



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

# OMT

Weiterbildung in orthopädischer manueller Therapie nach den Standards der  
IFOMPT

Facharbeit

Sollte ein sensomotorisches Training in der  
Rehabilitation nach Knieendoprothese zur  
Verbesserung der Aktivitäten des täglichen Lebens  
erfolgen?

eingereicht von  
Anke Bettermann  
2005a  
März 2013

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung	1
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>2</b>
2.1 Arthrose	2
2.2 Knie Totalendoprothese	2
2.3 Sensomotorisches Training	3
2.4 Rehabilitation	5
<b>3 Methodik und Ergebnisse</b>	<b>6</b>
3.1 Evidence based practice (EBP)	6
3.1.1 Überlegungen zur Fragestellung	7
3.1.2 Literaturrecherche	9
3.2 Überprüfen der Evidenz	12
3.2.1 Interne Validität	12
3.2.2 Externe Validität	17
3.2.3 Statistische Validität	18
<b>4 Diskussion</b>	<b>19</b>
<b>5 Fazit</b>	<b>20</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>Appendix 1</b>	<b>7</b>
<b>Appendix 2</b>	<b>8</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens
CASP	Critical Appraisal Skills Programm
EBP	Evidence based practice
FT	funktionales Trainingsprogramm
FT+B	funktionales Trainingsprogramm + Balancetraining
KTEP	Knie Totalendoprothese
M.	Musculus
MEDLINE	MEDLINE US National Library of Medicine
OP	Operation
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
PT	Propriozeptionstraining
PubMed- NCBI	PubMed des National Center of Biotchnology Information
RCT	randomisierte klinische Studie
SGB IX	Sozialgesetzbuch neuntes Buch
SMS	Sensomotorisches System
SMT	Sensomotorisches Training
WOMAC	Western Ontario and Mc Master Universities Osteoarthritis

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die degenerativen Veränderungen des Kniegelenks -medizinisch Gonarthrose- ist die häufigste Ursache für die Implantation einer Totalendoprothese. Die Anzahl der Implantation einer Knie Totalendoprothese (KTEP) stieg in den letzten Jahrzehnten deutlich an. 2006 wurden in Deutschland mehr als 125000 Knieerstimplantationen durchgeführt (Müller et al., 2009). Nach der operativen Versorgung eines Last tragenden Gelenks mit einer Endoprothese sind die Erreichung des Therapieziels im Sinne eines funktionierenden Gelenks und der Erhalt des Operationserfolgs nur dann langfristig gesichert, wenn eine fachliche, situationsangemessene und individuelle Nachbehandlung erfolgt. (Heisel et al., 2007; Steinke et al., 2003). Viele dieser Patienten nehmen vor diesem Hintergrund nach der Akutphase eine Rehabilitation in Anspruch (Müller et al. 2009). Ziel einer solchen Rehabilitation ist es die volle Funktionsfähigkeit des Gelenkes wieder herzustellen. Bei der Bestimmung der Lebensqualität der Betroffenen zeigte sich, dass die Defizite hauptsächlich im Bezug zum Schmerz und zur körperlichen Funktion zu sehen sind (Merkesdal und Mau, 1999). Da immer mehr Menschen nach der Rehabilitation wieder an Ihren Arbeitsplatz zurückkehren müssen, sind die Anforderungen an dieses Gelenk nach der Operation gestiegen, insbesondere im Bereich der Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) und der sportlichen Aktivität (Piva et al., 2010).

Zur Verbesserung der ADL ist es notwendig eine dynamische, motorische Kontrolle und eine situativadäquate Einstellung von Gelenkpositionen zu erzielen. Die koordinativen Aspekte bei der motorischen Ansteuerung sind entscheidend für die Kontrolle des Gelenks. Die Integration der sensorischen Rückmeldungen aus den Propriozeptoren der Muskeln, der Bänder und der Sehnen bilden die Basis für eine „sensorische Kontrolle“ der unteren Extremität (Gollhofer et al., 2006).

Die Stimulation der Propriozeptoren wird über spezielle Trainingsformen erreicht. Diese werden unter dem Begriff des sensomotorischen Trainings (SMT) zusammengefasst. Unter SMT wird im Allgemeinen eine Trainingsform beschrieben, die auf eine verbesserte Integration afferenter Informationen beim Ablauf spezifischer Bewegungsprogramme abzielt (Granacher, 2007).

Findet dieser Aspekt in den derzeitigen Rehabilitationsprogramme nach KTEP ausreichend Berücksichtigung und wie sieht die Evidenz aus?

## **2 Theoretische Grundlagen**

### **2.1 Arthrose**

Durch den demografischen Wandel der Gesellschaft steigt die Zahl der Menschen mit Arthrose stetig. Mit dieser zunehmenden Überalterung der Bevölkerung steigt auch die Anzahl der degenerativen Gelenkveränderungen im menschlichen Körper (Jones et al. 2001, Katthagen et al., 2001). Damit ist es nicht weniger die Frage, wer eine Arthrose bekommt, sondern nur wann er sie bekommt (Niedhardt und Pfeil, 2003). Bei erwachsenen Menschen ist die Gonarthrose, die weltweit häufigste Gelenkerkrankung (Engelhard, 2003). Nach Jerosch (1997) stellt die degenerativen Gelenkerkrankungen eine „Volkskrankheit“ dar. Die degenerativen Gelenkerkrankungen zeichnen sich im Allgemeinen durch einen langsam fortschreitenden Prozess aus, bei dem es zu einem Ungleichgewicht zwischen dem Auf- und Abbau von Matrixmolekülen im Gelenkknorpel kommt (Niedhardt und Pfeil, 2003). Im Verlauf der Arthrose entstehen muskuläre, kapsuläre und arthrogene Kontrakturen, die zu funktionellen Bewegungseinschränkungen und Achsenfehlstellungen des Gelenkes führen (Michael et al., 2010; Sharma et al., 2004). Muskuläre Dysbalancen entstehen durch eine pathologische afferente Informationsweiterleitung aus den Propriozeptoren der Gelenkkapsel. Daraus folgt eine Inhibition der gelenkstabilisierenden Muskulatur und funktionell eine Verschlechterung des Gleichgewichts und der Gangkoordination (Menkel, 2000).

Patienten mit arthrotisch veränderten Kniegelenken entwickeln frühzeitig ein objektives Kraftdefizit des M. quadriceps femoris im Vergleich zu Menschen die in dem gleichen Alter sind (Hurley, 1999). Diese Insuffizienz des M. quadriceps femoris begünstigt Gelenkschmerzen. Wohin gegen die Schmerzfremheit lediglich positive Wirkung auf die Muskelkraft hat, aber keinen Einfluss auf die posturale Stabilität (Laube, 2009).

Im weiteren Krankheitsverlauf erfordert die Arthrose eine therapeutische Betreuung und unter Umständen eine operative Versorgung. Dies hat zur Folge, dass Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen im Bereich des Gesundheitswesens, auch aus volkswirtschaftlicher Sicht, eine immer größere Bedeutung erhalten (Rothfuss et al., 1997).

### **2.2 Knie Totalendoprothese**

Bei der Implantation einer KTEP werden beide Gelenkanteile durch künstliche Implantate ersetzt. Das Ziel dieser Operation ist es, die arthrotisch bedingten Schmerzen zu reduzieren und die Bewegungsabläufe im Gelenk funktionell wieder herzustellen

len (Jerosch und Heisel, 2010). Durch den operativen Eingriff kommt es erst einmal zu einer verminderten Belastungsfähigkeit des betroffenen Beins. Darüber hinaus kann man eine Kraftminderung der gelenkstabilisierenden Muskulatur und eine eingeschränkte Funktion des sensomotorischen Systems beobachten. Dies hat negative Folgen für die ADL (Lephart et al, 2000). Weitgehend unklar ist jedoch, ob der operative Eingriff die präoperativ bestehenden Defizite der Arthrose verstärken und welchen Einfluss die KTEP auf die Propriozeption des Gelenkes hat.

### **2.3 Sensomotorisches Training**

Die Sensomotorik basiert auf den physiologischen Grundlagen des Sensomotorischen Systems (SMS). Das SMS beinhaltet die neurosensorische Reizaufnahme, zentral neuronale Verarbeitungsprozesse und eine daraus resultierende neuromuskulären Antwort. Somit ist es die Grundlage einer zielgerichteten Bewegungskoordination (Bruhn et al., 2001; Lephart et al., 2000).

Wissenschaftliche Erkenntnisse der neuronalen Zusammenhänge belegen die Interaktion der verschiedenen sensomotorischen Zentren, sowie deren enormen Plastizität und Kapazität in der Verarbeitung von Reizen. Hieraus wird deutlich, dass bei funktionellen Bewegungen spinale, supraspinale und kortikale Areale eine große Bedeutung haben. (Gisler-Hoffmann, 2008).

Der Begriff des Sensomotorischen Trainings (SMT) setzt sich aus den Begriffen Sensomotorik und Training zusammen (Bruhn, 2009).

Die positive Auswirkung des SMTs konnte in verschiedenen Bereichen dargestellt werden. Unter anderem im Bereich der Verletzungsprophylaxe bei Verletzungen der unteren Extremität (Bahr et al., 1997; McGuine und Keene, 2006; Olsen et al., 2005; Verhagen et al., 2004) wird es zum einen im Leistungs- und Breitensport junger gesunder Personen und zum anderen im Bereich der Sturzprophylaxe bei älteren Menschen angewandt. Hier wird dem SMT die Verbesserung der funktioneller Reflexaktivitäten (Granacher et al., 2007; Mynark und Koceja, 2002; Williams et al., 1997) sowie alltagsmotorischer Aufgaben zugesprochen (Province et al., 1995).

