

Myofasziales Triggerpunkt-Syndrom

Diagnose und Therapie durch Stoßwellen

WOLFGANG BAUERMEISTER

Das myofasziale Triggerpunkt-Syndrom (MTS) kann durch die Herabsetzung der Reizschwelle sensibilisierter Nozizeptoren in der Umgebung myofaszialer Triggerpunkte (MTrP) behandelt werden. Die Stoßwellen-Stimulation dieser sensibilisierten Areale kann einen Übertragungsschmerz an einer anderen Körperstelle auslösen. Die Übertragungsmuster scheinen denen aus der Triggermedizin-Literatur ähnlich zu sein, und die therapeutische Stoßwellen-Stimulation dieser Bereiche kann therapieresistente chronische Schmerzen vermindern.

Fragestellung

Zur Klärung der Frage, ob Stoßwellen die Diagnose und Behandlung des MTS ermöglichen, sollen folgende Hypothesen überprüft werden: **1.** Stoßwellen können sensibilisierte muskuläre Rezeptoren stimulieren. **2.** Die Stimulation führt zur Auslösung von Übertragungsschmerzen. **3.** Die Übertragungsschmerzen sind den in der Literatur beschriebenen Übertragungsmustern von myofaszialen Triggerpunkten ähnlich. **4.** Die therapeutische Stoßwellen-Stimulation der Auslöschungsorte führt zu einer Reduktion von Schmerzsymptomen.

Einleitung

Das MTS entwickelt sich oft zu einem therapieresistenten chronischen Schmerzsyndrom. Eine mögliche Hauptursache dieser Chronifizierung ist das nicht rechtzeitige Erkennen dieses Krankheitsbildes und der zugrundeliegenden Pathophysiologie. Definitionsgemäß wird das MTS durch myofasziale Triggerpunkte verursacht und ist in der Literatur auch als myofasziales Schmerzsyndrom beschrieben.

Der myofasziale Triggerpunkt

MTrP sind histologisch betrachtet Sarkomerkontraktionen mit einer Verdichtung der Querstreifung der Muskulatur (Abb. 1). Sarkomerknoten können durch eine vermehrte spontane Freisetzung von Acetylcholin (ACh) an den motorischen Endplatten verursacht sein. Die gesteigerte Freisetzung von ACh erkennt man durch den Nachweis eines „Endplattenrauschens“ bei einer elektromyographischen Untersuchung (EMG) des MTrP.

Durch die vermehrte Freisetzung von ACh kommt es zu einer Dauerkontraktur der Aktin-Myosin-Filamente. Der Energiebedarf ist gesteigert; dies äußert sich in einem Mangel an Adenosin-Triphosphat (ATP). Aus einer nachfolgenden Hypoxie, gepaart mit dem Energiemangel, entwickelt sich eine „Energiekrise“, die unter anderem zur Freisetzung von Bradykinin (BK), Prostaglandinen (PG) und Serotonin (5-HT) aus dem Gewebe führt.

Mit mikroanalytischen Techniken wurde das Milieu in der Umgebung von MTrP untersucht. Es zeigten sich gesteigerte Konzentrationen von BK, 5-HT, Norepinephrin, TNF-(Tumor-Nekrose-Faktor)- α , IL-(Interleukin)-1 β , IL-6, IL-8, SP (Substanz P) und CGRP (Calcitonin Gene Related Peptide), den Mediatoren einer neurogenen Entzündung.

