

BACHELORARBEIT  
DEPARTEMENT GESUNDHEIT  
ZHAW ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

**PATELLOFEMORALES SCHMERZSYNDROM (PFPS):**  
**ANALYSE ZWEIER UNTERSUCHUNGSMETHODEN**  
**ANHAND DER GÜTEKRITERIEN**  
**VALIDITÄT, RELIABILITÄT, RESPONSIVITÄT & PRAKTIKABILITÄT**

---

AUTORIN: SIMONE GAYLER  
MATRIKELNUMMER: S99-711-723  
ADRESSE: SEEFELDSTRASSE 118, CH-8008 ZÜRICH  
STUDIENRICHTUNG: PHYSIOTHERAPIE  
STUDIENJAHRGANG: 2006

DATUM DER ABGABE: 19. JUNI 2009  
BETREUENDE LEHRPERSON:  
SANDRA SCHÄCHTELIN

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
2.1	EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK .....	4
2.2	FRAGESTELLUNG .....	5
2.3	METHODE/ABGRENZUNG .....	5
<b>3</b>	<b>HAUPTTEIL .....</b>	<b>7</b>
3.1	ÜBERSICHT DER GÜTEKRITERIEN.....	7
3.2	DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSMETHODEN UND KRITISCHE BEURTEILUNG ANHAND DER GÜTEKRITERIEN.....	10
3.2.1	<i>Funktionelles Testen</i> .....	10
3.2.2	<i>Eccentric Step Test</i> .....	11
3.2.3	<i>Strukturelles Testen</i> .....	21
3.2.4	<i>Patellatilttest</i> .....	21
<b>4</b>	<b>SCHLUSSTEIL .....</b>	<b>31</b>
4.1	ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE .....	31
4.1.1	<i>Eccentric Step Test</i> .....	31
4.1.2	<i>Patellatilttest</i> .....	34
4.2	SCHLUSSFOLGERUNG UND OFFENE FRAGEN .....	37
4.2.1	<i>Eccentric Step Test</i> .....	37
4.2.2	<i>Patellatilttest</i> .....	39
<b>5</b>	<b>VERZEICHNISSE.....</b>	<b>41</b>
5.1	LITERATURVERZEICHNIS .....	41
5.2	TABELLENVERZEICHNIS .....	44
5.3	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	44
<b>6</b>	<b>EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>46</b>

## 1 Abstract

**Hintergrund:** PFPS ist eine der häufigsten Ursachen von Knieschmerzen und muss, trotz fehlender Evidenz von Behandlungsmethoden und mangelndem Konsens bezüglich der Ätiologie, physiotherapeutisch behandelt werden. Für die Praxis ist es daher wichtig, fundierte Untersuchungsmethoden zur Verfügung zu haben.

**Ziel:** Ziel dieser Arbeit ist die Beurteilung der Praxisrelevanz zweier häufig verwendeten Untersuchungsmethoden anhand der Gütekriterien. Dabei wurde der Eccentric Step Tests (EST) als funktioneller Test und der Patellatilttests (PTT) als struktureller Test berücksichtigt.

**Methode:** Die Literaturrecherche fand in den Datenbanken PubMed, Medline, PEDro und SportDiscus statt. Für den Hauptteil dieser Arbeit wurden nur Studien ab dem Jahr 2000 berücksichtigt, nämlich vier zum EST und drei zum PTT.

**Resultate:** Der EST weist eine hohe Inhaltsvalidität, eine schwache diagnostische Evidenz, eine hohe Intrarater-Reliabilität beim Messen der Anzahl Repetitionen und eine moderate Interrater-Reliabilität bei der Beurteilung der Bewegungsqualität auf. Die Responsivität ist ungenügend oder nicht untersucht. Die Praktikabilität kann als hoch eingestuft werden. Die Inhaltsvalidität des PTT ist mangels universell gültiger Normdefinition der Patellabeweglichkeit sowohl bei der physischen Untersuchung wie auch bei der MRI-Messung fraglich. Die Kriteriumsvalidität zwischen physischer Untersuchung und MRI-Tiltwinkelmessung scheint relativ hoch zu sein, die Studien weisen jedoch gewisse methodische Mängel auf. Die Reliabilität der MRI-Winkelmessung ist hoch, die Intra- und Interrater-Reliabilität der physischen Untersuchung ist jedoch schwach bis mittelmässig. Zur Responsivität werden keine Aussagen gefunden. Die Praktikabilität der physischen Untersuchung ist hoch, scheint jedoch von der Erfahrung des Untersuchers abzuhängen. Eine MRI-Winkelmessung ist aufgrund der hohen Kosten nur für wissenschaftliche Zwecke nützlich.

**Schlussfolgerung:** Um eine eindeutige Aussage über die Gültigkeit und die Praxisrelevanz des EST zu machen, bedarf es eines geeigneten standardisierten Messverfahrens, welches anhand aller Gütekriterien untersucht wird. Mit dem physischen PTT können nur ausgeprägte Tilts erfasst werden, eine Abstufung von weniger ausgeprägten Patellatilts ist jedoch kaum erfassbar. Die MRI-Tiltwinkel-Messung liefert diesbezüglich genauere Werte, es fehlt jedoch eine fundierte Definition des Normwinkelbereichs der Patellastellung.

## 2 Einleitung

### 2.1 Einführung in die Thematik

Das Patellofemorale Schmerzsyndrom (PFPS) wird in der Literatur ausführlich beschrieben. Sportmedizinische Zentren und Physiotherapiepraxen werden zahlreich mit der Diagnose PFPS aufgesucht, da PFPS mit 16 – 25 Prozent als häufigste Läuferverletzung gilt (Dixit, Difiori, Burton & Mines, 2007). Obwohl PFPS eines der weitverbreitetsten Knieprobleme darstellt, gilt es immer noch als sehr schwierig zu behandeln. Der Grund hierfür liegt im fehlenden Konsens der Ätiologie und der Multifaktorialität der Risikofaktoren. Die typischen Symptome sind retro- oder peripatelläre Schmerzen, welche bei Aktivitäten mit Kniegelenkflexion auftreten. Dazu gehören typischerweise Laufen, Treppen hoch- und runtersteigen, langes Sitzen und Knien, sowie bei Übungen wie Squats (Kniebeugen) und Lunges (Ausfallschritte).

Barton, Webster und Menz (2008) zeigen in ihrer Literature Review, dass nur drei hochqualifizierte Studien zu konservativen nicht pharmakologischen Behandlungsmethoden - welche Übungen, Fuss- und Knieorthosen sowie Ultraschallintervention beinhalten - existieren. Dieser Review führte zum Schluss, dass nur limitierte Evidenz zum Einsatz von Übungen, Übungen kombiniert mit Taping sowie Übungen ergänzt mit dem Gebrauch von „Protonics Braces“<sup>1</sup>, besteht. Die Autoren Waryasz und McDermott (2008) sowie Witvrouw, Werner, Mikkelsen, Van Tiggelen und Van den Berghe (2005) haben sich neulich mit der Klassifikation von PFPS sowie den potenziellen Risikofaktoren auseinandergesetzt, mit dem Ziel, eine Basis für klinische Untersuchungen sowie Präventions- und Behandlungsansätze zu erstellen. Waryasz und McDermott (2008) haben folgende potenzielle Risikofaktoren identifiziert: Schwäche in der funktionellen Untersuchung; Weichteilverkürzungen des M. Gastroknemius, der ischiokruralen Muskulatur, des M. Quadrizeps oder des Iliotibialbandes; verminderte Kraft des M. Quadrizeps oder der ischiokruralen Muskulatur, Schwäche der Hüftmuskulatur; ein erhöhter

---

<sup>1</sup> Funktionelle Orthesen

Q-Winkel<sup>2</sup>; Patellakompression oder -tilting sowie eine abnormale Aktivierung der Mm. vasti medialis und lateralis. Folgende Klassifikation von PFPS wurde von Witvrouw et al. (2005) zusammengestellt:

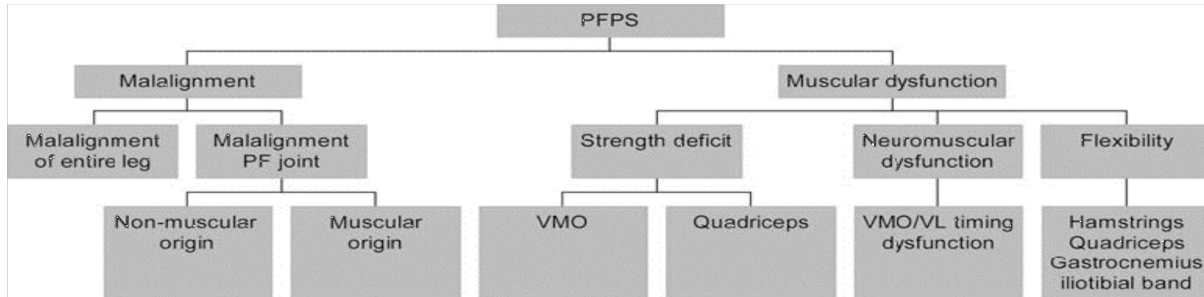


Abbildung 1: Klassifikation von PFPS nach Witvrouw et al. (2005)

## 2.2 Fragestellung

Trotz mangelnder Evidenz und Widersprüchen von Ursachen und Behandlungsmethoden, ist PFPS eine der häufigsten Ursachen von Knieschmerzen, die in der Physiotherapie behandelt werden muss. Für die Praxis ist es daher wichtig fundierte Untersuchungsmethoden anzuwenden, mit welchen die erwähnten Risikofaktoren am besten eruiert werden können. Gestützt auf den oben erwähnten Risikofaktoren werden im Rahmen dieser Arbeit zwei in der Physiotherapie häufig gebrauchte Untersuchungsmethoden genauer erläutert und aufgrund der Gütekriterien analysiert. Damit wird die Frage untersucht, ob und wie weit der Eccentric Step Test als funktioneller Test und der Patellatilttest als struktureller Test als fundierte praxisrelevante Untersuchungsmethoden eingestuft werden können.

## 2.3 Methode/Abgrenzung

Die Literaturrecherche fand in den Datenbanken PubMed, Medline, PEDro und SportDiscus sowie in der Durchsuche der Referenzlisten der gewählten Artikel statt. Nach folgenden Key-Words wurde die Suche durchgeführt: „PFPS“, „Anterior Knee Pain“, „Risk factors“, „Classification“, „Physical examination“, „Clinical examination“, „Assessment“, „Validity“, „Reliability“, „Eccentric step test“ und „Patellar tilt test“.

<sup>2</sup> Der Q-Winkel (Quadrizepssehnenwinkel) wird durch die Verbindungslinie zwischen der Spina iliaca anterior inferior mit der Patellamitte und der Verbindungslinie zwischen der Patellamitte mit der Tuberositas tibiae gebildet.

Um einen Überblick über die Thematik zu erhalten, wurden zunächst verschiedene Artikel über die wichtigsten Risikofaktoren gelesen. In der Recherche wurde danach der Fokus auf Untersuchungsmethoden der gefundenen Risikofaktoren gesetzt. Die Suche ergab eine Fülle von Testverfahren, da die Ursachen für die Sammeldiagnose PFPS multifaktoriell sind und daher bei der klinischen Untersuchung die gesamte untere Extremität untersucht werden muss. Pagenstert und Bachmann (2008) haben diesbezüglich ein Manuskript mit über 40 verschiedenen klinischen Zeichen und Funktionstests aus der Literatur zusammengestellt.

In dieser Vielzahl von Testverfahren wurde in der nachfolgenden Arbeit die Suche auf einen strukturellen und funktionellen Test begrenzt. Dabei wurde als funktioneller Test der Eccentric Step Test und als struktureller Test der Patellatilttest gewählt, da beide Tests häufig in der Praxis verwendet werden und in der Literatur zahlreich beschrieben wurden. Für die Hauptstudien dieser Arbeit wurden Studien ab dem Jahr 2000 berücksichtigt.

### **3 Hauptteil**

#### **3.1 Übersicht der Gütekriterien**

Im nachstehenden Abschnitt folgt eine kurze Übersicht über die Gütekriterien gemäss Schädler, Kool, Marks, Oesch, Lüthi, Pfeffer und Wirz (2006).

#### **Validität**

Die Validität bezieht sich auf die Gültigkeit von Messungen. Die Frage lautet dabei ob ein Messinstrument das misst, was es messen soll. Man unterscheidet drei Konzepte der Validität:

##### 1. Inhaltsvalidität

Diese ist gegeben, wenn der Inhalt der Messung leicht erkennbar mit dem zu messenden Problem ist. Ein Gehetest zum Beispiel ist inhaltsvalide, weil er die Aktivität Gehen direkt misst.

##### 2. Kriteriumsvalidität

Dabei wird unterschieden zwischen konkurrenter Validität und prädiktiver Validität. Bei der konkurrenten Validität handelt es sich um die Übereinstimmung der Resultate des zu untersuchenden Messinstruments und eines anderen Messinstruments, welches das gleiche misst und dessen Validität bekannt ist. Im Idealfall sollte mit dem derzeit bestmöglichen verfügbaren Test, dem so genannten Goldstandard verglichen werden.

Von prädiktiver Validität wird gesprochen, wenn die durch ein Messinstrument vorhergesagten Prognosen auch tatsächlich eintreffen.

##### 3. Konstruktvalidität

Es handelt sich hierbei um die Überprüfung von Hypothesen. Eine Hypothese ist beispielsweise dass Angst mit Schwitzen, Erröten und Herzklopfen zusammenhängt. Die Konstruktvalidität ist gegeben, wenn sich diese aus dem Konstrukt abgeleiteten Hypothesen in empirischen Untersuchungen bestätigen lassen.

## **Reliabilität**

Die Reliabilität ist ein Mass für die Zuverlässigkeit einer Messung. Damit wird die Übereinstimmung der Ergebnisse eines Tests, bei mehrmaliger Durchführung beurteilt. Mit der Retest-Reliabilität wird demzufolge die Wiederholbarkeit einer Messung bewertet. Man unterscheidet zwischen der Intrarater-Reliabilität, bei welcher die Wiederholung durch den gleichen Untersucher durchgeführt wird und der Interrater-Reliabilität, bei welcher der Test durch verschiedene Untersucher vorgenommen wird.

Die Reliabilität wird in der Statistik durch einen Korrelationskoeffizient zwischen null und eins angegeben und durch folgende Skala interpretiert:

- 1 vollständige Übereinstimmung
- 0.70+ starke bis sehr starke Übereinstimmung
- 0.50+ mittelmässige Übereinstimmung
- 0.29+ minimale Übereinstimmung

## **Responsivität**

Die Responsivität beschreibt die Empfindlichkeit eines Messverfahrens, klinisch relevante Veränderungen zu erfassen. Diese Empfindlichkeit wird auch mit Änderungssensitivität bezeichnet. Diesbezüglich stellt sich die Frage, wie gross der gemessene Unterschied zweier Testserien sein muss, damit eine klinisch relevante Veränderung zuverlässig widerspiegelt wird.

Oft werden hierfür statistische Signifikanztests verwendet, welche die Übereinstimmung zwischen der Veränderung des Testresultats und der tatsächlichen Veränderung des entsprechenden Patientenmerkmals überprüfen. Bei der statistischen Auswertung ist darauf zu achten, dass sowohl Messfehler als auch der Zufallsfaktor berücksichtigt werden. Oftmals braucht es zusätzlich die Erfahrung von Experten um relevante Veränderungen eines Merkmals sicher feststellen zu können. Häufig wird eine Veränderung von 10% als relevant bezeichnet. Wichtig ist in jedem Fall, dass der Messfehler bei wiederholter Testung kleiner sein muss als die klinisch relevante Veränderung.



