

Bachelorarbeit

Präoperatives sensomotorisches Training

**Einfluss auf die postoperative Gleichgewichts- und körperliche
Funktionsfähigkeit**

**Meier Franziska
Bürglipark 7
8820 Wädenswil
S09171422**

**Departement: Gesundheit
Institut: Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang: 2009
Eingereicht am: 18. Mai 2012
Betreuende Lehrperson: Barbara Lüscher**

Inhaltsverzeichnis

Abstract	1
1 Einleitung	2
1.1 Problemstellung.....	2
1.2 Fragestellung.....	3
1.3 Zielsetzung	3
2 Methodisches Vorgehen	4
2.1 Literaturrecherche	4
2.2. Ein- und Ausschlusskriterien	5
2.2.1 Einschlusskriterien	5
2.2.2 Ausschlusskriterien	5
2.3 Verlauf der Studiena Auswahl	6
3 Theoretische Grundlagen	7
3.1 Die Sensomotorik	7
3.1.1 Definition	7
3.1.2 Strukturelle Bestandteile	7
3.1.3 Sensorik	8
3.1.4 Motorik	10
3.1.5 Informationsverarbeitung.....	11
3.2 Das sensomotorische Training.....	12
3.2.1 Ziele, Aufbau und Vorkommen.....	12
3.2.2 Anwendung bei Totalprothese.....	13
3.2.3 Abgrenzung zum propriozeptiven Training.....	13
3.3 Die Sensomotorik bei Totalprothese	14
3.3.1 Auswirkungen auf die Rezeptoren	14
3.3.2 Auswirkungen auf die Verarbeitung	14
3.3.3 Auswirkungen auf die Funktion	15
4 Resultate	16
4.1 Beschreibung der Studien	16
4.2 Bewertung der Qualität der Studien	17
4.3 Gesamtübersicht der Studien	19

5 Ergebnisse	20
5.1 Gleichgewichtsfähigkeit	20
5.2 Körperliche Funktionsfähigkeit	21
6 Diskussion	23
6.1 Wertigkeit der Studien	23
6.2 Vergleichbarkeit der Studien	25
6.2.1 Studiendesign	25
6.2.2 Stichprobengrösse	25
6.2.3 Vergleichbarkeit der Gruppen	26
6.2.4 Sensomotorisches Trainingsprogramm.....	26
6.2.5 Zeitpunkt der Follow-ups	28
6.3 Diskussion der Ergebnisse	28
6.3.1 Gleichgewichtsfähigkeit.....	29
6.3.2 Körperliche Funktionsfähigkeit	31
7 Schlussfolgerung	33
7.1 Fazit	33
7.2 Theorie-Praxis-Transfer	33
7.3 Offene Fragen	34
8 Verzeichnisse	35
8.1 Literaturverzeichnis	35
8.2 Abbildungsverzeichnis.....	38
8.3 Tabellenverzeichnis.....	39
8.4 Abkürzungsverzeichnis	39
8.5 Glossar	40
9 Danksagung	41
10 Eigenständigkeitserklärung	42
Anhang	43

Anmerkung: Um eine optimale Lesbarkeit der Arbeit zu gewährleisten, wird vorwiegend die männliche Form einer Person oder Personengruppe verwendet. Diese bezieht sich jedoch immer auf das männliche und weibliche Geschlecht.

Abstract

Hintergrund: Die Implantation einer Knie- oder Hüfttotalprothese ist heutzutage eine der häufigsten Operationen. Um eine optimale physiotherapeutische Behandlung bei Patienten mit einer Knie- und Hüfttotalprothese gewährleisten zu können, wird im Rahmen dieser Arbeit der Effekt von Physiotherapie vor der Operation untersucht.

Ziel: Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, ob ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm einen positiven Effekt auf die postoperative Gleichgewichts- und körperliche Funktionsfähigkeit bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese hat.

Methode: Die Datenbanken Medline, CINAHL und PEDro dienen der Literaturrecherche. Zwei Studien werden durch die Ein- und Ausschlusskriterien in die Literaturübersichtsarbeit einbezogen. Die Bewertung der Qualität erfolgt anhand der PEDro Kriterien.

Ergebnisse: Ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm resultiert bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese vor und nach dem Eingriff in einer verbesserten Gleichgewichtsfähigkeit. Der Effekt auf die körperliche Funktionsfähigkeit bleibt unklar. Das sensomotorische Training scheint präoperativ einen positiven, postoperativ keinen wesentlichen Einfluss auf die Körperfunktion zu haben.

Schlussfolgerung: Ein präoperatives sensomotorisches Heimprogramm bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese macht zur Verbesserung der postoperativen Gleichgewichtsfähigkeit Sinn. Um die Fragestellung vollumfänglich beantworten zu können, ist weitere Forschung erforderlich.

Keywords: total knee arthroplasty, total hip replacement, sensorimotor training, preoperative training, physical therapy

1 Einleitung

„[Die] Zahl der über 60-Jährigen nimmt weltweit rapide zu - neueste demographische Prognosen zeigen: In den kommenden zwei Jahrzehnten wird sich das Altern in der Bevölkerung in nahezu allen Weltregionen rasant beschleunigen“ (Welt Online, 2008). Mit der Überalterung der Bevölkerung wächst auch die Zahl der an degenerativen Erkrankungen leidenden Menschen. Gelenkersetzende Operationen werden zunehmen. Gemäss dem Bundesamt für Statistik (2012) wurden im Jahr 2010 allein in der Schweiz über 15'000 Knie- und 17'000 Hüfttotalprothesen implantiert. Die Tendenz ist steigend. Daher erscheint es von grosser Bedeutung, dass eine effiziente physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese gewährleistet werden kann. Die Rehabilitation anhand standardisierter Nachbehandlungsschemata hat sich in der Praxis bereits etabliert. Wie jedoch der Effekt von Physiotherapie vor dem Eingriff aussieht, ist unklar. Beeinflusst ein präoperatives Training das postoperative Outcome? Verkürzt es die Rehabilitationsdauer? Welche Art von Training soll angewendet werden? All diese Fragen verlangen nach einer Antwort.

1.1 Problemstellung

Die Autorin dieser Arbeit hat in ihren Praktika in Erfahrung gebracht, dass die Physiotherapie bei Patienten mit einer bevorstehenden Implantation einer Knie- oder Hüfttotalprothese bereits einen Tag präoperativ eine Rolle spielt. Häufig erfolgt eine Patient Education, eine erste Gangschulung mit Unterarmgehstöcken und die Anpassung der Kinetec-Schiene. Dabei kommt die Frage auf, ob die Vorbereitung auf eine derart häufige Operation möglicherweise früher beginnen sollte. Für die Physiotherapie ist relevant zu wissen, ob ein präoperatives Training Sinn macht. Soll von Seiten der Physiotherapie für Patienten mit einem geplanten Einsatz einer Knie- oder Hüfttotalprothese ein standardisiertes Trainingsprogramm vor der Operation angeboten werden? Der Effekt von präoperativem Kraft-, Ausdauer- oder Beweglichkeitstraining wird gemäss Bitterli et al. (2011) in der Literatur kontrovers diskutiert. Aufgrund der unklaren Wirkungen interessiert, ob ein andersartiges Training positive Effekte auf das postoperative Outcome haben könnte. Daher wird in dieser Arbeit das sensomotorische Training untersucht.

Sowohl für den Patienten als auch für den Physiotherapeuten ist von grosser Bedeutung, dass der Patient nach der Operation in seinem Alltag partizipieren und Aktivitäten mit einem Minimum an Einschränkungen durchführen kann. Daher werden Outcomes gewählt, welche Aspekte der Aktivitätsebene aufzeigen. Um diese zu erfassen, wird in der Arbeit der Parameter ‚körperliche Funktionsfähigkeit‘ untersucht. Im Hinblick auf die Sicherheit des Patienten im Alltag interessiert ausserdem die postoperative Gleichgewichtsfähigkeit.

1.2 Fragestellung

Um mehr Klarheit im Bereich des präoperativen Trainings zu schaffen, wird in der vorliegenden Bachelorarbeit folgende Fragestellung bearbeitet:

„Wie sieht die Evidenzlage bezüglich einem präoperativen sensomotorischen Training zur Förderung der postoperativen Gleichgewichts- und körperlichen Funktionsfähigkeit bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese aus?“

1.3 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist, den Einfluss von einem präoperativen sensomotorischen Training auf die postoperative Gleichgewichts- und körperliche Funktionsfähigkeit bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese zu klären und evidenzbasierte Empfehlungen für die praktische Anwendung abzugeben.

2 Methodisches Vorgehen

Die Fragestellung wird mittels einer kritischen Literaturübersichtsarbeit beantwortet. Zur Heranführung an die Thematik dient die Einleitung, welche ausserdem die Problem- und Fragestellung beinhaltet. Im Theorieteil werden für die Arbeit relevante Aspekte der Sensomotorik vertieft. Die zwei Studien, welche aus der umfänglichen Literaturrecherche resultieren, werden unter ‚Resultate‘ zusammengefasst und nach PEDro bezüglich ihrer Qualität bewertet. Eine vertiefte Analyse und ein Vergleich der Studien erfolgt im Diskussionsteil. Die Schlussfolgerung gibt die Kernaussage der gesamten Arbeit wieder.

2.1 Literaturrecherche

Die Datenbanken Medline, CINAHL und PEDro dienen der gezielten Literaturrecherche, welche in der Zeitspanne vom 30. November 2011 bis am 29. Januar 2012 erfolgt. Die Suchstrategie wird der jeweiligen Datenbank angepasst. Für die Recherche werden sowohl Schlag- (subject headings) als auch Stichwörter (keywords) verwendet. Durch die Verknüpfung der Suchbegriffe mit den Booleschen Operatoren AND bzw. OR wird die Suchmenge eingegrenzt bzw. erweitert. Die Recherche wird zeitlich auf die letzten zehn Jahre (2002-2012) limitiert. Zur übersichtlichen Darstellung wird die Suchstrategie in der Tabelle 1 erfasst.

Tab. 1: Suchstrategie

Datenbank	Suchpfad	Treffer
Medline via OvidSP	[arthroplasty, replacement, knee (subject heading) OR arthroplasty, replacement, hip (subject heading)] AND physical therapy modalities (subject heading) OR exercise therapy (subject heading) AND preoperative (keyword) OR pre-surgical (keyword)	32
CINAHL	[arthroplasty, replacement, knee (subject heading) OR arthroplasty, replacement, hip (subject heading)] AND physical therapy (keyword) AND preoperative (keyword) OR pre-surgical (keyword)	35
PEDro	total knee arthroplasty (abstract or title) AND preoperative (abstract or title)	15
PEDro	total hip replacement (abstract or title) AND preoperative (abstract or title)	12

Die Literaturrecherche ergibt in den Datenbanken Medline 32, CINAHL 35 und PEDro 27 Treffer. Dies führt zu insgesamt 99 Studien.

2.2. Ein- und Ausschlusskriterien

Anhand der nachfolgend definierten Ein- und Ausschlusskriterien erfolgt eine weitere Eingrenzung der Suchmenge.

2.2.1 Einschlusskriterien

Die Fragestellung der Arbeit erfordert eine Patientengruppe, welche für den Einsatz einer Knie- oder Hüfttotalprothese geplant ist. Die Intervention soll ein spezifisches sensomotorisches Training, welches präoperativ durchgeführt wird, beinhalten. Mindestens einer der beiden Parameter Gleichgewichts- und körperliche Funktionsfähigkeit soll Bestandteil des Outcomes sein. Die Messungen sollen sowohl prä- als auch postoperativ erfolgen. In der Tabelle 2 sind die Einschlusskriterien dargestellt.

Tab. 2: Einschlusskriterien

Einschlusskriterien
geplanter Einsatz einer Knie- / Hüfttotalprothese
präoperative Intervention
spezifisches sensomotorisches Training
Gleichgewichts- / körperliche Funktionsfähigkeit als Outcome
prä- und postoperative Messungen

2.2.2 Ausschlusskriterien

Vor dem Jahr 2002 und nach dem 29. Januar 2012 publizierte Studien werden nicht in die Arbeit eingeschlossen. Ausserdem können Studien, welche zusätzlich eine postoperative Intervention untersuchen, nicht verwendet werden. Interventionen ohne explizites sensomotorisches Training werden nicht berücksichtigt. Die Tabelle 3 zeigt die Ausschlusskriterien.

Tab. 3: Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien
Publikation vor 2002 oder nach 29.01.2012
postoperative Intervention
kein explizites sensomotorisches Training

2.3 Verlauf der Studienauswahl

Die gezielte Literaturrecherche in den Datenbanken Medline, CINAHL und PEDro ergibt insgesamt 99 Treffer. Nach Abzug der Doppelnennungen resultieren 84 Studien. Der Titel und das Abstract dieser 84 Studien werden auf die Einschlusskriterien ‚präoperative Intervention‘ und ‚geplanter Einsatz einer Knie- oder Hüfttotalprothese‘ überprüft. Für 38 Studien treffen beide Kriterien zu, die übrigen 46 werden manuell aussortiert. Zwei der 38 Studien erfüllen das Einschlusskriterium ‚spezifisches sensomotorisches Training‘ sowie alle restlichen Ein- und Ausschlusskriterien. Weitere 36 Studien werden somit verworfen. Der Verlauf der Studienauswahl wird in der Abbildung 1 anhand eines Flussdiagramms dargestellt.

