

## LEITTHEMA

# DIAGNOSTIK UND THERAPIE VON MYOFASZIALEN SCHMERZSYNDROMEN MITTELS DER FOKUSSierten STOSSWELLE (ESWT)

Dr. H. Müller-Ehrenberg,  
Dr. G. Licht

## Zusammenfassung

Myofasziale Triggerpunkte (MTrP) der Skelettmuskulatur sind eine häufig unterschätzte Ursache von akuten und chronischen Schmerzen des Bewegungsapparates. Die Muskulatur ist neuerdings ein Behandlungsgebiet für den Einsatz von radialen Druckwellen und der fokussierten Stoßwelle (ESWT) zusätzlich zu den bisher etablierten Diagnosen (Fasziitis plantaris, Tendinosis calcarea, etc.). Im Gegensatz zu oberflächlich wirksamen radialen Druckwellen ist mittels der fokussierten Stoßwelle eine direkte MTrP-Behandlung möglich. Die wichtigen MTrP-spezifischen Diagnosekriterien „Wiedererkennung des Schmerzes“ und „Übertragungsschmerz“ werden durch die punktgenaue am biologischen Feedback orientierte fokussierte ESWT-Ankoppelung ausgelöst, und eine exakte MTrP-Therapie erzielt. In der vorliegenden Arbeit wird eine prospektive Pilotstudie vorgestellt, in der der Effekt der fokussierten ESWT sowohl hinsichtlich der Bestätigung der diagnostischen Kriterien als auch des Therapieerfolges (Schmerzreduktion) untersucht wurde. Die Schmerzreduktion wurde mittels der VAS vor und 3 Monate nach der Behandlung gemessen. In 95% der Fälle konnten die o.g. Diagnosekriterien durch punktgenaue Applikation der fokussierten ESWT festgestellt werden. Die Untersuchung ergab, dass der Einsatz der fokussierten ESWT die Diagnostik von myofaszialen Triggerpunkten deutlich verbessert und einen sehr guten Behandlungserfolg erzielt.

## Schlüsselwörter

Triggerpunkte, Myofasziale Schmerzen, fokussierte Stoßwelle, ESWT.

## Summary

Myofascial Trigger Points (MTrP) in skeletal muscle are often an underestimated reason for acute and chronic pain in the musculoskeletal system. The musculature is a relatively new field for the use of radial pressure waves and focused extracorporeal shock waves (ESWT) in addition to the established diagnosis of Plantar Fasciitis, calcified Tendonitis, etc. With radial pressure waves only superficial tissue can be reached whereas with focused EST direct treatment of MTrPs in the deeper tissue is possible.

The important and specific MTrP's diagnostic criteria "recognition" and "referred pain" are elicited by the accurate application of focused EST which is orientated on biological feedback and in this way an exact MTrP treatment is achieved. In this paper a prospective pilot trial is presented, that shows the effect of focused ESWT and the success of treatment (reduction of pain) as well as the confirmation of the diagnostic criteria. Pain reduction was measured by VAS before treatment and 3 months after the start of the treatment. In 95% cases the above mentioned diagnostic criteria were observed. This study confirmed that focused ESWT improves the diagnosis of MTrP at a high success rate.

## Keywords:

trigger point, myofascial pain, focused shock wave, ESWT

## Einleitung

Die fokussierte Stoßwelle hat sich in der Orthopädie als ein Standardverfahren zur Therapie von vielen Krankheitsbildern, z.B. Epicondylopathien, Tendinosis calcarea, Achillodynie, Fasziitis plantaris etc., etabliert (1-6). In der letzten Zeit hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass sich die Wirkung der ESWT weniger auf der physikalisch-mechanischen als vor allem auf der molekularbiologischen und zellulären Ebene abspielt (7-12). In Grundlagenstudien wurden verschiedene Effekte im Gewebe, welches mit ESWT behandelt wurde, festgestellt: Neovaskularisation, spezifische Stimulation des Knochenwachstums, Resorption von Kalkdepots, Schmerzlinderung u.a. durch dauerhafte Suppression der Ausschüttung von Substanz P, um nur einige zu nennen (13-16).