## **Praktikabilität**

Unter der Praktikabilität versteht man die Anwendbarkeit eines Testverfahrens. Dazu gehört der Materialaufwand, das heisst die Anschaffung von speziellen Geräten oder Materialien. Ausgenommen werden hierbei Materialien, welche zur Grundausstattung in der Physiotherapie gehören. Als weitere Faktoren der Anwendbarkeit werden der Zeit- und Schulungsaufwand für die Durchführung des Testverfahrens eingeschätzt.

## **3.2 Darstellung der Untersuchungsmethoden und kritische Beurteilung anhand der Gütekriterien**

Im folgenden Abschnitt werden zwei in der Physiotherapie häufig gebrauchte Untersuchungsmethoden genauer erläutert und nach den Gütekriterien untersucht. Dabei werden mit dem Eccentric Step Test ein funktioneller und mit dem Patellatilttest ein struktureller Test berücksichtigt.

### **3.2.1 Funktionelles Testen**

Funktionelle Testverfahren erstreben eine Untersuchung des Knies in Bedingungen, die den realen funktionellen Anforderungen entsprechen. Gängige Testverfahren wie Schmerz-Assessments, Winkelmessung, Umfangmessung, manuelles Muskeltesten sowie isokinetische Messungen wurden gemäss Kannus und Nittymaki sowie Risberg und Ekeland (1994; zit. nach Loudon, Wiesnert, Goist-Foley, Asjest & Loudon, 2002, S. 256) als schlechte Prädiktoren für die Funktionsfähigkeit beurteilt. Bei funktionellen Tests können nebst der Erfassung des Schmerzgrades auch Informationen bezüglich Muskelkraft, Ausdauer, Propriozeption und Gleichgewicht gewonnen werden (Loudon et al., 2002).

PFPS-Patienten weisen oft veränderte Bewegungsmuster in der unteren Extremität auf, welche die Druckverteilung auf das patellofemorale Gelenk verändern (Piva, Fitzgerald, Irrgang, Jones, Hando, Browder & Childs, 2006). Das Ziel von funktionellen Tests ist solche Abweichungen in der Funktion zu erfassen um daraus Hypothesen für deren Ursache zu generieren.

Wie bereits erwähnt treten die Schmerzsymptome bei PFPS Patienten häufig bei Aktivitäten auf, bei denen eine erhöhte Kniegelenkflexion benötigt wird. Zu diesen Aktivitäten gehören längeres Sitzen und Knien, Laufen, Stufen hinauf- und hinuntersteigen, Kniebeugen und Ausfallschritte.

In dieser Arbeit wird der Schwerpunkt auf der Analyse des Eccentric Step Tests liegen, da dieser in der Literatur als häufigster funktioneller Test verwendet wird. Dieser Test imitiert die Aktivität Stufen hinuntersteigen, bei welcher das patellofemorale Gelenk um das 3.5-fache (Reid, 1982; zit. nach Loudon et al., 2002, S. 257) des Körpergewichts belastet wird.

### 3.2.2 Eccentric Step Test

Nachfolgend werden vier Studien anhand der Gütekriterien beurteilt, welche den Eccentric Step Test nach verschiedenen Schwerpunkten untersucht haben (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1: Eccentric Step Test:**

Untersuchte Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien

Eccentric Step Test	Validität	Reliabilität	Responsivität	Praktikabilität
Loudon et al. (2002)	–	✓	–	–
Piva et al. (2006)	–	✓	–	–
Selfe et al. (2001)	✓	✓	✓	–
Nijs et al. (2005)	✓	✓	–	–

#### Eccentric Step Test nach Loudon et al. (2002)

(Übersicht siehe Tabelle 2, S. 13)

Gestützt auf den oben erwähnten Erkenntnissen haben Loudon et al. (2002) erstmals einen funktionellen Performance Test spezifisch für PFPS-Patienten entwickelt.

Diese Testreihe besteht nebst dem Eccentric Step Test aus vier weiteren Testeinheiten, welche funktionsnahe gewichtsorientierte körperliche Belastungen in verschiedenen Kniegelenkflexionen aufweisen.

Das Hauptziel der Studie war die Intrarater-Reliabilität zu beurteilen. Sekundäre Ziele waren der Vergleich zwischen der symptomatischen und asymptomatischen unteren Extremität anhand des Limb Symmetrie Index (LSI)<sup>3</sup> sowie die Korrelation zwischen dem Schmerzgrad und den Testergebnissen zu beurteilen.

Die Testausführung sowie die Instruktion des Eccentric Step Tests wurden standardisiert (siehe Abbildung 2, S. 12). Gemessen wurde die Anzahl Repetitionen der Step-down-Bewegungen vorwärts innerhalb 30 Sekunden, wobei beide Beine getestet wurden. Laut Instruktion sollte die Ferse den Boden kurz berühren ohne Gewichtsübernahme des Spielbeins.

<sup>3</sup> LSI: Statistische Differenz der Testresultate zwischen der symptomatischen und asymptomatischen unteren Extremität anhand eines t-Tests.

## Übersicht über die verschiedenen Testausführungen des Eccentric Step Tests, der in dieser Arbeit integrierten Studien:

---

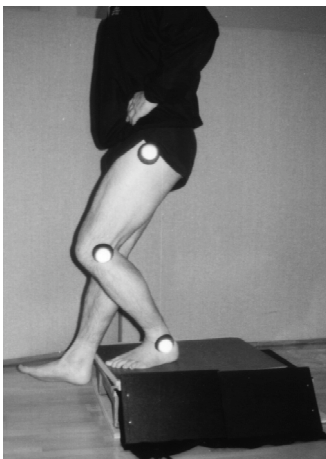


**Abbildung 2: Eccentric Step Test nach Loudon et al. (2002)**

- Step down vorwärts
- Step-Höhe: 8 inches (20.32 cm)
- Testoutcome:  
Anzahl Repetitionen in 30 sec

**Abbildung 3: Eccentric Step Test nach Piva et al. (2006)**

- Step down seitwärts
- Step-Höhe: 20 cm
- 5 Repetitionen
- Testoutcome:  
Beurteilung der Bewegungsqualität nach fünf Kriterien



**Abbildung 4: Eccentric Step Test nach Selfe et al. (2001)**

- Step down vorwärts
- Step-Höhe: 50% der Tibialänge
- 1x so langsam und sanft wie möglich
- Testoutcome:  
Messung des kritischen Winkels und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse

**Abbildung 5: Eccentric Step Test nach Nijs et al. (2005):**

- Step down vorwärts
- Step-Höhe: 15 cm
- 1x so langsam und sanft wie möglich
- Testoutcome:  
positiver Test bei Auftreten von Schmerz



---

**Tabelle 2: Eccentric Step Test:**

Übersicht der in dieser Arbeit integrierten Studien (Details siehe Anhang A, S. 47-55)

---

Autor	Loudon et al. (2002)
Titel	Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects with Patellofemoral Pain Syndrome
Design	Fall-Kontroll-Design; Test-Retest-Design; Korrelationsanalyse
Sample	29 PFPS; 11 Gesunde als Kontrollgruppe
Resultate	Limb Symmetrie Index (LSI): PFPS: 80% vs. Kontrollgruppe: 100%; signifikant ( $p < 0.13$ ) Intrarater-Reliabilität: ICC: 0.94 Korrelation Schmerz vs. Testoutcome: Signifikant (Pearson-Korrelationskoeffizient: 0.570)
Autor	Piva et al. (2006)
Titel	Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome
Design	Nicht kontrollierte Reliabilitätsstudie Test-Retest-Design innerhalb der gleichen Gruppe
Sample	30 PFPS
Resultate	Interrater-Reliabilität: Cohens Kappa Statistik: ICC: 0.67; 80% Kappaübereinstimmung Outcome Bewegungsqualität: 33% gut, 50% mittel, 17% schlecht
Autor	Selfe et al. (2001)
Titel	Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems Part 1. Development and validity Part 2. Reliability and clinical sensitivity
Design	Outcome-Studie: kontrolliertes Test-Retest-Design
Sample	77 Patienten mit patellofemorale Gelenkbeschwerden 100 Gesunde als Kontrollgruppe
Resultate	Eccentric Step Test: Schmerzhaft bei 74% Durchschnittlicher kritischer Winkel: PFPS: 57.8° (3.5° früher); Gesunde: 61.3° Durchschnittliche Winkelgeschwindigkeit: PFPS: 93°/sec (41% schneller) Gesunde: 54.9°/sec Test-Retest-Reliabilität: Kolmogorov-Smirnov-Test: Kritischer Winkel: 95% CI: +/- 9.6° Winkelgeschwindigkeit: 95% CI: +/- 33°/s → Kombination aus Messfehler und natürlichem Heilungsverlauf Klinische Sensitivität (Interventionsphase): Kritischer Winkel: Statistisch signifikant ( $p = 0.44$ ); → klinisch nicht signifikant verglichen mit 95% CI von +/- 9.6° Winkelgeschwindigkeit: Statistisch signifikant ( $p = 0.001$ ); → klinisch nicht signifikant verglichen mit 95% CI von +/- 33°/s
Autor	Nijs et al. (2005)
Titel	Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome
Design	Fall-Kontroll-Design
Sample	20 PFPS; 19 andere Kniebeschwerden als PFPS (Kontrollgruppe)
Resultate	Outcome: positiv wenn Schmerz während Testausführung PFPS: 41.9% positiv Kontrollgruppe: 17.9% positiv Diagnostischer Wert: Positive Likelihood Ratio (PLR): 2.34 → Eine PLR zwischen 2-5 erhöht die Wahrscheinlichkeit um einen kleinen, aber manchmal bedeutsamen Grad, dass eine Diagnose zutrifft.

---

### Beurteilung der Studie von Loudon et al. (2002) anhand der Gütekriterien

Das Ziel der Studie war in erster Linie die Intrarater-Reliabilität zu erforschen. Das Resultat zeigt, dass mit einem Intraklassen-Korrelationskoeffizient<sup>4</sup> (engl. Intra-Class-Correlation) (ICC) von 0.94 eine hohe Intrarater-Reliabilität erzielt wurde. Aus der Studie wird jedoch nicht klar ersichtlich, ob mehrere oder nur ein Untersucher diese hohe Intrarater-Reliabilität erzielt haben. Es fehlen ebenfalls Angaben dazu, ob der oder die Tester geblendet waren, was die Gefahr eines Beobachter-Bias<sup>5</sup> aufweist. Es lässt jedoch vermuten, dass das Zählen von Repetitionen während 30 Sekunden keine relevanten Differenzen in der Interpretation birgt.

Loudon et al. (2002) nehmen in ihrer Studie keine direkte Stellungnahme zur Interrater-Reliabilität, zur Validität und zur Sensitivität des Eccentric Step Tests. In der Studie wurde jedoch zusätzlich die Korrelation zwischen Schmerz und Testoutcome (Anzahl Repetitionen) gemessen. Gemäss Schädler et al. (2006) bedeutet die Inhaltsvalidität, dass der Inhalt der Messung leicht erkennbar mit dem zu messenden Problem ist. Da Schmerzen bei PFPS-Patienten häufig beim Stufen hinuntersteigen auftreten und der Eccentric Step Test diese Aktivität imitiert, ist somit die Inhaltsvalidität gewährleistet.

Die Korrelation zwischen Schmerz und Testresultat wurde als signifikant eingestuft. Das heisst, wenn der Schmerzgrad abnimmt, nimmt die Anzahl Repetitionen und somit die Leistung zu. Aus der Studie geht jedoch nicht klar hervor, ob diese Unterschiede zwischen den Resultaten von verschiedenen PFPS-Patienten oder zwischen den Resultaten desselben Patienten innerhalb der zwei Testserien beurteilt wurden. Im letzteren Fall wären 48 – 72 Stunden eine sehr kurze Zeitspanne für relevante Veränderungen, in Anbetracht dass die Patienten durchschnittlich seit fünf Monaten (Loudon et al. 2002) an PFPS leiden. Das Test-Retest-Design bietet daher keine genügende Grundlage um über eine konkurrente Validität zwischen Schmerz und Testoutcome eine Aussage machen zu können.

---

<sup>4</sup> ICC: Mass zur Bestimmung der Reliabilität. ICC-Werte liegen zwischen -1 und +1, wobei +1 eine perfekte positive Übereinstimmung, 0 keine Übereinstimmung und -1 eine perfekte negative Übereinstimmung bedeuten.

<sup>5</sup> Bewusste oder unbewusste Verzerrung des Outcomes durch den Untersucher, wenn dieser Kenntnis von Diagnosen oder Behandlungsinterventionen der Testpersonen hat.

Da der LSI signifikante Unterschiede in der Anzahl Repetitionen zwischen der symptomatischen (durchschnittlich 13.93 Repetitionen) und der symptomfreien (durchschnittlich 17.31 Repetitionen) unteren Extremität aufweist (siehe Tabelle 2), birgt dieser Untersuch Potenzial für weitere wissenschaftliche Untersuchungen bezüglich der Responsivität. Der LSI der PFPS-Gruppe beträgt 80% im Vergleich zu 100% der gesunden Kontrollgruppe. Dieser Index wird oft als Kriterium für die Wiederaufnahme von sportlichen Aktivitäten verwendet. Nach Barber, Noyes, Mangine, McCloskey und Hartman (1990; zit. nach Loudon et al. 2002, S. 260) kann nach einer vorderen Kreuzbandruptur mit einem LSI von 85% wieder mit sportlichem Training begonnen werden.

Der Eccentric Step Test sowie die anderen Tests dieser Studie wurden bewusst so konzipiert, dass geringer Zeitaufwand nötig ist, dass sie einfach durchzuführen sind und wenig Instruktion brauchen. Die Praktikabilität kann somit als hoch eingestuft werden.

#### *Eccentric Step Test nach Piva et al. (2006)*

(Übersicht siehe Tabelle 2, S. 13)

In der Studie von Piva et al. (2006) wurde der Schwerpunkt auf die Beurteilung der Bewegungsqualität während des Eccentric Step Tests gesetzt. Zu diesem Zweck wurde von den Autoren ein eigenes Assessment, basierend auf häufig beobachteten Ausweichmechanismen bei PFPS-Patienten entwickelt, welches die Testausführung nach fünf Kriterien beurteilt (Details siehe Anhang A, S. 49). Erfasst wurden Ausweichbewegungen durch Arme, Rumpf, Becken oder Knie sowie Gleichgewichtsunsicherheiten während fünf Reptitionen eines seitlichen Eccentric Step Tests (siehe Abbildung 3, S. 12). Anhand einer selbst entwickelten Skala wurde dann die Qualität der Bewegung in gut, mittel oder schlecht eingestuft.

### Beurteilung der Studie von Piva et al. (2006) anhand der Gütekriterien

Das Ziel dieser Studie war die Interrater-Reliabilität der Beurteilung der Bewegungsqualität während des Eccentric Step Tests zu erfassen. Mit einem Reliabilitätskoeffizient von 0.67 und einer Kappaübereinstimmung (die für den Zufall korrigierte Übereinstimmung) von 80% gilt die Übereinstimmung als moderat, jedoch genügend für den klinischen Gebrauch. Die Intrarater-Reliabilität wurde in dieser Studie nicht untersucht, die Autoren gehen jedoch davon aus, dass die Intrarater-Reliabilität mindestens gleich hoch oder höher ist als die Interrater-Reliabilität.

Was die Inhaltsvalidität betrifft, können mit diesem Test häufig beobachtete Ausweichbewegungen erfasst werden. Die Autoren schlagen vor, in weiteren Studien die Validität gegenüber anderen funktionellen Tests zu untersuchen. Um die Testauswertung valide beurteilen zu können, sollte derselbe Test ebenfalls durch eine gesunde Kontrollgruppe durchgeführt und nach den fünf Kriterien beurteilt werden. Interessant wäre ebenfalls zu eruieren, inwiefern aus den beobachteten Defiziten in der Bewegungsqualität auf deren Ursachen Rückschlüsse gezogen werden können.

