

# **Einfluss eines lokal applizierten Parafango im Bereich der Ischicrural-Muskulatur auf die Drehmoment-Winkel-Kurve des SLR**

Autor(en): **Berger, Maja / Egger, Evelyne / Eigenmann, Peter / Radlinger, Lorenz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Physiotherapie = Fisioterapia**

Band (Jahr): **37 (2001)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-929151>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Einfluss eines lokal applizierten Parafango

## im Bereich der Ischiocrural-Muskulatur auf die Drehmoment-Winkel-Kurve des SLR

Maja Berger, Evelyne Egger, Peter Eigenmann, Lorenz Radlinger

Diplomarbeit an der Feusi Physiotherapieschule Bern (Schulleiter: Eugen Mischler)  
Effingerstrasse 15, 3008 Bern, E-Mail: pts@feusi.ch

**P**arafango-Applikationen haben ihren festen Platz in physiotherapeutischen Behandlungen. Der Indikationsbereich ist weit gesteckt. Er reicht von der Behandlung respektive Nachbehandlung chirurgisch-orthopädischer Erkrankungen, von traumatologischen und chronisch-pathologischen Zuständen am Bewegungsapparat bis hin zu einer ganzen Reihe weiterer Erkrankungen aus dem internistischen, gynäkologischen und neurologischen Bereich. Dabei werden Ziele wie allgemeine Entspannung, Lösen der verspannten Muskulatur, Durchblutungssteigerung und dadurch Verbesserung trophischer Prozesse sowie Verbesserung der Beweglichkeit verfolgt.

Diese Arbeit untersucht die Wirkung der lokalen Parafango-Anwendung dorsal des rechten Oberschenkels an 18 ProbandInnen. Gemessen werden die Dehnspannung und der Hüftflexionswinkel anhand einer Drehmoment-Winkel-Kurve beim «Straight-leg-raise» mit der «SLR-Maschine».

### Fragestellungen

In der Literatur über Wärme wird oft über den tonussenkenden Effekt und die daraus resultierende Verbesserung der Dehnbarkeit der Muskulatur gesprochen. Diese Effekte stehen immer wieder im Zusammenhang mit Beweglichkeitsverbesserung.

1. Lässt sich mit der Wärmewirkung einer Parafango-Applikation die Beweglichkeit verbessern und anhand der Drehmoment-Winkel-Kurve beobachten?
2. Wenn sich die Beweglichkeit verbessert, wie wichtig ist dabei die Wärmeapplikationsdauer?

### Theoretische Grundlagen

#### Parafango, ein beliebter «Wärmeträger»

Bei der Parafango-Packung handelt es sich um eine industriell gefertigte Packung, die sich aus verschiedenen, zum Teil nicht «natürlichen» Komponenten zusammensetzt. Nach dem 2. Weltkrieg wurde ein Packungsmaterial erfunden, das neben einem Trägerstoff (= Paraffin) trockenes Fangopulver enthält. Durch die Paraffinzugabe verliert die Packung nach dem Anlegen am Körper kaum an Temperatur. Die geschmolzenen Paraffine geben bei zirka 50°C die sogenannte Schmelzwärme an die Umgebung ab. Da die Paraffinteilchen sehr klein sind und so insgesamt eine grosse Oberfläche haben, speichern sie auch eine grosse

Menge an Wärmeenergie (= Schmelzwärme). Die gespeicherte Energie wird nur langsam abgegeben (Schröder/Anderson 1995, 146). Schöllhorn und Frey (1992, 589f.) stellen in ihrem Versuch «zur Bewertung thermophysikalischer Kenndaten von Fangoparaffin-Massen» fest, dass das Parafango-Präparat während 30 Minuten ein deutlich ausgeprägtes Wärmeplateau aufweist. Mit einem Halbleiter-Thermofühler wird der Temperaturverlauf in einer Eintauchtiefe von 5 cm gemessen. Die Probe wird der Abkühlung überlassen. Während den ersten 10 Minuten fällt die Wärmehaltekurve von 53°C auf 51°C ab. Nach 51°C zeigt die Kurve während 30 Minuten das oben erwähnte Wärmeplateau. Die Parafango-Masse kühlt während dieser Zeit von 51°C auf 48°C ab. Den therapeutisch nutzbaren Bereich legen Schöllhorn und Frey (1992, 589f) bei 50,5°C fest.

#### Wirkungen der Wärmeapplikation

Rulffs (1986, 235f) schreibt über Fango-Therapie, dass überwiegend thermische Effekte zu berücksichtigen sind. Die Wirkungen sind in ihrer Ausprägung abhängig vom Ausmass der thermischen Belastung des Organismus (Ganz- oder Teilpackung, Applikationstemperatur, ob eingewickelt oder nicht). Bei Ganzpackungen löst die ausgeprägte Hyperämie der Körperdecke eine allgemeine Kreislaufumstellung aus, mit Zunahme der Herzfrequenz, Verkürzung der Kreislaufzeit, Vergrößerung des Schlagvolumens und Arterialisierung des venösen Blutes. Unter dem Einfluss der Heisspackungen kommt es vorübergehend zu einer erheblichen Stoffwechselsteigerung im Gewebe. Daraus resultiert eine Verbesserung der Trophik (evtl. auch der Immunreaktion).

Bei Teilpackungen sind diese Effekte nur in sehr viel geringerem Umfang nachweisbar: Die Kreislaufbelastung ist minimal, Zeichen einer unspezifischen Reiztherapie sind erkennbar. In allen Fällen kommt es unter der Packung zu einer deutlichen Hyperämie, einer verstärkten Schweisssekretion, zur Anregung des Blut- und Lymphstromes und zur Erhöhung der Hauttemperatur. In der hyperämischen Haut und auch im Blut wurde ein Anstieg des Histamingehalts nachgewiesen. Dies lässt sich mit der Änderung der vegetativen Reaktionslage, dem Übergang von sympathikotonen in die parasympathikotone Phase unter dem Einfluss der Heisspackungen, aber auch mit der beobachteten Änderung der Kapillarpermeabilität in Verbindung bringen. Einen Zusammenhang zwischen Wärme und deren tonussenkender Wirkung betrachtet Rulffs als reflektorisches Geschehen und nicht als Auswirkung einer direkten Penetration der Wärme in die Muskulatur. Von Milz (1984, 792) werden die Effekte in Lokalwirkungen (bei Teilpackungen) und in Allgemeinwirkungen (bei Ganzpackungen) unterteilt.



# ORIGINAL MEDAX

Von uns entwickelt und seit vielen Jahren bewährt.

Machen Sie keine Experimente mit irgendwelchen Kopien!

Unser Fabrikationsprogramm:

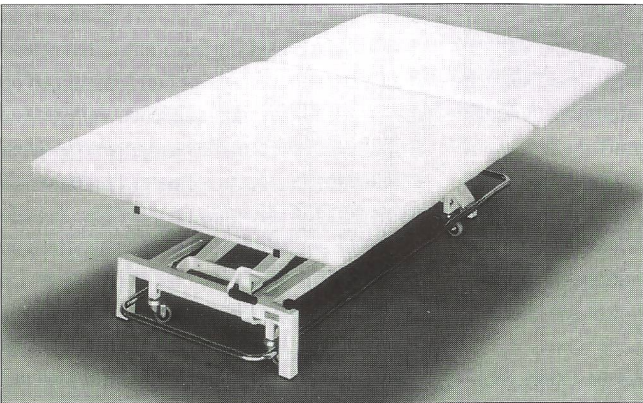
- 2-/3-/4-/6teilige Liegen
- Manualtherapie-Liegen
- Extensionsliegen
- Kombi-Liegen mit Gynäkologieteil
- Bobath-Liegen
- CLEWA-Kofferliegen (Import)

## Behandlungsliege MEDAX P 40 A



- Elektrische Höhenverstellung von 44 bis 104 cm mit praktischer Fuss-Schaltstange
- Rückenstütze und Knieflexion mit bequemen Hubhilfen stufenlos verstellbar
- Fahrwerk (Lenkrollen) mit Fusspedal in jeder Position der Höhenverstellung ausfahrbar
- Sehr stabiles Schweizer Fabrikat
- SEV-geprüft
- 2 Jahre Garantie

## BOBATH-Liege MEDAX 1- oder 2teilig



- Senden Sie uns bitte eine Dokumentation.  
 Bitte rufen Sie uns an.

