

Strain Relief – Teil 1: Grundlagen

Ein neues Verfahren zur Behandlung chronischer Schmerzen im Bewegungsapparat am Beispiel von therapieresistenten, funktionellen Beschwerden in der unteren Extremität

Hartwig Liedtke

Zusammenfassung

Führt eine Dauerbelastung und -beanspruchung oder ein Trauma zur Überschreitung der Elastizitätsgrenze des Knochens, kann es zu einer leichten plastisch-elastischen Verformung der ossären Strukturen kommen. Kehrt der Knochen nicht in seine ursprüngliche neutrale Form zurück, entsteht bzw. verbleibt eine chronische Spannung in der trabekulären Matrix. Das wiederum führt zu einem dauerhaften Zug/Druck auf die beteiligten, nachweislich nicht dehnbaren Faszi-, Kapsel-, Band- und Sehnenstrukturen mit einer zwangsläufigen Aktivierung der darin verwobenen Schmerzrezeptoren. Chronische, mitunter therapieresistente Beschwerden im Knochen selbst und in den mit ihm verankerten Strukturen sind die Folge.

In diesem Artikel wird mit dem (Knochen-)Strain Relief ein neues konservatives Behandlungskonzept vorgestellt, mit dessen Hilfe manuell pathologische, nicht sichtbare Knochen„verformungen“ in die anatomische Ausgangslage zurückgebogen/-gedreht/-gedrückt werden können, um die permanenten Spannungen,

Scherungen oder Zug auf Faszien und Sehnen zu minimieren und damit chronische Schmerzen sehr erfolgreich zu mindern oder sogar zu beseitigen.

Schlüsselwörter

Knochenstrain, Plantarfasziitis, Fersenschmerz, Fersensporn, Achillodynie, Fußwurzelblockade, Marschfraktur, Morton-Metatarsalgie, Hallux rigidus, posttraumatische Fußschmerzen, Sprunggelenksdistorsion, Senk- und Spreizfuß, chronische Schmerzen nach Frakturen der unteren Extremität, Schienbeinkantensyndrom, Patellaspitzensyndrom, Morbus Osgood-Schlatter, vorderer Knieschmerz, iliotibiales Bandsyndrom (ITBS), Bursitis trochanterica

Abstract

If a permanent load and stress exceeds the elastic limit of the bone, a slight plastic-elastic deformation of the osseous structures may occur. If the bone does not return to its original neutral shape a chronic tension in the trabecular matrix develops or remains. This in turn leads to permanent traction/pressure on the involved fascia,

capsule, ligament and tendon structures, which have been shown to be non-extensible, with inevitable activation of the pain receptors interwoven within them. Chronic, sometimes therapy-resistant complaints in the bone area are the result.

This article introduces (Bone) Strain Relief, a new conservative treatment concept that can be used to manually bend/rotate/push pathological, invisible bone “deformities” back into their original anatomical position in order to minimize the permanent tension/shear/pull on fascia and tendons and thus very successfully reduce or even eliminate chronic pain.

Keywords

bone strain, plantar fasciitis, heel pain (PHP), heel spur, achillodynia, tarsal block, march fracture, Morton’s metatarsalgia, hallux rigidus, post-traumatic foot pain, ankle distorsion, flatfoot and splayfoot, chronic pain after fractures of the lower extremity, shin splint, patellar tendinitis, Osgood-Schlatter disease, runner’s knee, iliotalibial band syndrome, greater trochanteric pain syndrome (GTPS)

Fallbeispiel

Es handelt sich um eine 75-jährige Patientin mit seit 3 Monaten bestehenden, therapieresistenten Schmerzen in der Plantaraponeurose bei ausgeprägtem Hohlfuß beidseits. Sie kommt staksig, auf den Fersen gehend in die Praxis, weil sie aufgrund der Beschwerden nicht mehr abrollen kann. Sie habe in der Jugend leider hochhackige Schuhe geliebt und betrachte den jetzigen Zustand als Folge ihrer orthopädischen Jugendsünden ...