Die Verwendung des Begriffes SMT ist im internationalen Sprachgebrauch oft unklar und dessen praktische Verwendung nicht einheitlich geregelt (Bruhn, 2003; Gollhofer et al., 2006; Granacher et al. 2007). Im angloamerikanischen Sprachgebrauch werden vor allem die Begriffe des proprioceptive / Propriozeotionstraing (PT) (Cooper et al., 2005; Hassan et al. 2001; Jerosch et al., 1997) und des Balancetrainings / Stabilisationstraining (Cooper et al., 2005; Piva et al., 2009) verwendet.

Mit den Begriffen Balancetraining und Stabilisationstraining werden oft dieselben Übungen beschrieben (Bruhn, 2009). Dies führt zu einem sehr großen Freiraum für die inhaltliche Gestaltung dieser Trainingsformen (Gruber und Gollhofer, 2004; Heitkamp et al., 2001). Denn Ziel des Balancierens ist die Wiederherstellung oder das Erhalten einer stabilen Körperposition über einer labilen Unterstützungsfläche (Bruhn, 2009).

SMT vs. PT sind zwei feststehende Begriffe in der Literatur. Sie werden aber zum Teil synonym verwendet. Dies hat zur Folge, dass teilweise die gleiche praktische Anwendung beschrieben wird. Leider ist dies in den meisten Fällen fachlich nicht korrekt. Von PT sollte nur im Rahmen von Präventions- und Rehabilitationsprogrammen bei Gelenkverletzungen gesprochen werden. Für die Verbesserung der Standstabilität werden im Sinne der posturalen Kontrolle zusätzlich zur Propriozeption weitere sensorische Qualitäten angesprochen (Bruhn, 2009).

Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit soll der Begriff des SMT Verwendung finden, da dieses Training alle Maßnahmen beinhaltet, die eine Anpassung des SMS hervorrufen.

Die Unklarheiten im Bereich der Nomenklatur dieser Trainingsform setzen sich auch im Bereich der Belastungsparameter fort. Auffallend ist die enorme Bandbreite im Bereich der Belastungsdauer, die von fünf Sekunden Einzelreizdauer (Petersen et al., 2005) bis zur Aussage „so lange wie möglich“ reicht (Jerosch et al., 1997).

WASTL (online) definiert den Begriff des **Trainings** als:

- *Veränderung (vom Ist- zum Soll-Zustand eines Systems)*
- *leistungsorientiert*
- *eine Unterklasse von Arbeit*
- *wird gesteuert mit Hilfe bestimmter Methoden*
- *systematisch bzw. planmäßig*
- *setzt als eine wichtige Methode die Wiederholung ein*
- *kann sich auf Körper und/oder Psyche richten*
- *setzt nicht ein festgelegtes Leistungsniveau voraus, kann sich also an jede Leistungsklasse wenden*
- *kann maximierend, präventiv oder rehabilitativ wirken*

Die Mehrzahl dieser Punkte findet beim SMT kaum Anwendung.

Zusammenfassend kann von einer nicht definierten Trainingsform gesprochen werden, die in ihrer Ausführung sehr variabel gehandhabt wird.

## 2.4 Rehabilitation

Gutenbrunner und Glaesener (2007, S. 114) definieren den Begriff **Rehabilitation** wie folgt:

*Rehabilitation wird heute als ein multi- und interdisziplinäres Management der funktionalen Gesundheit einer Person definiert. Sie zielt auf die Beseitigung negativer Krankheitsfolgen und eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität.*

In Deutschland sind seit 2001 rehabilitationsrelevante Rechtsvorschriften im Sozialgesetzbuch Neuntes Buch (SGB IX) zusammengefasst. Insbesondere die § 17 und § 26 sind für die Rehabilitation nach KTEP relevant (SGB IX 2001, online).

Im Katalog der Anschlussheilbehandlungs Indikationen wird die Fallgruppe der „Degenerativ-rheumatische Krankheiten und Zustände nach Operationen und Unfallfolgen an den Bewegungsorganen“ gelistet. Zu dieser Fallgruppe werden auch die Patienten mit KTEP gezählt. Anschlussheilbehandlungen können stationär und teilstationär (tagesklinisch) durchgeführt werden. Im Weiteren gibt es ambulante oder stationäre Rehabilitationen bei „chronischen Erkrankungen oder verbleibenden Schäden“, zu denen die Implantation einer KTEP gezählt werden kann. Der Unterschied zur Anschlussheilbehandlung ist, dass diese direkt nach OP erfolgt. Eine Rehabilitation kann aber auch noch nach Jahren erfolgen (Gutenbrunner und Glaesener, 2007).

Generell sollte eine ambulante Rehabilitationsmaßnahme Vorrang vor einer stationären haben (Betanet 2012, online).

Die Kostenübernahme findet durch folgende Leistungserbringer statt (Gutenbrunner und Glaesener, 2007):

- gesetzlichen Krankenkassen (GKV)
- Private Krankenversicherungen (PV)
- Gesetzliche Unfallversicherungen (Berufsgenossenschaften) (BG)
- Gesetzliche Rentenversicherungen (RV)
- Alterssicherungen der Landwirte
- Bundesagentur für Arbeit (BA)



- Öffentliche Jugendhilfe
- Sozialhilfe

Somit erhält jeder Mensch nach einer Implantation einer KTEP in Deutschland die Möglichkeit eine Rehabilitation in Anspruch zu nehmen.

### **3 Methodik und Ergebnisse**

#### **3.1 Evidence based practice (EBP)**

Sackett definiert 1996:

*Evidenz Basierte Medizin ist der gewissenhafte, ausdrückliche und vernünftige Gebrauch der gegenwärtig besten externen, wissenschaftlichen Evidenz für Entscheidungen in der medizinischen Versorgung individueller Patienten. Die Praxis der Evidence Basierten Medizin bedeutet die Integration individueller klinischer Expertise mit der bestmöglichen externen Evidenz aus systematischer Forschung (Supp 2007, S. 805)*

Seit der Gründung des Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen 2004 ist die Evidenzbasierung im deutschen Gesundheitswesen zu einem zentralen Thema geworden (Müller et al., 2009).

Doch was bedeutet dies für den therapeutischen Alltag?

EBP bedeutet demnach mein eigenes Handeln unter folgenden Fragestellungen zu prüfen. Wie ist der derzeitige wissenschaftliche Erkenntnisstand zum Thema? Wie kann ich mein therapeutisches Handeln einordnen und die optimale physiotherapeutische Betreuung für meinen Patienten gestalten (Supp, 2007)?

Dazu wird im Allgemeinen in der EBP ein 5 Stufen Plan verwendet. Diese Taxonomie lässt sich bei vielen Autoren mit sinngemäß gleichem Wortlaut wieder finden. Sackett et al. (cited in Herbert, 2005) Hamer und Collinson (2005) und Greenhalgh (2006)

- Stufe 1 – Klinisch beantwortbare Fragen stellen.
- Stufe 2 – Die Evidenz dazu finden (Literaturrecherche)
- Stufe 3 – Die vorhandene Evidenz kritisch bewerten
- Step 4 – Überprüfen, ob die Evidenz angewendet werden kann
- Step 5 – Evaluation der Wirksamkeit bzw. Erfolges

### 3.1.1 Überlegungen zur Fragestellung

Durch den operativen Eingriff bei einer KTEP kommt es vorübergehend zur Kraftminderung der gelenkstabilisierenden Muskulatur und zur Funktionseinschränkung des SMS mit Auswirkungen auf die ADL (Lephart et al., 1997). Für das vorübergehende Funktionsdefizit sind zentralnervöse Ansteuerungsprobleme und sensorische Afferenzverluste infolge zerstörter propriozeptiver Funktionen verantwortlich. Der Einfluss der KTEP auf die Propriozeption ist noch unklar. Einige Studien zeigen, dass ein endoprothetischer Eingriff zu keiner weiteren Abnahme der Propriozeption in einem arthrotisch veränderten Gelenk führt, sondern eher Vorteile mit sich bringen würde.

Das SMT wird vermehrt bei sturzgefährdeten Menschen zum Einsatz gebracht (Granacher et al., 2007). Studien dokumentieren, dass eine Verminderung der Gleichgewichtsfähigkeit mit zunehmendem Alter physiologisch vorhanden ist, sich aber bei Kniegelenksarthrose noch weiter verschlechtert (Hassan et al. 2001). Fitzgerald et al. (2004) kommen in ihrer Untersuchung zu dem Ergebniss, dass 63 Prozent ihrer Probanden mit Kniearthrose ein instabiles Knie haben. Das SMT führt bei gesunden Menschen zu einer verbesserten motorischen Kontrolle der gelenkumgreifenden Muskulatur an Sprung- und Kniegelenken (Gollhofer et al., 2006).

Hieraus lässt sich schlussfolgern, dass eine Knieinstabilität ein Defizit bei Gonarthrose ist, die mit speziellen Therapieprogrammen behandelt werden sollte, um die Wirksamkeit der Rehabilitation für Personen mit KTEP durch Gonarthrose zu maximieren.