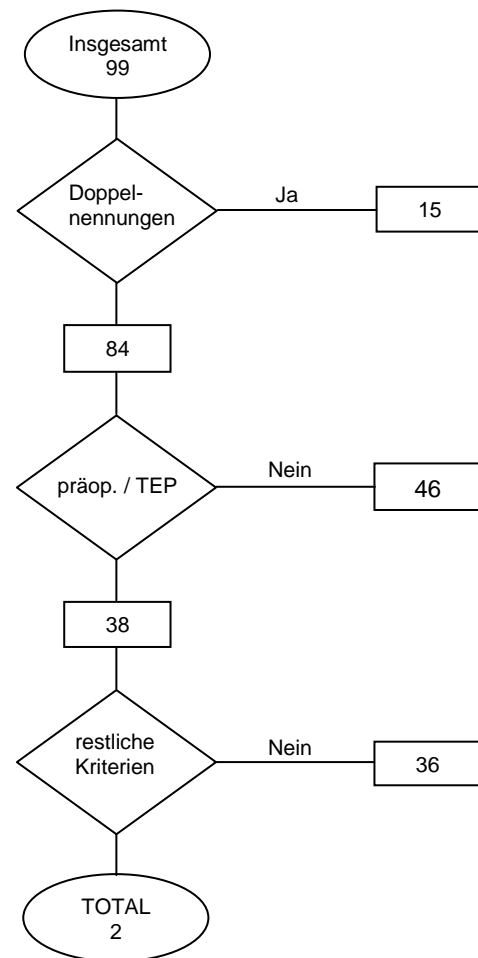


Abb. 1: Verlauf der Studienauswahl

Folgende zwei Studien werden in die Arbeit eingeschlossen:

- *Pre-surgical sensorimotor training for patients undergoing total hip replacement: A randomised controlled trial* - Bitterli, R., Sieben, J. M., Hartmann, M. & De Bruin, E. D. (2011)
- *Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty* - Gstoettner, M., Raschner, C., Dirnberger, E., Leimser, H. & Krismer, M. (2011)

3 Theoretische Grundlagen

Um einen vertieften Einblick in die Thematik zu vermitteln und die Fragestellung anhand theoretischer Inhalte zu belegen, werden im folgenden Abschnitt die Sensomotorik, das sensomotorische Training und die Auswirkungen der Implantation einer Totalprothese auf das sensomotorische System beschrieben. Dazu werden Studien aus den Datenbanken Medline, CINAHL und PEDro sowie Fachbücher aus der Zentralbibliothek Zürich und der Bibliothek Gesundheit der ZHAW verwendet.

3.1 Die Sensomotorik

Nachfolgend werden die wichtigsten Bausteine des sensomotorischen Systems erläutert, um eine Wissensgrundlage zu schaffen.

3.1.1 Definition

Laut Lephart und Fu (2000) wurde der Begriff ‚sensomotorisches System‘ im Jahr 1997 von den Teilnehmern des Workshops ‚The role of proprioception and neuromuscular control in the management and rehabilitation of joint pathology‘ in Pittsburgh, Pennsylvania ins Leben gerufen. Sensomotorik beschreibt demnach die Zusammenhänge der komplexen sensorischen und motorischen Prozesse, welche zuvor häufig fälschlicherweise als Propriozeption bezeichnet wurden. Im klinischen Fachwörterbuch Pschyrembel online (k. D.) wird in der Definition ausserdem ergänzt: „[Sensomotorik ist die] Bezeichnung für [...] alle motorischen Prozesse, die vom sensorischen Input abhängig sind“. Dabei ist gemäss Laube (2009) das sensomotorische System „immer als Gesamtsystem aktiv“ (S. 44) und „in seiner physiologischen Funktion unteilbar [...]“ (S. 44).

3.1.2 Strukturelle Bestandteile

Die anatomischen Strukturen des sensomotorischen Systems sind laut Laube (2009) in einem komplexen Funktionskreis miteinander verbunden. Dieser Funktionskreis umfasst den Weg vom sensorischen Input über die Verarbeitung im zentralen Nervensystem (ZNS) bis zum motorischen Output (siehe Abb. 2). Externe und interne Stimuli werden von den Rezeptoren aufgenommen und übersetzt. Die afferenten Bahnsysteme leiten die sensorischen Informationen nach zentral. Dort

werden sie in den spinalen und supraspinalen neuronalen Netzwerken verarbeitet. Die daraus resultierende Antwort wird von den efferenten Bahnsystemen nach peripher transportiert. Die Effektoren führen die Antwort mit Hilfe der Aktivierung spezifischer Muskelfunktionen aus.

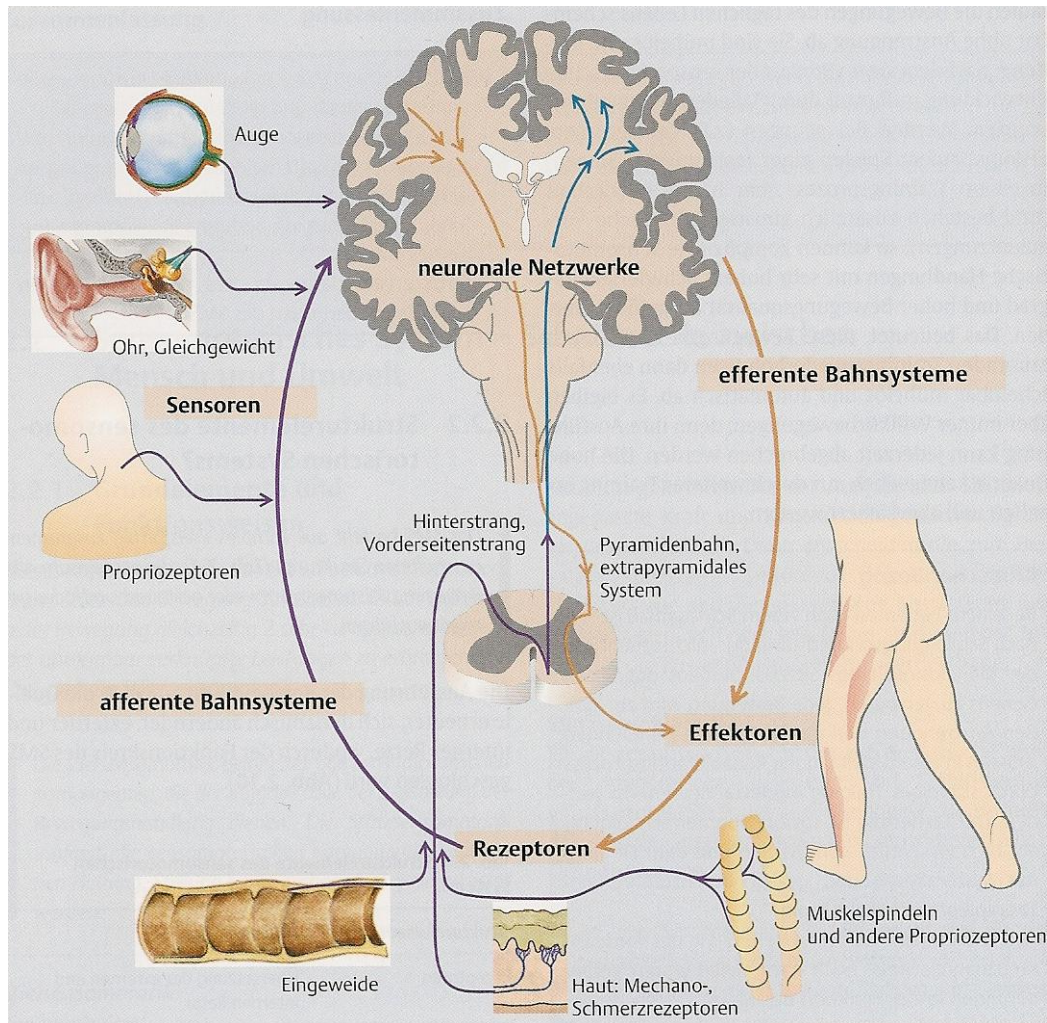


Abb. 2: Funktionskreis des sensomotorischen Systems (Laube, 2009, S. 44)

3.1.3 Sensorik

Sensorik meint die Perzeption von Reizen, welche von den Rezeptoren über die aufsteigenden Bahnen im Rückenmark dem Gehirn zugeführt werden (Pschyrembel, 2007). Die für die Sensomotorik und somit für die Bewegungsprogrammierung und -regulation wichtigen Informationen stammen laut Riemann und Lephart (2002) aus dem somatosensorischen, dem visuellen und dem vestibulären System. Das somatosensorische System besteht aus der Oberflächen- und der Tiefensensibilität

(Speckmann, 2008). Gemäss Laube (2009) werden Reize der Oberflächensensibilität von den Mechanorezeptoren der Haut, Informationen der Tiefensensibilität (Propriozeption) von den „Mechanorezeptoren der Gelenkkapseln, Bänder, Faszien, Sehnen und Muskeln“ (S. 47) weitergeleitet. Die afferenten Bahnsysteme bestehen aus dem Tractus spinothalamicus, den Hinterstrangbahnen sowie den Kleinhirnseitenstrangbahnen (Trepel, 2012). Um die Begriffe ‚Sensomotorik‘ und ‚Propriozeption‘ deutlich voneinander abzugrenzen, wird nachfolgend die Propriozeption kurz erläutert.

Die Propriozeption meint die „Wahrnehmung der Stellung und Bewegung des Körpers im Raum“ (Pschyrembel, 2007, S. 1560). Sie bedient sich folgender Rezeptoren:

- Die Muskelspindel reagiert als intramuskuläres Sinnesorgan auf Dehnung. Sie misst die Muskellänge und die Geschwindigkeit der Längenveränderung.
- Das Golgi-Sehnenorgan befindet sich am Muskel-Sehnen-Übergang und informiert über die Muskelspannung. Als Schutz für die Strukturen bewirkt dieser Rezeptor eine reflektorische Inhibition der Muskelaktivität.
- Die Gelenksrezeptoren reagieren auf mechanische Reize und messen die Gelenkstellung und -bewegung (Zalpour, 2006).

Die Informationen der Propriozeptoren werden gemeinsam mit der Oberflächensensibilität über die Hinterstrangbahnen zum somatosensorischen Kortex sowie über die Kleinhirnseitenstrangbahnen zum Cerebellum geleitet und dort verarbeitet (Trepel, 2012). Die Propriozeption ist somit ein Teil der Sensomotorik, beinhaltet aber ausschliesslich die sensorische Seite mit afferenten Informationszuflüssen von der Peripherie ins ZNS (Heichinger, 2005).

In der Abbildung 3 wird die sensorische Seite des sensomotorischen Systems dargestellt. Fett gedruckte Elemente kennzeichnen die Reizleitung der Propriozeption.

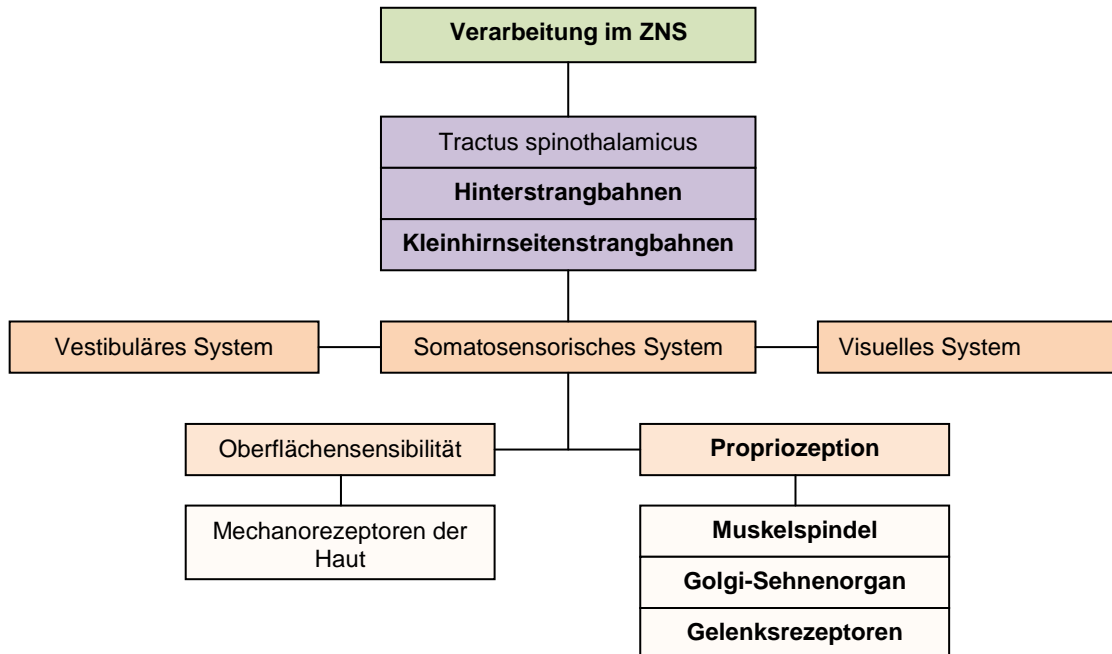


Abb. 3: Sensorik

3.1.4 Motorik

Die Motorik ist die „Gesamtheit der vom ZNS kontrollierten Bewegungsvorgänge“ (Pschyrembel, 2007, S. 1245). Die Reizleitung erfolgt gemäss Laube (2009) von der Verarbeitung im Gehirn über die absteigenden Bahnen bis zur Muskulatur. Laut Laube (2004) ist die Bewegung das Ergebnis aller Prozesse des sensomotorischen Systems. Sie stellt die sichtbare Komponente der internen Abläufe dar. So kann der Zustand des sensomotorischen Systems anhand der Qualität und Ökonomie des Bewegungsablaufes beurteilt werden. Jede Bewegung besteht aus zwei Leistungen, welche sich gegenseitig bedingen: der Stütz- und Zielmotorik. Die Stützmotorik sichert anhand von Reflexen und Automatismen die „Haltung, die Stellung und das Gleichgewicht“ (S. 40) sowohl in Ruhe als auch in Bewegung. Sie ist für die Bewegungssicherheit verantwortlich. Die Zielmotorik erzeugt eine der jeweiligen Aufgabe angepasste, gerichtete Bewegung. Sie umfasst das Erkennen der aktuellen Haltung, die Auswahl einer geeigneten Strategie, die Antizipation sowie die Ausführung des geplanten Bewegungsprogrammes. Bewegung ist nicht nur das

Ergebnis der Abläufe des sensomotorischen Systems, sondern auch der Ursprung neuer Reize. Diese neuen Reize sind Antworten der Rezeptoren auf die Efferenzen und werden Reafferenzen genannt. Sie stellen die Grundlage für die Bewegungsregulation dar (Laube, 2004).