Prinzipien

Das neue Behandlungsverfahren des Strain Relief basiert auf 3 Prinzipien:

1. Die am Bewegungsapparat beteiligten Faszien, Kapsel-/Bandstrukturen und Sehnen bestehen aus Kollagen Typ I und sind damit praktisch nicht dehnbar [1].

Fibroblasten und Osteoblasten brauchen 20–30 Minuten, um eine links-

gängige Kollagen- α -Kette, das Prokollagen, zu synthetisieren [7]. Jeweils zwei identische α_1 -Ketten und eine α_2 -Kette, bestehend aus jeweils ca. 1015 Aminosäuren (überwiegend Glycin, Prolin und Hydroxyprolin) [4], winden sich umeinander und formen mittels Disulfidbrücken eine stabile rechtsdrehende Dreifachhelix, das Tropokollagen. Anschließend erfolgt die Sekretion in den extrazellulären Raum, wo sich diese Triple-Helices durch Schiff-Basen quer miteinander vernetzen, gestaffelt parallel anlagern und unterschiedlich lange und dicke Fibrillen ausbilden. Mehrere Kollagenfibrillen

len formen schließlich Kollagenfasern oder -bündel mit einer sehr hohen Zugfestigkeit [3], [7], [12].

2. Knochen ist biomineralisiertes Gewebe, damit elastisch und unter Kompression, Zug, Scherung, Biegung und Torsion verformbar.

Kollagen Typ I wirkt als Kristallisationskeim, und es kristallisiert Hydroxylapatit (Kalziumphosphat mit der Formel $\text{Ca}_5[\text{OH}(\text{PO}_4)_3]$) aus. Die hohe Festigkeit des Knochens kommt dadurch zustande, dass sich die Kristallite des Hydroxylapatits bevorzugt nach Druck- und Zugbeanspruchung in Spannungslinien ausrichten und dabei eine strebenartige Struktur bilden. Diese Architektur des Knochenaufbaus kann bis zu den Dinosauriern zurückverfolgt werden.

Knochen ist ein hierarchisch strukturierter Verbund (Kollagen Typ I → Prokollagen → Tropokollagen → Triple-Helix → Fibrillen → Mineralisierung der Fibrillen → Ossifikation), der im Nanometerbereich aus einer Kombination einer steifen anorganischen Mineralphase von 45% Hydroxylapatit zusammen mit einer weicheren organischen Phase von 30% (davon 95% Kollagen Typ I) sowie 25% Wasser besteht.

Ein Knochen ohne Kollagen Typ I (Sharpey-Fasern) würde schon bei der geringsten Belastung in viele Teile zerspringen. Hingegen wäre ein Knochen ohne Hydroxylapatit weich und biegsam wie Gummi (Abb. 1).

Erst die strukturelle Hierarchie des Knochens löst bei Zug- oder Druckbelastung einen gekoppelten Verformungsprozess auf Nanometerebene aus. Auf der Ebene des Gewebes (Kollagen Typ I), der Fibrillen und der steifen Mineralpartikel nehmen die Dehnungsmöglichkeiten in einem Verhältnis von ca. 12:5:2 ab. Das allgemeine Konstruktionsprinzip besteht darin, steifere Elemente mit einer weicheren Matrix zu verbinden, um die nächste Hierarchieebene zu bilden. Dies

führt zu Verbundwerkstoffen, die großen Verformungen standhalten, obwohl sie im Wesentlichen aus undeformierbaren Partikeln auf der Nanoskala bestehen [8].

Aber auch der hohe, in der lakunärkanalikulären Porosität des Knochengewebes gefangene interstitielle Wasseranteil (> 20%), der selbst unter Druck nicht rasch über die Haver'schen und Volkmann'schen Kanäle entweichen kann, unterstützt die natürlichen Rückstellkräfte, die den gesunden Knochen wieder in seine ursprüngliche Form überführen (Elastohydrodynamik) [2], [5].

