

# Isokinetische und EMG-gestützte Untersuchung des Kniegelenks vor und nach einer Kompression mit einem elastischen Band

Eine Einzelfallanalyse **Dietmar Seidenspinner, Bernard C. Kolster**

**Die Flossing-Methode – eine neuartige Therapieform, bei der das Gewebe mit einem elastischen Band sozusagen »abgeschnürt« wird – entwickelt sich aktuell zu einem Trend. Doch was ist dran an den angeblichen Wirkungen, die mit der Intervention erreicht werden sollen? Studien gibt es bisher keine; alles, was man derzeit dazu findet, basiert auf Praxiserfahrungen. Kollegen von der Philipps-Universität Marburg haben im Rahmen einer Einzelfallanalyse nun erste objektive Daten für die Beurteilung der Effektivität von Flossing generiert. In diesem Beitrag erfahren Sie mehr über das Praxisprojekt.**

Die vorgestellte Arbeit ist eine Einzelfallanalyse mit dem Ziel, die Effekte einer Interventionsmaßnahme mit einem elastischen Therapieband auf Leistungs- und Kraftzuwachs in Bezug auf das Kniegelenk und den M. quadriceps mittels isokinetischer und elektromyografischer (EMG) Testverfahren bei persistierenden Kniegelenksbeschwerden darzustellen. Idee und Hintergrund zu dieser Arbeit lieferte das Buch »Werde ein geschmeidiger Leopard« von Kelly Starrett (1). Hier wird das sogenannte »Voodoo Flossing« mittels elastischem Band beschrieben. Mit dieser Technik lassen sich angeblich Soforteffekte hinsichtlich Kraftsteigerung, Mobilisation

und Schmerzlinderung erzielen. Verlässliche Studien wurden trotz intensiver Recherche zu dieser Technik nicht gefunden. Wohl aber gibt es Internetbeiträge und YouTube-Videos, in denen dieses Verfahren beschrieben wird.

Im Rahmen einer Einzelfallanalyse sollte daher mittels objektiver und valider Messverfahren untersucht werden, ob es nach einer einmaligen Intervention zu Veränderungen hinsichtlich einer Leistungssteigerung kommt und ob das Setting und das angewandte Testset (validiertes isokinetisches Testverfahren) geeignet sind für die Entwicklung eines darauf basierenden Studiendesigns für ein größer angelegtes Projekt.

## 1. Anamnese

## 2. Kujala-Score

## 3. Untersuchung

## 4. Apparative Testung

Isokinetischer Test M. quadriceps bilateral

Re-Test nur rechtes Kniegelenk

EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik im eingeschränkten Bewegungsbereich:

40 Grad Flektion – 5 Grad Extension

Intervention

Re-Test: EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik im eingeschränkten

Bewegungsbereich:

40 Grad Flektion – 5 Grad Extension

## Kasuistik

Die Abbildung 1 zeigt den Ablauf der Untersuchung.

### Anamnese

Eine 45-jährige, 1,73 Meter große und 69 Kilogramm schwere Patientin wurde am 3. September 2015 mit Kniebeschwerden in der Abteilung für Physiotherapie der Uniklinik Marburg vorstellig. Anamnestisch gab die Patientin an, dass sie sich neun Monate vorher, im November 2014, bei einem Bagatelltrauma (»Beschleunigung bei Spaziergang mit dem Hund«) eine Verletzung des rechten Kniegelenks zugezogen hatte. Die Beschwerden traten im Bereich der medialen Facette der Patella auf, insbesondere bei Belastung, >>>

Bewegung, nach langem Sitzen, Springen, Laufen und Bergabgehen.

Die genannten Beschwerden im rechten Kniegelenk persistierten über den Zeitraum bis zur Vorstellung, sodass von einer Chronifizierung mit Entwicklung eines patellofemorales Syndroms ausgegangen werden kann.

