

Therapie bei Verletzungen der **Faszien**



Kaum eine Sportverletzung ohne fasziale Beteiligung – Gezieltes Faszien-Training unterstützt die Regeneration nach Verletzungen und hält den Körper in Form

Stefan Dennenmoser

Autoren-PDF für private Zwecke des Autors

Aufbau und Funktion der Faszien

Faszien sind per Definition das trennende und zugleich dreidimensional verbindende Strukturelement des Körpers. Sie umgeben jede funktionelle Einheit und verbinden diese viskoelastisch mit auch weit entfernten Strukturen [1]. Im Rahmen des muskulären Bindegewebes zählen dazu das Endomysium (Zellhaut), das Perimysium (Zusammenfassung von Faserbündeln) und das Epimysium (äußere Muskelhülle), die dann in die jeweilige Sehne übergehen. Faszien sind kontinuierlich mit Bändern, Gelenkkapseln sowie mit der Knochenhaut verbunden [2]. Diese dreidimensionale Netzwerkarchitektur führt dazu, dass mitunter der gefühlte Schmerz und dessen Ursache lokal nicht übereinstimmen, sondern weit entfernt voneinander liegen können. Ebenfalls sind Wirkungen über die Körpersysteme hinweg nicht selten, wenn sie z. B. Verbindungen zwischen viszeralen und parietalen Strukturen betreffen [3].

Faszien bestehen aus Kollagenfasern (vorwiegend Typ I) und Wasser sowie darin gelösten Nährstoffen. Glykosaminoglykane (v. a. Hyaluronsäure) und Glykoproteine (Fibronectin, Laminin) sind für die Wasserbindung verantwortlich bzw. fungieren als verbindende Klebproteine. Fibroblasten bauen die Faserstrukturen des Gewebes je nach individueller Beanspruchung auf. So variiert die Dicke und Stabilität der Myofaszien abhängig von der körperlichen Belastung und der regelmäßigen Tätigkeit. Beim Laufsportler findet man bspw. an der Oberschenkelaußenseite eine deutlich verstärkte Fascia lata,

während diese bei Rollstuhlfahrern als sehr weiche Struktur tastbar ist [4]. Der jeweilige Gebrauch des Körpers und die psychomotorische Entwicklung des Einzelnen führen zu unterschiedlichen Anpassungen an Gewohnheiten und Belastungen, die sich im Zusammenhang mit der Schwerkraft als individuelle Spannungslinien im Körper abzeichnen. Im Grunde resultiert daraus die jeweilige persönliche Grundhaltung, die, im Falle von Dysbalancen, zu einem dazu passenden Überlastungssyndrom führen kann.

Bei jungen Sportlern findet man die Kombination von gesunder Vorspannung und Elastizität im Kollagenfasernetz, welche Bewegungen mühelos und ökonomisch erscheinen lassen [5]. Mit fortschreitendem Alter und bei Bewegungsarmut verändert sich jedoch die regelmäßige und feine Wellenstruktur der kollagenen Fasern über Bildung von Cross-Links zu verfilzten und spröden Strukturen (**Abb. 1**). Eine elastische Bewegung ist mit diesem verklebten Gewebe schwer zu realisieren, vielmehr ist es von undifferenzierten Bewegungen und Verletzungsanfälligkeit geprägt. Der kollagene Verfilzungsprozess ist jedoch durch geeignetes Training aufzuhalten und darüber hinaus sogar reversibel [6].

Faszienspezifische Verletzungen

Die meisten Sportverletzungen sind faszieller Natur. Bereits der sog. Muskelkater weist deutliche Entzündungszeichen im Epimysium

Zusammenfassung

Faszien umgeben jede funktionelle Einheit, sie sind zugleich trennendes und verbindendes Strukturelement des Körpers. Sportverletzungen sind häufig faszialer Natur. Sie treten bei Leistungs- wie auch Freizeitsportlern als Zeichen eines Übertrainings auf, aber auch bei gelegentlichen Alltagsüberlastungen. Typische Verletzungen sind bereits der Muskelkater, Muskelzerrungen, Faserrisse, Überlastungssyndrome oder postoperative Narben.