In den ersten Jahren des Einsatzes der ESWT bei orthopädischen Erkrankungen wurde vornehmlich im Bereich des Knochens und der knöchernen Sehnenansätze sowie kalzifizierten Strukturen therapiert (17-20). In den letzten Publikationen hat sich tendenziell eine Ausrichtung auf den Schmerzpunkt nach dem Prinzip des so genannten „biological feedback“, orientierend an der Rückmeldung des Patienten, sowohl bezüglich der Lokalisation als auch des maximal empfindlichen Punktes, durchgesetzt (21-22). Eine Erweiterung des Einsatzes von fokussierten Stoßwellen ist die Behandlung der Muskulatur, die insbesondere im Zusammenhang mit der Therapie von myofaszialen Triggerpunkten (MTrPs) in den Fokus des Interesses der Medizin des Bewegungsapparates gerückt ist (23).

## Prinzipien der Stoßwellenerzeugung

Fokussierte Stoßwellen der ESWT-Geräte generieren die Stoßwellen nach drei verschiedenen Prinzipien. Das älteste Verfahren ist das elektrohydraulische Funkenstreckenprinzip, mit dem die erste extrakorporale Steinertrümmerung erzielt wurde. Später sind elektromagnetische und piezoelektrische Methoden der Stoßwellenerzeugung entwickelt worden. Die fokussierte Stoßwelle der ESWT ist eine spezielle akustische Druckwelle, die durch eine hohe positive Amplitude mit abruptem Anstieg und eine kurze Pulsdauer gekennzeichnet ist. Mittels extrakorporal generierter Stoßwellen wird, auf nicht-invasivem Wege, ohne die Körperoberfläche des Pa-

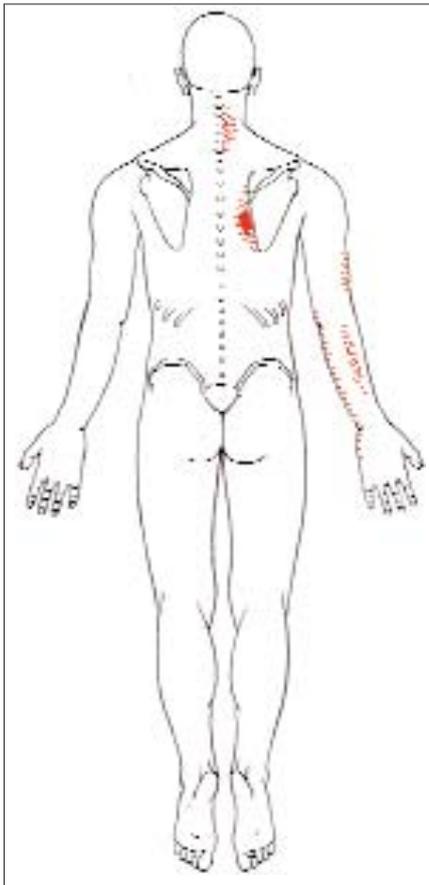


Abb. 1.: Schmerzübertragungsgebiet *Mm. rhomboidei* (aus „Triggerpunkt-Therapie“, Verlag Hans Huber)

tienten zu beeinträchtigen, therapeutisch wirksame Energie in die Hautoberfläche angekoppelt und durch die Fokussierung der konzentrierte exakt abgegrenzte Therapiefokus (Therapiezone) gezielt in tiefer gelegene Gewebeschichten eingebracht. Bei niedrigerenergetischer ESWT sind bisher keine unerwünschten Nebenwirkungen festgestellt worden (24). Anders als bei der fokussierten Stoß-

chern klinisch sicher zu identifizieren (29-31). Bei MTrPs handelt es sich um eine muskuläre Dysfunktion auf der Ebene der motorischen Endplatte und der sarkoplasmatischen Retikula, die wiederum zu einer lokalen Kontraktion mit ischämie-induzierter Hypoxie führen. Die resultierende Energiekrise führt über die Hypoxie zu einer Sensibilisierung der umliegenden Nozizeptoren (32). Ein geeignete

Tabelle 1: Diagnosekriterien des myofaszialen Schmerzsyndroms n. TRAVELL / SIMONS

