



AG Manuelle Therapie im ZVK  
Bildungswerk Physio-Akademie des ZVK gGmbH

## **OMT**

Weiterbildung in orthopädischer manueller Therapie  
nach den Standards der IFOMT

Facharbeit

**Patellatendopathien und exzentrisches Training –  
eine systematische Literaturübersicht**

eingereicht von

**Christian Rakebrand**

OMT 2008/a

im Dezember 2012

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	IV
Abkürzungsverzeichnis .....	V
1 Einleitung .....	1
2 Grundlagen .....	2
2.1 Exzentrisches Training .....	2
2.2 Patellatendopathie .....	2
2.2.1 Definition und Begrifflichkeiten .....	2
2.2.2 Ursachen .....	3
2.2.3 Behandlung .....	3
3 Methodik der systematischen Literaturrecherche .....	4
3.1 Fragestellung .....	4
3.2 Datenbanken .....	4
3.3 Suchstrategie .....	4
3.4 Ein- und Ausschlusskriterien .....	5
4 Ergebnisse .....	6
4.1 Systematische Literaturrecherche .....	6
4.2 Exzentrisches Training als Therapie der Patellatendopathie .....	8
4.2.1 Studiencharakteristika .....	8
4.2.2 Outcomedaten der Studien .....	15
5 Diskussion .....	22
5.1 Limitation der systematischen Übersichtsarbeit .....	22
5.2 Ergebnisse .....	22
6 Fazit .....	24
Literaturverzeichnis .....	25
Anhang .....	27
Anhang 1: Beispiel für ein 25° decline board .....	27

Anhang 2: Übungen der VG 2 bei Koonsgaard et al. ....	27
Anhang 3: Bromsman® Maschine .....	28
Anhang 4: Visa Score .....	29

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Flow Chart der Suche .....	6
---	---

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Einteilung der Suchbegriffe .....	5
Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien .....	5
Tabelle 3: Eingeschlossene Studien .....	7
Tabelle 4: Studiencharakteristika 1/2 .....	13
Tabelle 5: Studiencharakteristika 2/2 .....	14
Tabelle 6: Effektdaten 1/2 .....	20
Tabelle 7: Effektdaten 2/2 .....	21

## Abkürzungsverzeichnis

bds.	beidseitig
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
Et al.	et alii (und andere[Mitarbeiter])
IG	Interventionsgruppe
Kg	Kilogramm
KI	Konfidenzintervall
NSAR	nicht-steroidale Antirheumatika
OSG	oberes Sprunggelenk
p	p-Wert (Maßzahl für die statistische Signifikanz)
PRKS	prospektiv randomisiert kontrollierte Studie
PRS	prospektiv randomisierte Studie
Q25	1. Quartil
Q25-75	Interquartilsabstand (zwischen erstem und drittem Quartil)
Q75	3. Quartil
RCT	randomized controlled trial (randomisiert kontrollierte/r Studie/Versuch)
SD	standard deviation (Standardabweichung)
tgl.	täglich
VAS	visuelle analog Skala
VG	Vergleichsgruppe
VG1	Vergleichsgruppe 1
VG2	Vergleichsgruppe 2
VISA	Victorian Institut of Sports Assessment
W.	Woche
Wdh.	Wiederholung

## 1 Einleitung

Patellatendopathien treten wie andere Tendopathien an der unteren Extremität häufig auf und betreffen Leistungs- und Hochleistungssportler sowie auch Freizeitsportler gleichermaßen. Besonders hoch ist die Prävalenz der Patellatendopathie bei Sportarten, die hohe Sprung- und Landebelastungen, insbesondere bei Arbeit der Extensoren, beinhalten, wie z.B. beim Volleyball, Fußball, Handball oder Leichtathletik [1-3]. Daher findet man für die Patellatendopathie auch häufiger den Begriff „Jumpers Knee“. Nicht hinreichend geklärt ist hingegen die Ätiologie und Pathogenese, obwohl histopathologische und biochemische Untersuchungen darauf hinweisen, dass es sich nicht um einen inflammatorischen Zustand handelt [4,5]. Erstmals wurde im Jahr 1984 exzentrisches Krafttraining als Therapieoption präsentiert [6]. Wissenschaftlich weiter aufgearbeitet wurde das Thema des exzentrischen Trainings dann durch die Arbeit von Alfredson et al. in ihrer Arbeit über die Achillessehnentendopathie [7]. Bei der Achillessehne ist das exzentrische Training zur Behandlung mittlerweile durch die wissenschaftliche Datenlage anerkannt.

Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es daher dieses nun für das exzentrische Kräftigungstraining als Therapiemöglichkeit bei Patellatendopathien zu untersuchen und zu beschreiben. Aus dieser Betrachtung sollen Möglichkeiten für den physiotherapeutischen Alltag gezogen werden können oder gegebenenfalls Lücken in der Datenlage und daraus resultierenden weiteren Forschungsbedarf aufgezeigt werden.

## **2 Grundlagen**

Nachfolgend sollen nun die Grundlagen des exzentrischen Trainings und einige Aspekte zur Patellatendopathie erläutert werden. Dazu werden zunächst einige Definitionen und Synonyme, die für diese zu finden sind, erläutert. Des Weiteren wird auf bekannte und vermutete Ursachen sowie einige der angewendeten Behandlungsmöglichkeiten eingegangen.

### **2.1 Exzentrisches Training**

Von exzentrischer Muskelaktivität spricht man, wenn der Muskel während der Kontraktion verlängert wird. Die bei dieser Art von Kontraktion messbare Kraft ist deutlich größer als die maximale isometrische Muskelkraft bei vergleichbarer Muskellänge. Gleichzeitig ist aber die messbare elektrische Aktivität im Elektromyogramm deutlich geringer als bei konzentrischer Kontraktion mit vergleichbarer Kraftentwicklung. Es kommt zu einer zusätzlichen passiven Spannungsentwicklung der elastischen Elemente des Muskels. Dazu zählen intramuskuläres Bindegewebe, Muskelfaszien und natürlich Sehnen. Exzentrisches Training zeigt einen größeren Kraftzuwachs als ein konzentrisches. Dieser Effekt hält auch länger an. Gleichzeitig ist aber die Gefahr von Verletzungen auf Grund der hohen Belastungsspitzen gerade auf die passiven Muskelstrukturen deutlich höher [8].

### **2.2 Patellatendopathie**

Dieser Abschnitt dient einem kurzen Überblick über die Definition und das Auftreten sowie einiger bekannter Ursachen und Behandlungen einer Patellatendopathie.

#### **2.2.1 Definition und Begrifflichkeiten**

Als Patellatendopathie wird ein Reizzustand der Patellarsehne bezeichnet. Am häufigsten ist der proximale Anteil der Sehne, direkt an der Insertionsstelle an der Patella betroffen [9]. Es können dabei neben den Symptomen wie Funktionseinschränkungen und Schmerz auch strukturelle Veränderungen in der Sehne beobachtet werden [9]. Da besonders häufig Sportler betroffen sind, die einer hohen Sprung- und Landbelastung ausgesetzt sind, finden sich auch häufig in der Literatur die Begriffe Springerknie oder Jumpers Knee. Diese Begriffe werden synonym mit Patellatendopathie verwendet.



### **2.2.2 Ursachen**

Zu den Ursachen einer Patellatendopathie werden mehrere Einflussfaktoren gezählt oder vermutet. So werden als intrinsische Faktoren beispielsweise Größe, Gewicht, Varus- oder Valguswinkel des Kniegelenkes, verminderte Dorsalextensionsfähigkeit des oberen Sprunggelenkes (OSG) genannt [10]. Als biomechanische Faktoren kann man einen reduzierten Beugungswinkel im Knie- und OSG während der ersten Landephase nach einem Sprung beobachten bei Sportlern mit Patellatendopathie [2]. Weitere, in diesem Fall extrinsische, Einflüsse scheinen die Bodenbeschaffenheit und Trainingsintensität zu sein [2]. So haben Beachvolleyballspieler, die auf Sand springen und landen, eine 9 %ige Prävalenz eine Patellatendopathie zu entwickeln im Vergleich zu Hallenvolleyballern, die wohl wegen des harten Untergrundes eine bis zu 45 %ige Prävalenz besitzen [11].

### **2.2.3 Behandlung**

Zu den bei Patellatendopathie angewendeten Therapien zählen bei der konservativen Therapie Ultraschall, Stoßwellentherapie, Kortikoid Injektionen, die orale Gabe von nicht-steroidalen Antirheumatika (NSAR), Physiotherapie mit Friktionen und Dehnung und exzentrisches Training. Bei der operativen Intervention werden offene oder arthroskopische Tenotomien der Patellarsehne durchgeführt [12].

