch et al., 2004).

Squeeze-Squats

Squat mit zusammengepressten Knien (Earl et al., 2001).

Visual analogue scale (VAS)

„Eindimensionale, semiquantitative Skala zur standardisierten Erfassung der Schmerzintensität durch subjektive Selbsteinschätzung des Patienten; Markierung auf einer 10 cm langen kontinuierlichen Leiste zwischen den beiden Endpunkten kein Schmerz sowie Schmerz maximal vorstellbarer Ausprägung.“ (Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch, k.D.)

Zohlen-Zeichen

Der obere Patellapol wird mit dem Daumen und Zeigefinger umfasst und drücken die Kniescheibe nach kaudal. Empfindet der Patient Schmerzen bei aktivem Anspannen des M. quadriceps, wobei die Patella auf die Femurkondylen gedrückt wird, existiert eine entsprechende Knorpelarthropathologie (Jerosch et al., 2004).

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Bzw.	beziehungsweise
Et al.	Et alteri
Etc.	Et cetera
k.D.	Kein Datum
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
MJWBE	Multiple-joint Weight-Bearing exercise
mm	Milimeter
Mm.	Musculi
N	Newton
NRS	Numerical Rating Scale
PF- Gelenk	Patellofemoralgelenk
PFSS	Patellofemorales Schmerzsyndrom
RCT	Randomised controlled trial (randomisierte kontrollierte Studie)
RM	Repetition maximum Range of Motion (Bewegungsausmass eines Gelenks)
ROM	
SIAI	Spina iliaca anterior inferior
SJNWBE	Single-joint Non-Weight-Bearing exercise
Tub.	Tuberositas
v.a.	vor allem
VAS	Visual Analog Scale
VL	Musculus vastus lateralis
VMO	Musculus vastus medialis obliquus
z. B.	zum Beispiel

Danksagung

An dieser Stelle möchten wir uns bei allen bedanken, die uns in der Entstehung unserer Bachelorarbeit unterstützt haben. Ein spezieller Dank gilt Frau Barbara Lüscher, welche uns während des ganzen Prozesses engagiert und kompetent betreut hat. Weiter danken wir Monika Giezendanner, Annina Haas Wismer und Mirjam Hiestand fürs Korrekturlesen und ihre wertvollen Inputs und konstruktive Kritik.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erklären wir, die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst zu haben.

Susi Giezendanner

Sabrina Honegger

Winterthur, 19. Mai 2011

Anhang

Tabellen

Überblick Studien

Titel / Autoren / Journal	A Controlled Trial of Weight-Bearing Versus Non-Weight-Bearing Exercises for Patellofemoral Pain Lee Herrington, Abdullah Al-Sherhi UK and Riyadh Armed Forces Hospital, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia 2007, Journal of orthopaedic & sports physical therapy
Studien-design	Randomised controlled trial (RCT) (Pedro 6/10)
Ziel	Die Effektivität eines non-weight-bearing single-joint quadriceps exercise (SJNWBE) im Gegensatz zu einem weight-bearing multiple-joint quadriceps exercise (MJWBE) bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom zu vergleichen.
Teilnehmer	45 männliche Patienten, rekrutiert in der Armee (zwischen 18 und 35 Jahren) mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom
Methode	Interventionszeit: 6 Wochen, 3 Trainings pro Woche <ul style="list-style-type: none"> • Gruppe A (SJNWBE): non-weight-bearing single-joint quadriceps exercise, sitzend von 90°Knieflexion bis volle Knieextension gegen Widerstand, vor dem Krafttraining: 5 Min. Veloergometer bei 50W zum aufwärmen • Gruppe B (MJWBE): weight-bearing multiple-joint quadriceps exercise, Leg-Press in sitzender Position von 90°Knieflexion bis volle Knieextension, vor dem Krafttraining: 5 Min. Veloergometer bei 50W zum aufwärmen • Gruppe C (Control Group): keine Behandlung
Messungen	Messungen vor und nach der Intervention <ul style="list-style-type: none"> • Funktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Modified Kujala Questionnaire (Kombination aus subjektiver und funktioneller Evaluation) • Knie-Extensions-Kraft <ul style="list-style-type: none"> ○ Isometrisch, bei 60°Knieflexion mittels Cybex II Dynamometer (Durchschnitt aus 3 aufeinander folgende Tests) • Schmerz: 10cm visual analog scale (VAS) <ul style="list-style-type: none"> ○ Während Messung der Knie-Extensions-Kraft ○ Während einem step up and down (25cm Step)
Resultate	Beide Interventionsgruppen weisen signifikant bessere Werte (Funktion, Knie-Extensions-Kraft und Schmerz) auf als die Kontrollgruppe. Zwischen den beiden Interventionsgruppen gibt es keine signifikanten Unterschiede.
Limitation	
Conclusion	Weight-bearing und non-weight-bearing Quadriceps-Kräftigungsübungen sind gleichermassen effektiv zur Behandlung von Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom.

