

# **Self-Myofascial Vibro-Shearing: Eine randomisierte kontrollierte Studie von Biomechanischen und damit verbundenen Veränderungen bei männlichen Breakdancern**

Christopher-Marc Gordon<sup>1</sup>, Sophie Manuela Lindner<sup>1</sup>, Niels Birbaumer<sup>2</sup>,  
Pedro Montoya<sup>3</sup>, Rachel L. Ankney<sup>4</sup>, Frank Andrasik<sup>4</sup>

1 CIT Research Institute gGmbH, Ahorn Str 31, 70597 Stuttgart, Deutschland

2 Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Universität Tübingen,  
Deutschland

3 Forschungsinstitut für Gesundheitswissenschaften (IUNICS), Universität der Balearen, Palma,  
Spanien

4 Abteilung für Psychologie, Universität Memphis, Memphis, TN, USA

Korrespondierender Autor:

Christopher-Marc Gordon, PT. HCPC. UK

CIT Research Institute gGmbH, Ahorn Str. 31, 70597 Stuttgart Deutschland

E-Mail: [organisation@center-gordon.de](mailto:organisation@center-gordon.de)

Telefon: +49-0711-23-66321

## ABSTRACT

**HINTERGRUND:** Diese randomisierte kontrollierte Studie untersuchte die Anwendbarkeit und Wirksamkeit eines neuartigen, werkzeuggestützten Selbsthilfeinstruments, das Schwingungen, Hebelwirkung und Scherwirkung an den Kanten kombiniert, um sinnvolle Veränderungen in wichtigen biomechanischen Gewebeindikatoren und verwandten Parametern zu fördern.

**METHODE:** 113 männliche Breakdancer wurden zu einer Interventions- oder Kontrollgruppe randomisiert. Die der Interventionsgruppe zugeordneten Personen führten die Selbsthilfebehandlung am Quadrizeps und am iliotibialen Band ihrer rechten Oberschenkel für 8 Minuten durch, während die der Kontrollgruppe zugeordneten Personen während dieser Zeit lediglich ruhig saßen. Verschiedene primäre Outcome-Messungen (z.B. Elastizität, Steifigkeit, Bewegungsumfang, Druckschmerzempfinden und Blutfluss) wurden vor und nach dem Eingriff für jeden Teilnehmer bewertet, wobei Position und Haltung durchgängig standardisiert wurden. Subjektive Empfindungen und eine Maßnahme zur Beurteilung möglicher experimenteller Nachfrageeffekte, die als sekundäre Maßnahmen dienen, wurden ebenfalls vor und nach der Behandlung durchgeführt.

**ERGEBNISSE:** Die Steifigkeit wurde für beide Strukturen signifikant reduziert ( $p < 0,001$ ), die Elastizität und Flexibilität des Quadrizeps wurde signifikant erhöht ( $p < 0,001$  für jeden), die Sensibilisierung wurde signifikant verringert ( $p < 0,001$ ), und auch die lokalen Temperaturen stiegen signifikant an ( $p < 0,001$ ), wenn man die Veränderungswerte nach Anwendung des Selbsthilfe-Tools auf den behandelten Oberschenkeln mit den unbehandelten Oberschenkeln vergleicht. Die Teilnehmer, die das Selbsthilfe-Tool verwendeten, berichteten, dass ihr behandeltes Bein entspannter, leichter und stabiler sei.

**FAZIT:** Die vibro-shearing Manipulation mit einem Muskel-Faszien-Instrument führte zu signifikanten Verbesserungen in verschiedenen objektiven mechanischen Gewebeeigenschaften, Bewegungsumfang und Schmerz-Desensibilisierung bei gesunden, gut konditionierten Tänzern. Diese vielversprechenden Effekte für eine neue instrumentengestützte Selbstbehandlung deuten darauf hin, dass weitere Grundlagenuntersuchungen ebenso gerechtfertigt sind wie Pilotuntersuchungen mit Patientenpopulationen.

**SCHLÜSSELWÖRTER:** Tool-Assisted Self-Myofascial-Release; Fascia-ReleaZer®; Gewebesteifigkeit; Gewebeelastizität; Bewegungsumfang; Schmerzdruckschwelle; Breakdancer; IASTM

## KEY POINTS

- Vibro-shearing Selbstmanipulation mit dem Fascia-ReleaZer® ist eine Technik, die die myofasziale Steifigkeit und Schmerzempfindlichkeit reduziert.
- Das Selbstmanipulationsinstrument erhöht die Mikrozirkulation, die Elastizität sowie den Bewegungsumfang.
- Die subjektiven Parameter von Leichtigkeit und Entspannung haben sich durch die Behandlung deutlich erhöht.

## HINTERGRUND

Self-Myofascial Release (SMR) wird sowohl im Amateur- als auch im Profisport immer beliebter. SMR ist eine Art der myofaszialen Freisetzung, die von Einzelpersonen selbst durchgeführt wird, meist mit einer Schaumstoffrolle [1-3] oder einer Massagerolle [4-6]. SMR scheint eine breite Palette von Effekten zu haben, die in der Regel die Flexibilität akut (4-6) und chronisch (7-8) erhöhen in Bezug auf Veränderungen im Bewegungsumfang der Gelenke (ROM), obwohl es auch verwendet wurde, um den verzögerten Muskelkater (DOMS) zu reduzieren (2,6,9), die arterielle und vaskuläre Endothelfunktion zu beeinflussen (3) und die Aktivität des autonomen Nervensystems zu modulieren (10).

In jüngerer Zeit haben therapeutische myofasziale und Weichgewebemanipulationsinstrumente Geräte mit festeren Kanten eingebaut, um die Hebelwirkung und/oder Vibrationseigenschaften zu verbessern. Eine evidenzbasierte Form der instrumentengestützten Weichgewebemobilisierung, die so genannte Graston®-Technik (GT), nutzt ein Werkzeug aus Edelstahl zur Lokalisierung und Behandlung von Weichgewebeeinschränkungen. Entwickler des GT empfehlen, die Kanten des Instruments in einem Winkel von 30 bis 60° anzuwenden, um Weichteilverletzungen und Faszieneinschränkungen effektiver und effizienter zu behandeln. Studien, die das GT verwenden, haben berichtet, eine lokalisierte entzündliche Antwort zu produzieren, Narbengewebe zu reduzieren und vorhandenes Narbengewebe bei Menschen mit Weichteilbeschränkungen abzubauen [11,12].

Schwingungsmerkmale werden seit Anfang des 20. Jahrhunderts in instrumentengestützten Techniken zur mechanischen Stimulation des myofaszialen Gewebes eingesetzt [13,14]. Die Vibrationsmassage (VM) mit einem Frequenzband von 15-50 Hz erhöht nachweislich die Sauerstoffaufnahme, die Blut- und Muskeloxidation, die lokale und allgemeine Durchblutung, die lokale Temperatur im massierten Gewebe und die Aktivierung der Muskelenzyme. Weitere Effekte sind eine deutliche allgemeine Entspannung, Entspannung des myofaszialen Gewebes, Abnahme der emotionalen Spannung und eine allgemeine beruhigende Wirkung [15].

Bislang gibt es keine Studien, die den Wert der Zugabe einer Schwingungskomponente zur Scherwirkung von SMR-Werkzeugen untersucht haben. Scherung ist definiert als eine mechanische Kraft, die auf einen Hautbereich in einer Richtung parallel zur Körperoberfläche wirkt. Die Scherung wird durch den ausgeübten Druck, den Reibungskoeffizienten zwischen den Materialien, die sich berühren, und das Ausmaß, in dem der Körper mit der Auflagefläche in Kontakt kommt, beeinflusst [16]. Diese Studie wurde entwickelt, um den klinischen Nutzen eines neuen Selbsthilfe-Tools zur Behandlung von myofaszialen Gewebe zu untersuchen, das eine Reihe der oben genannten Eigenschaften - Schwingung, Hebelwirkung und vibro-shearing-Effekt - in einem neuartigen Selbsthilfelinstrument namens Fascia-ReleaZer® (FR) kombiniert. Dieses Werkzeug hat den potenziellen zusätzlichen Vorteil, dass der Nutzer den gewünschten Druck ohne externe Unterstützung ausüben kann, im Gegensatz zu Schaumstoffrollen und ähnlichen Verfahren, bei denen das Gerät gegen einen festen Gegenstand gedrückt werden muss.