### 3 Methodik der systematischen Literaturrecherche

Um die Fragestellung der Arbeit zu beantworten soll eine systematische Literaturrecherche durchgeführt werden. Es werden der Fragestellung entsprechende Suchparameter entwickelt und eine adäquate Datenbank ausgewählt.

#### 3.1 Fragestellung

In dieser Literaturrecherche sollen die Therapiemöglichkeiten bei der Behandlung der Patellatendopathie betrachtet werden. In besonderem Interesse liegt hierbei das exzentrische Training der Quadrizepsmuskulatur. Folglich lautet die präzise Fragestellung:

Ist exzentrisches Training bei der Behandlung von Patellatendopathien anderen Therapieformen überlegen?

Diese systematische Suche soll Literatur für die Beantwortung dieser Frage zusammentragen, um Konsequenzen für den therapeutischen Alltag ziehen zu können sowie gegebenenfalls weiteren Forschungsbedarf aufzudecken.

#### 3.2 Datenbanken

Für das Auffinden von der Fragestellung entsprechender Literatur wird die Pubmed-Datenbank verwendet. Pubmed ist eine englischsprachige Meta-Datenbank medizinischer Artikel und enthält zurzeit über 22 Millionen Publikationen. Zu erreichen ist diese Datenbank unter: [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)

#### 3.3 Suchstrategie

Das Suchen in der Pubmed Datenbank lässt sich systematisch durchführen. Dabei werden zunächst die Suchbegriffe festgelegt und in drei Blöcke aufgeteilt. Diese Blöcke werden entsprechend ihres Inhaltes mit Krankheit, Region und Intervention bezeichnet. Es werden daher möglichst viele synonyme Begriffe benutzt, um ein möglichst umfassendes Ergebnis bei der anschließenden Suche zu erzielen. Für den Block Krankheit werden die Begriffe *Patellatendopathie, Disorder, Enthesis, Enthesitis, Jumpers knee, tendinitis, tendinopathy* und *Overuse syndroms* verwendet. Im Block Region kommen dann die Begriffe *Knee Joint, Patella, Patellar tendon, Knee,* und *patellar ligament* zur Verwendung. In den Block Intervention werden abschließend *exzentrisches Training, excentric training, excentric, eccentric exercise, heavy*

*load*, und *excentric strenght training* aufgenommen. In der nachstehenden Tabelle 1 sind die ausgewählten Suchbegriffe übersichtlich dargestellt.

Block 1 Krankheit	Block 2 Region	Block 3 Intervention
Patellatendopathie, Disorder, Enthesis, Enthesitis, Jumpers knee, tendinitis, tendinopathy, Overuse syndroms	Knee Joint, Patella, Patellar tendon, Knee, patellar ligament	exzentrisches Training, excentric training, excentric, eccentric exercise, heavy load, excentric strenght training

Tabelle 1: Einteilung der Suchbegriffe  
Quelle: eigene Darstellung

Jeder Block wird zunächst einzeln für sich gesucht. Hierzu werden die jeweiligen Suchbegriffe mit dem Booleschen Operator **OR** verknüpft. Anschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Blöcke miteinander durch **AND** verbunden. Des Weiteren wird die Suche auf erwachsene Individuen als Untersuchungsobjekte beschränkt.

### 3.4 Ein- und Ausschlusskriterien

Gemäß der Konkretisierung der Fragestellung müssen die in die weitere Untersuchung einbezogenen Publikationen alle der nachfolgenden Einschlusskriterien erfüllen und durften keines der aufgeführten Ausschlusskriterien aufweisen. Zusätzlich werden generell alle Artikel die nicht der Fragestellung entsprechen aussortiert. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über die Ein- und Ausschlusskriterien, die auf die gefundene Literatur angewendet werden.

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
E1: Randomisierung E2: Chronische Patellatendopathie E3: exzentrisches Trainingsprotokoll in der Interventionsgruppe E4: mindestens eine Vergleichsgruppe E5: erwachsene Testpopulation E6: Artikel in deutscher oder englischer Sprache	A1: mehrere Interventionen gleichzeitig am betroffenen Bein A2: Studie veröffentlicht vor 2002

Tabelle 2: Ein- und Ausschlusskriterien  
Quelle: eigene Darstellung

## 4 Ergebnisse

Die oben unter Punkt 3.3 definierten Parameter werden für die Suche in der Datenbank verwendet. Auf die hierbei gefundenen Treffer werden nacheinander die Ein- und Ausschlusskriterien angewendet, um die Literatur zu filtern.

### 4.1 Systematische Literaturrecherche

Die Suche in der Pubmed Datenbank wurde am 12.11.2012 durchgeführt und ergab mit den definierten Kriterien (siehe 3.3) zunächst 62 Treffer. Nach Durchsicht der Titel wurden 40 Artikel ausgeschlossen. Bei diesen 22 Texten wurden die Abstracts gesichtet und so weitere 11 Artikel ausgeschlossen. Bei den verbliebenen 11 wurden nach Ansicht der Volltexte noch 5 ausgeschlossen, so dass schlussendlich 6 Studien in diese Arbeit aufgenommen wurden. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die genaue Vorgehensweise bei der Auswahl der Studien aus den erhaltenen Treffern.

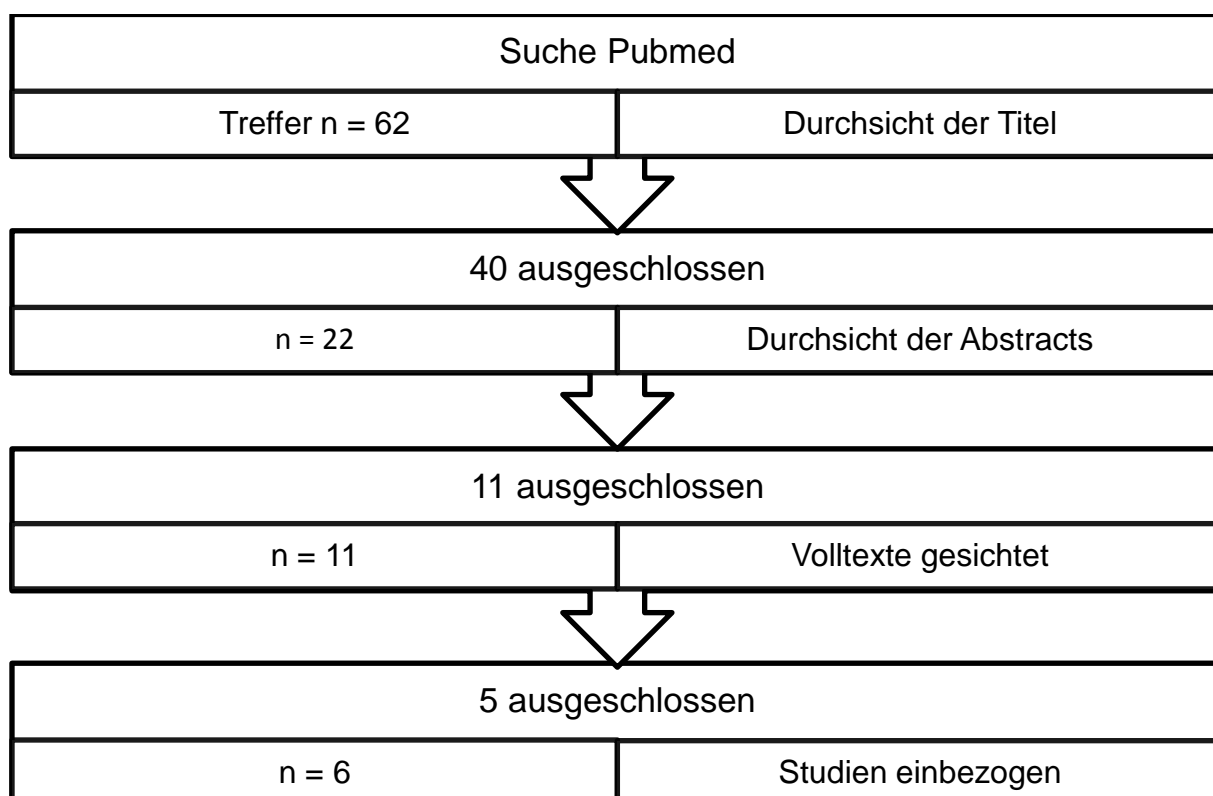


Abbildung 1: Flow Chart der Suche  
Quelle: eigene Darstellung

Die eingeschlossenen Studien sind unten schematisch in Tabelle 3 aufgeführt. Die Sortierung erfolgt dabei in zeitlicher Reihenfolge aufsteigend nach dem Erscheinungsjahr.