Titel / Autoren / Journal	Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening G. Syme , P. Rowe, D. Martin, G. Daly St. Johns Hospital in Howden, Livingston, United Kingdom 2009, Manual Therapy
Studien-design	Randomised controlled trial (RCT) (Pedro 8/10)
Ziel	Allgemeines Quadricepstraining und gezieltes Training des VMO in der Behandlung des Patellofemorales Schmerzsyndrom vergleichen.
Teilnehmer	69 Patienten (41 Frauen, 28 Männer) zwischen 16 und 40 Jahren mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom
Methode	Interventionszeit: 8 Wochen (2-3 mal Training pro Woche) <ul style="list-style-type: none"> • Gruppe A (Selective Group): Behandlungsansatz der selektiven VMO Aktivierung (Mögliche Interventionen: VMO-Aktivierung, Korrektur eines dynamischen Malalignments der unteren Extremität, Kräftigung M. gluteus medius, Heimübungen, Dehnungsübungen, Patella Mobilisation, Deep-Friction, Patella Taping, Einsatz von im Handel erhältlichen vorgefertigten Orthesen) • Gruppe B (General Group): M. quadriceps femoris Training (konzentrisch, exzentrisch und propriozeptiv), Patella Taping wenn nötig, Dehnungsübungen, Patella Mobilisation, Deep-Friction • Gruppe C (Control Group): keine Behandlung Abgabe einer Informationsbroschüre zum Patellofemorales Schmerzsyndrom an alle Teilnehmer
Messungen	Messungen vor und nach der Intervention <ul style="list-style-type: none"> • Funktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Ganganalyse (Knie Flexions/Extensions Range of motion während Standphase) ○ Gehen zwischen zwei Markierungen von 5m (Zeitmessung) ○ Exzentrischer step down von einer standard Holzbank (31cm) auf dem mehr betroffenen Bein (Range of Motion des Kniegelenks während der Bewegung) ○ McGill Pain Questionnaire (MPQ) ○ Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ) ○ Short Form-36 Health Evaluation Questionnaire (SF-36) ○ Triple hop test (drei aufeinander folgende Einbeinsprünge vorwärts mit rechts und links, der beste Sprung beider Seiten wird gewertet) • Lebensqualität <ul style="list-style-type: none"> ○ Patient Generated Index (PGI) • Schmerz <ul style="list-style-type: none"> ○ NRS-101 pain intensity scale (0-100, durchschnittliche Schmerzintensität im vorangegangenen Monat)
Resultate	<ul style="list-style-type: none"> • Ganganalyse, Triple hop test, MFIQ → kein signifikanter Unterschied zwischen allen Gruppen • Step down task → signifikante Verbesserung B:C, Verbesserung A:C (nicht signifikant), kein signifikanter Unterschied A:B • PGI, SF-36, MPQ und NRS-101 → signifikante Verbesserung A:C und B:C, kein signifikanter Unterschied A:B
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> • Behandlungsdauer und Trainingsaufwand der Gruppe A war möglicherweise nicht optimal • Die Ganganalyse war möglicherweise nicht genau genug • Relativ kurze Interventionszeit (obwohl das etwa der Praxis entspricht)
Conclusion	Physiotherapie zum Muskelaufbau des VMO oder des M. quadriceps femoris im Allgemeinen, reduziert Schmerz und verbessert Funktion und Lebensqualität bei Patienten mit Patellofemorales Schmerzsyndrom. Spezifisches Training des VMO resultiert nicht in statistisch signifikant besseren Ergebnissen als allgemeines Quadricepstraining.