3. Kehrt der Knochen nach einem Trauma oder einer chronischen Zug-, Druck-, Scher- oder Torsionsbelastung aber nicht in die entspannte Ausgangsposition zurück, entstehen und verbleiben Schmerzen.

In diesem Fall hat sich die hierarchische Struktur der Knochenmatrix nachhaltig verändert. Es verbleibt ein Strain (Anspannung, Belastung, Überlastung, Verzerrung, Verdehnung, Deformation etc.) in den beteiligten Knochen. Dies ist dem „Piezoelektrischen Effekt“ geschuldet: Wird ein Kristall mechanisch verformt, entsteht auf dessen Oberfläche eine elektrische Spannung. Eine praktische Anwendung findet sich im Alltag beim Gasanzünder, der mit dem Pressen eines Kristalls sogar einen Funken erzeugt kann.

Erstmals haben japanische Wissenschaftler 1957 dieses Phänomen experimentell auch am Knochen nachgewiesen [6]. Durch Druck, Zug und Scherung konnten sie eine messbare elektrische Spannung erzeugen. Intraossär verbleibt ein Strain, der für die/den geübten Manualtherapeut*in sogar spürbar ist.

Die in den Haver'schen Kanälen parallel zu den Gefäßen verlaufenden freien sensorischen Nervenendigungen, die Nozizeptoren, werden durch



Abb. 1: Entkalkte Speiche (mit freundlicher Genehmigung von Prof. Martin Scaal, Anatomisches Institut der Universität Köln)

die entstandene Spannung im Knochen erregt [9]. Darüber hinaus führt die unphysiologische Verformung des Knochens zu einem permanenten Zug auf Faszien, Sehnen, Periost, Kapsel- und Bandstrukturen, die über die Sharpey-Fasern Teil des Knochens und fest mit ihm verwoben sind, und somit zu einer Aktivierung der Schmerzrezeptoren.

Strain Relief – Definition

Strain – Anspannung, Belastung, Beanspruchung, Deformation, Verformung, Verdehnung, starke Inanspruchnahme, Verrenkung etc.

Relief – Befreiung, Entlastung, Hilfe, Linderung, Unterstützung, Erlösung, Erleichterung etc. Dieser Begriff stammt ursprünglich aus der Elektrotechnik und beschreibt den mechanischen Schutz im Sinne einer Zugentlastung, die verhindert, dass die Kabelverbindung zum Stecker bei Bewegung oder Beugung reißt (Abb. 2).

Der (Knochen-)Strain Relief, das neue Therapieverfahren

Werden manualtherapeutisch diese pathologische Knochen„verformungen“ in die anatomische Ausgangslage zurückgebogen/-gedreht/-gedrückt, um die permanenten Spannungen/Scherun-