Ein gezieltes Faszientraining führt zu besserer Beweglichkeit, Leistungssteigerung, beugt Verletzungen vor und sorgt nach Verletzungen für eine raschere Regeneration. Das Training umfasst spezielle Übungen sowie Hilfsmittel, die im Beitrag anhand häufiger Verletzungsbeispiele vorgestellt werden.

auf, die mehr zum Schmerzgeschehen beitragen als die bekannten Mikrorupturen der Z-Scheiben im Aktin-Myosin-Komplex [7]. Umso mehr sind Zerrungen, Faserrisse, Tendinosen, Bandrupturen und Knochenhautreizungen als fasziale Verletzungen anzusehen. Einerseits treten diese beim ambitionierten Freizeitsportler auf, wenn dieser seine Leistungsgrenze überschreitet und länger oder härter trainiert als er normalerweise gewohnt ist. (Auch gelegentliche Alltagsüberlastungen wie Gartenarbeit, Schneeschippen, Heben schwerer Lasten usw. könnte man in dieser Kategorie mit aufführen.) Andererseits finden wir auch beim Profisportler gehäuft fasziale Probleme als Zeichen eines Übertrainings bzw. aufgrund zu geringer Regenerationszeiten zwischen den Trainingseinheiten, was zu direkten Reizungen bzw. Schädigungen der Bindegewebsstrukturen oder zu einer erhöhten Verletzungsanfälligkeit führt. Generell lassen sich diese Schädigungen in 2 Gruppen einteilen: einerseits eine Veränderung der Grundsubstanz, einschließlich deren Viskosität und andererseits die Beschädigung der kollagenen Fasern selbst.

Veränderungen der Grundsubstanz

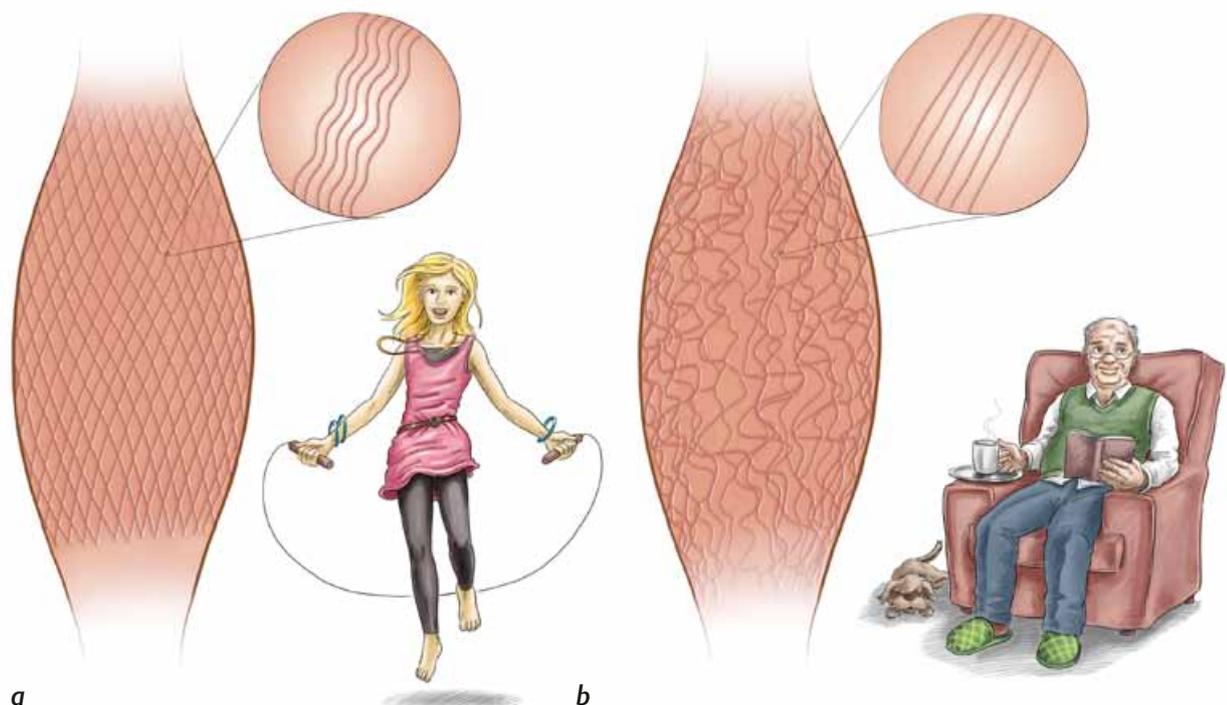
Die Viskosität des Bindegewebes hängt in erster Linie von der Beschaffenheit der Grundsubstanz ab. Das wasserbindende Hyaluron spielt dabei eine entscheidende Rolle. Liegt es in ausreichendem Maß und in kurzketzigem Zustand vor, dient es als dünnflüssige Gleitschicht zwischen den einzelnen Kollagenfasern und -schichten. Baut es sich zu langen Ketten zusammen, erhöht sich dessen Viskosität und man stellt eine Verdickung bzw. Verhärtung des Bindegewebes fest. Dieser Effekt tritt nach sportlicher Belastung auf, v. a. wenn diese mit einer muskulären oder/und ernährungsbedingten Übersäuerung einhergeht [8]. Sportler beklagen dann eine temporäre Nachbelastungs-Unbeweglichkeit. Im klinischen Bereich finden sich derlei Verklebungen z. B. in der Nackenmuskulatur und stehen im Verdacht, an chronischen Nackenbeschwerden beteiligt zu sein [9]. Gleichfalls gibt es Studien, die eine verminderte Gleitbeweglichkeit der Lumbalfaszie mit Schmerzen in diesem Bereich dokumentieren [10].

