

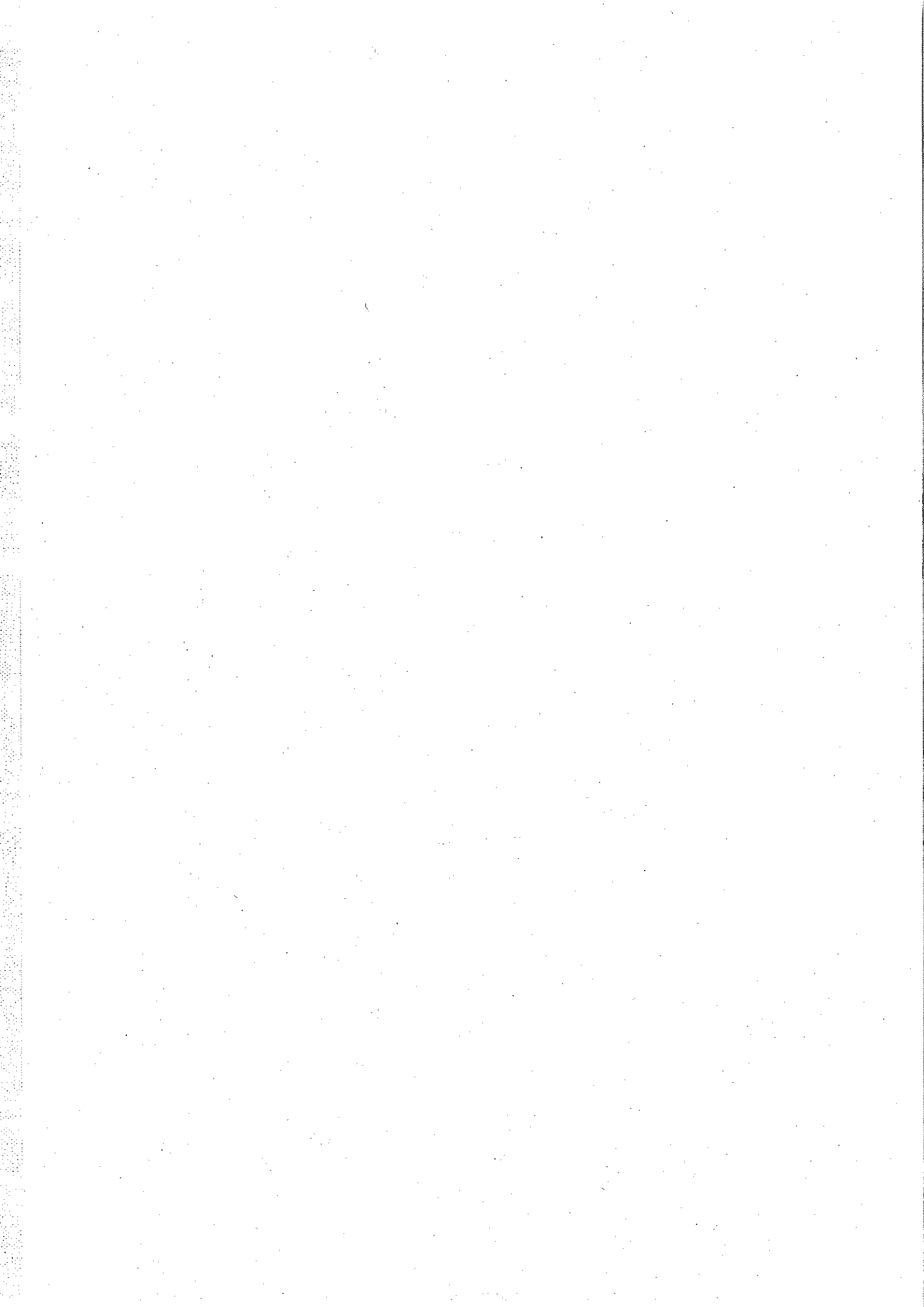
Verein zur Förderung der Rehabilitationsforschung in  
Schleswig-Holstein e.V.

**Untersuchungen zur Koordinationsfähigkeit bei  
Patienten mit Hüft- und Knieprothesen**

**Studienleitung:  
K. Oehlert & J. Hassenpflug**

**Abschlußbericht**

**Mai 2006**



Korrespondenzadresse:  
Prof. J. Hassenpflug  
Klinikum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Klinik für Orthopädie  
Michaelistr. 1  
24105 Kiel

# **„Untersuchungen zur Koordinationsfähigkeit bei Patienten mit Hüft- und Knieprothesen“**

*K. Oehlert, J. Hassenpflug (Klinik für Orthopädie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein,  
Campus Kiel)*

## **A Einleitung**

### **1 Theoretischer Hintergrund, Herleitung des Themas**

Während in der Rehabilitation nach Implantation einer Endoprothese primär Wert auf die Verbesserung der Kraft und Beweglichkeit sowie auf die Verminderung von Schmerzen gelegt wird, führt die Koordination eher ein Schattendasein.

Die Koordination ist eine von fünf motorischen Hauptbeanspruchungsformen (neben Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit und Ausdauer) [14].

Patienten mit einer Endoprothese berichten oftmals über Bewegungsunsicherheiten und Einschränkungen der Alltagsaktivitäten. Gerade im Hinblick auf die Bewegungsunsicherheiten hat die Gleichgewichtsfähigkeit, sie ist eine von sieben koordinativen Fähigkeiten, eine grundlegende Bedeutung. Die Qualität der Gleichgewichtsfähigkeit ist wiederum von der Propriozeption [4] und der Gelenkstabilität abhängig [12].

Hinsichtlich der in dieser Studie untersuchten Altersgruppe ist zu beachten, dass sich die Propriozeption mit steigendem Alter und mit zunehmend schlechterer Gelenkbeschaffenheit negativ verändert [2,6,7,8,12]. Koordinative Defizite waren auch beim Vergleich von Endoprothesenpatienten mit gesunden gleichaltrigen Personen zu beobachten, wobei die Defizite auf Seiten der Endoprothesenpatienten waren [10]. Erler et al. [3] demonstrierten mittels EMG die muskuläre Koordination von Patienten mit Knieendoprothesen und verdeutlichten dabei die Notwendigkeit, Übungsprogramme zur Reduzierung der koordinativen Defizite zu entwickeln.

Infolge der oben genannten Studien und Beobachtungen zur verschlechterten Propriozeption und Koordination entwickelte sich die Fragestellung, inwieweit ein Koordinationstraining die Koordination der Endoprothesenpatienten verbessern kann.

## **2 Fragestellung, Studienziele, Studienhypothesen**

Das vorrangige Ziel der vorliegenden Studie war es, die Wirkung eines sechswöchigen Koordinationstrainings drei bis neun Monate nach der Implantation einer Hüft- bzw. Kniegelenkendoprothese auf die Koordinationsfähigkeit der Patienten zu überprüfen.

Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Überprüfung der Koordinationsfähigkeit der Patienten vor und nach dem Koordinationstraining. Dabei wurden die folgenden Hauptzielgrößen überprüft:

- Schwankungsweg des Körperschwerpunktes auf der Zebris-Kraftverteilungsplatte
- erreichte Sekunden beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test
- Anzahl der erfolgreich absolvierten Übungen beim reduzierten und modifizierten Gleichgewichtstest

Als Nebenzielgröße wurde der WOMAC evaluiert.

Die drei Hypothesen (bezogen auf die drei o.g. Hauptzielgrößen) dieser Studie lauten:

1. Die Übungsgruppe verkürzt den Schwankungsweg deutlich zwischen dem ersten und dem zweiten bzw. dem dritten Meßzeitpunkt. Die Kontrollgruppe verkürzt den Schwankungsweg nicht wesentlich.
2. Die Übungsgruppe erreicht beim Dortmunder modifizierten Romberg-Test zwischen dem ersten und dem zweiten bzw. dem dritten Meßzeitpunkt deutlich mehr Sekunden. Die Kontrollgruppe erreicht nicht wesentlich mehr Sekunden.
3. Die Übungsgruppe absolviert zwischen dem ersten und dem zweiten bzw. dem dritten Meßzeitpunkt deutlich mehr Übungen des reduzierten und modifizierten Gleichgewichtstests erfolgreich als die Kontrollgruppe.

Die Hypothese zur Nebenzielgröße WOMAC lautet:

Die Übungsgruppe steigert sich im Vergleich zur Kontrollgruppe zu den Meßzeitpunkten 2 und 3.

## B Hauptteil

### 1 Material und Methoden

**Probanden:** An dem *prospektiven randomisierten Studienverlauf* nahmen insgesamt 25 Patienten (Übungsgruppe = 12 (m=2; w=10), Kontrollgruppe = 13 (m=2; w=11)) im Alter zwischen 45 und 75 Jahren teil, die sich im postoperativen Zeitraum von drei bis neun Monaten nach Implantation einer Hüft- oder Kniegelenkendoprothese befanden.

Alter, Größe, Gewicht (Tab. 1) und Endoprothesen (Tab. 2) der Probanden:

	<i>Alter</i>	<i>Größe</i>	<i>Gewicht</i>
Übungsgruppe (N=12)	63 (+/- 8)	168 (+/- 8,1)	79,3 (+/- 22,2)
Kontrollgruppe (N=13)	63 (+/- 7)	169 (+/- 7,1)	82,9 (+/- 21,4)

Tab. 1: Grunddaten der Probanden

	<i>HVP</i>	<i>KVP</i>
Übungsgruppe (N=12)	8	4
Kontrollgruppe (N=13)	7	6

Tab. 2: Hüft- bzw. Kniegelenkendoprothesen in den Gruppen

Art der Kontrollgruppe: Die Patienten der Kontrollgruppe haben kein Training durchgeführt, sondern lediglich die drei Meßtermine wahrgenommen.

Einschlußkriterien waren Patienten mit einer Hüft- oder Kniegelenkendoprothese drei bis neun Monate nach der implantation im Alter von 45 bis 75 Jahren.

Ausschlußkriterien waren akute Traumata, Paresen, intraoperative Besonderheiten, mangelnde deutsche Sprachkenntnisse oder kognitive Fähigkeiten. Dabei wurden Rücksprachen mit den Ärzten gehalten.

**Meßzeitpunkte:** Sowohl die Übungs-als auch die Kontrollgruppe wurden dreimal getestet (1. vor dem Training, 2. nach dem sechswöchigen Training und 3. sechs Wochen nach dem 2. Meßzeitpunkt).

**Messungen:** Als Meßinstrumente wurden zwei motorische Tests, nämlich der Dortmunder modifizierte Romberg-Test für Senioren und der reduzierte und modifizierte Gleichgewichtstest sowie die Zebris-Kraftverteilungsplatte eingesetzt.

Es wurden die folgenden 11 Testaufgaben aus dem ursprünglichen Gleichgewichtstest [1] von den Patienten absolviert.

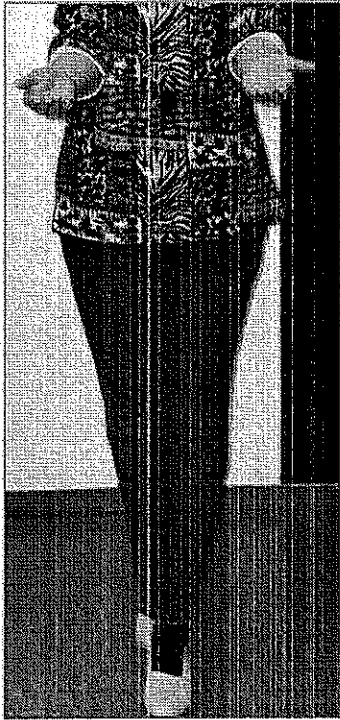
1. Einbeinstand (mindestens 15 Sek. lang, ohne mit dem Standfuß die Ausgangslage zu verlassen)
2. Schwingen im Einbeinstand (mindestens 15 Sek. das andere Bein vor- und rückschwingen, ohne mit dem Standfuß die Ausgangslage zu verlassen)
3. Drehung - Einbeinstand (wie 1., nach vorangegangener ganzen Drehung)
4. Einbeinstand mit geschlossenen Augen (mindestens 15 Sekunden wie bei Aufgabe 1.)
5. Drehung - Augen zu - Einbeinstand (wie 3., nur mit geschlossenen Augen stehen)
6. Schwingen im Einbeinstand mit geschlossenen Augen (wie 2., nur mit geschlossenen Augen)
7. Balancieren vorwärts (Gehen auf einem 4 m langen und 10 cm breiten am Boden liegenden Balken, ohne diesen zu verlassen)
8. Balancieren mit halber Drehung (wie 7., aber mit einer halben Drehung in der Mitte des Balkens und zurück)
9. Balancieren rückwärts (rückwärts bis zur Mitte, halbe Drehung und rückwärts bis zum Ende des Balkens)
10. Balancieren rückwärts mit ganzer Drehung (rückwärts bis zur Mitte, ganze Drehung und rückwärts bis zum Ende des Balkens)
11. Balancieren und Ballprellen (vorwärtsgehen über den Balken und dabei einen Ball mit einer Hand prellen)

Eine Übung gilt als „nicht geschafft“, wenn der Patient die Ausgangsstellung bei einer Übung oder den Balancierbalken verläßt. Die Summe der geschafften Übungen bildet das Ergebnis für diesen Test.