Problem:

Entsprechen aktuelle Rehabilitationsprogramme nach KTEP den gesteigerten Erwartungen zur Wiederherstellung der gestörten Funktion? Die Anzahl der Patienten mit einer KTEP steigt konstant, und die Anforderungen an ein solches Gelenk nach der Operation besonders in Bezug auf Gleichgewicht und Bewegungskontrolle und in den Bereichen des täglichen Lebens werden immer komplexer. Sollten aktuelle Rehabilitationskonzepte darauf Rücksicht nehmen?

Um eine solche Fragestellung leichter zu gestalten, findet das Hilfsmittel der **PICO** Struktur Verwendung.

<b>P</b> opulation	Patienten die nach einer KTEP in eine Rehabilitation gehen
<b>I</b> ntervention	Sensomotorisches Training
<b>C</b> omparison	übliche Rehabilitation
<b>O</b> utcome	Funktion des Kniegelenks, ADL

Frage:	Sollte ein sensomotorisches Training in der Rehabilitation nach Knieendoprothese zur Verbesserung der Kniegelenksfunktion und der ADL`s erfolgen?
--------	---

Wie sehen die derzeitigen herkömmlichen Rehabilitationsprogramme nach KTEP aus?

Die Deutsche Rentenversicherung hat eine Prozess Leitlinie für die medizinische Rehabilitation nach Hüft- und Kniegelenksendoprothese herausgegeben. Diese Leitlinie bezieht sich auf die Angebote, die in einer Rehabilitation stattfinden sollen und deren Umfang pro Reha bzw. pro Woche. In diesem Zusammenhang werden einzelne Verfahren wie z. B. Bewegungstherapie, Einzelkrankengymnastik usw. aufgeführt. Über die inhaltliche Gestaltung dieser Verfahren werden keine Angaben gemacht. (Deutsche Rentenversicherung 2010, online)

Der Prozess – Leitlinie liegt unter anderem eine systematische Literaturanalyse nach Hüft- und Kniegelenksendoprothese zugrunde. In dieser Arbeit beschreiben Müller et al. (2009) folgenden Ergebnisse:

- *Es gibt weder national noch international ein verbindliches Nachbehandlungsschema für Endoprothesen (S.70).*
- *Bei einer Metaanalyse zur KTEP zeigten sich geringe positive Kurzeffekte für eine intensive ambulante physiotherapeutische Behandlung nach der Akutphase (S. 66).*

- *Es können derzeit weder für die Therapiefrequenz und –dauer, noch für das Versorgungssetting oder die Art der Anleitung eindeutige Empfehlungen ausgesprochen werden (S.67).*
- *Es gibt derzeit weder für eine ideale Therapie noch für den zeitlichen Ablauf oder die Dosierung eindeutige Evidenz (S. 71).*

Die AOK (Allgemeine Orts Krankenkasse), als größte deutsche Krankenkasse, hat ein Rehaprogramm unter dem Namen: AOK – pro Reha – Programm für Hüft- und Knieendoprothesen entwickelt (aok flyer 2010, online).

Selbst dieses Programm weist keinerlei Verbindungen zur „Rehabilitation nach Hüft- und Kniegelenksendoprothese“ auf. Es handelt sich um das übliche, nicht Krankheits- oder Störungsbezogene Angebot der AOK Baden-Württemberg (Müller- Fahnnow et al. 2008).

Das AOK-proReha-Konzept gibt keine Auskunft zur Güte der Evidenzbasierung. Die im Rahmen der Begutachtung vorgenommenen Leitlinien- und Literaturrecherchen zur Rehabilitation nach Knie- und Hüftgelenksendoprothese zeigen, dass zurzeit keine Leitlinien existieren und ein genereller Mangel an nationalen und internationalen Studien besteht (Müller- Fahnnow et al. 2008).

### **3.1.2 Literaturrecherche**

Die Suche in Deutschen Journalen gestaltete sich schwierig. Mit Abonnementen Zugang wurde unter Thieme connect in der Zeitschrift „Physiopraxis“ und unter dem Online Zugang der PT Zeitschrift für Physiotherapeuten gesucht. Beide Zeitschriften erlaubten nur einzelne Suchbegriffe. Folgende Suchbegriffe für die Recherche fanden Verwendung: Knie TEP, Knieendoprothese und Knie Totalendoprothese. In beiden Zeitschriften wurden lediglich Einzelfallberichte zu diesem Thema gefunden. Bei der Sichtung des Volltextes zeigte sich dann, dass diese Arbeiten für die weitere Analyse in dieser Arbeit nicht geeignet sind. Im Weiteren wurde noch ein Systematik Review von Laube gefunden, welcher sich aber sehr breit mit der Thematik Endoprothese der Hüfte und des Knies, Rehabilitation und unterschiedliche Trainingsformen beschäftigt. So dass diese Arbeit auch nicht weiter analysiert wurde.

Anschließend wurde weiter in internationalen Suchmaschinen gesucht. Medline, CINAHL and Cochrane Library via EBSCO host Zugang der University Teeside, sowie im offenen Zugang von PEDro (Physiotherapy Evidence Database).

Die weitere Auflistung der Suchbegriffe / Keywords erfolgt in englischer Sprache.

Keywords:

Population	Intervention	Comparison	Outcome
total knee arthroplasty	balance training	usual rehabilitation	Function
knee arthroplasty	balance exercises	Rehabilitation	Activities in daily living
total knee replacement	neuromuscular	rehabilitation programme	Activities of daily life
knee replacement	proprioceptive	Treatment	Quality of live
knee endoprothesis	senso-motor training	rehabilitation concepts	physical fitness
prosthetic knee arthroplasty	sensorimotor training		physical function
			movement control

Die elektronische Suche fand anhand von Kombinierten Keywords zur Spezifizierung der Suche statt.

CINHAL via EBSCO

Search date: 12th August 2012

S1: total knee arthroplasty (TI)	2088
S2: knee arthroplasty (TI)	2651
S3: total knee replacement (TI)	706
S4: knee replacement (TI)	1084
S5: knee endoprotheses (TI)	0
S6: prothetic knee arthroplasty (TI)	0
S7: S1 + balance training (TX)	4
S8: S2 + balance training (TX)	5
S9: S3 + balance training (TX)	3
S10: S4 + balance training (TX)	2
S11: S1 + balance exercises (TX)	2
S12: S2 + balance exercises (TX)	0
S13: S3 + balance exercises (TX)	3
S14: S4 + balance exercises (TX)	4
S15: S1 + neuromuscular (TX)	30
S16: S2 + neuromuscular (TX)	32
S17: S3 + neuromuscular (TX)	10

S18: S4 + neuromuscular (TX)	13
S19: S1 + proprioception (TX)	11
S20: S2 + proprioception (TX)	16
S21: S3 + proprioception (TX)	10
S22: S4 + proprioception (TX)	13
S23: S1 + sensomotor training (TX)	0
S24: S2 + sensomotor training (TX)	0
S25: S3 + sensomotor training (TX)	0
S26: S1 + sensorimotor training (TX)	0
S27: S7 + usual rehabilitation (TX)	0
S28: S7 + rehabilitation (TX)	4
S29: S8 + rehabilitation (TX)	0
S30: S9 + rehabilitation (TX)	0
S31: S10 + rehabilitation (TX)	2
S32: S7 + function (TX)	2
S33: S8 + function (TX)	0

Nachdem bei S1 bis S4 eine sehr hohe Zahl an Studien erschienen, wurde es notwendig, die Suche sensitiver zu gestalten. Dafür eignet sich der Boole'sche Operator. Hierbei werden mehrere Begriffe für die Suche verknüpft (Die Suchfibel, online). Bei S33 wurde die Suche abgebrochen, da es zu diesem Zeitpunkt nur noch Doppelungen gab.

Unter CINHAL wurden bei S8 fünf Treffer gefunden. Bei genauerer Analyse der Titel und Abstracts konnten zwei Veröffentlichungen von derselben Autorengruppe gefunden werden, die geeignet erschienen. Der 1. Titel lautet „Effectiveness and feasibility of a balance training program post total knee arthroplasty: pilot randomized trial” (Piva et al., 2009).

Der 2. Titel lautet: “A balance exercise program appears to improve function for patients with total knee arthroplasty: a randomized clinical trial”. (Piva et al., 2010)

Die Suche in der Chocran libery ergab drei Treffer im Bereich der Clinical trails. Bei genauerer Analyse der Titel und Abstracts wurde ebenfalls ausschließlich die Veröffentlichung von Piva et al. (2010) als geeignet eingestuft.

Die Recherche unter PEDro ergab bei der Kombination der Keywords wie unter S8 keinen Treffer. Eine Suche nach dem Begriff knee arthroplasty ergab 155 Treffer von denen nach genauerer Analyse der Titel und Abstracts auch nur diese eine Studie von Piva et al. (2010) als geeignet eingestuft werden konnte.

Die Publikation von Piva et al. (2010) wurde in allen drei Suchmaschinen gefunden. Da sowohl Cochran als auch PEDro nur die Veröffentlichung aus dem Jahr 2010 auflisten und es sich um den gleichen Versuch handelt wurde für die weitere Bearbeitung diese Veröffentlichung verwendet.

Dies ist ein "randomized clinical trial (RCT).

