

# Funktionelle Langzeitwirkungen eines hochintensiven Widerstandstrainings für nicht operierte Gliedmaßen bei älteren Menschen nach einer Hüft- oder Knieoperation

Long-Term Functional Effects of High Intensity Resistance Training of Nonoperated Limb in Elderly after Hip or Knee Surgery

## Autoren

A. Tal-Akabi, U. Steiger

## Institut

Berner Reha Zentrum Heiligenschwendli, CH-Bern

## Schlüsselwörter

- Langzeitwirkungen
- Rehabilitation
- Hüft-/Kniearthroplastik
- hoch intensives Training

## Key words

- long-term effects
- rehabilitation
- hip/knee arthroplasty
- high-intensity training

**eingereicht** 8.5.2009  
**angenommen** 6.11.2009

## Bibliografie

**DOI** <http://dx.doi.org/10.1055/s-0029-1245143>  
physioscience 2010; 6: 1 – 6  
© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York ·  
ISSN 1860-3092

## Korrespondenzadresse

**Dr. Amir Tal-Akabi**  
Projektleiter MSc  
Physiotherapie, Berner  
Fachhochschule, Fachbereich  
Gesundheit  
Murtenstr. 10  
3008 Bern  
Schweiz  
amir.tal@bfh.ch

## Zusammenfassung



**Hintergrund:** Nach einem chirurgischen Eingriff aufgrund einer Fraktur oder zum Zweck eines Gelenkersatzes können ältere Patienten zur Verbesserung der Muskel- und Gelenkfunktionen und der Gang- und Gleichgewichtsreaktionen in die stationäre Rehabilitation überwiesen werden. Aufgrund wirtschaftlicher Einschränkungen muss mit solchen Rehabilitationsprogrammen schon kurz nach der Operation begonnen und die Dauer der stationären Programme so kurz wie möglich gehalten werden. Allerdings ist die Evidenz für die Effektivität von Rehabilitationsprogrammen bei älteren Menschen inkonsistent und bisher wurde noch nicht bewertet, welche funktionellen Langzeitwirkungen ein kurze Zeit nach dem Einsetzen einer Hüft- oder Knieprothese durchgeführtes hoch intensives Widerstandstraining für das nicht operierte Bein auf die Rehabilitation von älteren Patienten hat.

**Ziel:** Vergleich der langfristigen Verbesserungen nach 2 Interventionen bei einer im selben Rehabilitationszentrum behandelten Patientenkohorte.

**Methoden:** Eine Kohorte von zuvor randomisierten Patienten im Alter von 74,1 ( $\pm 6,9$ ) Jahren absolvierte 12,8 ( $\pm 3,6$ ) Tage nach einer Hüft- oder Knieoperation ein 16-tägiges ( $\pm$ ) hoch oder normal intensives Kräftigungstraining für das nicht operierte Bein (zusätzlich zum Standardrehabilitationsprogramm). Nach der Entlassung aus der Rehabilitation praktizierten alle Teilnehmer nur gewöhnliche ADL. Bei der Einlieferung (T1), der Entlassung (T2) und 18 ( $\pm 2$ ) Monate nach der Rehabilitation (T3) füllten die Patienten den WOMAC-Fragebogen zur Selbstbewertung aus.

**Ergebnisse:** 45 von 59 Patienten (76,3%) beantworteten alle Fragebogen (T1, T2, T3). In der Gruppe mit hoch intensivem Training erreichten die Verbesserungen zwischen T2 und T3 ein hoch signifikantes Niveau: Schmerzen gingen von 11,3 auf 5,0, Steifheit von 11,4 auf 4,8 und

## Abstract



**Background:** After surgical fracture or joint replacement elderly patients may be referred to stationary rehabilitation to improve muscle and joint functions as well as gait and balance reactions. Due to economic restrictions such rehabilitation programmes have to start early after surgery and the inpatient programmes' duration has to be kept as short as possible. However, the evidence for the effectiveness of rehabilitation programmes in the elderly is inconclusive. Moreover, long-term functional effects of nonoperated lower extremity high-intensity resistance training in rehabilitation of elderly patients early after hip or knee prosthesis has not been assessed.

**Objective:** To compare long-term improvements after 2 interventions in a cohort of patients treated in the same rehabilitation centre.

**Methods:** A Cohort of previously randomised patients aged 74.1 ( $\pm 6.9$ ) years, 12.8 ( $\pm 3.6$ ) days after hip and knee surgery performed either high or regular intensity strength training of the non-operated limb for 16 days ( $\pm 4$ ) in addition to a standardised rehabilitation programme. After rehabilitation discharge subjects only performed common ADL activities. The WOMAC self-assessment questionnaire was completed at admission, (T1), at discharge (T2) and 18 ( $\pm$ ) months after rehabilitation (T3).