<b>Eingeschlossene Studien</b>
Young et al. (2005): Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players
Jonsson, Alfredson (2005): Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study
Visnes et al. (2005): No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season – A randomized clinical trial
Bahr et al. (2006): Surgical Treatment compared with eccentric Training for patellar tendinopathy (jumper's knee) – A randomized, controlled trial
Frohm et al. (2007): Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols
Kongsgaard et al. (2009): Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy

Tabelle 3: Eingeschlossene Studien  
Quelle: eigene Darstellung

## 4.2 Exzentrisches Training als Therapie der Patellatendopathie

Um die Fragestellung zu beantworten wurden die ausgewählten Studien ausgewertet. Anschließend wurden sie hinsichtlich ihrer Charakteristika und Ergebnisse zusammengefasst.

### 4.2.1 Studiencharakteristika

Die ausgewählten Studien wurden in der Zeit zwischen 2005 und 2009 durchgeführt, drei von ihnen im Jahr 2005 sowie jeweils eine in 2006, 2007 und 2009. Drei der Untersuchungen stammen aus Norwegen, zwei aus Schweden und eine aus Dänemark. Bei den entsprechenden Designs handelte es sich nach Angabe der Autoren in drei Fällen um randomisierte kontrollierte Studien (RCT), in zwei Fällen um prospektiv randomisierte Studien (PRS) und bei einer um eine prospektiv randomisierte kontrollierte Studie (PRKS).

Die Anzahl der Probanden, die für die Durchführung rekrutiert werden konnten, variiert zwischen 15 und 39. Visnes et al. rekrutierten Volleyballspieler für ihre Arbeit. Der Trainings- und Spielbetrieb sollte während der Studiendauer aufrechterhalten werden [15]. Bei Jonsson und Alfredson waren 4 Personen mit beidseitiger Symptomatik in die Studie aufgenommen worden. Daher konnten bei 15 Individuen 19 Sehnen zur Aufteilung in die Gruppen verwendet werden [14]. In der Untersuchung von Bahr et al. waren es 5 beidseitig betroffene Versuchspersonen und bei einbezogenen 35 Probanden folglich 40 zu untersuchende Patellasehnen [16].

Der Zeithorizont für die Dauer der Interventionen war bei allen Arbeiten 12 Wochen. Alle Studien wurden mit mindestens einer Vergleichsgruppe (VG) durchgeführt. Koonsgaard et al. verwendeten zusätzlich eine zweite [18]. Bei fünf der verwendeten Projekte wurde eine spätere Nachkontrolle (follow up) durchgeführt. Lediglich Frohm et al. verzichteten darauf [17]. Dreimal wurde das follow up nach 6 Monaten geleistet, Bahr et al. führten zusätzlich noch eines nach 12 Monaten durch [16], Young et al. ausschließlich nach 12 Monaten [13] und Jonsson und Alfredson nach durchschnittlich 32 Wochen [14].

Bei allen Interventionsgruppengruppen (IG) wurde ein exzentrisches Trainingsprotokoll angewendet. Hierfür wurde ein Schrägbrett mit einem Winkel von 25° (decline board) verwendet. Eine beispielhafte Abbildung dieses Bretts findet sich im Anhang 1. Die Versuchspersonen führten mit dem betroffenen Bein ausschließlich die exzent-

rische Abwärtsbewegung in die Kniebeugung durch. Die konzentrische Rückbewegung wieder in die Anfangsposition wurde in fünf der sechs Studien mit der nicht zu untersuchenden Seite durchgeführt [13-16,18]. Allein bei Frohm et al. führten die Probanden die Rückbewegung mit beiden Beinen symmetrisch aus [17]. Bei den Studien, die beidseitig betroffene Probanden mit aufnahmen, ließen Jonsson und Alfredson und Bahr et al. nur die beidseitig betroffenen Testpersonen die Arme zur Unterstützung der Rückbewegung benutzen, um konzentrische Aktivität so gut wie möglich zu verringern [14,16]. Für fünf der sechs Untersuchungen wurde dieses Programm täglich (tgl.) 2-mal mit je 3 Sätzen a 15 Wiederholungen (Wdh.) durchgeführt. Lediglich Frohm et al. ließen das Training nur 1-mal am Tag ausführen [17].

Bei weitergehender Betrachtung der einzelnen Trainingsprotokolle gab es zusätzliche Unterschiede. So ließen die Tester in zwei Studien die Probanden bei 60° die exzentrische Kniegelenkflektion beenden. Jonsson und Alfredson taten dies bei 70° [14]. Bei Bahr et al. sollten die Personen bis über 60° das Kniegelenk beugen. Genaue Winkelangaben werden hier nicht genannt [16]. In den verbleibenden beiden Arbeiten fand sich keine Angabe über die Größe des zu erreichenden Winkels im Kniegelenk. Alle sechs Trainingsprotokolle ließen Schmerz während des Trainings bei den Testpersonen zu. Die Intensität wurde bei allen Untersuchungen schmerzadaptiert angepasst. So erfolgte in vier Arbeiten die Steigerung der Last in Schritten von jeweils 5 Kilogramm (Kg). Die gleichen Schritte wurden auch für Verminderung des Gewichtes angewendet. Sobald der Schmerzwert unter 3 angegeben wurde, erfolgte bei drei Experimenten die Steigerung. Für die Reduzierung des Widerstandes gab es in drei Untersuchungen definierte Grenzwerte. Zwei Studien taten dies bei Überschreitung des Schmerzwertes 5. Bei einer wurde die Last erst bei einer Schmerzangabe von größer als 7 reduziert. In den beiden verbliebenen Arbeiten machten die Autoren keine konkreten Angaben über die Intensität des zu tolerierenden Schmerzes. Zur Größe der Gewichte, um die gesteigert bzw. vermindert wurde, fehlen dort ebenfalls genaue Angaben. So ließen Jonsson und Alfredson ihre Probanden mit „akzeptablem Schmerz“ trainieren. Waren die Testpersonen schmerzfrei, wurde zusätzliches Gewicht hinzugefügt. Auch hierbei entschieden die Patienten bis zu welchem Schmerz die Last gesteigert werden sollte [14]. Koonsgaard et al. machten weder zum Schmerz noch zu den Gewichten, um die gesteigert bzw. reduziert wurde, genaue Angaben [18].

In einer Arbeit fanden sich Daten zur Geschwindigkeit der exzentrischen Flektion.

Fünf Autoren machen keine Angaben zu diesem Punkt. Bei den Vergleichsgruppen wurde in vier Untersuchungen jeweils eine andere Intervention durchgeführt. Eine Arbeit verzichtete auf eine Intervention bei ihrer VG1. Eine andere Studie besaß zwei VG mit jeweils unterschiedlichen Protokollen.

Young et al. führten mit der Vergleichsgruppe 1 (VG1) ein konzentrisch/exzentrisches Training durch. Die Übung wurde einbeinig auf einer 10cm hohen Stufe durchgeführt. Das Protokoll sah genau wie in der IG 3 mal 15 Wdh. 2-mal tgl. vor. Auch wurde hier die Bewegung bis 60° Flexion im Kniegelenk durchgeführt. Die Übung musste in Flexion und Extension mit demselben Bein ausgeführt werden. Steigerung und Reduzierung des Widerstandes erfolgte in 5 Kg Schritten. Dieses wurde wie in der IG von Young et al. dem Schmerzverhalten angepasst. Die Last wurde bei geringem Schmerz erhöht und bei starkem Schmerz entsprechend verringert. Genaue Grenzwerte wurden hier nicht angegeben [13].

Die VG1 bei Jonsson und Alfredson führte ein rein konzentrisches Training auf dem 25° decline board durch. Die Extension startete in 70° Beugstellung des Kniegelenkes und wurde bis zur vollständigen Streckung durchgeführt. Die exzentrische Rückbewegung in die Ausgangsposition wurde über das nicht betroffene Bein geleistet. Beidseitig betroffene Testpersonen nahmen die Arme zu Hilfe, um so viel exzentrische Arbeit wie möglich zu vermeiden [14]. Die Erhöhung bzw. Verringerung des Widerstandes erfolgte analog zur IG schmerzangepasst. Exakte Angaben fehlen. Die Last wurde so angepasst, dass für die Probanden „akzeptabler Schmerz“ auftrat[14].

Bei den Teilnehmern der VG1 bei Visnes et al. wurde keine Intervention vorgenommen. Sie dienten lediglich als reine Kontrollgruppe [15].