Name: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_

**MEDAX AG  
MEDIZINTECHNIK**

Schneckelerstrasse 20  
CH-4414 Füllinsdorf BL  
Tel. 061-901 44 04  
Fax 061-901 47 78

PH-03/94



## LASER-THERAPIE

Der LASER für schwierige Fälle

Analgesie / Regeneration /  
Immunstimulation / Entzündungshemmung

Weitere Modelle  
von 20 - 50mW rot und infrarot  
Pocket-Therapy Laser Akupunktur-Laser  
Komplett-Systeme mit Scanner bis 400mW  
Dental-Laser 60-300mW

**LASOTRONIC AG**, Blegistrasse 13  
CH-6340 Baar-Zug  
Tel. 041 - 768 00 33 / Fax 041 - 768 00 30  
lasotronic@lasotronic.ch www.lasotronic.ch

Pour la Romandie:  
Technofit, Cheseaux s/Lausanne  
Tel. 021 - 732 12 57 Fax 021 - 731 10 81



## Moderne Geräte für Therapie und Rehabilitation

Geschwindigkeit 0.5 bis 18 kmh.  
Neigung 0-10%. Pulssteuerung.

- TUNTURI Krafttrainer
- TUNTURI Ergometer
- TUNTURI Stepper
- TUNTURI Laufbänder
- TUNTURI Sprossenwände



Nicht warten – gleich anrufen und starten!

Bezugsquellennachweis durch:

Aegertenstrasse 56 8003 Zürich  
Telefon 01/461 11 30 Telefax 01/461 12 48

**Tel. 01/461 11 30**  
**GTSM** Magglingen  
Zürich

Wir wünschen Ihnen viel

# ERFOLG

mit **THERAPIE 2000**

der Administrationssoftware für Physiotherapien

Wir sind vor Ort wann immer Sie uns brauchen . . .

Beratung / Schulung / Installationen / Erweiterungen / Reparaturen

DNR Inter-Consulting, Tel. 041 630 40 20

## FITplus für Windows

Die effiziente Verwaltungssoftware für Ihr Trainingszentrum!

Unterstützt Sie bei Ihrer Administration: Kundenverwaltung (auf Wunsch mit Porträt und Kundenkarten), Rechnungs- und Mahnwesen, individueller Einsatz von Marketingwerkzeugen, ausführliches Statistikwesen und vieles mehr!

Überzeugen Sie sich selber: verlangen Sie unsere unverbindliche und kostenlose Informationsmappe mit Demoversion!

Über 10 Jahre Erfahrung mit Software für Physiotherapien:

**SOFTplus Entwicklungen GmbH**

Lättichstrasse 8, 6340 Baar

Telefon 041 - 763 32 32, Telefax 041 - 763 30 90

Internet: <http://www.softplus.net>, E-Mail: [fitplus@softplus.net](mailto:fitplus@softplus.net)



*Lokalwirkungen sind:*

- örtliche Mehrdurchblutung mit Erhöhung der Hautwärme um zirka 3,3°C,
- Beschleunigung des Blut- und Lymphstromes und der daraus resultierende entzündungshemmende und schmerzlindernde Effekt.

*Allgemeinreaktionen sind:*

- deutlicher Anstieg der Körpertemperatur auf fast 38°C,
- Steigerung der Stoffwechselfvorgänge um etwa 30%,
- Stimulierung der Funktion innersekretorischer Drüsen (z. B. der Nebenniere),
- Pulsanstieg über 10 Schläge pro Minute,
- Vergrößerung der Blutdruckamplitude,
- Verkürzung der Blutumlaufzeit und die
- Arterialisierung des Venenblutes.

*Bei Kolster/Ebelt-Paprotny (1998, 229), Schmidt (1979, 235 ff) und Günter/Jantsch (1986, 184 ff) findet man ausserdem Wirkungen wie:*

- Muskeltonussenkung,
- Spasmolyse und
- Auflockerung des kollagenen Bindegewebes sowie Drosselung der Wärmeproduktion durch verminderte Muskelaktivität.

#### **Indikationen, Applikationsdauer und -temperatur**

*In Bezug auf die Fragestellung werden folgende Indikationen erwähnt:*

- Hypertonus der Muskulatur,
- Vorbereitung auf Bewegungstherapie,
- Elastizitäts- und Plastizitätsverlust der Muskulatur,
- Muskelverkürzungen,
- Gelenkversteifungen,
- muskuläre Schmerzen,
- Muskelspasmen und
- Vorbereiten auf Dehnungen

(Günter/Jantsch 1986, 184 ff; Hardy/Woodall 1998, 153; Henricson 1984, 110; Kolster/Ebelt-Paprotny 1998, 229; Miller in Hardy/Woodall 1998, 153; Senn 1987, 669 ff; Schmidt 1979, 235 ff).

Angaben über die Applikationsdauer von Parafango werden in der Literatur kaum gemacht. Kolster/Ebelt-Paprotny (1998, 229) empfehlen eine Anlegedauer von 10–30 Minuten, ohne diese weiter zu begründen.

Die Studie von Schöllhorn/Frey (1992, 589) zeigt einen minimalen Temperaturabfall von 3°C bei einer Anlegetemperatur von 50,5°C während 30 Minuten. Solange die Masse wärmer ist als die Haut, wird sie Energie an die Haut weiterliefern. Erst wenn zwischen dem Wärmeträger und der darunter liegenden Haut ein Steady-State erreicht ist, ist die Wärmeabgabe beendet.

Der therapeutisch nutzbare Bereich beginnt bei 50,5°C (=frühstmögliche Anlegetemperatur). Es ist jedoch aus Gründen der Verträglichkeit nicht bei allen Patienten möglich, eine solch hohe Temperatur zu applizieren (Schöllhorn/Frey, 1992, 589 f).

#### **Testspezifische Studien**

Der Wärmetransport im Körperinnern geschieht über die Wärmeleitung und die Konvektion. Unter der Wärmeleitung wird die unmittelbare Weitergabe der Wärme von einem Teilchen zum anderen verstanden. Bei der Konvektion wird die Wärme über das zirkulierende Blut weitertransportiert (Birbaumer/Schmidt 1996, 209).

Über die Meinung der Eindringtiefe bei lokal applizierter Wärme herrscht Uneinigkeit. Abramson zeigt in zwei Studien (1961, 305 ff; 1964, 87 ff), dass trotz der erhöhten Hautdurchblutung die Wärme in die Tiefe dringt. Er untersuchte an 16 Probanden die Temperaturzunahme der Haut, der Subcutis und der Muskulatur am Unterarm. Als Behandlungsmassnahmen wählte er Paraffin, Hot Fomentation und Wet Heat. Die grössten Effekte wurden bei der Paraffinapplikation erreicht. Die Haut wies eine maximale Temperatursteigerung von 13,9°C nach einer Minute auf. Die Subcutis benötigte für eine maximale Steigerung von 5,5°C 26 Minuten, und die Muskulatur in 4 cm Tiefe erreichte eine Steigerung von 2,4°C nach 40 Minuten.

Henricson (1984, 110 ff) untersuchte die Hüftflexion bei vorangehender Wärmebehandlung auf der ischiocruralen Muskulatur an 10 Probanden. Als Wärmeträger benutzte er ein elektrisches Heizkissen von 43°C. Die Wärmeapplikation dauerte 20 Minuten. Die erwünschte Verbesserung der Hüftflexion blieb aus. Hypothetisch wurde angenommen, dass das subkutane Fettgewebe und das vaskuläre Kühlungssystem eine Erwärmung der Muskulatur verhinderte und dadurch keine Verbesserung der Elastizität der Muskulatur und des Bindegewebes stattfand. Aufgrund des Vergleichs dieser Aussagen mit den Testergebnissen von Abramson (1961, 305 ff; 1964, 87 ff) nehmen wir an, dass diese Untersuchung bezüglich Applikationstemperatur, Applikationsdauer und Art des Wärmeträgers optimiert werden könnte.