**Results:** 45 of 59 patients (76.3%) answered the questionnaires at T1, T2 and T3. The improvements from T2 to T3 were highly significant in the high-intensity group: pain reduced from 11.3 to 5.0, stiffness from 11.4 to 4.8 and ADL from 22.5 to 8.6 ( $p < 0.01$  for all subscales,  $n = 23$ ), no significant improvements were found from T2 to T3 for the regular-intensity group ( $n = 22$ ). However, analyses of the whole group demonstrated short-term and long-term improvements after rehabilitation (T1/T2:  $p < 0.0001$ ; T2/T3: pain: 11.7 vs. 9.24;  $p < 0.05$ ; stiffness: 13.6 vs. 7.7 and

■ Korrektorexemplar: Veröffentlichung (auch online), Vervielfältigung oder Weitergabe nicht erlaubt! ■

Tal-Akabi A, Steiger U. Funktionelle Langzeitwirkungen eines... physioscience 2010; 6: 1 – 6

ADL von 22,5 auf 8,6 ( $p < 0,01$  für alle Subskalen,  $n = 22$ ) zurück. In der Gruppe mit normal intensivem Training wurden keine signifikanten Verbesserungen zwischen T2 und T3 festgestellt ( $n = 22$ ). Analysen der gesamten Gruppe ergaben jedoch kurz- und langfristige Verbesserungen nach der Rehabilitation. (T1/T2:  $p < 0,0001$ ; T2/T3: Schmerzen: 11,7 zu 9,24,  $p < 0,05$ ; Steifheit: 13,6 zu 7,7 und ADL: 23,6 zu 13,1, beide  $p < 0,01$ ;  $n = 45$  Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test).

**Schlussfolgerungen:** Frühe stationäre Rehabilitationsprogramme einschließlich eines spezifischen hoch intensiven Kräftigungstrainings können bei korrekter Anwendung zu signifikanten kurz- und langfristigen Verbesserungen auf allen WOMAC-Subskalen führen, wobei hoch intensives Training effektiver als normales niedrig intensives Training ist und in die Rehabilitation integriert werden sollte.

## Einleitung

Nach einem chirurgischen Eingriff aufgrund einer Fraktur oder zum Zweck eines Gelenkersatzes können ältere Patienten zur Verbesserung der Muskel- und Gelenkfunktionen und der Gang- und Gleichgewichtsreaktionen in die stationäre Rehabilitation überwiesen werden. Aufgrund wirtschaftlicher Einschränkungen muss mit solchen Rehabilitationsprogrammen schon kurz nach der Operation begonnen und die Dauer der stationären Programme so kurz wie möglich gehalten werden [24]. Allerdings ist die Evidenz für die Effektivität von Rehabilitationsprogrammen bei älteren Menschen inkonsistent [10, 27].

Bei der Rehabilitation von älteren stationären Patienten nach einer Operation an den Gliedmaßen müssen folgende Fragen jeden Tag aufs Neue beantwortet werden: *Welche Langzeitwirkungen kann die orthopädische Rehabilitation haben und wie intensiv sollte das dynamische Widerstandstraining sein?*

Eine frühere Studie hatte die akuten Wirkungen des Trainings mit der nicht-operierten Gliedmaße auf die neuromuskuläre Aktivität nachgewiesen [25]. Die Resultate zeigten, dass ein aufgabenspezifisches, hoch intensives Muskelkräftigungstraining eine stärkere Wirkung auf das maximale Gewicht, das von den Knieextensoren gehoben werden kann, das integrierte EMG und das Verhältnis von iEMG zu gehobenem Gewicht hat als ein normales Training mit der nicht operierten Gliedmaße. In Bezug auf Gehfähigkeit und subjektive Schmerzwahrnehmung, Steifheit und Funktion zum Zeitpunkt der Entlassung ließen sich jedoch keine Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen nachweisen [25].

Die langfristige Effektivität der stationären Rehabilitation älterer Menschen nach einer orthopädischen Beinoperation und die Trainingsmodalitäten sind Gegenstand umfangreicher Diskussionen in der Fachliteratur. In einem systematischen Review von Minns Lowe et al. [17] werden nach einem kompletten Knieersatz nur kurzfristige Wirkungen von funktionellen Übungen, aber keine langfristigen bestätigt. Vincent et al. [28] wiesen positive Wirkungen einer Kurzrehabilitation nach einer kompletten Hüftarthroplastik (z.B. FIM-Werte) nach. Die funktionelle Kniebewegung verbesserte sich auch noch 18–24 Monate bzw. 7 Jahre nach einem kompletten Knieersatz. Außerdem ergab die Folgeuntersuchung nach 7 Jahren eine Verbesserung der WOMAC-Werte [15].

In allen obengenannten Studien wurden Rehabilitation und Trainingsmodalitäten für beide Gliedmaßen untersucht, ohne ein hoch intensives Training des nicht operierten Beins im

ADL 23.6 vs.13.1; both  $p < 0,01$ ;  $n = 45$  Wilcoxon signed rank test).