Bahr et al. verglichen eine chirurgische Behandlung in der VG1 mit der IG. Es wurde eine Tenotomie der Patellasehne vorgenommen. Diese Operation (OP) erfolgte in einem offenen Verfahren. Auf die genaue Vorgehensweise soll hier nicht eingegangen werden. In der Originalarbeit ist sie ausführlich beschrieben und kann dort eingesehen werden [16].



Die VG1 bei Frohm et al. führte ein exzentrisches Training an einer sogenannten Bromsman®-Maschine. Diese besteht aus einer geführten Langhantel, die an zwei Stahlseilen hängt. Mittels einer hydraulischen Pumpe kann die Hantel mit einem definierten Gewicht und einer bestimmten Geschwindigkeit auf und ab bewegt werden. Das entspricht im Wesentlichen einem isokinetischen Training, wo mit einer festgelegten Geschwindigkeit die Bewegung zugelassen bzw. forciert wird. In Anhang 3 ist ein Foto dieser Konstruktion zur Veranschaulichung beigelegt. Die exzentrischen Beugungen wurden in vier Sätze mit je 4 Wdh. ausgeführt. Für die Aufwärtsbewegung folgten die Probanden der Hantel nach oben ohne dabei Widerstand aufzubauen. Das Training wurde zweimal in der Woche für 12 Wochen ausgeführt [17].

Koonsgaard et al. hatten zwei Vergleichsgruppen in ihrer Arbeit untersucht. Die VG1 erhielt zwei Injektionen eines Kortikoids in die betroffene Patellasehne. Einer erfolgte zum Beginn des Experimentes und die zweite nach 4 Wochen [18]. Die VG2 erhielt ein Trainingsprogramm aus drei verschiedenen konzentrisch/exzentrischen Übungen. Alle Übungen wurden beidbeinig und symmetrisch ausgeführt. Im Wesentlichen handelte es sich dabei um verschiedene Varianten von Kniebeugen in unterschiedlichen Ausgangsstellungen. Es wurden 4 Sätze absolviert. Die Wiederholungszahlen nahmen im Verlauf des Experiments stetig ab. Die Last wurde zeitgleich dazu gesteigert. Die genauen Protokolle können in der Originalarbeit nachgelesen werden [18]. Bilder der verschiedenen Übungen sind dem Anhang 2 beigelegt.

Zur Evaluation der Ergebnisse oder Veränderungen haben alle Autoren den Victorian Institut of Sports Assessment Score (VISA) angewendet.

Der VISA Score ist ein Assessment in Form eines Fragebogens. Er dient der Erfassung der Einschränkungen in der Kniefunktion bei Sehnenproblematiken. Die Personen füllen ihn selbstständig aus. Es kann sich ein Wert zwischen 0 und 100 ergeben, wobei die Einschränkung umso größer, je niedriger der Zahlenwert ist. Der vollständige VISA Bogen ist im Anhang 4 beigelegt.

Des Weiteren benutzten vier Studien die visuelle analog Skala (VAS) zur Erfassung der Schmerzen der Testpersonen zu den einzelnen Messzeitpunkten.

Die VAS ist eine Skala zur Messung von subjektiven Einstellungen. In diesem Fall wird der Schmerz damit erfasst. Es handelt sich um einen waagerechten Strich mit einer festgelegten Länge von 10cm. Der Befragte markiert seine subjektive Empfin-

zung durch einen vertikalen Strich auf der Linie. Der angegebene Wert wird dann durch den Befragenden mittels einer definierten Skala, meist von 0 bis 100 quantifiziert. Gelegentlich wird die VAS auch gröber von 0 bis 10 eingeteilt. So haben es Frohm et al. in ihrer Untersuchung getan.

Alle genannten Charakteristika sind in den Tabellen 4 und 5 nachfolgend noch einmal zusammengefasst und anschaulich dargestellt .

Au- tor/Jahr/Land	Studien- design	Anzahl	Zeithori- zont/ follow up	Intervention	Trainingsprotokolle	Vergleich 1	Vergleich 2	Effekt- maße
Young et al. 2005, Norwe- gen	PRKS	n=17	12 Wochen/ 12 Monate	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. 2x/Tag	-IG: langsame ex- zentrische Flektion bis 60° Steigerung in 5Kg Schritten, leicht- er Schmerz toleriert, bei starken Schmerz Lastreduktion in 5Kg Schritten.	konzent- risch/exzentrisches Training 10cm Stu- fe 3x15 Wdh. 2x/Tag schnelle Kniebeu- ge bis 60° Flektion, minimaler Schmerz toleriert, ↑ und ↓ wie bei IG	-keine-	VISA score VAS
Jonsson, Alf- redson 2005, Schwed- en	PRS	n=15 (19 Knie)	12 Wochen/ Ø 32 Mona- te	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. 2x/Tag	-IG: exzentrische Flektion bis 70° erträglicher Schmerz gestattet -bei Schmerzfreiheit ↑ Gewicht nach Patienten Toleranz	Konzentrisches Training 25° de- cline Board 3x15 Wdh 2x/Tag-VG1 aus 70° Flektion konzentrische Ex- tension in die Null- stellung - ↓ und ↑ analog zu IG	-keine-	VISA score VAS
Visnes et al. 2005, Norwe- gen	RCT	n=29	12 Wochen/ 6 Monate	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. 2x/Tag	-IG: exzentrische Flektion bis 60° - schmerzadaptierte Steigerung oder Minderung in 5Kg Schritten:- VAS <3 = ↑5Kg - VAS > 7 = ↓ 5Kg	Keine Intervention, reine Kontrollgrup- pe	-keine-	VISA score

Tabelle 4: Studiencharakteristika 1/2  
Quelle: eigene Darstellung

Ø = Durchschnitt      PRKS = prospektiv randomisiert kontrollierte Studie      PRS = prospektiv randomisierte Studie  
 RCT = randomized controlled trial      Wdh. = Wiederholung      tgl. = täglich      VISA = Victorian Institut of Sports Assessment  
 VAS = visuelle analog Skala      ↑ = Steigerung      ↓ = Verminderung      < = kleiner als      > = größer als  
 Kg = Kilogramm      IG = Interventionsgruppe      VG1 = Vergleichsgruppe 1      VG2 = Vergleichsgruppe 2

Au- tor/Jahr/Land	Studien- design	Anzahl	Zeithori- zont/ follow up	Intervention	Trainingsprotokolle	Vergleich 1	Vergleich 2	Effekt- maße
Bahr et al. 2006, Norwe- gen	RCT	n=35 (40 Knie)	12 Wochen/ 6 u. 12 Mo- nate	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. 2x/Tag	-Exzentrische Flekti- on bis über 60° -Schmerz toleriert - schmerzadaptierte Steigerung oder Minderung in 5Kg Schritten: - VAS <3 = ↑5Kg - VAS > 5 = ↓ 5Kg	Chirurgischer Ein- griff, offene Tenotomie der Patellar- sehne	-keine-	VISA score
Frohm et al. 2007, Schweden	PRS	n=20	12 Wochen/ kein follow up	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. tgl.	-Exzentrische Flekti- on -bds. Rückbewe- gung - schmerzadaptierte Steigerung oder Minderung in 5Kg Schritten: - VAS <3 = ↑5Kg - VAS > 5 = ↓ 5Kg	Exzentrisches overload Training 320 Kg Broms- man®-Maschine 4x4 Wdh. 2x/Woche	-keine-	VISA score VAS
Kongsgaard et al. 2009, Dänemark	RCT	n=39	12 Wochen/ 6 Monate	Exzentrisches Training 25° decline Board 3x15 Wdh. 2x/Tag	-langsame exzentri- sche Flektion ca. 3 sec -Schmerz toleriert -keine Schmerz↑ nach dem Training -Steigerung des Gewichtes bei Schmerz↓	2 Kortikoid Injekti- onen in die Sehne jeweils nach 0 und 4 Wochen	3 konzent- risch/exzentri- sche Übun- gen je 4Sätze mit steigender Belastung	VISA score VAS

Tabelle 5: Studiencharakteristika 2/2  
Quelle: eigene Darstellung

Ø = Durchschnitt      PRKS = prospektiv randomisiert kontrollierte Studie      PRS = prospektiv randomisierte Studie  
 RCT = randomized controlled trial      Wdh. = Wiederholung      tgl. = täglich      VISA = Victorian Institut of Sports Assessment  
 VAS = visuelle analog Skala      ↑ = Steigerung      ↓ = Verminderung      < = kleiner als      > = größer als  
 Kg = Kilogramm      IG = Interventionsgruppe      VG1 = Vergleichsgruppe 1      VG2 = Vergleichsgruppe 2

#### 4.2.2 Outcomedaten der Studien

Alle sechs der ausgewählten Studien haben Ergebnisse mittels ihrer dafür ausgewählten Effektmaße erhoben. In jeder dieser Arbeiten wurde der Victorian Institut of Sports Assessment score (VISA) zur Evaluation der Kniefunktion verwendet. Zusätzlich wurde in vier von sechs Untersuchungen die visuelle analog Skala (VAS) zur Schmerzerfassung benutzt. Bei Visnes et al. und Bahr et al. wurde hierauf verzichtet [15,16].