Das RCT ist das hochwertigste Studiendesign. Schulz et al. (2010, S. 100) beschreiben: "Randomised controlled trials, (...), represent the gold standard in evaluating healthcare interventions." und weist somit auf die Bedeutsamkeit dieses Studiendesigns hin.

Diese Studie wurde im Englischen Journal „Physical Therapie“ veröffentlicht.

Für die weitere Bearbeitung stand der vollständige Artikel über pub med zur Verfügung.

### **3.2 Überprüfen der Evidenz**

Um die aussagefähigste klinische Literatur für den Entscheidungsprozess auszuwählen, ist es erforderlich, die Studien auf ihre methodische Qualität hin zu beurteilen. Hierfür lassen sich drei Bereiche differenzieren (Greenhalgh, 2006):

- Interne Validität
- Externe Validität
- Statistische Validität

#### **3.2.1 Interne Validität**

Die interne Validität beschreibt die Glaubwürdigkeit einer Annahme, d.h. inwiefern die Aussagen oder Schlussfolgerungen aus einer Studie systematischen Fehlern (Störfaktoren) oder Verzerrungen (bias) unterliegen (Jüni et al., 2001).

Zur Überprüfung der internen Validität eines RCT eignet sich der CASP Rahmen. Das Ziel des CASPs (Critical Appraisal Skills Programm) ist es Menschen ein geeignetes Programm anzubieten, in dem die kritische Beurteilungsfähigkeit von wissenschaftlichen Texten ermöglicht wird. Hierfür wird in dieser Arbeit ein 10 Punkte umfassender Fragenkatalog genutzt, der bei der Entwicklung von Fähigkeiten zur Analyse hilfreich ist. Diese Analyse soll dann zeigen, ob dieses Ergebnis der Studie die beste verfügbare Evidenz ist und dieses Wissen in die Praxis umgesetzt werden kann.

		Ja	Weiß nicht	Nein
1	Wurde in der Studie eine klar umrissene Frage gestellt?	X		
2	Handelte es sich um eine randomisierte kontrollierte Studie (RCT), war sie geeignet?	X		
3	Wurden die Teilnehmer auf korrekte Weise den Interventions- und Kontrollgruppen zugewiesen?	X		
4	Waren die Teilnehmer, die Mitarbeiter und das prüfende Personal "blind" gegenüber den Teilnehmern der Studiengruppe?	X		
5	Waren am Ende der Studie noch alle Teilnehmer dabei?			X
6	Gab es zu allen Teilnehmern in allen Gruppen ein Follow-up und wurden die Daten auf die gleiche Art und Weise gesammelt?	X		
7	Hatte die Studie genügend Teilnehmer, um Zufallsergebnisse auszuschließen?			X
8	Wie sehen die Ergebnisse aus und was ist das Hauptergebnis?			
9	Wie präzise sind diese Ergebnisse?			
10	Wurden alle wichtigen Resultate berücksichtigt, so dass die Ergebnisse angewendet werden können?	X		



1. Ziel der Studie war es, die Machbarkeit der Anwendung eines Gleichgewichtsübungsprogramms für Patienten mit KTEP zu ermitteln, indem untersucht wurde, ob ein funktionales Trainingsprogramm (FT) ergänzt durch ein Gleichgewichtsübungsprogramm (FT+B) die körperliche Funktion verbessern kann. Im Weiteren sollen die Testmethoden überprüft werden, um eine Probengröße für eine größere Studie zu kalkulieren.
2. Es handelte sich um eine randomisierte klinische Doppelblindpilotstudie. Ein Statistiker hat den Randomisierungsplan erstellt und in den Computer eingegeben. Dieser wurde von einem Forschungsassistenten, der nicht an der Experimentalplanung beteiligt war, für die papierlose Datenerhebung genutzt, um die Randomisierung nach der Baseline-Sitzung durchzuführen.
3. Laut Tabelle 2 (siehe Appendix 2) waren alle Patienten mindestens 60 Jahre alt, hatten in den vergangenen 2 bis 6 Monaten eine unilaterale KTEP und wurden in zwei Gruppen randomisiert. Die FT + B Gruppe bestand aus 13 Frauen und 5 Männern (n = 18). Die FT Gruppe (Kontrollgruppe) besteht aus (12 Frauen und 5 Männer; n = 17).
4. Es handelte sich um eine Doppelblindstudie, was bedeutet, dass nicht nur die Testpersonen nicht wussten, welcher Gruppe sie angehörten, sondern auch die durchführenden Forschungsassistenten.
5. Ursprünglich hatte die FT + B Gruppe 21 Patienten, während die Kontrollgruppe (FT) anfangs 22 Teilnehmer hatte. Aus beiden Gruppen schieden 3 -5 Patienten aus, daher wurden in der Endanalyse nicht alle Patienten berücksichtigt. Auf S.884 beschreiben die Autoren, dass der Schwund insgesamt 16 % erreichte, d.h. 10 % in der FT+B-Gruppe (2/21) und 23 % in der FT-Gruppe (5/22). Jedoch ist aus dem Artikel klar ersichtlich, dass in der Gruppe FT+B 3 Patienten ausfielen (3/21), so dass es in dieser Gruppe einen Schwund von 14,3 % gab, also insgesamt 18,3 %. Daher scheint die Einhaltung akzeptabel, selbst wenn man berücksichtigt, dass die Autoren bei ihren Ergebnissen etwas genauer sein sollten.
6. Die Daten wurden auf die gleiche Art und Weise für alle Patienten an 3 Messzeitpunkten erhoben: Am Anfang (Baseline), nach der Intervention (6 Wochen und 12 Sitzungen) und nach einem weiteren viermonatigen Übungsprogramm zuhause (insgesamt 6 Monate Training), indem mehrere Tests durchgeführt wurden. Bei einem Test handelte es sich um WOMAC-PN, einen numerischen 11-Punkte-Schmerzskalestest, und den Stiffness/Steifheits-Test (WOMAC-ST). Weitere Tests waren ein Ganggeschwindigkeitstest über 4 Meter, bei dem der Wert

der Geschwindigkeit in Metern pro Sekunde festgehalten wurde, ein fünffacher Sitz-Stand-Test (Timed Chair Rise) und ein Einbeinstandtest, welche in Sekunden bemessen wurden, sowie ein Lower Extremity Functional Scale Test (LEFS, Funktionsskala für die untere Extremität). Die Kontrolle des Follow-up wurde während der beaufsichtigten Übungen sichergestellt, aber während des viermonatigen Heimübungsprogramms war die Kontrolle in beiden Gruppen in ähnlichem Maße reduziert.

7. Obwohl die Studie zu Beginn ausreichend Teilnehmer gehabt hätte, da 76 Patienten als geeignet erachtet wurden, waren nicht alle bereit teilzunehmen. Die analysierte Patientenzahl von  $n = 17$  (FT) und  $n = 18$  (FT+B) ist zu klein, um statistisch verifizierte Schlüsse zu ziehen. Nach Willimczik (1999) werden Stichprobengrößen von mindestens  $n = 30$  benötigt, um verlässliche und signifikante Resultate zu erzielen.
8. Die Autoren präsentierten ihre Studien mittels Bildern, Tabellen und Graphen. Alle Patienten wurden im Hinblick auf Schmerz, Steifheit, Einhaltung der Programme, Schwund und unerwünschte Ereignisse hin analysiert. Besonders Bild 1 (siehe Appendix 2) zeigt das Studien-Layout auf sehr umfassende Art und Weise. Tabelle 1 (siehe Appendix 2) zeigt die Vergleichbarkeit der beiden Gruppen. Allerdings zeigen die Ergebnisse der Tabellen 2 und 3 (siehe Appendix 2), sowie die Graphen, bereits am Anfang einen großen Unterschied im selbstgewählten Ganggeschwindigkeitstest, so dass die beiden Gruppen eigentlich nicht vergleichbar sind.

Das Gleichgewichtsübungsprogramm hat Schmerzen oder Steifheit nicht verschlimmert, und die Einhaltung beider Übungsprogramme erreichte im betreuten Programm 100% (beide Gruppen) und ähnliche Werte für das Heimprogramm (FT+B: 64 % und FT: 67 %). Also war der Unterschied zwischen den Gruppen 3% (95 % CI=-24,19).

Keine unerwünschten Ereignisse griffen in die Studie ein. Beide Gruppen zeigten klinische Verbesserungen im Funktionsstatus der unteren Extremitäten. Der Grad der Verbesserung, bezogen Ganggeschwindigkeit, Einbeinstand und Timed-Chair-Rise, scheint in der FT+B-Gruppe höher zu sein, als in der FT-Gruppe. Dementsprechend könnten die Ergebnisse dieses RCTs als ausreichend präzise für eine Folgestudie angesehen werden. Bei der Baseline zeigten die Gruppen bei einigen Variablen gut Vergleichbarkeit.

Ferner ist wichtig festzuhalten, dass der Sitz-Stand-Test auch als Trainingsübung für beide Gruppen genutzt wurde. Daher können die Ergebnisse dieses Tests

nicht nur dem Training zugeschrieben werden, sondern sie könnten auch von der Gewöhnung dieser Übung beeinflusst sein.