Aus einer Studie von Magnusson (1995, 342 ff) ist ersichtlich, dass allein die Messung des SLR keinen anhaltenden Dehneffekt hat. Er misst die Knieextension bei fixierter Hüftflexion bis zum Dehnreiz und wiederholt dieselbe Messung nach 10 Minuten. Dabei beschreibt er keine Veränderung der Messergebnisse.

## **Planung und Durchführung der Untersuchung**

### **Applikationsbedingungen**

Nach Schöllhorn und Frey (1992, 358) verflüssigt sich Parafango bei einer Temperatur von 50,5°C. Aus für uns unerklärlichen Gründen blieb die von uns verwendete Parafango-Masse auch noch unterhalb dieser Temperatur flüssig. Wir wählten die höchstmögliche Temperatur, die es uns gerade noch ermöglicht, den Fango als kompakte Masse anzulegen. Durchschnittlich sind dies 46,7°C an der Oberfläche.

Nach Abramson et al. (1964, 93) ist ersichtlich, dass der maximale Temperaturanstieg des Muskels bei Paraffin erst nach 40 Minuten erfolgt. Deshalb entscheiden wir uns für eine Applikationsdauer von 45 Minuten. Innerhalb der Applikationsdauer der Wärmeanwendung wollen wir die potentielle Veränderung über die Zeit beobachten. In Anlehnung an die Untersuchung von Magnusson et al. (1995, 344 f) und unter Berücksichtigung unserer Applikationsdauer führen wir während dieser Zeit im Abstand von 15 Minuten 4 Messungen (M0, M15, M30, M45) durch: zum Zeitpunkt 0, nach 15, nach 30 und nach 45 Minuten Applikationsdauer.

Die Temperatur wird mit Hilfe zweier Pt-100-Messwiderstände mit einer Genauigkeit von (0,1°C gemessen. Temperaturmessfühler 1 liegt dabei zwischen Haut und Parafango, Temperaturmessfühler 2 befindet sich zwischen Parafango und der umhüllenden Isolation (zwei Schichten Baumwoll-Frottéstoff, eine Schicht Faserpelz).

### **(Vor-)Information und Instruktion der Probanden**

An jedem Testtag erfolgt eine standardisierte Umsetzung des gesamten Testverfahrens: Deshalb wählen wir für die Testdurchführung jeweils denselben Wochentag (Donnerstag) im Wochenabstand und beachten für jeden Probanden, dass die Messung zur selben Tageszeit stattfinden kann. Die Probanden werden vor den Messungen über die Fragestellung, den zeitlichen Aufwand und Ablauf während den Messungen informiert. Sie erhalten Instruktionen, während den Testwochen nichts an ihren körperlichen Aktivitäten zu ändern und keine ausserordentlichen Belastungen durchzuführen. Eine Woche vor den eigentlichen Tests führen wir einen Probedurchgang durch. Dadurch können der Umgang mit der SLR-Maschine (Freudiger et al. 1999) geübt, das Vertrauen in die Maschine und die Wahrnehmung der Dehnung verbessert sowie mögliche Ängste abgebaut werden.

### **Untersuchungsgruppe**

Insgesamt nehmen an der Untersuchung 20 Probanden (18 Frauen, 2 Männer) im Alter zwischen



20 und 40 Jahren teil. Als Ausschlusskriterien galten:

- Beschwerden an Knie- und Hüftgelenken,
- Rückenbeschwerden,
- Wärmeunverträglichkeit,
- alle Wärmekontraindikationen und Gefahrensituationen,
- das Nicht-Absolvieren aller Messungen.

18 Probanden können letztlich ausgewertet werden. Zwei Probanden werden nicht mehr berücksichtigt. Eine Versuchsperson kam bei einer Hüftflexion von 130° nicht an ihr Bewegungsende, da die SLR-Maschine zunächst aus Sicherheitsgründen bei 130° arretiert ist. Die Ergebnisse einer andern Versuchsperson konnten nicht ausgewertet werden, da sich in der Drehmoment-Winkel-Kurve quasi kein Anstieg des Drehmomentes zeigte.

**Der erste Testtag und die Parallelisierung zweier Gruppen**

Die ProbandInnen werden auf die Messung nach dem von Freudiger et al. (1999) standardisierten Verfahren vorbereitet, auf der SLR-Maschine fixiert und aufgefordert, sich durch die Maschine passiv-dynamisch in die maximale Hüftflexion bis zu ihrer Schmerzgrenze heben zu lassen.

Es stellt sich dabei die Frage, ob allein die Messung der Hüftflexion mittels SLR bereits einen Dehneffekt bewirkt. Um einen kurzfristigen Dehneffekt durch die vier Messungen selbst auf die Ischiocruralmuskulatur auszuschliessen, wird die Versuchsperson an allen drei Testtagen zwischen den Messungen in Rückenlage mit einer Rolle unter den Knien gelagert. Das soll die entspannte Lagerung der dorsalen Oberschenkelmuskulatur gewährleisten.

Am ersten Testtag (Woche 1) wird bei allen 20 Probanden die Drehmoment-Winkel-Kurve des rechten Beines ohne Parafango-Applikation gemessen. Anhand dieses Vortests erstellen wir durch Parallelisieren zwei vergleichbare Gruppen (Gruppe 1 und Gruppe 2) mit je zehn Versuchspersonen.



Abb. 1: Messung des SLR mit appliziertem Parafango.

Die Parallelisierung zweier zu vergleichender Gruppen erfolgt anhand der Drehmoment-Winkel-Kurve. Der Drehmomentwert von 31 Nm, der von allen Probanden realisiert wird, dient dabei als Parameter. Ermittelt werden für alle Probanden die entsprechenden Winkelgrade bei 31 Nm Dehnwiderstand, um eine Rangfolge zu erstellen. Daraus realisieren wir zwei Gruppen, die sich statistisch nur zufällig unterscheiden und damit vergleichbare Ausgangsbedingungen hinsichtlich unseres Messparameters (Winkel bei 31 Nm) haben.

**Der zweite Testtag**

Am zweiten Testtag (Woche 2) erfolgt dieselbe standardisierte Durchführung der Messungen.

$M_0$  der Gruppe 2 und  $M_{0-45}$  der Gruppe 1 erfolgen ohne Wärmeapplikation.  $M_{15-45}$  werden bei allen Probanden aus der Gruppe 2 mit Parafango durchgeführt (Abb. 1). Auch die Applikation der Parafango-Masse erfolgte standardisiert.

**Der dritte Testtag**

Am dritten Testtag (Woche 3) wird das Verfahren umgekehrt: Diesmal erfolgen die  $M_0$  der Gruppe 1 und  $M_{0-45}$  der Gruppe 2 ohne Wärmeapplikation.  $M_{15-45}$  werden bei allen Probanden aus der Gruppe 1 mit Parafango durchgeführt.

Diese Untersuchungsanordnung mit Gruppe 1 und 2 gewährleistet, dass die Langzeitreliabilität der Messung kontrolliert werden kann.

**Untersuchungsverfahren: Drehmoment-Winkel-Kurve der SLR-Maschine**

Die «SLR-Maschine» erlaubt eine standardisierte, elektro-mechanische Ausführung eines passiv dynamischen «Straight-leg-raise». Aufgezeichnet werden dabei eine Drehmoment-Winkel-Kurve (Abb. 2), die über den mit dem Winkel zunehmenden Dehnwiderstand informiert. Über trigonometrische Funktionen wird das aus der Dehnung der ischiocruralen Muskelgruppe resultierende, um die Beingewichtskraft (inkl. Parafango-Masse) bereinigte Drehmoment berechnet (Freudiger et al. 1999, Freudiger et al. 2001).

Abb. 2 zeigt exemplarisch alle aufgezeichneten Messparameter. Berücksichtigt wurden jedoch nur die Messdaten vom Nullpunktdurchgang bis zum Maximalwinkel.