Titel / Autoren / Journal	Open Versus Closed Kinetic Chain Exercises for Patellofemoral Pain : A Prospective, Randomized Study Erik Witvrouw, Roeland Lysens, Johan Bellemans, Koen Peers, Guy Vanderstraeten Ghent University, Ghent, Belgien 2000, The American Journal of Sports Medicine
Studien-design	Randomised controlled trial (RCT) (Pedro 6/10)
Ziel	Die Effektivität von Kräftigungsübungen in offener und geschlossener Kette bei Patellofemoralem Schmerzsyndrom aufzeigen.
Teilnehmer	60 Patienten (40 Frauen, 20 Männer) zwischen 14 und 33 Jahren mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom
Methode	Interventionszeit: 5 Wochen, 3 Trainings pro Woche à 30-45 Min. <ul style="list-style-type: none"> • Gruppe A (OKC → Kräftigungsübungen in offener Kette): <ul style="list-style-type: none"> ○ Max. statische Quadriceps Kontraktion in voller Knieextension ○ Straight leg raisings in Rückenlage ○ Kurze Bewegungen von 10° Knieflexion bis volle Extension ○ Adduktorenübungen in Seitlage • Gruppe B (CKC → Kräftigungsübungen in geschlossener Kette): <ul style="list-style-type: none"> ○ Leg-press sitzend ○ Ein- oder zweibeinige Squats (1/3 des Bewegungsausmasses) ○ Fahrradergometer ○ Rudermaschinenübungen ○ Step up/down Übungen ○ Progressive Sprung-Übungen auf dem Minitrampolin Statische Dehnung des M. quadriceps femoris, der Hamstrings und des M. gastrocnemius (3x 30 Sek.) jeweils nach dem Training bei beiden Gruppen.
Messungen	Messungen Pre-Test, 5 Wochen und 3 Monate nach Beginn der Intervention <ul style="list-style-type: none"> • Schmerz <ul style="list-style-type: none"> ○ 18 Messungen auf einer 100mm visual analog scale (VAS) zur Messung von Schmerz während verschiedenen Aktivitäten und anderen Symptomen • Funktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Kujala Questionnaire (Kombination aus subjektiver und funktioneller Evaluation) ○ Unilateraler Squat Test (maximale, schmerzfreie Knieflexion im Einbeinstand → Gelenkwinkelmessung) ○ Step Test (step up und down auf einem 10cm step, bei Schmerzfreiheit Erhöhung des step um jeweils 5cm → Messung der max. Höhe des Steps bei Schmerzfreiheit, maximal 45cm) ○ Triple-jump Test (Einbeinstand auf dem betroffenen Bein, drei aufeinander folgende Sprünge entlang einer Linie → Messung der Gesamtlänge der 3 Sprünge) • Muskelkraft <ul style="list-style-type: none"> ○ Isokinetische Kraftmessung des M. quadriceps femoris und der Hamstrings mittels Cybex 350 (in 3 verschiedenen Kontraktionsgeschwindigkeiten)
Resultate	Beide Gruppen können signifikante Verbesserung in Funktion und Schmerzreduktion aufweisen. Bei 4 von 18 Schmerzmessungen auf der VAS verzeichnete Gruppe B signifikant bessere Werte als Gruppe A (nach 3 Monaten). Ansonsten gab es keine signifikanten Zwischengruppenunterschiede.
Limitation	Keine Kontrollgruppe → die Resultate könnten auch auf eine natürliche Entwicklung zurückzuführen sein.
Conclusion	Funktionsverbesserung und Schmerzreduktion kann bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom mit Kräftigungsübungen in geschlossener und offener Kette erreicht werden. Wenige signifikante Gruppenunterschiede sprechen eher für Kräftigungsübungen in geschlossener Kette. Die Autoren empfehlen ein gemischtes Training in offener und geschlossener Kette.