Aufgrund der Symptomatik wurde die Patientin einer EMG-gestützten Muskelfunktionsdiagnostik im Labor des Universitätsklinikums Marburg-Gießen, Abteilung Physiotherapie, zugeführt.

### Kujala-Score

Nach der Anamnese füllte die Patientin den Kujala-Scorebogen aus (2). Dieser validierte Score wurde speziell zur Diagnostik des vorderen Knieschmerzes konzipiert und wird daher oft verwendet und empfohlen. Dabei gehen häufig durchgeführte Alltagsaktivitäten wie Treppensteigen, Kinobesuch und auch sportliche Aktivitäten wie Joggen und Springen in den Score ein. Er umfasst insgesamt 13 Fragen und ist vom Patienten auszufüllen. Der Score reicht von null bis 100 Punkten. Ein höherer Wert bedeutet einen besseren Zustand oder keine Einschränkung. Eine klinisch signifikante Verbesserung, zum Beispiel nach einer therapeutischen Intervention, wird bei einer Zunahme zwischen acht und zehn Punkten gesehen. Ein Wert unter 80 ist in jedem Fall als patellofemorales Schmerzsyndrom einzustufen. Bei der Patientin ergab sich ein Wert von 64, was eine eindeutige Zuordnung zu diesem Krankheitsbild erlaubt.

### Untersuchung

Nach der Anamnese wurde ein Sicht- und Tastbefund bei der Patientin durchgeführt. Hierbei war eine Atrophie des Vastus medialis obliquus an der rechten, betroffenen Seite sichtbar. Beim Krepita-

tionstest waren deutliche Krepitationen retropatellar rechts tastbar. Eine Lateralisierungstendenz der Patella zwischen 30 und null Grad bestand nicht. Beim exzentrischen Step-Test zeigte die Patientin einen auffälligen Kniekollaps, allerdings beidseits, wobei die Unsicherheiten auf der verletzten Seite größer waren als auf der unverletzten Seite. Beim Koordinationstest zeigte die Patientin keine Auffälligkeiten. Der Apprehension-Test war unauffällig. Bei der physiotherapeutischen Untersuchung zeigte sich außerdem ein Streckdefizit rechts, wobei hier von einer kapsulären Einschränkung auszugehen ist. Es bestehen keine Muskelverkürzungen.

### Apparative Testung vor der Intervention

#### *Isokinetischer Test M. quadriceps bilateral*

Beim isokinetischen bilateralen Vergleich (mit dem Standardbericht der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, BG-Bericht) zeigte sich bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60 Grad pro Sekunde ein Defizit im maximalen Drehmoment der Extensoren beziehungsweise des M. quadriceps von 25,9 Prozent. Auch bei den Flexoren zeigte sich eine Differenz, die allerdings nicht so ausgeprägt war (Abb. 2).

Bei der höheren Geschwindigkeit, die mehr die lokale Muskelausdauer abdeckt, wurden keine Differenzen festgestellt. Hierbei wurde bei 210 Grad pro Sekunde gemessen. Insofern ist bei dieser Patientin von einem allgemeinen Kraftdefizit durch einen Bewegungsbereich von 90 bis null Grad auszugehen, wobei aufgrund der Beschwerdesymptomatik von vier auf der Visuellen Analogskala (VAS) auch von einer anteiligen neurogenen Hemmung auszugehen ist.

Das größte Defizit im Rechts-Links-Vergleich (BG-Bericht) lag bei einem Winkel von 30 Grad Flexion und liegt bei 33,8 Prozent. Dies bedeutet, dass die Kraft im endgradigen Bewegungsbereich um ein Drittel gegenüber dem gesunden Kniegelenk vermindert ist.

#### *Re-Test nur rechtes Kniegelenk*

Um einen Zuwachs des Drehmoments durch Lerneffekte auszuschließen oder zu minimieren, wurde nach der ersten isokinetischen Messung ein zweiter Messvorgang (Kraftreproduzierbarkeitstest) nur mit dem betroffenen, rechten Kniegelenk durchgeführt.