Die langen Hyaluronsäureketten sind glücklicherweise nicht temperaturstabil und fragmentieren bei 40 °C Körpertemperatur. Ein ausführliches Warmlaufen und Durchbewegen vor Beginn eines sportlichen Trainings gewinnt damit auch für die Faszien-schichten an Bedeutung und verhindert Distorsionsverletzungen im unaufgewärmten Zustand.

Faszien umgeben jede funktionelle Einheit und verbinden diese viskoelastisch auch mit weit entfernten Strukturen.

Abb. 1a Die Faszien junger Menschen zeigen eine deutliche Scherengitter-Ausrichtung der Kollagenfasern und eine mikroskopische Wellung (Crimp) der einzelnen Fasern. Auch geeignete sportliche Belastung führt langfristig zur Ausformung einer deutlichen Wellenstruktur.

Abb. 1b Im Gegensatz bewirkt Bewegungsmangel eine ungeordnete Architektur des Faser-netzwerks und eine verminderte Wellung der Einzelfasern.
©Illustration Adrian Sonnberger



Liegt schon eine Verletzung vor, ist die Anwendungen des nachfolgend beschriebenen Faszienrollens zu empfehlen. Der lokale Druck der Hartschaumrolle regt die Neuproduktion von Hyaluron an und verbessert damit die Qualität der Grundsubstanz und die Gleitfähigkeit kollagener Fasern [9]. Die mit dem Rollen einhergehende neurovegetative Schmerzverarbeitung hat sich zumindest im Leistungssport bewährt, wo es auf möglichst kurze Regenerationszeiten ankommt.

Kollagene Schäden

Durch Überdehnungen, Risse und Operationen treten Schädigungen in den kollagenen Fasern auf, die im Zuge der Heilung jeweils die 3 Phasen Entzündung, Proliferation und Neuausrichtung des Gewebes durchlaufen. Während der Entzündungsphase werden die Abwehrzellen aktiv, beseitigen das geschädigte Material und setzen die zweite Phase der Gewebswucherung in Gang. In dieser Phase formt sich eine relativ ungeordnete Kollagenstruktur, um die Wunde zu verschließen. Um die Heilung jedoch erfolgreich zu beenden, muss das Kollagen im Narbengewebe neu ausgerichtet und an die lokalen Spannungsverhältnisse angepasst werden. Dieser Prozess ist lang-

Die meisten Sportverletzungen sind faszialer Natur. Bereits der sog. Muskelkater weist deutliche Entzündungszeichen des muskulären Bindegewebes auf.

wierig und störanfällig: Man rechnet in Zeiträumen von Monaten, in denen das Gewebe wohllosiert belastet werden muss. Sowohl eine Unter- als auch eine Überforderung in diesem Zeitraum würden den Heilungsprozess in die Länge ziehen. Der z. B. im Fußball verbreitete verfrühte Einsatz verletzter Spieler endet oftmals mit einer Re-Traumatisierung vorgeschädigter Strukturen, andererseits muss die Rehabilitation auch frühestmöglich einsetzen, um die Bildung von immobilisationsbedingten Cross-Links zu reduzieren.