Der Dortmunder modifizierte Romberg-Test für Senioren [13] beinhaltet folgende Testaufgaben:

1. Füße in Grundstellung eng nebeneinander, Arme gestreckt in Vorhalte, Handflächen nach oben

2. wie Übung 1, aber mit geschlossenen Augen
3. Patient steht auf einer Linie, Füße stehen hintereinander und berühren sich, Augen geöffnet
4. wie Übung 3, aber mit geschlossenen Augen (Abb. 1)



*Abb. 1: Dormunder modifizierter Romberg-Test für Senioren [13]*

Mit diesem Test wird die statische Gleichgewichtsfähigkeit überprüft. Es sind vier verschiedene Übungen zu bewältigen. Die Summe der im dritten und vierten Versuch gestoppten Zeiten bildet das Testergebnis. Für den modifizierten Romberg-Test ist ein Maximalwert von 80 Sekunden möglich [13].

Mit den beiden motorischen Tests wird die statische und dynamische Gleichgewichtsfähigkeit gemessen. Bei diesen beiden Tests ging es um das Erreichen möglichst vieler Sekunden (Dortmunder modifizierter Romberg-Test) und um eine möglichst hohe Anzahl erfolgreich absolvierter Übungen (reduzierter u. modifizierter Gleichgewichtstest).

Die Zebris-Kraftverteilungsmessung wurde auf einer Druckmeßplatte der Firma Zebris durchgeführt (Abb. 2). Die Probanden sollten für 30 Sekunden so still wie möglich auf einem Bein stehen. Das Meßgerät registrierte während der Meßzeit den Schwankungsweg des Körperschwerpunktes. Bei dieser Messung ging es um das Ausmaß der posturalen Stabilität



(Befähigung, Haltungsschwankungen feinstufig zu regulieren).

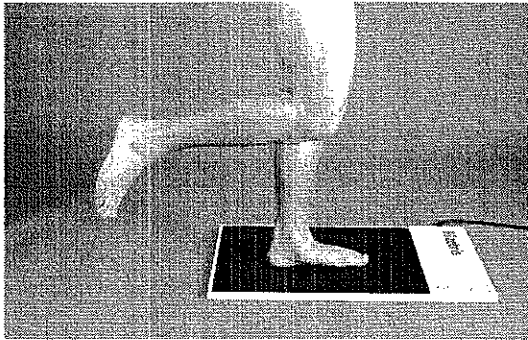


Abb. 2: Zebris-Kraftverteilungsmessung

Außerdem haben die Patienten die Fragen des WOMAC zu Hause beantwortet. Der WOMAC beinhaltet 5 Fragen zu Schmerzen, 2 Fragen zur Steifigkeit und 17 Fragen zu Schwierigkeiten. Die Antworten reichen auf einer Skala von 1 („sehr gut“) bis 11 („sehr schlecht“). Das bedeutet für die Auswertung: je kleiner der Wert, desto besser ist das Ergebnis.

## 2 Durchführung der Studie

### *Zeitlicher Ablauf:*

Die Studie begann im Frühjahr 2004 und endete im Dezember 2005.

Der Ablauf der Studie war derart gestaltet, dass die Patienten innerhalb der ersten neun Monate nach der Implantation einer Endoprothese am Hüft- oder Kniegelenk akquiriert wurden.

Frühestens drei Monate nach der Operation wurden die Patienten, die sich für diese Studie bereit erklärt hatten, das erste Mal getestet. Danach wurde eine Randomisierung durch eine Person vorgenommen, die nicht unmittelbar an der Studie beteiligt war.

Wenn der Patient in die Übungsgruppe gewählt wurde, absolvierte er das sechswöchige Koordinationstraining. Die Patienten der Kontrollgruppe absolvierten kein spezielles Koordinationstraining.

Nach Ablauf der sechs Wochen wurden die Patienten ein zweites Mal getestet. Weitere sechs Wochen später erfolgte ein letzter Koordinationstest (vgl. Abb. 3).