Hierbei zeigte sich eine Zunahme der Kraft des maximalen Drehmomentes um 24,9 Prozent. Diese Zunahme führen wir auf den entstandenen Lerneffekt zurück (Abb. 3).

#### *EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik im eingeschränkten Bewegungsbereich: 40 Grad Flexion bis fünf Grad Extension*

Aufgrund der Defizite, die beim Test durch den gesamten Bewegungsbereich entdeckt wurden, wurde die Patientin einer kurzbogigen EMG-gestützten Muskelfunktionsdiagnostik (validierter Versuchsaufbau) zugeführt. Die EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik zwischen 40 Grad Flexion und fünf Grad Extension deckt also genau diesen hauptdefizitären Bereich ab. Hierbei zeigte sich beim ersten Test ein Drehmoment bei 30 Grad Flexion von 84 Newtonmeter (Nm). Bei den elektromyografischen Funktionsparametern »onset« (zeitgleiches Einsetzen der elektromyografischen Aktivität) zeigte sich für den Vastus medialis obliquus eine durchschnittliche Aktivierungszeit von 0,646 Sekunden und für den Vastus lateralis von 0,677 Sekunden.

Isokinetik Bilateral: 4 Wiederholungen bei 60 Grad/s (BAM 90°-0°)

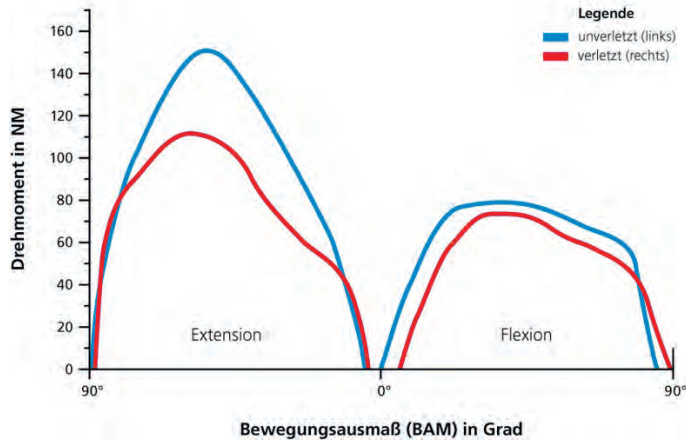


Abb. 2\_Drehmomentkurve: rot rechtes (betroffenes) und blau linkes Knie

Verbesserung bei: 4 Wiederholungen bei 60 Grad/s (BAM 90°-0°)  
- verletzte Seite (rechts) -

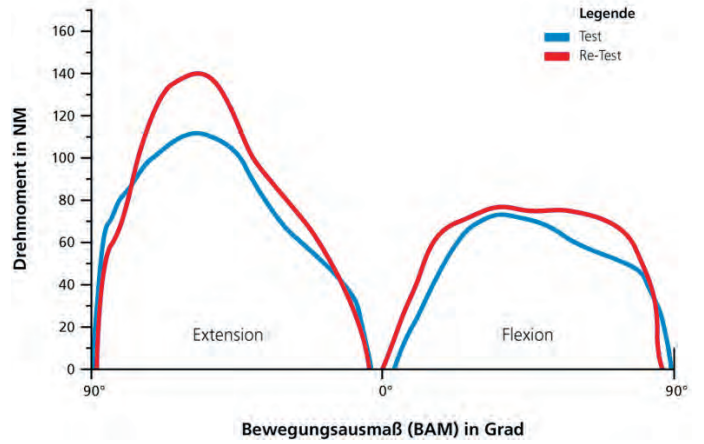


Abb. 3\_Isoliert rechtes Knie: blaue Kurve – Ausgangswert aus dem ersten Test (vgl. Abb. 2); rote Kurve – Kraftzuwachs beim Re-Test von 24,9 Prozent im Sinne eines Lerneffektes

>>>



Abb. 4 Intervention  
a\_Das elastische Band wird mit sehr starkem Zug von kaudal nach kranial gewickelt.  
b\_Vollständige Anlage