1. Muskulärer Hartspannstrang („Taut Band“)
2. «Knötchen» auf dem Hartspannstrang mit verstärktem Druckschmerz („Tender Nodule“)
3. Wiedererkennung des Schmerzes („Recognition“)
4. Charakteristischer ausstrahlender Schmerz („referred Pain“)
5. Lokale Zuckungsreaktion („Local Twitch“)

welle beruht das Wirkprinzip der ballistischen Druckwelle (auch radiale Stoßwelle genannt) auf einem Aufprallimpuls eines mit Druckluft beschleunigten Projektils auf einen Applikator, welcher der Haut direkt aufliegt. Über ein Koppelmedium, meist Ultraschallgel, breitet sich die Druckwelle divergent (unfokussiert) im Gewebe aus. Der höchste Druck und Energiewert wird an der Applikationsstelle auf der Haut erreicht. Die Energiedichte und der Druck nehmen mit der dritten Potenz der Eindringtiefe schnell ab, dass sie bereits nach 5-10 Millimetern im Gewebe praktisch nicht mehr messbar sind (25, 26).

## Myofasziale Triggerpunkt (MTrP)-Therapie nach TRAVELL / SIMONS

MTrP können alle Arten von neurologischen und orthopädischen Krankheitsbildern sowie Symptome der Gelenkdysfunktion imitieren (27). Das myofasziale Schmerzsyndrom ist anhand der Diagnosekriterien (Tabelle 1) eindeutig zu diagnostizieren (28). MTrPs sind von geübten Untersu-

tes Therapieverfahren zur Behandlung von MTrPs muss diesen Kreislauf durch Beendigung der Kontraktur und Beseitigung der Energiekrise durchbrechen (32, 33). Entsprechend der Prinzipien der von Travell/Simons vor über 50 Jahren vorgestellten myofaszialen Triggerpunkt-Therapie, und der Definition des myofaszialen Schmerzsyndroms, wird in der Diagnostik und der Therapie genau und spezifisch vorgegangen (28). Insbesondere sind die Diagnosekriterien „Übertragungsschmerz“ und „Wiedererkennung“ wegweisend sowohl für die Einordnung von MTrPs in ein Schmerzgeschehen als auch für deren exakte Behandlung. Die punktgenaue Behandlung hat sich besonders bei chronischen myofaszialen Schmerzen als wirksamste Methode erwiesen (34-35). Die bisher erfolgreich angewandten Therapieverfahren zur Behandlung von myofaszialen Schmerzsyndromen basieren vereinfacht dargestellt auf einer Lösung der MTrPs, die mittels reflektorischer Techniken oder mechanischer Lösung erzielt wird (23, 28).

## Klinische Anwendung der fokussierten ESWT auf MTrP

Nach ausführlicher Anamnese und vorheriger palpatorischer Triggerpunkt-Untersuchung erfolgt durch Wahl der benötigten Vorlaufstrecke die genaue Tiefen-Fokussierung des in den Muskelstrukturen liegenden myofaszialen Triggerpunktes (MTrP). Die profunde Palpation ist Voraussetzung der exakten Tiefen-Lokalisation, und sollte zuvor in speziellen Kursen erlernt worden sein. Dem Prinzip des „biological Feedback“ folgend, wird mit dem punktgenauen Impuls der fokussierten ESWT der MTrP anhand der Diagnosekriterien „Wiedererkennung“ und „Übertragungsschmerz“ aufgefunden und exakt behandelt. Auf diese Weise wird die klinische Diagnostik bestätigt und um ein apparatives reproduzierbares Verfahren erweitert. Die klinische Erfahrung bestätigt die theoretischen Vorstellungen, dass es sich bei MTrPs um letztendlich sehr kleine sensible Strukturen in der Muskulatur handelt, die punktgenau mit exakter Energie-Applikation zu treffen sind. Während der Behandlung wird der Triggerpunkt, sofern notwendig auf Rückmeldung des Patienten nachjustiert. Die Energieflussdichte (EFD) bewegt sich bei dieser Art des Einsatzes der ESWT ausschließlich im niedrigenergetischen Bereich (EFD: 0.0 - 0.28 mJ/mm<sup>2</sup>). In niedrigen Energiebereichen besitzen piezoelektrische Systeme eine hohe Wiederholgenauigkeit und eine gute Dosierbarkeit (7). Dieses ist für die punktgenaue Therapie der MTrPs von großem Vorteil, weil aufgrund der erhöhten Schmerzhaftigkeit nur niedrigenergetisch bis sehr niedrigenergetisch behandelt werden kann.