**Conclusions:** When correctly applied early inpatient rehabilitation programmes including specific high-intensity strength training lead to significant short and long lasting improvements in all WOMAC subscales. However, high-intensity training is more effective than regular low-intensity training and should be integrated into rehabilitation.

Fall chirurgischer Restriktionen und die funktionellen Langzeitwirkungen zu berücksichtigen.

Verschiedene Studien zeigten, dass sich das unilaterale Kräftigungstraining auch auf das nicht trainierte Bein überträgt und auswirkt [8, 9, 13, 22], was neue Möglichkeiten für Trainingsprogramme bei Patienten eröffnet, die das operierte Bein nicht trainieren dürfen.

Das Ziel dieser Studie bestand daher darin, die funktionellen Langzeitwirkungen (nach dem WOMAC-Fragebogen bewertet) eines hoch intensiven Muskelkräftigungstrainings für das nicht operierte Bein zu messen und mit einem normal intensiven Training zu vergleichen (in einer schon früher von Tal-Akabi et al. [25] untersuchten Kohorte).

## Methode

62 zuvor randomisierte, ältere, polymorbide Patienten, die aus einer Einrichtung für muskuloskeletale Rehabilitation in der Schweiz nach Hause entlassen worden waren (Alter:  $74,1 \pm 6,9$  Jahre), kamen als Kandidaten für die Aufnahme in diese Studie infrage.

Ausschlusskriterien für die Langzeitevaluation: Aufgrund der Tatsache, dass der WOMAC-Fragebogen nicht für Fußosteosynthese validiert ist, entschlossen sich die Autoren, die einzigen 3 Fußosteosynthesepatienten von der Studie auszuschließen.

Studiendesign, Aufnahme- und Ausschlusskriterien sowie Randomisierungsverfahren für die Hauptinterventionsstudie wurden von Tal-Akabi et al. [25] beschrieben: Die Randomisierung der Patienten erfolgte im Krankenhaus durch eine unbeteiligte Person. Der Randomisierungsprozess wurde vom Computer generiert und in versiegelten, durchlaufend nummerierten Umschlägen geheim gehalten. Die Umschläge wurden erst dann geöffnet, wenn ein Patient definitiv in die Studie aufgenommen war. Die Patienten wurden per Zufall der *Hochintensitätsgruppe* (HIG) oder der *Normalintensitätsgruppe* (NIG) zugeteilt. Die HIG absolvierte 16 ( $\pm 4$ ) Tage lang ein standardisiertes Rehabilitationsprogramm plus ein progressives, hoch intensives Kräftigungsprogramm für die Knieextensoren des nicht operierten Beins (mit einer Beinpresse) und die NIG 16 ( $\pm 4$ ) Tage lang ein standardisiertes Rehabilitationsprogramm plus ein niedrig intensives Knieextensionstraining des nichtoperierten Beins (mit 500g schweren Gewichtsmanschetten). Insgesamt wurden 33 Patienten der HIG und 29 der NIG zugeteilt.

Die Befundungen fanden innerhalb von 48 Stunden nach der Einlieferung und 24 Stunden vor der Entlassung statt. Ein Physiotherapeut, der über die Gruppeneinteilung nicht Bescheid wusste (Assessor blinding) nahm die Messungen des nicht operierten Beins vor. Es wurde viel Sorgfalt darauf verwandt, die Messungen immer zur selben Tageszeit und bei derselben Raumtemperatur durchzuführen [4]. Ein erfahrener Physiotherapeut überwachte das Training.

### Trainingsprotokoll

Die vorliegende Studie war Bestandteil des Rehabilitationsprogramms dieser Patienten. Alle Patienten schlossen ihre standardisierten Therapieprogramme einschließlich Funktionstraining und Physiotherapie des operierten Beins ab [25]. Je nach Gruppenzugehörigkeit absolvierten sie zusätzlich 5 Tage pro Woche/1-mal pro Tag ein „maßgeschneidertes“ Training für die Knie- und Hüftextensoren des nicht operierten Beins.

In der HIG kam das *Leg Press Functional Instrument* zum Einsatz, wobei der Umfang der Flexion-Extension-Flexion des Knies auf 90°/0°/90° eingestellt wurde. Das Training begann mit einem Aufwärmprogramm und wurde nach der *Methode der komplexen Stärkeentwicklung* [20] fortgesetzt, d.h. die Patienten praktizierten 3 Sets von je 8 Wiederholungen mit einer Intensität von 45% IRM ■ ((Autor: Abkürzung?)). Im weiteren Verlauf wurde die Intensität individuell auf bis zu 80% IRM erhöht (differenzierter Methodenstandard MA I [20]).

