

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/319868215>

Relevanz myofaszialer Ketten in der Bewegungstherapie muskuloskeletaler Erkrankungen: Kritische...

Article in *manuelletherapie* · September 2017

DOI: 10.1055/s-0043-116696

CITATIONS

0

READS

3

2 authors, including:



Frieder Krause

Goethe-Universität Frankfurt am Main

13 PUBLICATIONS 34 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Myofascial Force Transmission [View project](#)



Effects and Mechanisms of Foam Rolling [View project](#)

Relevanz myofaszialer Ketten in der Bewegungstherapie muskuloskeletaler Erkrankungen

Kritische Literaturübersicht

Relevance of Myofacial Chains in Movement Therapy of Musculoskeletal Diseases

Critical Literature Overview

F. Krause^{1,2} | J. Wilke¹

¹Abt. Sportmedizin, Goethe-Universität Frankfurt

²reaktiv – Zentrum für Sport- und Physiotherapie, Kronberg

eingereicht: 8.2.2017 | akzeptiert: 27.2.2017

Zusammenfassung

Nach neuen Erkenntnissen der Fasziensforschung sind die Muskeln des menschlichen Körpers durch kollagenes Bindegewebe miteinander verbunden. Diese Verbindung scheint mechanische Relevanz zu besitzen. Weder die morphologische Kontinuität noch der Krafttransfer lassen sich jedoch auf die Wirkung myofaszialer Ketten reduzieren. Vielmehr fungiert das menschliche Faszien-system als multidirektionales Kontinuum.

Obwohl für konkrete Therapieverfahren bislang nur schwache Evidenz vorliegt, scheint ein holistischer Ansatz sinnvoll, der den Therapieblickwinkel nicht auf den Ort der Symptomlokalisation einschränkt.

Schlüsselwörter

myofasziale Ketten | Bindegewebe | Krafttransfer

Einleitung

Viele Therapeuten nutzen in ihrer täglichen Arbeit Konzepte, die auf der Idee körperweiter myofaszialer Ketten beruhen. Grundgedanke für diese Konzepte und deren Einsatz in Therapie und Training ist eine direkte anatomisch-morphologische Verbindung einzelner Komponenten des Bewegungssystems mittels faszialer Gewebe. Über diese Verbindungen soll ein longitudinaler (direkt in Muskelzugrichtung verlaufender) Kraftübertrag möglich sein.

Neue Erkenntnisse zum Aufbau und der Funktion, aber auch eine neue Nomenklatur bezüglich faszialer Gewebe machten die Integration des Bindegewebes sowie myofaszialer Ketten im Rahmen der Therapie zusätzlich populär.

Der folgende Beitrag gibt einen kritischen Überblick über die aktuelle Forschungslage zur Existenz und praktischen Relevanz myofaszialer Ketten und leitet Ansätze für deren Integration in die Therapie- und Trainingspraxis ab.

Histologische und anatomische Grundlagen

Bezüglich der Definition und Nomenklatur des menschlichen Faszien-gewebes ist in den letzten Jahren eine Art Paradigmen-

Abstract

According to current fascia research human muscles are linked by collagenous connective tissue. These links seem to have mechanical relevance. However, neither morphologic continuity nor force transmission can be reduced to the effects of myofascial chains. In fact, the human fascial system acts as a multidirectional continuum.

Although there is currently only poor evidence for specific therapy modalities, a holistic approach seems to be reasonable which does not restrict the therapy perspective to the area of symptom location.

Keywords

myofascial chains | connective tissue | force transmission

wechsel zu erkennen. Entgegen älterer und enger gefasster Definitionen [32, 42] wird der Fasziensbegriff heute deutlich weiter verstanden und schließt jegliche dichten kollagenen Gewebe ein, deren Architektur primär durch lokale Zugbelastungen geformt wird [31]. Diese Definition umfasst demnach ebenfalls das intramuskuläre Bindegewebe, den Kapsel- und Bandapparat sowie Sehnen und Aponeurosen. Grundlegende Gemeinsamkeit all dieser Gewebe ist der hohe Gehalt an kollagenen Fasern, die jeweils in Dichte und Regularität bzw. Ausrichtung variieren. Die eigentliche Muskel- oder Myofaszie – auch als tiefe Faszie oder Fascia profunda bezeichnet [21] – umgibt den Skelettmuskel und dessen Epimysium. Sie ist aus mehreren Schichten dichten, faserigen Bindegewebes aufgebaut, welche durch Einschlüsse losen Bindegewebes (Hyaluronsäure) voneinander getrennt sind [35, 37]. Laborexperimente liefern zudem Erkenntnisse über den Zusammenhang des Wassergehaltes des Gewebes sowie seiner Festigkeit [30].