## Fokussierte ESWT bei orthopädischen Krankheitsbildern - Ergebnisse einer prospektiven Pilotstudie

### Patienten

Im Zeitraum von November 2004 bis Januar 2005 wurden 30 Patienten mit verschiedenen orthopädischen Erkrankungen und myofaszialer Schmerzkomponente (Triggerpunkte), mit der fokussierten ESWT auf die diagnostizierten MTrP therapiert. Differetialdiagnostisch wurden gravierende Erkrankungen (Malignome, infektiöse Entzündungen, Nervenkompressionssyndrome, etc.) ausgeschlossen. Die Geschlechtsverteilung (w:m) lag bei 21:9, das durchschnittliche Alter betrug 53,1 Jahre (Range: 17-78). Der Grad der Chronifizierung wurde entsprechend der Einteilung nach Gerbershagen festgestellt (Tabelle 2). Als Ausschlusskriterien wurde ein Abbruch der Therapie nach weniger als 2 Sitzungen festgelegt (z. B. sofortiger Therapieerfolg nach einer Sitzung oder Nicht-Erscheinen zu Folgebehandlungen). Die meist von den vorbehandelnden Ärzten gestellten Diagnosen sind in Tabelle 3 aufgelistet, mehrfache Diagnosen waren möglich.

### Methode

Die fokussierte Stoßwellentherapie wurde mit dem piezoelektrischen Gerät Piezozon 100 plus der Fa. Wolf, Knittlingen, durchgeführt. Die Tiefen-Fokussierung durch Aufsatz einer entsprechenden Vorlaufstrecke wurde, nach Triggerpunkt-Palpation von einem erfahrenen Arzt (Triggerpunkt-Therapeut-IMTT®), durchgeführt. Nach Applikation von Ultraschallgel, wurden mittels „biologischem Feedback“ unter ständiger Orientierung an der „Wiedererkennung“ des Schmerzes und dem „Übertragungsschmerz“ die MTrPs mit der fokussierten ESWT behan-

delt. Entsprechend der Angaben des Patienten wurde sowohl „nachjustiert“ (um den MTrP exakt zu treffen) als auch die maximal tolerable Intensität der EFD eingestellt. Die

Tabelle 2: Chronifizierungsstadien nach Gerbershagen

Stadium I	n = 1
Stadium II	n = 24
Stadium III	n = 5

Tabelle 3: Diagnosen

HWS-Syndrom	13
LWS-Syndrom	11
Sacrum-/ISG-Hypomobilität	7
Impingement-Syndrom	8
Fasciitis plantaris	4
Coxarthrose	3
Gonarthrose	2
Epicondylitis humeroradialis	2
Interkostalneuralgie	1
CTS	1

eingebraachte Energieflussdichte (EFD) befand sich im niedrigenergetischen Bereich zwischen den 5 Abstufungen unterhalb von 0,04 mJ/mm<sup>2</sup> bis maximal 0,26 mJ/mm<sup>2</sup> (Maximalwert einmalig, eine Sitzung bei einem Patienten). Als vorteilhaft erwies sich die Möglichkeit des piezoelektrischen Gerätes sehr niedrigenergetisch punktgenau behandeln zu können, da bei genauerer fokussierter ESWT-Applikation vor allem zu Anfang der Therapie die MTrPs sehr schmerzempfindlich sind. Es wurde mit einer Impulsrate von 800-1000/MTrP und einer Impulsfrequenz von 6 Hz therapiert. Durchschnittlich wurden 7,3 Therapiesitzungen (Range 2 - 16, Median 7) 1-2 x pro Woche durchgeführt. Als ergänzende Therapieverfahren kamen