Das spezifische Ziel dieser Studie war es, die praktische Anwendbarkeit und vorläufige Wirksamkeit dieses neuen Selbsthilfe-Tools zu untersuchen, indem biomechanische Gewebeveränderungen und andere damit verbundene Effekte beim Einsatz dieses Geräts untersucht wurden. Wir haben eine Stichprobe von Personen ausgewählt, erfahrene Breakdancer, von denen bekannt ist, dass sie besonders gut geeignet sind. Dies wurde getan, um mögliche Vorspannungseffekte zu minimieren und somit den Wert von FR zu testen. In dieser Untersuchung haben wir den Quadrizeps-Muskel (QM) und das iliotibiale Band (ITB) als Testziele ausgewählt (siehe unten, warum diese Ziele speziell ausgewählt wurden).

Breakdancer, die innerhalb dieser Gemeinschaft als B-Boys bezeichnet werden, wurden außerdem speziell für die Teilnahme an dieser explorativen Untersuchung ausgewählt, da die Bewegungsmuster in diesem Tanzstil extrem anstrengende körperliche Aktivitäten wie Splits, Drehungen, Handstände und Tumbings beinhalten, die alle in Geschwindigkeit, Qualität und Ebenen variieren und alle Teile der Körperfaszie nutzen. Das Kicken der Beine, die Rekrutierung der myofaszialen Gewebe aus dem QM, sowie der ITB und der Tensor fascia latae, erzeugt die hohe Geschwindigkeit für die akrobatischen Manöver im Breakdance. Alle Tanzbewegungen, wie Springen, Drehen auf dem Boden oder Heben, erfordern das perfekte Timing von Impuls, Bewegung und Rebound: das optimale Timing beim Lösen der angespannten Blende [17,18]. Für eine energetische und elastische Bewegung, die beim Breakdance benötigt wird, ist ein dynamischer Katapulteffekt der Faszienfasern notwendig. Daher ist die Elastizität des Fasziengewebes der Schlüssel zu seiner hohen Fähigkeit, kinetische Energie zu speichern [19].

Durch die Auseinandersetzung mit der inneren Körperperspektive stimuliert der Tanz (insbesondere Breakdance) sowohl die Propriozeption als auch das Abfangen des Körpers. Die höchste Dichte an propriozeptiven und interozeptiven Rezeptoren befindet sich im Fasziengewebe, da das Faszienetz eine wichtige Rolle bei der Wahrnehmung innerer Empfindungen spielt [20].

## **METHODEN**

### **Übersicht der Studie**

Männliche Breakdancer wurden nach dem Zufallsprinzip einer von zwei experimentellen Bedingungen zugeordnet: keine Behandlungskontrolle oder eine kurze selbst angewandte Anwendung mit einem speziell entwickelten myofaszialen Manipulationsinstrument. Von den rechten Oberschenkeln aller Tänzerinnen und Tänzer wurden verschiedene Primärmaßnahmen durchgeführt, wobei die Intervention auf den rechten Oberschenkel nur auf die der Interventionsgruppe zugeordneten Tänzerinnen und Tänzer angewendet wurde. Bei allen Tänzerinnen und Tänzern wurden vor und nach der Intervention eine Reihe von primären Outcome-Messungen durchgeführt, die im Folgenden beschrieben werden. Zwei abschließende Sekundärmaßnahmen wurden bei der Vor- und Nachbehandlung gesammelt.

### **Teilnehmer**

Hundert dreizehn (N = 113) männliche Breakdancer wurden rekrutiert und in eine Intervention (n = 56) und eine Kontrollgruppe (n = 55) randomisiert. Alle Teilnehmer erfüllten folgende Kriterien: (1) Gesundheitszustand; (2) keine körperliche Vorbelastung oder körperliche Ausföhrung; (3) HautfaltenmaÖe von Körperfett am ITB mit einem Maximum von 10 mm; (4) tanzender Breakdance für mindestens ein Jahr; und (5) Alter über 18 Jahre. Ausschlusskriterien waren akute oder chronische Verletzungen der Beine und des Hüftbereichs, Schmerzen im Behandlungsbereich, akute Entzündungen und degenerative neurologische Erkrankungen oder Narben im Messbereich. Die Untersuchung von Tabelle 1 zeigt, dass die Gruppen in Bezug auf alle für die Aufnahme in die Studie verwendeten Maßnahmen vergleichbar waren. Für alle Verfahren wurde eine schriftliche Einwilligung nach Aufklärung eingeholt, wobei die Teilnehmer jederzeit ohne Strafe zurücktreten können. Von der Gesamtzahl der Teilnehmer zogen sich zwei zurück (eine von jeder Bedingung) und berichteten, dass ihnen schwindlig wurde, während sie für einen längeren Zeitraum saÖen. Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und der Ethikkommission der Universität Tübingen zur Genehmigung vorgelegt.

## Verfahren

Alle Teilnehmer wurden mit einem gemeinsamen Maßnahmenpaket vor und nach der Zeit bewertet, in der sie entweder eine kurze Intervention erhielten oder für die gleiche Zeit ruhig saßen und sich ausruhten (Kontrollzustand).

## Interventionsbedingung

Die mit der Intervention beauftragten Tänzerinnen und Tänzer führten eine 8-minütige Selbsthilfebehandlung an ihren rechten Oberschenkeln mit dem Fascia-ReleaZer® durch. Der rechte Oberschenkel wurde zunächst leicht mit einem vaseline-neutralen Öl eingerieben. Die Gegenseite wurde nicht geölt, da dies zu Veränderungen im Gewebe geführt haben könnte. Für die Selbsthilfebehandlung wurde ein standardisiertes Protokoll entwickelt, das aus drei kurzen und drei langen linearen Hüben am Quadrizepsmuskel (QM) gefolgt von drei kurzen und drei langen linearen Hüben am iliotibialen Band (ITB) bestand. Dieser Vorgang wurde bis zum Ablauf von 8 Minuten wiederholt, wobei die Zeit mit einer Stoppuhr am Handgelenk des Teilnehmers gemessen wurde. Das Interventionswerkzeug wurde in einem Winkel von 45° zum behandelten Gewebe gehalten und angewendet (siehe Abbildung 1f). Die Patienten wurden angewiesen, eine Druckintensität anzuwenden, die sie subjektiv als gleichwertig mit einer Bewertung von 3-5 auf einer numerischen Skala empfanden, wobei 10 der Maximalwert war.

Variablenname	Kontrolle (N = 55)		Intervention (N = 56)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Größe (cm)	175.95	6.90	177.27	7.69
Gewicht (kg)	70.06	8.03	72.27	10.39
Breakdance Erfahrung (Jahre)	7.94	6.02	8.17	5.18
Training (Tage/Woche)	3.56	1.42	3.65	1.23
Alter (Jahre)	23.85	5.02	23.20	5.02
Skinfold Test (mm)	3.51	1.27	3.43	1.17

Tabelle 1: Demografische Informationen für Kontroll- und Interventionsgruppe

## Kontrollgruppe

Tänzer, die der Kontrollgruppe zugeordnet waren, wurden angewiesen, ruhig in der standardisierten Position zu sitzen und sich während der 8-minütigen Zeit, in der die Tänzer der Interventionsgruppe das myofasziale Instrument anwendeten, nicht zu bewegen.

## Datenerhebung

### Position und Markierung der Messpunkte

Position und Haltung wurden für beide Gruppen standardisiert, wobei die Teilnehmer angewiesen wurden, die vorgegebene Position und Haltung beizubehalten. Bei Bedarf (was selten vorkam) wurden sie von den Studienprüfern korrigiert. Die Studienposition wurde durch einen vierbeinigen Hocker (58 Zentimeter Länge, 42 Zentimeter Breite, 43 Zentimeter Höhe, UTTER IKEA) kontrolliert. Die Rückseite des Hockers hatte Kontakt mit einer flachen Wand. Die Lendenwirbelsäule der Teilnehmer hatte vollen Kontakt mit der Wand, das Becken war in einer neutralen Position und die Teilnehmer wurden angewiesen, eine gerade Haltung einzunehmen. Beide Füße blieben in vollem Kontakt mit dem Boden

und wurden an den Boden geklebt, um unwillkürliche Bewegungen zu verhindern. Die Innenseite der Knie hatte vollen Kontakt mit den Seitenwänden des Hockers. Beide Unterschenkel wurden mit einem Gurt an den Vorderbeinen des Hockers befestigt (siehe Abbildung 1f).