3.1.5 Informationsverarbeitung

Gemäss Machado et al. (2010) stellt die sensomotorische Integration die dynamische Verbindung der sensorischen Information mit der motorischen Antwort dar. Im sensomotorischen System werden laut Laube (2009) drei Ebenen der Informationsverarbeitung unterschieden: das Rückenmark, der Hirnstamm und der Kortex. Im Rückenmark laufen die unbewussten Leistungen ab. Hier sind Reflexe und Rhythmusgeneratoren lokalisiert. Riemann et al. (2002) beschreiben die Reflexe als direkte motorische Antworten auf eine sensorische Information aus der Peripherie. Rhythmusgeneratoren sind elementare Muster der Koordination. Der Hirnstamm ist gemäss Laube (2009) die zentrale „Schaltstelle der gegenseitigen Verbindungen zwischen Rückenmark, Grosshirn und Kleinhirn“ (S. 71). Seine Funktion liegt in der „programmregulierten und reflektorischen Kontrolle von Haltung, Stellung, Bewegung und Gleichgewicht“ (S. 67). Der Hirnstamm arbeitet immer in Kooperation mit dem Rückenmark und sichert die Stützmotorik anhand posturaler Synergien. Die eigentlichen Grundbausteine des Hirnstamms und somit Unterprogramme der posturalen Synergien sind die Halte- und Stellreflexe. Der Kortex dient der bewussten Zielmotorik. Er ist laut Riemann et al. (2002) verantwortlich für das Initiieren und die Kontrolle von komplexen Willkürbewegungen. Die Informationsverarbeitung ist in Abbildung 4 dargestellt.

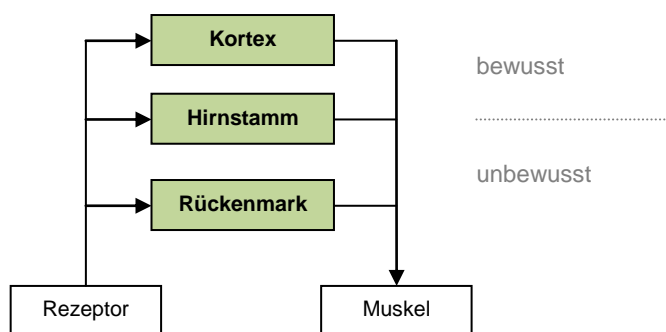


Abb. 4: Informationsverarbeitung

Zwei weitere, für die Informationsverarbeitung wichtige Strukturen sind das Cerebellum und die Basalganglien. Sie dienen der Regulation und Modulation von Bewegungen, können diese jedoch nicht initiieren. Das Kleinhirn vergleicht die Reafferenzen aus der Peripherie mit dem Bewegungsprogramm des ZNS und meldet Abweichungen (Riemann et al., 2002).

3.2 Das sensomotorische Training

In den eingeschlossenen Studien wird der Effekt eines sensomotorischen Trainings untersucht. Daher werden nachfolgend Fragen wie: „Was ist ein sensomotorisches Training? Wie ist es aufgebaut?“ und „In welchen Bereichen findet es Anwendung?“ beantwortet.

3.2.1 Ziele, Aufbau und Vorkommen

Da gemäss Laube (2004) das sensomotorische System in seiner Funktion unteilbar ist, kann durch ein Training ausschliesslich das Gesamtsystem angesprochen werden. Laut Froböse, Nellessen und Wilke (2003) ist das Ziel des sensomotorischen Trainings die „Verbesserung der Balance und der Bewegungskontrolle - sowohl auf bewusster als auch auf reflektorischer Ebene - als Voraussetzung für Alltag und Freizeit“ (S. 158). Die statische, dynamische und reaktive Stabilität sollen mit einbezogen werden. Dies wird anhand des Stufenmodells nach Diemer und Sutor (2007, zitiert nach Häfeling & Schuba, 2009) ersichtlich. Das Modell stellt den Aufbau eines sensomotorischen Trainings in drei Stufen dar:

- Stufe A - Tiefensensibilität / Kinästhesie: ist die Grundlage des Trainings und beinhaltet Übungen zur Förderung der Körperwahrnehmung.
- Stufe B - Feedbackmechanismen: besteht aus einem Training der statischen und dynamischen Stabilität. Die statische Stabilität meint die Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle (Stützmotorik), die dynamische Stabilität integriert zudem die Zielmotorik. Die Intensität der Übungen kann durch eine labile Unterstützungsfläche, Bewegungen des Kopfes oder der Extremitäten, Ausschaltung des Visus und zusätzliche Aufgaben (Multiple Tasks) gesteigert werden.
- Stufe C - Feedforwardmechanismen: trainiert die reaktive Stabilität. Die Muskeln bauen bereits vor der eigentlichen Bewegung Aktivität auf.

In der Literatur wird ersichtlich, dass das sensomotorische Training in den verschiedensten Bereichen eingesetzt wird. Es existieren zahlreiche Studien, welche den Effekt eines sensomotorischen Trainings untersuchen. So findet es laut Bruhn, Kullmann und Gollhofer (2004) sowohl in der Prävention als auch in der Rehabilitation Anwendung. Taube et al. (2007) unterstützen diese Aussage und betonen, dass das sensomotorische Training zudem die Leistung eines Sportlers steigert. Es nimmt in den Trainingsprogrammen von Sportlern bereits einen hohen Stellenwert ein (Gstoettner et al., 2011). Gemäss Bruhn et al. (2004) führt das sensomotorische Training zu einer verbesserten Maximalkraft. Bei geriatrischen Patienten mit Osteoporose ruft ein sensomotorisches Training eine signifikante Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit hervor (Schwesig, Müller, Becker, Kreuzfeldt & Hottenrott, 2006).

3.2.2 Anwendung bei Totalprothese

Über die Wirksamkeit des sensomotorischen Trainings in Bezug auf Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese existieren bisher wenige Studien. Eine aktuelle Untersuchung von Rupp und Wydra (2012) zeigt, dass das sensomotorische Training in der Rehabilitation nach Implantation einer Knie- oder Hüfttotalprothese zur Verbesserung der Standsicherheit und Koordination eingesetzt werden soll. Ebenso resultieren die Untersuchungen von Boer et al. (2010). Deren Ergebnisse zeigen, dass ein 12-wöchiges sensomotorisches Training bei Patienten mit einer Hüftgelenksarthrose oder Hüfttotalprothese eine verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit bewirkt und daher in die standardisierten Behandlungsprogramme integriert werden soll.

3.2.3 Abgrenzung zum propriozeptiven Training

In der Literatur werden für das oben beschriebene Training unterschiedliche Begriffe verwendet. So wird das sensomotorische Training häufig als propriozeptives Training bezeichnet. Gemäss Laube (2004) existiert jedoch kein propriozeptives Training. Auch Heichinger (2005) unterstützt diese Aussage und gibt folgende Begründung ab: Das Training, welches eine Verbesserung der Stütz- und Zielmotorik anstrebt, spricht sowohl Afferenzen als auch Efferenzen an. Es überschreitet damit den Definitionsbereich der Propriozeption, da diese ausschliesslich einen Teil der afferenten Seite beinhaltet (siehe 3.1.3 Sensorik).

3.3 Die Sensomotorik bei Totalprothese

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, welche Strukturen des sensomotorischen Systems durch die Implantation einer Totalprothese beeinträchtigt werden und wie sich die Operation auf die Funktion des Systems auswirkt.

3.3.1 Auswirkungen auf die Rezeptoren

Operative Eingriffe wie beispielsweise die Implantation einer Totalprothese traumatisieren das Gewebe. Dies hat zur Folge, dass dort lokalisierte Rezeptoren verletzt oder beschädigt werden (Heichinger, 2005). In der Literatur wird hauptsächlich eine Beeinträchtigung der Propriozeptoren erwähnt (Nallegowda et al., 2003 und Häfelinger et al., 2009). Das sensomotorische System ist auf seiner sensorischen Seite betroffen, was aufgrund des unteilbaren Gesamtsystems unweigerlich dessen Funktion beeinflusst (Laube, 2004). So können laut Ishii, Tojo, Terajima, Terashima und Bechtold (1999) als Folge von Störungen im sensorischen System eine verminderte Gleichgewichtsfähigkeit und Stürze auftreten.

3.3.2 Auswirkungen auf die Verarbeitung

Die Auswirkungen eines operativen Eingriffs auf die Propriozeption, gemessen anhand der zentralen Wahrnehmung der Gelenkstellung, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Barret, Cobb und Bentley (1991) gehen davon aus, dass die Implantation einer Totalprothese in einer leichten Verbesserung der Propriozeption resultiert. Auch Buz Swanik, Lephart und Rubash (2004) unterstützen diese Aussage. Sie vermuten, dass dieses Ergebnis auf den gestrafften Kapsel-Band-Apparat, weniger Schmerzen und verminderte Entzündung nach der Operation zurückzuführen ist. Im Gegensatz dazu zeigen die Untersuchungen von Pap, Meyer, Weiler, Machner und Awiszus (2000) eine signifikante Abnahme der Propriozeption nach dem Einsatz einer Totalprothese. Sie stellen die Hypothese auf, dass die Ursache in der operativen Entfernung von rezeptorreichem Gewebe liegt. Gemäss den Studien von Ishii et al. (1999) und Nallegowda et al. (2003) hat die Implantation einer Totalprothese keine Verschlechterung der Propriozeption zur Folge.

Schmerzen, welche als Symptom der vorbestehenden Arthrose und des operativen Eingriffs auftreten, haben laut Laube (2004) eine modifizierende Auswirkung auf das

sensomotorische System. Gemäss Häfelinger et al. (2009) führt die Reizung der Schmerzrezeptoren (Nozizeptoren) zu einer reflektorischen Inhibition der α -Motoneurone, welche die Skelettmuskulatur innervieren. Aufgrund der Arthrose können sich Entzündungsmediatoren in den Gelenken befinden. Diese setzen die Reizschwelle der Nozizeptoren herab. So werden die nozizeptiven Afferenzen bereits durch geringe mechanische Stimuli erregt. Die dadurch verstärkte Inhibition der α -Motoneurone verändert den motorischen Output und beeinflusst damit die Funktion des sensomotorischen Systems.

3.3.3 Auswirkungen auf die Funktion

Geht man vom Gesamtsystem aus, folgt gemäss Laube (2009) einer strukturellen Veränderung des sensomotorischen Systems immer eine Funktionsstörung. Diese wird in zwei Schweregrade eingeteilt. Der Schweregrad I meint die qualitative, der Schweregrad II die quantitative Änderung der willkürlichen Rekrutierung motorischer Einheiten. Die daraus resultierende Immobilisation bestimmter Muskelanteile hat eine Atrophie zur Folge. Dies führt zu einer reduzierten Trainierbarkeit und einer verminderten Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates.

Auch die Untersuchungen von Nallegowda et al. (2003) zeigen, dass der Einsatz einer Totalprothese in einer veränderten Funktion des sensomotorischen Systems im Sinne einer verminderten posturalen Kontrolle resultiert. Gegenstimmen berichten jedoch von einer unveränderten statischen Stabilität (Calò et al., 2009) und von einer verbesserten dynamischen Stabilität (Gauchard, Vançon, Meyer, Mainard & Perrin, 2010) nach der Implantation einer Totalprothese. Demnach gehen sie davon aus, dass durch den operativen Eingriff keine negativen Auswirkungen auf diese funktionellen Komponenten des sensomotorischen Systems bestehen. Sie begründen ihre Aussage damit, dass durch die Neuroplastizität eine Kompensation in der Funktion erfolgen kann.

4 Resultate

In diesem Kapitel werden die eingeschlossenen Studien beschrieben und, um deren Qualität zu erfassen, anhand der PEDro Kriterien ausgewertet.