Um die Responsivität dieses Testverfahrens beurteilen zu können, schlagen die Autoren vor, weitere Untersuchungen vorzunehmen, welche die Veränderungen der Testresultate mit den Veränderungen der Funktionsfähigkeit und des Schmerzgrades vergleichen. Hierzu ist zu bemerken, dass zuerst der durchschnittliche Messfehler eruiert werden müsste, um eine valide Aussage über die Veränderungen machen zu können.

Die Praktikabilität ist wie beim Eccentric Step Test von Loudon et al. (2002) hoch, allerdings kommt bei dieser Ausführung noch ein Schulungsaufwand (insgesamt zwei Stunden für die 12 verschiedenen von Piva et al. (2006) untersuchten Tests) hinzu, da die Beurteilung der Bewegungsqualität mehr Raum für Interpretationen zulässt.



*Eccentric Step Test nach Selfe, Harper, Pedersen, Breen-Truner und Waring (2001)*

(Übersicht siehe Tabelle 2, S. 13)

Da seit einigen Jahren der Druck auf die Gesundheitsberufe gestiegen ist, die Wirkung von Interventionen wissenschaftlich zu belegen, war das Ziel von Selfe et al. (2001), standardisierte, valide, reliable und responsive Outcome-Messungen zu entwickeln, welche Veränderungen im Heilungsverlauf der Patienten erfassen können. Die Forschungsfrage lautete dabei, ob Messverfahren vom kritischen Winkel (maximaler Kniegelenkwinkel während der Testdurchführung) und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse bei einem Eccentric Step Test valide Messresultate von patellofemorale Dysfunktionen liefern.

In einem zweiten Teil wurde die klinische Sensitivität dieser Messverfahren untersucht, welche eine der wichtigsten Faktoren in der Entwicklung von Outcome-Messungen ist, um beurteilen zu können ob eine therapeutische Intervention wirksam ist. Sensitivität bezeichnet, wie gross eine Veränderung in der Outcome-Messung sein muss, um eine für den Patienten bedeutsame Veränderung zu erfassen (Selfe et al., 2001).

Im Unterschied zu den anderen Studien, welche eine einheitliche Step-Höhe wählten, wurden in dieser Studie anthropometrische<sup>6</sup> Unterschiede der Testpersonen berücksichtigt. Der Step wurde so aufgebaut, dass die Höhe der halben rechten Tibialänge jeder Testperson entsprach. Beim Test wurde nur eine einzige Step-down-Bewegung vorwärts so langsam und sanft wie möglich durchgeführt (siehe Abbildung 4, S. 12). Gemessen wurden dabei der kritische Winkel und die Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse. Ebenfalls wurden auftretende Schmerzen während der Durchführung des Tests erfasst.

In dieser Studie wurden vier Assessments durchgeführt. Die ersten beiden wurden vor Interventionsbeginn durchgeführt und dienten als Grundlage für das Test-Retest-Verfahren. Das dritte Assessment fand nach Interventionsende und das vierte bei einer Nachuntersuchung nach drei Monaten statt.

---

<sup>6</sup> Anthropometrie ist die Lehre der Ermittlung und Anwendung der Masse des menschlichen Körpers.

### Beurteilung der Studie (Teil 1 und 2) von Selfe et al. (2001) anhand der Gütekriterien

Das Ziel der Studie war zu untersuchen, ob das Messverfahren vom kritischen Winkel und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse bei einem Eccentric Step Test valide, reliable und klinisch sensitive Messresultate für patellofemorale Dysfunktionen liefert. Zuerst wurde untersucht, inwiefern die Testausführung mit Schmerz korreliert, mit dem Resultat, dass der Test bei 74% der PFPS-Patienten schmerzhaft war.

Der erste Teil der Studie zeigt, dass der kritische Winkel bei PFPS-Patienten durchschnittlich  $3.5^\circ$  früher auftritt und die Winkelgeschwindigkeit um 41% schneller ist als bei der symptomfreien Kontrollgruppe. In diesen Messungen wurde jeweils der durchschnittliche Messfehler nicht berücksichtigt. Eine vorgängige Studie von Selfe (1998; zit. nach Selfe et al., 2001, S. 517) hat jedoch gezeigt, dass das Messverfahren mittels der gewählten Videoanalyse höchst reliabel ist, mit einer durchschnittlichen Standardabweichung bei der Messung des kritischen Winkels von nur  $1.32^\circ$  und bei der Messung der Winkelgeschwindigkeit von nur  $1.29^\circ/s$ . Die Differenz des kritischen Winkels und der Winkelgeschwindigkeit zwischen PFPS-Patienten gegenüber der asymptomatischen Kontrollgruppe ist somit statistisch signifikant, was bedeutet, dass das Messverfahren valide Testresultate liefert um patellofemorale Dysfunktionen zu erfassen.

Im zweiten Teil der Studie wurde jedoch bestätigt, dass diese Messverfahren klinisch nicht signifikant sind um für den Patienten bedeutsame Veränderungen aufzuzeigen. In dieser Beurteilung wurden in Kombination der natürliche Heilungsverlauf (ohne therapeutische Einflussnahme) wie auch der Messfehler berücksichtigt. Diese Informationen wurden durch ein Test-Retest-Verfahren (innerhalb einer Woche) vor Interventionsbeginn generiert. Daraus folgt, dass die Beurteilung des kritischen Winkels sowie der Winkelgeschwindigkeit nicht für Outcome-Messungen bei patellofemorale Beschwerden geeignet sind, da die Responsivität ungenügend ist.

Die Praktikabilität kinematischer Untersuchungen mittels Videoanalysen ist sehr gering und eignet sich nur für wissenschaftliche Zwecke. Zudem sind die Berechnung und der Aufbau der individuellen Step-Höhe relativ aufwendig. Für die klinische Praxis ist dieses Messverfahren nicht geeignet.

### Eccentric Step Test nach Nijs, Van Geel, Van der Auwera und Van de Velde (2005)

(Übersicht siehe Tabelle 2, S. 13)

Nijs et al. (2005) wollten in ihrer Studie den diagnostischen Wert des Eccentric Step Tests in Erfahrung bringen und herausfinden inwiefern und ob sich die Testresultate von PFPS-Problematiken von anderen Kniebeschwerden unterscheiden.

Bei der Testausführung wurde gemäss Selfe et al. (2001) eine Step-down-Bewegung vorwärts so langsam und sanft wie möglich durchgeführt, jedoch wurde die Step-Höhe auf 15 cm standardisiert. Der Test wurde als positiv beurteilt, wenn Schmerzen während der Durchführung auftraten (siehe Abbildung 5, S. 12).

### Beurteilung der Studie von Nijs et al. (2005) anhand der Gütekriterien

Das Ziel der Studie war zu beurteilen, ob der Eccentric Step Test einen diagnostischen Wert hat, das heisst, inwiefern er PFPS-Patienten von Patienten mit anderen Kniebeschwerden unterscheiden kann. Der Test wurde als positiv bezeichnet, wenn bei der Ausführung des Eccentric Step Tests Schmerz verspürt wurde. Die Auswertungen der Studie ergaben ein positives Testresultat bei 41.9% der PFPS-Patienten und bei 17.9% der Kontrollgruppe mit anderen Kniebeschwerden. Mit einer Positive Likelihood Ratio<sup>7</sup> (PLR) von 2.34 erhöht der Eccentric Step Test die Wahrscheinlichkeit um einen kleinen, aber manchmal bedeutsamen Grad, dass ein Kniepatient an PFPS leidet. Die Validität des diagnostischen Werts ist dementsprechend schwach.

Gemäss der Definition von Schädler et al. (2006) ist die Inhaltsvalidität in dieser Studie gewährleistet; der Test misst Schmerz beim Stufen hinuntersteigen. Nijs et al. (2005) vermutet, dass der Unterschied der positiven Testresultate bei PFPS-Patienten von 41% in seiner Studie zu 74% in der Studie von Selfe et al. (2001) durch die unterschiedliche Step-Höhe erklärbar ist.

---

<sup>7</sup> Die Likelihood Ratio gibt an, um wie viel mal häufiger ein positives Testresultat bei Personen mit Erkrankung vorkommt im Vergleich zu Personen ohne Erkrankung.

PLR > 10 „überzeugende diagnostische Evidenz“

PLR 5 - 10 „hohe diagnostische Evidenz“

PLR 2 - 5 „schwache diagnostische Evidenz“

PLR 1 – 2 „kaum relevante diagnostische Evidenz“

In dieser Studie wurden keine Angaben zur Reliabilität, Responsivität und Praktikabilität gemacht. Durch die standardisierte Step-Höhe kann der Test jedoch mit hoher Praktikabilität eingestuft werden.

### 3.2.3 Strukturelles Testen

Ein Malalignment des patellofemorales Gelenks gehört nach der Klassifikation von Witvrouw et al. (2005) ebenfalls zu den Risikofaktoren von PFPS und sollte daher untersucht werden. McConell (1996) schlägt diesbezüglich vier strukturelle Routineuntersuchungen der Patella vor: medio-lateraler Tilt, antero-posteriorer Tilt, medio-laterale Verschieblichkeit und Rotation der Patella. Bei PFPS-Patienten zeigt sich insbesondere die laterale Patellahyperkompression als häufiger Befund in der physiotherapeutischen Untersuchung (Wilk, Davies, Mangine & Malone 1998). Verschiedene Autoren (Dixit et al., 2007; Waryasz & McDermott, 2008; Wilk et al., 1998) erwähnen, dass eine nach lateral abgekippte Patella aufgrund von verkürzten lateralen Strukturen (Retinakulum, Iliotibialband) die PFPS-Symptomatik hervorruft. In dieser Arbeit wird deshalb auf den Patellatilttest eingegangen, welcher den Spannungszustand des lateralen Retinakulums beurteilt.

### 3.2.4 Patellatilttest

Nachfolgend werden drei Studien, welche den Patellatilttest nach verschiedenen Schwerpunkten untersucht haben anhand der Gütekriterien beurteilt (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 3: Patellatilttest:**

Untersuchte Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien

Patellatilttest	Validität	Reliabilität	Responsivität	Praktikabilität
Watson et al. (2001)	-	✓	-	-
Grelsamer et al. (2008)	✓	-	-	-
McEwan et al. (2007)	✓	✓	-	-

---

**Tabelle 4: Patellatilttest:**

Übersicht der in dieser Arbeit integrierten Studien (Details siehe Anhang B, S. 56-61)

---

Autor	Watson et al. (2001)
Titel	Reliability of the Lateral Pull Test and Tilt Test to assess patellar alignment in subjects with symptomatic knees: Student raters
Design	Test-Retest Reliabilität mit geblindeten Untersuchern
Sample	55 Testpersonen 99 Knie: 26 symptomatisch (PFPS), 73 symptomfrei
Resultate	Übereinstimmung in %: Kappa-Koeffizient: Intrarater: 67-70% Intrarater-Reliabilität: 0.44 - 0.50 Interrater: 47-62% Interrater-Reliabilität: 0.20 - 0.35 ( $< 0.4 \rightarrow$ schwach; $\geq 0.4 \leq 0.75 \rightarrow$ mittelmässig bis gut; $\geq 0.75 \rightarrow$ hoch)

---

Autor	Grelsamer et al. (2008)
Titel	Patellar tilt: The physical examination correlates with MR imaging
Design	Fall-Kontroll-Studie Korrelationsanalyse zwischen zwei Messverfahren
Sample	81 Kniepatienten (beliebige Diagnose, Symptome oder Alter) 30 Patienten mit Patellatilt (gemäss physischer Untersuchung) 51 Patienten ohne Patellatilt (gemäss physischer Untersuchung) $\rightarrow$ Kontrollgruppe
Resultate	Patellatiltwinkel mit MRI: Durchschnittlicher MRI-Tiltwinkel: Patellatilt-Gruppe: 100% (30/30) Patellatilt Gruppe: $18^\circ \pm 7^\circ$ Tiltwinkel $\geq 10^\circ$ Kontrollgruppe: 88% (45/51) Kontrollgruppe: $6^\circ \pm 5.5^\circ$ Tiltwinkel $\leq 10^\circ$ Signifikanter Unterschied: ( $p < 0.0001$ )  Kriteriumsvalidität: Korrelation: 87% (26/30) in der Patellatilt-Gruppe 88% (45/51) in der Kontrollgruppe Total: 88% Übereinstimmung (71/81)

---

Autor	McEwan et al. (2007)
Titel	The validity of clinical measures of patella position
Design	Beobachtungsstudie Nicht kontrollierte Studie
Sample	24 sportlich aktive symptomfreie Testpersonen
Resultate	Klinische Untersuchung: MRI-Untersuchung: Lateraler Patellatilt: 17 von 24 Lateraler Patellatilt: 17 von 24 (Winkel $> 5^\circ$ ) Intrarater-Reliabilität: keine Angaben Intrarater-Reliabilität: ICC: 0.94 ( $p < 0.05$ )  Kriteriumsvalidität: Lateraler Patellatilt nach klinischer Untersuchung = MRI-Tiltwinkel $> 5^\circ$ Kein Patellatilt nach klinischer Untersuchung = MRI-Tiltwinkel $< 5^\circ$ $\rightarrow$ Perfekte Übereinstimmung

### Patellatilttest nach Watson, Propps und Galt (2001)

(Übersicht siehe Tabelle 4, S. 22)

Der Patellatilttest wird oft als klinischer Test bei PFPS verwendet um erhöhte laterale Druckbelastungen der Patella zu diagnostizieren. Die Reliabilität dieser Untersuchungsmethode nach der Methode von Kolowich, Paulos, Rosenberg und Farnsworth (1990) wurde jedoch vorgängig nicht untersucht. Ziel der Studie war daher, die Intra- und Interrater-Reliabilität des Patellatilttests zu überprüfen.

Die Testausführung wurde gemäss Kolowich et al. (1990) folgendermassen durchgeführt: Der Patient liegt in Rückenlage mit gestreckten Beinen und entspanntem Quadrizepsmuskel. Der Untersucher stabilisiert das Bein, in neutraler Rotationsstellung der Hüfte, mit einer Hand am Fussgelenk. Mit der anderen Hand legt er Daumen und Zeigefinger auf den medialen und lateralen Rand der Patella und versucht den lateralen Patellarand vom Femurkondylus abzuheben. Wichtig ist zu beachten, dass die Patella während der Testdurchführung nicht nach lateral subluxiert. Beurteilt wird der Winkel der Patellastellung zur Horizontalen als positiv, neutral oder negativ. Nach Kolowich et al. (1990) zeichnen sich stark verkürzte laterale Strukturen durch einen neutralen oder negativen Winkel zur Horizontalen aus.

### Beurteilung der Studie von Watson et al. (2001) anhand der Gütekriterien

Der Patellatilttest weist mit einer Übereinstimmung von 67-70% und einem Kappa-Koeffizient, welcher die prozentuale Übereinstimmung durch den Zufall korrigiert, von 0.44-0.50 eine mittelmässige Intrarater-Reliabilität auf. Die Interrater-Reliabilität erweist sich mit einer Übereinstimmung von nur 47-62% und einem Kappa-Koeffizient von 0.20-0.35 als schwach. Bei der klinischen Untersuchung sollte daher nicht zu viel Gewichtung auf diesen Test beigemessen werden.