Bei Young et al. wurde vor Beginn des Experimentes bei der IG ein durchschnittlicher VISA score von 64 Punkten mit einer Standardabweichung (SD) von 7 erhoben. Die mittleren VAS Werte lagen bei 29 und einer SD von 17 Punkten. Die VG1 begann mit dem gemittelten VISA von 58 bei einer SD von 10. Bei ihr lag der Durchschnitt der VAS Werte bei 52 Punkten und die SD wurde mit 18 angegeben. Nach Beenden der jeweiligen oben genannten Trainingsprogramme wurden nach 12 Wochen in der Interventionsgruppe und der Vergleichsgruppe 1 erneut beide Werte ermittelt. Hierbei lag in der IG der VISA gemittelt bei 80 und einer SD von 10 Punkten. Die Angaben auf der VAS wurden im Mittel bei 15 gemacht. Die SD lag hier bei 15. In der VG1 lagen die Angaben für VISA durchschnittlich bei 68 Punkten und die SD bei 10. Die Teilnehmer gaben ihre Schmerzwerte auf der VAS mit einem Punktwert von gemittelt 26 an. Die SD wurde mit 16 genannt [13]. Alle hier bei Young et al. beschriebenen Werte und Zahlen wurden aus der von den Autoren zur Darstellung benutzten Grafik abgelesen. Dies gilt auch für die nachfolgenden Angaben zum follow up Zeitpunkt. Bei dieser Untersuchung wurden nach 12 Monaten die Ergebnisse beider Gruppen mit VISA und VAS erneut evaluiert. Hier zeigte sich bei der IG ein Score im VISA von 85 mit einer SD von 8 und bei den Schmerzangaben ein VAS Wert von 9 bei einer Standardabweichung von 7 Punkten. In der VG1 lag der gemittelte VISA bei 70 mit einer SD von 8 und die VAS Angaben bei durchschnittlich 30 und einer Standardabweichung von 10. Beide Veränderungen sowohl nach 12 Wochen als auch nach 12 Monaten wurden mit  $p < 0,05$  als statistisch signifikant berechnet [13]. In ihrer Schlussfolgerung kommen Young et al. zu dem Ergebnis, dass beide eingesetzten exzentrischen Trainingsprotokolle zu Verbesserungen beim Schmerz und in der Funktion nach bis zu 12 Monaten führen [13].

Jonsson und Alfredson haben in ihrer Untersuchung für beide Gruppen (IG und VG1) ebenfalls VISA und VAS zur Effektmessung eingesetzt. In der IG wurden die jeweiligen Werte zu Beginn des Versuchs, nach Beendigung, also nach 12 Wochen, und zum follow up Zeitpunkt nach im Durchschnitt 32 Wochen erhoben. Ebenfalls wurden die ermittelten Differenzen auf statistische Signifikanz geprüft. Hierbei zeigten sich nachfolgend aufgeführte Werte. Beim VISA gab es zum Angangszeitpunkt im Mittel einen Score von 41,1 Punkten und eine SD von 17,9. Nach 12 Wochen lagen sie durchschnittlich bei 83,3 bzw. bei 23,4 für die Standardabweichung. Der Signifikanzwert ( $p$ ) für diese Differenz wurde mit  $p < 0,005$  errechnet. Zum follow up Termin stellten sich die Zahlenwerte mit 88,5 für den VISA und 10,1 für eine SD dar [14]. Im Vergleich dazu waren bei der VG1 zu Beginn der Studie die aus VISA ermittelten Durchschnittswerte 40,7 für den Score und 16,3 für die SD. Nach Ablauf des Testzeitraums lagen diese Zahlen bei 37 bzw. 4,6. Der Unterschied stellte sich als nicht signifikant dar. Der dafür berechnete Wert lag bei  $p < 0,34$  [14]. Es wurde keine follow up Messung in dieser Gruppe durchgeführt. Die Schmerzangaben der Probanden in der IG gaben die Autoren bei der Anfangserfassung mit im Mittel 72,7 an, die dazugehörige SD mit 16,2. Nach Ablauf der Intervention veränderten sich diese gemittelten Messergebnisse auf 22,5 für die VAS bei einer SD von 26,4. Diese Änderung wurde mit  $p < 0,005$  als statistisch signifikant berechnet [14]. VG1 zeigte eine nicht-signifikante Veränderung bei  $p < 0,34$ . Die dazu herangezogenen VAS Werte lagen bei durchschnittlich 68. Die SD betrug 18,5 [14]. Aus diesen Resultaten schlossen die Autoren, dass in Gegensatz zu konzentrischem Training ein exzentrisches Training nach oben beschriebenem Protokoll signifikant die Funktion verbessert und den Schmerz reduziert [14].

Visnes et al. verwandten ausschließlich VISA zur Evaluation ihrer Ergebnisse. Es ergaben sich unten aufgeführte Werte. Die IG begann das Trainingsprogramm mit gemittelten 71,1 VISA Punkten. Die SD lag in dieser Fraktion bei 11,3. Nach dem Experiment gaben die Testpersonen durchschnittlich 70,2 im Score an. Die Standardabweichung wurde mit 15,4 ermittelt [15]. Die VG1, die keine Intervention erhielt, wurde mit im Mittel 76,4 bei einer SD von 12,1 zu Beginn und mit am Ende 75,4 bzw. 16,7 mit Hilfe des VISA Score erfasst [15]. Zum follow up Messpunkt geben die Autoren VISA Werte für beide Gruppen von 76 und Standardabweichungen von 8 an. Dazu verwendeten sie eine Grafik, aus der die Werte abgelesen wurden [15]. Die Inter-

pretation von Visnes et al. dieser Ergebnisse lautete, dass kein Effekt auf die Kniefunktion mit einem 12-wöchigen exzentrischen Trainingsprogramm während einer laufenden Volleyballsaison zu zeigen war. Ob es andere Ergebnisse gibt, falls die Sportler pausieren, ist den Autoren nicht bekannt [15].

Zur Erfassung der Ergebnisse verwendeten Bahr et al. gleichfalls lediglich den VISA Score. Dabei zeigte die IG bei der Baseline Messung einen gemittelten Wert von 29 bei einer SD von 16. Für die VG1 wurden zum Vergleich 31 für den VISA sowie 15 für eine SD genannt [16]. Im Anschluss an das Trainingsprogramm veränderten sich die Werte bei der IG auf einen VISA Score von 52 und für die VG1 auf 46 [16]. Diese beiden Zahlen wurden, wie auch die unten für die follow up Messungen genannten, aus einer Grafik abgelesen, die von den Autoren in ihrer Veröffentlichung verwendet worden ist. Zum Zeitpunkt der Nachkontrollen wurden nochmals VISA Werte erfasst. Die Messungen wurden nach 6 und nach 12 Monaten durchgeführt. Dabei ergaben sich in der IG Zahlen von 56 für den ersten und 63 für den zweiten Messzeitpunkt. Die VG1 zeigte Ergebnisse von 58 bzw. 72 [16]. Bahr et al. schlussfolgerten aus ihren Daten, dass eine chirurgische Behandlung einer Patellatendopathie keinen Vorteil gegenüber einem exzentrischen Training zeigt. Aus diesem Grund sollte zuerst ein Training versucht werden, bevor man zu einer Entscheidung zu Gunsten einer Operation gelangt [16].