4.1 Beschreibung der Studien

Pre-surgical sensorimotor training for patients undergoing total hip replacement: A randomised controlled trial - Bitterli et al. (2011)

Bitterli et al. (2011) untersuchen anhand ihrer randomisierten kontrollierten Studie (RCT) den Einfluss von einem präoperativen sensomotorischen Training auf die postoperative körperliche Funktionsfähigkeit, Lebensqualität, Sensomotorik und körperliche Behinderung bei Patienten mit einer Hüfttotalprothese. 80 Probanden werden in die Studie eingeschlossen und der Kontroll- (n=39) oder Interventionsgruppe (n=41) randomisiert zugeordnet. Die Interventionsgruppe führt während zwei bis sechs Wochen präoperativ ein sensomotorisches Heimprogramm durch. Das Programm besteht aus sechs Übungen. Zehn Wiederholungen pro Übung sollen zweimal täglich praktiziert werden. Die Kontrollgruppe erhält präoperativ keine Therapie. Evaluiert wird anhand des Short Form 36 Health Survey Questionnaires (SF-36), des Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index (WOMAC Index) und des Biodex Balance Systems (BBS). Die Messungen finden einen Tag vor der Operation sowie acht bis zehn Tage, vier und zwölf Monate nach dem Eingriff statt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Interventionsgruppe präoperativ eine signifikant bessere Gleichgewichtsfähigkeit (BBS) aufweist als die Kontrollgruppe. Dieser Unterschied bleibt auch nach dem Eingriff bestehen, jedoch ohne statistische Signifikanz. Zudem schätzt die Interventionsgruppe ihre körperliche Funktionsfähigkeit (SF-36 und WOMAC Index) vor der Operation besser, nach dem Eingriff jedoch schlechter ein als die Kontrollgruppe. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Trainingsprogramm präoperativ in einer verbesserten Gleichgewichtsfähigkeit resultiert, nach dem Eingriff jedoch keinen signifikanten Unterschied in den erfassten Parametern hervorruft.

Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty -
Gstoettner et al. (2011)

Gstoettner et al. (2011) untersuchen anhand ihrer randomisierten kontrollierten Phase-IIb-Studie den Einfluss von einem präoperativen sensomotorischen Training auf die postoperative Gleichgewichtsfähigkeit und die Körperfunktion während Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) bei Patienten mit einer Knie totalprothese. 38 Probanden nehmen an der Studie teil und werden anhand verblindeter Randomisierung der Interventions- (n=18) oder der Kontrollgruppe (n=20) zugewiesen. Die Interventionsgruppe führt während sechs Wochen präoperativ ein sensomotorisches Heimprogramm durch. Dieses besteht aus Aufwärmen, Stretching sowie vier Übungen zur Verbesserung der Sensomotorik. Das Programm soll einmal pro Tag praktiziert werden. Die Kontrollgruppe erhält vor der Operation kein Training. Anhand des BBS, der Gehgeschwindigkeit, des WOMAC Index und des Knee Society Scores (KSS) werden die Daten erfasst. Die Messungen erfolgen sechs Wochen vor sowie sechs Wochen nach dem Einsatz der Knie totalprothese. Für die Interventionsgruppe findet ein weiteres Follow-up einen Tag präoperativ statt. In den Ergebnissen werden überwiegend Intragruppenvergleiche dargestellt, auf welche nicht näher eingegangen wird. Die Gleichgewichtsfähigkeit resultiert in der Interventionsgruppe sechs Wochen postoperativ in einem signifikant besseren Wert als in der Kontrollgruppe. Im Gegensatz dazu weist der Intergruppenvergleich nach der Operation keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Körperfunktion (KSS function, WOMAC function und Gehgeschwindigkeit) auf. Zusammenfassend kann angemerkt werden, dass ein präoperatives sensomotorisches Training eine effektive Methode zur Verbesserung der postoperativen Gleichgewichtsfähigkeit darstellt, auf die ADL- Funktionen jedoch keinen signifikanten Einfluss hat.

4.2 Bewertung der Qualität der Studien

Die Studien werden anhand der PEDro Kriterien (Hegenscheidt, Harth & Scherfer, 2010) ausgewertet. PEDro ist eine Datenbank, welche physiotherapierrelevante Studien aufnimmt und bezüglich ihrer Qualität beurteilt. Jedes erfüllte Kriterium ergibt einen Punkt. Das erste Kriterium beeinflusst die externe Validität und ist für die Berechnung des PEDro Scores irrelevant. Die übrigen Kriterien erfassen die interne,

statistische Validität und fließen in die Bewertung ein. So sind maximal zehn Punkte möglich. Die Tabelle 4 zeigt, wie die beiden Studien durch die Datenbank PEDro beurteilt werden. Die Asteriks (*) sollen Unklarheiten in der Bewertung kennzeichnen. Diese werden in der Diskussion genauer erläutert (siehe 6.1 Wertigkeit der Studien).

Tab. 4: Bewertung der Studien nach PEDro

Kriterien / Studien	Bitterli et al. (2011)	Gstoettner et al. (2011)
Eligibility criteria (Zulassungskriterium)	(X)	(X)
Random allocation (Randomisierte Gruppen)	X	X
Concealed allocation (Verblindete Randomisierung)	-	X
Baseline Comparability (Vergleichbare Gruppen)	X*	X*
Blind subjects (Verblindete Probanden)	-	-
Blind therapists (Verblindete Therapeuten)	-	-
Blind assessors (Verblindete Messung)	X*	-*
Adequate follow-up (Vollständige Nachkontrolle bei mind. 85% der Probanden)	X	X
Intention-to-treat-analysis	X	-
Between-group comparisons (Zwischengruppenvergleiche)	X	X
Point measures and measures of variability (Lage- und Streuungsmasse)	X	X
Total Punkte	7/10	6/10

X Kriterium erfüllt
 - Kriterium nicht erfüllt
 () Kriterium für Punktzahl irrelevant
 * Unklarheiten in der Bewertung

In der Tabelle 4 wird ersichtlich, dass die Studie von Bitterli et al. (2011) nach PEDro sieben von zehn Punkten erreicht. Die Verblindung der Randomisierung, der Probanden und der Therapeuten wird von der Studie nicht erfüllt. Die Studie von Gstoettner et al. (2011) erlangt insgesamt sechs Punkte. Die Kriterien der Verblindung der Probanden, der Therapeuten und der Messung sowie die Intention-to-treat-analysis werden in der Studie nicht umgesetzt.

4.3 Gesamtübersicht der Studien

Die Tabelle 5 soll zusammenfassend einen Überblick über die Beschreibung und Bewertung der beiden Studien generieren.

Tab. 5: Gesamtübersicht der Studien

	Bitterli et al. (2011)	Gstoettner et al. (2011)
Ziel	Effekt von präoperativem sensorischem Trainingsprogramm auf postoperative körperliche Funktionsfähigkeit und Behinderung, Lebensqualität und Sensomotorik bei Patienten mit Hüfttotalprothese	Effekt von präoperativem sensorischem Trainingsprogramm auf postoperative Gleichgewichtsfähigkeit und Körperfunktion während ADLs bei Patienten mit Knie totalprothese
Design	RCT	RCT (Phase-IIb)
Sample	80 Probanden	38 Probanden
Intervention	Präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm: 2-6 Wo, 2x/Tag, 6 Übungen, 10 Wiederholungen	Präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm: 6 Wo, 1x/Tag, 4 Übungen, 10-15 Wiederholungen / 10s
Zeitpunkt der Messungen	1 Tag präoperativ / 8-10 Tage, 4 und 12 Monate postoperativ	6 Wo prä- und postoperativ, Interventionsgruppe zusätzlich 1 Tag präoperativ
Outcomes	BBS, SF-36, WOMAC	BBS, Gehgeschwindigkeit, WOMAC, KSS
Ergebnisse	<u>Gleichgewicht</u> : präoperativ IG signifikant besser als KG, postoperativ IG besser als KG <u>Körperfunktion</u> : präoperativ IG besser als KG, postoperativ KG besser als IG	<u>Gleichgewicht</u> : postoperativ IG signifikant besser als KG <u>Körperfunktion</u> : postoperativ kein signifikanter Unterschied
Bewertung	7/10	6/10

ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens
BBS	Biodex Balance System
IG	Interventionsgruppe
KG	Kontrollgruppe
KSS	Knee Society Score
RCT	Randomised Controlled Trial
SF-36	Short Form 36 Health Survey Questionnaire
WOMAC	Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index

5 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studien, welche für die Fragestellung relevant sind, aufgezeigt und beschrieben. Um eine hohe Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten, werden ausschliesslich Intergruppenvergleiche dargestellt. Der Intergruppenunterschied gilt in beiden Studien als statistisch signifikant, wenn der p-Wert unter 0.05 liegt.

5.1 Gleichgewichtsfähigkeit

Die objektive Messung der Gleichgewichtsfähigkeit erfolgt in beiden Studien anhand des BBS auf der stabilsten Stufe, Level 8. Niedrige Werte stehen für eine gute Gleichgewichtsfähigkeit. Die Abbildung 5 zeigt, dass die Interventionsgruppe (vgl. TR, GSI und TR, MLSI) in der Studie von Bitterli et al. (2011) präoperativ eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit aufweist als die Kontrollgruppe (vgl. KO, GSI und KO, MLSI). Dieser Unterschied ist sowohl im Gesamtstabilitätsindex (GSI) als auch im medial-lateral Stabilitätsindex (MLSI) signifikant. In den Verlaufskontrollen zehn Tage, vier und zwölf Monate postoperativ resultiert die Gleichgewichtsfähigkeit der Interventionsgruppe ebenfalls in einem besseren Wert im Vergleich zur Kontrollgruppe. Der Unterschied ist nach dem Eingriff jedoch nicht mehr signifikant.

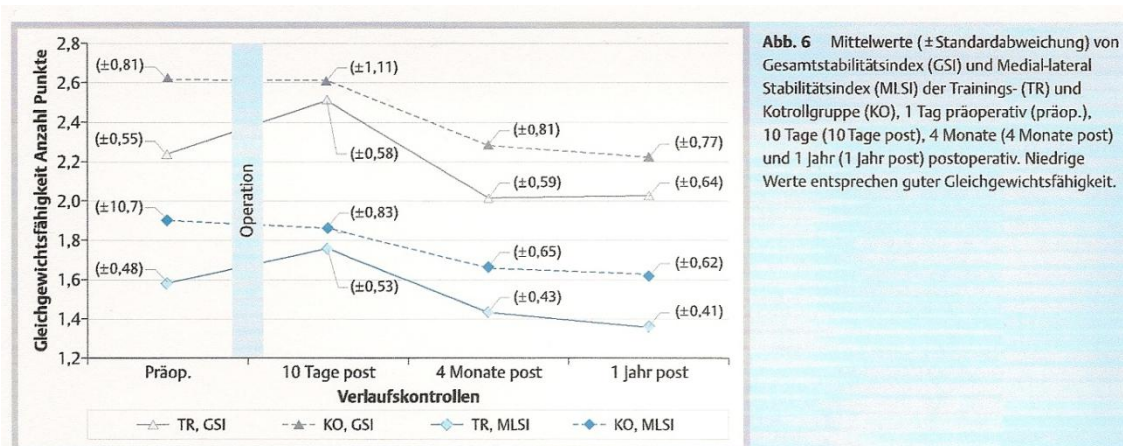


Abb. 6 Mittelwerte (±Standardabweichung) von Gesamtstabilitätsindex (GSI) und Medial-lateral Stabilitätsindex (MLSI) der Trainings- (TR) und Kontrollgruppe (KO), 1 Tag präoperativ (präop.), 10 Tage (10 Tage post), 4 Monate (4 Monate post) und 1 Jahr (1 Jahr post) postoperativ. Niedrige Werte entsprechen guter Gleichgewichtsfähigkeit.

Abb. 5: Gleichgewichtsfähigkeit (Bitterli et al., 2009, S. 199)

In der Studie von Gstoettner et al. (2011) kann keine Aussage über die Gleichgewichtsfähigkeit einen Tag präoperativ gemacht werden, da diese Messung ausschliesslich in der Interventionsgruppe erfolgt. Ein Intergruppenvergleich ist daher

nicht möglich. Sechs Wochen postoperativ weist die Interventionsgruppe eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit auf als die Kontrollgruppe (siehe Abb. 6: roter Balken). Der Unterschied ist bezüglich des anterior-posterior Stabilitätsindex (APSI) signifikant.

Table 5
Comparison of the control group (CG) and the training group (TG) 6 weeks after TKA: mean value, standard deviation in brackets.

	Control group	Training group	Statistical significance in differences between CG and TG 6 weeks after TKA (p)
KSS	80.6 (17.5)	82.5 (19.2)	0.831
KSS function	73.9 (15.9)	74.3 (14.6)	0.956
Womac pain	0.9 (0.9)	1.3 (1.1)	0.514
Womac stiffness	1.1 (1.5)	1.5 (1.5)	0.550
Womac function	1.9 (1.0)	1.8 (1.2)	0.791
Walking 60 m	51.8 (9.9)	56.8 (17.7)	0.476
Stairs up	30.0 (8.4)	33.8 (13.8)	0.499
Stairs down	30.4 (10.2)	34.6 (17.4)	0.546
Biodex OSI	2.9 (0.7)	2.2 (0.7)	0.050
Biodex APSI	2.3 (0.6)	1.7 (0.4)	0.026
Biodex MLSI	1.9 (0.6)	1.6 (0.7)	0.258

APSI Anterior-Posterior Stability Index
 MLSI Medial-Lateral Stability Index
 OSI Overall Stability Index
 TKA Total Knee Arthroplasty

Abb. 6: Gleichgewichtsfähigkeit (Gstoettner et al., 2011, S. 269)

5.2 Körperliche Funktionsfähigkeit

Die körperliche Funktionsfähigkeit wird in beiden Studien anhand verschiedener Messparameter erfasst. Bitterli et al. (2011) verwenden in ihrer Studie den SF-36 und den WOMAC Index. Die Abbildung 7 zeigt, dass die Interventionsgruppe (vgl. TR, KOFU), gemessen anhand des SF-36, präoperativ über eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit verfügt als die Kontrollgruppe (vgl. KO, KOFU). Zehn Tage, vier und zwölf Monate nach dem Eingriff schätzt die Interventionsgruppe ihre körperliche Funktionsfähigkeit schlechter ein als die Kontrollgruppe. Der Intergruppenunterschied ist in allen Messungen nicht signifikant.