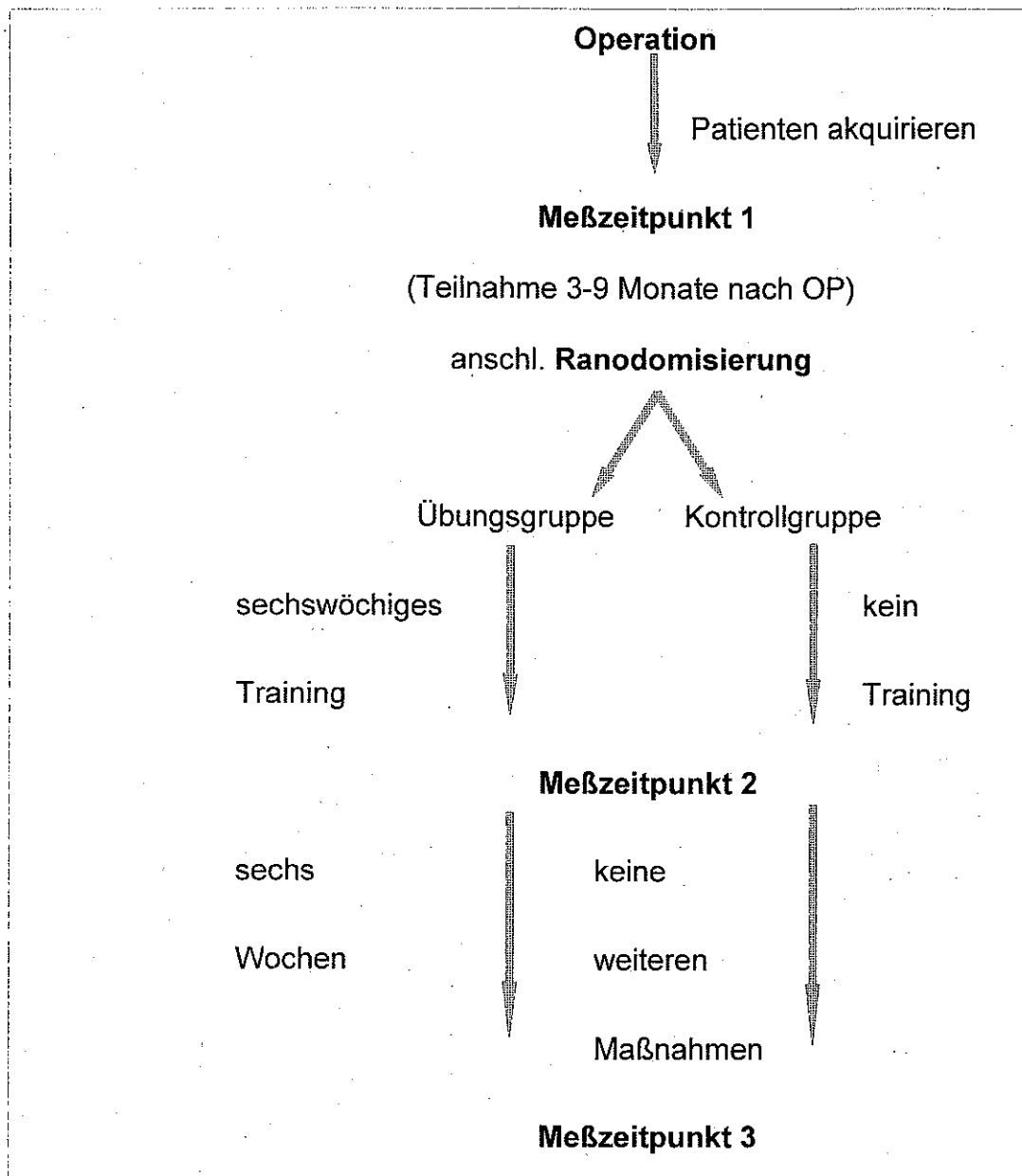


Abb. 3: zeitlicher Ablauf der Studie

*Training:*

Das sechswöchige Gruppentraining fand zweimal pro Woche á 45 Minuten in der Klinik unter Anleitung statt. Die 45 Minuten gliederten sich in einen Aufwärmteil, einen Hauptteil, in dem die Koordinationsübungen durchgeführt wurden, und einen Schlußteil, in dem noch eine Kombination aus Kraft- und Koordinationselementen absolviert wurde (Tab. 3).

	<i>Aufwärmteil</i>	<i>Hauptteil</i>	<i>Schluss teil</i>
<b>Dauer</b> (in Min.)	ca. 10	ca. 25-30	ca. 5-10
<b>Inhalte</b>	Gehen im Raum mit Ball, Gangübungen	Balanceübungen, Kombinationen aus Gang und Koordination	Kraftübungen für die Beine mit anschl. Koordinationsübungen
<b>Ziel</b>	Allg. Erwärmung der Muskulatur, Aufmerksamkeit steigern	Verbesserung der Koordination, insbes. der Gleichgewichtsfähigkeit	Verbesserung der Koordination nach Vorbelastung, Kräftigung

Tab. 3: Koordinationstraining im Kurzüberblick

### *Trainingsmaterialien:*

Als Trainingsmaterialien wurden u.a. benutzt: Gymnastik- und Tennisbälle, Gymnastikmatten, Airex-Matten, Thera-Band Stability Trainer, Federbrett (zwei Better, dazwischen sind große Federn), Schaukelbrett, Kippbrettchen, Biodex Stability System, Propriomed, Theraband, Holzstäbe, Seil, Pezziball (großer Gymnastikball zum Sitzen).

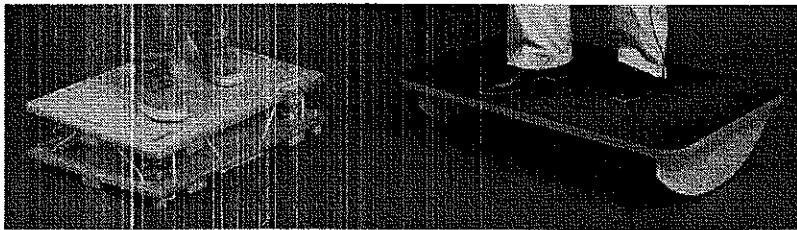
### *Aufwärmteil:*

Der Aufwärmteil umfaßte etwa 10 Minuten und beinhaltete zunächst ein leichtes Ballspiel. Die Patienten bewegten sich kontrolliert kreuz und quer durch den Raum und warfen sich einen kleinen Gymnastikball zu. Nach dem Ballspiel folgten Gangübungen wie beispielsweise vorwärts gehen und Knie heben, rückwärts gehen Knie heben, Ballengang, Fersengang, leichtes Anfersen (bei Knieprothesen nur ansatzweise!), mit dem einen Bein Knie heben und das andere Bein anfersen, Balancieren mit Partner (einer vorwärts, der andere rückwärts), Balancieren und Ball vor der Nase hochwerfen, seitwärts gehen (ohne Überscheren der Beine!, nur ein Bein geht voraus, das andere Bein zieht nach, Schritte nicht zu weit).

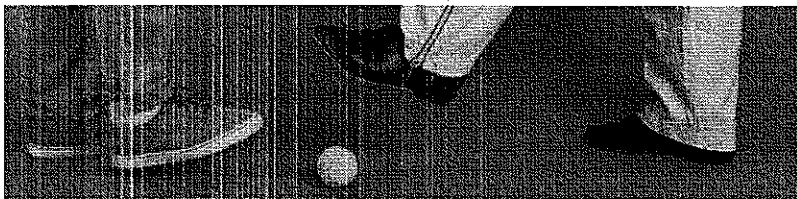
### *Hauptteil:*

Der Hauptteil umfaßte etwa 25-30 Minuten, in den Balanceübungen und Kombinationen aus Gang- und Koordinationselementen durchgeführt wurden. Die o.g. Trainingsmaterialien wurden insbesondere im Hauptteil des Trainings benutzt. Folgende Übungen wurden u.a. absolviert: beidbeinige Übungen zur Gewichtsverlagerung von einem Bein auf das andere auf dem Schaukel- und dem Federbrett (Abb. 4), beidbeinige Gleichgewichtsübungen quer auf dem Kippbrettchen,

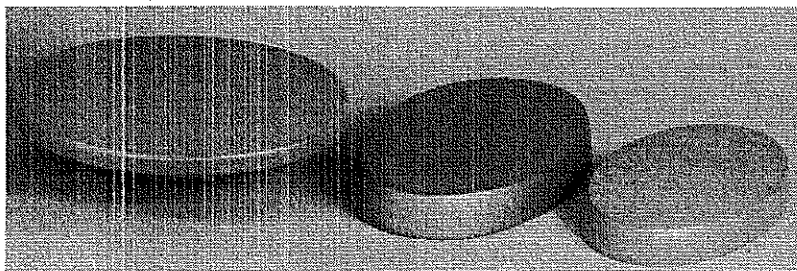
einfacher Einbeinstand mit Partner (Festhalten am Holzstock oder Theraband) bzw, später ohne Partner, Einbeinstand und Führen eines Tennisballs unter dem anderen Fuß, leichtes Zuschießen / Zuwerfen des Tennisballs zum Partner während des Einbeinstandes (Abb. 5), einbeinige Übungen auf dem Therapiekreisel (Abb. 6) oder dem Thera-Band Stability Trainer (Abb. 6) oder später auch auf der Airex-Matte mit und ohne Partner. Es wurden Gangparcours absolviert, die aus verschiedensten Geräten (Therapiekreisel, Thera-Band Stability Trainer, Airex-Matte, Federbrett, Kippbrettchen etc.) bestanden.