Beispiele für Faszienverletzungen

Muskelkater

Trifft eine (v. a. exzentrische) Belastung auf eine nicht genügend trainierte Muskulatur, entsteht Muskelkater. Man stellt sowohl eine Mikrotraumatisierung der Z-Scheiben fest, als auch eine Entzündungsreaktion im Epimysium. Vor allem Letztere wirkt schmerzhaft und bewegungshemmend. Um die Reparatur der Schädigungen zu beschleunigen, empfehlen sich stoffwechselaktivierende Maßnahmen ohne erneute Strukturbelastung. Um dem Schmerz entgegenzuwirken, ist eine Entlastung der Muskelhülle über Kompressionsbandagen (oder Kompressionskleidung) möglich. Allerdings sollte auch dann keine erneute Überspannung auf die Muskulatur wirken, der Muskelkater würde sich erheblich verstärken!

Die langsame und vorsichtige Behandlung mit Faszienrollen wird ebenfalls erfolgreich angewandt, ist jedoch deutlich schmerzhafter

in der Anwendung als mit entspannter Muskulatur. Auch ein vorsichtiges, aktives Dehnen kann die Regeneration deutlich beschleunigen.

Muskelzerrung und Faserriss

Eine Überdehnung der Muskel-Sehnen-Einheit bzw. ein plötzlich einsetzender Widerstand führen häufig zu Zerrungen und Rissen innerhalb der Muskulatur. Handelt es sich dabei um einige wenige Fasern, ist diese Verletzung zwar schmerzhaft und langwierig, kann aber konservativ behandelt werden. Unterstützend zum PECH-Schema bewährt sich die intensive Anwendung von Faszienrollen im gezerrten Areal. Die positive Wirkung der Behandlung hat wohl v. a. neuronale Gründe, indem die absteigenden hemmenden Bahnen aktiviert werden und eine analgetische Wirkung eintritt. Die Muskulatur gewinnt dadurch an Resilienz und ist oftmals kurzfristig wieder einsetzbar.

Ebenfalls über neuronale Bahnen wirkt ein faszienspezifisches, elastisches Taping, um geschädigte Areale zu stabilisieren und Bewegungsmuster unbewusst zu optimieren. Weit verbreitet und durch die auffällige Farbgebung auch schwer zu verbergen, finden sich die bunten Streifen inzwischen auch beim Hobbysportler und in den Regalen der Discounter, wenngleich die Qualität der Klebestreifen sehr unterschiedlich ausfällt.

Überlastungssyndrome

Sehnenreizungen und -entzündungen, Faszitis, Fersensporn oder Tennisarm deuten auf eine Fehl- oder Überlastung betroffener Strukturen hin. Solange die Beschwerden nicht aus erzwungenen stereotypen Bewegungen (repetitive motion injuries) resultieren, sollte nach den haltungsbedingten Ursachen gesucht werden. So stehen Überlastungen der Plantarfaszie und der Achillessehne oft in Verbindung mit einer fixierten BWS-Kyphosierung, der Tennisarm mit einer Dysbalance des Schultergürtels und des Atemmusters, Kniebeschwerden mit Fehlstellungen der benachbarten Gelenke. Auf der anderen Seite ist mitunter auch eine schlechte Ausrüstung für die Überlastung verantwortlich, wobei auch hier auf die Besonderheiten des Anwenders eingegangen werden muss: Die Fersendämpfung, die dem einen zur Knieschonung dient, kann beim anderen die Fußheber überfordern und ein Schienbeinkantensyndrom auslösen.

Insofern sind hier bald die Grenzen der Selbstbehandlung erreicht und der Patient sollte sich ggf. bei einem Osteopathen oder Rolfing®-Therapeuten vorstellen, der eine solche Fehlhaltung erkennen und adäquat behandeln kann.

Rückenschmerzen

Als zentrale Struktur der aufrechten Haltung und der Bewegungsübertragung von den Beinen auf den Rumpf [12] nimmt die Lumbalfaszie eine (manchmal schmerzhaft) Sonderrolle ein. Ein Großteil der Rückenschmerzen mit ungeklärter Ursache scheint in Verbindung mit Veränderungen dieser Struktur einherzugehen. Manchmal findet man Verhärtungen und Verdickungen, manchmal auch kollagene Verfilzungen, die für den Schmerz verantwortlich gemacht werden können. Allerdings gilt auch hier, dass der Schmerz nicht immer dort auftritt, wo das Problem herkommt, also die Ursache für eine Lumbalgie auch in benachbarten Regionen liegen kann.