Abb. 2 (links oben): Fokussierte ESWT auf TrP im M. biceps

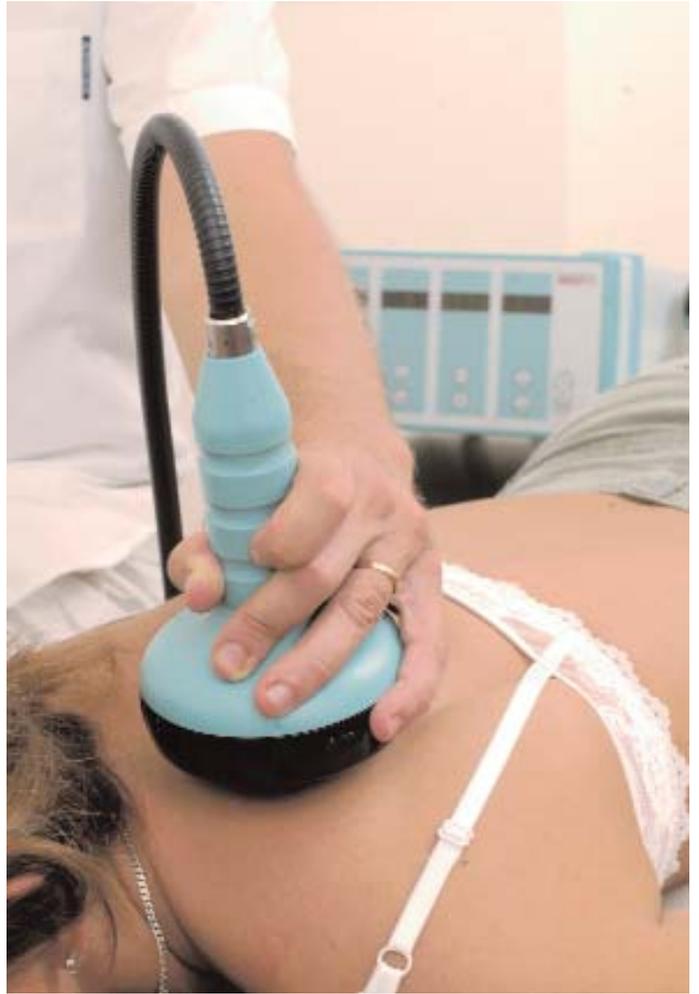


Abb. 3 (rechts oben): Fokussierte ESWT auf TrP im Mm. rhomboidei

Ohr- und Schädel-Akupunktur zum Einsatz. Als abhängige Variable wurde der Schmerz mittels der visuellen Analogskala (VAS) vor der Therapie und 3 Monate nach Therapiebeginn gemessen (Abbildung 1). Des Weiteren wurden die von den Patienten angegebenen Diagnosekriterien der „Wiedererkennung“ des Schmerzes und des „Übertragungsschmerzes“, die durch die fokussierte ESWT ausgelöst wurden, erfasst und statistisch ausgewertet (Abbildung 2 und 3). Zur Testung der statistischen Unterschiede zwischen Messung vor der Therapie und 3 Monaten nach Therapie wurde der t-Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde mit  $p < .05$  festgelegt.

### Ergebnisse

Alle 30 Patienten wurden nachuntersucht. Das Schmerzniveau im Ruhezustand wurde von dem Ausgangswert vor der Therapie von durchschnittlich VAS 3,6 auf 1,7 nach 3 Monaten gesenkt. Bei Belastung wurde die VAS von den Patienten im Durchschnitt mit 7,4 vor Therapiebeginn und nach 3 Monaten mit 3,4 angegeben. Der Unterschied zwischen vor der Therapie und nach 3 Monaten war sowohl in Ruhe als auch bei Belastung hoch signifikant ( $p < .001$ ). Die MTrP-Diagnosekriterien der „Wiedererkennung des Schmerzes“ und des „Übertragungsschmerzes“, konnten bei 95% der Patienten durch die fokussierte ESWT

festgestellt werden. Bei einem Patienten wurde keine „Wiedererkennung“, bei einem anderen kein „Übertragungsschmerz“ festgestellt.

### Diskussion

Die bisherigen Methoden der apparativen Diagnostik, die im klinischen Alltag zur Verfügung stehen, sind bisher nicht ausreichend geeignet gewesen, um MTrPs festzustellen (36). In der vorliegenden prospektiven Pilotstudie hat sich gezeigt, dass durch die fokussierte ESWT als apparative Diagnostik die für die myofaszialen Triggerpunkte relevanten Diagnosekriterien „Wiedererkennung des Schmerzes“ und „Übertragungsschmerz“ bei 95% der Patienten