Die NIG-Patienten (Kontrollgruppe) absolvierten 3 Sets von je 8 Wiederholungen 5 Tage pro Woche/1-mal pro Tag mit minimalen (500 g) Gewichtsmanschetten. Die Übungen fanden im Sitzen mit von 90° Flexion auf 0° extendiertem Knie statt. Jedes Set erforderte 30 Sekunden Anstrengung; zwischen den Sets lagen Pausen von 60–90 Sekunden.

Laut den Selbstberichten der Patienten nach der Entlassung aus der Rehabilitation praktizierten die Teilnehmer beider Gruppen nur gewöhnliche *Activities of daily living* (ADL), aber kein spezielles Training (siehe *Ergebnismessungen*).

### Ergebnismessungen

Der primäre Ergebnisparameter für die Hauptuntersuchungsstudie [25] war das Verhältnis [4, 12] des integrierten EMG zum gehobenen Gewicht. Dieses Verhältnis galt als Maß für die Effektivität der neuronalen Kontrolle ( $\mu\text{V}^*\text{s}/\text{kg}$ ). Das integrierte EMG ist das mathematische Integral des Bereichs unter der Kurve,

und das gehobene Gewicht entspricht 80% IRM vor dem Training.

Der *Western Ontario and McMaster Universities Questionnaire* (WOMAC-Fragebogen) dient der Selbstevaluation der subjektiven Wahrnehmung von Funktion, Steifheit und Schmerzen der Patienten [7]. WOMAC wurden eingesetzt, um Schmerzen, Steifheit und Aktivitäten vor Behandlungsbeginn (T1), nach Beendigung des Rehabilitationsprogramms (T2) und bei der Folgeuntersuchung 18 ( $\pm 2$ ) Monate nach der Entlassung aus der Rehabilitation (T3) zu messen.

Für die Evaluation der Langzeitergebnisse wurde ein dem WOMAC (LK 3) nachempfundenen Telefonfragebogen verwendet [7]. Die Patienten wurden außerdem gebeten, von (der Anzahl von) Stürzen, Komplikationen, weiteren Operationen und Aktivitäten (d.h. Trainingsprogramme) während der letzten 18 ( $\pm$ ) Monate nach der Rehabilitation zu berichten.

### Statistische Analyse

Aufgrund der nicht normalen Verteilung der Ergebnisse und des Vergleichs der Unterschiede zwischen den Messungen entschieden sich die Autoren für die Analyse der Veränderungen innerhalb der Gruppen für den Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test, für die Analyse der Veränderungen zwischen den Gruppen hingegen für den Wilcoxon-Rangsummentest. Unterschiede zwischen T1/T2 und T2/T3 wurden ebenfalls für die gesamte Gruppe analysiert, um die allgemeinen Rehabilitationseffekte zu evaluieren. Einflüsse wie Geschlecht, Anzahl der Trainingssessions pro Tag und Alter wurden für den interessantesten und wichtigsten Parameter (Verhältnis integriertes EMG/gehobenes Gewicht, wie in der Hauptinterventionsstudie von Tal-Akabi et al. [25] beschrieben und diskutiert) mithilfe einer Kovarianzanalyse (Analysis of covariance, ANCOVA) evaluiert. Das Konfidenzintervall betrug bei allen Analysen 95%. Alle Datenanalysen erfolgten durch das Institut für Mathematische Statistik und Versicherungslehre an der Universität Bern (Schweiz).

Für die Follow-up-Studie analysierten die Autoren die Veränderungen innerhalb der Gruppen mithilfe des Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests. Das Konfidenzintervall betrug wiederum 95%. Für die Datenanalysen wurde das SPSS-Software-Programm benutzt.

### Ergebnisse

Vor Behandlungsbeginn bestanden hinsichtlich der grundlegenden Eigenschaften keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (► **Tab. 1**). Auch für ein intensives Training relevante Blutwerte wie Hämoglobin, Kreatinkinase oder Serumalbumin wurden kontrolliert; alle Werte befanden sich innerhalb der Norm.

Die Autoren kontaktierten 59 Patienten, von denen 45 (76,3%) alle Fragebogen (T1, T2 und T3) beantworteten (HIG 23/33=70%, NIG 22/29=76%). Während der Nachbeobachtungszeit kam es in keiner der beiden Gruppen zu Komplikationen, Stürzen oder Dislokationen des operierten Gelenks.

Für die HIG wurden auf allen WOMAC-Subskalen signifikante Verbesserungen zwischen T2 und T3 gemessen (► **Tab. 2** u. **3**; ► **Abb. 1**): Schmerzen gingen von 11,3 auf 5,0, Steifheit von 11,4 auf 4,8 und ADL von 22,5 auf 8,6 zurück ( $p < 0,01$  für alle Subskalen,  $n = 23$ ). Bei NIG fanden sich keine signifikanten Verbesserungen ( $n = 22$ ). Hoch signifikante Verbesserungen vor/nach der Rehabilitation (T1/T2;  $p < 0,0001$ ) und bei der Folge-

**Tab. 1** Patienteneigenschaften ( $n = 45$ , HIG = Hochintensitätsgruppe, NIG = Niedrigintensitätsgruppe (Kontrollgruppe), ns = nicht signifikant,  $p =$  Signifikanz, SD = Standardabweichung).