*Abb. 4: Federbrett (links) und Schaukelbrett (rechts)*



*Abb. 5: Zuschießen eines Tennisballs zum Partner im Einbeinstand*



*Abb. 6: Therapiekreisel (rot), Thera-Band Stability Trainer (blau, grün)*

### *Struktureller Ablauf:*

Die Akzeptanz der Randomisierung war bei den Patienten zunächst sehr gering. Patienten, die gern am Training teilnehmen wollten, waren bei der Zuweisung in die Kontrollgruppe nicht mehr bereit, an der Studie teilzunehmen. Patienten, die gerne wegen anderweitiger Verpflichtungen wenigstens an der Kontrollgruppe teilnehmen wollten, konnten als Übungsgruppenmitglieder nicht regelmäßig am Training teilnehmen, so daß sie abgesagt haben.

*Änderung 1:* Daher wurde die Strategie im Randomisierungsverfahren geändert. Den Patienten wurde für den Fall der Zuweisung in die Kontrollgruppe ein Training nach Ablauf der drei Meßzeitpunkte angeboten. Daraufhin war die Akzeptanz etwas größer.

*Änderung 2:* Der Kreis der möglichen Patienten wurde zudem erweitert. Es wurden auch Patienten rekrutiert, deren Operation neun Monate (statt sechs Monate) zurücklag.

Neben der Randomisierung war ein weiterer wichtiger Aspekt, daß die Patienten bereits in eine andere Studie involviert waren und sie sich nicht noch für eine weitere Studie engagieren wollten.

### **Dropout**

Insgesamt erklärten 36 Patienten ihre Bereitschaft zur Studienteilnahme. Von diesen 36 Patienten wurden 19 in die Übungsgruppe und 17 in die Kontrollgruppe gewählt (Abb. 7).

Zum dritten Meßzeitpunkt konnten an insgesamt 3 Patienten keine Messungen mehr mit der Zebris-Kraftverteilungsmessung vorgenommen werden, weil die Platte einen Defekt hatte.

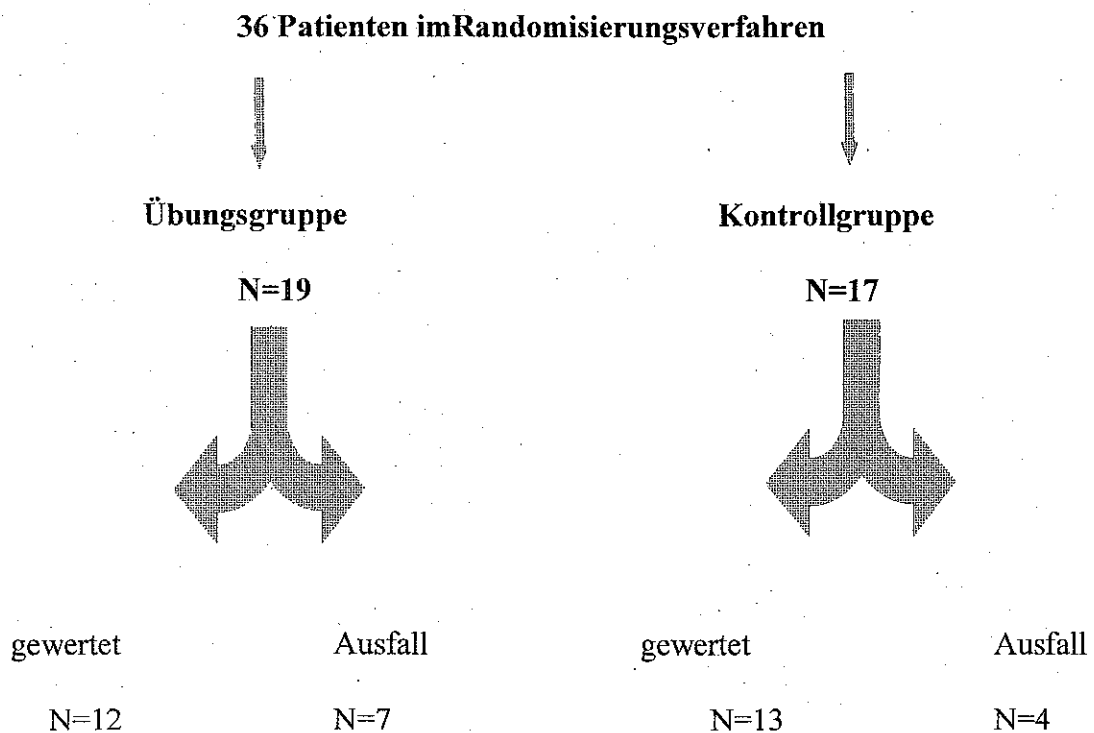


Abb. 7: Randomisierungsverfahren

Letzlich fielen nach dem Randomisierungsverfahren aus der Übungsgruppe sieben und aus der Kontrollgruppe vier Patienten, so daß die Studie auf eine Endzahl von 12 Patienten in der Übungsgruppe und 13 Patienten in der Kontrollgruppe kommt. Die Gründe für die Ausfälle lagen u.a in der Zulosung in die Gruppe (Problem in Abschnitt „Dropout“, S. 9 bereits erklärt), Zeitmangel, Schmerzen im anderen Bein, keine Erreichbarkeit des Patienten, Beruf, langer Weg in die Klinik.

Drei weitere Patienten haben am Koordinationstraining teilgenommen, konnten aber aufgrund des Randomisierungsverfahrens nicht gewertet werden. Sie wollten unbedingt am Training teilnehmen und sich nicht in die eine oder andere Gruppe lösen lassen.

### 3 Resultate

#### *Hauptzielgrößen:*

Die Darstellung der Testergebnisse erfolgen deskriptiv, d.h es werden die Mittelwerte der beiden Gruppen vorgestellt. Dabei sind die Werte auf eine Nachkommastelle gerundet worden.

#### *Zebris-Kraftverteilungsmessung:*

Bei diesem Test haben die Übungs- und die Kontrollgruppe die folgenden Mittelwerte erreicht (Tab. 4):

Dabei werden die Werte bei dieser Messung folgendermaßen interpretiert: Je kleiner der Wert, desto besser ist das Resultat. Die Maße sind in cm angegeben.

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungsgruppe	140,9 (+/- 30,1) bei N=12	127,7 (+/- 45,5) bei N=12	132,0 (+/- 34,6) bei N=11
Kontrollgruppe	162,6 (+/- 73,6) bei N=13	164,6 (+/- 69,3) bei N=13	162,8 (+/- 70,1) bei N=11

*Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichung bei der Kraftverteilungsmessung*

*Bemerkung:* Weil das Testgerät zum Ende der Studie defekt war, konnten insgesamt 3 Patienten nicht mehr gemessen werden.