Die Ursachen der Uneinheitlichkeit liegen gemäss den Autoren in folgenden drei Aspekten: dem Attribut welches gemessen wird, der Messung selbst und der Person, welche die Messung durchführt. Das Attribut, welches in dieser Studie gemessen wird ist die Beweglichkeit der Patella. Es fehlt jedoch eine universell gültige Definition der Norm der Beweglichkeit, demzufolge ist es schwierig zu identifizieren was abnorm ist. Die Inhaltsvalidität (misst der Test das, was er messen soll?) stellt sich

hierbei in Frage. Die unebene Oberfläche der Patella sowie der unterschiedliche Umfang an suprapatellärem Gewebe (z.B. Übergewicht) erschweren die manuelle Untersuchung und die Beurteilung der Patellastellung. Ebenfalls ist es unmöglich zu ermessen und zu standardisieren, mit welchem externen Kraftaufwand der Tester den Untersuch durchführt. Ein weiterer Faktor für die schlechten Reliabilitätsergebnisse kann sein, dass die Untersucher Physiotherpiestudenten waren. Obwohl diese ein intensives Trainingsprogramm durchführten, können sie eventuell keine Resultate liefern, welche auch für erfahrene Manualtherapeuten gelten. Der Ein- und Ausschluss der Testpersonen sowie die Zuteilung in die PFPS-Gruppe wurden ebenfalls von einem Physiotherapiestudent, welcher am weiteren Testverfahren nicht beteiligt war vorgenommen. Bezüglich der beschriebenen Multifaktorialität von PFPS ist es äusserst fragwürdig, ob ein Student diese Selektion seriös durchzuführen vermag.

Die Validität, Responsivität und Praktikabilität wurden in dieser Studie nicht untersucht. Auf den ersten Blick ist die Praktikabilität sehr hoch, da kein Material benötigt wird und der Zeitaufwand minimal ist. Falls jedoch der Faktor der Erfahrung eine entscheidende Rolle spielen sollte, ist die Praktikabilität für Neulinge gering.

#### *Patellatilttest nach Grelsamer, Weinstein, Gould und Dubey (2008)*

(Übersicht siehe Tabelle 4, S. 22)

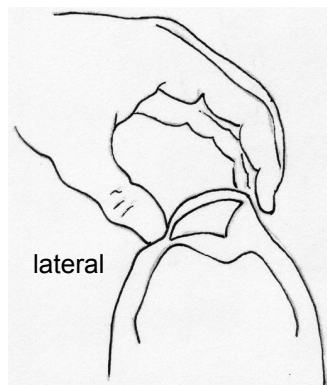
Ziel dieser Studie war zu beurteilen, inwiefern die Erfassung eines Patellatilts mittels Magnetic Resonance Imaging (MRI) mit der klinischen Untersuchung gemäss Kolowich et al. (1990) korreliert. Dabei wurden folgende zwei Forschungsfragen untersucht:

Unterscheidet sich der MRI-Tiltwinkel signifikant zwischen einer Gruppe von Patienten mit lateralem Patellatilt gemäss physischer Untersuchung verglichen mit einer Gruppe von Kniepatienten, welche keinen Patellatilt aufweisen?

Kann der MRI-Tiltwinkel genutzt werden, um eine zuverlässige Prognose über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Patellatilts zu stellen?



In der Literatur besteht kein Standard, wie der Tiltwinkel mittels MRI gemessen wird. Die Autoren haben daher bei der Winkelmessung bewusst die gleichen Referenzlinien gewählt, welche auch der physischen Untersuchung entsprechen.



**Abbildung 6:** Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990)



**Abbildung 7:** MRI-Tiltwinkel nach Grelsamer et al. (2008)

Bei der MRI-Messung wurde der Winkel zwischen der Verbindungslinie der posterioren Femurkondylen und der Verbindungslinie zwischen medialem und lateralem Patellarand berechnet. Die MRI-Bilder wurden bei ca.  $10^\circ$  Kniegelenkflexion und entspanntem Quadrizepsmuskel durchgeführt. Ein Patellatiltwinkel von  $10^\circ$  wurde als obere Grenze für einen normalen Winkel bestimmt.

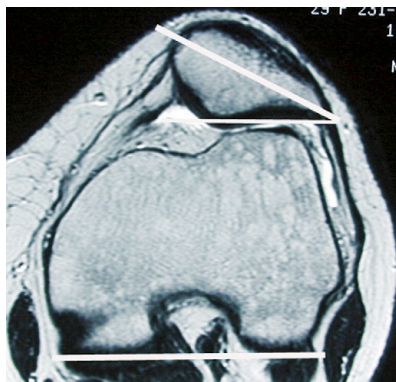
In der klinischen Untersuchung wurde der Tiltwinkel gemäss der Methode von Kolowich et al. (1990) beurteilt. Eine imaginäre Linie vom medialen zum lateralen Patellarand sollte horizontal sein oder zumindest einfach in die neutrale Position gebracht werden können. Bei einer Abkippung zur lateralen Seite wird ein Patellatilt diagnostiziert.

#### Beurteilung der Studie von Grelsamer et al. (2008) anhand der Gütekriterien

In dieser Studie wurde der Fokus auf die Kriteriumsvalidität gesetzt und zwar sowohl unter dem Aspekt der konkurrenten Validität und der prädiktiven Validität (siehe Punkt 3.1 Übersicht der Gütekriterien, S. 7). Bei beiden Aspekten wurde als Referenz das Messverfahren der klinischen Untersuchung nach Kolowich et al. (1990) genommen.

Die Resultate liefern mit 87% Übereinstimmung bei der Patellatilt-Gruppe und mit 88% in der Kontrollgruppe (Kniepatienten ohne Patellatilt) eine hohe Korrelation. Die konkurrente Validität ist nach den Autoren relativ hoch, was die Validität beider Verfahren verstärkt. Es ist jedoch zu bemerken, dass der Untersucher der klinischen Beurteilung ein und dieselbe Person war, welche auch die Auswertung der MRI-Bilder vornahm. Es besteht die Gefahr eines Beobachter-Bias, was bedeutet, dass der Untersucher eventuell bewusst oder unbewusst die gute Übereinstimmung beeinflusste. Bei der Untersuchung der konkurrenten Validität wurde als Referenz die physische Untersuchung gewählt. Vorgängige Studien (Watson et al., 1999; Watson et al., 2001; Fitzgerald & McClure, 1995) zeigten jedoch eine schlechte bis mittelmässige Reliabilität der Patellatiltbeurteilung anhand physischer Untersuchung, was die Gültigkeit dieser Referenz in Frage stellt.

Von prädiktiver Validität wird gesprochen, wenn die durch ein Messinstrument vorhergesagten Prognosen auch tatsächlich eintreffen. Gemäss der Schlussfolgerung der Studie von Grelsamer et al. (2008) kann bei einem Tiltwinkel von mehr als  $10^\circ$  in der MRI-Messung ein klinischer Patellatilt erwartet werden, während ein MRI-Tiltwinkel von weniger als  $10^\circ$  stark mit dem Fehlen eines klinischen Patellatilts korreliert. Es scheint, dass eine MRI-Messung des Tiltwinkels eine zuverlässige Prognose für das tatsächliche Vorhandensein eines Patellatilts liefert. Da kein Standard bezüglich der Norm des Patellatiltwinkels besteht, haben die Autoren  $10^\circ$  als obere Limite für eine normale Patellastellung definiert. Bei 100% der Patellatilt-Gruppe wurde ein Winkel von grösser gleich  $10^\circ$  gemessen und bei 88% der Kontrollgruppe ein Winkel von kleiner gleich  $10^\circ$ .



lateral

**Abbildung 8:**  
Abnormaler lateraler Patellatiltwinkel ( $> 10^\circ$ )  
nach Grelsamer et al. (2008)

10° scheint gemäss diesem Studiensample ein Grenzwert zu sein, wobei deutlich mehr Testpersonen der Kontrollgruppe diesen Wert aufwiesen. Mit einem durchschnittlichen MRI-Tiltwinkel der Patellatiltgruppe von 18° (+/- 7°) und der Kontrollgruppe von 6° (+/- 5.5°) zeigt sich ein signifikanter Unterschied der beiden Gruppen bezüglich dem Tiltwinkel. Die Autoren betonten jedoch bewusst, dass aus ihrer Studie nicht interpretiert werden soll, dass ein abnormaler Patellatiltwinkel automatisch bedeutet, dass das Malalignment die Ursache der Beschwerden der Patienten ist.

Zur Reliabilität der Messverfahren wurde vermerkt, dass keine vorgängige Untersuchung der Reliabilität der physischen Untersuchung vorgenommen wurde und dass die Reliabilität der gewählten MRI-Tiltmessung in einer vorgängigen Studie von Delgado-Martinez, Rodriguez-Merchan, Ballesteros und Luna (2000) akzeptable Resultate lieferte.

In der Studie wurden keine Angaben zur Responsivität und Praktikabilität gemacht. Da MRI-Bilder sehr kostenspielig sind, ist die Praktikabilität gering. Wenn aber bereits MRI-Bilder bei einem Patienten vorhanden sind, lohnt es sich den Patellatiltwinkel zu überprüfen.

#### *Patellatilttest nach McEwan, Herrington und Thom (2007)*

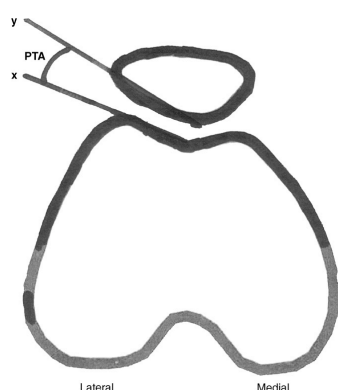
(Übersicht siehe Tabelle 4, S. 22)

Verschiedene Studien (Fitzgerald & McClure, 1995; Watson et al., 1999) haben die Reliabilität des manuellen Patellatilttests nach McConell (1986) als schwach eingestuft und die Validität dieses Tests in Frage gestellt. Ziel dieser Studie war in erster Linie die Validität des manuellen Patellatilttests gegenüber dem Kriterium der Winkelmessung mittels MRI zu überprüfen. Parallel dazu wurde die Intrarater-Reliabilität untersucht.

Der klinische Patellatilttest wurde nach der Methode von McConell (1986) und Fitzgerald und McClure (1995) durchgeführt. Der Grad des Tilts wurde bestimmt durch den Vergleich der Höhe des medialen und lateralen Patellarandes. Dazu legt der Untersucher den Daumen und den Zeigefinger auf den medialen und lateralen Patellarand. Die Patella weist einen lateralen Tilt auf, wenn der mediale Patellarand

weiter anterior steht und vice versa bei einem medialen Tilt. Es wurden keine weiteren Angaben bezüglich der Ausgangsstellung beschrieben.

Die Aufnahmen der MRI-Bilder wurden jeweils am rechten Knie der Testpersonen in Rückenlage und bei 20° Kniegelenkflexion gemacht. Der Patellatiltwinkel wurde nach der Methode von Guzzanti, Batterham und Sullivan (1994) berechnet. Gemessen wird der Schnittwinkel zwischen der Linie (y) entlang der lateralen Facette der Patella und der Linie (x), welche von der tiefsten Stelle der Patella zum Rand des lateralen Femurkondylus führt.



**Abbildung 9:**  
MRI-Tiltwinkel nach McEwan et al. (2007)

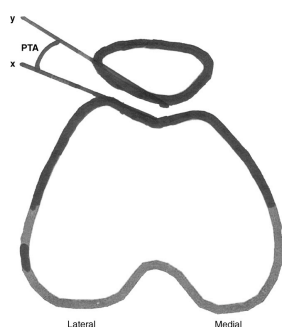
### Beurteilung der Studie von McEwan et al. (2007) anhand der Gütekriterien

In der Methode dieser Studie wurde beschrieben, dass die Intrarater-Reliabilität mittels randomisierter Testserien (wobei jede Testperson insgesamt 10 mal untersucht wurde) beurteilt wurde und die Untersuchungsperson ein Physiotherapeut mit spezifischen manualtherapeutischen Qualifikationen und 15 Jahren Erfahrung in muskuloskeletaler medizinischer Praxis war. Unter den Resultaten finden sich aber nur Angaben zur Intrarater-Reliabilität der Erfassung der medio-lateralen Patellaposition und keine bezüglich der Untersuchung des Patellatilts. Es ist daher nicht ganz klar, ob die Schlussfolgerung, dass erfahrene Manualtherapeuten bei der Untersuchung der Patellaposition eine hohe Intrarater-Reliabilität aufweisen, auch für den Patellatilttest gilt oder nicht. Die Intrarater-Reliabilität der MRI-Untersuchung wurde durch ein Test-Retest-Verfahren erfasst und zeigt mit einem ICC von 0.94 eine sehr hohe Zuverlässigkeit.

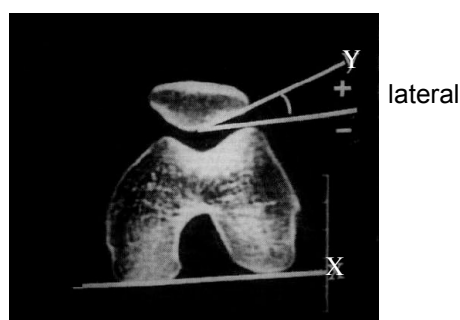
Das Hauptziel der Studie war die Erfassung der Kriteriumsvalidität des klinischen Untersuchungs des Patellatilttest gegenüber der Winkelmessung mittels MRI. Bei der

klinischen Untersuchung wiesen 17 von 24 Testpersonen einen lateralen Patellatilt auf. Dies stimmt perfekt überein mit der MRI-Messung, wobei  $5^\circ$  als Grenzwinkel bestimmt wurde. Bei den Testpersonen welche bei der klinischen Untersuchung einen lateralen Patellatilt aufwiesen, wurde ein MRI-Tiltwinkel von mehr als  $5^\circ$  gemessen und bei den anderen einen MRI-Tiltwinkel von weniger als  $5^\circ$ . Gemäss den Autoren liegt diesbezüglich eine hohe Kriteriumsvalidität vor.

Es ergeben sich in dieser Studie allerdings einige Kritikpunkte und Widersprüche, insbesondere was die MRI-Tiltwinkel-Messung anbelangt. Es beginnt damit, dass die Autoren angeben, die Winkelmessung gemäss Guzzanti et al. (1994) durchgeführt zu haben. Es scheint als hätten sie jedoch dieses Verfahren nicht sinngemäss durchgeführt. Guzzanti et al. (1994) wählten als Referenzlinie (x) nicht die Verbindung zwischen dem tiefsten Punkt der Patella und dem Rand des lateralen Femurkondylus, sondern definierten mit (x) die Basislinie welche der Verbindungslinie der posterioren Femurkondylen entspricht und zur Anschaulichkeit des Patellatiltwinkels zum oberen Rand des lateralen Femurkondylus parallel verschoben wurde (vergl. Abbildung 9 und 10). Zudem entspricht die Beschreibung der Referenzlinie (x) gemäss McEwan et al. (2007) nicht einmal der in ihrer Studie veranschaulichten Abbildung des Patellatiltwinkels (Abbildung 9).



