Faszien besitzen eine der glatten Muskulatur vergleichbare Kontraktionsfähigkeit und können so die muskuloskelettale Mechanik beeinflussen

Robert Schleip[*1], *Werner Klingler*[1,2], *Frank Lehmann-Horn*[1]

[1] Fascia Research Project, Institut für Angewandte Physiologie, Universität Ulm, Deutschland
[2] Abteilung für Anästhesiologie, Universität Ulm, Deutschland
Erstveröffentlichung in: Liepsch D.: Proceedings of the 5th World Congress of Biomechanics, München, Deutschland 2006, S. 51-54.

Zusammenfassung

Mittels immunhistologischer Analyse wiesen wir das Vorliegen von Myofibroblasten in normalen Faszien beim Menschen nach, insbesondere in der Fascia lata, der Plantarfaszie und der Lumbalfaszie. Die höchste Dichte wurde in der Lumbalfaszie gefunden; vermutlich assoziert mit körperlicher Aktivität. Im Rahmen von in vitro Kontraktionstests untersuchten wir Streifen von Lumbalfaszien von Ratten in einem Organbad und maßen deren Reaktionsfähigkeit auf potenziell kontraktionsauslösende Wirksubstanzen. Bei Zugabe von Mepyramin (Pyrilamin) traten eindeutige kontraktile Reaktionen auf, während der Stickoxidspender Glyceryltrinitrat Entspannung induzierte. Eine vergleichbare Kontraktilität in vivo angenommen, sind die gemessenen Kontraktionskräfte groß genug, um die muskuloskelettale Mechanik zu beeinflussen.

Schlüsselwörter

Faszien, Kontraktion, Myofibroblasten, myofasziale Steifigkeit, Tonus, Lumbalfaszie, Biomechanik, Kontraktilität, Histologie, Rolfing, Myofascial Release, Akupunktur, Fibromyalgie

Abstract

With immunohistological analysis we demonstrate the presence of myofibroblasts in normal human fasciae, particularly the fascia lata, plantar fascia, and the lumbar fascia. Density was found to be highest in the lumbar fascia and seems to be positively related to physical activity. For in vitro contraction tests we suspended strips of lumbar fascia from rats in an organ bath and measured for responsiveness to potential contractile agonists. With the H1 antagonist mepyramine there were clear contractile responses; whereas the nitric oxide donator glyceryltrinitrate induced relaxation. The measured contraction forces are strong enough to impact upon musculoskeletal mechanics when assuming a similar contractility in vivo.

Keywords

Fascia, contraction, myofibroblast, myofascial stiffness, tonus, lumbar fascia, biomechanics, contractility, histology, Rolfing, Myofascial Release, acupuncture, fibromyalgia

Einführung

Faszien gelten im Allgemeinen im Kontext der muskuloskelettalen Dynamik als passive Kraftüberträger. Es finden sich jedoch in der Literatur Hinweise auf eine aktive Kontraktionsfähigkeit aufgrund eingelagerter kontraktiler intrafaszialer Zellen. [1,2,3] Mit der vorgestellten Studie wurde erstmals eindeutig belegt, dass menschliche Faszien aktiv kontraktionsfähig sind und somit das biomechanische Verhalten beeinflussen können.

Material und Methoden

Unter Beachtung der Richtlinien der Ethikkommission der Universität Ulm wurden Gewebeproben aus unterschiedlichen Faszien von Nagern, Schweinen und Menschen zur experimentellen Verwendung entnommen. Faszienproben aus 32 menschlichen Körpern (17–91 Jahre alt, 25 männlich, 7 weiblich) wurden auf die Präsenz von glattmuskelähnlichen kontraktilen Bindegewebszellen, sog. Myofibroblasten, analysiert. Hierzu wurde eine immunhistochemische Färbung auf α-Smooth Muscle Actin vorgenommen und die Resultate digital quantifiziert. Zum Vergleich wurden Lumbalfaszienproben von Ratten und Mäusen herangezogen. Zusätzlich wurden frische Faszienproben in vitro einer mechanographischen Kraftfassung unter isometrischer Belastung unterzogen. Sie erfolgte in einem Immersionsbad und in einem spezifisch modifizierten Superfusionsbad. Die Gewebe wurden mechanisch, elektrisch und pharmakologisch stimuliert