Die Übungsgruppe steigert sich zum zweiten Meßzeitpunkt und erreicht auch noch zum dritten Meßzeitpunkt einen geringeren Schwankungsweg als zum ersten Test. Dagegen steigert sich die Kontrollgruppe nicht (Tab. 4).

#### *Dortmunder modifizierter Romberg-Test:*

Bei diesem Test haben die Übungs- und die Kontrollgruppe die folgenden Mittelwerte erreicht (Tab. 5):

Dabei werden die Werte bei dieser Messung folgendermaßen interpretiert: Je höher der Wert, desto besser ist das Resultat.

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungsgruppe	75,3 (+/- 3,8) bei N=12	78,9 (+/- 2,2) bei N=12 *	79,8 (+/- 0,6) bei N=12 *
Kontrollgruppe	73,1 (+/- 4,7) bei N=13	73,9 (+/- 5,0) bei N=13	74,5 (+/- 3,4) bei N=13

Tab. 5: Mittelwerte und Standardabweichung beim Dormunder modifizierten Romberg-Test

(\* =  $p < 0,05$  im Vergleich zum 1. Meßzeitpunkt; Wilcoxon Signed Ranks Test)

Die Übungsgruppe steigert sich zum zweiten Meßzeitpunkt und erreicht auch noch zum dritten Meßzeitpunkt einen höheren Wert als zum ersten Test. Dagegen steigert sich die Kontrollgruppe nicht bedeutend.

#### **reduzierter Gleichgewichtstest:**

Bei diesem Test wurden die folgenden Daten evaluiert (Tab. 6):

Dabei werden die Werte bei dieser Messung folgendermaßen interpretiert: Je höher der Wert, desto besser ist das Resultat.

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungsgruppe	4,8 (+/- 2,0) bei N=12	7,0 (+/- 2,6) bei N=12 *	6,8 (+/- 1,9) bei N=12 *
Kontrollgruppe	4,0 (+/- 2,6) bei N=13	3,9 (+/- 2,3) bei N=13	4,1 (+/- 2,8) bei N=13

Tab. 6: Mittelwerte und Standardabweichung beim reduzierten u. modifizierten GGT (\* =  $p < 0,05$  im Vergleich zum 1. Meßzeitpunkt; Wilcoxon Signed Ranks Test)

Die Übungsgruppe steigert sich zum zweiten Meßzeitpunkt und erreicht auch noch zum dritten Meßzeitpunkt einen höheren Wert als zum ersten Test. Dagegen steigert sich die Kontrollgruppe nicht.



*Nebenzielgröße:*

### **WOMAC**

Beim WOMAC konnten lediglich 9 Patienten pro Gruppe ausgewertet werden (zum dritten Meßzeitpunkt N=7 in der Übungsgruppe). Dies liegt daran, daß einige Patienten entweder mal eine Frage nicht beantwortet haben, so daß der Score nicht zusammengezählt werden konnte, oder es lag daran, daß einige Patienten nicht zu allen Meßzeitpunkten die Antworten zurückgeschickt haben.

Die Interpretation der hier dargestellten Ergebnisse (Tab. 7-10) lautet: Je kleiner der Wert, desto besser ist das Ergebnis.

Insgesamt hat die Kontrollgruppe im Vergleich zur Übungsgruppe niedrigere Werte zu allen drei Meßzeitpunkten. Zwischen den ersten beiden Meßzeitpunkten sind bei der Übungsgruppe hinsichtlich der Fragen zum Schmerz, zu den Schwierigkeiten und im Gesamtergebnis positive Veränderungen zu sehen (Tab. 7, Tab. 9 und Tab. 10). Beim Aspekt „Steifigkeit“ sind leichte Verschlechterungen zu beobachten (Tab. 8). Alles in allem bringt der WOMAC keine klaren Aussagen. Die Veränderungen sind minimal.

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungsgruppe	10,28 bei N=9	8,89 bei N=9	12,29 bei N=7
Kontrollgruppe	9,89 bei N=9	10,0 bei N=9	7,78 bei N=9

*Tab. 7: Mittelwerte beim WOMAC, Schmerz*

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungsgruppe	7,44 bei N=9	8,33 bei N=9	8,0 bei N=7
Kontrollgruppe	4,78 bei N=9	7,22 bei N=9	6,44 bei N=9

*Tab. 8: Mittelwerte beim WOMAC, Steifigkeit*

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungs- gruppe	48,44 bei N=9	40,11 bei N=9	47,14 bei N=7
Kontroll- gruppe	35,89 bei N=9	35,78 bei N=9	29,89 bei N=9

*Tab. 9: Mittelwerte beim WOMAC, Schwierigkeiten*

	<i>Meßzeitpunkt 1</i>	<i>Meßzeitpunkt 2</i>	<i>Meßzeitpunkt 3</i>
Übungs- gruppe	66,17 bei N=9	57,33 bei N=9	67,43 bei N=7
Kontroll- gruppe	50,56 bei N=9	53,0 bei N=9	44,11 bei N=9

*Tab. 10: Mittelwerte beim WOMAC, gesamt*

## 4 Diskussion

### 4.1 Diskussion der Ergebnisse

Auch diese Studie kann trotz der geringen Patientenzahl zeigen, daß die Koordination durch ein spezielles Trainingsprogramm verbessert werden kann. Dazu tragen insbesondere die Koordinationstests bei. Bereits in einer früheren Studie, die jedoch nicht randomisiert war, konnte die positive Wirkung eines Koordinationstrainings an Patienten mit Hüft- und Kniegelenkendoprothesen nachgewiesen werden [10].

Die Wirksamkeit von Koordinationsprogrammen ist im Allgemeinen sehr hoch. Nicht nur im Rahmen der Rehabilitation, sondern auch in der Prävention gibt es positive Wirkungen, die die Wertigkeit dieser motorischen Fähigkeit unterstreicht. Sei es nun im Handball, Fußball oder Basketball oder auch bei Senioren – das Training der Koordination zur Vermeidung von Kreuzband-, Sprunggelenks- oder Sturzverletzungen kann die Inzidenz von Unfällen verringern [9, 11] bzw. zur Verbesserung der Koordination zeigt auch im höheren Alter positive Wirkungen [5].

In der Studie von Myklebust et al. [9] konnte gezeigt werden, daß durch ein neuromuskuläres Training die Inzidenz von Kreuzbandverletzungen im Handballsport gesenkt werden kann. Ebenso konnte in einer weiteren Studie die Häufigkeit von Verletzungen der unteren Extremität im Handballsport durch ein neuromuskuläres und propriozeptives Training verringert werden [11].