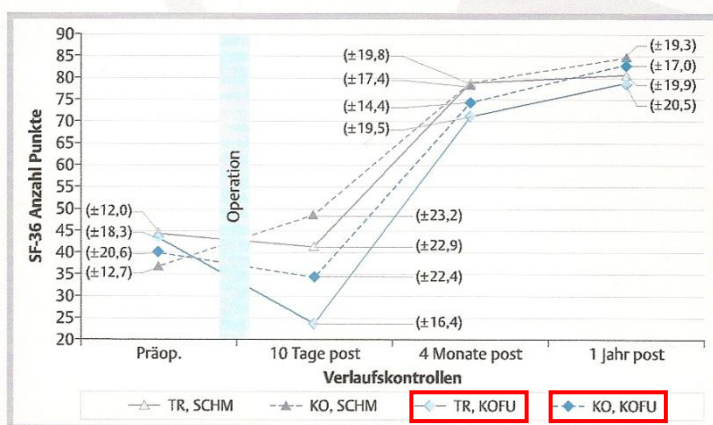


Abb. 3 Mittelwerte (± Standardabweichung) von Körperlichen Funktionsfähigkeit (KOFU) und Schmerz (SCHM) der Trainings- (TR) und Kontrollgruppe (KO), 1 Tag präoperativ (präop.), 10 Tage (10 Tage post), 4 Monate (4 Monate post) und 1 Jahr (1 Jahr post) postoperativ. Hohe Werte entsprechen guter Körperlicher Funktionsfähigkeit und wenig Schmerzen.

Abb. 7: körperliche Funktionsfähigkeit anhand SF-36 (Bitterli et al., 2009, S. 197)

Die Messung der körperlichen Funktionsfähigkeit anhand des WOMAC Index wird in der Abbildung 8 dargestellt. Die Interventionsgruppe (vgl. TR, GLOB) weist präoperativ eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit auf als die Kontrollgruppe (vgl. KO, GLOB). Zehn Tage, vier und zwölf Monate postoperativ schätzt sich die Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe schlechter ein. Die Intergruppenunterschiede weisen keine statistische Signifikanz auf.

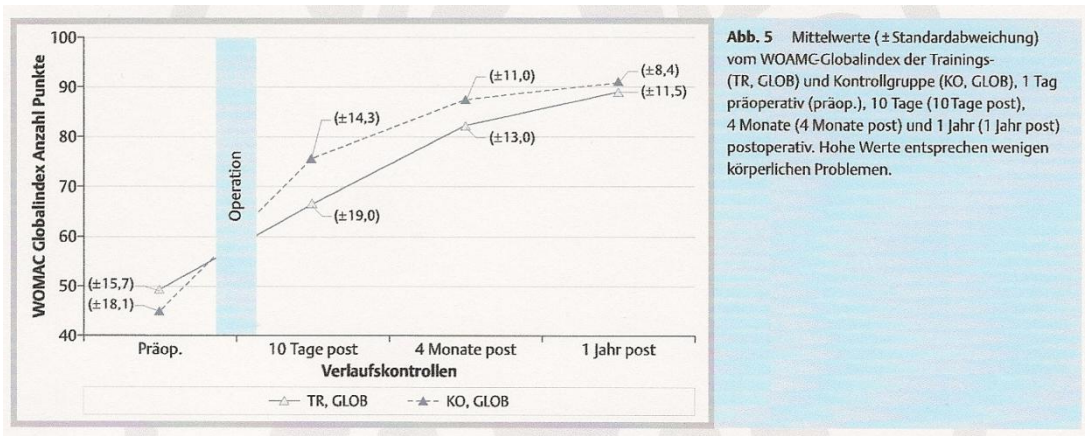


Abb. 5 Mittelwerte (± Standardabweichung) vom WOMAC-Globalindex der Trainings- (TR, GLOB) und Kontrollgruppe (KO, GLOB), 1 Tag präoperativ (präop.), 10 Tage (10 Tage post), 4 Monate (4 Monate post) und 1 Jahr (1 Jahr post) postoperativ. Hohe Werte entsprechen wenigen körperlichen Problemen.

Abb. 8: körperliche Funktionsfähigkeit anhand WOMAC Index (Bitterli et al., 2009, S. 198)

Gstoettner et al. (2011) untersuchen die körperliche Funktionsfähigkeit anhand der KSS function, der WOMAC function und der Gehgeschwindigkeit. Die Interventionsgruppe zeigt sechs Wochen postoperativ einen besseren Wert in der KSS function und WOMAC function sowie einen schlechteren Wert in der Gehgeschwindigkeit als die Kontrollgruppe. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Die Parameter der körperlichen Funktionsfähigkeit sind in der Abbildung 9 durch die roten Balken gekennzeichnet.

Table 5
Comparison of the control group (CG) and the training group (TG) 6 weeks after TKA: mean value, standarddeviation in brackets.

	Control group	Training group	Statistical significance in differences between CG and TG 6 weeks after TKA (p)
KSS	80.6 (17.5)	82.5 (19.2)	0.831
KSS function	73.9 (15.9)	74.3 (14.6)	0.956
Womac pain	0.9 (0.9)	1.3 (1.1)	0.514
Womac stiffness	1.1 (1.5)	1.5 (1.5)	0.550
Womac function	1.9 (1.0)	1.8 (1.2)	0.791
Walking 60 m	51.8 (9.9)	56.8 (17.7)	0.476
Stairs up	30.0 (8.4)	33.8 (13.8)	0.499
Stairs down	30.4 (10.2)	34.6 (17.4)	0.546
Biodex OSI	2.9 (0.7)	2.2 (0.7)	0.050
Biodex APSI	2.3 (0.6)	1.7 (0.4)	0.026
Biodex MLSI	1.9 (0.6)	1.6 (0.7)	0.258

In der KSS function entsprechen hohe Werte, in der WOMAC function tiefe Werte weniger körperlichen Problemen.

KSS Knee Society Score
TKA Total Knee Arthroplasty
WOMAC Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index

Abb. 9: körperliche Funktionsfähigkeit (Gstoettner et al., 2011, S. 269)

6 Diskussion

Nachfolgend werden die Bewertung nach PEDro, die Vergleichbarkeit der Studien sowie die Ergebnisse analysiert und diskutiert.

6.1 Wertigkeit der Studien

Die Ein- und Ausschlusskriterien werden in den Studien von Bitterli et al. (2011) und Gstoettner et al. (2011) spezifiziert. Somit ist das Zulassungskriterium, welches die externe Validität und damit die Generalisierbarkeit der Ergebnisse beeinflusst, erfüllt. Die weiteren Kriterien nach PEDro machen eine Aussage über die Gültigkeit der Ergebnisse für die untersuchten Probanden. Nicht erfüllte Kriterien führen zu Verzerrung (Bias) und damit zu einem grösseren Effekt. Nachfolgend werden nicht erfüllte Kriterien diskutiert. Ausserdem werden Unklarheiten in der Bewertung nach PEDro aufgezeigt.

Bitterli et al. (2011) erreichen in der Bewertung nach PEDro sieben, Gstoettner et al. (2011) sechs von zehn Punkten. Die **verblindete Randomisierung** wird von Bitterli et al. (2011) nicht erfüllt. Dies wird ebenfalls von den Autoren als Kritikpunkt in den Limitierungen der Studie angemerkt. Es besteht so die Gefahr, dass das Wissen über die Gruppenzugehörigkeit die Entscheidung, ob eine Person in die Studie eingeschlossen wird oder nicht, beeinflusst. Das Kriterium **„vergleichbare Gruppen zu Beginn der Studie“** wird nach PEDro in beiden Studien mit einem Punkt taxiert. Bei Bitterli et al. (2011) wird die Vergleichbarkeit der Gruppen bezüglich verschiedener Faktoren wie beispielsweise Anzahl Probanden, Body Mass Index (BMI) und Alter dargestellt. Ein zentrales Outcome wird aber zu Beginn der Studie nicht beschrieben, da keine Messung vor der Intervention durchgeführt wird. Daher ist fraglich, ob die Gruppen zu Beginn der Studie vergleichbar sind und ob der Punkt für dieses Kriterium gerechtfertigt ist. Diese Zweifel bestehen ebenfalls in Bezug auf die Studie von Gstoettner et al. (2011). Die Autoren legen die Vergleichbarkeit der Gruppen zu Beginn der Studie hinsichtlich der Outcomes offen dar. Prognostische Indikatoren wie das Alter und das Geschlecht werden jedoch nicht auf ihre Vergleichbarkeit überprüft. So beträgt beispielsweise das durchschnittliche Alter in der Interventionsgruppe 72.8 Jahre, in der Kontrollgruppe 66.9 Jahre. Berechnungen

könnten in diesem Fall Klarheit darüber verschaffen, ob diese Werte ähnlich sind. Eine **Verblindung der Probanden sowie der Therapeuten** wird in beiden Studien nicht erzielt. Folglich kann man nicht davon ausgehen, dass einzig die untersuchte Intervention für den Effekt verantwortlich ist. Faktoren wie ein Placebo-Effekt bei den Probanden oder Enthusiasmus des Therapeuten können bei fehlender Verblindung die Ergebnisse verzerren. In Studien, welche physiotherapeutische Interventionen untersuchen, besteht jedoch generell die Schwierigkeit, diese beiden Kriterien zu erfüllen. Für die Studie von Bitterli et al. (2011) beurteilt PEDro das Kriterium **„verblindete Messung“** als erreicht. Dies trifft für die objektive Messung der Gleichgewichtsfähigkeit zu. Die körperliche Funktionsfähigkeit wird jedoch anhand von Fragebögen evaluiert, welche die subjektive Ansicht der Probanden widerspiegeln. Da in der Studie keine Verblindung der Probanden erfolgt, gelten auch die Messungen als nicht verblindet. Die Vorgaben des Kriteriums werden somit nur teilweise eingehalten. Gstoettner et al. (2011) erhalten von der Datenbank PEDro für das oben genannte Kriterium keinen Punkt. Die Gleichgewichtsfähigkeit wird jedoch wie bei Bitterli et al. (2011) objektiv mit Hilfe des BBS gemessen und kann als verblindet angesehen werden. Zwei Parameter der körperlichen Funktionsfähigkeit werden anhand von Fragebögen, die Gehgeschwindigkeit wird von zwei Mitgliedern des Forschungsteams erfasst. Diese Messungen gelten wie bei Bitterli et al. (2011) als nicht verblindet, da in der Studie keine Verblindung der Probanden und der Untersucher erfolgt. Daher wird das Kriterium in der Studie von Gstoettner et al. (2011) ebenfalls nur teilweise erfüllt. Beide Studien erreichen eine verblindete Messung der Gleichgewichtsfähigkeit, können in der Erfassung der körperlichen Funktionsfähigkeit die Verblindung jedoch nicht umsetzen. Dies kann zur Folge haben, dass neben der Intervention möglicherweise auch eine verzerrte Beobachtung der Untersucher für den Effekt auf die körperliche Funktionsfähigkeit verantwortlich ist. Gstoettner et al. (2011) führen laut PEDro keine **Intention-to-treat-analysis** durch. In der Studie wird nicht klar ersichtlich, nach welcher Methode die Daten analysiert werden. Eine Intention-to-treat-analysis wird nicht explizit erwähnt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Qualität der beiden Studien mit sieben bzw. sechs von insgesamt zehn Punkten ähnlich bewertet wird. Zwei Punkte sind in physiotherapeutischen Studien grundsätzlich schwierig zu erreichen.

Es muss in Bezug auf die Ergebnisse mit Bias gerechnet werden. Dabei ist in beiden Studien die Messung der Gleichgewichtsfähigkeit aussagekräftiger als jene der körperlichen Funktionsfähigkeit, da sie verblindet durchgeführt wird. Die Studie von Bitterli et al. (2011) erscheint aufgrund der Bewertung nach PEDro qualitativ hochstehender als die Studie von Gstoettner et al. (2011). Bezieht man jedoch die Diskussion der Unklarheiten in die Beurteilung mit ein, wird der Unterschied in der Qualität der Studien relativiert.

6.2 Vergleichbarkeit der Studien

Um eine Aussage über die Vergleichbarkeit der Studien und deren Ergebnisse zu machen, werden die beiden Studien im folgenden Abschnitt anhand von fünf Kriterien einander gegenübergestellt und analysiert.

6.2.1 Studiendesign

Die Studien von Bitterli et al. (2011) und Gstoettner et al. (2011) sind nach demselben Design konzipiert, was deren Vergleichbarkeit erhöht. Beide untersuchen die Wirksamkeit ihrer Intervention anhand einer randomisierten kontrollierten Studie. Randomisiert bedeutet, dass die Zuordnung zu den Gruppen nach dem Zufallsprinzip erfolgt. Kontrolliert meint, dass neben der Interventionsgruppe eine Kontrollgruppe ohne Therapie existiert, um die Ergebnisse vergleichen zu können. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) werden in einer Messung die Werte der Kontrollgruppe nicht erfasst. Dies führt zu einer verminderten Aussagekraft dieser Ergebnisse. Die RCT ist ein hochwertiges Design, um die Effektivität einer Therapie zu untersuchen.