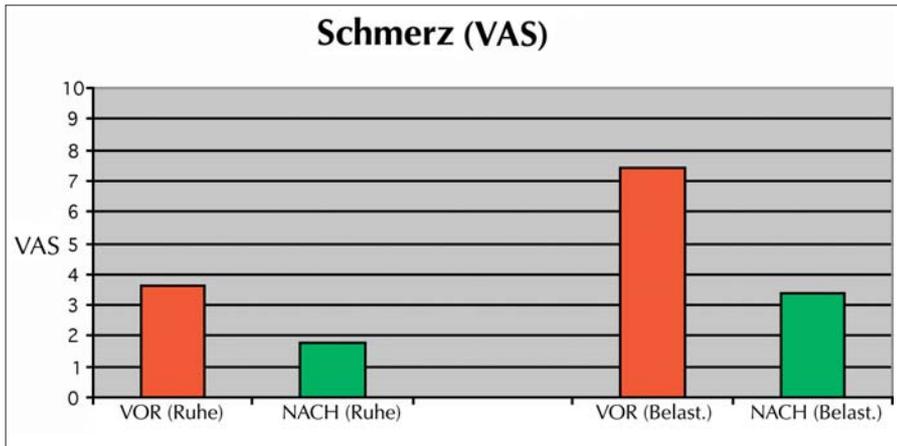


Abb. 4: Schmerz vor der Therapie und 3 Monate nach der Therapie

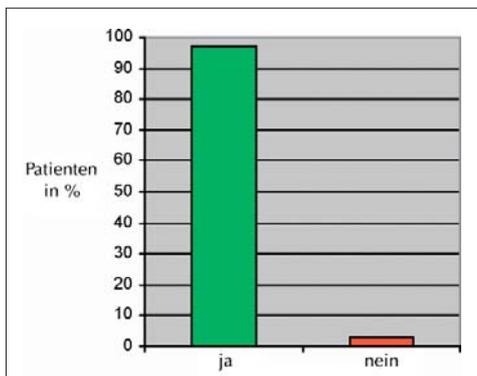


Abb. 5: Wiedererkennung des Schmerzes (recognition)

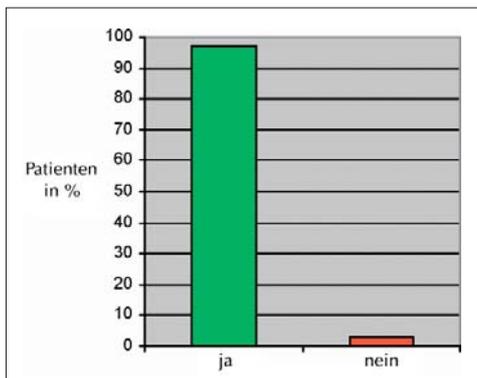


Abb. 6: Übertragungsschmerz (referred pain)

MTrPs festgestellt werden können. Die fokussierte ESWT bestätigt die klinische Diagnostik und erweitert sie um ein apparatives reproduzierbares Verfahren. Der genaue Wirkmechanismus der ESWT ist in den letzten Jahren Gegenstand der Grundlagenforschung gewesen. Für die fokussierte Stoßwelle werden neben der Wirkung des mechanischen Impulses

vor allem heilungsfördernde Effekte, die sich im Gewebe nach ESWT-Applikation einstellen, angeben (10-12). Bisher liegen uns noch keine Daten bezüglich der spezifischen Wirkung am Muskelgewebe vor, es ist jedoch davon auszugehen, dass die Effekte ähnlich derer an bisher untersuchten Geweben sind. Hier sind vor allem die Wirkung der Schmerzreduktion und der Neovascularisation zu nennen, da direkte Parallelen zu pathogenetischen Mechanismen von MTrP bestehen. In diesem Zusammenhang ist eine Durchbrechung des „circulus vitiosus“ von lokaler Kontraktur, Ischämie und Schmerz durch die gezielte fokussierte ESWT anzunehmen (16, 33). Eine Reduktion von nicht-myelinisierten Nervenfasern, wie sie von Maier et al. festgestellt wurde, ist bei niedrig bis niedrigsten Energien nicht zu vermuten (16). Des Weiteren wird ein positiver Effekt der ESWT im Sinne einer Reorganisation des Schmerzgedächtnisses diskutiert (9). Der genaue Wirkmechanismus der radialen Druckwelle ist bis auf eine oberflächliche Wirkung nicht beschrieben. Vorstellbar ist ein unspezifischer Reiz entsprechend einer kräftigen Massage, der in den oberen Hautschichten ankommt und reflek-

torisch eine Wirkung erzielt. David G. Simons hat den Begriff „Surgeons of muscles“ geprägt und meinte damit den systematischen und genauen Einsatz von spezifischen und exakten Therapieverfahren, die myofasziale Schmerzsyndrome gezielt diagnostizieren und behandeln. Mit der fokussierten ESWT steht uns ein apparatives Verfahren zur Verfügung das MTrPs punktgenau und spezifisch diagnostiziert und therapiert.