Weiter ist Faszien-gewebe stark mit Mechano- und Schmerzrezeptoren durchsetzt [33, 34, 35, 37, 39, 46]. Aktuelle In-vivo-Untersuchungen liefern in diesem Zusammenhang erste Hinweise auf

Tab. 1 Übersicht der myofaszialen Stationen der 3 verifizierten Verbindungen [25, 44]

myofasziale Kette	Stationen
Superficial Back Line/oberflächliche Rückenlinie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plantarfaszie/Plantaraponeurose ■ M. gastrocnemius/Achillessehne ■ ischiokrurale Muskulatur (M. biceps femoris, M. semitendinosus, M. semimembranosus) ■ Lig. sacrotuberale ■ sakrolumbale Faszie/M. erector spinae
Back Functional Line/funktionelle Rückenlinie	<ul style="list-style-type: none"> ■ Patellasehne ■ M. vastus lateralis ■ M. gluteus maximus ■ lumbodorsale Faszie/thorakolumbale Faszie ■ M. latissimus dorsi (kontralaterale Seite)
Front Functional Line/funktionelle Frontallinie	<ul style="list-style-type: none"> ■ M. adductor longus ■ M. rectus abdominis (kontralaterale Seite) ■ M. pectoralis major

die Bedeutung faszialer Gewebe bei der Schmerzwahrnehmung. Schilder et al. [27] injizierten eine hypertone (schmerzauslösende) oder isotone (nicht schmerzauslösende) Salzlösung in die thorakolumbale Faszie, in den Subkutanraum oder direkt in die Muskulatur auf Höhe des 3. bis 4. Lendenwirbels. Sowohl die höchste Schmerzwahrnehmung als auch die Schmerzdauer sowie der Bereich der Schmerzausstrahlung waren bei Injektion in die Faszie signifikant höher bzw. größer als bei den anderen Versuchsbedingungen.

Ähnliche Ergebnisse fand eine dänische Arbeitsgruppe nach experimenteller Muskelkaterinduktion: Die umliegende Faszie reagierte deutlich stärker auf schmerzauslösende Reize als der jeweilige Muskel [12]. Dementsprechend folgerten die Autoren, dass fasziale Gewebe sowohl hinsichtlich der Schmerzwahrnehmung bei unspezifischen Rückenschmerzen als auch bei Muskelkater eine Rolle spielen können.

Ebenso konnten kontraktile Zellen (sogenannte Myofibroblasten) im tierischen und menschlichen Faszienewebe nachgewiesen werden [5, 28, 47]. Kontraktionen dieser Zellen verlaufen allerdings zum einen unwillkürlich und zum anderen in einem Zeitraum von Minuten bis Stunden ab [28, 29]. Interessanterweise waren Faszienkontraktionen auch ohne Beteiligung kontraktiler Elemente messbar [30]. Kontraktionen gingen hier mit Veränderungen des Wassergehaltes einher, sodass die Hydratation des Gewebes als ein entscheidender Faktor bei Veränderungen der Gewebesteifigkeit angenommen wird [30]. Eine willkürliche, spontane Anspannung der Faszie scheint vor dem Hintergrund der aktuellen Studienlage daher unwahrscheinlich. Nichtsdestotrotz kann eine aktive Kontraktion bzw. eine übermäßige Aktivität kontraktiler Myofibroblasten auf lange Sicht zur Entstehung oder dem Fortbestehen pathologischer Veränderungen im Bereich des Bindegewebes (z. B. bei Krankheitsbildern wie Frozen Shoulder oder Morbus Dupuytren) beitragen [19].