### Intervention

Anschließend wurde die Intervention mit dem elastischen Band durchgeführt. Dabei wurde ein elastisches Latexband mit einer Stärke von einem Millimeter und einer Breite von fünf Zentimetern sehr straff um das Kniegelenk gewickelt. Die



Abb. 5 Squats unter Anleitung

Anlage begann unterhalb der Tuberositas tibiae und wurde mit sehr starkem, fortlaufendem Zug und circa 50 Prozent Überlappung nach kranial gewickelt, bis das gesamte Kniegelenk sehr fest umschlossen wurde (Abb. 4).

Nach der vollständigen Anlage führte die Patientin unter Anleitung 20 tiefe Kniebeugen (Squats) durch (Abb. 5). Anschließend erfolgte der Re-Test.

### Apparative Testung nach der Intervention

*Re-Test: EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik im eingeschränkten Bewegungsbereich: 40 Grad Flexion bis fünf Grad Extension*

Im Re-Test ergab sich bei 30 Grad Flexion im betroffenen rechten Kniegelenk ein Drehmoment von 105,8 Nm (Abb. 6). Dies ergibt einen Zuwachs von 25,9 Prozent im Vergleich zum ersten Test. Auch die Werte der Gesamtarbeit haben sich im Re-Test nach der Intervention von 36,0 Joule auf 48,0 Joule – also um 33,5 Prozent – verbessert.

Die Leistung (in Watt) steigerte sich um 37,7 Prozent im Vergleich zum Ausgangs-

wert im Test vor der Intervention. Ferner steigerte sich die Gesamtarbeit von 135,9 Joule auf 181,2 Joule, was einen Zuwachs von 33,3 Prozent bedeutet.

### EMG-Funktionsparameter

Bezüglich der EMG-Auswertung ergibt sich im Re-Test eine Verkürzung der Aktivierungszeit auf 0,494 Sekunden für den Vastus medialis und auf 0,54 Sekunden für den Vastus lateralis. Bei der Überprüfung der maximalen Aktivierungsfähigkeit (Maximal Voluntary Contraction – MVC) zeigte sich für den Vastus medialis als auch für den Vastus lateralis eine Aktivierung von 50 Prozent, also ein Verhältnis von eins zu eins. Auffällig im Re-Test war dabei, dass hier die Aktivierungsfähigkeit des Vastus medialis auf 55,2 Prozent anstieg, während die des Vastus lateralis auf 44,8 Prozent abfiel. Dies bedeutet eine verstärkte Aktivierung des Vastus medialis nach der Intervention.

### Ergebnis

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass nach der Intervention eine Verbesserung des Drehmomentmaximums (+14,4 Prozent) sowie der Arbeit (+33,5 Prozent) und der Leistung (+37,6 Prozent) auf der verletzten Seite (Test-Re-Test-Situation) gemessen wurde. Ebenso haben sich die elektromyografischen Funktionsparameter Aktivierungszeit (onset) und maximale Aktivierungsfähigkeit (MVC) verbessert.

### Diskussion

Diese Ergebnisse sind angesichts der Tatsache, dass sie im Rahmen eines validierten Versuchsaufbaus gemessen wurden, bemerkenswert. Nach mehreren isokineti-

schen Testdurchgängen mit dem verletzten Knie, bei denen mehrmals die Maximalkraft abgerufen wurde, hätten wir erwartet, dass es eher zu einer Verschlechterung oder allenfalls zu gleichbleibenden Werten in Bezug auf die zuvor beschriebenen Parameter gekommen wäre.