### Fazit

- Die fokussierte ESWT ist sehr gut geeignet myofasziale Schmerzen bei orthopädischen Krankheitsbildern zu diagnostizieren und erfolgreich zu therapieren.
- Grundlagenstudien zur Erforschung des Einsatzes der Wirkung von ESWT im Muskelgewebe und speziell an MTrPs sind notwendig.
- Weitere kontrollierte klinische Studien, die die myofasziale Triggerpunkt-Therapie mit in das Behandlungskonzept von orthopädischen Krankheiten einbeziehen, sind erforderlich.

### Literaturverzeichnis

1. VALCHANOU VD, MICHAÏLOV P. (1991): High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. *Int Orthop* 15:181-184
2. ROMPE JD, DECKING J, SCHOELLNER C, NAFE B: Shock wave application for chronic plantar fasciitis in running athletes – a prospective, randomized, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med* 2003; 31:268-275
3. BUCH M, KNORR U, FLEMING L, THEODOER G, AMENDOLA A, BACHMANN C, ZINGAS C, SIEBERT WE: *Orthopäde* 2002 31:637-644
4. GERDESMAYER L, WAGENPFEIL S, HAAKE M, MAIER M, LOEW M, WÖRTLER K, LAMPE R, SEIL R, HANDLE G, GASSEL S, ROMPE JD: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying

- tendonitis of the rotator cuff: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003; 290: 2573-80
5. DAHMEN GP, MEISS L, NAM VC, SKRUODIS B: Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) im knochenahnen Weichteilbereich an der Schulter. *Extr Orthopaedica* 1992; 11:25-27
  6. PETTRONE FA, MCCALL BR: Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Jun; 87(6): 1297-304.
  7. WESS O: Physikalische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie, *Jour. Mineralstoffwechsel* 4/2004; 11.Jhrg.: 7-18
  8. GERDESMEYER L, MAIER M, HAAKE M, SCHMITZ C: Physikalisch-technische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) *Orthopäde* 2002; 31:610-7
  9. WESS O: Physical principles of shock waves and pressure-waves – Different technical solutions for medical applications, 8th ISMST-Congress, Wien 2005
  10. NEULAND H, KESSELMANN-EVANS, DUCHSTEIN H-J, MEI W: Outline of the molecularbiological effects of the extracorporeal shock waves (ESW) on the human organism. 7th ISMST Congress Kaohsiung, Taiwan 2004
  11. CHEN YJ, KUO YR, WANG CJ, CHEN SMS, HUANG HC, YANG YJ, YICHIH S, WANG FS: Activation of extracellular signal-regulated kinase (ERK) an p38 kinase in shock wave-promoted bone formation of segmental defects in rats. *J Bone* 2004; 34:466-77
  12. CHEN YJ, WANG FS, WANG CJ, YANG KD, KUO YR, HUANG HC, HUANG YT: Shock wave attenuates interleukin-1beta, cyclooxygenase-2 an Prostaglandin E2 receptor expression during healing of collagenase-induced achilles tendonitis rats. 7th ISMST-Congress, Kaohsiung 2004; 16 (abstr.)
  13. WANG CJ, HUANG HY, PAI CH: Shock wave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction: an experiment in dogs. *J Foot & Ankle Surg*; 41:16-22
  14. WANG FS, YANG KD, CHEN RF, WANG CJ, SHEEN-CHEN SM: Extracorporeal shock wave promotes growth an differentiation of bone-marrow stromal cells towards osteoprogenitors associated with induction of TGF-beta 1. *J Bone Joint Surg Br* 2002; 84:457-61
  15. OTHORI S, INOUE G, MANNOJI C et al.: Shock wave application to rat skin induces degeneration and reinnervation of sensory nerve fibres. *Neurosci Letter* 2001; 315:57-60
  16. MAIER M, AVERBECK B, MILZ S, REFIOH HJ, SCHMITZ C: Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. *Clin Orthop* 2003; 406:237-45
  17. SPINDLER A, BERMAN A, LUCERO E, BRAIER M: Extracorporeal shock wave treatment for chronic calcific tendinitis of the shoulder. *J Rheumatol.* 1998 Jun; 25(6):1161-3
  18. SEIL R, RUPP S, HAMMER DS, ENSSLIN S, GEBHARDT T, KOHN D: Extrakorporale Stoßwellentherapie bei der Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschetten: Vergleich verschiedener Behandlungsprotokolle. *Orthop Ihre Grenzgeb.* 1999 Jul-Aug; 137(4):310-5
  19. HAAKE M: Bedeutung der exakten Fokussierung extrakorporaler Stoßwellentherapie bei der Tendinitis calcarea. *Biomed Technik* 2001; 46:69-74
  20. ROMPE JD, HOPF C, KULLMER K, HEINE J, BURGER R, NAFE B: Low-energy extracorporeal shock wave therapy for persistent tennis elbow. *Int Orthop.* 1996; 20(1):23-7
  21. ROMPE JD, HOPF C, KULLMER K, WITZSCH U, NAFE B: Extrakorporale Stoßwellentherapie der Epikondylopathia humeri radialis – Ein alternatives Behandlungskonzept. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1996 Jan-Feb; 134(1):63-6
  22. MAIER M, DURR HR, KOHLER S, STAUPENDAHL D, PFAHLER M, REFIOH HJ: Analgetische Wirkung niedrigerenergetischer extrakorporalen Stoßwellen bei tendinosis calcarea, Epikondylitis humeri radialis und Plantarfasziitis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2000 Jan-Feb; 138(1):34-8.
  23. DEJUNG B, GRÖBLI C, COLLA F, WEISSMANN R: Triggerpunkt-Therapie, Verlag Hans Huber, Bern, 2003
  24. AUERSPERG V, DOROTKA R, SABE-TIASCHRAF M, DOHNALEK CH., WANKE ST., SCHADEN W: Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) aus orthopädischer und traumatologischer Sicht. *Jour. Mineralstoffwechsel* 4/2004; 11.Jhrg.: 19-28
  25. WESS O. (2001): Stoßwellen versus Druckwellen, Verlag Thieme, Stuttgart, New York
  26. GERDESMEYER L, MAIER M, HAAKE M, SCHMITZ C: Physikalisch-technische Grundlagen der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT). *Orthopäde.* 2002 Jul; 31(7):610-7
  27. MENSE S, SIMONS DG: Myofascial Pain Caused by Trigger Point in Muscle Pain, 2001; Lippincott, Williams and Wilkins, Philadelphia
  28. TRAVELL JG, SIMONS DG: Handbuch der Muskel-Triggerpunkte, Verlag Urban & Fischer, München, 2. Auflage 2002
  29. LICHT G, 2003: Inaugural – Dissertation
  30. LICHT G, MÜLLER-EHRENBERG H, GREITEMANN B (2003): Das Myofasziale Schmerzsyndrom *MOT* 6: 35-45
  31. GERWIN R (1997): Interrater reliability in myofascial trigger point examination. *Pain* 69: 65-73
  32. MENSE S, PONGRATZ D: Neue Einsichten in die Besonderheiten des Muskelschmerzes, *Schmerz*, 2003 17 (6) 397-398
  33. SIMONS DG: Triggerpunkte und Myogelose. *Manuelle Medizin* 1997, 35:290-294
  34. SEEM M: Akupunktur und myofasziale Lösung. Uelzen: Med.-Literarische Verl. Ges., 1999
  35. GRÖBLI C, Dommerholt J: Myofasziale Triggerpunkte, Pathologie und Behandlungsmöglichkeiten. *Manuelle Medizin* 1997, 35:295-303
  36. FORST R: Neuromuskuläre Erkrankungen, 2003, Pongratz D, Zierz S, Deutscher Ärzteverlag, Köln

### Anschriften der Verfasser

Dr. med. Hannes Müller-Ehrenberg,  
Orthopädische Praxis,  
Tibusplatz 6,  
48143 Münster,  
[www.triggerpunktzentrum.de](http://www.triggerpunktzentrum.de)

Dr. med. Gunnar Licht,  
Klinikum St. Georg GmbH,  
Franziskus-Hospital Harderberg,  
Klinik für Orthopädie,  
Alte Rothenfelder Straße 23,  
49124 Georgsmarienhütte