**Abbildung 9:**  
MRI-Tiltwinkel nach McEwan et al.(2007)



**Abbildung 10:**  
MRI-Tiltwinkel nach Guzzanti et al. (1994)

Gemäss Guzzanti et al. (1994) wird ein Winkel kleiner als  $8^\circ$  mit einem lateralen Patellatilt in Verbindung gebracht, was Sinn macht im Vergleich zu McEwan et al. (2007), bei welchem ein grösserer Winkel als  $5^\circ$  einem lateralen Patellatilt entspricht. Die Studie von McEwan et al. (2007) war eine nicht kontrollierte Studie mit

symptomfreien Testpersonen. Warum gerade  $5^\circ$  als Grenzwinkel definiert wurde, wurde nicht genauer erläutert. Guzzanti et al. (1994) hat als Grenzwinkel  $8^\circ$  definiert, da in seiner symptomfreien Kontrollgruppe niemand einen Patellatiltwinkel kleiner als  $8^\circ$  aufwies. Die Unterschiede der beiden Gruppen waren, mit einem durchschnittlichen Patellatiltwinkel der symptomfreien Kontrollgruppe von  $14.5^\circ$  und der symptomatischen Gruppe (vordere Knieschmerzen) von  $5^\circ$ , signifikant. Dies stellt die Studie von McEwan et al. (2007) umso mehr in Frage, bei welcher von 24 sportlich aktiven symptomfreien Testpersonen 17 Personen einen lateralen Patellatilt aufwiesen.

Zur Responsivität und Praktikabilität wurden keine Angaben gemacht.

## **4 Schlussteil**

### **4.1 Zusammenfassung der Resultate**

#### **4.1.1 Eccentric Step Test**

Der folgende Abschnitt beinhaltet eine Übersicht der Beurteilungen bezüglich der Gütekriterien der in dieser Arbeit untersuchten Studien. Tabelle 5 (S. 33) fasst diesbezüglich die wichtigsten Aussagen der vier Studien zusammen.

Drei der Autoren (Loudon et al., 2002; Selfe et al., 2001; Nijs et al., 2005) haben unter anderem den Zusammenhang zwischen der Durchführung des Eccentric Step Tests und Schmerz untersucht. Bei all diesen Studien zeigt sich eine relativ hohe Übereinstimmung zwischen Schmerz und Testresultat, selbst wenn der Test auf unterschiedliche Art und Weise durchgeführt wurde. Dies zeigt, dass der Eccentric Step Test, welcher die bei PFPS-Patienten oft schmerzhafte Aktivität Stufen hinuntersteigen imitiert, eine hohe Inhaltsvalidität aufweist. Zusätzlich haben Nijs et al. (2005) den diagnostischen Wert dieses Tests untersucht und kamen zum Schluss, dass die Wahrscheinlichkeit, dass die Diagnose PFPS zutrifft um einen kleinen, aber manchmal bedeutsamen Grad erhöht wird, wenn Schmerzen bei der Durchführung des Eccentric Step Tests auftreten. Der diagnostische Wert dieses Tests ist demzufolge gering und kann für die Diagnosestellung höchstens einen Hinweis geben. Piva et al. (2006) haben den Fokus anhand eines selbst entwickelten Assessments auf die Bewegungsqualität gesetzt. Die Inhaltsvalidität ist auch bei diesem Test gewährleistet, da mit dem Test häufig beobachtete Ausweichbewegungen erfasst werden können.

Zur Reliabilität ist zu bemerken, dass das Zählen von Repetitionen innerhalb 30 Sekunden gemäss Loudon et al. (2002) eine sehr hohe Intrarater-Reliabilität gewährleistet. Die Interrater-Reliabilität bei der Beurteilung der Bewegungsqualität gemäss Piva et al. (2006) bietet wiederum mehr Spielraum für Interpretationen und wird als moderat, jedoch genügend für die klinische Praxis bewertet. Beim Test-Retest-Verfahren einer vorgängigen Studie von Selfe (1998; zit. nach Selfe et al., 2001, S. 517) wurde gezeigt, dass Messungen des kritischen Winkels und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse höchst reliable Resultate liefern.

Die Responsivität wurde nur in der Studie von Selfe et al. (2001) untersucht. Das Resultat war jedoch ungenügend, da das Messverfahren klinisch keine signifikanten Veränderungen aufzudecken vermag. Das Messverfahren von Loudon et al. (2002), welches die Anzahl Repetitionen während 30 Sekunden misst, birgt jedoch Potenzial für weitere Untersuchungen bezüglich der Responsivität. Der LSI ist signifikant, was bedeutet, dass der Test einen deutlichen Unterschied in der Anzahl Repetitionen der symptomatischen und der asymptomatischen unteren Extremität aufweist.

Die Praktikabilität der Testverfahren ist bei allen ausser dem Verfahren von Selfe et al. (2001) hoch, da die benötigten Materialien (Stepper, Stoppuhr) in der Physiotherapie vorhanden sind und der Zeit- und Schulungsaufwand gering ist. Das Messverfahren mittels Videoanalyse von Selfe et al. (2001) ist nur für wissenschaftliche Zwecke geeignet und auch der Aufbau der individuell angepassten Step-Höhe benötigt mehr Zeit- und Materialaufwand.



<b>Tabelle 5: Eccentric Step Test:</b> Zusammenfassung der Ergebnisse der Beurteilung anhand der Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien					
<b>Eccentric Step Test</b>	<b>Validität</b>	<b>Reliabilität</b>	<b>Responsivität</b>	<b>Praktikabilität</b>	
<b>Loudon et al. (2002)</b> Testoutcome: - Anzahl Repetitionen - Korrelation mit Schmerz - LSI	<u>Inhaltsvalidität:</u> hoch Test misst Schmerz beim Stufen hinuntersteigen	<u>Intrarater-Reliabilität:</u> hoch	<u>Responsivität:</u> keine Aussage jedoch Potenzial → signifikanter LSI	<u>Praktikabilität:</u> sehr hoch	
<b>Piva et al. (2006)</b> Testoutcome: - Bewegungsqualität	<u>Inhaltsvalidität:</u> hoch Ausweichbewegungen werden erfasst	<u>Interrater-Reliabilität:</u> moderat	<u>Responsivität:</u> keine Aussage	<u>Praktikabilität:</u> hoch (Schulungsaufwand)	
<b>Selfe et al. (2001)</b> Testoutcome: - Kritischer Winkel - Winkelgeschwindigkeit - Korrelation mit Schmerz	<u>Inhaltsvalidität:</u> hoch Test misst Schmerz beim Stufen hinuntersteigen <u>Validität des</u> <u>Messverfahrens:</u> nicht valide: statistisch signifikant, klinisch nicht signifikant	<u>Test-Retest-Reliabilität:</u> Messverfahren mittels Videoanalyse → höchst reliabel	<u>Responsivität:</u> ungenügend klinisch nicht signifikant	<u>Praktikabilität:</u> gering → nur für wissenschaftliche Zwecke	
<b>Nijs et al. (2005)</b> Testoutcome: - Diagnostischer Wert - Korrelation mit Schmerz	<u>Inhaltsvalidität:</u> hoch Test misst Schmerz beim Stufen hinuntersteigen <u>Validität des diagnostischen</u> <u>Werts:</u> schwach	<u>Reliabilität:</u> keine Aussage	<u>Responsivität:</u> keine Aussage	<u>Praktikabilität:</u> sehr hoch	

#### **4.1.2 Patellatilttest**

Der folgende Abschnitt beinhaltet eine Übersicht der Beurteilungen bezüglich der Gütekriterien der in dieser Arbeit untersuchten Studien. In Tabelle 6 (S. 36) werden die wichtigsten Aussagen dieser Studien zusammengefasst.

In allen untersuchten Studien ist die Inhaltsvalidität mit der essentiellen Frage, ob der Test das misst, was er messen soll, bei der Patellatilterfassung in Frage gestellt. Dies aufgrund mangelnder Definition einer universell gültigen Norm der Patellastellung und -beweglichkeit und zwar sowohl in der physischen Untersuchung wie auch bei der MRI-Beurteilung. Insbesondere bei der MRI-Tiltwinkelmessung wurde der Grenzwinkel der Norm jeweils (Grelsamer et al., 2008; Guzzanti et al., 1994) anhand der Daten der Winkelstreuung der symptomatischen Gruppe und der symptomfreien Kontrollgruppe des gewählten Samples definiert. In der nicht kontrollierten Studie von McEwan et al. (2007) wurde die Wahl des Grenzwinkels nicht begründet, was vermuten lässt, dass der Grenzwinkel den Ergebnissen der physischen Untersuchung angepasst wurde. In allen Studien wurde die Wahl des Grenzwinkels somit auf das gewählte Sample zugeschnitten, was die Studienresultate erheblich beeinflussen kann. Die Gültigkeit der gewählten Norm des Grenzwinkels von Grelsamer et al. (2008) und Guzzanti et al. (1994) kann jedoch dadurch bestärkt werden, dass der Unterschied des MRI-Tiltwinkels beider Gruppen jeweils klar signifikant war.

Grelsamer et al. (2008) und McEwan et al. (2007) haben die Kriteriumsvalidität zwischen der physischen Untersuchung eines Patellatilts und der MRI-Tiltwinkelmessung untersucht und als hoch eingestuft. Dabei wurden unterschiedliche Verfahren sowohl in der physischen Untersuchung (Patellatilt nach Kolowich et al., 1990 und Patellatilt nach McConell, 1986) wie auch bei der MRI-Tiltwinkelmessung gewählt. Aufgrund der oben erwähnten Aspekte der Inhaltsvalidität, müssen die guten Resultate jedoch mit Vorsicht interpretiert werden. Der Mangel einer einheitlich definierten Norm der Patellastellung und -bewegung beeinflusst auch die Reliabilität der Erfassung des Patellatilts. Watson et al. (2001) haben den Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990) nach der Reliabilität untersucht. Die Ergebnisse mittels Kappastatistik ergaben eine mittelmässige Intrarater-Reliabilität und eine schwache Interrater-Reliabilität. Die Untersuchungen in dieser

Studie, wurden jedoch von Physiotherapeuten mit wenig manualtherapeutischer Erfahrung durchgeführt.

Vorgängige Studien (Fitzgerald & McClure, 1995; Watson et al., 1999), auf welche in dieser Arbeit nicht genauer eingegangen wurde, haben die Reliabilität des manuellen Patellatilttests nach McConell (1986) als schwach eingestuft. McEwan et al. (2007) widerlegen jedoch in ihrer Studie diese Aussagen und kommen zum Schluss, dass mit erfahrenen Manualtherapeuten eine hohe Intrarater-Reliabilität bezüglich der Patellaposition nach McConell (1986) erzielt werden kann. In ihrer Studie fehlen jedoch diesbezüglich statistische Daten zur Erfassung der Intrarater-Reliabilität des Patellatilttests.

Die MRI-Tiltwinkelmessung weist nach McEwan et al. (2007) eine hohe Intrarater-Reliabilität auf und die Reliabilität der MRI-Tiltwinkelmessung nach Grelsamer et al. (2008) liefert gemäss einer vorgängigen Studie von Delgado-Martinez et al. (2000) akzeptable Resultate.

Zur Responsivität wurde in keiner der Studien Stellung genommen. Da sich jedoch bereits die Erfassung eines Patellatilts in der physischen Untersuchung als schwierig erweist, ist es umso unwahrscheinlicher, dass klinisch relevante Veränderungen mit diesem Test gemessen werden können. Die Erfassung mittels MRI-Tiltwinkelmessung könnte diesbezüglich sicherlich genauere Daten liefern, wäre aber ein viel zu kostenspieliges Verfahren.

Die Praktikabilität der physischen Untersuchung ist bezüglich des Material- und Zeitaufwands sicherlich sehr hoch, hängt jedoch wie es scheint von der Erfahrung des Untersuchers ab. Aus Kostengründen ist die Untersuchung mittels MRI nicht für die Praxis geeignet, falls jedoch MRI-Bilder bereits vorhanden sind kann eine Winkelmessung einfach und schnell berechnet werden.

<b>Tabelle 6: Patellatilttest:</b> Zusammenfassung der Ergebnisse der Beurteilung anhand der Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien				
<b>Patellatilttest</b>	<b>Validität</b>	<b>Reliabilität</b>	<b>Responsivität</b>	<b>Praktikabilität</b>
<b>Watson et al. (2001)</b> Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990)	<u>Inhaltsvalidität:</u> fraglich → mangels Normdefinition der Patellabeweglichkeit	<u>Intrarater-Reliabilität:</u> Mittelmässig  <u>Interrater-Reliabilität:</u> schwach → unerfahrene Untersucher	<u>Responsivität:</u> keine Aussage	<u>Praktikabilität:</u> hoch → hängt jedoch von der Erfahrung des Untersuchers ab
<b>Grelsamer et al. (2008)</b> Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990) -- MRI-Tiltwinkelmessung nach Grelsamer et al. (2008)	<u>Kriteriumsvalidität:</u> <u>Konkurrenente Validität:</u> hoch  <u>Prädiktive Validität:</u> hoch → Beobachter-Bias → Physische Untersuchung als Referenz (ungenügende Validität)	<u>Reliabilität:</u> Keine Angaben zum physischen Untersuchung  Reliabilität der MRI-Winkelmessung: akzeptabel (gemäss vorgängiger Studie)	<u>Responsivität:</u> keine Aussage	<u>Praktikabilität:</u> Physischer Untersuchung hoch  MRI: gering (sehr teuer) hoch, wenn MRI-Bild bereits vorhanden ist
<b>McEwan et al. (2007)</b> Patellatilttest nach McConell (1986) -- MRI-Tiltwinkelmessung nach Guzzanti et al. (1994)	<u>Inhaltsvalidität:</u> fraglich → widersprüchliche Angaben zur MRI-Tiltwinkelmessung  <u>Kriteriumsvalidität:</u> hoch → Wahl des Grenzwinkels unbegründet	<u>Intrarater-Reliabilität:</u> hoch bei erfahrenen Manualtherapeuten → es fehlen statistische Angaben  MRI: sehr hoch	<u>Responsivität:</u> keine Aussage	<u>Praktikabilität:</u> Physischer Untersuchung hoch für erfahrene Manualtherapeuten  MRI: gering (sehr teuer)

## **4.2 Schlussfolgerung und offene Fragen**

Anhand der oben zusammengestellten Beurteilung gemäss den Gütekriterien wird nachfolgend diskutiert, ob und wieweit der Eccentric Step Test und der Patellatilttest als fundierte praxisrelevante Untersuchungsmethoden eingestuft werden können. Zudem werden Wissenslücken bezüglich der Gütekriterien aufgedeckt und Vorschläge für weitere Untersuchungen diskutiert.

### **4.2.1 Eccentric Step Test**

Ein Vergleich der vier Studienresultate anhand der Gütekriterien ist schwierig, da die Ausführungen des Eccentric Step Tests und deren Testoutcomes von den Autoren unterschiedlich gehandhabt wurden (siehe Übersicht der Testausführungen auf Seite 12). Ebenfalls waren die Beweggründe der Untersuchungen vielseitig. Diese Varietät zeigt aber auch dass der Eccentric Step Test einiges an Analysewert aufzuweisen vermag.

Dazu kommt, dass nur die Studie von Selfe et al. (2001) unter mehreren Aspekten der Gütekriterien (Validität, Reliabilität und Responsivität) untersucht wurde. Die anderen Autoren (Loudon et al., 2002; Piva et al., 2006; Nijs et al. 2005) sind jeweils nur auf ein einziges Gütekriterium eingegangen, was an sich noch keine Aussagen über die endgültige Validität der Testverfahren liefert.

Die Herausforderung liegt daher darin, ein geeignetes standardisiertes Messverfahren zu erarbeiten und anhand aller Gütekriterien zu untersuchen. Dies würde vollständigere Aussagen über die Gültigkeit und Praxisrelevanz des Eccentric Step Tests liefern. Welche Faktoren dabei berücksichtigt werden sollten, wird nachfolgend diskutiert.

Selfe et al. (2001) haben gezeigt, dass sich das Messen des kritischen Winkels und der Winkelgeschwindigkeit nicht als Outcomemessung eignet, da die Responsivität ungenügend ist, um relevante Veränderungen zu erfassen, und die Praktikabilität für die Praxis nicht gewährleistet ist. Dieses Messverfahren muss daher in weiteren Studien nicht berücksichtigt werden.