Myofasziale Ketten

Es existieren zahlreiche Konzepte körperweiter myofaszialer Verbindungen wie das der „Anatomy Trains“ von Thomas Myers [23, 24, 25]. Entgegen beispielsweise den vom deutschen Anatomen Kurt Tittel beschriebenen Muskelschlingen, der von einer funktionellen Kopplung einzelner Muskeln bei komplexen Bewegungsabläufen ausgeht [40], beschreibt Myers eine direkte anatomisch-morphologische Verbindung einzelner Komponenten des Bewegungssystems mittels faszialer Gewebe, über die ein longitudinaler Spannungsübertrag möglich sein soll [23, 24, 25]. Entsprechend der neueren Definition faszialer Gewebe kommen neben der eigentlichen Muskelfaszie auch Bandstrukturen (z. B. Lig. sacrotuberale), mehr aponeurotisch geprägte Strukturen (z. B. Plantaraponeurose oder iliobtibialer Trakt) oder auch der eigentliche Muskel mit seinem ausgeprägten intermuskulären Bindegewebe sowie dessen Ansatz am Knochen (Sehne) für einen Transfer von Spannung oder Kräften infrage. Myers beschreibt in seinem Konzept insgesamt 11 myofasziale Ketten, die jeweils an Körpervorder- oder -rückseite, teilweise auch spiralförmig um den gesamten Körper verlaufen [23, 24, 25].

Der wissenschaftliche Beleg dieser myofaszialen Verbindungen und eines entsprechenden Kraftübertrags im menschlichen Körper steht bisher noch aus. Wissenschaftlich gut untersucht ist ein Kraft- und Spannungsübertrag quer bzw. lateral zur Muskelzugrichtung, etwa zwischen benachbarten Muskeln innerhalb eines faszialen Kompartiments oder zwischen Synergisten und Antagonisten [16, 17, 22].

In einer systematischen Übersichtsarbeit zur Existenz von 6 der von Myers [23, 24, 25] beschriebenen Verbindungen fand unsere Arbeitsgruppe insgesamt 62 relevante Studien. Die Studienqualität (erhoben mittels QUACS-Skala [43]) war – unter anderem aufgrund des teilweise höheren Alters der eingeschlossenen Studien – relativ heterogen. Insgesamt ergab sich allerdings eine gute Evidenz für die Existenz von 3 der untersuchten myofaszialen Ketten (Superficial Back Line – oberflächliche Rückenlinie; Back Functional Line – funktionelle Rückenlinie; Front Functional Line – funktionelle Frontallinie; [44]). Eine Übersicht der jeweiligen myofaszialen Komponenten der 3 verifizierten Ketten ist in ► **Tab. 1** dargestellt.

Neben diesen in ihrer Gänze verifizierten myofaszialen Ketten ließen sich allerdings für andere Ketten lediglich in Teilen Hinweise für myofasziale Kontinuitäten finden. Zudem bleibt zu beachten, dass myofasziale Kontinuitäten nicht in Ketten, sondern multidirektional arrangiert sind. So strahlt etwa im Bereich der oberen Extremität die Faszie des M. pectoralis major in die Brachialfaszie ein [36]. Auch der M. gluteus maximus ist nicht nur kaudal mit dem M. vastus lateralis und kranial mit der Fascia thoracolumbalis bzw. dem M. latissimus dorsi verbunden. Der größte Teil etwa entspringt kranial am Ilium (17%) und setzt kaudal am Sakrum (29% seines Gesamtvolumens) an, korrespondiert aber eben auch mit dem Lig. sacrotuberale (mit 16%) oder der Faszie des M. gluteus medius (zu 8%; [3]).

Myofaszialer Spannungsübertrag

Die reine morphologische Existenz myofaszialer Verbindungen impliziert nicht notwendigerweise eine praktische Relevanz im