Eigenschaft	HIG (n = 23)	NIG (n = 22)	p
männlich/weiblich	11 / 12	7 / 15	ns
Body-Mass-Index (kg/m <sup>2</sup> )	26,8 (5,3)	25,4 (6,3)	ns
Trainingsanzahl	11,4 (2,8)	12,2 (3,1)	ns
Tage nach der Operation	12,5 (3,6)	13,3 (5,6)	ns
Aufenthaltsdauer (Tage)	15,5 (3,7)	16,6 (4,5)	ns
Hämoglobin (g/l)	11,8 (1,2)	11,8 (1,0)	ns
Kreatinkinase ( $\mu\text{l}$ )	63,5 (32,7)	64,6 (38,0)	ns
Serumalbumin (g/l)	43,0 (3,8)	43,2 (4,1)	ns
Art der Operation	13 Hüftprothese 10 Knieprothese	12 Hüftprothese 10 Knieprothese	

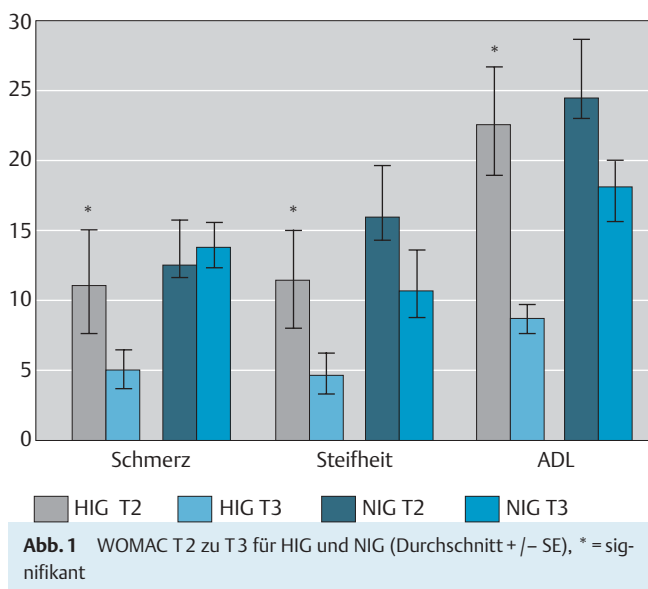
■ Korrektorexemplar: Veröffentlichung (auch online), Vervielfältigung oder Weitergabe nicht erlaubt! ■

**Tab. 2** Werte auf den WOMAC-Subskalen für HIG im Vergleich zu NIG (durchschnittliche Skalen normalisiert [0–100],  $\pm$  SD, HIG = Hochintensitätsgruppe, NIG = Niedrigintensitätsgruppe (Kontrollgruppe), ns = nicht signifikant, p = Signifikanz, T2 = nach der Rehabilitation, T3 = 18 ( $\pm$  2) Monate Nachbeobachtung).

	HIG (n = 23)			NIG (n = 22)		
	T2	T3	P	T2	T3	p
Schmerzen	11,3 (15)	5 (8)	<0,01	12,1 (8)	13,6 (17)	ns
Steifheit	11,4 (14)	4,8 (8)	<0,01	16 (17)	10,9 (19)	ns
Funktion	22,5 (15)	8,6 (10)	<0,01	24,6 (12)	17,9 (19)	ns

**Tab. 3** Werte auf den WOMAC-Subskalen für kombinierte Gruppe (durchschnittliche Skalen normalisiert [0–100],  $\pm$  SD, n = 45, T1 = vor der Rehabilitation, T2 = nach der Rehabilitation, T3 = 18 ( $\pm$  2) Monate Nachbeobachtung).

	T1	T2	T3
Schmerzen	23,9 (17,0)	11,7 (12,5)	9,2 (15,7)
Steifheit	28,3 (21,2)	13,6 (15,9)	7,7 (16,8)
ADL	42,9 (19,0)	23,6 (13,9)	13,1 (18,8)



untersuchung (T2/T3; Schmerzen: 11,7 zu 9,2,  $p < 0,05$ , Steifheit: 13,6 zu 7,7 und ADL: 23,6 zu 13,1; beide  $p < 0,01$ ,  $n = 45$ ) auf allen WOMAC-Subskalen wurden für die gesamte Kohorte nachgewiesen (► **Tab. 3**).