Bei Frohm et al. wurde die Evaluation der outcome Daten mit Hilfe des VISA und der VAS durchgeführt. Um ein Maß für die Verteilung der Messwerte anzugeben verwendeten die Untersucher hier ein 95% Konfidenzintervall (KI) für die Verteilung der VISA Werte und bei den Angaben zur VAS den Interquartilsabstand (Q25-75) zwischen dem ersten (Q25) und dem dritten Quartil (Q75) [17]. Bei der Erstmessung haben die Autoren den durchschnittlichen VISA Score für die IG mit 36 angegeben. Das 95% KI reichte von 23 bis 61. Auf der VAS ist der Median der Angaben bei 5 und der Q25-75 von 4 bis 5. In der VG1 gaben die Probanden im VISA im Mittel 49 an bei einem 95% KI von 38 bis 61. Als mittlere Schmerzangabe wurde 4 mit einem Q25-75 von 4 bis 6 angeführt[17]. Nach Ablauf der Interventionsphase erhoben Frohm et al. erneut Daten mit beiden Assessments. Für die IG nannten die Tester einen gemittelten Wert bei VISA von 75 und ein 95% KI von 46 bis 83. Auf der VAS wurde als Median 1 mit einem Q25-75 von 1 bis 2 angeführt. VG1 zeigte im VISA Veränderungen

auf durchschnittlich 86 und einem 95% KI von 71 bis 92 und bei der VAS im Median auf 0 mit einem Q25-75 von 0 bis 1. Die Signifikanzprüfung für die Differenzen zur Baseline ergab für beide Gruppen beim VISA jeweils einen Wert von  $p < 0,001$ . Bei den VAS Angaben lagen diese Werte bei  $p = 0,008$  für die Veränderung in der IG und wurden mit  $p = 0,003$  in der VG1 angegeben [17]. Eine Nachfolgeuntersuchung zu einem späteren Zeitpunkt wurde nicht durchgeführt. Aus diesen Daten folgerten die Autoren der Studie, dass ein beidbeiniges exzentrisches Overload Training nach dem oben genannten Protokoll genauso effektiv ist wie ein exzentrisches einbeiniges Training auf dem 25° decline Board [17].

In der Arbeit von Koonsgard et al. wurden VISA und VAS als Assessments verwendet. Alle drei Gruppen wurden jeweils zum Startzeitpunkt, nach Beendigung der Interventionen nach 12 Wochen und zum follow up Zeitpunkt nach 6 Monaten mittels dieser Scores untersucht. Dabei zeigte sich in der IG eine Veränderung der VISA Punkte von 53 mit der SD bei 13 auf 75 bei einer SD von 3. Die Änderung wurde mit  $p < 0,01$  als signifikant eingestuft. Beim follow up lag der VISA Punktwert ähnlich hoch bei 76. Die Standardabweichung wurde mit 16 berechnet. Für die Schmerzangaben mittels VAS geben die Tester zu Beginn einen Durchschnittswert von 59 bei einer SD von 20 an. Nach dem Training sanken diese Werte im Mittel auf 31. Die SD wurde durch die Autoren als 26 bestimmt. Bei  $p < 0,01$  wurde diese Differenz als signifikant berechnet. Zum Zeitpunkt der Nachkontrolle lag das arithmetische Mittel der VAS Werte bei 22. Für die SD wurde 17 genannt [18]. Anders verhielten sich die Ergebnisse für die VG1. Dort lag das Mittel des VISA Scores zum Termin der Baseline Erfassung bei 64 und stieg zum Ende der Interventionszeit auf durchschnittlich 82. Die jeweiligen Standardabweichungen betragen 14 bzw. 19. Diese Steigerung wurde von Koonsgard et al. für statistisch signifikant befunden. Der hierfür berechnete Parameter betrug  $p < 0,001$ . Zur follow up Messung sank der Mittelwert auf 64 mit einer SD von 22. Auch diese Differenz war bei  $p < 0,05$  signifikant. Für die Schmerzangaben auf der VAS nannten die Autoren vor Beginn einen Durchschnittswert von 58, nach dem Versuch von 18. Die zugehörigen SDs ergaben 17 bzw. 21. Diese Reduzierung war statistisch signifikant. Der kennzeichnende Wert betrug  $p < 0,01$ . Zum follow up erhöhte sich dieser Mittelwert mit  $p < 0,05$  signifikant auf 31 mit einer SD von 29 an [18]. Die VG2 zeigte zur Baseline Messung einen mittleren VISA von 56, nach der Interventionsphase einen von 78. Die jeweils berechneten Standardabwei-



chungen betragen 13 bzw. 18. Signifikanz konnte bei dieser Differenz und  $p < 0,01$  festgestellt werden. Zur Nachkontrolle stellten sich die Werte mit 86 für den durchschnittlichen VISA und 12 für die SD dar [18]. Auf der VAS machten die Testpersonen zu Beginn Angaben die auf 61 gemittelt wurden. Nach der Experimentalphase sank dieser Durchschnitt auf 19. Die zugehörigen SDs wurden mit 15 und 15 ermittelt. Die Veränderung wurde als signifikant berechnet. Der dementsprechende Wert betrug  $p < 0,01$ . Nach der follow up Untersuchung lag der mittlere VAS Wert bei 13, die SD hierfür bei 16. Die Unterschiede von IG und VG2 zur VG1 wurden ebenfalls zum follow up Zeitpunkt auf Signifikanz geprüft. Das Ergebnis  $p < 0,05$  für diese Berechnung ließ diese erkennen [18]. Aus ihren erhobenen Daten machten Koonsgaard et al. die Schlussfolgerung, dass alle drei Gruppen nach 12 Wochen eine signifikante Verbesserung sowohl in der Funktion als auch beim Schmerz erkennen ließen. Dieser Effekt war jedoch nur bei den beiden Gruppen mit exzentrischem Trainingsprotokoll auch zur Nachkontrolle noch vorhanden. Wohingegen bei der Gruppe, die Kortikoid Injektionen erhielt die Effekte wieder rückläufig waren [18].

In den nachstehenden Tabellen 6 und 7 sind alle oben beschriebenen Effektdaten noch einmal anschaulich dargestellt. Zusätzlich wurden auch die Schlussfolgerungen aller Autoren ebenfalls noch einmal zusammengefasst.

Autor/Jahr	Effektmaße Interventions-/Vergleichsgruppe1				follow up Zeitpunkt/Ergebnisse	Schlussfolgerung der Autoren	
Young et al. 2005		<b>VISA (IG)</b>	<b>VAS (IG)</b>	<b>VISA (VG1)</b>	<b>VAS (VG1)</b>	12 Monate	Beide exzentrischen Trainingsprotokolle verbessern Schmerz und Funktion.
Start	64±7*	29±17*	58±10*	52±15*	VISA (IG)	85±8*	
12 W.	80±10*	15±15*	68±10*	26±16	VAS (IG)	9±7*	-von VG1 wurde kein follow up erhoben
p-Wert	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05	VISA (VG1)	70±8*	
					VAS (VG1)	30±10*	
Jonsson, Alfredson 2005		<b>VISA (IG)</b>	<b>VAS (IG)</b>	<b>VISA (VG1)</b>	<b>VAS (VG1)</b>	Ø 32 Monate	Exzentrisches Training scheint im Gegensatz zu konzentrischem Training signifikant Schmerz zu reduzieren und die Funktion deutlich zu verbessern
Start	41,1±17,9	72,7±16,2	40,7±16,3	74,3±16,6	VISA (IG)	88,5±10,1	
12 W.	83,3±23,4	22,5±26,4	37±4,6	68±18,5	VAS (IG)	18,3Ø21,6	
p-Wert	P < 0,005	P < 0,005	P < 0,34	P < 0,34			
Visnes et al. 2005		<b>VISA (IG)</b>	<b>VISA (VG1)</b>			6 Monate	Kein Effekt auf die Funktion bei exzentrischem Training, wenn weiterhin der Sport ausgeführt wird. Ob es Effekte gibt bei gleichzeitiger Pause vom Sport ist nicht bekannt.
Start	71,1±11,3	76,4±12,1			VISA (IG)	76±8*	
12 W.	70,2±15,4	75,4±16,7			VISA (VG)	76±8*	

Tabelle 6: Effektdate 1/2  
Quelle: eigene Darstellung

Soweit nicht anders angegeben sind alle Angaben mit dem Mittelwert ± 1 Standardabweichung gemacht