Insofern muss ein Effekt der durchgeführten Intervention für diese Leistungssteigerung diskutiert werden. Hierzu konnten wir trotz intensiver Recherche keine Studien finden, welche auf die Auswirkungen der hier durchgeführten Intervention hinweisen. Wie eingangs beschrieben, kursieren lediglich persönliche, subjektive Berichte von Personen, die positive Erfahrungen gemacht haben. Beachtenswert ist darüber hinaus der gemessene Soforteffekt. Der Re-Test fand unmittelbar nach der Intervention statt. Zudem wurden unmittelbar vor dem Test 20 Squats (tiefe Kniebeugen) unter Anleitung durchgeführt. Squats sind per se an-

strengend und eine Anzahl von 20 Wiederholungen bedeutet für untrainierte Personen mit einem femoropatellaren Syndrom einen erheblichen Stressfaktor. Es stellt sich also die Frage, inwiefern eine Kompressionsbehandlung, wie in der Intervention beschrieben, zu einem Soforteffekt führen kann.

Ein elastisches Band wurde, beginnend an der Tuberositas tibiae, mit sehr straffem und konstantem Zug nach kranial gewickelt. Neben der Kniegelenkscapsel wurden die Patellarsehne des M. quadriceps sowie der untere Bereich des Muskels mit all seinen Anteilen erfasst. Somit wurden Sehnen, Kapsel, Muskeln, subkutanes Gewebe und die Haut eingeschlossen und komprimiert. Damit werden alle Strukturen gleichermaßen durch die Komprimierung erfasst. Oberflächlich kann man sich das Entstehen von Scherkräften vorstellen, die einen Mobilisationseffekt auf die unterschiedlichen Schichten >>>

### Verbesserung bei: 4 Wiederholungen bei 30/30 Grad/s

Messung im eingeschränkten Bewegungsbereich (40°–5°)

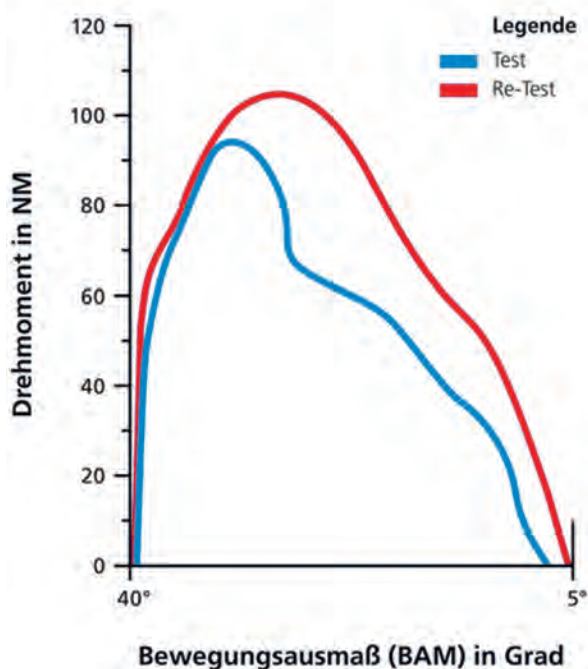


Abb. 6\_Re-Test: EMG-gestützte Muskelfunktionsdiagnostik: Test (blaue Kurve) vor Intervention und Re-Test (rote Kurve) nach Intervention; isolierte Fokussierung auf die Extension

ausüben könnten. Ferner führt die Kompression zu einer gewissermaßen erzwungenen Entstauung. Gewebeflüssigkeit wird mithilfe der elastischen Binde praktisch »ausgepresst«. Durch die anschließende rasche Lösung der Binde kommt es zu einer schlagartigen Hyperämie, sodass vorstellbar ist, dass Stoffwechselmetabolite »ausgeschwemmt« werden. Möglicherweise ist dieser Schwammefekt (Auspresse durch die Kompression – Auffüllen durch die reaktive Hyperämie bedingt durch das rasche Lösen der Kompression) ein weiterer sich summierender Effekt. Der Kompressionsdruck führt auch zu einer Entstauung des Gelenkes. Gelenkkapselschwellungen durch chronische Reizung und Zustände nach Gelenkoperationen führen zu einer Beeinflussung der Propriozeption / Sensomotorik, es kommt zu einer neurogenen Hemmung in den betroffenen Gebieten. Durch die entstauende Wirkung kann es durchaus möglich sein, dass eine propriozeptive / sensomotorische Reintegration getriggert wird. Dafür könnte sprechen, dass sich im Re-Test die Aktivierungsfähigkeit des Vastus medialis auf 55,2 Prozent steigerte.