* Robert Schleip ist seit 1978 Rolfer und leitet das Fascia Research Project der Universität Ulm. Er ist liz. Feldenkrais Lehrer sowie Forschungsdirektor der European Rolfing Association e.V., Seine Forschungsergebnisse über aktive Faszienkontraktilität wurden mit dem Vladimir Janda Preis für muskuloskeletale Medizin 2006 ausgezeichnet.

und Veränderungen der Gewebespannung elektronisch erfasst. Unviables Faszien-Kontrollgewebe wurden zum Vergleich einbezogen, um die Rolle zellulärer Faktoren zu klären.

Ergebnisse

Die histologische Überprüfung ergab, dass normale Faszien von Myofibroblasten besiedelt sind. Die humane Lumbalfaszie mit ihrer scherengitterartigen Faserausrichtung zeigt im Vergleich mit anderen untersuchten Faszien von Menschen und Ratten eine höhere Myofibroblastendichte (Abb. 1). Allgemein variiert die Myofibroblastendichte zwischen verschiedenen Individuen stark. Die Daten legen eine positive Korrelation zwischen Myofibroblastendichte und körperlicher Aktivität nahe.

Es ließ sich zeigen, dass der zuvor in der Literatur erwähnte Steifkeitsanstieg in Reaktion auf wiederholte Dehnung in vitro auf Veränderungen der Matrix-Hydratation zurück zu führen ist. Unter elektrischer Stimulierung wurde keine Reaktion beobachtet. Dagegen ließen sich mit pharmakologischer Stimulation glattmuskel-ähnliche Kontraktionen auslösen. Hohe Dosen des Antihistaminikums Mepyramin erzielten die zuverlässigsten und anhaltendsten Effekte ($n = 29$, $p < 0{,}05$). Histamin und Oxytocin induzierten in einzelnen Faszien kurzzeitige Kontraktionen, und die Zugabe eines Stickoxid-Spenders löste in einzelnen Proben kurze Entspannungsphasen aus. Mit Epinephrin, Acetylcholin und Adenosin wurde hingegen keine Reaktionen erzielt. Die durch Mepyramin induzierten Kontraktionen wiesen sehr langsame und bis zu zwei Stunden anhaltende Reaktionsverläufe auf (Abb. 2). Da die histologische Untersuchung eine vermehrte Myofibroblastendichte in endo- und perimysialen intramuskulären Faszien ergeben hatte,[4] wurde Mepyramin auch auf Proben aus komplettem Muskelgewebe inkl. Faszienanteilen angewandt. Die resultierende kontraktile Reaktion ähnelte derjenigen der reinen Faszie und war folglich nicht auf eine myogene Kontraktion zurückzuführen.

Abb. 1: Typisches immunhistochemisches Schnittpräparat einer Lumbalfaszie vom Menschen. Die Pfeile weisen auf dunkel eingefärbte Stressfaserbündel mit glattmuskulärem α-Actin (ein differenzieller Marker für Myofibroblasten). Schnittbildlänge: 225 µm.