9. Die Beobachtungen wurden mit Konfidenzintervallen (CIs) von 95 % bestätigt, und die detaillierten Beschreibungen vermitteln den Eindruck, dass es sich um eine aufrichtige Studie handelt, insbesondere da die Autoren sich ihrer Schwächen bewusst sind. Dazu folgen mehr Details im Kapitel zur statistischen Validität.
10. Es war geplant, den funktionalen Status mit dem Short Physical Performance Battery (SPPB) zu messen, aber der Score war nicht aussagekräftig, da einige Teilnehmer den höchsten Score bereits am Anfang erreichten. Die Ergebnisse wurden gesammelt, aber separat evaluiert. Allerdings war dieses Resultat von geringer Bedeutung im Vergleich zu den anderen Ergebnissen.

Bei der Bearbeitung des Fragenkataloges stellte sich zunehmend die Frage, ob ein allgemeingehaltener Fragenkatalog aussagefähig für physiotherapeutische Interventionsstudien ist. In einem systematic review von Olivo et al. (2008) zu diesem Thema wurden insgesamt 21 Skalen gefunden. Davon fanden 7 Skalen im Bereich der Physiotherapie Anwendung. Vorwiegend werden die PEDro Skala und die Delf List mit ihren Modifikation, dem van Tulder Score, verwendet. Zusammenfassend kommt die Arbeit aber zu dem Ergebnis, dass die meisten der analysierten Skalen in der Entwicklung keinen methodischen Standards folgen und sie nicht auf ihre Gütekriterien hin überprüft wurden. Eine zuverlässige Skala muss noch entwickelt werden (Olivo et al., 2008).

Aus dem oben beschriebenen Studienergebniss erscheint es sinnvoll die vorliegende Arbeit mit mehreren Skalen zu beurteilen.

Das Ergebniss der PEDro Skala liegt bereits vor und wurde mit 6 von 10 Punkten klassifiziert.

Pfeiffer et al. (2009) hat den ursprüngliche van Tulder-Score um zwei Punkte reduziert (Probanden-Verblindung und Therapeuten-Verblindung). Eine Verblindung dieser beiden Gruppen ist in bewegungsbezogenen Interventionsstudien nicht oder nicht zufriedenstellend zu gewährleisten.

Die modifizierte Skala umfasst neun Fragen, die mit „JA“ oder „NEIN“ beantwortet werden.

Pfeiffer et al. (2009, S. 13-14) beschreibt folgende Fragen:

- *War die Randomisierungsmethode adäquat?*
- *War die Randomisierung (Gruppenzuteilung) verdeckt?*
- *Waren die Gruppen vor Behandlungsbeginn hinsichtlich der wichtigsten prognostischen Indikatoren miteinander vergleichbar?*
- *Waren die Untersucher hinsichtlich der Randomisierung geblindet?*
- *Wurden Kointerventionen vermieden oder waren sie in den Gruppen vergleichbar?*
- *War die Therapietreue (Compliance) in allen Gruppen angemessen?*
- *Wurde von mind. 85 Prozent der Probanden, die ursprünglich den Gruppen zugeordnet wurden, Ergebnisse erhoben (Drop-out-Rate)?*
- *Waren die Messzeitpunkte in allen Gruppen vergleichbar?*
- *Haben alle Probanden, von denen Ergebnisse erhoben wurden, die Intervention bekommen, zu denen sie zugeteilt wurden oder wurde eine Intention-to-treat-Analyse durchgeführt?*

8 Fragen können mit „JA“ beantwortet werden. Lediglich die Drop-out-Rate liegt mit 18,3% geringfügig höher.

Das RCT kann in die Evidenzklasse Ib eingeordnet werden.

Leider rechtfertigt die interne Validität nur die Notwendigkeit für weitere Forschung auf unabhängige Effekte eines SMTs bei KTEP. Die interne Validität ist eine notwendige Bedingung für die externe Validität (Bergmann und Rudolf, online). Für den Beweis einer Effektivität dieser Trainingsform muss die externe Validität im Studiendesign berücksichtigt werden.

### **3.2.2 Externe Validität**

Die externe Validität gibt an, ob die gefundenen Ergebnisse verallgemeinert werden können (Jüni, 2001). Eine häufige Methode ist die teilnehmende Beobachtung, die im natürlichen Umfeld in Feldversuchen durchgeführt wird (Bergmann und Rudolf, online).

Da diese Studie in einem klinischen Labor in einem academic center durchgeführt wurde, ist die Situationsvalidität fraglich und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die natürliche Umwelt nicht sichergestellt. Im Weiteren kann bei einer Stichprobengröße von FT ( n=17) und FT+B (n= 18) nicht von einer ausreichend großen Stichprobe ausgegangen werden, so dass die Populationsvalidität als nicht gegeben angesehen werden muss. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Dauer dieser Untersuchung. Bei Patienten mit einer KTEP handelt es sich durchweg um ältere Menschen FT (67 +/- 6) und FT+B (70 + / - 10). In diesem Alter sind Lernprozesse aufgrund der neuronalen Plastizität noch möglich, aber können nicht mehr optimal effektiv stimuliert werden. Darüber hinaus zeigen eine Reihe von Studien, dass die Fähigkeit der neuronalen Plastizität und des motorischen Lernens bis ins hohe Alter möglich ist (Daselaar et al., 2003; Voelcker-Rehage und Willimczik, 2006). Aber die Strukturveränderung im zunehmenden Alter lässt sich nur in einem langfristigen Trainingsprozess signifikant ändern (Laube, 2009). Dies beinhaltet zwingend die Ausführung von Langzeitstudien, in denen sowohl die Nachhaltigkeit dieses Trainings gemessen wird, als auch der Behaltenswert (retention) dieses Trainings ohne dauernde Aktivität evaluiert wird.

Bei der vorliegenden Studie kann derzeit von einer positiven Tendenz für ein SMT gesprochen werden.

### **3.2.3 Statistische Validität**

Die statistische Validität soll näher am Zeit- und Gruppeneffekt betrachtet werden (Bergmann und Rudolf, online).

Der Zeiteffekt stellt den Vergleich von der Baseline zum 2 Monats follow up und 6 Monats follow up innerhalb einer Gruppe dar.

Hier lassen sich für die FT+B Gruppe deutlich positive Ergebnisse in fast allen Bereichen finden. Für Performance-based measures (selbstgewähltes Gangtempo über 4m (m/s), vom Stuhlaufstehen und wieder hinsetzen (s) und Einbeinstand auf dem operierten Knie(s)), als auch für den self-report measures (LEFS). Lediglich beim WOMAC-PF ist keinen kontinuierlichen Verlauf gegeben. Das Ergebnis nach 2 Monaten ist besser als nach 6 Monaten.

Die Ergebnisse für die FT Gruppe sind beim 6 Monats follow up bei folgenden Messungen schlechter als beim 2 Monats follow up. Selbstgewähltes Gangtempo und Einbeinstand auf dem operierten Knie. Beim Test vom Stuhlaufstehen und wieder hinsetzen ergibt sich vom 2 zum 6 Monats follow up ein Plateau (keine weitere Verbesserung, Gleichstand). Bei den self-report measures (WOMAC-PF and LEFS) gibt es eine kontinuierlichen Verbesserung.

Der Gruppeneffekt stellt den Vergleich zwischen den beiden Gruppen (FT+B und FT) hinsichtlich der einzelnen Meßzeitpunkten dar.

Besonders beim 6 Monats follow up zeigen sich unter folgenden Punkten deutliche Pluspunkte für die FT+B Gruppe: selbstgewähltes Gangtempo ( 9%) und Einbeinstand auf dem operierten Knie. Beim vom Stuhlaufstehen und wieder hinsetzen ist der Unterschied bei dem 6 Monats follow up geringer. (4%) Der LEFS zeigt einen annähernd parallelen Verlauf zu allen 3 Messzeitpunkten und beim WOMAC-PF nähern sich die Werte stark an (0%). (siehe Appendix 2)

In der Studie ließen sich keine Hinweise auf genderspezifische Effekte finden.

Angaben bezüglich des Vorgehens der Einschlusskriterien, des Probandenguts, der Durchführung der Studie, der Randomisierung, der Intervention, der Trainingsbeschreibung und vor allem der statistischen Analyse ermöglichen ein gutes Verständnis. Darüber hinaus ist auch eine Vergleichbarkeit innerhalb der Studie gegeben. Auch die detaillierte Beschreibung der Methodik (siehe Appendix 1) vermittelt den Eindruck, dass keine Absicht der Verbergung besteht.

Die Drop-out Rate ist mit 16% (18,3%) durchweg als gering einzuschätzen. Dies Resultat erlaubt es, von einer hohen Motivation seitens der Probanden zu sprechen.

Insgesamt kann die statistische Validität als gegeben angesehen werden.

## **4 Diskussion**

Die Ergebnisse des RCTs erscheinen nicht geeignet, um die Implementierung des SMTs in vorhandene Rehabilitationsprozesse im Sinne einer Leitlinie zu fordern.

Die derzeitigen Literaturanalysen bezogen auf die methodischen Inhalten in Rehabilitationsprogrammen nach KTEP sind wenig aussagekräftig.

*At present, rehabilitation 'best practice' is largely based on clinical experience, local customs, anecdotal evidence, surgeon preferences, clinical pathways established for the acute-phase of recovery, and health insurance funding schemes(Westby et al., 2006,; aus Müller et al., 2009, S. 71)*

Es gibt derzeit für die Rehabilitation von KTEP Patienten keinen Goldstandard (Laube, 2010). Unter dieser Tatsache sollten sich zukünftige Studien vorrangig auf den Nachweis von Standard Verfahren konzentrieren. Erst wenn es gängige Standardverfahren in der Rehabilitation gibt, wird es möglich werden einzelne Komponenten der Rehabilitation auf eine bessere Wirksamkeit hin zu überprüfen.