**Auswertung und Darstellung der Ergebnisse**

**Statistische Verfahren**

Zunächst wird das Testverfahren auf seine Kurzreliabilität (Veränderungen innerhalb der vier Messungen am selben Testtag) und Langzeitreliabilität (Veränderungen über zwei Wochen) hin beurteilt. In einem zweiten Durchgang werden

Testergebnisse bei 31 Nm in Winkelgrade	Rangfolge nach Test 1	Parallelisieren	
		Gruppe 1	Gruppe 2
vpn 1: 65,7°	Rang 1: vpn 5: 78,0°	Rang 1: vpn 5: 78,0°	Rang 2: vpn 3: 73,3°
vpn 2: 59,0°	Rang 2: vpn 3: 73,3°	Rang 2: vpn 2: 59,0°	Rang 3: vpn 1: 65,7°
vpn 3: 73,3°	Rang 3: vpn 1: 65,7°	Rang 5: vpn 4: 45,7°	...
vpn 4: 45,7°	Rang 4: vpn 2: 59,0°	...	
vpn 5: 78,0°	Rang 5: vpn 4: 45,7°		
...	...		

Tab. 1: Zur Parallelisierung ordnet man die Ergebnisse zunächst in Ränge und dann der Reihe nach systematisch in zwei Gruppen. Dies geschieht, um zur Prüfung der Kurz- und Langzeitreliabilität zwei statistisch zufällig verschiedene Gruppen 1 und 2 mit vergleichbaren Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Messparameter zu erhalten.

vpn = Versuchsperson      31 Nm = Dehnwiderstand als Drehmoment in Newtonmeter [Nm]



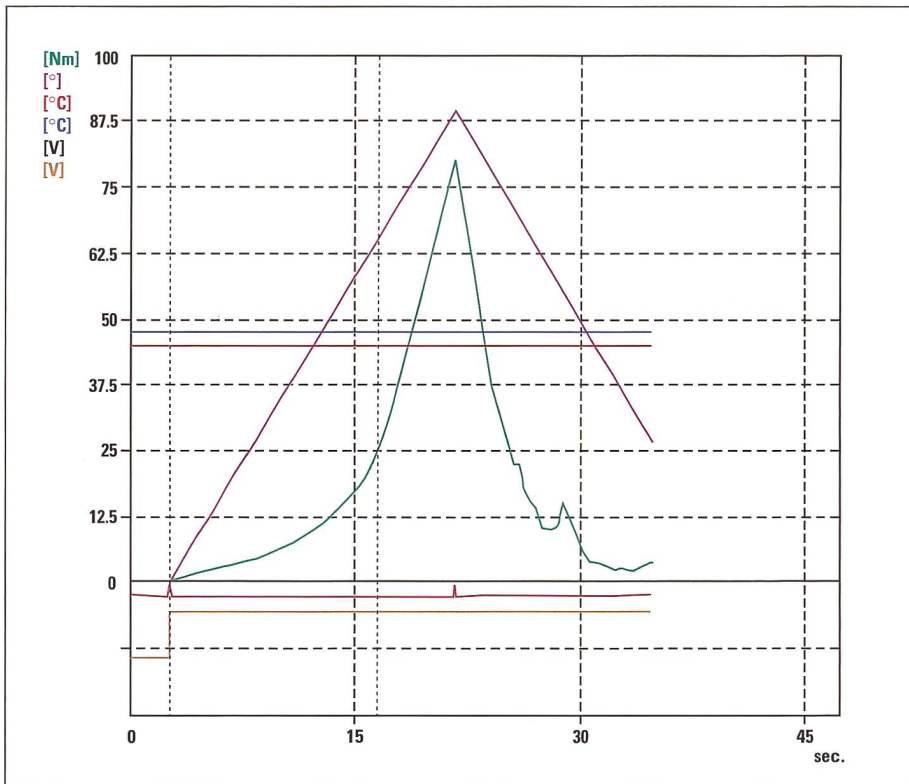


Abb. 2: Die erfassten Messgrößen der SLR-Maschine:

**Drehmoment [Nm], Winkel [°], Temperatur zwischen Isolation und Haut [°C], Temperatur zwischen Parafango und Isolation [°C], Joystick mit Start- und Stopp-Markierungen [V], Zeitpunkt des Durchganges durch die 0°-Horizontale [V].**

*Erklärungen:* Auf der Y-Achse lassen sich Winkel-, Drehmoment- und Temperaturwerte ablesen. Der maximale Winkel in der Endstellung beträgt in unserem Beispiel 89°<sup>01</sup> und das Drehmoment 80 Nm. Das bedeutet, dass beim SLR in der Winkelendstellung ein Drehmoment (sprich: Dehnwiderstand) von 80 Nm entgegengebracht wurde. Die Temperatur zwischen Parafango und der Isolation beträgt 47°C, diejenige zwischen Isolation und Haut 44°C. Soll einem beliebigen Drehmomentwert ein Winkel zugeordnet werden, so muss vom entsprechenden Drehmoment eine Senkrechte nach oben gezogen werden. Beim Schnittpunkt mit der Winkelkurve kann der entsprechende Winkel auf der Y-Achse abgelesen werden. Beispiel: Bei 25 Nm erreicht dieser Proband einen Winkel von 65°. Die Messung vom Start bis zum Stopp dauert 18 Sekunden.

Die Daten werden über einen Messverstärker (WBME) und 12-bit-A/D-Wandler auf einen Personalcomputer übertragen. Die Registrierung der Drehmoment-Winkel-Kurve und der Temperaturwerte wird mit der Software «Digitale Verarbeitung für Windows» (DSVW) der Firma UK-LABS (Kempen, Deutschland) ermöglicht. Zu sehen ist noch das Zurückfahren der Maschine zu ihrem Ausgangspunkt (absteigende Drehmoment-Kurve bzw. Winkelgerade).

die Messungen mit und ohne Parafango untereinander verglichen.

Aufgrund der geringen Anzahl der Versuchspersonen wählen wir zum Mittelwertvergleich nonparametrische Verfahren, die keinerlei Anwendungsvoraussetzung wie Normalverteilung respektive Symmetrie benötigen. Die abhängigen Variablen zum Vergleich innerhalb der Gruppen wurden mit dem Wilcoxon-Rangsummentest, unabhängigen Variablen zum Vergleich zwischen den Gruppen mit dem Kruskal-Wallis Test, verglichen. Als Signifikanzniveau wählten wir mit  $p$  (0,05 die übliche Grenze, unter Berücksichtigung der Bonferroni-Korrektur für multiples Testen.

0,95 <  $r$  ≤ 1,00: ausgezeichnet  
 0,90 <  $r$  ≤ 0,95: sehr gut  
 0,80 <  $r$  ≤ 0,90: annehmbar  
 $r$  ≤ 0,80: schwach

Zur Ermittlung der Gütekoeffizienten der Reliabilität wird der Pearson-Korrelations-Test angewendet. Zur Klassifizierung der Gütekoeffizienten gilt die relativ strenge Beurteilung nach Barrow/McGee (1971):

Gruppe 1	$M_0$ 82,8°	$M_{15}$ 87,4°	$M_{30}$ 89,1°
$M_{15}$ 87,444°	$r = 0,985$ $p = 0,017$		
$M_{30}$ 89,111°	$r = 0,971$ $p = 0,011$	$r = 0,987$ $p = 0,236$	
$M_{45}$ 90,667°	$r = 0,974$ $p = 0,008$	$r = 0,978$ $p = 0,066$	$r = 0,994$ $p = 0,114$

Tab. 2: Kurzzeitreliabilität: Mittelwerte des maximalen Winkels, Gütekoeffizienten und Signifikanzen der Mittelwertvergleiche von Gruppe 1 zwischen  $M_{0-45}$  am 1. Testtag bezüglich der maximal erreichten Hüftflexion in Winkelgraden beim SLR.

Im Rahmen dieser Einteilung streben wir grundsätzlich im Sinne einer hohen Zuverlässigkeit der Messungen eine «sehr gute» bis «ausgezeichnete» Reliabilität an. Dies entspricht nach Barrow/McGee Gütekoeffizienten von > 0,90 bzw. > 0,95. Als Grenze zu inakzeptablen Gütekoeffizienten setzen wir Werte von < 0,80 (vgl. Tab. 2).