Aus der Beurteilung der Studien kristallisiert sich heraus, dass eine hohe Korrelation zwischen Schmerz und der Testausführung besteht. Dieser Faktor kann anscheinend

unbeachtet des Testverfahrens (sei dies nur eine einzige langsame Repetition oder so viele Repetition wie möglich innerhalb 30 Sekunden) erfasst werden. Potenzial zu weiteren Untersuchungen und Entwicklungen haben vor allem die Testverfahren nach Loudon et al. (2002) und Piva et al. (2006). Beide haben die Studie unter dem Aspekt der Reliabilität untersucht. Wichtig wäre insbesondere diese Verfahren auch nach der Responsivität zu untersuchen, welche einen der wichtigsten Faktoren für Outcome-Messungen darstellt, um beurteilen zu können, ob eine therapeutische Intervention wirksam ist (Selfe et al., 2001). Insbesondere das Testverfahren nach Loudon et al. (2002) weist mit einem signifikanten LSI ein hohes Potenzial für die Untersuchung der Responsivität auf.

Die Beurteilung der Bewegungsqualität gemäss Piva et al. (2006) kommt dem Sinn des funktionellen Testens, nämlich nebst der Erfassung des Schmerzgrades auch Informationen bezüglich Muskelkraft, Ausdauer, Propriozeption und Gleichgewicht zu gewinnen (Loudon et al., 2002), am nächsten. In einem weiteren Schritt sollte dann aus den erfassten veränderten Bewegungsmustern untersucht werden inwiefern daraus Rückschlüsse auf deren Ursachen, welche im Endeffekt behandelt werden müssen, gezogen werden können.

Nijs et al. (2005) haben gezeigt, dass der Eccentric Step Test isoliert keine zufrieden stellende Aussagen bezüglich des diagnostischen Werts generiert. Interessant wäre zu untersuchen, ob die Anwendung auf das ganze PFPS-spezifische Assessment nach Loudon et al. (2002) (fünf Testeinheiten, welche funktionsnahe gewichtsorientierte körperliche Belastungen in verschiedenen Kniegelenkflexionen aufweisen) einen höheren diagnostischen Wert liefern würde.

#### **4.2.2 Patellatilttest**

In der physischen Untersuchung wurden zwei Messverfahren zur Erfassung eines Patellatilts beschrieben. Der Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990) und nach McConell et al. (1996). Beide Testverfahren basieren auf dem gleichen Prinzip, dass die Höhe des medialen und lateralen Patellarandes zur Horizontalen verglichen wird. Bei der Beurteilung nach Kolowich et al. (1990) wird zusätzlich ein externer Kraftaufwand vom Untersucher angewendet um den lateralen Patellarand vom Femurkondylus abzuheben. Beide Verfahren weisen eine schwache bis mittelmässige Reliabilität auf, wobei die Untersuchung nach Kolowich et al. (1990) etwas bessere Resultate liefert.

Die Problematik dieser Testverfahren liegt darin, dass eine klar definierte Norm der Patellastellung fehlt, die Untersuchung durch die unebene Patellaoberfläche und durch die Masse von suprapatellärem Gewebe erschwert wird. Bei der Methode nach Kolowich et al. (1990) kommt hinzu, dass der aufgewendete Kraftaufwand des Untersuchers schwer zu kontrollieren und zu standardisieren ist. McEwan et al. (2007) kommen zum Schluss, dass der Faktor der Erfahrung des Manualtherapeuten eine wesentliche Rolle spielt. In ihrer Studie fehlen jedoch genaue Angaben, wie sie zu dieser Schlussfolgerung kamen. Um Klarheit über den Einfluss der Erfahrung zu erhalten, sollte die Reliabilität der Methode nach Kolowich et al. (1990) (da diese Methode reliablere Resultate liefert als die Methode nach McConell (1986)) in einer weiteren Studie durch erfahrene Manualtherapeuten untersucht werden.

Die Untersuchungspersonen in der Studie von Watson et al. (2001), welche wenig manualtherapeutische Erfahrung besaßen, hatten keine Schwierigkeiten in der Erfassung von eindeutigen Patellatilts, jedoch bei der Klassifikation der vielen Grenzfälle zwischen einem Patellatilt und einer normalen Patellastellung. Für die Praxis ergibt sich, dass ausgeprägte Patellatilts schnell und einfach in der physischen Untersuchung festgestellt werden können, eine Abstufung von weniger ausgeprägten Patellatilts jedoch kaum erfassbar ist.

In dieser Arbeit wurde lediglich auf den Patellatilttest genauer eingegangen. Es gibt aber noch viele andere Patellatests, welche bei PFPS-Patienten untersucht werden. Eine Kombination von Tests der Patellastellung und der Patellabeweglichkeit

könnten eventuell eine höhere Reliabilität und eindeutigerer Hinweise auf PFPS liefern.

In der Wissenschaft wird die MRI-Tiltwinkelmessung anhand verschiedener Messverfahren durchgeführt. Auch hier fehlt eine universell gültige Definition der Norm. Sowohl Grelsamer et al. (2008) als auch McEwan et al. (2007) zeigen, dass eine hohe Kriteriumsvalidität zwischen der physischen Untersuchung und der MRI-Tiltwinkelmessung besteht. Wie in der Zusammenfassung der Resultate genauer erläutert, besteht die Problematik in der Definition des Grenzwinkels, welcher die Norm bestimmt. Um diese Norm des Grenzwinkels zu festigen, sollte eine Studie vorgenommen werden, welche ein grösseres Sample mit Kontrollgruppe untersucht.

In den gewählten Studien wird sowohl in der physischen Untersuchung, wie auch beim MRI-Verfahren der Patellatilt statisch mit entspanntem Quadrizepsmuskel beurteilt. Dies lässt offen, ob und inwiefern sich die Patellastellung in der Funktion verändert. Grelsamer et al. (2007) zeigen in ihrer Studie mittels MRI-Verfahren, dass ein lateraler Patellatilt auch aufgrund einer Innenrotation des distalen Femurs auftreten kann. Weitere Einflussfaktoren auf die Patellastellung sowie die Auswirkungen der Funktion auf die Patellastellung bedürfen weiterer Untersuchungen.



## 5 Verzeichnisse

### 5.1 Literaturverzeichnis

Barton, ChJ., Webster, KE. & Menz, HB. (2008). **Evaluation of the Scope and Quality of Systematic Reviews on Nonpharmacological Conservative Treatment for Patellofemoral Pain Syndrome.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2008 Sep; 38(9):529-541.

Delgado-Martinez, AD., Rodriguez-Merchan, EC., Ballesteros, R. & Luna JD. (2000). **Reproducibility of patellofemoral Ct scan measurements.** International Orthopaedics. 2000;24(1): 5-8.

Dixit, S., Difiori, JP., Burton, M. & Mines, B. (2007). **Management of Patellofemoral Pain Syndrome.** American Family Physician. 2007 Jan 15;75(2):194-202.

Fitzgerald, K. & McClure, P. (1995). **Reliability of measurements obtained with four tests for patellofemoral alignment.** Physical Therapy 1995;75:84-92.

Grelsamer, RP., Weinstein, CH., Gould, J. & Dubey, A. (2008). **Patellar tilt: The physical examination correlates with MR imaging.** The Knee 15 (2008) 3-8.

Guzzanti, V., Batterham, A. & Sullivan, I. (1994). **Patellofemoral malalignment in adolescents.** American Journal of Sports Medicine 1994;22:55-60.

Kolowich, PA., Paulos, LE., Rosenberg, TD. & Farnsworth, S. (1990). **Lateral release of the patella: indications and contraindications.** American Journal of Sports Medicine. 1990; 18:359-365.

Loudon, JK., Wiesnert, D., Goist-Foley, HL., Asjest, C. & Loudon, KL. (2002). **Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects with Patellofemoral Pain Syndrome.** Journal of Athletic Training. 2002; 37(3):256-261.

McConnell, J. (1986). **The management of Chondromalacia Patellae: a long term solution.** Australien Journal of Physiotherapy 1986;32:215-22.

McConnell, J. (1996). **Management of patellofemoral problems.** Manual Therapy 1: 60-66.

McEwan, I., Herrington, L. & Thom, J. (2007). **The validity of clinical measures of patella position.** Manual Therapy 12 (2007) 226-230.

Nijs, J., Van Geel, C., Van der Auwera, C. & Van de Velde, B. (2005). **Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome.** Manual Therapy 11 (2006) 69-77.

Pagenstert, G. & Bachmann, M. (2008). **Klinische Untersuchungen bei patellofemoralem Problem.** Orthopäde 2008, 37:890-903.

Piva, S.R., Fitzgerald, K., Irrgang, J.J., Jones, S., Hando, B.R., Browder, D.A. & Childs, J.D. (2006). **Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome.** BMC Musculoskeletal Disorders 2006, 7:3.

Schädler, S.T., Kool, J., Marks, D., Oesch, P., Lüthi, H.J., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2006). **Assessments in der Neurorehabilitation.** Bern: Hans Huber.

Selfe, J., Harper, L., Pedersen, I., Breen-Turner, J. & Waring, J. (2001). **Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems. Part 1. Development and validity.** Physiotherapy, 87, 10, 507-515.

Selfe, J., Harper, L., Pedersen, I., Breen-Turner, J. & Waring, J. (2001). **Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems. Part 2. Reliability and clinical sensitivity.** Physiotherapy, 87, 10, 516-522.

Waryasz, G.R., McDermott, A.Y. (2008). **Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors.** Dynamic Medicine 2008, 7:9.

Watson, C.J., Propps, M. & Galt, W. (1999). **Reliability of McConnell's classification of patellar orientation in symptomatic and asymptomatic subjects.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1999;29:378-85.

Watson, C.J., Leddy, H.M., Dynjan, T.D. & Parham, J.L. (2001). **Reliability of the Lateral Pull Test and Tilt Test to Assess Patellar Alignment in Subjects with Symptomatic Knees: Student Raters.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 2001; 31 (7): 368-374.

Wilk, K.E., Davies, G.J., Mangine, R.E., Malone, T.R. (1998). **Patellofemoral disorders: a classification system and clinical guidelines for nonoperative rehabilitation.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 1998;28:307-322.

Witvrouw, E., Werner, S., Mikkelsen, C., Van Tiggelen, D. & Vanden Berghe, L. (2005). **Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: guidelines for non-operative treatment.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2005) 13:122–130.

## **5.2 Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1: Eccentric Step Test:</b> Untersuchte Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien.....	<b>11</b>
<b>Tabelle 2: Eccentric Step Test:</b> Übersicht der in dieser Arbeit integrierten Studien.....	<b>13</b>
<b>Tabelle 3: Patellatilttest:</b> Untersuchte Gütekriterien der in dieser Arbeit integrierten Studien .....	<b>21</b>
<b>Tabelle 4: Patellatilttest:</b> Übersicht der in dieser Arbeit integrierten Studien .....	<b>22</b>
<b>Tabelle 5: Eccentric Step Test:</b> Zusammenfassung der Ergebnisse.....	<b>33</b>
<b>Tabelle 6: Patellatilttest:</b> Zusammenfassung der Ergebnisse .....	<b>36</b>

## **5.3 Abbildungsverzeichnis**

<b>Abbildung 1: Klassifikation von PFPS nach Witvrouw et al. (2005) .....</b>	<b>5</b>
<b>Abbildung 2: Eccentric Step Test nach Loudon et al. (2002) .....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 3: Eccentric Step Test nach Piva et al. (2006) .....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 4: Eccentric Step Test nach Selfe et al. (2001) .....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 5: Eccentric Step Test nach Nijs et al. (2005): .....</b>	<b>12</b>
<b>Abbildung 6: Patellatilttest nach Kolowich et al. (1990).....</b>	<b>25</b>
<b>Abbildung 7: MRI-Tiltwinkel nach Grelsamer et al. (2008) .....</b>	<b>25</b>
<b>Abbildung 8: Abnormaler lateraler Patellatiltwinkel (&gt; 10°) nach Grelsamer et al. (2008).....</b>	<b>26</b>
<b>Abbildung 9: MRI-Tiltwinkel nach McEwan et al. (2007) .....</b>	<b>28</b>
<b>Abbildung 10: MRI-Tiltwinkel nach Guzzanti et al. (1994).....</b>	<b>29</b>

## 6 Eigenständigkeitserklärung

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

Ort / Datum:

Unterschrift:

Simone Gayler

## **7 Anhang**

<b>Anhang A</b>	<b>Eccentric Step Test: Zusammenfassung der Studien.....</b>	<b>47</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Patellatilttest: Zusammenfassung der Studien .....</b>	<b>56</b>

## Anhang A Eccentric Step Test: Zusammenfassung der Studien

Test	Quelle
Eccentric step test	Loudon et al. (2002)  Intrarater Reliability of Functional Performance Tests for Subjects with Patellofemoral Pain Syndrome.

### Ziel & Zweck:

1. Intrarater-Reliabilität der 5 funktionellen Test
2. Vergleich symptomatische vs. asymptotische Extremität: Limb Symmetrie Index (LSI\*) → Kontrollgruppe
3. Korrelation zwischen den Testoutcomes und Schmerz

(\* LSI: return-to-sport Kriterium: 85% bei VKB nach Barber et al. (1990; zit. nach Loudon et al. 2002))

### Begründung der Studie:

- In der Literatur wurden bisher keine funktionellen Tests spezifisch für PFPS-Patienten beschrieben.
- Gängige objektive Messungen wie SZ-Assessment, Goniometrie, Umfangmessung, manuelles Muskeltesting und isokinetische Evaluationen sind schlechte Prädiktoren für funktionelle Anforderungen.
- Funktionelle Testverfahren erstreben eine Untersuchung des Knies in Bedingungen, die den realen funktionellen Anforderungen entsprechen. Die Schwierigkeit liegt jedoch in der Erfassung der verschiedenen Faktoren (Schmerz, Schwellung, neuromuskuläre Koordination, Muskelkraft, Gelenkstabilität) die zur Qualität der Ausführung verantwortlich sind.

### Design:

Fall-Kontroll-Studie (LSI)  
Test-Retest-Reliabilität  
Korrelationsanalyse

Testreihenfolge randomisiert  
Welches Bein beginnt randomisiert

### **Bemerkung:**

→ Wieviele Tester? Einer? Geblindet? → nicht dokumentiert

### Sample:

29 PFPS. 15 für Reliabilitätsstudie, 29 für Korrelation mit SZ & LSI  
11 symptomfrei als Kontrollgruppe für LSI Ein- und Ausschlusskriterien dokumentiert  
Angaben zu Alter, Grösse, Gewicht und Dauer seit Symptombeginn  
Einverständniserklärung  
Drop-out:1 (bei Korrelation)

### **Bemerkung:**

→ Homogenität der Gruppe in Alter, Grösse, Gewicht

Testbeschreibung/Outcome-Messung:

Step-down vorwärts (beide Beine werden getestet)

Step-Höhe: 8 inches (20.32 cm)

Instruktion: Ferse berührt Boden ohne Gewichtsübernahme des Spielbeins. Übung während 30 sec wiederholen.

Gezählt wird Anzahl Repetitionen in 30sec

2 Testserien: zwischen 48-72h

Visual Analog Scale: 24 Stunden bevor Testbeginn und während der Testausführung

**Bemerkung:**

→ Mit Turnschuhen gemäss Bild oder barfuss? → nicht dokumentiert.