Eine einheitliche Terminologie im Bereich des SMTs würde die Orientierung in diesem Bereich erleichtern und eine Vergleichbarkeit ermöglichen. Im Weiteren ist eine Optimierung des SMTs nur über die Erkenntnis der strukturellen und funktionellen Aspekte des SMS möglich. Die heterogene Darstellung des SMTs in der Literatur erzeugt den Eindruck, dass die Effekte des SMS nicht ausreichend bekannt sind. Daraus ließe sich auch die Problematik erklären, geeignete Testverfahren für diesen Bereich zu finden bzw. zu entwickeln (Quante und Hill, 1999).

Sind diese Aspekte vorhanden, berechtigen die Ergebnisse des RCTs von Piva et al. (2010) zu der Forderung dieses Thema in weiteren Studien fortzuführen und mit einer größeren Stichprobe zu bestätigen.

Diese Arbeit soll eine Hypothesen geleitete oder Hypothesen prüfende Fragestellung untersuchen (Willimczik, 1999).

Die Strukturveränderung im Alter lässt sich nur in einem langfristigen Trainingsprozess ändern (Laube, 2009). Dieser Aspekt sollte in der Studie über einen Langzeitcharakter Berücksichtigung finden. Anhand einer kontrollierten Längsschnittstudie mit Senioren konnte durch ein SMT eine Verbesserung im Kraft- und Aktivierungsverhalten gezeigt werden (Granacher et al., 2007).

Darüber hinaus scheint es sinnvoll ein follow up nach einem längerem Zeitraum (12 - 24 Monate) ohne Training durchzuführen, um den Effekt auf andauerndes Training oder auf einen Lerneffekt mit einem Behaltenswert (retention) rückführen zu können. Denn bei näherer Betrachtung können alle Bewegungen der menschlichen Sensorik auf das Sensomotorische System bezogen werden (Bruhn, 2009).

## **5 Fazit**

Der Fragestellung, nach einer verbesserten Kniegelenksfunktion nach Knieendoprothese durch ein sensomotorisches Training in der Rehabilitation, kommt durch den demographischen Wandel der Gesellschaft und die gestiegene Lebensarbeitszeit eine immer größere Bedeutung zu. Die Anzahl der Menschen die nach einer Knie Totalendoprothese (KTEP) wieder zurück an ihren Arbeitsplatz gehen steigt stetig. Aus diesem Grund sind die Anforderungen an eine KTEP deutlich gestiegen. Heute reicht es nicht mehr aus eine Transfer- und Gehfähigkeit zu erzielen. Diese Menschen brauchen eine Funktionalität für ihren Alltag bis hin zur Sportfähigkeit.

Das sensomotorische Training (SMT) wird in vielen Rehabereichen erfolgreich eingesetzt (Jeroschet al., 1997). Umso erschreckender ist es, dass es zu diesem Training keine einheitlichen Richtlinien gibt. Und die Hintergründe des Sensomotorischen Systems noch nicht genau differenziert werden können (Bruhn, 2009).

Die Kostenträger im Gesundheitssystem zahlen jedes Jahr Milliarden Euro für Rehaverfahren, die keine Grundlage haben. Lediglich für die Qualifizierung der Mitarbeiter und der Ausstattung des Zentrums gibt es Bestimmungen (physio.de, online).

Wie sollen ergänzende Therapieverfahren auf eine bessere Wirksamkeit hin überprüft werden, wenn es kein „Goldstandard“ in der Rehabilitation nach KTEP vorhanden ist (Müller et al., 2009)

Zum jetzigen Zeitpunkt konnte die Fragestellung nur anhand einer randomisierten klinischen Studie von Piva et al. (2010) analysiert werden. Da diese Studie die einzige bekannte Untersuchung zum postoperativen SMT nach KTEP ist, stellt sie die bestverfügbare Evidenz dar.

An dieser Stelle soll angemerkt werden, dass ein Fehlen von Evidenz aufgrund von wenigen oder nicht aussagefähigen Studien nicht gleichzusetzen ist mit der Aussage, dass eine Therapieform nicht wirksam ist (Müller et al., 2009).

Angesichts der Stichprobengröße wird angenommen, dass die verwendete Publikation für einen sicheren Nachweis, nach ihren eigenen Angaben, nicht ausreicht um aus wissenschaftlicher Sicht von einer effektiven Therapieform zu sprechen (Piva et al., 2010). Aber eine Tendenz erkennen lässt, die für eine gute Wirksamkeit dieser Trainingsform spricht und wegweisend für weitere Forschung ist.

Im Bereich der Grundlagenforschung in der Rehabilitation gibt es ebenfalls ein großes Feld, das bearbeitet werden sollte. Erst danach können ergänzende Therapieangebote auf eine bessere Effektivität überprüft werden.



## Literaturverzeichnis

AOK Bundesverband (2010) **The AOK in the German health care system** online: [http://www.aok-bv.de/imperia/md/aokbv/aok/aok\\_flyer\\_englisch\\_jan2010\\_web.pdf](http://www.aok-bv.de/imperia/md/aokbv/aok/aok_flyer_englisch_jan2010_web.pdf)

(30.08.2012)

Bahr R., Lian O., Bahr I.A. (1997): **A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study.** Scand. J. Med. Sci. Sports 7: 172–177.

Bergmann B, Rudolf M (NN) **E- learning – Modul zur Versuchsplanung und – durchführung in der Psychologie.** Technische Universität Dresden online: <http://elearning.tu-dresden.de/versuchsplanung/e35/e234/e276> 7.1.2012)

Betanet, Suchmaschine für Krankheit & Soziales, Medizinische Rehabilitation [http://www.betanet.de/betanet/soziales\\_recht/Medizinische-Rehabilitation-264.html](http://www.betanet.de/betanet/soziales_recht/Medizinische-Rehabilitation-264.html)

(online 08.07.2012)

Bruhn S., Gruber M., Gollhofer A. (2001): **Proprioception training for prevention and rehabilitation of knee joint injuries.** Eur. J. Sports Traumatol. Rel. 23: 82–89.

Bruhn S, (2003). **Sensomotorisches Training und Bewegungskoordination.** Habilitation, Albert- Ludwigs Universität, Freiburg

Bruhn S (2009). Bisp- Expertise. „**Sensomotorisches Training- Propriozeptives Training**“ Band I. (1. Auflage) Köln: Sportverlag Strauß

CASP framework <http://www.phru.nhs.uk/Pages/PHD/CASP.htm> (8.1.2012)

Cooper RL, Taylor NF, Feller JA (2005). **A randomised controlled trial of proprioceptive and balance training after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament.** Research in Sports Medicine, 13 (3), 217-230

Daselaar SM, Rombouts SA, Veltmann DJ (2003). **Similar network activated by young and old adults during the acquisition of a motor sequence.** Neurobiol Aging. 24: 1013-1019.

Die Suchfibel 2.0 (beta) / Die Kunst des Suchens / Bool'sche Operatoren, online <http://www.suchfibel.de/2kunst/boolesche-operatoren.html> (2.12.2012)

Deutsche Rentenversicherung, Universitätsklinikum Freiburg, Spieser A, Mittag O, Brüggemann S, Gülich M, Müller E, Uhlmann A, Jäckel WH (2010) **Reha-Therapiestandards für die Rehabilitation nach Hüft- und Kniegelenkstotalendoprothesen: Entwicklung einer Prozess-Leitlinie für die medizinische Rehabilitation**

der **Rentenversicherung**, online: [http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/ressource?key=38\\_Spieser.pdf](http://forschung.deutsche-rentenversicherung.de/ForschPortalWeb/ressource?key=38_Spieser.pdf) (15.01.2012)

Engelhardt M, (2003). **Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa**. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 6 (1), 171-175.

Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ (2004). **Reports of joint instability in knee osteoarthritis: its prevalence and relationship to physical function**. *Arthritis Rheumatology*, 51 (6), 941-6

Gisler-Hofmann T (2008). **Plastizität und Training der sensomotorischen Systeme. –Lernen durch Wiederholung ohne Wiederholung**. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 56 (4), 137-149.

Gollhofer A, Granacher U, Taube W, Melnyk M, Gruber M (2006) **Bewegungskontrolle und Verletzungsprophylaxe Motor control and injury prevention**, Institut für Sport und Sportwissenschaft, Albert-Ludwigs Universität Freiburg *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*( 2006);57: 266 - 270

Granacher U, Gruber M, Strass D, Gollhofer A (2007)**Auswirkungen von sensomotorischem Training im Alter auf die Maximal- und Explosivkraft**. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* (2007);58:446 – 451

Greenhalgh, T. (2006), **How to read a paper, the basics of evidence-based medicine, 3rd ed., Blackwell Publishing**, BMJ Book

Gruber, M & Gollhofer A (2004). **Impact of sensorimotor training on rate of force development and neutral activation**. *European Journal Applied Physiology*, 92 (1-2), 98-105.

Gruber M (2001). **Die neuromuskuläre Kontrolle des Kniegelenks vor und nach einem spezifischen sensomotorischen Training beim unverletzten Sportler**. Dissertation. Universität Stuttgart.