Abb. 2 Faszienrolle: Eine Variante des Faszientrainings, bei der es häufig zur spontanen Schmerzreduktion und besserer Beweglichkeit kommt.
© www.BLACKROLL.com



Neben stoffwechselaktivierenden Maßnahmen und einem angepassten Dehnprogramm kommen hier v. a. Maßnahmen zur Verbesserung der Propriozeption infrage. Zwischen der Schmerz Wahrnehmung und der Propriozeption zeigt sich ein gegensinniger Zusammenhang: Je weniger Gespür für Bewegung im Rücken vorhanden ist, desto größer die Wahrscheinlichkeit, an Rückenschmerzen zu erkranken. Andersherum ist es dasselbe: Je größer der Schmerz, desto weniger werden feine Bewegungen wahrgenommen. Eine Schulung der Wahrnehmung und Feinkoordination im Sinne eines Fascial Refinements begegnet diesem Defizit und kann mit einem Elastizitätstraining ergänzt werden, sobald die Faszie schmerzfrei bewegt werden kann.

Postoperative Narben

Weithin unterschätzt tragen Narben und innere Verwachsungen zu Dysbalancen des dynamischen Spannungsgleichgewichts bei und führen (meist verzögert) zu strukturellen oder organischen Beschwerden. Eine manuelle Behandlung nach einem chirurgischen Eingriff kann sowohl der Gleitfähigkeit als auch der Neustrukturierung des kollagenen Gewebes dienen, allerdings sollte diese rechtzeitig einsetzen.

Spezifische fasziale Verfahren im Einzelnen Faszienrollen

Die wahrscheinlich bekannteste Variante des Faszientrainings ist die Arbeit mit Faszienrollen. Die Hartschaumrolle wird unter den zu behandelnden Körperteil gelegt und man versucht, über diesem Druck zu entspannen, was je nach Körperregion eine schmerzhaft Herausforderung sein kann. Direkt nach dem Rollen ist gewöhnlich eine spontane Schmerzreduktion und eine Zunahme der Beweglichkeit spür- und messbar – oftmals auch an Strukturen, die aktuell gar nicht direkt behandelt wurden, sondern nur in einem Spannungszusammenhang mit dem bearbeiteten Gebiet stehen. Die überraschend schnelle Wirkung macht „die Rolle“ bei Therapeuten, Patienten und Sportlern äußerst beliebt und hat sich in Trainings- und Heimprogrammen mittlerweile einen festen Platz erworben (Abb. 2).

Ein wichtiger Grundsatz bei der Arbeit mit der Faszienrolle ist die therapeutische Langsamkeit der Bewegung. In vitro hat sich eine

Geschwindigkeit von etwa 1 cm pro Minute als optimal herausgestellt, um das Gewebswasser von seinen Bindungsstellen lösen und nach dem Druck besser binden zu lassen [13]. Die nach dem Rollen erhöhte Wasserbindung im Gewebe wird auf das Ausschwemmen freier Radikale und die damit freigelegten Bindungsstellen zurückgeführt [14]. Vom kosmetischen Nutzen abgesehen lässt dieser erhöhte Wassergehalt die Faszien elastischer und rückstellkräftiger werden, was der sportlichen Leistungsfähigkeit zugutekommt. Allerdings ist langsames Rollen vor dem Sport genauso unangebracht wie langsames Dehnen: Beide Verfahren führen zu einer akuten Muskeldetonisierung und sollten deshalb erst nach dem Sport angewandt werden.

Abb. 3 Aktiv-dynamisches Dehnen beinhaltet eine innere Länge (Aufspannung) und ein Bewegen in die oder in der Dehnposition. Am Beispiel der rückwärtigen Funktionskette werden hier Arme und Beine nach vorne und das Becken/LWS aktiv nach hinten geführt.
© www.fascial-fitness.de





Abb. 4 Elastische Übungen führen zu einer Verstärkung der Kollagenfasern und tragen damit zur Ökonomisierung von Bewegungen bei. Je weicher die Bewegung ausgeführt wird, desto mehr fasziale Strukturen werden angesprochen.
© Voyagerix/ Fotolia.com

Körperwahrnehmung und koordinative Fähigkeiten sind untrennbar mit einem Faszien-training verbunden.