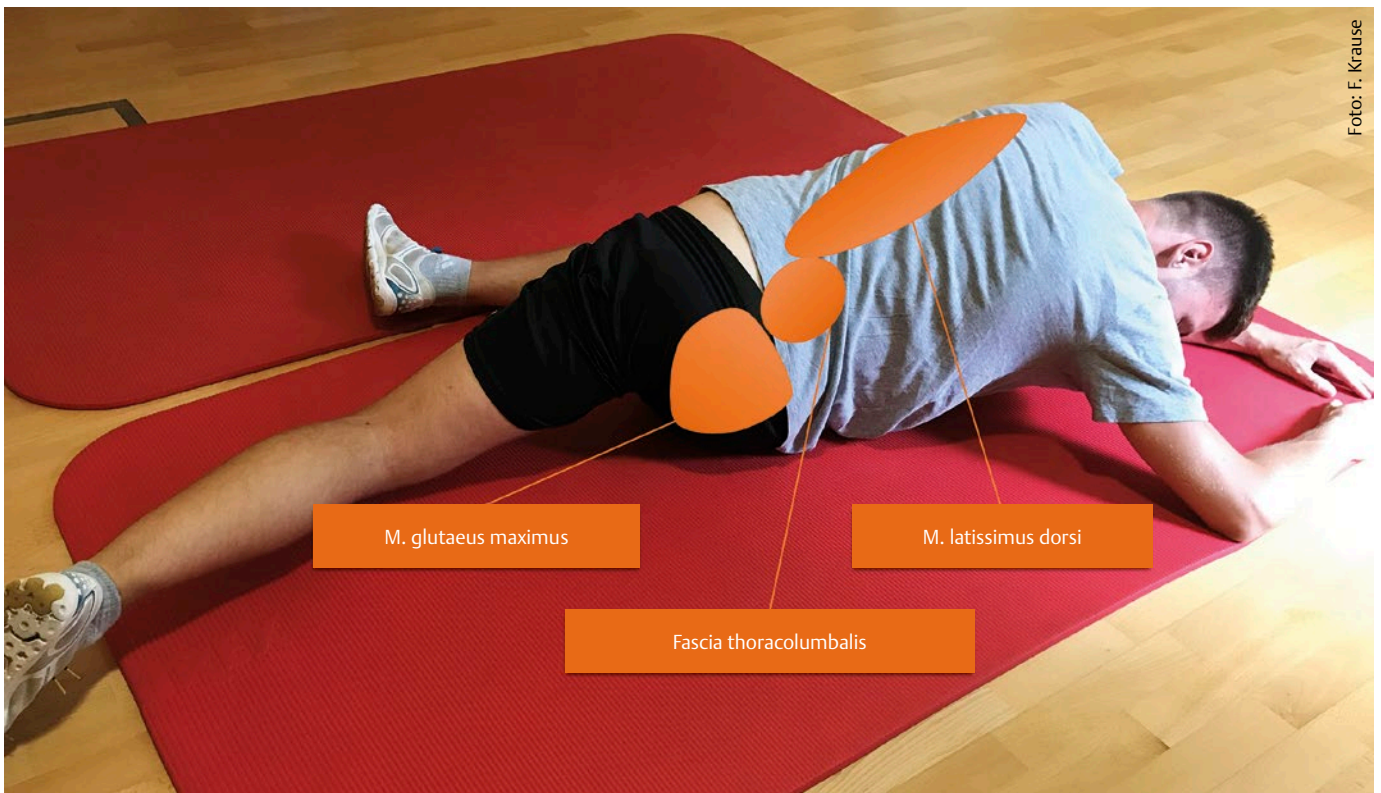


Foto: F. Krause

Abb. 1 Dehnung auf Basis der funktionellen Rückenlinie.

lebenden menschlichen Körper. Entscheidend ist hier unter anderem ein möglicher Kraftübertrag zwischen den verbundenen Geweben. In einem 2. Schritt überprüften die Autoren dies daher innerhalb der 3 verifizierten myofaszialen Ketten, zunächst ebenfalls mittels einer systematischen Literaturanalyse. Insgesamt konnten 9 Studien in die finale Auswertung eingeschlossen werden, die teilweise an Leichenpräparaten, teilweise an lebenden Menschen den Kraftübertrag zwischen den Stationen der genannten myofaszialen Ketten untersuchten. Für einen Kraftübertrag zwischen allen Stationen der oberflächlichen Rückenlinie gibt es demnach zumindest moderate Evidenz, für die beiden funktionellen Linien ergab sich kein konsistentes Bild [20].

Auch aktuelle In-vivo-Studien geben Hinweise auf einen Übertrag von Kräften, zumindest innerhalb der oberflächlichen Rückenlinie. So ließ sich die Beweglichkeit der HWS durch entfernte Dehnübungen der Waden- und hinteren Oberschenkelmuskulatur in gleichem Maße verbessern wie durch lokale Dehnübungen des Nackens [45], eine Self-Myofascial-Release-Anwendung an der Plantarfaszie verbesserte die Sit-and-Reach-Leistung [14] und die Beweglichkeit des Sprunggelenks scheint durch die Kopfposition beeinflusst [18].

Ein mechanischer Kraftübertrag im Verlauf myofaszialer Ketten liefert einen möglichen, allerdings nicht den einzigen Erklärungsansatz für die beschriebenen Befunde. Möglich ist, dass übungsinduzierte Ferneffekte ein Resultat kortikaler Adaptationen sind. Hierfür spräche, dass nicht lokale Beweglichkeitssteigerungen der HWS nach Dehnungsübungen der dorsalen Beinmuskeln (oberflächliche

Rückenlinie) in allen Bewegungsrichtungen auftreten (dementsprechend nicht nur wie erwartet in der Sagittalebene [45]).