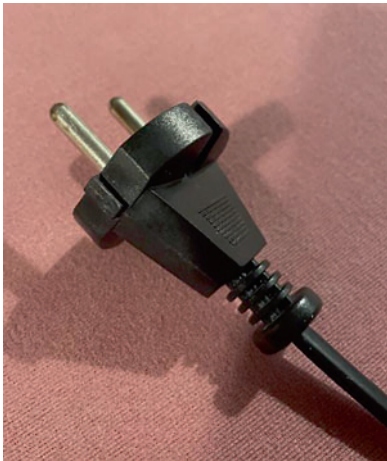


Abb. 2: Strain Relief in der Elektrotechnik



Abb. 3: Mittelalterliches Gewölbe

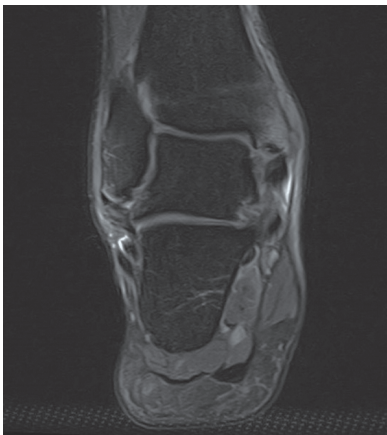


Abb. 4: MRT eines Bone Bruise im Innenknöchel

gen/Züge auf Faszien und Sehnen zu minimieren, werden damit auch die (chronischen) Schmerzen erfolgreich gemindert oder sogar beseitigt, sofern keine strukturellen oder organischen Schäden vorliegen. Dieser positive Effekt stellt sich häufig schon während der 1. Therapiesitzung ein.

Indikation

Die Indikationen für eine Behandlung mit der Strain-Relief-Technik am Beispiel des Fußes sind: Plantarfasziitis, Fersensporn, Achillodynie, Fußwurzelblockade mit Abrollstörung, sog. Marschfraktur, Schmerzen im Vorfußbereich (sog. Morton-Metatarsalgie), chronische Beschwerden bei Hallux rigidus, Senk- und Spreizfuß, chronische Schmerzen nach austerapierten Traumata/Frakturen im Sprunggelenks-, Fußwurzel-, Mittelfuß- oder Zehenbereich.

Funktionell-anatomischer Aufbau des Fußes

Die Grundstruktur des Fußes kann mit einem Gewölbe verglichen werden. Dort finden wir einen sog. Schlussstein, der in der Bogenmitte die Seiten abstützt. In gewisser Weise ist es beim Fuß ähnlich. Im medialen Fußgewölbe erfüllt das Os naviculare die Funktion eines Schlusssteins. Im Quergewölbe trägt das Os cuneiforme intermedium entsprechend die Hauptlast; das Os cuboideum ist der vergleichbare Knochen am lateralen Fußrand. Aber auch in einer weiteren Hinsicht sind die 3 Fußgewölbe mit den romani-schen Bögen mittelalterlicher Bauten vergleichbar. Was dort eine quere Eisenstange (Abb. 3) leistet, nämlich die Seitenwände zu stabilisieren und am Auseinanderweichen zu hindern, erfüllt in ähnlicher Funktion die Plantarfaszie. In einer Studie von Chaundhry et al. aus dem Jahr 2012 [1] konnte in einem In-vitro-Experiment gezeigt werden, dass eine Kraft von 8.358 Newton (852 kp) über die Dauer von 30 Sekunden erforderlich war, um die Plantarfaszie gerade

einmal um 1% zu dehnen. Das sind Kräfte, die in der Natur beim Stehen, Gehen, Laufen und Springen niemals auftreten. Diese Studie belegt anschaulich, welche ungeheuren Belastungen die Plantaraponeurose standzuhalten vermag; sie besteht aus Kollagen Typ I [7] und ist damit praktisch nicht dehnbar.

Chronische Beschwerden im Fußbereich sind in jeder medizinischen Praxis häufig.

Der plantare Fersenschmerz liegt bei 8–20% aller verletzten Sportler vor und ist somit die häufigste Störung im Bereich der Füße [13]. Therapiere-sistente Schmerzen sind möglich, ohne dass uns die gängige Diagnostik eindeutige Hinweise auf die Ursache liefern kann. Weder die Sonografie noch ein konventionelles Röntgenbild oder die Computertomografie vermag diese aus eigenen Kräften nicht korrigierbare Torsion der Knochen-Plan-tarfaszien-Konstruktion darzustellen; allenfalls bildet ein MRT im Extremfall diese abnorme Strukturveränderung, diese Knochenspannung in Form eines Bone Bruise (Abb. 4) ab, das üblicher-weise als eine Mikrofrakturierung oder ein Knochenmarködem interpretiert wird.