Fasziales (räkelndes) Stretching

Seit Jahren dauert die Diskussion um die richtige Dehnmethode an und jede kontroverse These wird jeweils durch eigene Studien belegt. Ohne Zweifel lässt sich jedoch eine zunehmende Minderbeweglichkeit der Bevölkerung feststellen, verbunden mit einer Art blindem Fleck für die eigenen Bewegungsmöglichkeiten, was an sich schon ein erhebliches Verletzungsrisiko in sich birgt. Um die eigenen Bewegungsmöglichkeiten aktiv zurückzuerobieren, bewährt sich ein katzenartiges Räkeln und Strecken. Diese sog. Aufspannung unterscheidet sich vom herkömmlichen Dehnen durch ein aktives, zentrales Verlängern in 2 gegensätzliche Richtungen (**Abb. 3**). Eine Katze würde sich bspw. zur Pectoralis-Dehnung niemals vor eine Wand stellen, die Vorderpfote anlegen, um sich dann einfach von der Wand wegzudrehen. Stattdessen schiebt sie die Pfote gegen die Wand, verlängert sich in deren Richtung, findet eine Gegenverlängerung im Rumpf und in den Hinterbeinen und sucht dann in kleinen Variationen nach jenen Fasern, die sich über noch mehr Dehnung freuen würden [15]. Sinnvoll ist es, dabei lange Funktionsketten zu bearbeiten und mehrgelenkige Dehnpositionen zu finden, die Dehnung aktiv zu gestalten, sich in die oder in der Dehnposition variierend zu bewegen und dabei mit Rumpf und Extremitäten nach einer inneren Verlängerung zu suchen.

Training der Elastizität

Unsere Sehnen sind gleich gebaut wie die von Gazellen und Kängurus. Beim Seilhüpfen (**Abb. 4**) stellt sich bereits nach wenigen Bodenkontakten genau der Effekt ein, dass die gesamte Bewegungsenergie jeweils von der Achillessehne gespeichert, sofort wieder in den Absprung umgewandelt wird [16]. Die Muskulatur hat dabei nachweislich nur eine isometrisch haltende Rolle. Um die elastischen Qualitäten der Faszien gezielt zu trainieren, benötigen diese eine überschwellige Strukturbeanspruchung, die im Kraftbereich bei etwa 60% der Maximalkraft liegt [17]. Von Vorteil sind Übungen in der äußeren Bahn bzw. endgradige Federungen, weil die Muskulatur – dabei sowieso über ihre Ruhelänge gedehnt – auf die elastischen Elemente zurückgreifen muss. In einer Ausholbewegung beim Werfen wird das Prinzip offensichtlich: Je weiter die Hand hinter den Körper geführt wird, desto größer ist der Anteil der elastischen Elemente – und damit verbessert sich die initiale Beschleunigung. Zusätzlich wird durch die sukzessive Impulsübertragung vom Rumpf auf den Arm (Einsatz von Stemmschritt, Hüftdrehung, Schultergürtel, Arm, Hand) die gesamte elastische Funktionslinie des Körpers ausgenutzt. Das ist bei den meisten Ausholbewegungen der Fall – zumindest, wenn diese in der maximalen Amplitude ausgeführt werden.

Fasziale Propriozeption (Refinement)

In den Faszien, v.a. in der Fascia superficialis, befinden sich 6-mal mehr afferente Rezeptoren als in der Muskulatur [18]. Somit ist das Thema Körperwahrnehmung, oder im weiteren Sinne auch die koordinativen Fähigkeiten, untrennbar mit einem Faszientraining verbunden. Schon die 3 vorgenannten Bereiche machen wenig Sinn, wenn sie nicht mit Aufmerksamkeit und Achtsamkeit betrieben werden!

Von therapeutischer Seite her versucht man einerseits, das Körpergefühlvermögen des Patienten durch Ausschalten visueller Informationen, erschwerte Bedingungen (instabile Untergründe) oder

komplexe Aufgaben zu schulen. Andererseits lassen sich taktile und kinästhetische Informationen durch Kinesiotaping, Kompressionskleidung und Tools zur flächigen Oberflächenstimulation auch verstärken und damit das Körperfühlvermögen und die Koordination verbessern. Hilfreich sind solche Maßnahmen zur Kompensation lokaler Beschwerden, werden jedoch auch beim Training oder zur Leistungssteigerung eingesetzt, mitunter mit unerwartet besseren Resultaten. ■

Interessenkonflikt: Der Autor erklärt, dass keine wirtschaftlichen oder persönlichen Verbindungen bestehen.