Ein standardisiertes Protokoll zur Markierung der Messpunkte wurde vom gleichen Prüfer (dem Zweitautor) erstellt. Auf der stärksten Prägung der ITB wurde eine Linie vom Epicondylus lateralis parallel zum Femur gezogen. Der Bereich mit der höchsten Steifigkeit wurde im vorderen Viertel der ITB ertastet und markiert. Über das QM wurde eine vertikale Linie zu diesem Messpunkt der ITB gezogen. Von der Mitte der Patella wurde eine Linie parallel zum Rektus femoris-Muskel gezogen. Die Kreuzung der beiden Linien war der Messpunkt des QM.



used by permission of CIT Research Institute

Fig. 1: Protokoll der Messerhebungen und Selbstbehandlung

### Primäre Messungen

Während der gesamten Untersuchung wurden in mehreren Bereichen objektive Maßnahmen ergriffen, um Veränderungen als Reaktion auf unsere Intervention besser zu erforschen und zu identifizieren, und diese dienten uns als primäre Maßnahmen. Die Assessoren, allesamt anerkannte Physiotherapeuten, wurden in 14 Pilotstudien sechs Wochen lang intensiv geschult, bevor sie die Assessments durchführten, wobei der Erstautor während der gesamten Untersuchung die Aufsicht übernahm. Alle Bewertungen wurden von demselben Studienprüfer (Zweitautor) und zwei weiteren gut ausgebildeten Assessoren durchgeführt, die sich während der Datenerhebung häufig trafen, um die Kontinuität zu gewährleisten und Messwertveränderungen zu vermeiden.

### Biomechanische Gewebeveränderungen

Mit The MyotonPRO (Myoton AS; Estland) wurden wichtige Messungen in diesem Bereich gesammelt [21,22]. Die Messsonde (D = 3mm) wurde senkrecht auf die markierten Hautpartien über dem zu

messenden Muskel, dem QM und dem ITB platziert (siehe Abbildung 1c). Anschließend wurde das Gerät in die Messposition abgesenkt und stabil gehalten, während es automatisch die vordefinierten Messreihen durchführte (fünf Einzelmessungen mit einem Aufzeichnungsintervall von einer Sekunde pro Messpunkt, wobei der Mittelwert zur Datenanalyse herangezogen wurde). Die für die Messung der oberflächlichen Skelettmuskulatur entwickelte Methode der Myometrie besteht aus: a) Erzeugung einer konstanten Vorkompression von 0,18 N über die Fläche von 7,1 mm<sup>2</sup>, gefolgt von einem kurzen (15 ms) mechanischen Impuls von 0.4 N auf die Kontaktfläche der Haut; b) Aufzeichnung der Reaktion des Gewebes in Form einer gedämpften Schwingung, die von einem Beschleunigungsmesser in Form eines Schwingbeschleunigungsgraphen registriert wird; und c) anschließende Durchführung der Signalverarbeitung und -berechnung für die interessierenden Größen. Von den 5 verfügbaren Variablen haben wir die 2 wichtigsten für unsere Studienziele - Elastizität und dynamische Steifigkeit - ausgewählt.

Das logarithmische Dekrement der Eigenschwingung eines Gewebes charakterisiert seine Elastizität, spiegelt aber direkter die Ableitung der mechanischen Energie innerhalb eines Schwingungszyklus wider, wenn das Gewebe nach der Verformung seine Form wiedererlangt. Anders ausgedrückt: Elastizität ist die biomechanische Eigenschaft eines Muskels, die die Fähigkeit charakterisiert, seine ursprüngliche Form nach einer Kontraktion oder Entfernung einer äußeren Verformungskraft wiederherzustellen. Die Elastizität ist umgekehrt proportional zur Dekrementierung. Wenn also die Abnahme eines Muskels abnimmt, nimmt die Muskelelastizität zu. Theoretisch steht ein Dekrement von 0 (Null) für absolute Elastizität. Die Elastizität wird als logarithmisches Dekrement angegeben, während die Umkehrung der Elastizität die Plastizität ist.

Dynamische Steifigkeit[N/m] ist die biomechanische Eigenschaft eines Muskels, die den Widerstand gegen eine Kontraktion oder gegen eine äußere Kraft charakterisiert, die seine ursprüngliche Form verformt. Bei zu hoher Steifigkeit ist eine größere Anstrengung des Agonistenmuskels erforderlich, um einen steifen Antagonisten zu dehnen, was zu einer ineffizienten Bewegungsökonomie führt (siehe Supplemental Data File 1, Verhältnis von Verschiebungsschwingung und Schwinggeschwindigkeit zur Schwingbeschleunigung).

### **Bewegungsumfang**

Für diesen Bereich wurden drei Maßnahmen gesammelt - der Modifizierte Passive Thomas-Test, der Modifizierte Thomas-Test mit Druck - mit einem Goniometer (KaWe Kirchner & Wilhelm, Deutschland) und der Modifizierte Finger-Boden-Distanz-Test - mit einem Maßband.

### **Modifizierter Passiver Thomas-Test (MPTT) und Modifizierter Thomas-Test mit Druck (MPrTT)**

Ein standardisiertes Protokoll wurde durchgeführt, um einen Wert aus dem modifizierten Thomas-Test zu erhalten. Die Studienteilnehmer wurden gebeten, sich auf einen Tisch zu legen, mit dem linken Bein in Kniebeugung und dann dieses Bein in Richtung Brust zu ziehen. Die Teilnehmer wurden angewiesen, das von ihnen gehaltene Bein so weit zu schieben, dass der Oberschenkel in vollem Kontakt mit dem Tisch blieb. Der Winkel des Knies wurde mit einem Goniometer gemessen, das ein Maß für das MPTT liefert (siehe Abbildung 1b). In der gleichen Position wurde eine Messung mit Druck auf den Unterschenkel in die Flexion durchgeführt, bis der erste Widerstand festgestellt wurde, was zu einem Ergebnis für die MPrTT führte. Alle Messungen mit dem Goniometer wurden nach der von Norkin und White[23] beschriebenen Technik durchgeführt.

### **Modifizierter Finger-Boden-Abstandstest (MFFD)**

Ein MFFD-Test wurde nach den von Magnusson et al. entwickelten Verfahren durchgeführt[24]. Die Teilnehmer wurden gebeten, auf einem Hocker (34 cm Länge, 19 cm Gewicht, 23 cm Höhe) zu stehen,

einen Holzstab mit beiden Händen zu greifen und dabei beide Daumen geschlossen und beide Knie vollständig gestreckt zu halten, und von da an den Rumpf zum Boden zu beugen, wobei Kopf und Arme entspannt sind (siehe Abbildung 1a). Die Teilnehmer wurden angewiesen, ein Bein nach dem anderen zu beugen. Die endgültige Flexionsposition wurde durch ein Gefühl von Muskelverspannungen angezeigt, das anfängliche Kniesehnenbeschwerden verursachte. Die Finger-Boden-Distanz (in Zentimeter) wurde mit einem Maßband quantifiziert und ergibt den MFFD-Wert.

### **Schmerzdruckschwelle**

Das PainTest™ FPN 100 Algometer (Wagner Instruments, Greenwich, USA) ist ein Gerät zur Messung der Schmerzdruckschwelle (PPT) oder der Empfindlichkeit. Genauer gesagt, misst der Algometer die individuelle Druckschmerzschwelle, wenn eine bestimmte Körperstelle mit einer Gummischeibe mit einer Fläche von einem Quadratzentimeter (25,26) gedrückt wird. In der vorliegenden Studie wurde die Einheit "Kilogramm" zur Quantifizierung von PPT verwendet. Der Druckalgorithmus wurde nur über den markierten Messpunkten des QM platziert (siehe Abbildung 1d). Die Studienteilnehmer wurden ausgiebig geschult und instruiert, um verbal den Punkt anzugeben, an dem die ständig erhöhte Druckschmerzschwelle "unangenehm" wurde. Höhere Druckwerte deuten daher auf eine verminderte Schmerzdruckschwellenempfindlichkeit hin.