## Diskussion

Die vorliegende Follow-up-Studie liefert Evidenz für die Annahme, dass Schmerz und Funktion bei älteren stationären Patienten durch ein kurzes Rehabilitationsprogramm im Anschluss an eine Beinoperation effektiv verbessert werden können. Sowohl das hoch als auch das normal intensive Kräftigungstraining bewirkte funktionelle Verbesserungen, wobei die Patienten der HIG größere langfristige Verbesserungen aufwiesen als die NIG. Eine mögliche Erklärung für die Langzeitwirkungen in der HIG (obwohl diese Gruppe während der Nachbeobachtungszeit keine Trainingsprogramme absolvierte) könnte die dauerhaft bessere Effektivität der motorischen Einheiten sein, d.h. die optimale inter- und intramuskuläre Koordination in der HIG, die nach der Rehabilitation beobachtet wurde [25]. Die Autoren stellten in ihrer Interventionsstudie signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf Veränderungen des Ver-

hältnisses von integriertem EMG zu gehobenem Gewicht fest ( $p = 0,026$ ; einseitige, untere Konfidenzgrenze 9,1). Bei derselben Belastung (80% IRM) ergab sich nach der Intervention eine geringere EMG-Aktivität (integriertes EMG/gehobenes Gewicht). Dieser Parameter nahm in der HIG von 404,4 auf 307,0  $\mu\text{V} \cdot \text{s}/\text{kg}$  ab, was einer Verbesserung um 24% ( $p < 0,0001$ ) entspricht. In der NIG verringerte sich das Verhältnis von integriertem EMG zu gehobenem Gewicht von 580,7 auf 527,9  $\mu\text{V} \cdot \text{s}/\text{kg}$ . Dies entspricht einer Verbesserung um 9%.

Diese Ergebnisse deuten auf eine effektivere Aktivierung der motorischen Einheiten hin. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass die Trainingsbelastung größer als die bei ADL übliche Belastung sein muss, wenn funktionelle (und strukturelle) Adaptionen erreicht werden sollen [11].

Die Kontrollgruppe absolvierte ebenfalls ein niedrig intensives Kräftigungstraining, das allerdings anders aufgebaut war. Ideal für eine randomisierte kontrollierte Untersuchung wäre eine Kontrollgruppe ganz ohne Training gewesen. Aus ethischen Gründen ist es jedoch nicht akzeptabel, eine Kontrollgruppe ohne Training im rehabilitativen Setting zu belassen. In weiteren Studien sollten Patienten, die direkt nach der Operation nach Hause entlassen werden, mit Patienten verglichen werden, die nach der Operation eine 2- bis 3-wöchige Rehabilitation erhalten.

In dieser Interventionsstudie war es nicht möglich, die Therapeuten gegenüber der Gruppeneinteilung zu verblinden. Allerdings hatten die an der Intervention beteiligten Therapeuten nichts mit der Gruppeneinteilung, der Randomisierung und der Datenanalyse zu tun. Die Patienten konnten bezüglich des absolvierten Trainings natürlich nicht verblindet werden. Die Assessoren waren während aller Phasen verblindet und auch die Datenanalysen wurden verblindet durchgeführt.

Der Leser mag sich fragen, in welchem Verhältnis das intensive Kräftigungstraining an 5 Tagen pro Woche zum Superkompensationsprinzip steht. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die HIG (wie unter *Methoden* beschrieben) nach der *Methode der komplexen Stärkeentwicklung* [20] mit geringer Intensität begann und das Training individuell auf den *differenzierten Methodenstandard MA I* [20] mit hoher Intensität gesteigert wurde. Alle Patienten hatten 24 Stunden zwischen den Trainingssessions und 3 Tage zwischen den Trainingsperioden Zeit zur Erholung und wurden auch täglich auf objektive und subjektiv wahrgenommene Ermüdungserscheinungen und Schmerzen hin überwacht. Es gab keine Berichte darüber oder über andere negative Reaktionen.

Nach Auffassung der Autoren eignet sich die Theorie von Fitness und Ermüdung zur Planung des Kräftigungstrainings im Rahmen der Rehabilitation. Diese Theorie über den Adaptionprozess an die Trainingsbelastung wird als *Zwei-Faktoren- oder Fitness-Ermüdungs-Theorie* bezeichnet [29]: „Gemäß der Zwei-Faktoren-Theorie des Trainings sollten die Intervalle zwischen aufeinander folgenden Trainingssessions so gewählt werden, dass alle Spuren des vorangegangenen Workout verschwinden,

die Fitness-Zugewinne jedoch dauerhaft bestehen bleiben können“. Die beiden Faktoren Fitness und Ermüdung sind die unmittelbaren Trainingseffekte eines jeden Workouts. Dessen unmittelbarster Effekt ist die Ermüdung, aber die Langwirkung beinhaltet die mit der Zeit auftretenden adaptiven Veränderungen der anvisierten motorischen Qualitäten.

Frühere Studien zeigten, dass sich das unilaterale Kräftigungstraining auch auf das nicht trainierte Bein überträgt und auswirkt [8, 9, 13, 22]. Dies ermöglicht Übungsprogramme für Patienten, die das operierte Bein nicht trainieren dürfen.