Online zu finden unter

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1390677>

Literatur

- 1 Myers T. *Anatomy Trains: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists*. 2nd ed. Churchill Livingstone; 2008
- 2 Purslow PP, Delage JP. *General anatomy of the muscle fascia in Fascia: The tensional Network of the Human Body*. Churchill Livingstone; 2012: 5–10
- 3 Barral JP, Mercier P: *Visceral Manipulation*. Eastland Press; 2003: 32
- 4 El-Labban NG, Hopper C, Barber P. Ultrastructural finding of vascular degeneration in myositis ossificans circumscripta (fibrodysplasia ossificans). *J Oral Pathol Med* 1993; 22 (9): 428–431
- 5 Staubesand J, Baumbach KUK, Li Y. La structure find de l'aponévrose jambié-re. *Phlebol* 1997; 50: 105–113
- 6 Järvinen TA, Jozsa L, Kannus P et al. Organization and distribution of intramuscular connective tissue in normal and immobilized skeletal muscles. An immunohistochemical, polarization and scanning electron microscopic study. *J Muscle Res Cell Motil* 2002; 23 (3): 245–254
- 7 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
- 8 Piehl-Aulin K, Laurent C, Engström-Laurent A et al. Hyaluronan in human skeletal muscle of lower extremity: concentration, distribution and effect of exercise. *J Appl Physiol* 1991; 71 (6): 2493–2498
- 9 Stecco A, Meneghini A, Stern R et al. Ultrasonography in myofascial neck-pain: randomized clinical trial for diagnosis an follow-up. *Surg Radiol Anat* 2014; 36 (3): 243–253
- 10 Langevin HM, Fox JR, Koptiuch C et al. Reduced thoracolumbar fascia shear strain in human chronic low back pain. *BMC Musculoskelet Disord* 2011, 12: 203
- 11 Stecco C, Stern R, Porzionato A et al. Hyaluronan within fascia in the etiology of myofascial pain. *Surg Radiol Anat* 2011; 33 (19): 891–896
- 12 Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Stoeckart R et al. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine* 1995; 20 (7): 753–758
- 13 Ng CP, Hinz B, Swartz MA. Interstitial fluid flow induces myofibroblast differentiation and collagen alignment in vitro. *J Cell Sci* 2005; 118: 4731–4739
- 14 Sommer AP, Zhu D. From Microtornadoes to Facial Rejuvenation: Implication of Interfacial Water Layers. *Crystal Growth & Design* 2008; 8 (11): 3889–3892. DOI: 10.1021/cg8000703
- 15 Bertolucci LF. Pandiculation: nature's way of maintaining the functional integrity of the myofascial system? *J Bodyw Mov Ther* 2011; 15 (3): 268–280
- 16 Kawakami Y, Muraoka T, Ito S et al. In vivo muscle fibre behaviour during countermovement exercise in humans reveals a significant role for tendon elasticity. *J Physiol* 2002; 540 (2): 635–646
- 17 Magnusson SP, Langberg H, Kjaer M. The pathogenesis of tendinopathy: balancing the response to loading. *Nat Rev Rheumatol* 2010; 6 (5): 262–268

- 18 Stecco C, Porzionato A, Lancerotto L et al. Histological study of the deep fasciae of the limbs. *J Bodyw Mov Ther* 2008; 12 (3): 225–230

Weiterführende Literatur

- 19 www.fascial-fitness.de



Stefan Dennenmoser

Montelimarstr. 28
88213 Ravensburg
stefandenne@web.de
www.stefan-dennenmoser.de
www.fascial-fitness.de

Stefan Dennenmoser, Studium der Sportwissenschaft an der TU München; eigene Praxis in Ravensburg und Ulm; Praxis-schwerpunkte: Sporttherapeut und Certified Advanced Rolfer, Rolf-Movement-Teacher und Gyrotonic-Trainer. Langjährige Lehrtätigkeit an der Physio-Schule FN; Mitentwicklung des Faszienfitness-Konzepts. Doktorand im Rahmen des Faszien-forschungsprojekts an der Uni Ulm.

Praxizräume in Kornwestheim/Ludwigsburg

ca. 164 qm, teilbar

im Erdgeschoss
in dichtem Wohngebiet,
Parkplätze, unweit Bushaltestelle,
S-Bahn zu Fuß erreichbar,
ab Frühjahr 2015 oder früher
von privat zu vermieten.

Email: ute@palm-stumpp.de