In der Literatur sind zudem Ferneffekte zwischen der rechten und linken Körperhälfte [7] oder auch der oberen und unteren Extremität [2, 4] beschrieben, die sich eher nicht auf myofasziale Ketten zurückführen lassen. Als mögliche alternative Ursachen werden eine veränderte globale Dehntoleranz [4] und veränderte Wahrnehmung von Muskellänge oder -spannung [7] diskutiert.

Therapieansätze auf Basis myofaszialer Ketten

Zusätzlich zur noch ausstehenden Klärung der den Ferneffekten zugrundeliegenden Ursachen (mechanischer Kraftübertrag vs. kortikale Adaptation) besteht eine weitere Aufgabe künftiger Forschungsprojekte in der Ableitung anwendungsbezogener Empfehlungen. Zur Effektivität von Behandlungen konkreter Krankheitsbilder auf Basis myofaszialer Ketten existieren bis dato kaum wissenschaftliche Belege. Dennoch ist die Behandlung fernab der Symptomlokalisierung einen Versuch wert: Patienten mit Rückenschmerzen weisen teils eine erhöhte Stiffness der Hamstringmuskulatur auf [15]. Da Letztere über die oberflächliche Rückenlinie mit dem Rücken mechanisch verbunden ist, könnte eine Senkung der Stiffness sich auch dort auswirken. Für Patienten mit Schmerzen im Bereich des Sakroiliakgelenks könnte die Kräftigung von *M. latissimus dorsi* und *M. gluteus maximus* aufgrund der myofaszialen Verbindung und der daraus resultierenden stabilisierenden Funktion dieser Muskeln eine sinnvolle Therapieintervention darstellen [9, 41].



Abb. 2 Therapieansatz bei unspezifischen Schmerzen im Bereich der Plantaraponeurose oder der Achillessehne auf Basis der oberflächlichen Rückenlinie.
a Einbeziehen der Plantaraponeurose bei Beschwerden der Achillessehne. **b** Einbeziehen der Wadenmuskulatur bei Beschwerden im Bereich des plantaren Fußes.

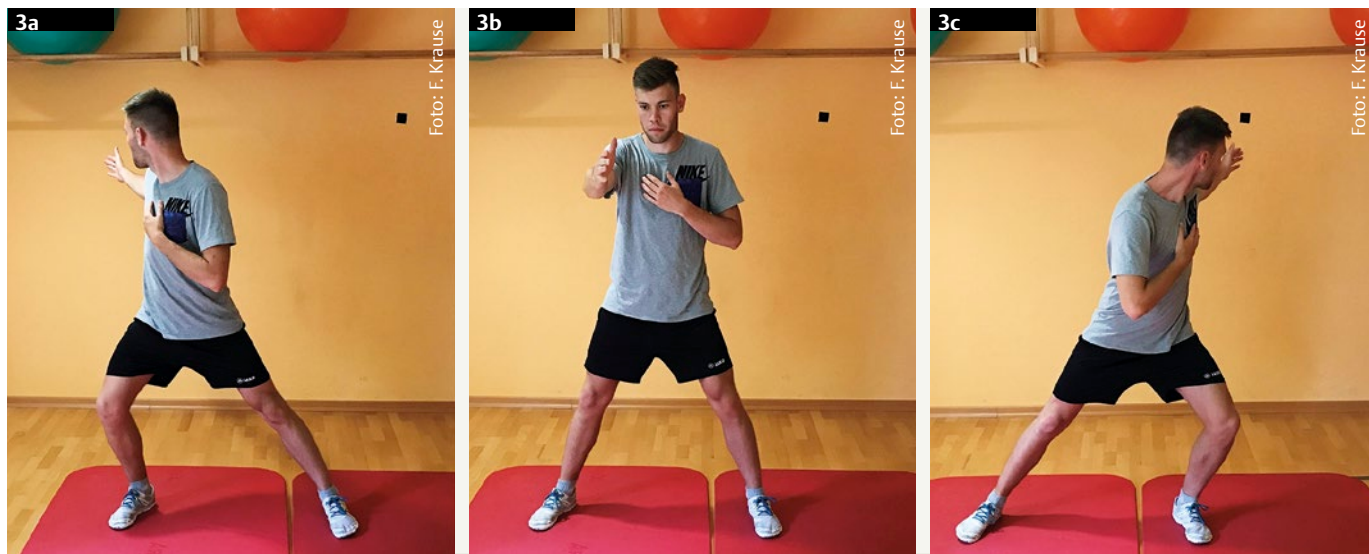


Abb. 3 Dynamische Dehnung auf Basis der funktionellen Frontallinie.