Ø = Durchschnitt

IG = Interventionsgruppe

VG1 = Vergleichsgruppe1

VG2 = Vergleichsgruppe2

\* = Daten aus Grafik abgelesen

KI = Konfidenzintervall

VISA = Victorian Institut of Sports Assessment

VAS = visuelle analog Skala

p = Signifikanzwert

< = kleiner als W. = Woche

Autor/Jahr	Effektmaße Interventions-/Vergleichsgruppe1				follow up Zeitpunkt/Ergebnisse	Schlussfolgerung der Autoren		
Bahr et al. 2006		<b>VISA (IG)</b>		<b>VISA (VG1)</b>		Es zeigt sich kein Vorteil für eine chirurgische Behandlung im Vergleich zu einem exzentrischen Training. So sollte zuerst Training versucht werden, bevor es zu einer Entscheidung für eine Operation kommt.		
	Start 12 W.	29±16 52*		31±15 46*	6 Mo.   12 Mo. VISA (IG)   56*   63* VISA (VG1)   58*   72*			
	p-Wert	p < 0,001		p < 0,001	p < 0,001			
Frohm et al. 2007		<b>VISA (IG)</b>	<b>VAS(IG)</b>	<b>VISA(VG1)</b>	<b>VAS (VG1)</b>	-kein follow up-		
	Start 12 W.	36 (23-61) <sup>§</sup> 75 (46-83) <sup>§</sup>	5 (4-5) <sup>β</sup> 1 (1-2) <sup>β</sup>	49 (38-61) <sup>§</sup> 86 (71-92) <sup>§</sup>	4 (4-6) <sup>β</sup> 0 (0-1) <sup>β</sup>			
	p- Wert	p < 0,001	p=0,008	p < 0,001	p = 0,003			
Kongsgaard et al. 2009		<b>VISA(IG)</b>	<b>VAS(IG)</b>	<b>VISA(VG1)</b>	<b>VAS(VG1)</b>	<b>VISA(VG2)</b>	<b>VAS(VG2)</b>	Alle Gruppen zeigen eine signifikante Verbesserung im VISA nach 12 Wochen. Jedoch bleiben nur bei den exzentrischen Trainingsgruppen auch nach 6 Monaten die Effekte bestehen, anders als bei der Injektionsgruppe, wo sich die Werte wieder verschlechtern.
	Start 12 W.	53±13 75±3	59±20 31±26	64±14 82±19	58±17 18±21	56±13 78±18	61±15 19±15	
	p-Wert	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	p < 0,01	
	Follow up 6 Monate	76±16	22±17	64±22	31±26	86±12	13±16	
	p < 0,05**	p < 0,05***						

Tabelle 7: Effekt Daten 2/2  
Quelle: eigene Darstellung

Soweit nicht anders angegeben sind alle Angaben mit dem Mittelwert ± 1 Standardabweichung dargestellt

- IG = Interventionsgruppe      VG1 = Vergleichsgruppe1      VG2 = Vergleichsgruppe2
- \* = Daten aus Grafik abgelesen      VISA = Victorian Institut of Sports Assessment
- \*\* = Intergruppensignifikanzwert zw.VG1 und IG sowie VG2      VAS = visuelle analog Skala
- \*\*\* = Intragruppensignifikanzwert für VG1      p = Signifikanzwert      < = kleiner als
- § = Mittelwert mit einem 95% Konfidenzintervall      β = Medianwert mit Interquartilsabstand (Q25-Q75)

## **5 Diskussion**

Nachdem die Ergebnisse unter Abschnitt 4 beschrieben worden sind, sollen anschließend die Methodik der Suche sowie die Ergebnisse der einbezogenen Arbeiten diskutiert werden. Angesichts der Heterogenität der betrachteten Literatur hinsichtlich der jeweiligen Vergleichsgruppen soll eine deskriptive Analyse erfolgen.

### **5.1 Limitation der systematischen Übersichtsarbeit**

Die ausschließliche Suche in der Pubmed Datenbank reduziert die Anzahl der möglichen Treffer für diese Arbeit. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass nicht alle Synonyme und Begriffe für die einzelnen Gruppen der Suche hierfür verwendet wurden. Ebenfalls hätten mehr Ergebnisse bei einer Ausweitung der Suche auf andere Studiendesigns und Sprachen vorliegen können. Jedoch kann das hier vorliegende Ergebnis der Übersichtsarbeit einen guten Überblick über die derzeitige Datenlage bezüglich des exzentrischen Trainings bei Patellatendopathien geben. Des Weiteren handelt es sich bei den ausgewählten Studien jeweils um Studien mit randomisiertem Design und Vergleichsgruppen, was eine hinreichende Qualität und Aussagefähigkeit der Studien erkennen lässt. Somit sind die Schlüsse aus dieser Betrachtung durchaus geeignet um für den klinischen Alltag übertrag- und verwendbar zu sein.

### **5.2 Ergebnisse**

Die analysierten Studien berichten nahezu alle von einem positiven Effekt von exzentrischem Training die Beschwerden bei einer Patellatendopathie. Lediglich Visnes et al. entdeckten keinen Effekt durch diese Art der Intervention. Hier stellen die Autoren allerdings selber schon fest, dass die Fortführung des Volleyball Leistungssportes während der Interventionsphase für das Ausbleiben verantwortlich sein kann [15]. Hier sollten weitere Untersuchungen erfolgen, die entsprechende Kontrollgruppe während der Saisonpause beinhalten.

Die Trainingsfrequenz betrug in fünf von sechs Fällen 2-mal tgl. 3-mal 15 Wdh. Für 12 Wochen. Die hierbei gemessenen Effekte waren signifikant nachhaltig besser. Jedoch wurden bisher anderen Zeitrahmen oder Wiederholungszahlen nicht verglichen. Dieses sollte in Zukunft passieren, um die Trainingsprotokolle weiter zu verbessern. In den meisten Arbeiten wird berichtet, dass die Probanden bis zu einem

gewissen Schmerzgrad trainieren sollen. Jedoch gibt es dazu unterschiedlich Angaben. Bei Jonsson und Alfredson sollten die Testpersonen beispielsweise mit einem „akzeptablen Schmerz“ trainieren. Leider definieren die Autoren nicht genau, was sie explizit für eine Intensität darunter verstehen [14]. Dadurch lassen sich die Ergebnisse schlecht überprüfen sowie reproduzieren. Ebenso lassen manche Tester ihre Probanden bei einem Schmerzwert von 5/10 auf der VAS das Gewicht reduzieren, andere erst bei 7/10. Diese beiden unterschiedlichen Herangehensweisen wurden jedoch bisher noch nie direkt miteinander verglichen. Diese sollte in weiteren Untersuchungen stattfinden, um besser die Schmerzbereiche definieren zu können.

Rein exzentrisches Training auf dem decline board wird oftmals mit verschiedenen Formen eines konzentrisch/exzentrischen Trainings verglichen ohne decline board. Dabei haben sich aber mehrere Parameter verändert, wie beispielsweise die Trainingsart, der Untergrund, oder ob statt einbeinig beidbeinig trainiert werden sollte. Daher lassen sich die Ursachen für mögliche variierende Ergebnisse nicht eruieren. Hier sollten weitere Untersuchungen ansetzen, um diese Lücke zu schließen.

Bei der Frage der zu steigenden Gewichte gibt es ebenfalls keine klaren Erkenntnisse. Meistens findet sich aber eine Steigerung in Schritten von 5 Kg, wie bei Frohm et al., Bahr et al., Young et al. und Visnes et al. [13, 15-17]. Hier stellt sich die Frage, warum das Gewicht absolut gesteigert wurde und nicht in einem bestimmten Verhältnis zum Körpergewicht. Dieses könnte Differenzen in Statur und Trainingszustand der Probanden besser ausgleichen.

Young et al. verglichen zwei Gruppen, deren VAS Durchschnittswerte deutlich variierten. Eine Gruppe begann bei 29 die andere bei 52 [13]. Andere Arbeiten nennen eine Veränderung von mehr als 20 Punkten als klinische relevant. Daher stellt sich die Frage, ob diese beiden Gruppen bezogen auf die Schmerzangabe wirklich vergleichbar waren. Insbesondere, wenn man bedenkt, dass ein höherer Schmerzwert größere Möglichkeiten zur Schmerzreduzierung bietet.

Auch wenn es einige Ansatzpunkte für weitere Forschung gibt, sind die Ergebnisse bei einem exzentrischen Training auf einem 25° decline board vielversprechend. In Vergleich zu umfangreichen Trainingsprogrammen, wie dem der VG2 von Koonsgaard et al. oder mit einer Bromsman® Maschine, die ebenfalls gute Ergebnisse liefern, liegt der Vorteil auch auf der leichten und kostengünstigen Durchführbarkeit. Des Weiteren können die Patienten dieses Training einfach und regelmäßig zuhause durchführen.