Nach umfangreicher Literaturrecherche kommt Wearing 2021 [14] zu dem Schluss, dass die Ursachen für die Ent-stehung der Schmerzen bei Plantarfasziitis nicht bekannt sind. Entzündungs-infiltrate in histologischen Präparaten sind eher selten zu finden, und die degenerativen Veränderung des Kolla-gengefüges, die mit den bildgebenden Verfahren (MRT und Sonografie) dar-stellbar sind, korrelieren relativ schlecht mit dem klinischen Verlauf einer Plan-tarfasziitis.

Wenn also eine Dehnung der Plantar-faszie unter natürlichen Bedingungen nahezu unmöglich ist, wie kommt es dann trotzdem in der Fußsohle zu Ver-spannungen mit einer Aktivierung der Schmerzrezeptoren?

Offenbar müssen die an der Dysfunktion beteiligten Knochen in der Schmerzge-nese *die* entscheidende Rolle spielen.

Fallbeispiel – Fortsetzung

Nach der Beseitigung der Beckendysfunktion [10] und der Blockaden in der Fußwurzel (Abb. 5a) wird zunächst auf beiden Seiten im I. Mittelfußknochen (MFK) ein ausgeprägter Knochenstrain erföhlt. In der im Text beschriebenen Weise wird der jeweilige MFK I kurz und kräftig plantarwärts gebogen und gleichzeitig das distale Drittel lateralwärts rotiert, um ihren Hallux valgus zu entlasten (Abb. 5b, c). Generell findet sich beim Hallux valgus häufig ein pathologischer Rotations-Strain im distalen I. Mittelfußknochen nach medial/dorsal. Schon nach diesem ersten, zwar unangenehmen, aber kurzen Manöver vermag die Patientin deutlich schmerzgemindert aufzutreten. Sodann wird eine ähnliche Intervention an jedem der einzelnen MFK II–V durchgeführt, unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die ausgeprägte Osteoporose ein entsprechend kraftgeminderteres Vorgehen verlangt. Der erneute Gehversuch danach ist überzeugend. Zum ersten Mal seit Monaten kann die Patientin wieder über den Vorfuß abrollen. Nach der 2. Sitzung 3 Wochen später ist die Patientin deutlich beschwerdegemindert.

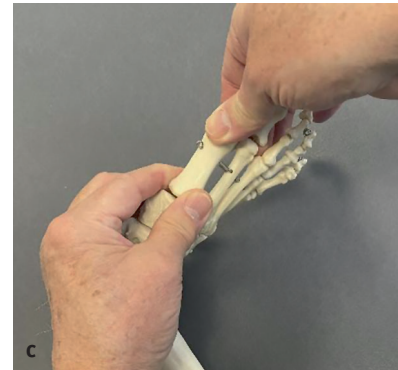
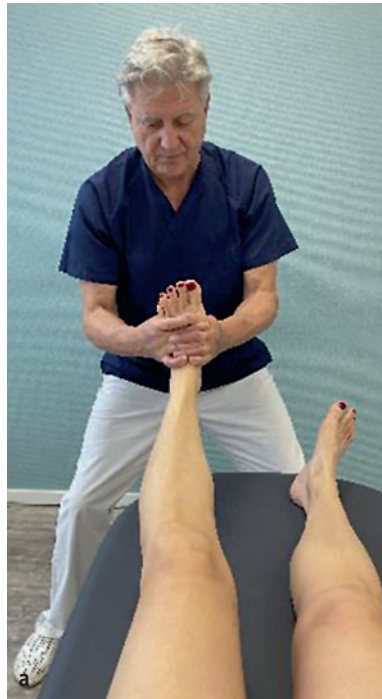


Abb. 5: a Deblockierung der Fußwurzel. b, c Strain Relief im Os metatarsale I

Obwohl die Funktion jedem Knochen eine universelle Form gegeben hat und jedes Gelenk dadurch individuell unterschiedlich strukturiert wurde, stellt sich rasch eine Behandlungsroutine ein, hat man einmal das dem Strain Relief zugrundeliegende Prinzip verstanden.