Auch bei der Plantarfasziitis/-fasziose zeigen sich Auffälligkeiten im Verlauf der Muskel-Faszien-Linie, die bei Vorliegen von Beschwerden ein potenzielles Behandlungsziel darstellen. Oft kommt es zu einer gegenüber dem Normalzustand versteiften Waden- und Hamstring-Muskulatur [6]. Kontrakturen im Bereich der Wadenmuskulatur und der Achillessehne gelten als Risikofaktoren für die Entstehung einer Plantarfasziitis an der

Fußunterseite [13, 26]. Dementsprechend liefert die Weiterleitung von Spannung zwischen diesen Strukturen einen möglichen Erklärungsansatz für die Entstehung und legt das Miteinbeziehen der Wadenmuskulatur in die Therapie der Plantarfasziitis nahe [11].

Für Therapeuten von Leistungssportlern ist insbesondere die schräge Frontallinie (M. pectoralis major, M. rectus abdominis, M.

adductor longus) von Interesse. Häufig vorkommende Leistenprobleme, z. B. bei Fußballspielern, sind häufig mit Zerrungen, Überlastungen oder Dysbalancen zwischen den großen Adduktoren und der geraden Bauchmuskulatur assoziiert [1, 8]. Teilweise treten beide Prozesse sogar nacheinander auf, was aufgrund der direkten Faserkontinuität der Faszien beider Muskeln erklärbar ist. Ein exzentrisches Krafttraining sowie regelmäßiges Stretching könnte deshalb als präventive wie therapeutische Maßnahme sinnvoll sein. Zu guter Letzt hat sich bei der Behandlung von Iliotibialband- Schmerzsyndromen am Knie das Miteinbeziehen der Hüftstrecker und -abduktoren als probates Mittel etabliert [10]. Dies scheint vor dem Hintergrund der direkten Faserkontinuität des M. gluteus maximus und der Fascia lata sowie dem Iliotibialtrakt als sinnvoll und zielführend.

Praxisbeispiele

Dehnungsübung auf Basis der funktionellen Rückenlinie

Durch eine Extensions- und Adduktionsstellung im Hüftgelenk werden der M. gluteus maximus und der kontralaterale M. latissimus dorsi mit einer Flexions- und Abduktionsstellung im Schultergelenk gedehnt (► Abb. 1). Als Bindeglied fungiert die Fascia thoracolumbalis, an der der M. gluteus maximus von kaudal und der M. latissimus dorsi von kranial ansetzt.

Therapieansatz bei unspezifischen Schmerzen im Bereich der Plantaraponeurose oder der Achillessehne auf Basis der oberflächlichen Rückenlinie

Bei Beschwerden der Achillessehne sollte aufgrund der Faserkontinuität die Plantaraponeurose in die Therapie miteinbezogen werden (► Abb. 2a). Ebenso sinnvoll erscheint daher auch das Einbeziehen der Wadenmuskulatur bei Beschwerden im Bereich des plantaren Fußes, z. B. mittels myofaszialer Release-Techniken mit Hartschaumball oder -rolle (► Abb. 2b).

Dehnungsübung auf Basis der funktionellen Frontallinie

Durch eine seitliche Ausfallschrittposition werden der M. adductor longus gedehnt, der M. rectus abdominis über eine Rotations- und leichte Extensionsbewegung im Rumpf gespannt und der M. pectoralis major über ein Rückschwingen des Armes dynamisch gedehnt (► Abb. 3, ► Abb. 4). Vor allem für Sportler mit Problemen im Bereich der Symphyse scheint ein Training auf Basis dieser myofaszialen Kette sinnvoll. Die dargestellte Übung eignet sich durch die dynamische Ausführung auch zur Integration in die Warm-up-Phase.

Schlussfolgerungen

Neue Erkenntnisse aus der Fasziensforschung belegen die Existenz myofaszialer Kontinuität: Die Muskeln des menschlichen Körpers sind nicht voneinander unabhängig, sondern mittels kollagenem Bindegewebe verbunden.

Die Verbindung von Muskel- und Fasziengewebe über Gelenke hinweg scheint zudem mechanische Relevanz zu besitzen. Studien am Leichenpräparat und experimentelle In-vivo-Untersuchungen deuten einen mechanischen Kraftübertrag an. Allerdings sind sowohl die morphologische Kontinuität als auch der Krafttrans-



Abb. 4 Dynamische Dehnungsübung.

fer nicht – wie durch entsprechende Konzepte propagiert – auf den Verlauf myofaszialer Ketten reduziert. Vielmehr fungiert das menschliche Fasziensystem als multidirektionales Kontinuum.