6.2.2 Stichprobengrösse

Bitterli et al. (2011) schliessen 80, Gstoettner et al. (2011) 38 Probanden in ihre Studie ein. Die Stichprobengrösse gilt in beiden Studien als relativ klein. Bei Bitterli et al. (2011) ist sie Berechnungen zufolge statistisch ausreichend. Auch Gstoettner et al. (2011) finden trotz wenigen Probanden keine signifikanten Abweichungen von der erwarteten Normalverteilung. Eine kleine Stichprobe limitiert die Generalisierbarkeit. Daher können die Ergebnisse von Bitterli et al. (2011) eher auf die gesamte Population übertragen werden als jene von Gstoettner et al. (2011).

6.2.3 Vergleichbarkeit der Gruppen

Um eine Aussage über die Vergleichbarkeit der beiden Studien zu machen, wird die Ähnlichkeit der Gruppen bezüglich der prognostischen Faktoren ermittelt. In der Studie von Bitterli et al. (2011) beträgt das durchschnittliche Alter 66.8 Jahre und der BMI 27.4 kg/m². Bei Gstoettner et al. (2011) sind die Probanden im Durchschnitt 69.7 Jahre alt und verfügen über einen BMI von 27.8 kg/m². Bitterli et al. (2011) schliessen in ihre Studie 39% Frauen und 61% Männer ein, während Gstoettner et al. (2011) 79% Frauen und 21% Männer untersuchen. Die Gruppen sind in Bezug auf das Alter und den BMI ähnlich. Ein grosser Unterschied besteht jedoch in der Geschlechterverteilung.

6.2.4 Sensomotorisches Trainingsprogramm

Beide Studien untersuchen die Effektivität eines präoperativen sensomotorischen Heimprogramms. Bei Gstoettner et al. (2011) wird der Begriff ‚propriozeptives Training‘ verwendet. Die Propriozeption beinhaltet aber ausschliesslich einen Teil der afferenten Seite des sensomotorischen Systems. Das Trainingsprogramm spricht jedoch die Afferenzen und Efferenzen an. Ausserdem wird die Wirksamkeit des Trainings anhand der Gleichgewichts- und körperlichen Funktionsfähigkeit, also einer motorischen Antwort, überprüft. Ein propriozeptives Training existiert nicht und reicht zur Benennung der Intervention nicht aus (siehe 3.2.3 Abgrenzung zum propriozeptiven Training). Daher wird in dieser Arbeit übergreifend die Bezeichnung ‚sensomotorisches Training‘ verwendet.

In der Studie von Bitterli et al. (2011) soll das Heimprogramm zweimal täglich während zwei bis sechs Wochen, bei Gstoettner et al. (2011) einmal pro Tag während sechs Wochen durchgeführt werden. Gemäss Granacher und Gollhofer (2005, zitiert nach Bitterli et al., 2011) belegen Studien, dass ein sensomotorisches Trainingsprogramm von sechs bis zwölf Wochen positive Effekte bewirkt. Die Trainingszeit scheint aufgrund dessen in beiden Studien relativ knapp bemessen zu sein. Dies kann einen Einfluss auf die statistische Signifikanz der Ergebnisse haben.

Bei Bitterli et al. (2011) erfolgen zu Beginn zwei mündliche Instruktionen zum Heimprogramm. In beiden Studien erhalten die Probanden eine schriftliche

Anleitung. Gstoettner et al. (2011) organisieren zusätzlich einmal wöchentlich ein geführtes Training von 45 Minuten. All diese Massnahmen dienen bestimmt dazu, die Intervention möglichst standardisiert zu vermitteln. Da das Trainingsprogramm jedoch zu Hause praktiziert wird, fehlt jegliche Kontrolle über die Qualität und Quantität der Durchführung, was eine Standardisierung erschwert. Bitterli et al. (2011) verfügen über einen Lösungsansatz, um die Quantität der Durchführung zu erfassen. In ihrer Studie führen die Probanden ein Trainingstagebuch und notieren den Umfang und Komplikationen. Die Bewegungsqualität kann nicht überprüft werden. Es wird deutlich, dass die Intervention in beiden Studien sehr praxisnah durchgeführt wird. Die Wirksamkeit ist daher möglicherweise kleiner als bei einer Studie, welche ein streng überwachttes Trainingsprogramm untersucht.

Das sensomotorische Training der beiden Studien ist im Anhang ersichtlich. Es ist kaum vergleichbar. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass das Trainingsprogramm von Bitterli et al. (2011) auf Patienten mit Hüftgelenksarthrose, jenes von Gstoettner et al. (2011) auf Patienten mit Kniegelenksarthrose ausgelegt ist. Die Intervention von Bitterli et al. (2011) beinhaltet sechs Übungen à zehn Wiederholungen. Vier Übungen werden in Rückenlage, zwei im Stand durchgeführt. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) erfolgen ein Aufwärmen von fünf bis zehn Minuten sowie fünf Dehnungsübungen. Das sensomotorische Training besteht aus vier Übungen, welche alle im Stand praktiziert werden und meist eine Gewichtsverlagerung vom Zweibeinstand auf ein Bein erfordern. Die Dosierung beträgt jeweils zehn bis fünfzehn Wiederholungen oder zehn Sekunden. Es fällt auf, dass der Schwierigkeitsgrad bezüglich der Ausgangsstellung bei Gstoettner et al. (2011) höher ist als bei Bitterli et al. (2011). In der Studie von Gstoettner et al. (2011) werden die Probanden ausserdem dazu angehalten, die Intensität der Übungen angepasst an ihre eigenen Fähigkeiten zu erhöhen, indem sie die Stabilität der Unterlage variieren oder den Visus ausschalten. Der Vorteil besteht darin, dass das Trainingsprogramm individuell auf den Patienten abgestimmt ist. Eine Standardisierung der Intervention kann damit aber nicht gewährleistet werden.

6.2.5 Zeitpunkt der Follow-ups

Die Outcomes werden in beiden Studien zu unterschiedlichen Zeitpunkten evaluiert, was die Vergleichbarkeit vermindert. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) findet die erste Messung sechs Wochen präoperativ und damit vor der Durchführung des Trainingsprogramms statt. Diese Evaluation ist erforderlich, um die Ähnlichkeit der Gruppen zu Beginn der Studie zu bestimmen. Bei Bitterli et al. (2011) erfolgt vor dem sensomotorischen Training keine Messung. Ein weiteres Follow-up wird in beiden Studien einen Tag vor der Operation durchgeführt. Die Werte geben Aufschluss über die Effektivität des sensomotorischen Trainingsprogramms. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) werden zu diesem Zeitpunkt ausschliesslich die Outcomes der Interventionsgruppe evaluiert. Daher kann kein Intergruppenvergleich stattfinden.

Bei Bitterli et al. (2011) erfolgen postoperativ drei Messungen. Eine davon wird acht bis zehn Tage nach dem Eingriff durchgeführt. Zur Erfassung der körperlichen Funktionsfähigkeit werden dabei modifizierte Akutversionen der Fragebögen mit weniger Items eingesetzt. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse ist daher vermindert. Auch die Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit bereitet zu diesem Zeitpunkt aufgrund von Schmerzen und Kreislaufproblemen Schwierigkeiten. Der akute Einfluss der Operation scheint die Probanden noch stark einzuschränken. Das Follow-up acht bis zehn Tage postoperativ ist möglicherweise zu früh angesetzt und sagt wenig über die Effektivität des präoperativen sensomotorischen Trainings aus. Die weiteren Messungen vier und zwölf Monate nach dem Eingriff erfassen den längerfristigen Effekt der Intervention. Bei Gstoettner et al. (2011) findet die Evaluation sechs Wochen postoperativ statt. Dies stellt einen idealen Messzeitpunkt hinsichtlich der Wundheilungsphase und der Nachbehandlung nach der Implantation einer Totalprothese dar.

6.3 Diskussion der Ergebnisse

Um einen Bezug zur Fragestellung herzustellen, werden im Folgenden die Ergebnisse diskutiert und miteinander verglichen. Die Interpretation der Ergebnisse sollte mit Vorsicht erfolgen. Die beiden Studien sind zwar hinsichtlich der Qualität und des Designs ähnlich, sie variieren jedoch in Bezug auf die Stichprobengrösse, das sensomotorische Trainingsprogramm und den Zeitpunkt der Follow-ups deutlich.

6.3.1 Gleichgewichtsfähigkeit

Für die Evaluation der Gleichgewichtsfähigkeit wird in beiden Studien dasselbe Messinstrument verwendet. Die Gleichgewichtsfähigkeit wird objektiv anhand des BBS ermittelt. Die Testung erfolgt in beiden Studien barfuss, auf dem stabilsten Level 8 und dauert 20 Sekunden. In der Studie von Bitterli et al. (2011) finden zuerst drei Versuche und dann ein gültiger Test statt. Die Variablen GSI und MLSI werden dargestellt. Bei Gstoettner et al. (2011) werden ein Versuch und zwei Tests, wovon der bessere zählt, durchgeführt. Zusätzlich zum GSI und MLSI wird der APSI erfasst.

In der Studie von Bitterli et al. (2011) zeigt die Interventionsgruppe präoperativ, nach dem zwei- bis sechswöchigen Training, im Vergleich zur Kontrollgruppe einen signifikant besseren Wert bezüglich des GSI und MLSI. Dies deutet darauf hin, dass das durchgeführte sensomotorische Heimprogramm eine geeignete Intervention darstellt, um die Gleichgewichtsfähigkeit zu verbessern. Die Interpretation dieses Ergebnisses ist jedoch mit Vorsicht zu geniessen. Denn aufgrund einer fehlenden Messung der Gleichgewichtsfähigkeit vor der Intervention ist unklar, ob die Gruppen zu Beginn der Studie vergleichbar sind (siehe 6.1 Wertigkeit der Studien). Bei Gstoettner et al. (2011) resultiert die Interventionsgruppe durch das sensomotorische Training vor der Operation ebenfalls in einer verbesserten Gleichgewichtsfähigkeit. Da aber die Messung einen Tag präoperativ ausschliesslich in der Interventionsgruppe erfolgt, fehlt der Referenzwert der Kontrollgruppe. Ein Intergruppenvergleich ist nicht möglich und das Ergebnis verliert an Qualität.

Sechs Wochen postoperativ weist die Interventionsgruppe in der Studie von Gstoettner et al. (2011) in allen Parametern eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. Der Unterschied ist bezüglich des APSI signifikant. Auch bei Bitterli et al. (2011) ist die Interventionsgruppe in den Messungen zehn Tage, vier und zwölf Monate nach dem Eingriff besser als die Kontrollgruppe, jedoch ohne statistische Signifikanz. Diese Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass das präoperative sensomotorische Training auch postoperativ einen Vorteil in der Gleichgewichtsfähigkeit mit sich bringt. Der positive Trainingseffekt überdauert damit die Implantation einer Totalprothese.

Es fällt auf, dass in beiden Studien sowohl die Interventions- als auch die Kontrollgruppe postoperativ über eine bessere Gleichgewichtsfähigkeit verfügen als vor dem Eingriff. Für die Studie von Bitterli et al. (2011) gilt diese Aussage ausschliesslich für die Messungen vier und zwölf Monate nach dem Eingriff. Obwohl diese Beobachtung nichts über den Effekt des sensomotorischen Trainings aussagt, ist sie für die vorliegende Arbeit relevant. Sie deutet darauf hin, dass die Funktion des sensomotorischen Systems durch die vorbestehende Arthrose stärker beeinträchtigt wird als durch den Einsatz einer Totalprothese. Schmerzen, als Symptom der Arthrose, haben eine modulierende Auswirkung auf die Verarbeitung im sensomotorischen System. Auch eine daraus resultierende Immobilisation beeinflusst die Funktion des sensomotorischen Systems. Denn Bewegung gilt als Ursprung neuer Reize. Fehlen diese Stimuli, sinkt die Belastbarkeit des gesamten Systems, was sich unter anderem auf die Gleichgewichtsfähigkeit auswirkt. Obwohl durch die Implantation einer Totalprothese Propriozeptoren verletzt werden und dadurch der sensorische Input abnimmt, resultiert die Gleichgewichtsfähigkeit postoperativ in einem besseren Wert im Vergleich zu präoperativ. Dies lässt darauf schliessen, dass der operative Eingriff nach der Akutphase zu einer Linderung der Schmerzen, Optimierung der Mobilität und damit zu einer verbesserten Funktion des sensomotorischen Systems führt. Möglicherweise kann diese Verbesserung auch auf die Neuroplastizität, welche eine Kompensation in der Funktion des sensomotorischen Systems hervorruft, zurückgeführt werden (vgl. 3.3 Die Sensomotorik bei Totalprothese). Um diese Hypothesen zu bestätigen oder zu verwerfen, müssten Studien durchgeführt werden, welche den Effekt der Implantation einer Totalprothese auf die Gleichgewichtsfähigkeit untersuchen.

Zusammenfassend kann angemerkt werden, dass ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm eine verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit sowohl vor als auch nach der Operation bewirkt.