### Die Messgrößen und deren Reliabilität

Um die Frage, ob Parafango die Beweglichkeit verbessert, auszuwerten, wählten wir die Messgröße Winkel der maximalen Hüftflexion. Wir mussten jedoch feststellen, dass die Gütekoeffizienten zwar zwischen «sehr gut» und «ausgezeichnet» lagen, es aber trotz Probedurchgang am ersten Messtag ohne Parafango signifikante Unterschiede zwischen der Messung<sub>0</sub> und Messung<sub>15-45</sub> gab. Der mittlere maximal erreichte Winkel wurde über die vier Versuche um etwa 4–6° grösser (Tab. 2 und Tab. 3).

Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen vermuten wir im Lerneffekt und in der Angst: Die erste Messung wurde eher vorsichtig angegangen. Je vertrauter die Probanden mit dem Messvorgang wurden, desto mehr Dehnschmerz tolerierten sie, desto grösser fiel die Winkelendstellung aus. Entsprechende Aussagen der Probanden stützen unsere Interpretation.

Ein anderer Parameter, der auf Reliabilität geprüft wurde, war der höchste Dehnwiderstand (Drehmoment), den alle Probanden mindestens erreichten. Dieser betrug 31 Nm. Wir ermittelten für alle Messungen den dazugehörigen Winkel. Alle vier Messungen der neun Probanden aus der Gruppe 1 korrelieren ausgezeichnet miteinander ( $0,950 \leq r \leq 0,987$ ), und es besteht kein signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen den Messungen ( $0,147 \leq p \leq 0,669$ ). Vergleichbare Reliabilitäten weist Gruppe 2 auf:  $0,957 \leq r \leq 0,995$  und  $0,065 \leq p \leq 0,785$ .

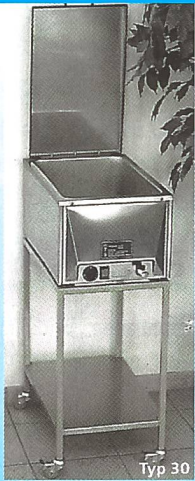
Alle Winkel bei 31 Nm von Testtag 1 und Testtag 2 der Gruppe 1 ohne Parafango korrelieren ausgezeichnet miteinander ( $0,952 \leq r \leq 0,991$ ). Vereinzelt traten signifikante Unterschiede ( $0,010 \leq$



## Aufbereitung von Wärmeträgern

**MTR** MEDIZIN  
THERAPIE  
REHA AG

Roosstrasse 23  
CH-8832 Wollerau  
Tel. 01 / 787 39 40  
Fax 01 / 787 39 41  
info@mtr-ag.ch



Typ 30

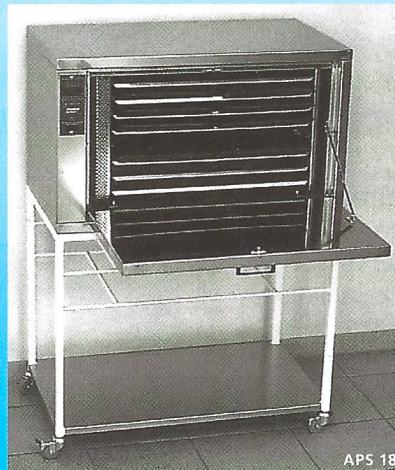
**TRAUTWEIN** GMBH



Typ 60

### Erwärmungsgerät Typ APS 18

Edelstahl, allseitig isoliert, für max. 18 Wärmeträger 30×40 cm. Umluftgebläse und Ringheizkörper sorgen für gleichmässige Temperaturverteilung. Ein Mikroprozessor mit Digitalanzeige steuert die Ein- und Ausschaltzeiten und regelt die Temperatur genaustens. Untergestell mit Lenkrollen und Zwischentablar.



APS 18

Verlangen Sie unsere detaillierten Unterlagen.

### Wasserbad Typ 30 / 60 / 90

Tischgeräte aus Edelstahl, 5-seitig isoliert. Grössen von 30–90 Litern Inhalt. Mit Wählthermostat für Typ 30 und 60. Mikroprozessorsteuerung für Typ 90. Untergestelle mit Lenkrollen und Tablar.

**MTR – Ihr Spezialist  
und Direktvertreter  
für:**

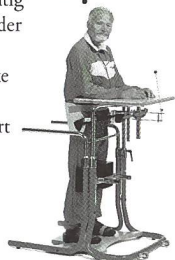


**OTTO BOCK**  
SUISSE AG

## Ihr Partner in der Rehabilitation

*Kompetenz zu helfen*

**Richter-Freistehbaren** • • •  
Richtig Stehen mit Sicherheit  
Das tägliche Stehen ist besonders wichtig u. a. für die bestmögliche Entleerung der oberen Harnwege, zur Osteoporose-Prophylaxe, zur Kontraktur-Prophylaxe und zum Kreislauftraining. Durch die Transportrollen kann der Benutzer dort stehen, wo er möchte.



Freistehbaren



Avantgarde



Evantgarde



proVario



TORO Magic Walker



Elektro-Rollstuhl  
Rääbit



Sitzkissen



Kinderbuggy „Kimba“

**OTTO BOCK SUISSE AG**  
Pilatusstrasse 2 • 6036 Dierikon  
Telefon: 041/ 455 61 71  
Fax: 041/ 455 61 70

Rufen Sie an, wir beraten Sie gerne.



Gruppe 2	M <sub>0</sub> 89,3°	M <sub>15</sub> 92,4°	M <sub>30</sub> 93,4°
M <sub>15</sub> 92,444°	r = 0,962 p = 0,017		
M <sub>30</sub> 93,444°	r = 0,960 p = 0,017	r = 0,955 p = 0,402	
M <sub>45</sub> 92,667°	r = 0,923 p = 0,074	r = 0,982 p = 1,000	r = 0,994 p = 0,779

**Tab. 3: Kurzzeitreliabilität: Mittelwerte des maximalen Winkels, Gütekoeffizienten und Signifikanzen der Mittelwertvergleiche von Gruppe 2 zwischen M<sub>0-45</sub> am 1. Testtag bezüglich der maximal erreichten Hüftflexion in Winkelgraden beim SLR.**

$p \leq 0,717$ ) auf, die aber aufgrund der geringen mittleren Differenz ( $< 1,5^\circ$ ) für diese Untersuchung als therapeutisch nicht relevant eingestuft werden.

Ebenfalls korrelieren die Ergebnisse von Testtag 1 mit denen der ersten Messung von Testtag 3 aus der Gruppe 1 ohne Parafango sehr gut miteinander ( $0,991 \leq r \leq 0,956$ ). Es bestehen keine signifikanten Unterschiede ( $0,526 \leq p \leq 0,932$ ). Die einzelnen Mittelwerte von Testtag 1 und Testtag 3 aus der Gruppe 2 ohne Parafango korrelieren sehr gut bis ausgezeichnet miteinander ( $0,912 \leq r \leq 0,995$ ), und es bestehen keine signifikanten Unterschiede ( $0,107 \leq p \leq 0,832$ ).

Die Ergebnisse von Testtag 1 und diejenigen der ersten Messung von Testtag 2 aus der Gruppe 2 ohne Parafango korrelieren annehmbar bis sehr gut miteinander ( $0,845 \leq r \leq 0,927$ ), und es besteht partiell ein signifikanter Unterschied ( $0,007 \leq p \leq 0,049$ ). Die Drehmoment-Winkel-Kurven zeigen hier bei zwei Probanden Unregelmäßigkeiten, die darauf hinweisen, dass das Bein nicht entspannt und passiv auf der Auflageplatte lag, sondern aktiv Widerstand entwickelt haben muss.

Aufgrund der generell ausgezeichneten Kurz- und Langzeitreliabilität dient zunächst der Winkel bei 31 Nm als Messgröße. Nach Prüfung der Reliabilität können wir beide Gruppen aufgrund der sehr hohen Übereinstimmung zusammenfassen: Die Mittelwerte des Winkels bei 31 Nm weichen statistisch zufällig um  $0,75^\circ$  von einander ab. Zwischen Gruppe 1 und 2 zeigt sich mit  $r = 0,964$  eine ausgezeichnete Kurz- und Langzeit-Reliabilität.