In Bezug auf konkrete therapeutische Ansätze existieren bis dato nur wenige Studien und die Ursachen für beobachtete Ferneffekte infolge von Kräftigungs- oder Dehninterventionen sind unklar (mechanischer Kraftübertrag vs. kortikale Adaptation). Dennoch erscheint ein holistischer Ansatz sinnvoll, der den Blickwinkel nicht auf den Ort der Symptomlokalisierung reduziert.

Literatur

1. Anderson K, Strickland SM, Warren R. Hip and groin injuries in athletes. *In: Am J Sports Med* 2001; 29: 521–533
2. Azevedo DC, Melo RM, Alves Corrêa RV, Chalmers G. Uninvolved versus target muscle contraction during contract: relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Phys Ther* 2011; 12: 117–121
3. Barker PJ, Hapuarachchi KS, Ross JA et al. Anatomy and biomechanics of gluteus maximus and the thoracolumbar fascia at the sacroiliac joint. *Clin Anat* 2014; 27: 234–240
4. Behm DG, Cavanaugh T, Quigley P et al. Acute bouts of upper and lower body static and dynamic stretching increase non-local joint range of motion. *Eur J Appl Physiol* 2016; 116: 241–249
5. Bhattacharya V, Barooah PS, Nag TC et al. Detail microscopic analysis of deep fascia of lower limb and its surgical implication. *Indian J Plast Surg* 2010; 43: 135–140
6. Bolivar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2013; 34: 42–48
7. Chaouachi A, Padulo J, Kasmi S et al. Unilateral static and dynamic hamstrings stretching increases contralateral hip flexion range of motion. *Clin Physiol Funct Imaging* 2017; 37: 23–29