Zusammengefasst kann man folgende Effekte in Betracht ziehen:

- Schwamm- oder Spüleffekt auf zellulärer Ebene: Auspressen des Gewebes durch Kompression – Vollsaugen oder »Durchspülen« durch schlagartige Hyperämie
- Auf der Ebene der unterschiedlichen Gewebe: Schereffekte, die zu einer Mobilisierung unterschiedlicher Strukturen (Faszien, Muskeln, Sehnen, Gelenkkapsel, neurale Strukturen et cetera) führen
- Entstauung von Gelenkergüssen, dadurch Vergrößerung des Bewegungsausmaßes und Beeinflussung der Propriozeption / Sensomotorik

- Direkte Beeinflussung der Propriozeption / Sensomotorik im Sinne einer propriozeptiven beziehungsweise sensomotorischen Reintegration durch forcierte Bewegung unter Kompression

## Ausblick

Es bleibt in diesem Sinne viel Raum für entsprechende Forschungsarbeiten. Die hier dargestellte Einzelfallbeobachtung bildet auf jeden Fall einen guten Grundstock für die Entwicklung weiterer Studiendesigns und darauf basierender Untersuchungen. Insofern besteht Bedarf an zusätzlichen randomisierten kontrollierten Studien, um den Effekt auch wissenschaftlich zu evaluieren, wobei es zunächst einmal einer Vorstudie für die Fallzahlkalkulation bedarf. Dies ist wichtig, um mögliche Zufallsbefunde ausschließen zu können. ■

## INTERESSENKONFLIKTE

Dietmar Seidenspinner: keine

Bernard Kolster: keine

## LITERATUR

- 1 Starrett K. 2015. *Werde ein geschmeidiger Leopard*. München: riva Verlag
- 2 Seidenspinner D, Huptas N, Efe T. 2015. Electromyographic test-retest reliability of the quadriceps femoris during isokinetic activation in terminal extension. *Physiother*. 101, Supp. 1:e1362–3
- 3 Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, et al. 1993. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy* 9,2:159–63

## ANMERKUNGEN

Isokinetik: Biodex 3

EMG: Noraxon Telemetry 2400

Elastische Bandage: Functional FLOSS Band ([www.diefachwelt.de/FACHMEDIEN/Functional-FLOSS-Band.html](http://www.diefachwelt.de/FACHMEDIEN/Functional-FLOSS-Band.html))



### DIETMAR SEIDENSPINNER

PT seit 1981; seit 2001 Referent bei der rehab Akademie; 2001 bis 2006 Studium B. Sc. und M. Sc. Physiotherapie an der Universität Marburg / FH Fulda; seit 2005 Lehrbeauftragter der Universität Marburg / FH Fulda; 2011 bis 2015 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Medizin / Studiengang Physiotherapie der Universität Marburg; Forschungsprojekt: EMG-gestützte apparative isokinetische Muskelfunktionsanalyse bei Patienten mit einem patellofemoralem Schmerzsyndrom.

**Kontakt** [seidenspinner@rehab.de](mailto:seidenspinner@rehab.de)



### DR. MED. BERNARD C. KOLSTER

PT seit 1985; nach der Ausbildung zum Physiotherapeuten Studium der Humanbiologie und Humanmedizin; klinische Tätigkeit in den Bereichen Gynäkologie und Geburtshilfe, physikalische Medizin; Autor und Herausgeber zahlreicher Fachbücher; Tätigkeitsschwerpunkte: physikalische Medizin, Rehabilitation, Reflextherapie und Ernährungsmedizin.

**Kontakt** [berndkolster@me.com](mailto:berndkolster@me.com)