Hu et al. [5] haben die Wirkung eines Balancetrainings an 24 gesunden Personen im Alter zwischen 65 und 90 Jahren (12 in der Übungs-, 12 in der Kontrollgruppe) überprüft. Dabei konnte unter anderem eine verbesserte Standdauer auf einem Bein in der Übungsgruppe festgestellt werden.

Die Ergebnisse zum WOMAC geben im Gegensatz zu den Ergebnissen in den drei Koordinationstests keine klare Aussage. Dies liegt zum einen an der Patientenzahl, die in diese Auswertung eingeflossen ist. Weitere Gründe liegen sicherlich auch darin, daß die Patienten diese Fragen bereits in einer anderen Studie ausfüllen mußten. Manche Patienten waren von den nochmals gestellten Fragen nicht sehr begeistert, so daß die Compliance sicherlich nicht immer hundertprozentig war. Lediglich bei dem Teilaspekt „Schwierigkeiten“ sind Verbesserungen zwischen den ersten beiden Meßzeitpunkten zu beobachten, die durch eine verbesserte Koordination begründet sein könnten, weil es sich bei diesen Fragen um Alltagsbewegungen/-tätigkeiten handelt.

Weiterhin kann auch die Tagesform/-stimmung, in der die Patienten die Fragen beantwortet haben,

Einfluß auf die Beantwortung genommen haben. Denn sicherlich hat ein Tag, an dem ein Patient Schmerzen verspürt, einen anderen Einfluß als ein Tag, an dem es dem Patienten sehr gut geht und dementsprechend seine Gefühlslage ist.

Gründe für die besseren Ergebnisse der Kontrollgruppe im Vergleich zur Übungsgruppe können eventuell psychologischer Natur sein (nach dem Motto: „auch wenn ich nicht am Training teilnehmen kann, geht es mir gut und ich kann trotzdem sehr viel“). Des Weiteren kann es sein, daß die Patienten der Übungsgruppe durch das Training gemerkt haben, was sie alles können. Dies kann zur Folge gehabt haben, daß sie sich im Alltag mehr belastet (evtl. vielleicht überlastet) haben. Dies alles sind aber nur Vermutungen, die versuchen, die Ergebnisse des WOMAC zu erklären.

## 4.2 Diskussion der Methode

### *Wertigkeit der Messungen*

Die Reliabilität und die Validität des Dortmunder modifizierten Romberg-Test für Senioren betragen 0,65 bzw. 0,70 [13]. Die Reliabilität des ursprünglichen GGTs beträgt 0,78, und die Objektivität liegt bei 0,90 [1]. Der hier durchgeführte reduzierte und modifizierte GGT besteht ursprünglich aus 14 Übungen. Jedoch wurde dieser Test im Vergleich zum ursprünglichen und zum später modifizierten Test [10] noch weiter gekürzt. Somit wurde versucht, dem möglichen Verletzungsrisiko und dem Risiko einer Überbelastung entgegenzutreten.

Die Anzahl der Testaufgaben (N=16) könnte ein möglicher Kritikpunkt sein, da es bei den Probanden zu Ermüdungserscheinungen oder zu Lerneffekten während der Testdurchführung gekommen sein könnte. Allerdings gewährleistet dieses Spektrum an Testübungen auch einen guten Einblick in die Fähigkeiten der Patienten. Zumal ein ganz wichtiger Aspekt der Koordination auch die Vorbelastung ist, d.h. eine Person zeichnet sich dann durch eine gute Koordination aus, wenn sie auch nach gewissen Vorbelastungen noch gut koordinieren kann. Durch die Vielfalt der Testaufgaben ist es möglich, die Gleichgewichtsfähigkeit hinsichtlich seiner Unterarten, hier sind es das Standgleichgewicht, das Balanciergleichgewicht und das Drehgleichgewicht, zu untersuchen.

In dieser Studie geben die motorischen Tests mehr Auskunft über das Gleichgewicht. Die Zebris-Druckmessplattform geht eigentlich schon über das Ziel unseres Anliegens hinaus, indem hier kleinste Haltungsschankungen registriert werden. Dabei ist das primäre Ziel die Überprüfung der

Koordinationsfähigkeit, insbesondere der Gleichgewichtsfähigkeit. Es geht darum, Übungen trotz kleinerer Schwankungen erfolgreich zu absolvieren bzw. den Körper im Gleichgewicht zu halten.

Hinsichtlich unserer Fragestellung geben die beiden motorischen Tests eine gute Aussage, da die Testübungen näher am Alltag sind und grundlegende Bewegungsanforderungen gemessen werden. Die Zebris-Plattform geht derart ins Detail, daß bei diesen feinen Messungen bereits kleinste Irritierungen (Geräusche, kleinste Bewegungen des Probanden etc.) in das Messergebnis einfließen können.

#### **4.3 Diskussion der Dropouts und Absagen der Patienten**

Wie bereits in Abschnitt B2 thematisiert, war diese Untersuchung von vielen Dropouts gekennzeichnet. Die Dropouts hatten u.a. folgende Gründe:

- Patienten sind im Bereich von drei bis neun Monaten post OP bereits wieder im Alltagsleben integriert, so daß die Teilnahme an derartigen Studien schwieriger ist
- einige Patienten erhofften sich eine Teilnahme am Training und sagten der Studie ab, wenn sie in die Kontrollgruppe gewählt wurden.
- andere Patienten wären zur Teilnahme in der Kontrollgruppe bereit gewesen, wurden jedoch in die Übungsgruppe gewählt, für die sie jedoch nicht regelmäßig Zeit hatten
- ebenso spielten die Entfernung zur Klinik, in der das Training und die Tests stattfanden, eine entscheidende Rolle für die Dropouts und Absagen der Patienten
- viele Patienten dieser Klinik haben ihren Wohnsitz außerhalb von Kiel, so daß der häufige Weg in die Klinik für die Patienten beschwerlich ist
- parallel zu dieser Studie existierte eine weitere Studie in der Klinik, in der die Patienten involviert waren (bereits präoperativ), so daß die Compliance gering war, auch noch an dieser Studie teilzunehmen

## **C    Schlussteil**

### **1    Zusammenfassung**

Im Rahmen einer prospektiven randomisierten Studie wurde die Wirkung eines sechswöchigen Koordinationstraining an 25 Patienten im Alter zwischen 45 und 75 Jahren mit einer Knie- oder Hüftgelenkendoprothese überprüft. In der Übungsgruppe waren 12 Patienten. In der Kontrollgruppe waren 13 Patienten. Die Patienten der Übungsgruppe nahmen an einem sechswöchigen Koordinationstraining, das zweimal pro Woche für jeweils 45 Minuten unter Anleitung stattfand, teil. Die Wirkung des Trainings wurde mit drei verschiedenen Tests (Zebris-Druckmessplatte und zwei motorische Tests) überprüft. Die Kontrollgruppe nahm lediglich an drei Tests zur Überprüfung der Koordinationsfähigkeit teil. Der erste Test erfolgte drei bis neun Monate nach der Implantation. Der zweite Test fand nach dem sechswöchigen Training und der dritte Test weitere sechs Wochen später statt. Als Nebenzielgröße wurde dazu noch der WOMAC evaluiert.