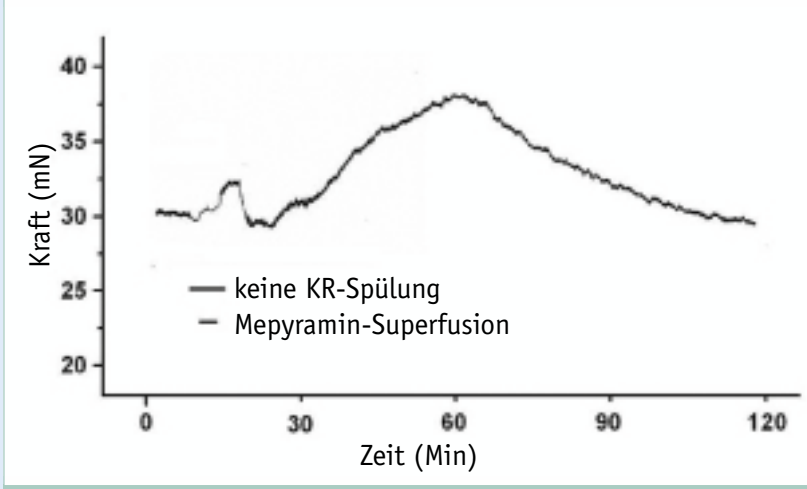

Abb. 2: Typische fasziale Reaktionskurve unter Mepyramin. Ein Bündel der Lumbalfaszie von der Ratte wird in einem Superfusionsbad 250 x 10^{-3}M Mepyramin ausgesetzt. Zum Zweck einer optimalen Gewebesättigung mit dem Wirkstoff wird die konstante Benetzung mit Krebs-Ringer-Lösung (KR) 2 min. vor Zugabe der Substanz (Mep) unterbrochen und 2 min. später wieder aufgenommen. Der kurze anfängliche Kraftanstieg geht auf die zeitweilige Gewichtszunahme des Gewebes durch die Mepyraminlösung zurück, die danach rasch wieder ausgewaschen wird. Man beachte die langsame und anhaltende Reaktionsdauer, ein typisches Merkmal der Reaktion von Fasziengewebe auf Mepyramin.

Die maximalen in vivo erzielten Kontraktionskräfte wurden umgerechnet und hypothetisch auf den Lumbalbereich beim Menschen angewandt. Die daraus resultierenden Kräfte sind groß genug, um eine Veränderung des normale muskuloskelettalen Verhaltens zu bewirken, etwa über eine Veränderung der mechanischen Gelenkstabilisierung oder die Gamma-motorische Regulation.

Schlussfolgerung

Diesen Studienergebnissen zufolge handelt es sich bei den Faszien aufgrund der darin vorliegenden Myofibroblasten um ein kontraktionsfähiges Organ. Diese Fähigkeit drückt sich einerseits durch chronische Gewebekontraktionen aus, die mit einem Gewebe-Remodelling einhergehen, andererseits durch der glat-

ten Muskulatur ähnelnde zelluläre Kontraktionen, die über Minuten bis Stunden anhalten und kräftig genug sein können, um die Stabilität im unteren Rücken und andere Aspekte der Biomechanik des Menschen zu beeinflussen. Hieraus ergeben sich Konsequenzen für das Verständnis und den klinischen Umgang mit solchen Pathologien, die mit einer verstärkten oder verringerten myofaszialen Steifigkeit einhergehen (etwa Kreuzschmerzen, Spannungskopfschmerz, Instabilität der Wirbelsäule oder Fibromyalgie). Weiterhin eröffnen sich dadurch neue Einsichten für die auf Faszien ausgerichteten Behandlungsansätze, wie Osteopathie, Rolfing, Myofascial Release oder Akupunktur. Eine weitere Erforschung der faszialen Kontraktilität ist angezeigt und vielversprechend.

Die Studie wurde durch Zuwendungen folgender Institutionen unterstützt: International Society of Biomechanics (USA), Rolf Institute of Structural Integration, European Rolfing Association e.V. (Deutschland).

Literatur

1 Yahia LH, Pigeon P, DesRosiers EA: Viscoelastic properties of the human lumbodorsal fascia. J Biomed Eng 15: 425-429 (1993)
2 Staubesand J, Li Y: Zum Feinbau der Fascia cruris mit besonderer Berücksichtigung epi- und intrafaszialer Nerven. Manuelle Medizin 34: 96-200 (1996)
3 Schleip R, Klingler W, Lehmann-Horn F: Active fascial contractility: fascia may be able to contract in a smooth muscle-like manner and thereby influence musculoskeletal dynamics. Med Hypotheses 65: 273- 277 (2005)
4 Schleip R, Naylor IL, Ursu D, Melzer W, Zorn A, Wilke HJ, Lehmann-Horn F, Klingler W: Passive muscle stiffness may be influenced by active contractility of intramuscular connective tissue. Med Hypotheses 66: 66-71 (2006)

Korrespondenzadresse:

Dr. biol.hum. Dipl.Psych.
Robert Schleip
Georgenstr.22
80799 München
info@fasciaresearch.de

Übersetzung: Gerlinde Supplitt, Hamburg

Anzeige