## Ergebnisse

Die Messung ohne Parafango (M<sub>0</sub>) unterscheidet sich signifikant von allen drei Messungen nach 15, 30 und 45 Minuten (M<sub>15, 30, 45</sub>) mit Parafango ( $p = 0,000-0,003$ ), und zwar nimmt der mittlere Winkel bei 31 Nm um zirka  $5-6^\circ$  ab. Die drei

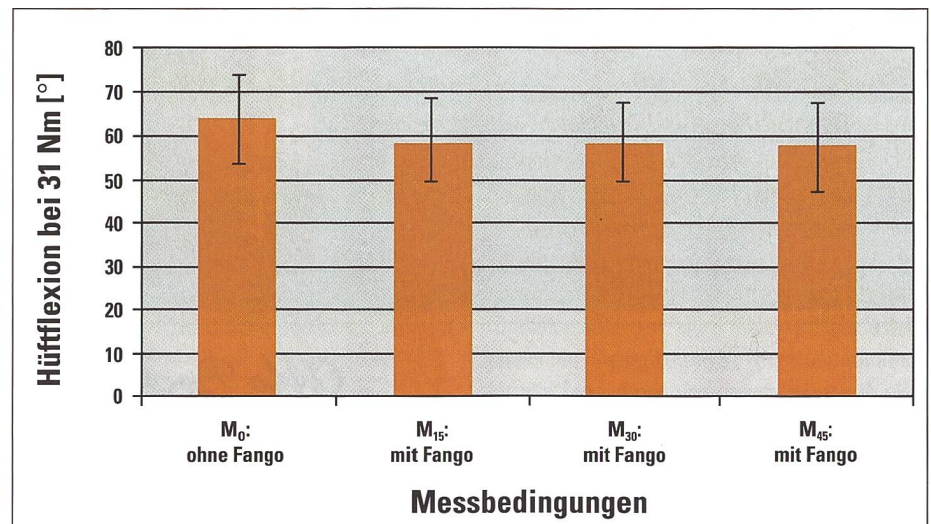
Messungen mit Parafango (M<sub>15, 30, 45</sub>) unterscheiden sich statistisch nur zufällig voneinander. Als zweite Messgröße dient der maximale Hüftflexionswinkel.

In Abb. 4 erkennt man einen leichten Anstieg von zirka  $1^\circ$  von Messung M<sub>0</sub> zu Messung M<sub>15</sub> ( $p = 0,050$ ). Zwischen Messung M<sub>0</sub> und der Messung nach 30 Minuten bzw. nach 45 Minuten zeigt sich jeweils ein signifikanter Anstieg der maximalen Hüftflexion von ungefähr  $2,5$  bis  $3$  Grad ( $p = 0,010$  bzw.  $p = 0,012$ ).

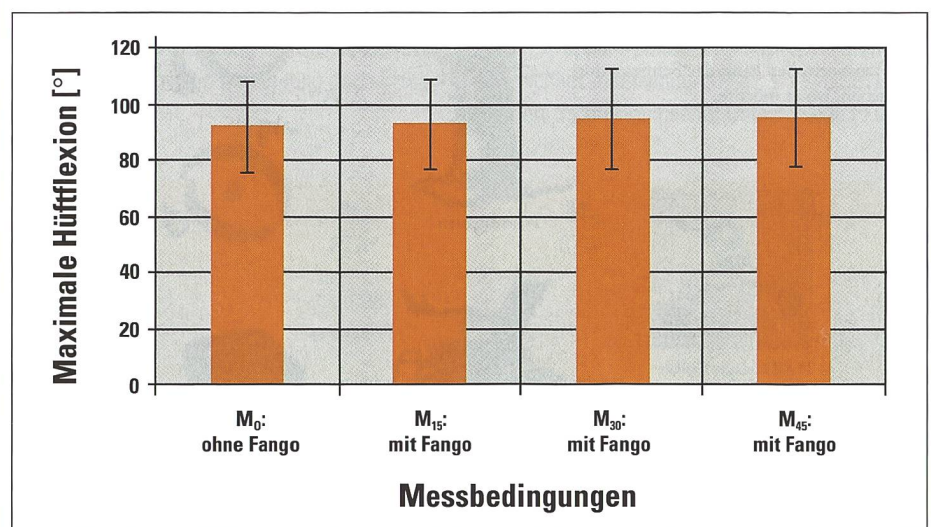
Exemplarisch zeigen wir in Abb. 5 eine typische Drehmoment-Winkel-Kurve eines Probanden ohne und mit Parafango.

## Diskussion der Ergebnisse

Aufgrund der beschriebenen Wirkungen der Wärme erwarteten wir eine therapierelevante Verbesserung der Hüftflexion in der Endstellung respektive eine Rechtsverschiebung der Drehmoment-Winkel-Kurve. Dies würde beispielsweise einer grösseren Hüftflexion bei Nm 31 entspre-



**Abb. 3: Mittelwerte und Standardabweichung des Winkels bei 31 Nm ohne (M<sub>0</sub>) und mit Parafango-Applikation (M<sub>15, 30, 45</sub>) aller Messungen von Testtag 2 und 3. Fango steht an Stelle von Parafango (N = 18).**

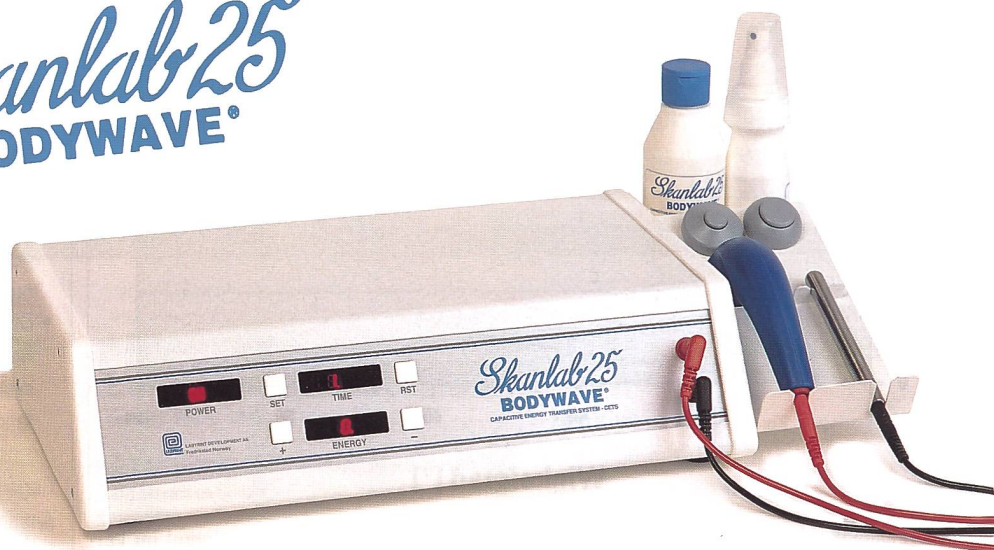


**Abb. 4: Mittelwerte und Standardabweichungen des maximalen Hüftflexionswinkels ohne (M<sub>0</sub>) und mit Parafango-Applikation (M<sub>15, 30, 45</sub>) aller Messungen von Testtag 2 und 3. Fango steht an Stelle von Parafango (N = 18).**



[www.physiomedic.ch](http://www.physiomedic.ch)

SKANLAB 25  
BODYWAVE®



**SKANLAB 25 BODYWAVE** erzeugt eine optimale tiefgehende Wärme, dämpft die Schmerzen und trägt zu grösserer Elastizität bei. Das Gerät kann bei akuten und chronischen Erkrankungen eingesetzt werden.

In Norwegen entwickeltes Behandlungsgerät, dessen Wirkung auf dem Prinzip der Kondensatorfeldmethode beruht. Das Gerät erzeugt ein elektrostatisches Wechselstromfeld mit einer Frequenz von 1.0 MHz, wobei der Patient einen Teil des Kondensators bildet.