Das sechswöchige Training wurde zweimal pro Woche á 45 Minuten in Kleingruppen absolviert und beinhaltete Übungen in Form von Gangübungen (vorrück-, seitwärts), Übungen auf diversen wackeligen Kleingräten (u.a. Therapiekreisel, Thera-Band Stability Trainer, Airex-Matte, Schaukelbrett, Federbrett, Kippbrettchen) und koordinative Übungen mit einer kleinen Kraftkomponente.

Die Übungsgruppe konnte die Koordination in zwei von drei Tests deutlich verbessern. Im dritten Test sind kleine positive Veränderungen zu beobachten. Im Gegensatz dazu sind in der Kontrollgruppe gar keine deutlichen Veränderungen zu beobachten. Bei der Nebenzielgröße WOMAC gab es dagegen keine eindeutigen Ergebnisse, die in die Richtung der Koordinationstests gehen.

### **2    Schlussfolgerungen und praktische Relevanz der Ergebnisse**

Aufgrund der Anzahl der Patienten lassen sich nur einschränkend Schlussfolgerungen aus dieser Untersuchung ziehen. Dennoch sind nach einem sechswöchigen Koordinationstraining erhebliche Verbesserungen insbesondere in den beiden motorischen Tests zu beobachten. Ein spezifisches

Koordinationstraining kann die Koordination, insbesondere die Gleichgewichtsfähigkeit der Patienten deutlich verbessern. Gerade im Hinblick auf die Sturzprophylaxe insbesondere bei Endoprothesenpatienten wird die Notwendigkeit der Koordinationsverbesserung unterstrichen. Ein Koordinationstraining ist für den älteren Menschen nicht so anstrengend wie vergleichsweise ein Ausdauer- oder Krafttraining, und es lassen sich relativ schnell Trainingserfolge erzielen.

Ein derartiges Training kann als ein sinnvoller Übergang von der Rehapphase in den normalen Alltag (mit sportlichen Freizeitgestaltungen) gesehen werden. Patienten können mit einem solchen Training Grundlagen schaffen, um später dann eine endoprothesengerechte Sportart sicher durchführen zu können.

### 3 Referenzen

	Seite
<i>Tabellen:</i>	
Tab. 1: Grunddaten der Probanden	3
Tab. 2: Hüft- bzw. Kniegelenkendoprothesen in den Gruppen	3
Tab. 3: Koordinationstraining im Kurzüberblick	8
Tab. 4: Mittelwerte u. Standardabweichung bei der Kraftverteilungsmessung	12
Tab. 5: Mittelwerte u. Standardabweichung beim Dortmunder mod. Romberg-Test	12
Tab. 6: Mittelwerte u. Standardabweichung beim reduzierten u. modifizierten GGT	13
Tab. 7: Mittelwerte beim WOMAC, Schmerz	14
Tab. 8: Mittelwerte beim WOMAC, Steifigkeit	14
Tab. 9: Mittelwerte beim WOMAC, Schwierigkeiten	14
Tab. 10: Mittelwerte beim WOMAC, gesamt	14
<i>Abbildungen:</i>	
Abb. 1: Dortmund modifizierter Romberg-Test für Senioren [13]	5
Abb. 2: Zebris-Kraftverteilungsmessung	6
Abb. 3: zeitlicher Ablauf der Studie	7
Abb. 4: Federbrett (links) und Schaukelbrett (rechts)	9
Abb. 5: Zuschießen eines Tennisballs zum Partner im Einbeinstand	9



Abb. 6: Therapiekreisel (rot), Thera-Band Stability Trainer (blau, grün)	9
Abb. 7: Randomisierungsverfahren	11

*Literatur:*

1. Bös K, Wydra G. In: Hirtz P, Hotz A, Ludwig G (Hrsg.). Gleichgewicht. In: Haag H, Kröger C (Hrsg). Praxisideen - Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport. Schorndorf: Hofmann, 2000:
2. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. J Bone Jt Surg B 1991; 73-B: 53-56.
3. Erler K, Neumann U, Brückner L, Babisch J, Venbrocks R, Anders C, Scholle HC. EMG-Mapping – Anwendung und Ergebnisse zur Erfassung muskulärer Koordinationsstörungen bei Patienten mit Knieendoprothese (Knie-TEP). Z Orthop Ihre Grenzgeb. 2000 May-Jun;138(3):197-203.
4. Häfelinger U, Schuba V. Koordinationstherapie: propriozeptives Training. Aachen: Meyer und Meyer, 2002.
5. Hu MH, Woollacott MH. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. J Gerontol. 1994 Mar;49(2):M52-61.
6. Kaplan FS, Nixon JE, Reitz M, Rindfleish L, Tucker J. Age-related changes in proprioception and sensation of joint position. Acta Orthop Scand 1985; 56: 72- 74
7. Pap G, Machner A, Awiszus F. Einfluss der Retropatellararthrose auf die Propriozeptionsfähigkeit von Gonarthrosepatienten. Orthopäde 1998; 27: 619- 624.
8. Pap G, Meyer M, Weiler HT, Machner A, Awiszus F. Proprioception after total knee arthroplasty: a comparison with clinical outcome. Acta Orthop Scand 2000; 71: 153-159.
9. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of

anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. Clin J Sport Med. 2003 Mar;13(2):71-8.

10. Oehlert K, Hassenpflug J. Koordinative Defizite von Endoprothesenpatienten.. Z Orthop 2004;142: 679-684.
11. Petersen W, Zantop T, Steensen m, Hypa A, Wessolowski T, Hassenpflug J. Prevention of lower extremity injuries in handball: initial results of the handball injuries prevention programme. Sportverletz Sportschaden. 2002 Sep;16(3):122-6.
12. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. Clin Orthop 1984; 184: 208-211.
13. Starischka S. Dortmunder modifizierter Romberg-Test für Senioren. In: Hirtz P, Hotz A, Ludwig G (Hrsg.). Gleichgewicht. In: Haag H, Kröger C (Hrsg). Praxisideen - Schriftenreihe für Bewegung, Spiel und Sport. Schorndorf: Hofmann, 2000: 169-170.
14. Weineck J. Optimales Training. Spitta-Verlag, Balingen 1997