Aufgrund chirurgischer Restriktionen ließen sich weder das Ausmaß des Übertragungseffekts messen noch funktionelle Befundungen des operierten Beins durchführen. Daher beschränken sich die Schlussfolgerungen auf die am nicht operierten Bein beobachteten Wirkungen und funktionelle ADL-Resultate.

Bei Frauen ab 65 Jahren herrschen Asymmetrie und Schwäche vor, die möglicherweise auf zukünftige Stürze schließen lassen [23]. Daher ist symmetrisches Muskeltraining wichtig, um Störungen des posturalen Gleichgewichts zu kontrollieren und auf diese Weise Stürze und Frakturen zu verhindern. Wegen chirurgischer Einschränkungen war in dieser Studie nur asymmetrisches Training möglich. Obwohl die Studienpopulation nach der Entlassung kein spezifisches Training absolvierte, kam es in keiner der beiden Gruppen während dieser Nachbeobachtungszeit zu Stürzen oder Frakturen.

Der WOMAC erfüllt alle Qualitätskriterien für eine Befundung. Der Test hat sich als reliabel, valide und sensitiv für Veränderungen bei Patienten mit Hüft- und Knieersatz erwiesen [1, 6, 21]. Auch die Validität der Computer- und Telefonversionen waren exzellent [2, 16, 26]. Die schwache Korrelation zwischen Gehfähigkeit und WOMAC-Werten vor der Operation und 3 Monate später bei Patienten mit komplettem Hüftersatz (von Lindemann et al. [14] nachgewiesen), lässt jedoch vermuten, dass der WOMAC kurz nach einem kompletten Hüftersatz möglicherweise kein zuverlässiges Messinstrument darstellt. Der WOMAC zur Selbstbewertung von Schmerzen, Steifheit und Funktion demonstriert jedoch nachweislich den langfristigen funktionellen Nutzen eines umfassenden stationären Rehabilitationsprogramms von 3 Wochen. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Ng et al. [19] überein, die signifikante Verbesserungen der SF-36-Werte feststellten, wobei die größten Verbesserungen nach 6 Monaten auftraten.

Andererseits behaupten manche Autoren, dass die positiven Wirkungen des Trainings mit der Zeit wieder abnehmen und schließlich ganz verschwinden [3]. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die meisten von Physiotherapeuten angewandten Übungsprogramme für ältere stationäre Rehabilitationspatienten mit geringer Intensität konzipiert sind, überrascht dies nicht.

Die vorliegende Studie konnte deutliche Unterschiede zugunsten des hoch intensiven Trainings nachweisen, zumindest soweit sie sich auf Eigenberichte stützt, und untermauert die Ansicht von Moffet et al. [18], die eine intensivere Rehabilitation empfehlen, um die funktionellen Ergebnisse während des postoperativen Jahres zu optimieren.

Die Heterogenität der Patienten war Anlass für eine statistische Analyse des Einflusses mehrerer Variablen. Keine dieser Variablen beeinflusste jedoch die beschriebenen Ergebnisse. Darüber hinaus lassen sich die Unterschiede zwischen den beiden Rehabilitationsgruppen nicht durch die Zeit zwischen Operation und Trainingsintervention oder durch andere Patienteneigenschaften erklären.

## Schlussfolgerungen



Ein standardisiertes Rehabilitationsprogramm nach dem Einsetzen einer Hüft- oder Knieprothese führt bei älteren polymorbiden Patienten zu größeren langfristigen Verbesserungen (nach WOMAC bewertet), wenn es statt mit einem niedrig intensiven mit einem hoch intensiven Widerstandstraining für das nicht operierte Bein kombiniert wird. Ob eine bessere Effektivität der motorischen Einheiten und eine bessere inter- und intramuskuläre Koordination nach einem hoch intensiven Training der Schlüssel zu den funktionellen Ergebnissen ist, muss erst noch in einer größeren Prospektivstudie nachgewiesen werden. Diese sollte sich auch mit Übertragungseffekten und der Frage befassen, ob sie zu einer Verringerung von Stürzen, Frakturen und Hospitalisierung beitragen könnten.

### Quintessenz

Physiotherapeuten, die mit Patienten nach Hüft- oder Knieersatz arbeiten, wird zur Optimierung der funktionellen Ergebnisse während des 1. postoperativen Jahres empfohlen, ein individuell maßgeschneidertes, hoch intensives Widerstandstraining in die Rehabilitation zu integrieren.