Fordern Sie eine Dokumentation an oder bestellen Sie ein Testgerät – ganz unverbindlich!

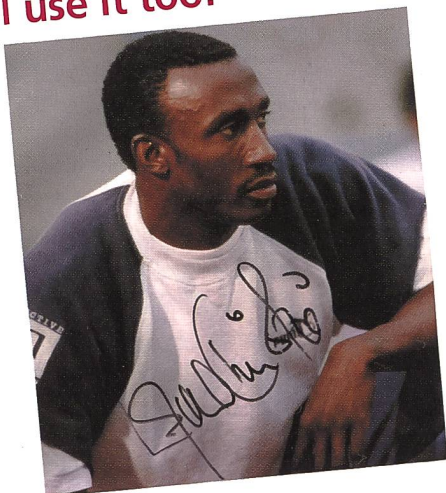
## Alles für die Physiotherapie

Worauf Sie beim Kauf von Einrichtungen, Apparaten, Verbrauchsmaterial und vielem mehr auf keinen Fall verzichten sollten:

Auf Auswahl, Qualität, günstige Preise, prompte Lieferung und auf einen abgesicherten Service und Kundendienst.

Deshalb freuen wir uns auf Ihren Besuch in unserem 250 m<sup>2</sup> grossen Show-Room

I use it too!



Linford Christie

30 Jahre | ans

**keller**  
Simon Keller AG



PhysioMedic 034 423 08 38

CH-3400 Burgdorf, Lyssachstrasse 83

Telefon 034 422 74 74 + 75

Fax 034 423 19 93

Internet: [www.PhysioMedic.ch](http://www.PhysioMedic.ch)

E-Mail: [info@physiomedic.ch](mailto:info@physiomedic.ch)



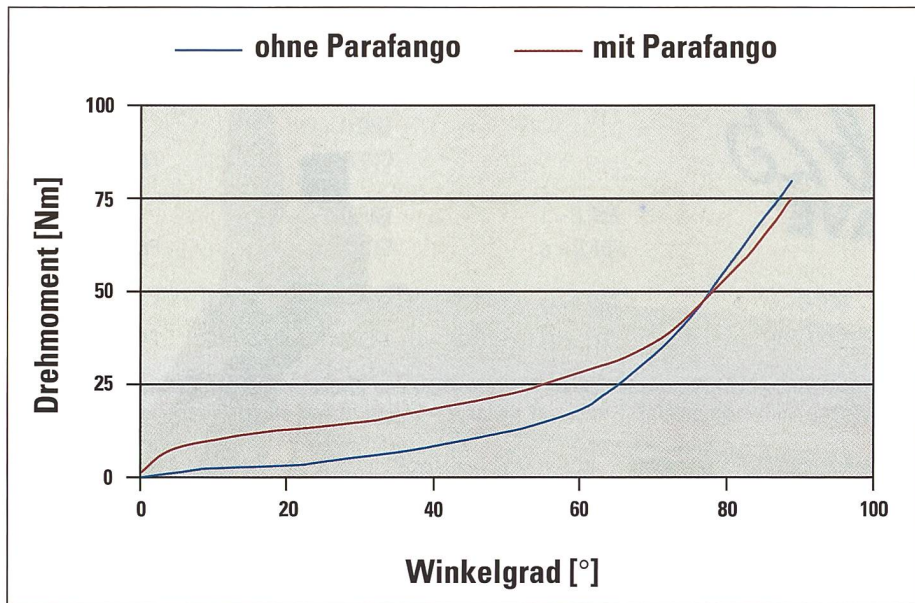


Abb. 5: Drehmoment-Winkel-Kurve eines Probanden mit (rot) und ohne Parafango (grün) im Vergleich.

chen. Unsere Untersuchung kam nicht zu diesem Ergebnis.

Trotz des Übens im Probedurchgang vergrößerte sich der maximale Winkel in der Endstellung am ersten Testtag ohne Parafango von Messung<sub>0</sub> zur Messung<sub>15-45</sub>.

Als Erklärung kommen dafür ein kurzfristiger Dehneffekt, aber auch ein Lerneffekt oder die Reduktion der Angst der Probanden in Frage.

Die Verschlechterung des Hüftflexionswinkels bei 31 Nm um zirka 5–6° während der Parafango-Applikation erstaunt (Abb. 3). Diese Ergebnisse decken sich nicht mit den theoretischen Darstellungen, welche der einwirkenden Wärme eine Beweglichkeitsverbesserung zuschreiben. Die lokale Muskelerwärmung, die nach Abramson et al. (1964, 87 ff) erst nach 40 Minuten den Höchstwert erreicht, hat in unserem Experiment keine relevante Auswirkung auf den Dehnwiderstand (z.B. Herabsetzen des Muskeltonus, Verbessern der Dehnbarkeit und der Elastizität des Gewebes). Der Hüftflexionswinkel bei 31 Nm unterscheidet sich nach 45 Minuten nur zufällig von dem Winkel nach 15 bzw 30 Minuten Applikationsdauer. Die Zunahme der maximalen Hüftflexion beträgt etwa 3° (Abb. 4). Unter Berücksichtigung der Reliabilität der Ergebnisse von Messtag 1, an dem ohne Parafango offensichtlich nur durch die Versuchsanordnung ein Anstieg des maximalen Winkels erfolgte, stellt sich die Frage, ob wirklich die Parafango-Applikation oder ein kurzfristiger Dehneffekt, ein Lerneffekt oder eine Angstreduktion über die vier Dehnungen die Winkelzunahme verursacht. Selbst wenn der Effekt auf die Wärmeapplikation zurückzuführen wäre, stellt sich beim benötigten Aufwand (Zeit, Therapeut,

Material usw.) und einem Effekt von etwa 3° die Frage der Effizienz eines solchen therapeutischen Vorgehens.

Werden die Drehmoment-Winkel-Kurven (vgl. Abb. 5) mit und ohne Parafango verglichen, so zeigen die Kurven mit Parafango zunächst einen markanten Anstieg des Drehmoments im unteren Winkelbereich. Als mögliche Erklärungen sehen wir folgende Punkte:

- Durch die Wärme erhöht sich die Nervenleitgeschwindigkeit. Die Impulse des Dehnungsreflexbogens über Ia-Fasern und  $\alpha$ -Motoneurone werden während der Messung schneller weitergeleitet.
- Die Wärme senkt die Aktivierungs-Reizschwelle der Muskelspindeln und Sehnenorgane. Sie reagieren empfindlicher auf Längen- und Spannungsveränderungen.
- Möglich ist auch eine Feed-Forward-Reaktion (Kandel/Schwartz 1995), als Kennzeichnung einer physiologischen «Alarmbereitschaft». Über zentrale Mechanismen stellt sich der Körper auf die bevorstehende Messung ein und erhöht die Sensibilität der Muskel- und Sehnenrezeptoren. Durch die neue Messsituation, Parafango dorsal des Oberschenkels, ist diese Alarmbereitschaft erhöht.
- Im Verlauf der vier aufeinanderfolgenden Messungen könnte man allerdings eine Reduktion der «Alarmbereitschaft» erwarten. Dass sich der Verlauf der Drehmoment-Winkel-Kurven von  $M_{15}$  über  $M_{30}$  zu  $M_{45}$  allerdings kaum ändert, stellt die Feed-Forward-Reaktion wiederum in Frage.

Im weiteren Verlauf flacht die Drehmoment-Winkel-Kurve ab und nähert sich der Kurve ohne Parafango an:

- Durch die postulierte erhöhte Tonuslage erreicht die Ischiocrural-Muskulatur bereits einen Tonus, der über dem Sollwert der entsprechenden Muskellänge steht. Dies entspricht einer intramuskulären Dysbalance zwischen Muskelspindeln und Sehnenorganen. Dadurch ändert sich der Muskeltonus auf die konstante Längenänderung, hervorgerufen durch den SLR, nur gering.
- Die vorher angesprochene Feed-Forward-Reaktion reduziert sich, da das Zentralnervensystem die Wärmeapplikation nicht als «Gefahr» erkennt. Es kommt zur Entspannung.