Korrespondenzadresse

Dr. med. Hartwig Liedtke
Hochstadenstraße 15
50674 Köln
Deutschland
dr.liedtke@koeln.de
www.osteopathie.koeln

Literatur

- [1] Chaundhry H, Schleib R, et al. Three-dimensional mathematical model for deformation of human fasciae in manual therapy. *JAOMA* 2008; 108 (8): 379–390
- [2] Cowin S C, Cardoso L. Blood and interstitial flow in the hierarchical pore space architecture of bone tissue. *J Biomech* 2015; 48 (5): 842–854
- [3] Engel J, Bächinger H P. Structure, Stability and Folding of the Collagen Triple Helix. *Top Curr Chem* 2005; 247: 7–33
- [4] Felsenberg D. Struktur und Funktion des Knochens. *Pharmazie in unserer Zeit* 2001; 30 (6): 488–493
- [5] Fritton S P, Weinbaum S. Fluid and Solute Transport in Bone: Flow-Induced Mechanotransduction. *Annu Rev Fluid Mech* 2009; 41: 347–374
- [6] Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *J Phys Soc Jpn* 1957; 12 (10): 1158–1162
- [7] Godge P, Patil P, Rathil N. *Kollagen*. Tallin, Estland: Verlag unser Wissen 2021
- [8] Gupta H S, Seto J, Wagermaier W, Franzl P. Cooperative deformation of mineral and collagen in bone at the nanoscale. *Proc Natl Acad Sci USA* 2006; 103 (47): 17741–17746
- [9] Jähnel, R. Untersuchungen zum molekularen Mechanismus der Schmerzrezeption, insbesondere biochemische Charakterisierung der thermosensitiven Vanilloid-Rezeptoren TRPV 1 und TRPV 2. Dissertationen FU Berlin 2005
- [10] Liedtke H. Der tiefstehende Beckenschmerz: Ein osteopathischer Behandlungsalgorithmus in sieben Schritten. *Osteopathische Medizin* 2021; 22 (1): 2–7
- [11] Liedtke H. Strain Relief – Teil 2: Technische Ausführung. *Osteopathische Medizin* 2024 (im Druck)
- [12] Rassow J, Hauser K, Netzker R, Deutzmann R. *Biochemie*. Stuttgart: Thieme 2015; 404–415
- [13] Rome K. Anthropometric and biomechanical risk factors in the development of plantar heel pain — a review of the literature. *Physical Therapy Reviews* 1997; 2 (3): 123–134. doi:10.1179/ptr.1997.2.3.123
- [14] Wearing S. *Anatomie der Plantaraponeurose*. Lehrbuch Fasziens. München: Urban & Fischer bei Elsevier; 2021: 188–194

Im nächsten Heft wird die praktische Anwendung der Strain-Relief-Technik am Fuß und der unteren Extremität bei verschiedenen Beschwerdebildern beschrieben [11].

Zusatzinfos

Für alle Interessierten, die ihre Kenntnisse über den Knochen noch vertiefen möchten, sei das Buch von Jo Buekens „Bone – the best-kept secret“, School of Bones, Luxemburg 2020, sehr empfohlen.

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Fazit

Mit der Strain-Relief-Technik lässt sich die zu funktionell-chronischen Schmerzen im Bewegungsapparat neigende intraossäre Spannung (Knochenstrain) erfolgreich neutralisieren. Mit gezielten Manövern bei fundierten anatomischen Kenntnissen kann der/die Therapeut*in die Beschwerden deutlich mindern oder sogar gänzlich beseitigen. Der Strain Relief ist aber nicht nur bei Beschwerden am Fuß sehr erfolgreich; diese Technik lässt sich auf die meisten gelenkbildenden Knochen des menschlichen Körpers übertragen.