### **Messung der Gewebetemperatur**

Zwei verschiedene Temperaturmessungen wurden über die ITB gesammelt, um als Proxies für die oberflächliche Durchblutung zu dienen - ITB-Thermografie und ITB-Thermometer. Da wenig über den bevorzugten Ansatz zur Bewertung dieses Aspekts bekannt ist, haben wir uns dafür entschieden, sowohl die Vergleichbarkeit als auch ein Maß an Qualitätskontrolle zu erheben.

### **ITB-Thermografie**

Die Thermografiekamera FLIR ONE™ (FLIR Systems, GmbH, Frankfurt, Deutschland) dient zur Aufnahme von Thermografie-Aufnahmen und differenziert die Temperatur mit einer Farbskala. Zu Dokumentationszwecken wird eine normale Tageslichtaufnahme verwendet, die gleichzeitig mit jedem Thermografiebild aufgenommen wird. Das Gerät besteht aus einem Aufsatz für das iPhone 5 und wird zusammen mit der FLIR ONE™ App verwendet. Der Messbereich reicht von -20° bis 120°C, mit einer Empfindlichkeit von  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  (die kleinste absolute Änderung, die zuverlässig erfasst werden kann).

Änderungen der Oberflächentemperatur wurden mit dieser Thermografiekamera aufgezeichnet, während sie auf den ITB-Messpunkt gerichtet waren. Die Position der Thermografiekamera wurde standardisiert, indem die Kamera auf einem Stuhl in einer Höhe von 48 Zentimetern (ungefähr an der Position der Teilnehmer ITB) in einem Abstand von 60 Zentimetern zu den Messstühlen positioniert wurde. Um die Position der Stühle und des Tisches für die Thermografiekamera zu markieren, wurden Klebestreifen auf den Boden gelegt, um den Abstand zu standardisieren. Der Sensor der Kamera wurde auf den Messpunkt auf der ITB gerichtet, um eine Punktmessung und eine Kalibrierung durchzuführen, bevor ein Bild aufgenommen wurde (siehe Abbildung 1e). Die Messwerte wurden vom wissenschaftlichen Mitarbeiter aufgezeichnet.

### **ITB-Thermometer**

Ein berührungsloses Fieberthermometer (FT 90, Beurer, Ulm, Deutschland) wurde zur Messung der Oberflächentemperatur zur Steuerung der Thermografiekamera eingesetzt. Mit diesem Gerät können Temperaturwerte zwischen 22°C und 80°C mit einer Empfindlichkeit von  $\pm 0,3^\circ\text{C}$  erfasst werden. Das Thermometer wurde zwei bis drei Zentimeter vor den Messpunkten der ITB platziert. Die Messwerte wurden vom wissenschaftlichen Mitarbeiter aufgezeichnet.

## **Sekundäre Messungen**

Zwei sekundäre Messungen (Physical Sensations Questionnaire und Modified Profile of Mood States) wurden vor und nach der Behandlung durchgeführt, um die Reaktionen auf die kurze Behandlung zu beurteilen und vorab festzustellen, ob Nachfrage- (oder Reaktivitäts-) Effekte die Ergebnisse beeinflusst haben könnten.

### **Physikalische Empfindungen Fragebogen (PSQ)**

Dieser Fragebogen wurde von den Ermittlern erstellt, um die körperlichen Empfindungen der Teilnehmer vor und nach der Intervention zu erfragen und wurde allein auf dem rechten Bein ausgefüllt. Alle Teilnehmer wurden gebeten, ihre subjektiven Empfindungen von Entspannung, Leichtigkeit, Stärke und Stabilität auf einer Skala von Null ("gilt nicht") bis zehn ("gilt") für jede Dimension zu bewerten. (Es wurden keine Analysen durchgeführt, um die psychometrischen Eigenschaften dieses vom Forscher geschaffenen Instruments zu untersuchen.)

### **Modifiziertes Profil der Stimmungszustände (POMS) Fragebogen**

Der modifizierte POMS wurde von allen Teilnehmern vor Durchführung der Studie ausgefüllt, um mögliche Einflüsse allein durch die bloße Teilnahme (z.B. Nachfrage- oder Reaktionseffekte) beurteilen zu können. Wir haben eine modifizierte deutsche Kurzfassung[27] des ursprünglichen "Profile of Mood States"[28] ausgewählt, ein standardisierter psychologischer Test zur Beurteilung von momentanen Stimmungszuständen. Die 19 Elemente in der von uns verwendeten Version fragen nach den unterschiedlichen momentanen Gefühlen der Befragten, die jeweils auf einer numerischen Skala von 1 bis 7 bewertet werden, mit den Werten "überhaupt nicht" (1), "sehr schlecht", "schlecht", "wenig", "mäßig", "ziemlich viel" oder "extrem" (7). Fünf Subskalen werden für die Analyse berechnet - Traurigkeit, Verzweiflung, Müdigkeit, positive Stimmung und Wut. Diese Maßnahme hat eine akzeptable psychometrische Unterstützung (Cronbachs Alpha reicht von  $\alpha = .83$  bis  $.94$ ; faktorielle, differentielle und Konstruktvalidität werden ebenfalls als akzeptabel gemeldet).

## **Überblick über die Datenanalyse**

Eine Reihe von t-Tests für unabhängige Gruppen wurde für alle 11 primäre Vorbehandlungswerte (Baseline) durchgeführt, um die Äquivalenz der beiden Gruppen vor der Intervention zu beurteilen. Es folgte eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA), die die Intervention (behandelt) und die Kontrollgruppen in Bezug auf alle primären Outcome-Messungen (biomechanische Gewebemessungen, Bewegungsumfang, Schmerzdrukschwelle und Blutfluss) in einer integrierten Analyse vergleicht, wobei Veränderungswerte (Nachbehandlung minus Vorbehandlungswerte) als Analyseeinheit verwendet wurden, um den empfindlichsten Test der Effekte zu liefern. Eine zweite MANOVA wurde durchgeführt, um die Gruppenunterschiede in Bezug auf die sekundären Outcome-Messungen bezüglich der Wahrnehmung von körperlichen Empfindungen und Stimmungszuständen, die beide vor und am Ende der Studie erhoben wurden (wiederum unter Verwendung des Change Score), anzugehen. MANOVA wurde auf der Grundlage der Empfehlungen von Pallant[29] und Tabachnick und Fidell[30] ausgewählt, da es das am besten geeignete Verfahren für die Durchführung von Varianzanalysen mit mehreren abhängigen Variablen (DVs) ist, da es verwendet werden kann, um festzustellen, welche DVs durch die Manipulation beeinflusst werden. Die multivariate Analyse schützt auch vor aufgeblasenen Typ-I-Fehlern durch mehrfache Tests, insbesondere wenn DVs korreliert sind (was hier der Fall war). Die Einbeziehung von Kovariablen wurde als unnötig erachtet, da nur ein primäres Ergebnis einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen aufzeigte (das später diskutiert werden soll).

Vor den MANOVA-Analysen wurden die Daten in SPSS 24 überprüft, um sicherzustellen, dass die Annahmen für diesen Ansatz erfüllt wurden, und zwar gemäß den Empfehlungen von Pallant[29] und Tabachnick und Fidell[30]. Univariate Ausreißer wurden nach Variablen durchsucht, wobei Ausreißer als solche eingestuft wurden, die über oder unter 3 Standardabweichungen des Mittelwerts liegen. Multivariate Ausreißer wurden für jede geplante Analyse separat untersucht, indem eine lineare Regression mit Teilnehmer-ID als unabhängige Variable (IV) und alle primären ergebnisabhängigen Variablen (DVs) für die geplante Analyse als Regressions-DVs durchgeführt wurden. Ausreißer wurden als solche eingestuft, bei denen die Abstände von Mahalanobis außerhalb der Chi-Quadrat-Schwelle liegen, was den Empfehlungen von Pallant[29] und Tabachnick und Fidell[30] entspricht. Sowohl univariate als auch multivariate Ausreißer wurden durch Anwendung dieser Tests aus der Analyse entfernt und der resultierende Stichprobenumfang wird für jede MANOVA-Analyse separat ausgewiesen. Da die identifizierten Ausreißer in Abhängigkeit von jeder größeren Analyse variieren, variieren die in den Zusammenfassungen der Datentabellen angegebenen Stichprobengrößen pro Bedingung etwas.