Gegen Ende der Kurve findet sich ein starker Anstieg der Drehmoment-Winkel-Kurve mit Parafango analog zu derjenigen ohne Parafango. Es stellt sich hier die Frage, warum sich die Hüftflexion in der Gradendstellung nicht verbessert hat.

- Durch die Wärme, welche über den Gate-Control-Mechanismus (Melzack/Wall 1965, 975) Schmerzen zu überdecken vermag, werden die Probanden verunsichert. Das ungewohnte, nicht vergleichbare Gefühl mit den Messungen ohne Parafango, veranlasst sie, die Messungen (frühzeitig?) abzubrechen. Aussagen von Probanden wie: «Ich spüre den Schmerz nicht gleich», «Das Gefühl ist ganz anders, diffuser» oder «Ich bin nicht sicher, ob es geschmerzt hat», stützen diese Hypothese.
- Das ungewohnte, nicht vergleichbare Gefühl veranlasst den Körper, sich auf seine Propriozeptoren zu verlassen. Dadurch wird einer Verbesserung der Hüftflexion entgegengewirkt.

### Kritische Methodendiskussion

Nach Schöllhorn/Frey (1992, 589) beginnt der therapeutisch nutzbare Bereich bei einer inneren Parafangotemperatur von 50,5°C. Wegen der Verflüssigung der Masse war das Anlegen des Parafangos bei dieser Temperatur nicht möglich. Unsere mittlere Applikationstemperatur war an der Fangooberfläche etwa 4°C tiefer und sank über die 45 Minuten letztlich auf der Haut bis auf etwa 42°C.

Der Probedurchgang müsste mit und ohne Parafango durchgeführt und zeitlich ausgedehnt werden, um einen Lerneffekt auszuschließen und die Angst vor dem mechanisch ausgeführten SLR abbauen zu können.

### Zusammenfassung

In der physiotherapeutischen Literatur über Wärme wird über deren tonussenkenden Effekt und



die daraus resultierende Verbesserung der Dehnbarkeit des Gewebes gesprochen. Diese Arbeit versucht, die oben erwähnten Effekte im Zusammenhang zur Beweglichkeitsverbesserung zu untersuchen.

An 18 Probanden wurde im Bereich der Ischiocrural-Muskulatur ein Parafango appliziert. Mit der «SLR-Maschine» wurde die Hüfte passiv-

dynamisch bis an ihr Bewegungsende flektiert. Anhand der gemessenen Drehmoment-Winkel-Kurven ermittelten wir den Winkel in Endstellung und bei einer Kraft von 31 Nm ohne und mit Parafango-Applikation über 45 Minuten.

Entgegen unseren Erwartungen stellte sich über die 45 Minuten keine therapeutisch relevante Verbesserung der maximalen Hüftflexion ein. Es

zeigte sich lediglich ein signifikanter Unterschied um etwa 3° von 92° auf 95°.

Der Vergleich der Winkelwerte bei 31 Nm zeigte mit Parafango sogar eine signifikante Verschlechterung nach 15 Minuten von etwa 5°. Nach 30 und 45 Minuten sind keine weiteren signifikanten Unterschiede mehr festzustellen.

LITERATURVERZEICHNIS

ABRAMSON D.I., MITCHELL R.E., TUCK S., BELL Y., ZAYAS A.M.: Changes in Blood Flow, Oxygen Uptake and Tissue Temperatures Produced by the Topical Application of Wet Heat. Arch. Phys. Med. Rehabil 42, 1961, 305-318.

ABRAMSON D.I., TUCK S., CHU L.S.W., AGUSTIN C.: Effect of Paraffin Bath and Hot Fomentations on Local Tissue Temperatures. Arch. Phys. Med. Rehabil 45, 1964, 87-94.

BARROW H.M., MC GEE R.: A practical approach to measurement in physical education, Philadelphia: Saunders, 1971.

BIRBAUMER N., SCHMIDT R.F.: Biologische Psychologie. Heidelberg: Springer Verlag, 1996.

FREIHALD J., ENGELHARDT M., JÄGER M., GENEWUCH A., REUTER I., WIEMANN K., STARISCHKA S.: Dehnung – genügen die bisherigen Erklärungsmodelle? Sportverletzung-Sportschaden, 11, 1997, 54-59.

FREUDIGER M., LÜTHI R., STOLL J.: Die SLR-Maschine: Eine apparative objektive Messung des SLR und Aufzeichnung einer Drehmoment-Winkel-Kurve. Bern: Diplomarbeit Feusi Physiotherapieschule, 1999.

FREUDIGER M., LÜTHI R., STOLL J.: Die SLR-Maschine: Eine elektro-mechanische, passiv-dynamische Ausfüh-

rung und Messung des Dehnwiderstandes und Hüftflexionswinkels des Straight-Leg-Raise. Physiotherapie, 2, 2001, 4-11.

GÜNTHER R., JANTSCH H.: Physikalische Medizin. Berlin: Springer Verlag, 1986.

HARDY M., WOODALL W.: Therapeutic Effects of Heat, Cold and Stretch on Connective Tissue. J Hand Ther, 11, 1998, 148-156.

HENRICSON A.S., FREDRIKSSON K., PERSSON I., PEREIRA R., ROSTEDT Y., WESTLIN N.: The Effect of Heat and Stretching on the Range of Hip Motion. J Orth Sports phys Ther, 13, 1984, 110-115.

KENNETH L., LONDEREE R.: Comparison of blood flow in the ankle of uninjured subjects during therapeutic applications of heat, cold and exercise. Med Sci Sportsexerc, 12, 1980, 76-80.

KOLSTER B., EBELT-PAPROTNY G.: Leitfaden der Physiotherapie. Lübeck: Gustav Fischer-Verlag, 1998.

MAGNUSSON S.P., SIMONSEN E.B., AAGAARD P., GLEIM G.W., MC HUGH M., KJAER M.: Viscoelastic response

te repeated static stretching in the human hamstrings muscle. Scand J Med Sci Sports, 5, 1995, 342-347.

MELCACK R., WALL P.D.: Pain-Mechanism. A new theory. Science 150, 1965, 971-979.

MILZ H.: Wärmepackungen und ihre Wirkungen. Der Allgemeinarzt 8, 1984, 791-792

RULFFS W.: Fango-Therapie. Physiotherapie 77 (5), 1986, 234-236.

SCHMIDT K.L.: Wärmebehandlung rheumatischer Erkrankungen. Wirkungsweise, Verfahren und therapeutische Prinzipien. Akt Rheumatol, 4, 1979, 235-242.

SCHÖLLHORN T., FREY E.: Zur Bewertung thermophysikalischer Kenndaten von Fangoparaffin-Massen im Hinblick auf die therapeutische Eignung. Physikalische Therapie, 13, 1992, 589-590.

SCHRÖDER A., ANDERSON M.: Kryo- und Thermotherapie. Grundlagen und praktische Anwendungen, Stuttgart 1995.

SENN E.: Möglichkeiten der Physikalischen Therapie bei chronischen Muskelschmerzen. Internist 28 (10), 1987, 668-672.

ANZEIGEN

**SKS Rehab AG** DER Schweizer Rollstuhl!

**WolkenLEICHT** sich fortbewegen...

... mit Elektro-Rollstuhl, Handrollstuhl oder Elektroscooter – wir zeigen Ihnen die besten Möglichkeiten. Individuelle Beratung, Vorführung, Probestellung und Service in der ganzen Schweiz!

«Mit SKS-Rollstühlen, mehr als nur fahren. Entscheiden Sie gut.»

SKS Rehab AG • 8762 Schwanden  
Tel. 055 647 35 85 • Fax 055 647 35 86  
e-mail: sks@sk-rehab.ch • www.sk-rehab.ch

Swiss Star 2, Swiss Tango, Swiss Vario

**RehaTechnik**

- Massage und Therapieliegen
- Schlingentische und Zubehör

ab sFr. 1680.-

**LEHRINSTITUT RADLOFF**  
CH-9405 Wienacht-Bodensee  
Telefon 071- 891 31 90  
Telefax 071- 891 61 10