### Literatur

- 1 Angst F, Aeschlimann A. PostScript: Matters Arising: Comparison of WOMAC with SF-36 for OA of the knee or hip: Authors' response. *Ann Rheum Dis* 2002; 61: 182–183
- 2 Angst F, Ewert T, Lehmann S et al. The factor subdimensions of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) help to specify hip and knee osteoarthritis. A prospective evaluation and validation study. *J Rheumatol* 2005; 32: 1324–1330
- 3 Van Baara ME, Dekker JB, Oostendorp RAB et al. Effectiveness of exercise in patients with osteoarthritis of hip or knee: nine months' follow-up. *Ann Rheum Dis* 2001; 60: 1123–1130
- 4 Bell DG. The influence of air temperature on the EMG/force relationship of the quadriceps. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1993; 67: 256–260
- 5 Bellamy N, Campbell J, Hill J et al. A comparative study of telephone versus onsite completion of the WOMAC 3.0 osteoarthritis index. *J Rheumatol* 2002; 29: 783–786
- 6 Bellamy N. WOMAC Osteoarthritis Index. User guide VI. Brisbane: University of Queensland, 2003
- 7 Bellamy N. The WOMAC Knee and Hip Osteoarthritis Indices development, validation, globalization and influence on the development of the AUSCAN Hand Osteoarthritis Indices. *Clin Exp Rheumatol* 2005; 23: 148–153
- 8 Bembien MG, Murphy RE. Age-related neural adaptation following short term resistance training in women. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41: 291–299
- 9 Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med* 2006; 36: 133–149
- 10 Gillespie WJ. Clinical review – Extracts from „clinical evidence“ hip fracture. *BMJ* 2001; 322: 968–975
- 11 Häkkinen A. Effectiveness and safety of strength training in rheumatoid arthritis. *Curr Opin Rheumatol* 2004; 16: 132–137
- 12 Hamlin MJ, Quigley BM. Quadriceps concentric and eccentric exercise 2: differences in muscle strength, fatigue and EMG activity in eccentrically-exercised sore and non-sore muscles. *J Sci Med Sport* 2001; 4: 104–115
- 13 Lagerquist O, Zehr EP, Docherty D. Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying crosseducation effect. *J Appl Physiol* 2006; 100: 83–90
- 14 Lindemann U, Becker C, Muche R et al. Gait analysis and WOMAC are complementary in assessing functional outcome in total hip replacement. *Clinical Rehabilitation* 2006; 20: 413–420
- 15 Van der Linden P, Rowe C, Myles R et al. Knee kinematics in functional activities seven years after total knee arthroplasty. *Clinical Biomechanics* 2007; 22: 537–542

- 16 *McGrory BJ, Shinar AA, Freiberg AA et al.* Enhancement of the value of hip questionnaires by telephone follow-up evaluation. *J Arthroplasty* 1997; 12: 340–343
- 17 *Minns Lowe CJ, Barker KL, Dewey M et al.* Effectiveness of physiotherapy exercise after knee arthroplasty for osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2007; 335: 812
- 18 *Moffet H, Collet JP, Shapiro SH et al.* Effectiveness of intensive rehabilitation on functional ability and quality of life after first total knee arthroplasty: a single-blind randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 546–556
- 19 *Ng CY, Ballantyne JA, Brenkel IJ.* Quality of life and functional outcome after primary total hip replacement. A five-year follow-up. *Journal of Bone and Joint Surgery (British Volume)* 2007; 89-B: 868–873
- 20 *Radlinger L, Bachmann W, Homburg J et al.* Methoden des Krafttrainings Rehabilitatives Krafttraining. Stuttgart: Thieme, 1998
- 21 *Salafi F, Carotti M, Grassi W.* Health-related quality of life in patients with hip or knee osteoarthritis: comparison of generic and disease specific Instruments. *Clin Rheumatol* 2005; 24: 29–37
- 22 *Shima N, Ishida K, Katayama K et al.* Cross-education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 287–294
- 23 *Skelton DA, Kennedy J, Rutherford OM.* Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing* 2002; 31: 119–125
- 24 *Suetta C, Magnusson SP, Rosted A et al.* Resistance training in the early postoperative phase reduces hospitalization and leads to muscle hypertrophy in elderly hip surgery patients – a controlled, randomized study. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 2016–2022
- 25 *Tal-Akabi A, Steiger U, Villiger PM.* Neuromuscular adaptation to early post-operative, high-intensity, short resistance training on non-operated lower extremity in elderly patients: a RCT. *J Rehabil Med* 2007; 39: 724–729
- 26 *Theiler R, Bischoff-Ferrari HA, Good M et al.* Responsiveness of the electronic touch screen WOMAC 3.1 OA Index in a short term clinical trial with rofecoxib. *Osteoarthritis Cartilage* 2004; 12: 912–916
- 27 *Ulreich A, Kullich W, Klein G et al.* Ergebnisse der stationären postoperativen Rehabilitation nach Hüftgelenkersatz. *Rehabilitation* 1998; 37: 117–122
- 28 *Vincent A, Alfano L et al.* Sex and Age Effects on Outcomes of Total Hip Arthroplasty after Inpatient Rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2006; 87: 461–467
- 29 *Zatsiorsky VM.* Krafttraining – Praxis und Wissenschaft. Aachen: Meyer & Meyer, 2008