## ERGEBNISSE

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse beim Vergleich der Vorbehandlungswerte für alle primär abhängigen Maßnahmen für diejenigen, die als Kontrollen dienen, mit denen, die behandelt werden. Alle bis auf 1 Test (der für die Thermografiemessung) zeigten keine signifikanten Unterschiede. Eine anschließende Zwei-Wege-ANOVA (Zeitraum: Pre- versus Posttest x Experimenteller Zustand: Kontrolle versus Intervention) für diese Maßnahme ergab, dass der Unterschied bei der Vorbehandlung, obwohl statistisch signifikant, wesentlich geringer war als der Unterschied bei der Nachbehandlung. Deshalb haben wir uns dafür entschieden, keine Korrekturen, wie z.B. kovariante Analysen, vorzunehmen.

Die Ergebnisse für beide MANOVAs zeigten signifikante multivariate Unterschiede basierend auf Pillai's Trace, wie in Tabelle 3 dargestellt. Pillais Spur wird anstelle von Wilks' Lambda berichtet, wie empfohlen, wenn Annahmen, in diesem Fall ein signifikanter Box-Test, verletzt werden[29]. Da für beide multivariaten Tests signifikante Ergebnisse erzielt wurden, wurden für jede MANOVA die Effekte zwischen den Teilnehmern untersucht, um die Quellen der Bedeutung genauer zu bestimmen.

Abhängige Variable	Kontrolle (N = 55) Mean (SD)	Intervention (N = 50) Mean (SD)	t-test	Signifikanz
Elastizität QM	.867 (.100)	.851 (.117)	.728	.468
Elastizität ITB	.836 (.095)	.820 (.104)	.831	.408
Steifigkeit QM	455.35 (74.50)	463.38 (103.77)	-.452	.653
Steifigkeit ITB	428.58 (69.98)	424.30 (51.95)	.358	.721
MPTT	60.18 (11.06)	58.86 (9.96)	.644	.521
MPrTT	104.55 (8.98)	104.28 (9.67)	.145	.885
MFFD	26.86 (10.39)	25.76 (9.40)	.571	.569
PPT QM	9.65 (4.29)	11.14 (4.33)	-1.769	.080
PPT ITB	8.95 (4.01)	9.79 (3.97)	-1.072	.286
Thermographie ITB	29.18 (1.57)	29.93 (1.31)	-2.682	.009
Thermometer ITB	31.70 (.94)	31.95 (.93)	-1.343	.182

Tab. 2: Mittelwerte, Standardabweichungen (in Klammern), t-Testwerte und Signifikanzniveaus für alle abhängigen Maßnahmen bei der Vorbehandlung.

Die erste MANOVA zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen für alle primären Ergebnisse nach dem Test minus Pretest-Differenz-Scores, abgesehen von der Elastizität in der ITB. Effektgrößen basierend auf partiellen eta quadriert, unter Verwendung von Cohens[31] Benchmarks von .01, .06 und .14 für kleine, mittlere und große Effekte zeigten große Effekte für biomechanische Gewebeveränderungen (mit Ausnahme der Elastizität in der ITB), große Effekte für den

Bewegungsumfang, mittlere bis große Effekte für die PPT und große Effekte für die Durchblutung (siehe Tabelle 4, Gruppenunterschiede im rechten Oberschenkel von Pre- zu Post-Test nach Zustand).

Test	Pillai's Trace	Df	df error	F	Partial eta <sup>2</sup>
Primäre Messungen Rechter Oberschenkel Post-Test minus Pre-Test	.788	11	83	28.10	.79
PSQ and POMS Post-Test minus Pre-Test	.323	9	89	4.72	.32

Tab. 3: Multivariate Analysen von Veränderungswerten für Primär- und Sekundärmaßnahmen.

Hinweis: Alle p-Werte < .001

Abhängige Variable	df	df error	F	Partial Eta <sup>2</sup>	Gruppe	Mittel werte	95% K.I.	
							Lower	Upper
Elastizität QM	1	93	29.18	.24	Kontrolle	-.006	-.022	.009
					Intervention	-.067	-.083	-.050
Elastizität ITB	1	93	.48	.01	Kontrolle	.005	-.009	.019
					Intervention	-.002	-.017	.013
Steifigkeit QM	1	93	48.96	.35	Kontrolle	-2.90	-12.57	6.77
					Intervention	-52.96	-63.36	-42.55
Steifigkeits ITB	1	93	78.68	.46	Kontrolle	-5.80	-11.98	.38
					Intervention	-46.36	-53.02	-39.71
MPTT	1	93	31.65	.25	Kontrolle	-.24	-2.10	1.63
					Intervention	7.55	5.53	9.56
MPRTT	1	93	82.25	.47	Kontrolle	-2.84	-4.44	-1.25
					Intervention	7.84	6.12	9.56
MFFD	1	93	67.26	.42	Kontrolle	.77	.10	1.43
					Intervention	-3.37	-3.99	-2.56
PPT QM	1	93	13.63	.13	Kontrolle	-.06	-.75	.63
					Intervention	1.82	1.08	2.56
PPT ITB	1	93	16.99	.15	Kontrolle	-.59	-1.35	.16
					Intervention	1.72	.90	2.53
Thermography ITB	1	93	103.96	.53	Kontrolle	-.18	-.52	.16
					Intervention	2.38	2.01	2.75
Thermometer ITB	1	93	81.38	.47	Kontrolle	-.51	-.88	-.14
					Intervention	1.98	1.58	2.39

Tab. 4: Gruppenunterschiede beim Wechsel des rechten Oberschenkels von Pre- zu Post-Test nach Bedingung

Hinweis: Kontrolle n = 51, Intervention n = 44; Alle p-Werte < .001 für alle Maßnahmen, mit Ausnahme der Elastizität ITB (p = .49)

Die zweite und letzte MANOVA, wieder unter Nutzung der veränderten Scores wie die DV, ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen auf PSQ Entspannung und Leichtigkeit, teilweise zeigt eta<sup>2</sup> eine große Wirkung für beide Messungen. Die Ergebnisse waren weder für die Stabilität noch für

die Stärke signifikant, obwohl die mittleren Unterschiede, zusammen mit einem p-Wert von .06, auf einen möglichen Unterschied zwischen den Stabilitätsgruppen hindeuten. Für die POMS-Messungen wurden minimale Unterschiede festgestellt, wobei nur die POMS-Müdigkeit einen signifikanten kleinen bis mittleren Effekt zeigt (siehe Tabelle 5, Gruppenunterschiede bei den sekundären Ergebnisgrößen von vor bis nach dem Vergleich derjenigen, die der Kontrollbedingung zugeordnet sind, mit der Interventionsbedingung).

Abhängige Variable	df	df error	F	Sig	Partial Eta <sup>2</sup>	Gruppe	Mittelwerte	95% K.I.	
								Lower	Upper
PSQ Entspannung	1	97	20.20	<.001	.17	K I	.447 2.846	-.321 2.116	1.215 3.576
PSQ Stabilität	1	97	3.74	.06	.04	K I	-.064 .865	-.755 .208	.627 1.522
PSQ Festigkeit	1	97	1.81	.18	.02	K I	-.532 .077	-1.184 -.543	.120 .696
PSQ Leichtigkeit	1	97	35.72	<.001	.27	K I	.277 3.288	-.448 2.599	1.001 3.978
POMS Traurigkeit	1	97	.20	.65	.00	K I	-.149 -.109	-.276 -.230	-.022 .012
POMS Verzweiflung	1	97	.19	.67	.00	K I	-.099 -.064	-.217 -.176	.018 .048
POMS Müdigkeit	1	97	5.91	.02	.06	K I	-.239 -.630	-.470 -.850	-.008 -.410
POMS Positive Einstellung	1	97	2.14	.15	.02	K I	-.113 .106	-.329 -.099	.311 .029
POMS Ärger	1	97	.30	.58	.00	K I	-.071 -.109	-.171 -.204	.029 -.014

Tab.5: Unterschiede in den sekundären Ergebnisgrößen von Pre- zu Post-Test nach Konditionen gruppieren.