Gutenbrunner Ch, Glaesner JJ (2007). **Rehabilitation Physikalische Medizin und Naturheilverfahren**. Heidelberg: Springer Medizin Verlag Kapitel 4 (114-133)

Hamer, S. Collinson, G. (2005), **Achieving Evidence-based Practice**, Elsevier Bailliere Tindall

Handbuch Reha- und Vorsorgeeinrichtungen. **Rund um Reha / Ambulante Reha**. online: <http://www.rehakliniken.de/w3.php?nodeId=8348> (14.07.2012)

Hassan BS, Mockett S, Doherty M (2001). **Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects**. *Annals of the Rheumatic Diseases* 60, 612-618.

- Heisel J, Jerosch J. (2007) **Rehabilitation nach Hüft- und Knieendoprothese.** Deutscher Ärzte-Verlag Köln
- Herbert, R., Jamtvedt, G., Mead, J., Hagen, K. B., (2005), **Practical Evidence-Based Physiotherapy**, Elsevier, Butterworth Heinemann
- Hurley MV (1999) **The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis.** Rheum Dis Clin North Am 1999; 25: 283–298.
- Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, Weller J & Dickhuth HH (2001). **Gain in strength and muscular balance after balance training.** International Journal of Sports Medicine, 22 (4), 285-290.
- Jerosch J & Heise, J (2010). **Management der Arthrose. Innovative Therapiekonzepte.** (1. Auflage). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Jerosch J, Schmidt K, Prymka M (1997) **Beeinflussung der propriozeptiven Fähigkeit von Kniegelenken mit einer primären Gonarthrose,** Der Unfallchirurg (1997), 100: 219-224
- Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME (2001).**The effect of age on pain, function, and quality of life after total hip and knee arthroplasty.** Archives of Internal Medicine, 161 (3), 454-60.
- Jüni P, Altman DG, Egger M (2001). **Systematic reviews in health care: Assessing the quality of controlled clinical trials.** British Medical Journal, 323(7303), 42-26.
- Katthagen BK and Zeidler H (2001): **Verbesserung der Lebensqualität als Therapieziel.** Deutsches Ärzteblatt, 98, Heft 23, 1564-1565.
- Korsten K, Mornieux G, Walter N, Gollhofer A (2008) **Gibt es Alternativen zum sensomotorischen Training?** Institut für Sport und Sportwissenschaft, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 56 (4), 150–155, 2008
- Kurtz SM, Ong KI, Schmier J, et al. (2009)**Primary and revision arthroplasty surgery caseloads in the United States from 1990 to 2004.** J Arthroplasty, 2009; 24:195 – 203
- Laube W (2009). **Sensomotorisches System: Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten.** Stuttgart: Georg Thieme Verlag. 375-415
- Laube W, (2020) **Training und Rehabilitation nach Totalendoprothese.** pt\_Zeitschrift für Physiotherapeuten\_62 [2010] 6-13

Lephart SM, Pinicivero DM, Giraldo JL, Fu FH (1997) **The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries.** Am J Sports Med 1997;25: 130 – 137

Lephart SM, Riemann BL & Fu FH (2000). **Introduction to the sensorimotor system.** In: Proprioception and neuromuscular control in joint stability. (Eds.), Human Kinetics, Champaign, 17–24.

McCarthy CJ, Oldham JA. (2004) **The reliability, validity and responsiveness of an aggregated locomotor function (ALF) score in patients with osteoarthritis of the knee.** Rheumatology (Oxford) 43:514–517.

McGuine T.A., Keene J.S. (2006): **The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes.** Am. J. Sports Med. 34: 1103–1111.

Menkel W (2000). **Spezielle Sportorthopädie und Sporttraumatologie.** Wiebelsheim: Limpert.

Merkesdal S, Mau W (1999) **Verfahren zur krankheitsübergreifenden Evaluation der orthopädischen Rehabilitation“.** Orthopädische Praxis 35: 799-801

Michel JW, Schulter-Brust, KU & Eysel, P (2010). **The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee.** Deutsche Ärzteblatt International, 107 (9), 152-62.

Müller E, Mittag O, Güllich M, Uhlmann A, Jäckel WH (2009) **Systematische Literaturanalyse zu Therapien in der Rehabilitation nach Hüft- und Kniegelenks-Total-Endoprothese: Methoden, Ergebnisse und Herausforderungen.** Rehabilitation (2009);48:62 – 72

Müller-Fahrnow W, Schimpf S, Kramer MH (2008) **„AOK-proReha-Programm“ in Baden-Württemberg, Rehabilitationswissenschaftliches und juristisches Gutachten.** online: [http://www.sucht.de/tl\\_files/pdf/AOK-Programm.pdf](http://www.sucht.de/tl_files/pdf/AOK-Programm.pdf) (14.07.2012)

Mynark R.G., Kocejka D.M. (2002): **Down training of the elderly soleus H reflex with the use of a spinally induced balance perturbation.** J. Appl. Physiol. 93: 127–133.

Niedhardt U and Pfeil J (2003): **Duale Reihe Orthopädie, 4. komplett überarbeitete Auflage,** Stuttgart: Georg Thieme Verlag

Olivo SA, Macedo LG, Gadotti IC, Fuentes J, Stanton T, Magee DJ. **Scales to assess the quality of randomized controlled trails. A systematic review.** Physical Therapie 2008, 88(2): 156 – 175

Olsen O.E., Myklebust G., Engebretsen L., Holme I., Bahr R. (2005): **Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomized controlled trial.** Br. Med. J. 330: 449–452.

Petersen W, Braun C, Bock W, Schmidt K, Weimann A, Drescher W, Eiling E, Stanger R, Fuchs T, Heddrich J & Zantop T (2005). **A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players:** the German experience. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 125 (9), 614-621.

Pfeiffer K, Banzer W, Hänsel F, Vogt L, Hübscher M, Zech A & Weber O (2009). Bisp-Expertise. „**Sensomotorisches Training- Propriozeptives Training**“ Band II. (1. Aufl.) Köln: Sportverlag Strauß.

Physio.de, [http://www.physio.de/zulassung/ambulante\\_reha\\_1.htm](http://www.physio.de/zulassung/ambulante_reha_1.htm) (26.03.2013)

Piva SR, Almeida G, Gil AB, Teixeira PE, Fitzgerald GK (2009) **Effectiveness and feasibility of a balance training program post total knee arthroplasty: pilot randomized trial.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 2009 Jan; 39 (1): Supplement: A29-30

Piva SR, Gill AB, Almeilda G, DiGioia III AM, Levison TJ, Fitzgerlad GK (2010). **A Balance Exercise Program Appears to Improve Function for Patients With Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial.** Physical Therapy, 90 (6), 880-894.

Province M.A., Hadley E.C., Hornbrook M.C., Lipsitz L.A., Miller J.P., Mulrow C.D., Ory M.G., Sattin R.W., Tinetti M.E., Wolf S.L. (1995): **The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and injuries: Cooperative studies of intervention techniques.** J. Am. Med. Assoc. 273: 1341–1347.

Quante, M. & Hille, E. (1999). **Propriozeption. Eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin,** Dt. Z. Sportmedizin, 10, 306-310.

Romkes J., Rudmann C., Brunner R. (2006): **Changes in gait and EMG when walking with the Masai Barefoot Technique.** Clin. Biomech. 21: 75–81.

Rothfuss J, Mau W, Zeidler H, Brenner MH (1997). **Socioeconomic evaluation of rheumatoid arthritis and osteoarthritis: A literature review.** Semin Arthritis Rheum, 26, 771–9.

Sackett DL et al. (1996) **Evidence based medicine: What it is and what it isn't;** BMJ, 312, 71-72

Sackett DL, Strauss, SE. Richardson WS, Rosenberg W, Haynes RB (2000) **Evidence-based Medicine: How to Practice and teach EBM.** 2<sup>nd</sup> ed. Churchill Livingstone.

Schulz KF, Altman DG, Moher D (2010). CONSORT 2010 statement: **Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials**. J Pharmacol Pharmacother.,1 (2), 100-7.

SGB IX, Sozialgesetzbuch (SGB) Neuntes Buch (IX) **-Rehabilitation und Teilhabe behinderter Menschen** (online)

[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgb\\_9/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/sgb_9/gesamt.pdf) (08.07.2012)

Sharma L, Cahue S, Song J, Hayes K, Pai YC & Dunlop D (2003). **Physical functioning over three years in knee osteoarthritis: role of psychosocial, local mechanical, and neuromuscular factors**. Arthritis Rheumatology, 48, 3359-70.

Steinke B, Philgus B. **Moderne (zeitgemäße) Rehabilitation und Teilhabe**. In: Rehabilitation und Teilhabe. Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (Hrsg.) 3. Auflage, Deutscher Ärzte-Verlag Köln 2003

Supp G, (2007). **Jeder kann`s Wissenschaft im therapeutischen Alltag – Evidence Based Practice**. pt\_ Zeitschrift für Physiotherapeuten\_59 (2007), 805-806

VAN TULDER, M., FURLAN, A., BOMBARDIER, C. & BOUTER, L. (2003). **Updated Method Guidelines for Systematic Reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group**. *Spine*, 28 (2), 1290-1299.

Verhagen E., van der Beek A., Twisk J., Bouter L., Bahr R., Van Mechelen, W. (2004): **The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial**. Am. J.Sports Med. 32: 1385–1393.