## 6 Fazit

Die Fragestellung für diese Arbeit lautete: *Ist exzentrisches Training bei der Behandlung von Patellatendopathien anderen Therapieformen überlegen?* Zur Beantwortung wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wurden sechs Studien verwendet. Es scheint sich ein Protokoll zum exzentrischen Training durchgesetzt zu haben. So wird standardmäßig ein 25° decline board verwendet und ein rein exzentrisches Training des betroffenen Beines durchgeführt. In der Frequentierung der Therapie besteht ebenfalls weitestgehend Einigkeit darüber, dass das Training 2-mal tgl. mit je 3 mal 15 Wdh. verrichtet werden soll. Dieses Training zeigt signifikante und deutliche Verbesserungen in Schmerz und Funktion. Daher sollte es durchgeführt werden, trotz einiger oben genannter Schwächen in der Systematik. Es gibt Hinweise aus der Literatur, dass auch andere Trainingsformen einen ähnlichen Effekt zeigen. Beispielsweise ist das Training an der Bromsman® Maschine zu nennen, oder ein kombiniertes konzentrisch/exzentrisches Training an mehreren Geräten [17,18]. Diese Methoden haben allerdings einen deutlich höheren Aufwand bezogen auf Kosten und Geräteausstattung. Und die outcomes sind hier auch nicht besser. Somit zeigt sich hierbei das exzentrische Training praktikabler und günstiger. Ob dieses Training anderen Therapien überlegen ist, lässt sich nicht vollständig beantworten. Daher sollten weitere Forschungen mit weiteren Vergleichsgruppen folgen.

Dennoch kann zusammenfassend gesagt werden, dass nach derzeitigem Stand das exzentrische Training auf dem decline board zu empfehlen ist. Die Ergebnisse in den hier verwendeten Studien waren mit einer Ausnahme sämtlich signifikant gut, die Studien hatten hinreichende Qualität. Es kam zu deutlichen und klinisch relevanten Verbesserungen, die auch zur follow up Kontrolle noch bestand hatten. Es lässt sich zudem gut in das Heimprogramm des Patienten, wie auch in den Praxis Alltag integrieren.

## Literaturverzeichnis

- [1] *Cook J L, Khan K M, Harcourt P R, Grant M, Young D A, Bonar S F*: A cross sectional study of 100 athletes with jumper's knee managed conservatively and surgically. The Victorian Institut of Sports Tendon Study Group. *British Journal of Sports Medicine* 1997; 31:332-336
- [2] *Ferreti A*: Epidemiology of jumper's knee. *Sports Medicine* 1986; 3: 289-295
- [3] *Lian OB, Engebretsen L, Bahr R*: Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *American Journal of Sports Medicine* 2005; 33: 561-567
- [4] *Alfredson H*: The chronic painful Achilles and patella tendon: research on basic biology an treatment. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2005; 15: 252-259
- [5] *Shalabi A, Kristoffersen-Wiberg M, Aspelin P, Movin T*: Immediate Achilles tendon response after strength training evaluated with MRI. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36: 1841-1846
- [6] *Curwin S, Stanish WD*: Tendinitis: its etiology and treatment. *British Journal of Sports Medicine* 2001;35:291-294
- [7] *Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R*: Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *American Journal of Sports Medicine* 1998; 26: 360-366
- [8] de Marées H, *Sportphysiologie*; Sportverlag Strauß 2003; 9. Auflage S.181ff
- [9] *Khan K M, Maffulli N, Colemann B D, Cook J L, Taunton J E*: Patellar tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management. *British Journal of Sports Medicine* 1998; 32: 346-355
- [10] *Kujala U M, Kvist M, Ostermann K*: Knee injuries in athletes: review of exertion injuries an retrospective study of outpatients sports clinic material. *Sports Medicine* 1986; 3: 447-460
- [11] *Bahr R und Reeser J C*: Federation Internationale de Volleyball. Injuries among world-class beach volleyball players. The Federation Internationale de Volleyball beach volleyball study. *American Journal of Sports Medicine* 2003; 31: 119-125

- [12] Kountouris A, Cook J L: Rehabilitation of Achilles and patella tendinopathies. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology* 2007; 21: 295-316
- [13] *Young M A, Cook J L, Purdam C R, Kiss Z S, Alfredson H*: Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *British Journal of Sports Medicine* 2005; 39: 102-105
- [14] *Jonsson P, Alfredson H*: Superior results with eccentric compared to concentric quadriceps training in patients with jumper's knee: a prospective randomised study. *British Journal of Sports Medicine* 2005; 39: 847-850
- [15] *Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R*: No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season – A randomized clinical trial. *Clinical Journal of Sports Medicine* 2005; 4: 225-232
- [16] *Bahr R, Fossan B, Loken S, Engebretsen L*: Surgical Treatment compared with eccentric Training for patellar tendinopathy (jumper's knee) – A randomized, controlled trial. *Journal of bone and joint surgery* 2006; 88(8): 1689-1698
- [17] *Frohm A, Saartok T, Halvorsen K, Renström P*: Eccentric treatment for patellar tendinopathy: a prospective randomised short-term pilot study of two rehabilitation protocols. *British Journal of Sports Medicine* 2007; 41(7):e7. Epub 2007
- [18] *Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, Laursen A H, Kaldau N C, Kjaer M, Magnusson S P*: Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 2009; 19(6): 790-802



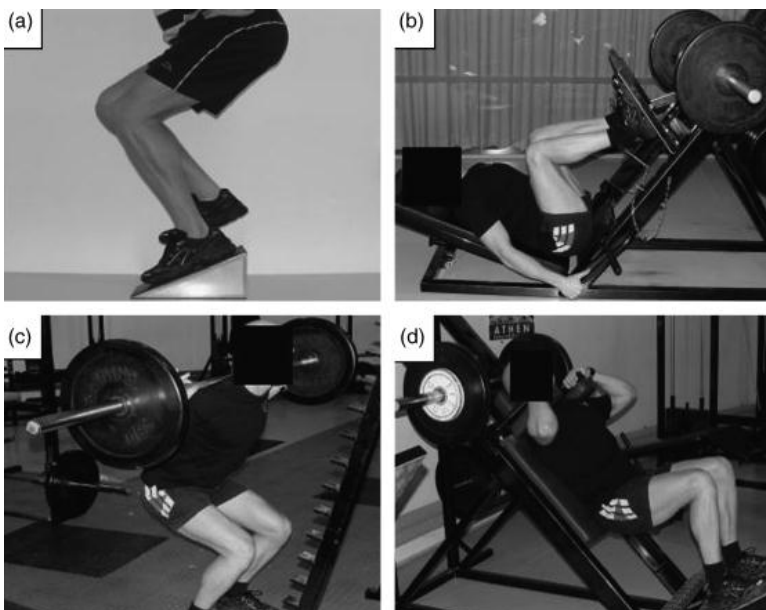
## Anhang

### Anhang 1: Beispiel für ein 25° decline board



Quelle: Jonsson und Alfredson (2005)

### Anhang 2: Übungen der VG 2 bei Koonsgaard et al.



Quelle: Koonsgaard et al. (2009)

### Anhang 3: Bromsman® Maschine



Quelle: Frohm et al. (2007)

## Anhang 4: Visa Score

Name:

Age:

Date:

### VICTORIAN INSTITUTE OF SPORT ASSESSEMENT SCALE

**1. For how many minutes can you sit pain-free?**

0 mins 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 100 mins

Points

**2. Do you have pain walking downstairs with a normal gait cycle?**

Strong severe 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 No pain

Points

**3. Do you have pain at the knee with full active non-weight bearing knee extension?**

Strong severe 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 No pain

Points

**4. Do you have pain when doing a full weight-bearing lunge?**

Strong severe 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 No pain

Points

**5. Do you have problems squatting?**

Unable 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 No problem

Points

**6. Do you have pain during or immediately after doing 10 single leg hops?**

Strong severe 

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

 No pain  
pain/  
unable

Points

**7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?**

Points

- 0  Not at all  
 4  Modified training ± modified competition  
 7  Full training ± competition but not at the same level as when symptoms began  
 10  Competing at the same or higher level when symptoms began

**8. Please complete EITHER A, B or C in this question.**

- If you have **no pain** while undertaking sport please complete **Q8a only**
- If you have **pain while undertaking sport but it does not stop you** from completing the activity, please complete **Q8b only**.
- If you **have pain that stops you from completing sporting activities**, please complete **Q8 c only**

**8a.** If you have no pain while undertaking sport, for how long can you train/practise?

NIL	0-5 mins	5-10 mins	11-15 mins	>15 mins	Points	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>0</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>30</b>		

or

**8b.** If you have some pain while undertaking sport, but it does not stop you from completing your training/practice, for how long can you train/practise?

NIL	0-5 mins	5-10 mins	11-15 mins	>15 mins	Points	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>0</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>20</b>		

or

**8c.** If you have pain that stops you from completing your training/practice, for how long can you train/practise?

NIL	0-5 mins	5-10 mins	11-15 mins	>15 mins	Points	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		

**TOTAL VISA SCORE**