Anmerkung: Kontrolle (K) n = 47, Intervention (I) n = 52.

## DISKUSSION

Das Hauptziel der vorliegenden Studie war es, festzustellen, ob es zu sinnvollen Veränderungen der objektiven mechanischen Gewebeeigenschaften und damit verbundenen Maßnahmen kommen würde, wenn junge, gesunde Breakdancer eine Selbsthilfebehandlung mit einem Muskelfaszieninstrument durchführen würden. Nach 8 Minuten Anwendung nahm die Elastizität im Quadrizeps zu, die Steifigkeit (für das QM und das ITB) und die Schmerzempfindlichkeit nahmen ab, das ROM verbesserte sich für das QM und die Kniesehnen, und die lokalen Temperaturwerte erhöhten sich (was eine verbesserte Durchblutung widerspiegelt). Obwohl die Dauer der Intervention sehr kurz war, wurden einige Unterschiede in Bezug auf die wahrgenommenen Empfindungen festgestellt, die alle diejenigen begünstigten, die die Intervention erhielten. Das Fehlen größerer Unterschiede zwischen den Tänzern, die der Interventionsbedingung zugeordnet sind, und den Tänzern, die der Kontrollbedingung zugeordnet sind, deutet darauf hin, dass die beobachteten Ergebnisse aufgrund des Bewusstseins der Teilnehmer, dass sie beobachtet werden oder an einem Experiment teilnehmen (d.h.

Nachfrage- oder Reaktivitätseffekte), unwahrscheinlich sind. Unsere Ergebnisse werden noch dadurch verstärkt, dass die demografischen Daten beider Gruppen ähnlich und vergleichbar waren. Die Standardabweichungen für Alter, Größe, Gewicht, Trainingserfahrung, Trainingsintensität und Trainingsdauer waren gering. Außerdem waren die Messungen der Verbesserung über alle Parameter hinweg nur für die behandelten Beine relativ konsistent, wobei die Kontrollbeine (unbehandelt) im Wesentlichen unverändert blieben.

Die Steifigkeit wird reduziert, während die Elastizität im behandelten Oberschenkel erhöht wird. Die Elastizität der ITB des rechten Oberschenkels hat sich jedoch nicht verändert. Das Fehlen einer Veränderung der Elastizität der ITB ist nicht verwunderlich, da für die laterale Kniestabilisierung ein gewisses Maß erforderlich ist. Die ITB dient der Verstärkung der Fascia lata und trennt das QM von der Kniesehne. Seine Innenseite ist in Kontinuität mit der lateralen intermuskulären Septum, während auf seiner hinteren Seite die Mehrzahl der Kollagenfasern der ITB in Kontinuität mit den intramuskulären Septen stehen[32]. Die myofasziale Kraftübertragung zwischen Gluteus maximus und Unterschenkelmuskulatur über die fasziale Lata zeigt die wichtige Rolle der ITB in den Bewegungsmustern der unteren Extremitäten.

Im behandelten QM (MPTTT, MPrTT) wurde ein erhöhter Bewegungsumfang erreicht. Bradbury-Squires et al.[4] fanden ebenfalls Steigerungen von 10% bis 16% für das Kniegelenk-ROM mit einem Massageroller für 20 und 60 Sekunden auf dem QM. Obwohl die ischiocruralen Muskeln (MFFD) von den Teilnehmern nicht behandelt wurden, wurde eine signifikante Veränderung vor dem Posting im ROM gefunden. Eine Kohärenz zwischen der ITB und den ischikruralen Muskeln wurde auch von Kwak et al. beobachtet[33]. Die Belastung des ITB verändert also die Kinematik und das Kontaktmuster des Tibiofemurgelenkes ähnlich wie die Belastung der Kniesehnen.

Das Interventionsinstrument, der Fascia-ReleaZer®, mit seiner Kombination aus Vibrationsschwingung, Hebelwirkung und spezifischen Kanten für eine Schermanipulation des myofaszialen Gewebes, erscheint daher sinnvoll. Da jedoch alle Merkmale kombiniert wurden, ist es nicht möglich festzustellen, welche Komponente am meisten zu den beobachteten Effekten beigetragen hat.

### **Mögliche Auswirkungen durch Schwingungen**

Der physiologische Mechanismus der Schwingung, der die Steifigkeit verringert und die Elastizität des myofaszialen Gewebes erhöht, ist ungewiss. Mehrere Studien haben die Mechanorezeptoren, vor allem die Pacinischen Korpuskel in Bindegewebe, Bändern und Gelenken, und die primären Enden der Muskelspindeln, die besonders vibrationsempfindlich sind, identifiziert[34]. Die restaurative Wirkung von rhythmischen niederfrequenten mechanischen Schwingungen wird häufig auf die Verbesserung der Durchblutung, die erhöhte Kapillardurchlässigkeit und den Transport von Metaboliten zurückgeführt, die sich bei früheren Arbeiten angesammelt haben. Einige haben Hypothesen aufgestellt, dass schwingungsinduzierte erhöhte ROMs auf eine verminderte passive Muskelsteifigkeit durch eine verminderte Anzahl von verbleibenden Kreuzbrücken zurückzuführen sein könnten, von denen einige durch die mechanische Vibrationsstimulation gebrochen werden[14,35].

Einige Forscher haben über Narkoseeffekte durch die Vibrationsmassage berichtet[36,37]. Unsere Befunde der Schmerzdesensibilisierung, die sich als verminderte subjektive Schmerzgrenze vor der Selbstbehandlung am behandelten Bein manifestieren, bestätigen diese Befunde in der Literatur.

Die PSQ-Werte, die das behandelte Bein als entspannter, leichter und stabiler beschreiben, stimmen mit den Ergebnissen anderer Studien überein, die eine allgemeine Entspannung, Entspannung des myofaszialen Gewebes, eine Abnahme der emotionalen Spannung und eine allgemeine beruhigende Wirkung durch die Anwendung eines Rollmassagegerätes beschreiben[15].

## **Mögliche Auswirkungen durch Hebelwirkung**

Die Teilnehmer konnten den Druck mit eigenen Händen ausüben. Eine individuelle Veränderung des Drucks kann entsprechend dem subjektiv empfundenen Schmerzdruck moderiert werden. Vergleicht man das bisherige Selbsthilfelinstrument mit anderen SMR-Werkzeugen, wie z.B. den Schaumrollen, so muss das gesamte Körpergewicht aufgebracht werden und die Gewichtsveränderung ist schwieriger zu regulieren. Um das eigene Körpergewicht über die Behandlungsdauer bei anderen SMR-Werkzeuganwendungen, wie z.B. Schaumrollen, zu halten, sind daher eine gute Schulter- und Kernmuskulstabilisierung und ausreichende Kraft in den oberen Extremitäten erforderlich[1].

Die instrumentengestützte Weichgewebemobilisation (IASTM) ist eine beliebte Behandlung der myofaszialen Restriktion. IASTM verwendet speziell entwickelte Instrumente, um Narbengewebe und myofasziale Verwachsungen zu mobilisieren. Verschiedene IASTM-Werkzeuge und -Techniken stehen zur Verfügung, wie z.B. die Graston®-Technik (GT). Im Vergleich zur Selbsthilfelinstrumentik des Fascia-ReleaZer® muss der GT von einem geschulten Kliniker angewendet werden und ist noch nicht für die Selbstanwendung angepasst worden[38]. Die GT-Behandlung soll den Umbau des Bindegewebes durch Resorption von übermäßiger Fibrose stimulieren und die Reparatur und Regeneration von Kollagen nach der Fibroblastenrekretierung induzieren. Dies wiederum führt zur Freisetzung und zum Abbau von Narbengewebe, Verwachsungen und Faszieneinschränkungen. Das Fascia-ReleaZer® Werkzeug kann auf ähnliche Weise arbeiten, da es ebenfalls mit Druck beaufschlagt wird und spezifische Kanteigenschaften aufweist. Da sich diese Instrumente in einigen wesentlichen Punkten unterscheiden (z.B. Material, Technik und Behandlungsprotokoll), müssen vergleichende Analysen so gestaltet werden, dass diese Unterschiede berücksichtigt werden.