8. Choi H, McCartney M, Best TM. Treatment of osteitis pubis and osteomyelitis of the pubic symphysis in athletes: a systematic review. *Br J Sports Med* 2011; 45: 57–64
9. Foley BS, Buschbacher RM. Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *Am J Phys Med Rehabil* 2006; 85: 997–1006
10. Fredericson M, Wolf C. Iliotibial band syndrome in runners: innovations in treatment. *Sports Med* 2005; 35: 451–459
11. Garrett TR, Neibert PJ. The effectiveness of a gastrocnemius-soleus stretching program as a therapeutic treatment of plantar fasciitis. *J Sport Rehabil* 2013; 22: 308–312
12. Gibson W, Arendt-Nielsen L, Taguchi T et al. Increased pain from muscle fascia following eccentric exercise: animal and human findings. *Exp Brain Res* 2009; 194: 299–308
13. Goff JD, Crawford R. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis. *Am Fam Physician* 2011; 84: 676–682
14. Grieve R, Goodwin F, Alfaki M et al. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2015; 9: 544–552
15. Halbertsma JP, Goeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82: 232–238
16. Huijing PA, van de Langenberg RW, Meesters JJ, Baan GC. Extramuscular myofascial force transmission also occurs between synergistic muscles and antagonistic muscles. *J Electromyogr Kinesiol* 2007; 17: 680–689
17. Huijing PA. Epimuscular myofascial force transmission: a historical review and implications for new research. International Society of Biomechanics Muybridge Award Lecture, Taipei 2007. *J Biomech* 2009; 42: 9–21
18. Hyong IH, Kim JH. The Effect of Forward Head on Ankle Joint Range of Motion and Static Balance. *J Phys Ther Sci* 2012; 24: 925–927
19. Klingler W, Velders M, Hoppe K, Pedro M, Schleip R. Clinical relevance of fascial tissue and dysfunctions. *Curr Pain Headache Rep* 2014; 18: 439
20. Krause F, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Intermuscular force transmission along myofascial chains: a systematic review. *J Anat* 2016; 228: 910–918
21. Langevin HM, Huijing PA. Communicating About Fascia: History, Pitfalls, and Recommendations. *Int J Ther Massage Bodywork* 2009; 2: 3–8
22. Maas H, Sandercock TG. Are skeletal muscles independent actuators? Force transmission from soleus muscle in the cat. *J Appl Physiol* 2008; 104: 1557–1567
23. Myers TW. The 'anatomy trains'. Part 1. *J Bodyw Mov Ther* 1997; 1: 91–101
24. Myers TW. The 'anatomy trains'. Part 2. *J Bodyw Mov Ther* 1997; 1: 135–145
25. Myers TW. *Anatomy trains. Myofascial meridians for manual and movement therapists.* Edinburgh: Churchill Livingstone; 2013.
26. Pascual Huerta J. The Effect of the Gastrocnemius on the Plantar Fascia. *Foot Ankle Clin* 2014; 19: 701–718
27. Schilder A, Hoheisel U, Magerl W et al. Sensory findings after stimulation of the thoracolumbar fascia with hypertonic saline suggest its contribution to low back pain. *Pain* 2014; 155: 222–231
28. 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* 2005; 65: 273–277
29. Schleip R, Naylor IL, Ursu D et al. Passive muscle stiffness may be influenced by active contractility of intramuscular connective tissue. *Med Hypotheses* 2006; 66: 66–71
30. Schleip R, Duerselen L, Vleeming A et al. Strain hardening of fascia: static stretching of dense fibrous connective tissues can induce a temporary stiffness increase accompanied by enhanced matrix hydration. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16: 94–100
31. Schleip R, Jäger H, Klingler W. What is 'fascia'? A review of different nomenclatures. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16: 496–502
32. Standring S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice.* Amsterdam: Elsevier; 2008
33. Staubesand J, Li Y. Zum Feinbau der Fascia cruris mit besonderer Berücksichtigung epi- und intrafaszieller Nerven. *Man Med* 1996; 34: 196–200
34. Stecco C, Porzionato A, Macchi V et al. Histological characteristics of the deep fascia of the upper limb. *Ital J Anat Embryol* 2006; 111: 105–110
35. Stecco C, Porzionato A, Lancerotto L et al. Histological study of the deep fasciae of the limbs. *J Bodyw Mov Ther* 2008; 12: 225–230
36. Stecco A, Macchi V, Stecco C et al. Anatomical study of myofascial continuity in the anterior region of the upper limb. *J Bodyw Mov Ther* 2009; 13: 53–62
37. Stecco C, Stern R, Porzionato A et al. Hyaluronan within fascia in the etiology of myofascial pain. In: *Surgical and radiologic anatomy* : SRA 2011; 33: 891–896
38. Stecco A, Gesi M, Stecco C, Stern R. Fascial components of the myofascial pain syndrome. *Curr Pain Headache Rep* 2013; 17: 352
39. Tesarz J, Hoheisel U, Wiedenhofer B, Mense S. Sensory innervation of the thoracolumbar fascia in rats and humans. *Neurosci* 2011; 194: 302–308
40. Tittel K, Seidel E. *Beschreibende und funktionelle Anatomie.* München: Kiemer; 2012
41. Vleeming A, Stoeckart R, Snijders CJ. The sacrotuberous ligament: a conceptual approach to its dynamic role in stabilizing the sacroiliac joint. *Clin Biomech* 1989; 4: 201–203
42. Wendell-Smith CP. Fascia: an illustrative problem in international terminology. *SRA* 1997; 19: 273–277
43. Wilke J, Krause F, Niederer D et al. Appraising the methodological quality of cadaveric studies: validation of the QUACS scale. *J Anat* 2015; 226: 440–446
44. Wilke J, Krause F, Vogt L, Banzer W. What Is Evidence-Based about Myofascial Chains: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil* 2016; 97: 454–461
45. Wilke J, Vogt L, Niederer D, Banzer W. Is remote stretching based on myofascial chains as effective as local exercise? A randomised-controlled trial. *J Sports Sci* 2016; 35: 2021–2027
46. Yahia L, Rhalmi S, Newman N, Isler M. Sensory innervation of human thoracolumbar fascia. An immunohistochemical study. *Acta Orthop Scand* 1992; 63: 195–197
47. Yahia LH, Pigeon P, DesRosiers EA. Viscoelastic properties of the human lumbo-dorsal fascia. *J Biomed Eng* 1993; 15: 425–429

AUTOR

Frieder Krause, M.A.
 Abt. Sportmedizin
 Goethe-Universität Frankfurt
 Ginnheimer Landstr. 39
 60487 Frankfurt/M.
 krause@sport.uni-frankfurt.de

BIBLIOGRAFIE

DOI 10.1055/s-0043-116696
 manuelletherapie 2017; 21: 189–194
 © Georg Thieme Verlag KG
 Stuttgart · New York · ISSN 1433-2671