Voelcker-Rehage C, Willimczik K (2006). **Motor plasticity in a juggling task in older adults. A development study**. Age Ageing. 35: 422-427.

Wast P, Institut für Sportwissenschaft, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, online (11.11.12), <http://user.phil-fak.uni-duesseldorf.de/~wastl/Wastl/MTT/PPTTrainingslehre-Internet.PDF>

Williams H.G., McClenaghan B.A., Dickerson J. (1997): **Spectral characteristics of postural control in elderly individuals**. Arch. Phys. Med. Rehabil. 78: 737–744.

Willimczik K (1999). **Statistik im Sport Grundlagen - Verfahren - Anwendungen**. Hamburg: Czwalina.

## Appendix 1

Intervention:

12 sessions of supervised exercise program over 6 weeks

The FT program:

Warm-up, strengthening exercise, functional task-oriented exercises, endurance exercises and cool-down.

Ankle/knee ROM (10-20 reps), posterior thigh and leg stretch (5 reps per 30sec), knee extension in sitting position and in standing position, Knee flexion in standing position (10-20reps held for 3sec) Hip abduction (10-20reps), get up from a chair and sit back down (10-20reps), unilateral/bilateral knee flexion/extension in standing position (10-20 reps), ascend/descend stairs and stationary cycling or treadmill walking (5-20min)

The FT+B program:

The FT program plus balance exercise, i.e. side stepping, braiding activities, tandem walk, cross-over steps (10-20reps width and speed of steps progressed), shuttle walking, multiple changes in direction (speed progressed), foam activity, tilt board activity (progress to single-leg or ball catching), roller board and platform perturbation.

At the end of supervised program, home-based exercise program 2 times per week for 4 months.

The home-based exercise program was the same as the supervised exercise program with some modifications:

FT: stationary cycling or treadmill walking was replaced by walking outside

FT+B: No perform tilt board and roller board. Foam activity was replaced by single-leg standing balance

## Appendix 2

### Balance Exercise Program for Patients With Total Knee Arthroplasty

**Table 2.** Feasibility Variables: Within-Group Changes (Follow-up – Baseline) and Between-Group Changes (FT+B Group – FT Group) at 2 and 6 Months After Total Knee Arthroplasty<sup>a</sup>

Variable	Baseline to 2-Month Follow-up Within-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 2-Month Follow-up Percentage of Change	Baseline to 2-Month Follow-up Between-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 6-Month Follow-up Within-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 2-Month Follow-up Percentage of Change	Baseline to 6-Month Follow-up Between-Group Mean Change Score (95% CI)
WOMAC-PN			-0.2 (-1.6, 1.2)			0.0 (-1.8, 1.8)
FT+B group	-1.6 (-0.5, -2.6)	-30		-1.9 (-0.6, -3.3)	-38	
FT group	-1.4 (-0.4, -2.3)	-27		-1.9 (-0.6, -3.3)	-39	
Pain intensity, surgical knee			-1.4 (-2.8, 0.04)			-1.1 (-2.4, 0.3)
FT+B group	-0.7 (-1.7, 0.3)	-29		-1.1 (-0.2, -1.9)	-42	
FT group	0.6 (-0.4, 1.7)	38		0.0 (-1.1, 1.1)	0	
Pain intensity, nonsurgical knee						-0.2 (-1.2, 0.9) <sup>b</sup>
FT+B group				1.3±1.3 <sup>c</sup>		
FT group				1.5±1.8 <sup>c</sup>		
WOMAC-ST			-0.7 (-1.8, 0.2)			-0.7 (-1.8, 0.4)
FT+B group	-1.1 (-1.9, -0.4)	-35		-1.1 (-1.8, -0.4)	-35	
FT group	-0.4 (-1.0, 0.3)	-13		-0.4 (-1.3, 0.5)	-13	

<sup>a</sup> FT+B group received functional training supplemented with balance exercise program; FT group received functional training program only. WOMAC-PN and WOMAC-ST=Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index pain and stiffness subscales, respectively. 95% CI=95% confidence interval.

<sup>b</sup> Data are not between-group change; they are the difference in means at 6 months.

<sup>c</sup> Data are not within-group change; they are 6-month mean±SD.



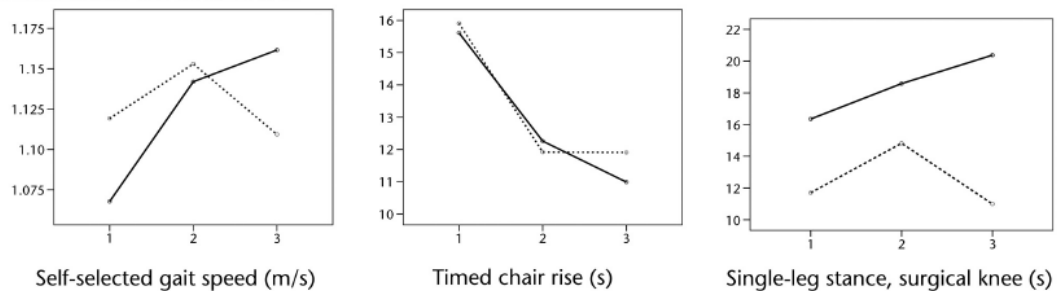
**Table 3.** Physical Function Variables: Within-Group Changes (Follow-up – Baseline) and Between-Group Changes (FT+B Group – FT Group) at 2 and 6 Months After Total Knee Arthroplasty<sup>a</sup>

Variable	Baseline to 2-Month Follow-up Within-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 2-Month Follow-up Percentage of Change	Baseline to 2-Month Follow-up Between-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 6-Month Follow-up Within-Group Mean Change Score (95% CI)	Baseline to 6-Month Follow-up Percentage of Change	Baseline to 6-Month Follow-up Between-Group Mean Change Score (95% CI)
<b>Performance-based measures</b>						
Self-selected gait speed (m/s)			0.04 (-0.04, 0.12)			0.10 (0.002, 0.20)
FT+B group	0.07 (0.01, 0.14)	7		0.09 (0.02, 0.17)	8	
FT group	0.03 (-0.02, 0.09)	3		-0.01 (-0.08, 0.06)	-1	
Timed chair rise (s)			0.6 (-3.6, 4.9)			-0.6 (-5.0, 3.7)
FT+B group	-3.4 (-6.1, -0.6)	-21		-4.6 (-8.3, -1.0)	-29	
FT group	-4.0 (-7.5, -0.5)	-25		-3.9 (-6.6, -1.4)	-25	
Single-leg stance, surgical knee (s)			-8.9 (-5.2, 3.5)			4.7 (-1.1, 10.6)
FT+B group	2.2 (-1.7, 6.1)	13		4.0 (-1.4, 9.4)	24	
FT group	3.1 (0.9, 5.3)	26		-0.7 (-3.2, 1.8)	-6	
Single-leg stance, nonsurgical knee (s)			2.6 (-6.0, 11.3)			1.7 (-5.6, 9.1)
FT+B group	4.2 (-1.7, 10.1)	38		3.8 (-0.9, 8.5)	34	
FT group	1.6 (-5.4, 8.6)	14		2.1 (-4.1, 8.2)	19	
<b>Self-report measures</b>						
WOMAC-PF			-0.5 (-5.6, 4.5)			2.9 (-2.4, 8.2)
FT+B group	-5.7 (-9.1, -2.4)	-36		-5.2 (-8.4, -1.9)	-32	
FT group	-5.2 (-9.2, -1.1)	-26		-8.1 (-12.6, -3.6)	-40	
LEFS			2.3 (-2.7, 7.5)			2.2 (-3.5, 7.8)
FT+B group	10.4 (7.3, 13.6)	20		13.2 (9.5, 16.9)	26	
FT group	8.1 (3.7, 12.4)	17		11.1 (6.4, 15.7)	23	

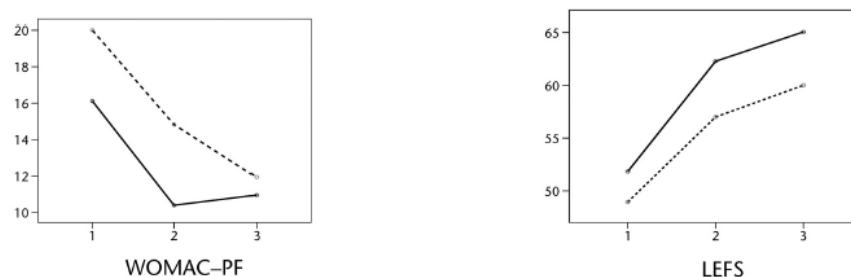
<sup>a</sup> FT+B group received functional training supplemented with balance exercise program; FT group received functional training program only. WOMAC-PF=Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index physical function subscale, LEFS=Lower Extremity Functional Scale, 95% CI=95% confidence interval.

### Balance Exercise Program for Patients With Total Knee Arthroplasty

#### Performance-based measures



#### Self-report measures



**Figure 2.**

Lower-extremity functional status across time. Y axis represents outcome, and X axis represents time (1=baseline, 2=2-month follow-up, and 3=6-month follow-up). Solid and dashed lines represent the participants who received functional training supplemented with balance exercise program (FT+B group) and the participants who received functional training program only (FT group), respectively. WOMAC-PF=Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index physical function subscale, LEFS=Lower Extremity Functional Scale.