→ KG-F unterschiedlich bei unterschiedlichen Grössen- und Längenverhältnissen bei einheitlicher Step-Höhe

Resultate:

Test –retest Reliabilität: ICC: 0.94; SEM:0.53

Korrelation SZ vs. Testoutcome: Pearson correlation coefficient: 0.570 significant at .01 level

Limb Symmetry Index: LSI: PFPS: 80% vs. Gesunde Kontrollgruppe: 100%

Limb difference  $p < 0.13$  → significant

**Bemerkung:**

→ Statistische Angaben zu VAS fehlen

Schlussfolgerung und Klinische Relevanz:

Gute Intrarater-Reliabilität

Nur Intrarater-Reliabilität getestet → Interrater Reliabilität, Validität und Sensitivität nicht getestet

Signifikante Korrelation SZ und Testoutcome → „as pain level decreased, the number of repetitions performed increased“

Signifikanter Unterschied in der Anzahl Repetitionen zwischen betroffenem und nicht betroffenem Bein.

**Bemerkung:**

→ Korrelation SZ und Testoutcome: zwischen verschiedenen Patienten oder innerhalb 48h eines Patienten?

→ Falls ein Patient: 48h sehr kurze Zeitspanne für relevante Veränderung.

→ Keine Aussagen über Kraft, Propriozeption, Beinachse, etc.



Test	Quelle
(Step down test)	Piva SR et al. (2006)  Reliability o measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome.

Ziel & Zweck:

Das Ziel war die Inter-Tester Reliabilität und die Messfehler von verschiedenen häufig gebrauchten physiotherapeutischen Untersuchungsmethoden (Bewegungsqualität bei einem seitlichen Step-down test; Kraftmessung: HG-ABD, HG-AR; Längenmessung: 4-ceps, hamstrings, Plantarflexoren, ITB/TFL, laterales Retinaculum; Fusspronation; Q-angle; Tibiatorsion; Femorale Anteversion) bei PFPS-Patienten zu bestimmen.

Begründung der Studie:

Auswahl der Risikofaktoren, welche durch wissenschaftliche Studien begründet wurden  
Keine vorgängige Literatur bezüglich Folgerichtigkeit (consistency) von Messungen der Bewegungsqualität bei PFPS-Patienten.

Design:

Reliabilitätsstudie:

Messwiederholungen innerhalb der gleichen Gruppe (Single group repeated measurers design)  
Teil einer grösseren Multicenter-Studie, die Prädiktoren für die Funktionsfähigkeit bei PFPS-Patienten untersucht.

4 Untersucher: Paar I: (3&5 Jahre Berufserfahrung) für n=20; Paar II: (2&10 Jahre Erfahrung) für n=10  
2 h Ausbildung zur Standardisierung der Untersuchungsmethoden & Manual mit ausführlicher

Erklärung der Ausführung der Tests

Standardisierte Testreihenfolge

Die Untersucher waren geblindet zu den Testresultaten der anderen Untersucher

Sample:

30 PFPS-Patienten

Ein- und Ausschlusskriterien dokumentiert:

Angaben zu Alter, Geschlecht, Grösse, Gewicht, Bodymassindex, Numeric Pain Rating Scale, Activity of Daily Living Scale

Einverständniserklärung

Testbeschreibung/Outcome:

Bewegungsqualität während eines seitlichen step down Tests.

Stephöhe: 20cm

Hände an Hüfte, keine Gewichtsübernahme

5 Repetitionen

Untersuchung nach 5 Kriterien (entwickelt und basiert auf häufig beobachteten

Ausweichmechanismen bei PFPS-Patienten):

1) Arm-Strategie → Gebrauch von Armen als Balanceausgleich: +1 Punkt

2) Rumpfbewegung → Rumpfneigung auf die Seite: +1 Punkt

3) Beckenstand (pelvis plane) → Rotation oder Elevation im Vergleich zur anderen Seite: +1 Punkt

4) Knieposition → Mediale Abweichung: Tuberositas Tibiae überkreuzt einen imaginären Strahl über den 2. Zehen: +1 Punkt; Mediale Abweichung: TT überkreuzt den medialen Fussrand: +2 Punkte

5) Erhalt eines gleichmässigen Einbeinstands → Gewichtsübernahme des Spielbein oder unsicheres Standbein +1 Punkt

Score: (Skala zu diesem Zweck entwickelt)

0-1 Gute Bewegungsqualität

2-3 Mittlere Bewegungsqualität

4+ Schlechte Bewegungsqualität

Resultate:

Outcome Bewegungsqualität:

Im Durchschnitt: 33% gut, 50% mittel, 17% schlecht

Intrarater-Reliabilität mittels Cohen's Kappa Statistics und dem entsprechenden 95% CI

Reliabilitätskoeffizient: 0.67 für n=30; Pair I: 0.62 Pair II: 0.67

Kappaübereinstimmung (in %): 80%

95% CI: (.58; .76)

SEM: keine Angaben

Schlussfolgerung und klinische Relevanz:

ICC: 0.67

→ ICC zwischen 0.61 – 0.80 gelten als moderate Übereinstimmung, aber ausreichend für den klinischen Gebrauch.

Erste Studie die die Inter-tester Reliabilität der Bewegungsqualität misst.

Häufig beobachtete Ausweichbewegungen können durch diesen Test eruiert werden.

Weitere Studien sollten die Validität gegenüber anderen funktionellen Tests untersuchen.

Allgemein: Weitere Untersuchung sollten vorgenommen werden um zu eruieren inwiefern diese Untersuchungsergebnisse mit der Funktionsfähigkeit und dem Schmerzgrad zusammenhängen, ob Veränderungen der Testresultate mit der Veränderung von SZ und Funktionsfähigkeit übereinstimmen und ob sie für die Behandlungsplanung schlussendlich nützlich sind.

Test	Quelle
Eccentric step test  (Critical angle and angular velocity measured by video analysis)	Selke J. et al. (2001)  Four Outcome Measures for Patellofemoral Joint Problems Part 1. Development and validity Part 2. Reliability and clinical sensitivity

Ziel & Zweckl.:

Part 1:

1. Beschreibung von vier Outcome-Messungen bei patellofemorale Problematik:  
 → 1. Kritischer Winkel und 2. Winkelgeschwindigkeit gemessen durch Videoanalyse beim Eccentric step test, 3. Laufband Test und 4. Assessment „Modified Functional Index Questionnaire (MFIQ)“.  
 2. Experimentelle Datenerhebung um die Validität dieser Outcome-Messungen zu überprüfen.  
 → internal validity nach George et al 2000: „Whether the actual observations and measurements made by the investigators are truly representative of what they are observing and measuring.“

Forschungsfrage:

Erzielen Messverfahren vom kritischen Winkel und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse bei einem Eccentric Step Test valide Messresultate von patellofemorale Dysfunktionen?

Part 2:

1. Repräsentation klinischer Datenerhebung
2. Untersuchung der Reliabilität, der klinischen Sensitivität und der Übereinstimmung der 4 Outcome-Messungen.

Begründung der Studie:

Part 1:

Da seit einigen Jahren der Druck auf Gesundheitsberufe gestiegen ist, die Wirkung von Interventionen wissenschaftlich zu belegen, ist es unerlässlich standardisierte, valide, reliable und responsive Outcome-Messungen zu entwickeln, welche Veränderungen im Heilungsverlauf der Patienten erfassen können.

Part 2:

Die Einschätzung der klinischen Sensitivität ist eine der wichtigsten Faktoren in der Entwicklung von Outcome-Messungen, um beurteilen zu können, ob eine therapeutische Intervention wirksam ist. Sensitivität bezeichnet wie gross eine Veränderung in der Outcome-Messung sein muss, um eine für den Patienten bedeutsame Veränderung zu erfassen.

Design:

Outcome-Studie

Kontrollierte Studie von Messwiederholungen (Controlled repeated measures study)

Teil eines PhD-Projekts, welches Outcome-Messungen für patellofemorale Gelenkprobleme untersucht.

Outcome-Messungen durch einen Tester durchgeführt, welcher nicht an den Interventionen beteiligt war (nicht geblindet).

Sample:

87 Patienten klinisch untersucht nach PFJ-Problemen → 7 nicht passend, 3 wollten nicht teilnehmen

77 Assessment 1

75 Assessment 2 (3% Drop-out)

63 Assessment 3 (18% Drop-out)

60 Assessment 4 (22% Drop-out)

100 Gesunde als Kontrollgruppe (in einer vorgängigen Studie untersucht)

Angaben zu Alter, Geschlecht, Gewicht, Dauer seit Symptombeginn, spontan oder traumatisches Auftreten der Symptome, dominante oder nicht-dominante betroffenen Seite, Schmerzlokalisierung, Grad der sportlichen Aktivität (low exercise, moderate exercise, high exercise)

Ein- und Ausschlusskriterien dokumentiert; Einverständniserklärung

### Testbeschreibung/Outcome:

Step-down vorwärts (beide Beine werden getestet) in kurzen Hosen und barfuß

Step-Höhe: 50% der rechten Tibialänge jeder Testperson → Fußschemel von 13cm plus variabel 1 cm & 0.5 cm Spanplatten mit 3mm dicken Antirutschmatten dazwischen

Standardisierte Instruktion: „ Stand on the step and make yourself comfortable. Put your hands on your hips. Step down from the step with the leg furthest away from the camera as slowly and as smoothly as you can. „

Ohne Warm-up oder Übungssequenz

Hände an Hüfte → Massenzentrum bleibt stabil

Instruktion: so langsam wie möglich

→ hängt auch von der Motivation ab, die unmöglich/schwer zu kontrollieren ist

→ höhere Muskelkraft benötigt

1 x step down

Gemessen wird kritischer Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Schmerz

Messung durch Videoanalyse: (in vorgängiger Reliabilitätsstudie von Selfe 1998 wurde diese Form der Videoanalyse untersucht und belegt, dass die Variabilität der Markerplatzierung (MSD: 0.6cm/ 95% CI: 1.5 cm?), des kritischen Winkels (MSD: 1.32°) und der Winkelgeschwindigkeit (MSD: 1.29°/sec) sehr klein ist und demzufolge die Messungen eine hohe Reliabilität aufweisen (part2).

Reflektierende Marker wurden an der Hüfte (Trochanter major), am Knie (laterale Femurkondyle) und am Fußgelenk (lateraler Malleolus) positioniert um den kritischen KG-Winkel zu messen.

### **Bemerkung:**

→ 1 x step down mit Gewichtsübernahme am Schluss? Nicht klar dokumentiert.

→ Kritischer Winkel wird in der Studie nicht spezifisch definiert. Vermutlich bezeichnet der Kritische Winkel den maximal erreichten Kniegelenkwinkel bei der Durchführung des Eccentric Step Tests.

### Assessments (A):

A1 und A2 bevor Interventionsbeginn:

→ Test-Retestreliabilität mittels Kolmogorov-Smirnov-Test (Vergleich zu einer theoretischen Normalverteilung) & SD und 95% CI → 95% CI repräsentieren eine Kombination aus Messfehler und natürlicher Fluktuation zwischen A1 und A2 (bevor Interventionsbeginn).

A3: Interventionsende und A4: 3 Monate follow-up:

→ Sensitivitätsmessung: 1. Durchschnittliche Veränderung zwischen A2-A3 und A3-A4 verglichen mit 95% CI; 2. paired-t-Test

→ Messung der Übereinstimmung der 4 Outcome-Messungen mittels linearen Regressionsmodells. (Sind Kritischer Winkel, Winkelgeschwindigkeit und Laufbandtest Prädiktoren für den MFIQ-Score?)

### Resultate:

Part 1:

Assessment 1:

1. Eccentric Step Test: Schmerzhaft bei 74%

2. Mean critical angle: PFPS: 57.8° Healthy: 61.3° (3.5° earlier)

Mean angular velocity: PFPS: 93°/sec (41% faster) Healthy: 54.9°/sec

→ bei PFPS tritt kritischer Winkel früher auf und die Winkelgeschwindigkeit ist höher.

Part 2:

Test-retest Reliability:

(measured by Kolmogorov-Smirnov test: K-S Z statistic, SD and 95% CI )

Critical angle:

K-S Z statistic:

0.841 ; 2-tailed p : 0.478

normal distribution

SD: 4.91°

95% CI: +/- 9.6°

Angular velocity:

K-S Z statistic:

0.835 ; 2-tailed p : 0.488

normal distribution

SD: 17.1°

95% CI: +/- 33°/sec

Sensitivity:

Change from assessment (A)2-3 (Interventionsperiode) & A 3-4  <i>Critical angle:</i> A 2-3: 2.2°  A 3-4: 1.2°  <i>Angular velocity:</i> A 2-3: 12.8°/sec  A 3-4: 1.3 °/sec	paired-t-Test: Significance 2-tailed  <i>Critical angle:</i> A 2-3: 0.44 → statisticly significant → Change not clinically significant verglichen mit 95% CI von 9.6°  A 3-4: 0.139 → not st. Sig.  <i>Angular velocity:</i> A 2-3: 0.001 → st. Sign. → Change not clinically sig. verglichen mit 95% CI von 33°/sec  A 3-4: 0.781 → not st. Sig.	Lineares Regressionsmodell :  Analyse mit Kritischem Winkel: R <sup>2</sup> = 1.131 p=0.370 → nicht sig.  Analyse ohne Kritischem Winkel: R <sup>2</sup> = 0.18 p=0.004 → sig. Jedoch nur 18% der Varianz des MFIQ kann durch Winkelgeschwindigkeit und Laufbandtest abgeleitet werden. Winkelgeschwindigkeit: schwacher Prädiktor für MFIQ
--	---	---

Schlussfolgerung und Klinische Relevanz:

Part 1:

→ Messungen des kritischen Winkels und der Winkelgeschwindigkeit mittels Videoanalyse liefern valide Messverfahren um patellofemorale Gelenksdysfunktionen zu eruieren.

**Bemerkung:**

→ CAVE: Mean critical angle: Unterschied: 3.5° → Messfehler wird nicht berücksichtigt.

→ Von Auge und mittels Goniometer sind 3.5° Unterschied nicht beurteilbar.

Part 2:

→ Kritischer Winkel und Winkelgeschwindigkeit sind keine sensitiven Messverfahren für Veränderungen und eignen sich daher nicht als Outcome-Messungen bei patellofemorale Beschwerden.

→ klinische Sensitivität und schlussendlich klinischer Nutzen dieser Outcome-Messungen fraglich. → insbesondere Kritischer Winkel nicht tauglich → Winkelgeschwindigkeit hat potenzial zur Entwicklung von geeigneter Outcome-Messung

→ Kinematische Analysen mittels Video eignen sich nur für Wissenschaftliche Zwecke und nicht für die klinische Praxis

→ Eccentric step test geeignet, aber andere Parameter wählen, z.B. Schmerzgrad während Testausführung

→ hohe Reliabilität

Test	Quelle
Eccentric step test  (Performed as described by Selfe et al. 2001)	Nijs J et al. (2005) Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome.

Ziel & Zweck:

Überprüfung des diagnostischen Werts von 5 klinischen Tests, welche oft in der Diagnostik für PFPS verwendet werden. (5 Tests: vastus medialis coordination test, patellar apprehension test, Waldron's test, Clarke's test & eccentric step test.)

Begründung der Studie:

- Klare Aufzeichnung von recherchierter Literatur mit deren Studienergebnissen und Wissenslücken, welche als Grundlage dieser Arbeit dienen.
- Ausser der Studie von Selfe (2001), welche besagt dass 74% der Pat. SZ beim Eccentric step test aufweisen, gibt es keine wissenschaftlichen Belege für den diagnostischen Wert dieses Tests.
- Vergleich von PFPS-Patienten zu Patienten mit anderen Kniebeschwerden.

Design:

Fall-Kontroll-Design

Ein Untersucher geblindet zur Gruppenzuordnung.

Keine randomisierte Zuteilung der Gruppen

Keine Randomisierung der Testreihenfolge → keine Berücksichtigung eventueller kumulativer SZ-Zunahme

Tester: Physiotherapiestudenten mit Bachelorabschluss. Spezifisches intensives Training vor Testausführung.