6.3.2 Körperliche Funktionsfähigkeit

Eine Aussage über die körperliche Funktionsfähigkeit zu machen und einen Vergleich zwischen den Ergebnissen herzustellen, ist schwierig. Denn beide Studien verwenden mehrere und unterschiedliche Evaluationsinstrumente. Bitterli et al. (2011) messen die körperliche Funktionsfähigkeit anhand einer Dimension des SF-36. Diese erfasst mit Hilfe von zehn Items, wie stark der Patient durch seine Gesundheit in Alltagsaktivitäten limitiert ist. Der WOMAC Index wird in beiden Studien eingesetzt. Er besteht aus den drei Subskalen körperliche Funktionsfähigkeit, Schmerz und Steifigkeit und wurde spezifisch für Patienten mit Knie- oder Hüftgelenksarthrose entwickelt. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) werden die Ergebnisse der Subskala WOMAC function separat dargestellt. Bei Bitterli et al. (2011) ist nur der WOMAC Globalindex ersichtlich. Beide Fragebögen, der SF-36 und der WOMAC Index, erfassen die subjektive Gesundheit der Patienten. Gstoettner et al. (2011) messen ausserdem die Gehgeschwindigkeit in der Ebene und auf der Treppe. Zusätzlich verwenden sie die KSS function. Die darin enthaltenen Items Gehfähigkeit, Treppe und Hilfsmittel werden vom Therapeuten evaluiert. Anhand der Gehgeschwindigkeit und der KSS function wird die körperliche Funktionsfähigkeit unabhängig von der subjektiven Ansicht der Probanden erfasst.

In der Studie von Bitterli et al. (2011) weist die Interventionsgruppe präoperativ nach dem Trainingsprogramm eine bessere körperliche Funktionsfähigkeit auf als die Kontrollgruppe. Auch bei Gstoettner et al. (2011) resultiert die körperliche Funktionsfähigkeit in der Interventionsgruppe einen Tag vor dem Eingriff in allen Parametern, ausser in der WOMAC function, in einem besseren Wert. Obwohl diese Ergebnisse keine statistische Signifikanz aufweisen, deuten sie darauf hin, dass das durchgeführte sensomotorische Trainingsprogramm möglicherweise eine positive Auswirkung auf die körperliche Funktionsfähigkeit vor der Operation hat. Wie bereits erwähnt, ist jedoch unklar, ob die Gruppen bei Bitterli et al. (2011) zu Beginn der Studie vergleichbar sind. Und wiederum stützt sich die Aussage bezüglich dem präoperativen Wert in der Studie von Gstoettner et al. (2011) auf einen Intragruppenvergleich ab. An dieser Stelle muss angefügt werden, dass die Gruppen in Bezug auf die WOMAC function zu Beginn der Studie nicht vergleichbar sind. Die Aussagen über diesen Messparameter verlieren damit an Qualität.

Bei Bitterli et al. (2011) schätzt die Interventionsgruppe ihre körperliche Funktionsfähigkeit in den Messungen zehn Tage, vier und zwölf Monate postoperativ schlechter ein als die Kontrollgruppe. Dies gilt sowohl für den SF-36 als auch für den WOMAC Index. Da aber in der Studie ausschliesslich der WOMAC Globalindex dargestellt ist, kann nicht rekonstruiert werden, welchen Anteil die Subskala WOMAC function ausmacht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das präoperative sensomotorische Training keinen Einfluss auf die körperliche Funktionsfähigkeit nach dem Eingriff hat. In der Studie von Gstoettner et al. (2011) bestehen sechs Wochen postoperativ bezüglich allen Parametern zur Evaluation der Körperfunktion keine signifikanten Unterschiede im Intergruppenvergleich. Die Interventionsgruppe resultiert in der KSS function und in der WOMAC function in einem besseren, in der Gehgeschwindigkeit in der Ebene und auf der Treppe in einem schlechteren Wert als die Kontrollgruppe. Diese Ergebnisse lassen keine eindeutige Aussage über den Einfluss eines präoperativen sensomotorischen Trainings auf die postoperative körperliche Funktionsfähigkeit zu.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Evaluation der körperlichen Funktionsfähigkeit aufgrund der verschiedenen Messparametern eine Schwierigkeit darstellt. Das präoperative sensomotorische Trainingsprogramm bewirkt vor der Operation eine verbesserte körperliche Funktionsfähigkeit ohne statistische Signifikanz. Die Werte in den Messungen nach dem Eingriff lassen darauf schliessen, dass das Training keinen wesentlichen Einfluss auf die postoperative Körperfunktion hat.

7 Schlussfolgerung

Die Schlussfolgerung dient der Beantwortung der Fragestellung und gibt die Kernaussage der gesamten Arbeit wieder. Es werden ausserdem, angelehnt an die Wissenschaft, Empfehlungen an die Praxis abgegeben. Die offenen Fragen gelten als Anregung für zukünftige Studien.

7.1 Fazit

Die Fragestellung kann nicht abschliessend beantwortet werden, da nicht genügend Literatur im Bereich des präoperativen sensomotorischen Trainings besteht. Ausserdem variieren die untersuchten Studien in Bezug auf die Stichprobengrösse, die Intervention, die Evaluationsinstrumente zur Erfassung der körperlichen Funktionsfähigkeit sowie den Zeitpunkt der Follow-ups deutlich. Dies erschwert den Vergleich der Ergebnisse. Es kristallisiert sich jedoch heraus, dass sich ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm positiv auf die postoperative Gleichgewichtsfähigkeit bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese auswirkt. Der Effekt auf die körperliche Funktionsfähigkeit bleibt unklar. Das präoperative sensomotorische Training scheint jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf die körperliche Funktionsfähigkeit nach dem Eingriff zu haben.

7.2 Theorie-Praxis-Transfer

Es existieren bisher zwei Studien, welche explizit ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm bei Patienten mit Totalprothese untersuchen. Um eine aussagekräftige, evidenzbasierte Empfehlung an die Praxis abgeben zu können, müsste in diesem Bereich mehr geforscht werden. Die Tendenz zeigt aber, dass ein präoperatives sensomotorisches Training zur Verbesserung der postoperativen Gleichgewichtsfähigkeit Sinn macht. Eine verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit dient der Sturzprävention und verhindert damit Verletzungen, welche zu einer verlängerten Rehabilitation führen können. Die Schwierigkeit besteht darin, eine Aussage über die Dauer und den Inhalt des Trainingsprogramms zu machen. Beide Studien zeigen, dass die Durchführung der Übungen ein- bis zweimal täglich während sechs Wochen notwendig ist. Es ist jedoch fraglich, ob diese Dosierung in der Praxis umgesetzt werden kann, da sie von Seiten der Patienten

eine sehr hohe Compliance erfordert. Der Inhalt des Programms variiert in den Studien stark, weshalb an dieser Stelle keine der Übungen speziell hervorgehoben werden kann.

7.3 Offene Fragen

Die Thematik des präoperativen Trainings weist eine hohe Aktualität auf. Da bisher wenig Evidenz im Bereich des präoperativen sensomotorischen Trainings bei Patienten mit einer Knie- oder Hüfttotalprothese besteht, stellt sich die Frage, ob auch zukünftige Studien in einer verbesserten postoperativen Gleichgewichtsfähigkeit resultieren. Wie sieht der Effekt auf die körperliche Funktionsfähigkeit aus? Verringert ein präoperatives sensomotorisches Trainingsprogramm die Rehabilitationszeit? Weiterführend interessiert auch der Vergleich des spezifischen sensomotorischen Trainings mit anderen Formen des präoperativen Trainings. Ist beispielsweise ein präoperatives Krafttraining effektiver, weil dabei das sensomotorische System ebenfalls trainiert und zusätzlich ein Kraftgewinn erreicht wird? Bei ausreichender Evidenz sollte von Seiten der Physiotherapie ein standardisiertes präoperatives Trainingsprogramm für Patienten mit Knie- oder Hüfttotalprothese angeboten werden.

Wortzahl

Abstract: 191 Wörter

Bachelorarbeit: 7434 Wörter

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

- Barrett, D. S., Cobb, A. G. & Bentley, G. (1991). Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *British editorial Society of Bone and Joint Surgery*, 73(1), 53-56.
- Bitterli, R., Sieben, J. M., Hartmann, M. & De Bruin, E. D. (2009). Präoperatives, sensomotorisches Training bei Implantation einer Hüft-Totalprothese: Eine randomisierte kontrollierte Studie. *Physikalische Medizin - Rehabilitationsmedizin - Kurortmedizin*, 19, 193-201.
- Bitterli, R., Sieben, J. M., Hartmann, M. & De Bruin, E. D. (2011). Pre-surgical sensorimotor training for patients undergoing total hip replacement: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Medicine*, 32(9), 725-732.
- Boer, J., Müller, O., Krauss, I., Haupt, G., Axmann, D. & Horstmann, T. (2010). Effects of a sensory-motor exercise program for older adults with osteoarthritis or prosthesis of the hip using measurements made by the posturomed oscillatory platform. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 33(1), 10-15.
- Bruhn, S., Kullmann, N. & Gollhofer, A. (2004). The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *International Journal of Sports Medicine*, 25(1), 56-60.
- Bundesamt für Statistik (14.3.2012). *Medizinische Statistik der Krankenhäuser 2010: Standardtabellen, definitive Resultate*. Heruntergeladen von <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/04/01/data/01/05.html>
- Buz Swanik, C., Lephart, S. M. & Rubash, H. E. (2004). Proprioception, Kinesthesia and balance after total knee arthroplasty with cruciate-retaining and posterior stabilized prostheses. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 86-A(2), 328-334.
- Calò, L., Rabini, A., Picciotti, P. M., Laurino, S., Passali, G. C., Ferrara, P. E., Maggi, L., Piazzini, D. B., Specchia, A., Frasca, G., Ronconi, G., Bertolini, C., Scarano, E. (2009). Postural control in patients with total hip replacement. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45(3), 327-334.

- CINAHL Database (k. D.). Heruntergeladen von
<http://www.zhaw.ch/de/zhaw/hochschulbibliothek/datenbanken/detailansicht-datenbanken/news/cinahl-database.html>
- Froböse, I., Nellessen, G. & Wilke, C. (2003). *Training in der Therapie: Grundlagen und Praxis* (2. Auflage). München, Jena: Urban & Fischer.
- Gauchard, G. C., Vançon, G., Meyer, P., Mainard, D. & Perrin, P. P. (2010). On the role of knee joint in balance control and postural strategies: Effects of total knee replacement in elderly subjects with knee osteoarthritis. *Gait and Posture*, 32(2), 155-160.
- Granacher, U. & Gollhofer, A. (2005). Neuromuskuläre Leistungsfähigkeit im Alter: Ein Überblick. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 57, 1316-1328.
- Gstoettner, M., Raschner, C., Dirnberger, E., Leimser, H. & Krismer, M. (2011). Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *The Knee*, 18(4), 265-270.
- Häfelinger, U. & Schuba, V. (2009). *Koordinationstherapie: Propriozeptives Training* (4. Auflage). Aachen: Meyer & Meyer.
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2010). *PEDro-skala – Deutsch*. Heruntergeladen von <http://www.pedro.org.au/german/downloads/pedro-scale/>
- Heichinger, B. (2005). *Gibt es ein propriozeptives Training?*. Heruntergeladen von http://www.sportordination.at/fileadmin/user_upload/team/heichinger/Diplomarbeit_Heichinger_2005.pdf
- Ishii, Y., Tojo, T., Terajima, K., Terashima, S. & Bechtold, J. E. (1999). Intracapsular components do not change hip proprioception. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 81(2), 345-348.
- Knee Society Score - Function (k. D.). Heruntergeladen von
http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/knee_society_score_function.html
- Laube, W. (2004). Das sensomotorische System, die Bewegungsprogrammierung und die sensomotorische Koordination beim Gesunden und Verletzten. *Österreichische Zeitschrift für Physikalische Medizin und Rehabilitation*, 14(1).
- Laube, W. (2009). *Sensomotorisches System: Physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten*. Stuttgart, New York: Georg Thieme.

- Lephart, S. M. & Fu, F. H. (2000). *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Amerika: Human Kinetics
- Machado, S., Cunha, M., Velasques, B., Minc, D., Teixeira, S., Domingues, C. A., Silva, J. G., Bastos, V. H., Budde, H., Cagy, M., Basile, L., Piedade, R., Ribeiro, P. (2010). Sensorimotor integration: basic concepts, abnormalities related to movement disorders and sensorimotor training-induced cortical reorganization. *Revista de Neurología*, 51(7), 427-436.
- Medline (k. D.). Heruntergeladen von
http://www.medline.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=62
- Nallegowda, M., Singh, U., Bhan, S., Wadhwa, S., Handa, G. & Dwivedi, S. N. (2003). Balance and gait in total hip replacement: A pilot study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(9), 669-677.
- Oesch, P., Hilfiker, R., Keller, S., Kool, J., Schädler, S., Tal-Akabi, A., Verra, M. & Widmer Leu, C. (2007). *Assessments in der muskuloskelettalen Rehabilitation*. Bern: Hans Huber.
- Pap, G., Meyer, M., Weiler, Machner, A. & Awiszus, F. (2000). Proprioception after total knee arthroplasty: A comparison with clinical outcome. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 71(2), 153-159.
- PEDro (k. D.). Heruntergeladen von
<http://www.zhaw.ch/de/zhaw/hoerschulbibliothek/datenbanken/detailansicht-datenbanken/news/pedro.html>
- Pschyrembel (2007). *Klinisches Wörterbuch* (261. Auflage). Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Riemann, B. L. & Scott, M. L. (2002). The sensorimotor system, Part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79.
- Rupp, S. & Wydra, G. (2012). Anschlussheilbehandlung nach Knie totalendoprothesenimplantation: Konservative Orthopädie und Sportwissenschaft. *Der Orthopäde*, 41(2), 126-135.
- Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2006). *Assessments in der Neurorehabilitation*. Bern: Hans Huber.