Titel / Autoren / Journal	Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial Thiago Yukio Fukuda, Flavio Marcondes Rossetto, Eduardo Magalhães, Flavio Fernandes Bryk, Paulo Roberto Garcia Lucareli, Nilza Ap arecida de Almeida Carvalho Irmandade da Santa Casa de Misericórdia (ISCMSP), Physical Therapy Department, São Paulo-SP, Brazil 2010, Journal of orthopaedic & sports physical therapy
Studien-design	Randomised controlled trial (RCT) (Pedro 8/10)
Ziel	Aufzeigen ob Kräftigung der Hüft-Abduktoren und -Aussenrotatoren, zusätzlich zur Kräftigung der Kniemusculatur einen besseren Effekt (auf Schmerz und Funktion) bei unспортlichen Frauen mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom hat als alleiniges Kräftigen der Kniemusculatur.
Teilnehmer	70 weibliche Patientinnen (zwischen 20 und 40 Jahren) mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom, welche keinen Sport machen
Methode	Interventionszeit: 4 Wochen, 3 Trainings pro Woche <ul style="list-style-type: none"> • Gruppe A (KE → knee exercise): Kräftigung und Dehnung der Kniemusculatur • Gruppe B (KHE → knee and hip exercise): Kräftigung und Dehnung der Kniemusculatur, Kräftigung der Hüftabduktoren und -Aussenrotatoren • Gruppe C (Control Group): keine Behandlung
Messungen	Messungen vor und nach der Intervention <ul style="list-style-type: none"> • Schmerz: 11-point Numerical Pain Rating Scale (NPRS) während Treppensteigen (hoch und herunter) • Funktion <ul style="list-style-type: none"> ○ LEFS (Lower Extremity Functional Scale) ○ AKPS (Anterior Knee Pain Scale) ○ Single limb single hop test (Distanz in cm)
Resultate	Werden die Gruppen A+B mit Gruppe C verglichen, so weisen sie signifikant bessere Resultate im LEFS, AKPS, Single limb single hop test und in der NPRS während dem Treppen hochsteigen auf. Zwischen den Gruppen A und B gibt es diesbezüglich keine signifikanten Unterschiede. In der NPRS während dem Treppen heruntersteigen haben die Patientinnen der Gruppe B signifikant mehr Schmerzreduktion als Gruppe A. Es besteht hier kein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe A und der Kontrollgruppe.
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> • Die Daten beziehen sich nur auf Frauen, welche keinen Sport machen • Eine längere Behandlungszeit wäre möglicherweise idealer
Conclusion	4 Wochen Kräftigungsübungen für die Kniemusculatur oder für die Knie- und Hüftmusculatur sind effektiv um Schmerz zu reduzieren und die Funktion zu verbessern bei sportlich inaktiven Patientinnen mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom. Die Resultate fallen positiver aus wenn zusätzlich die Hüftmusculatur trainiert wird. Beim Treppen herunter steigen verspüren die Patientinnen welche auch die Hüftmusculatur mittrainiert haben (nach vier Wochen Training) signifikant weniger Schmerzen als die Patientinnen, welche nur die Kniemusculatur trainiert haben.

Titel / Autoren / Journal	Surplus value of hip adduction in leg-press exercise in patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A randomised controlled trial Chen-Yi Song, Yeong-Fwu Lin, Tung-Ching Wei, Da-Hon Lin, Tzu-Yu Yen, Mei-Hwa Jan National Taiwan University, Taipei, Taiwan 2009, Physical Therapy
Studien-design	Randomised controlled trial (RCT) (Pedro 8/10)
Ziel	Den zusätzlichen Effekt von Hüft-Adduktion kombiniert mit Knie-Extension auf die Aktivität des M. vastus medialis ermitteln.
Teilnehmer	89 Patienten (20 Männer, 69 Frauen) unter 50 Jahren mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom
Methode	Interventionszeit: 8 Wochen, 3 Trainings pro Woche <ul style="list-style-type: none"> • Gruppe A (LPHA): Leg Press Training mit gleichzeitiger Hüftadduktion • Gruppe B (LP): normales Leg-Press Training • Gruppe C (control group): kein Training, Abgabe einer Informationsbroschüre zum Patellofemoralem Schmerzsyndrom
Messungen	Messungen vor und nach der Intervention <ul style="list-style-type: none"> • Schmerz <ul style="list-style-type: none"> ○ Einschätzung des stärksten Schmerzes (innerhalb der vorangegangenen Woche) gemessen mittels einer 100-mm visual analog scale (VAS-W) • Funktion <ul style="list-style-type: none"> ○ Lysholm scale scores • VMO-Morphologie <ul style="list-style-type: none"> ○ Messung mittels Ultraschall: Cross-sectional area und VMO-Volumen unter der Patellabasis
Resultate	Signifikante Verbesserung zwischen Prä- und Postinterventionsmessungen bei beiden Interventionsgruppen (VAS-W, Lysholm scale scores & VMO-Morphologie), nicht so bei der Kontrollgruppe. Signifikante Verbesserung beider Interventionsgruppen in Bezug auf Schmerz und Funktion im Vergleich zur Kontrollgruppe. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Interventionsgruppen.
Limitation	<ul style="list-style-type: none"> • Nur VMO-Morphologie wurde untersucht (nicht VL oder andere Teile des M. quadriceps femoris) • Kraft von 50N isometrischer Hüft-Adduktion war möglicherweise unangemessen für einen optimalen Trainingseffekt • Die Interventionszeit von 8 Wochen war möglicherweise nicht optimal
Conclusion	Ein 8 Wochen andauerndes Leg-Press Training (45° Knie Flexion bis volle Extension) mit einem anschliessenden Stretching resultiert bei Patienten mit Patellofemoralem Schmerzsyndrom in einer signifikanten Schmerzreduktion, VMO-Hypertrophie und Funktions-Verbesserung. Eine gleichzeitige isometrische Hüftadduktion von 50N hat keinen weiteren positiven Effekt auf die obengenannten Faktoren.