## **Mögliche Effekte durch die spezifischen Kanten**

Das Fascia-ReleaZer® Instrument hat vier verschiedene Kanten, um je nach gewünschter Technik verschiedene Bereiche des myofaszialen Gewebes zu erreichen, schnell oder langsam. Kliniker können die schnelle Scherentechnik des Fascia-ReleaZer® als eine Form von Gua Sha betrachten, aber die Behandlungslogik, die Ziele und die Anwendung unterscheiden sich. Gua Sha, therapeutische Oberflächenreibung, die absichtlich vorübergehende Petechien und Ekchymosen hervorruft, ist eine traditionelle ostasiatische Heilmethode. Eine glatte, abgerundete Kante wird so weit in das Fleisch gedrückt, dass sie die Faszienhaut berührt, aber nicht so fest, dass sie Schmerzen oder Beschwerden verursacht. Moderne Studien bestätigen eine thermoregulatorische Funktion der Oberflächenmikrozirkulation, bei der ein erhöhter Hautblutfluss in subpapillären Gewebeschichten die Wärme effektiv abführt[39,40]. Unsere Hypothese geht davon aus, dass die Durchblutung angeregt wird, um den Stoffwechsel und die Durchblutung der behandelten Strukturen zu verbessern. Die signifikanten Temperaturerhöhungen des Thermometers sowie unsere Thermografiebefunde unterstützen diesen Gedanken.

## **ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Die Vibro-Shearing-Manipulation mit einem Muskelfaszieninstrument führte zu einer deutlichen Verbesserung der objektiven mechanischen Gewebeeigenschaften. Auch die Schmerzdesensibilisierung, der Bewegungsumfang und die Thermografie wurden deutlich verbessert. Die Tatsache, dass die Stimmungslagen relativ konstant blieben, deutet darauf hin, dass Reaktivität oder Nachfrageeffekte nicht in Kraft waren. Die werkzeuggestützte Selbstbehandlung mit dem Fascia ReleaZer® zeigt erste Hinweise darauf, dass es sich um eine wirksame Behandlungsmethode handelt, die weitere Forschung rechtfertigt, wobei ein möglicher nächster Schritt die Anwendung bei einer klinischen Population ist. Unter der Annahme der Wirksamkeit in einem klinischen Umfeld könnte eine weitere Richtung darin bestehen, ein Komponenten- oder Demontagekonzept zu entwickeln, um die

relativen Beiträge der verschiedenen Merkmale des Geräts zu ermitteln. Auch Untersuchungen, die auf ein besseres Verständnis der Wirkungen auf zellulärer Ebene abzielen, scheinen es wert zu sein, verfolgt zu werden. Schließlich, obwohl in dieser Studie nicht durchführbar, würde der Einsatz von Assessoren, die blind sind, eine erhöhte Strenge in zukünftigen Studien zur Folge haben.

## **ABBREVIATIONS**

ANOVA: Varianzanalyse; B-Boys: Breakdancer; DOMS: verzögerter Muskelkater; DV: abhängige Variable; FR: Fascia-ReleaZer®; GT: Gaston® Technik; IASTM: instrumentengestützte Weichteilmobilisation; ITB: iliotibiale Bande; IV: unabhängige Variable; MANOVA: multivariate Varianzanalyse; MFFD: Modifizierter Finger-Fußboden-Distanz-Test; MPTT: Modifizierter passiver Thomas-Test; MPrTT: Modifizierter Thomas-Test mit Druck; POMS: Modifiziertes Profil des Stimmungszustands-Fragebogens; PPT: Schmerzdruckschwelle; PSQ: Physical Sensations Fragebogen; QM: Quadrizeps-Muskel; ROM: Bewegungsumfang; SMR: Selbst-Myofascial Release; VM: Vibrationsmassage

## **DEKLARATION**

### **Danksagungen**

Die Autoren danken Jens Nonnenmann und Daniel Schuster für ihre wertvolle Unterstützung bei der Durchführung der Studie. Wir danken auch der Urban Dance Health Organisation für die Unterstützung bei der Rekrutierung und allen B-Boys für ihre Teilnahmebereitschaft.

### **Ethische Genehmigung und Zustimmung zur Teilnahme**

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki durchgeführt und der Ethikkommission der Universität Tübingen zur Genehmigung vorgelegt. Alle Teilnehmer gaben ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie.

### **Finanzierung**

Die Autoren danken den folgenden Organisationen für ihre wichtige finanzielle Unterstützung - der Damus-Donata-Stiftung und der Mahle-Stiftung.

### **Beiträge der Autoren**

C-MG entwarf die Studie, überwachte die Sammlung aller Daten, half bei der Analyse der Daten, entwarf das Manuskript und hatte ein endgültiges Veto gegen die Einreichung. SML überwachte die Sammlung aller Daten, half bei der Analyse der Daten, entwarf das Manuskript und hatte ein Veto gegen die Einreichung. NB half bei der Erstellung des Manuskripts und hatte ein Veto gegen die Einreichung. PM half bei der Erstellung des Manuskripts und hatte ein Veto gegen die Einreichung. RLA führte die statistische Analyse durch, half bei der Erstellung des Manuskripts und hatte ein letztes Veto gegen die Einreichung. FA half bei der Analyse und Interpretation der Daten, entwarf das Manuskript und hatte ein endgültiges Veto gegen die Einreichung. Alle Autoren haben das endgültige Manuskript gelesen und genehmigt.

Verfügbarkeit von Daten und Materialien

N/A.

Informationen für Autoren

Nicht zutreffend.

Einwilligung zur Veröffentlichung

Nicht zutreffend.

Konkurrierende Interessen

Christopher-Marc Gordon ist der Erfinder des Fascia-ReleaZer®, hält aber keine Produktpatente. Allerdings erhält er von der Produktgesellschaft Lizenzgebühren. Alle anderen Autoren (Sophie Manuela Lindner, Niels Birbaumer, Pedro Montoya, Rachel L. Ankney und Frank Andrasik) erklären, dass sie keine konkurrierenden Interessen haben.

Anmerkung des Herausgebers

[Was auch immer für dieses Tagebuch Standard ist]

### **Mitgliedschaften der Autoren**

C-MG und SML-CIT Forschungsinstitut, Ahorn Str 31, 70597 Stuttgart; NB-Institut für Medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie, Universität Tübingen,

Deutschland; PM-Research Institute on Health Sciences (IUNICS), University of Balearic Islands, Palma, Spanien; RLA und FA-Department of Psychology, University of Memphis, Memphis, TN, USA.

## TABLE LEGENDS

Tabelle 1: Demographische Informationen für die Kontroll- und Interventionsgruppen

Tabelle 2: Mittelwerte, Standardabweichungen (in Klammern), t-Testwerte und Signifikanzniveaus im Vergleich zu Interventionsgruppen für alle abhängigen Maßnahmen bei der Vorbehandlung.

Tabelle 3: Multivariate Analysen von Veränderungswerten für Primär- und Sekundärmaßnahmen.

Tabelle 4: Gruppenunterschiede beim Wechsel des rechten Oberschenkels von Pre- zu Post-Test nach Bedingung

Tabelle 5: Gruppenunterschiede bei sekundären Ergebnisgrößen von Pre- zu Post-Test nach Bedingungen.

## FIGURE LEGENDS

Abbildung 1: Protokoll der Bewertungen und Selbstbehandlung

## REFERENCES

1. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D, Hatfield DL. Die Auswirkungen der myofaszialen Freisetzung mit Schaumrollen auf die Leistung. *J Stärke Cond Res.* 2014;28(1):61-8.
2. MacDonald GZ, Taste DC, Drinkwater EJ, Behm DG. Schaumrollen als Erholungswerkzeug nach einer intensiven körperlichen Anstrengung. *Med Sci Sport Übung.* 2014;46(1):131-42.
3. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Akute Effekte der selbst-myofaszialen Freisetzung mittels einer Schaumstoffrolle auf die Arterienfunktion. *J Stärke Cond Res.* 2014;28(1):69-73.