- Schwesig, R., Müller, K., Becker, S., Kreuzfeldt, A. & Hottenrott, K. (2006).
Sensomotorisches Training im Alter und bei Osteoporose. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 22, 62-68.
- Sensomotorik. (k. D.). In *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch + Pschyrembel Online Premium*. Heruntergeladen von
http://www.wdg.pschyrembel.de/Xaver/start.xav?SID=anita46hofmann64zhwin46ch2991591771211&startbk=pschyrembel_kw&bk=pschyrembel_kw#__pschyrembel_kw__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D'kw_artikel4390603'%5D
- Speckmann, E. J., Hescheler, J. & Köhling, R. (2008). *Physiologie* (5. Auflage). München, Jena: Urban & Fischer.
- Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F. & Gollhofer, A. (2007). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 999-1005.
- Trepel, M. (2012). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (5. Auflage). München: Urban & Fischer.
- Welt Online (12.08.2008). *Zahl der über 60-Jährigen nimmt weltweit rapide zu*. Heruntergeladen von <http://www.welt.de/wissenschaft/article2300464/Zahl-der-ueber-60-Jaehrigen-nimmt-weltweit-rapide-zu.html>
- Zalpour, C. (2006). *Anatomie, Physiologie: Für die Physiotherapie* (2. Auflage). München, Jena: Urban & Fischer.

8.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Verlauf der Studienauswahl
- Abb. 2: Funktionskreis des sensomotorischen Systems (Laube, 2009, S. 44)
- Abb. 3: Sensorik
- Abb. 4: Informationsverarbeitung
- Abb. 5: Gleichgewichtsfähigkeit (Bitterli et al., 2009, S. 199)
- Abb. 6: Gleichgewichtsfähigkeit (Gstoettner et al., 2011, S. 269)
- Abb. 7: körperliche Funktionsfähigkeit anhand SF-36 (Bitterli et al., 2009, S. 197)
- Abb. 8: körperliche Funktionsfähigkeit anhand WOMAC Index (Bitterli et al., 2009, S. 198)
- Abb. 9: körperliche Funktionsfähigkeit (Gstoettner et al., 2011, S. 269)

8.3 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Suchstrategie
- Tab. 2: Einschlusskriterien
- Tab. 3: Ausschlusskriterien
- Tab. 4: Bewertung der Studien nach PEDro
- Tab. 5: Gesamtübersicht der Studien

8.4 Abkürzungsverzeichnis

ADL	Activities of Daily Living
APSI	Anterior-posterior Stabilitätsindex
BBS	Biodex Balance System
BMI	Body Mass Index
CINAHL	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
GSI	Gesamtstabilitätsindex
IG	Interventionsgruppe
k. D.	kein Datum
KG	Kontrollgruppe
KSS	Knee Society Score
Medline	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
MLSI	Medial-lateral Stabilitätsindex
OSI	Overall Stability Index (Englisch für GSI)
PEDro	Physiotherapy Evidence Database
RCT	Randomised Controlled Trial
SF-36	Short Form 36 Health Survey Questionnaire
WOMAC Index	Western Ontario McMaster Osteoarthritis Index
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
ZNS	Zentralnervensystem

8.5 Glossar

APSI	wird vom BBS anhand der Grade der Abweichungen von der Transversalebene entlang der medial-lateral-Achse berechnet (Gstoettner et al., 2011).
BBS	ein Gerät mit einer labilen Drehscheibe zur Evaluation der dynamischen Stabilität (Gstoettner et al., 2011)
CINAHL	Datenbank für die „Krankenpflege und anverwandte Berufe im Gesundheitswesen“ (CINHAL Database, k. D.)
Effektor	„Erfolgsorgan, z.B. glatte Muskulatur [...], die durch Impulse efferenter Nerven [...] erregt oder gehemmt werden“ (Pschyrembel, 2007, S. 483).
GSI / OSI	wird vom BBS anhand des MLSI und APSI berechnet (Gstoettner et al., 2011).
KSS function	Fragebogen zur Erfassung der Gehfähigkeit (Gstoettner et al., 2011). Er beinhaltet die Items Gang, Treppe und benötigte Hilfsmittel (Knee Society Score - Function, k. D.).
Mechano-rezeptoren	„Sensoren, die auf mechanische Reize (z.B. Druck, Dehnung) ansprechen“ (Pschyrembel, 2007, S. 1189).
Medline	Datenbank, welche „internationale Literaturhinweise zur Humanmedizin mit Randgebieten ab 1966“ beinhaltet (Medline, k. D.).
MLSI	wird vom BBS anhand der Grade der Abweichungen von der Transversalebene entlang der anterior-posterior-Achse berechnet (Gstoettner et al., 2011).
Nozizeptoren	„freie Nervenendigungen, deren Reizung zur Schmerzempfindung führt; durch [...] z.B. thermische, mechanische bzw. chemische Reize erregbare Sensoren in Haut, Muskulatur, Bändern, Sehnen, Hohlorganen u. a. [...]“ (Pschyrembel, 2007, S. 1361).
PEDro	„[...] frei zugängliche Datenbank mit über 16' 500 randomisierten, kontrollierten Studien, systematischen Reviews und klinischen Praxisleitlinien in der Physiotherapie“ (PEDro, k. D.).
Perzeption	„Wahrnehmung“ (Pschyrembel, 2007, S. 1475)
Proprio-zeptoren	„Mechanorezeptoren der Gelenkkapseln, Bänder, Faszien, Sehnen und Muskeln“ (Laube, 2009, S. 47)
reflektorische Inhibition	eine durch einen Reflex bedingte Hemmung (Pschyrembel, 2007)
SF-36	Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Schädler et al., 2006). Die körperliche Funktionsfähigkeit wird anhand von 10 Items eingeschätzt (Bitterli et al., 2011).
WOMAC function	Subskala des WOMAC Index mit 17 Fragen zu Alltagsaktivitäten (Oesch et al., 2007)
WOMAC Index	„Fragebogen für Patienten mit Arthrose der Hüft- und / oder Kniegelenke“ (Oesch et al., 2007, S. 303). Er umfasst die drei Subskalen: Schmerz, Steifigkeit und körperliche Funktionsfähigkeit (Oesch et al., 2007).
α -Motoneuron	„[...] motorische Nervenzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks [...], die mit ihren Axonen extrafusale Muskelfasern innervieren“ (Pschyrembel, 2007, S. 55).

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich ein ganz herzliches Dankeschön an alle, die mich während der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben, aussprechen. Ein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin, Frau Barbara Lüscher. Ihr kompetenter Rat und ihre motivierende Art haben mich stets weitergebracht. Ausserdem möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Lektoren für ihre wertvolle Kritik bedanken.

10 Eigenständigkeitserklärung

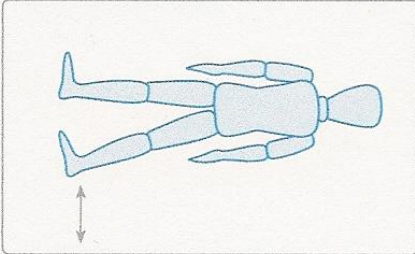
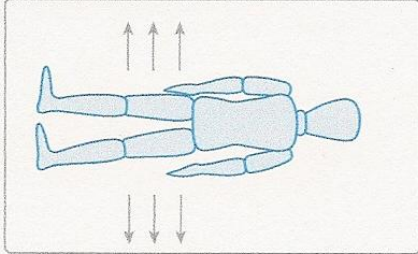
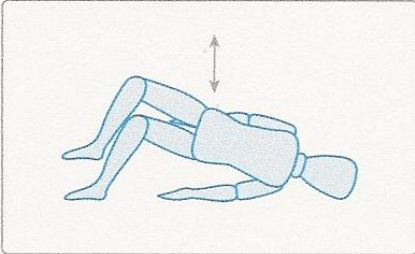
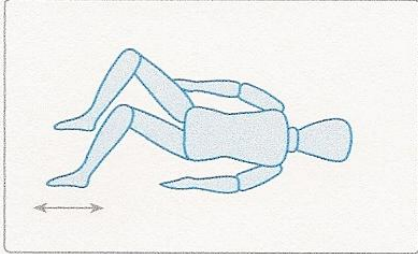
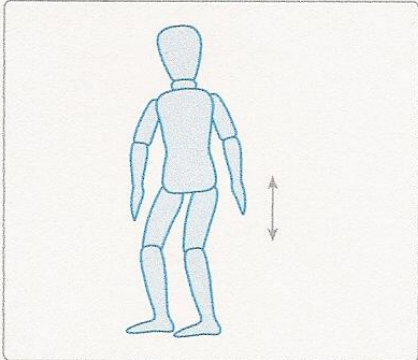
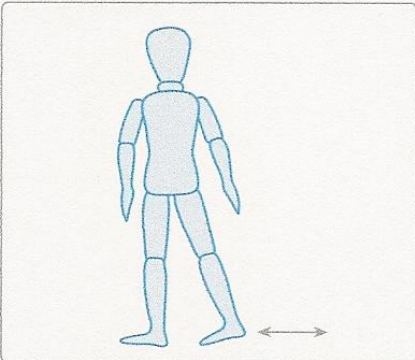
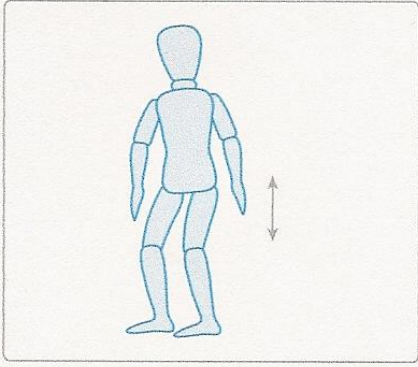
Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.

Wädenswil, 16. Mai 2012

Franziska Meier

Anhang

Trainingsprogramm von Bitterli et al. (2009)

<p>Ausgangsstellung Rückenlage</p>	<p>2. Abspreizen des betroffenen Beines auf der Unterlage.</p>
<p>1. Bein- und Gesäßmuskulatur kräftig anspannen.</p>	
	<p>4. „Brückli“ machen (Gesäß von der Unterlage abheben).</p>
<p>3. Hüfte und Knie angewinkelt, mit dem Fuß auf der Unterlage wischen.</p>	
	<p>6. Auf dem gesunden Bein stehen und das andere Bein gestreckt seitlich abspreizen.</p>
<p>Ausgangsstellung Stand</p>	
<p>5. Hüftbreit mit aufrechtem Oberkörper stehen, Hüfte und Knie beugen und strecken.</p>	
	

Trainingsprogramm von Gstoettner et al. (2011)

Training programme

Warm-up was performed by 5–10 min of heel, toe and fast-paced walking.

Then 5 different stretching exercises were performed for the gastrocnemius muscles, quadriceps femoris muscles, biceps femoris muscles, gluteal muscles, and the adductor muscles of both legs, each exercise 3 times for 20 s.

Proprioception and balance training was carried out barefoot on different mats, depending on the patients' abilities:

Patients with balance problems started training on hard floor, then they continued on the Airex mat (height 1.5 cm) and, if possible, on the Airex balance pad (height 6 cm; both by Alcan Airex AG, 5643 Sins, Switzerland). Patients were instructed to place one hand on a wall or other support to maintain balance, if necessary. All exercises were carried out with eyes open and repeated with eyes closed if the subjects were capable of performing without any problems.

Exercise 1: slide step forward/backward

Start with a double leg stance with knee joints flexed to about 70°.

Shift weight slowly to the leg which is not planned for TKA until you stand with your weight fully supported on it.

Slowly slide the other foot forward without lifting the leg, then backward.

Go back to starting position with a double leg stance with knee joints flexed to about 70°.

Then change sides and repeat for the other leg.

Exercise 2: step forward/backward

Start with a double leg stance with knee joints flexed to about 70°.

Shift weight slowly to the leg which is not planned for TKA till you stand with your weight fully supported on it.

Begin the forward step by flexing your hip and raising your knee up to waist height (so that your thigh is parallel to the ground), with your knee flexed to approximately 90° or a little more.

Bring your foot forward to a short step, first contacting the floor with your heel, then performing a rolling motion to full contact with all toes. Then backward: first contact with the toes, rolling motion to full contact with the heel.

Repeat this forward and backward action 10–15 times while gradually increasing the speed and range of motion of the movement. Make sure you are sustaining a relaxed posture, with your upper body upright and your gaze directed ahead of you, not at your feet.

Then change sides and repeat for the other leg.

Exercise 3: single leg stance

Start with a double leg stance with knee joints flexed to about 70°.

Shift weight slowly to the leg which is not planned for TKA with your weight-bearing leg lightly flexed at the knee, hip, and ankle, until you stand with your weight fully supported on it.

Flex your hip and raise your knee up to waist height (so that your thigh is parallel to the ground), with your knee flexed to approximately 90° or a little more.

Keep this position for at least 10 s. Then step down to the starting position. Then repeat for the other side.

Exercise 4: squats

Start with a double leg stance with knee joints flexed to about 70°.

Shift weight slowly to the leg which is not planned for TKA with your weight-bearing leg lightly flexed at the knee, hip, and ankle, until you stand with your weight fully supported on it.

Flex your hip and raise your knee and step approximately 30 cm to the side.

Stand with your weight fully supported on both legs and keep the position for at least 10 s. Then step back to the starting position.

Then repeat with sides changed.