Sample:

45 Knie-Patienten (ohne operativer Eingriff), davon 20 PFPS (31 symptomatische PFPS-Knie) und 19 andere Kniebeschwerden als PFPS (28 symptomatische Knie)

Ein- und Ausschlusskriterien klar dokumentiert:

PFPS nach 4 Kriterien: 1. PFPS diagnostiziert von einem Arzt, 2. anteriorer oder retropatellärer SZ 3. Auslösen von SZ bei mindestens 2 der folgenden Aktivitäten: längeres Sitzen, Stufen hoch- oder runtersteigen, Kniebeugen, Knien 4. keine klinische Anzeichen für andere Kniebeschwerden als PFPS.

→ alle 4 Kriterien erfüllt → PFPS-Gruppe

→ die ersten 3 Kriterien erfüllt → Ausschluss, gelten als komorbide PFPS-Patienten (5 Patienten)

→ operativer Eingriff (1 Patient) → Ausschluss

→ der Rest als Kontrollgruppe mit anderen Kniebeschwerden (z.B. medialer Kollateralbanddefekt, Iliotibialband-Frictions-Syndrom, Osteoarthritis, VKB-Verletzung, Meniskusdefekt, Stressfraktur, Knieinstabilität, Tendonitis der 4-ceps- Sehne, Kniekontusion, M. Popliteus-Verletzung, Band- und Kapselverletzung)

Anamnese von gleichem Untersucher (anamnestische Tests dokumentiert)

Angaben zu Alter, Geschlecht, Dauer seit Auftreten der Knie-SZ, betroffene Extremität → keine statistisch signifikante Unterschiede bezüglich Alter, Dauer der Knie-SZ und Geschlechtsverteilung

3 VAS (1. in Ruhe, 2. während Bewegung, 3. in der Nacht)

→ keine statistisch signifikante Unterschiede bezüglich allen 3 VAS zwischen den beiden Gruppen (Mann-Whitney U test)

Einverständniserklärung

Testbeschreibung/Outcome:

Eccentric step test vorwärts, in kurze Hosen und barfuss

Fussschemelhöhe: 15 cm

Ausführung gemäss Selfe 2001, jedoch konstante Stephöhe und ohne Videoanalyse

→ einmal step down re und einmal links, ohne warm-up, so langsam wie möglich, Hände auf Hüfte platziert.

Test wird als positiv erklärt wenn Schmerzen während der Ausführung auftreten.

Resultate:

Outcome Eccentric step test:

PFPS-Gruppe: 41.9% positiv (= SZ während der Ausführung)

Kontroll-Gruppe: 17.9% positiv

Diagnostic Value:

Positive likelihood ratio: 2.34 → erhöht die Wahrscheinlichkeit um einen kleinen, aber manchmal bedeutsamen Grad, dass bei einem positiven Testresultat der Kniepatient an PFPS leidet.

Likelihood ratios sind Ratios für Wahrscheinlichkeiten und gelten als Risiko-Ratios.

PLR = 1 → Das Testresultat erhöht die Wahrscheinlichkeit nicht, dass der Patient an PFPS leidet → ein höherer PLR ist wünschenswert

Ein PLR zwischen 2-5 bedeutet eine kleine, aber manchmal bedeutsame Veränderung der Wahrscheinlichkeit dass ein Ereignis zutrifft.

Schlussfolgerung und klinische Relevanz:

Ein positiver Eccentric step test erhöht die Wahrscheinlichkeit um einen kleinen, aber manchmal bedeutsamen Grad, dass ein Kniepatient an PFPS leidet.

41% positiv vs. 74% positiv bei Selfe. Erklärbar durch unterschiedliche Stephöhe.

## Anhang B Patellatilttest: Zusammenfassung der Studien

Test	Quelle
Patellar Tilt Test	Watson C et al. (2001)
By the method of Kolovich et al. (1990)	Reliability of the Lateral Pull Test and Tilt Test to Assess Patellar Alignment in Subjects with Symptomatic Knees: Student Raters

### Ziel & Zweck:

Untersuchung der Intra- und Interrater- Reliabilität des lateralen Patella Pull Tests und des Patellar Tilt Tests.

### Begründung der Studie:

Der laterale Pull Test sowie der Patellar Tilt Test werden oft als klinische Tests bei PFPS verwendet um eine erhöhte laterale Druckbelastungen der Patella zu diagnostizieren. Die Reliabilität dieser Untersuchungsmethoden (nach der Methode von Kolovich et al. 1990) wurden jedoch vorgängig nicht untersucht.

### Design:

Test-Retest-Reliabilität mit geblindeten (ob symptomatisch oder asymptomatisches Knie) Untersuchern.

Randomisierte Reihenfolge der Testpersonen

Test-Retest: innerhalb 3-5 Tagen

Ein- und Ausschlusskriterien dokumentiert.

Untersucher für Ein- und Ausschluss: Physiotherapiestudent im zweiten Ausbildungsjahr, welcher nicht an den weiteren Testverfahren integriert war.

3 Physiotherapiestudenten (Senior; Ende der Ausbildung) waren für die Patella Tilt Testung zuständig, mit vorgängiger Instruktion und Ausbildung zu den Testverfahren.

### Bemerkungen:

→ Untersuchungsperson für Ein- und Ausschluss sowie für die Gruppenzuteilung (symptomatisch oder asymptomatisch) hat sehr wenig Erfahrung. Es stellt sich die Frage inwiefern diese Einteilung aussagekräftig ist.

→ Testung durch Physiotherapiestudenten mit wenig Erfahrung

### Sample:

55 Testpersonen

99 Knie: 26 symptomatisch (PFPS), 73 asymptomatisch

### Testbeschreibung/Outcome-Messung:

Ausgangsstellung: Rückenlage mit gestreckten Beinen und entspanntem Quadrizeps und der Hüfte im Alignment in der Neutral-Nullstellung.

Patellar Tilt-Test: Der Untersucher legt Daumen und Zeigefinger auf den medialen und lateralen Rand der Patella und versucht den lateralen Patellarand vom Femurkondylus abzuheben. Wichtig ist zu beachten, dass die Patella während der Testdurchführung nicht nach lateral subluxiert.

Der Winkel der Patellastellung zur Horizontalen wird beurteilt als positiv, neutral oder negativ.

Nach Kolovich et al. zeichnen sich stark verkürzte laterale Strukturen durch einen neutralen oder negativen Winkel zur Horizontalen aus.



Resultate:

Übereinstimmung der Testergebnisse in Prozent:

Intrarater: 67-70%

Interrater: 47-62%

Kappa-Statistik: Übereinstimmung korrigiert durch den Zufallsfaktor

Kappa-Koeffizient:

(< 0.4 → schwach;  $\geq 0.4 \leq 0.75$  → mittelmässig bis gut;  $\geq 0.75$  → hoch)

Intrarater-Reliabilität: 0.44 - 0.50

Interrater-Reliabilität: 0.20 – 0.35

Schlussfolgerung und Klinische Relevanz:

Patellar Tilt Test weist eine mittelmässige Intrarater-Reliabilität und eine schwache Interrater-Reliabilität auf. Bei der klinischen Untersuchung sollte daher nicht zu viel Gewichtung auf diesen Test gesetzt werden.

Test	Quelle
Patellar tilt test:  MRI versus method of Kolovich et al. (1990)	Grelsamer RP et al. (2008)  Patellar tilt: The physical examination correlates with MR imaging.

**Ziel & Zweck:**

Korrelationsanalyse zwischen der Erfassung eines Patella Tilts zwischen physischer Untersuchung und Magnetic Resonance Imaging (MRI).

**Begründung der Studie:**

Es gibt keinen Standard in der MRI Untersuchung, wie der Tilt-Winkel gemessen wird. In dieser Studie wird derselbe Winkel gemessen, welcher der physischen Untersuchung entspricht.

**Zwei Forschungsfragen:**

1. Unterscheidet sich der MRI-Tilt- Winkel signifikant zwischen einer Gruppe von Patienten mit lateralem Patella Tilt gemäß physischer Untersuchung verglichen mit einer Gruppe von Patienten, welche keinen Patella Tilt aufweisen?
2. Kann der MRI-Tilt-Winkel genutzt werden, um eine zuverlässige Prognose über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Patella Tilts zu stellen?

**Design:**

Fall-Kontroll-Studie

Korrelationsanalyse zwischen zwei Messverfahren

In- und Ausschlusskriterien dokumentiert

→ es wurden Patienten gewählt, welche bereits ein existierendes MRI-Bild ihres symptomatischen Knies hatten. Keine neuen MRI- Bilder wurden gemacht.

Erfahrener Tester in der physischen Untersuchung

**Bemerkung:**

→ Gleiche Person, welche die physische Untersuchung durchführte und die MRI-Winkel überprüfte. Gefahr eines Beobachter-Bias!

**Sample:**

81 Kniepatienten (beliebige Diagnose, Symptome oder Alter)

30 Patienten mit Patella Tilt (gemäss physischer Untersuchung)

51 Patienten ohne Patella Tilt (gemäss physischer Untersuchung) → Kontrollgruppe

**Testbeschreibung/Outcome-Messung:**

MRI-Tilt-Winkel: Winkel zwischen der verbundenen Linie der posterioren Femurkondylen und der gezeichneten Linie, welche den medialen und lateralen Rand der Patella verbindet. MRI-Bilder wurden bei ca. 10° Kniegelenkflexion und entspanntem Quadrizepsmuskel durchgeführt.

Patella-Tilt-Winkel von 10° wurde als obere Grenze für einen normalen Winkel gewählt.

Tilt-Winkel anhand physischer Untersuchung: gemäss Methode von Kolowich et al. (1990). Eine imaginäre Linie vom medialen zum lateralen Rand der Patella sollte horizontal sein oder sollte allenfalls einfach in die neutrale Position gebracht werden können

Resultate:

Patella-Tilt-Winkel mit MRI:

Patella-Tilt Gruppe: 100% (30/30) Tilt-Winkel  $\geq 10^\circ$

Kontrollgruppe: 88% (45/51) Tilt-Winkel  $\leq 10^\circ$  (96% (49/51) Tilt-Winkel  $\leq 15^\circ$ )

Durchschnittlicher MRI-Tilt-Winkel:

Patella-Tilt Gruppe:  $18^\circ \pm 7^\circ$

Kontrollgruppe:  $6^\circ \pm 5.5^\circ$

( $\rightarrow p < 0.0001$ )

Kriteriumsvalidität: physische Untersuchung als Referenz

Korrelation: 87% (26/30) in der Patella-Tilt Gruppe und 88% (45/51) in der Kontrollgruppe

$\rightarrow$  insgesamt 88% Übereinstimmung (71/81)

**Bemerkung:**

$\rightarrow$  keine Berücksichtigung der zufälligen Übereinstimmung

Schlussfolgerung und Klinische Relevanz:

Bei Patienten mit einem Patella Tilt anhand klinischer Untersuchung kann ein Tilt-Winkel von mehr als  $10^\circ$  in der MRI-Messung erwartet werden, während ein MRI Tilt-Winkel von weniger als  $10^\circ$  stark korreliert mit dem Fehlen eines klinischen Patella-Tilts. Es scheint, dass eine MRI-Messung des Tilt-Winkels zuverlässige Resultate liefert.

Test	Quelle
Patellar Tilt Test  By the method of McConell (1986)& Fitzgerald, McClure (1995)	McEwan et al. (2007)  The validity of clinical measures of patella position

Ziel & Zweck:

Ziel der Studie war in erster Linie die Kriteriumsvalidität der klinischen Untersuchung der medio-lateralen Position der Patella und des lateralen Patellatilts gegenüber der MRI-Messung zu überprüfen. Gleichzeitig wurde die Intrarater-Reliabilität untersucht.

Begründung der Studie:

Die Studie wurde vorgenommen, da vorgängige Studien (Fitzgerald and Mc Clure, 1995; Watson et al. 1999) die Validität und Reliabilität der manuellen Untersuchung der Patellaposition nach McConell (1986) und Fitzgerald and McClure (1995) in Frage gestellt haben.

Design:

Beobachtungsstudie  
Nicht kontrollierte Studie

Intrarater-Reliabilität der klinischen Untersuchung:

10 randomisierte Testserien  
1 Untersucher: Physiotherapeut mit spezifischen manualtherapeutischen Qualifikationen und 15 Jahren Erfahrung in muskuloskeletaler medizinischer Praxis.  
Untersucher geblindet zu den Resultaten der einzelnen Testserien

**Bemerkung:**

→ Untersucher geblindet zu den Testresultaten der verschiedenen Testserien ist fragwürdig, da er die Resultate schlussendlich liefert.

Intrarater-Reliabilität der MRI- Untersuchung:

Der Durchschnitt von drei Messungen wurde einen Tag später bei wiederholter Messung verglichen.  
1 geblindeter Untersucher zu den Ergebnissen der klinischen Untersuchung

Sample:

24 sportlich aktive symptomfreie Testpersonen

Als Studiensample wurden physisch aktive Studenten der Universität des Departements „Exercise and Sports Science“ gewählt, da dies eine typische Risikopopulation widerspiegelt. Ausgeschlossen wurden Personen, welche eine aktuelle oder vorgängige Verletzung des Knies oder der unteren Extremität aufwiesen.

Durchschnittsalter: 24.5 +/- 7.9 Jahre  
Einverständniserklärung

Testbeschreibung/Outcome-Messung:

Der klinische Patellatilttest wurde nach der Methode von McConell (1986) und Fitzgerald und McClure (1995) durchgeführt.

Der Grad des Tilts wurde bestimmt durch den Vergleich der Höhe des medialen und lateralen Patellarandes. Dazu legt der Untersucher den Daumen und den Zeigefinger auf den medialen und lateralen Patellarand. Die Patella weist einen lateralen Tilt auf, wenn der mediale Patellarand weiter anterior steht und vice versa beim medialen Tilt.

**Bemerkung:**

→ keine weiteren Angaben in dieser Studie bezüglich der Ausgangsstellung

MRI-Bilder wurden jeweils am rechten Knie der Testpersonen in Rückenlage und 20 Grad Kniegelenkflexion durchgeführt. Der Patellatiltwinkel wurde nach der Methode von Guzzanti et al. (1994) gemessen. Gemessen wird der Schnittwinkel zwischen der Linie (y) entlang der lateralen Facette der Patella und der Linie (x), welche von der tiefsten Stelle der Patella zum Rand des lateralen Femurkondylus führt.

**Bemerkung:**

→ Winkelmessung entspricht nicht der Methode von Guzzanti et al. (1994)

Resultate:

Klinische Untersuchung:

Lateraler Patellatilt: 17 von 24

Intrarater-Reliability: keine Angaben für den Tilttest

MRI-Untersuchung:

Intrarater-Reliabilität: ICC:  $r = 0.94$  ( $p < 0.05$ )

Kriteriumsvalidität:

Lateraler Patellatilt nach klinischer Untersuchung = MRI-Tiltwinkel  $> 5^\circ$

Kein Patellatilt nach klinischer Untersuchung = MRI-Tiltwinkel  $< 5^\circ$

→ Perfekte Übereinstimmung

**Bemerkung:**

→ keine statistischen Angaben zu den Resultaten des Tilttests

→ Keine Aussagen, warum  $5^\circ$  als Grenzwinkel definiert wurde.

Schlussfolgerung und Klinische Relevanz:

Diese Studie widerlegt die Aussagen vorgängiger Studien und zeigt, dass die Untersuchung der Patellaposition eines erfahrenen Manualtherapeuten eine hohe Kriteriumsvalidität und Intrarater-Reliabilität aufweist.