4. Bradbury-Squires DJ, Noftall JC, Sullivan KM, Behm DG, Power KE, Button DC. Roller-Massagegerät Anwendung auf den Quadrizeps und Kniegelenk Bereich der Bewegung und neuromuskuläre Effizienz während einer Lunge. *J Athl Train.* 2015;50(2):133-40.
5. Halperin I, Aboodarda SJ, Button DC, Andersen LL, Behm DG. Roller-Massagegerät verbessert den Bewegungsumfang der Plantarbeugemuskulatur ohne nachträgliche Abnahme der Kraftparameter. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(1):92-102.
6. Jay K, Sundstrup E, Sondergaard SD, et al. Spezifische und Crossover-Effekte der Massage bei Muskelkater: randomisierte kontrollierte Studie. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(1):82-91.
7. Ebrahim A, Elghany A. Die Wirkung von Schaumstoffwalzen und Nanopartikeln bei der Beschleunigung der Heilung von Sportverletzungen. *J Am Sci.* 2013;9(6):450-458.
8. Mohr AR, Long BC, Goad CL. Schaumstoffrollen und statische Dehnung bei passiver Hüftbeugung. *J Sportliche Rehabilitation.* 2014;23(4):296-9.
9. Pearcey GE, Brandbury-Squires DJ, Kawamoto JE, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Schaumstoffrollen für verzögerten Muskelkater und Wiederherstellung dynamischer Leistungsdaten. *J Athl Train.* 2015;50(1):5-13.
10. Chan YC, Wang TJ, Chang CC, u.a. Kurzfristige Effekte der Selbstmassage kombiniert mit Heimtraining auf Schmerzen, tägliche Aktivität und autonome Funktion bei Patienten mit myofaszialem Schmerzsyndrom. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(1):217-21.
11. Gehlsen GM, Ganion LR, Helfst R. Fibroblast Reaktionen auf Schwankungen im Weichteilmobilisationsdruck. *Med Sci Sport Übung.* 1999;31(4):531-5.
12. Laudner K, Compton BD, McLoda TA, Walters CM. Akute Effekte der instrumentenunterstützten Weichteilmobilisation zur Verbesserung der hinteren Schulterbeweglichkeit bei College-Baseballspielern. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(1):1-7.
13. Edge J, Mundel T, Weir K, Cochrane DJ. Die Auswirkungen der akuten Ganzkörpervibration als Erholungsmodalität nach intensivem Intervalltraining bei gut trainierten Läufern mittleren Alters. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(3):421-8.
14. Fiodorov VL. Vibrationsmassage. Moskau: PhiS Verlag;1971.

15. Issurin VB. Vibrationen und ihre Anwendung im Sport: ein Rückblick. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005;45(3):324-36.
16. Bergstrom N, Bennett MA, Carlson CE, u.a. Behandlung von Druckgeschwüren. Leitfaden für die klinische Praxis, Nr. 15. AHCP; 1994. S. 117.
17. Cho CH, Song KS, Min BW, Lee SM, Chang HW, Eum DS. Muskel-Skelett-Verletzungen bei Breakdancern. *Verletzung*. 2009;40(11):1207-11.
18. Kauther MD, Wedemeyer C, Wegner A, Kauther KM, von Knoch M. Breakdance Verletzungen und Überlastungssyndrome bei Amateuren und Profis. *Am J Sports Med*. 2009;37(4):797-802.
19. Sawicki GS, Lewis CL, Ferris DP. Es lohnt sich, eine Feder im Schritt zu haben. *Übung Sport Sci Rev*. 2009;37(3):130-8.
20. Schleip R, Müller DG. Trainingsprinzipien für fasziales Bindegewebe: wissenschaftliche Grundlagen und Anwendungsvorschläge. *J Bodyw Bewegung Ther*. 2013;17(1):103-15.
21. Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps Muskeltonus, Elastizität und Steifigkeit bei älteren Männern: Zuverlässigkeit und Symmetrie mit dem MyotonPRO. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;55(2):e31-9.
22. Mullix J, Warner M, Stokes M. Testen des Muskeltonus und der mechanischen Eigenschaften von Rektus femoris und Bizeps femoris mit einem neuartigen tragbaren MyotonPRO-Gerät: relative Verhältnisse und Zuverlässigkeit. *Working Papers in den Gesundheitswissenschaften*. 2012;1(1):1-8.
23. Norkin CC, White DJ. Messung der Gelenkbewegung; ein Leitfaden zur Goniometrie. Philadelphia: FA Davis; 2016. S. 315-344.
24. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Boesen J, Johannsen F, Kjaer M. Determinanten der muskuloskelettalen Flexibilität: viskoelastische Eigenschaften, Querschnittsfläche, EMG und Dehnungstoleranz. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7:195-202.
25. Kinser AM, Sands WA, Stone MH. Zuverlässigkeit und Validität eines Druckalgometers. *J Stärke Cond Res*. 2009;23(1):312-4.

26. Park G, Kim CW, Park SB, Kim MJ, Jang SH. Zuverlässigkeit und Nutzen der Druckschmerzschwellenmessung bei Patienten mit myofaszialen Schmerzen. *Annalen der Rehabilitationsmedizin*. 2011;35(3):412-17.
27. Dalbert C. Subjektives Wohlbefinden junger Erwachsener: Theoretische und empirische Analysen der Struktur und Stabilität. (Das subjektive Wohlbefinden junger Erwachsener: Theoretische und empirische Analyse von Struktur und Stabilität. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*. (Journal of Differential and Diagnostic Psychology.) 1992;13:207-20.
28. McNair D, Lorr M, Droppleman L. Manual für das Profil der Stimmungslagen (POMS). San Diego, CA: Bildungs- und Industrie-Testservice;1971.
29. Pallant J. SPSS Survival Manual: eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Datenanalyse mit IBM SPSS. Maidenhead, Berkshire, England; New York, NY: McGraw Hill; 2013. S. 293-300.
30. Tabachnick BG, Fidell LS. Verwendung von multivariaten Statistiken. Boston: Pearson/Allyn & Bacon. 2007. p. 245-246, 252-255.
31. Cohen J. Statistische Leistungsanalyse für die Verhaltenswissenschaften. Hillside, NJ: Lawrence Earlbaum Associates. New York, NY: Routledge Academic. 1988.
32. Stecco A, Gilliar W, Hill R, Fullerton B, Stecco C. Die anatomische und funktionelle Beziehung zwischen Gluteus maximus und Fascia lata. *J Bodyw Bewegung Ther*. 2013;17(4):512-7.
33. Kwak SD, Ahmad CS, Gardner TR, u.a. Kniesehnen und iliotibiale Bandkräfte beeinflussen die Kniekinematik und das Kontaktmuster. *J Orthop Res*. 2000;18(1):101-8.
34. Lundeberg T, Nordemar R, Ottoson D. Schmerzlinderung durch Vibrationsstimulation. *Schmerzen*. 1984;20(1):25-44.
35. Wakim KG. Physiologische Wirkungen der Massage. In: Basmajian JV, Herausgeber. *Manipulationen, Zug und Massage*. Baltimore: Williams und Wilkins; 1985. S. 132-58.
36. Lau WY, Nosaka K. Wirkung der Vibrationsbehandlung auf Symptome im Zusammenhang mit exzentrischen, durch Bewegung hervorgerufenen Muskelschäden. *Am J Phys Med Rehabil*. 2011;90(8):648-57.

37. Pournot H, Tindel J, Testa R, Mathevon L, Lapole T. Der akute Effekt der lokalen Schwingung als Erholungsmodalität von trainingsbedingt erhöhter Muskelsteifigkeit. *J Sports Sci Med*. 2016 Feb 23;15(1):142-7.
38. Cheatham SW, Lee M, Cain M, Baker R. Die Wirksamkeit der instrumentengestützten Weichteilmobilisation: eine systematische Übersicht. *J Can Chiropr Assoc*. 2016;60(3):200-211.
39. Braun M, Schwickert M, Nielsen A, et al. Wirksamkeit der traditionellen chinesischen "Gua-Sha"-Therapie bei Patienten mit chronischen Nackenschmerzen: eine randomisierte kontrollierte Studie." *Schmerz Med*. 2011;12(3):362-9.
40. Kwong KK, Kloetzer L, Wong KK, et al. Biolumineszenz-Bildgebung der Häm-Sauerstoffase-1-Hochregulation im Gua Sha-Verfahren. *J Vis Exp*. 2009;28;(30):e1385.

## **ZUSÄTZLICHE DIGITALE INHALTE**

Ergänzende Datei 1.pdf