Schmerzgedächtnis Allodynie

Das in der Umgebung der MTrP aus dem Gewebe freigesetzte BK, PG und 5-HT sensibilisiert die Muskel-Nozizeptoren soweit, dass diese schon auf normale Stimuli wie leichten Druck oder Muskelkontraktionen reagieren (Allodynie). Höhere Konzentrationen von BK und 5-HT können die

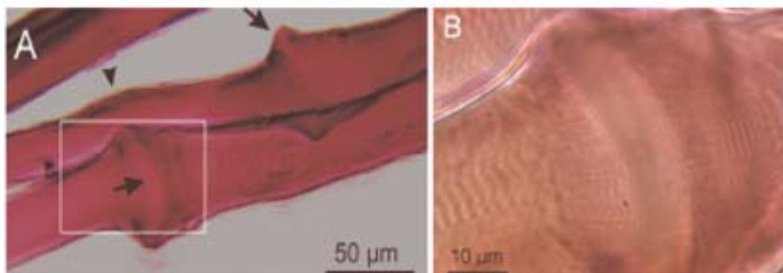


Abb. 1: Experimentell erzeugte Sarkomerknoten
S. Mense, D.G. Simons, U. Hoheisel, B. Quenzer: Lesions of rat skeletal muscle after lokal block of acetylcholinesterase and neuromuscular stimulation, J Appl Physiol 94: 2494-2501, 2003

Nozizeptoren auch direkt stimulieren. Der ständige Input nozizeptiver Signale am Hinterhorn des Rückenmarks aktiviert sog. ineffektive Synapsen. Diese Synapsen werden als ineffektiv bezeichnet, weil sie nicht auf Glutamat, den häufigsten Neurotransmitter nozizeptiver Signale, reagieren. Denn ihnen fehlt der AMPA-(alpha-amino-3-hydroxy-5-methyl-4-isoxazole propionic acid)-Rezeptor für Glutamat. Durch einen ständigen oder starken Schmerzreiz jedoch bilden sich AMPA-Rezeptoren an den ineffektiven Synapsen, die dadurch auf den Neurotransmitter Glutamat reagieren.

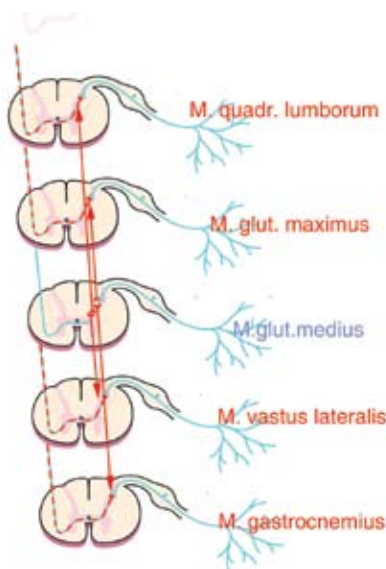


Abb. 2: Übertragungsschmerz. Normale Reize durch leichten Druck oder Muskelkontraktionen werden von sensibilisierten Nozizeptoren des M. gluteus maximus durch die Aktivierung ineffektiver Synapsen als Schmerzreiz aus dem M. gastrocnemius, M. vastus lateralis, M. gluteus maximus und M. quadratus lumborum interpretiert. Bauermeister W.

Ineffektive Synapsen verbinden viele Rückenmarksegmente miteinander und sind nicht wie die normalen effektiven Synapsen auf zwei bis drei Segmente begrenzt. Die Stimulation solcher aktivierter ineffektiver Synapsen führt zu einer Fehlzuordnung der nozizeptiven Signale. Der Schmerzurprung (sensibilisierter Nozizeptor) und Schmerzort sind nicht identisch. Es entsteht das Phänomen des Übertragungsschmerzes, welches dem Schmerzgedächtnis zugeordnet wird (Abb. 2).

Übertragungsschmerz

Experimentell kann der Übertragungsschmerz z. B. durch Druckstimulation von MTrP erzeugt werden. Es sind Muskelknoten, die sich durch eine lokal begrenzte gesteigerte Druckempfindlichkeit auszeichnen. Diese wird durch die sensibilisierten Nozizeptoren verursacht. Lässt sich durch die Druckstimulation ein Übertragungsschmerz auslösen, hat

eine zentrale Sensibilisierung mit Bildung des Schmerzgedächtnisses stattgefunden (Abb. 3).

Die Diagnose des MTS ergibt sich zum einen aus der Anamnese, dem Beschwerdebild mit einem typischen Schmerzmuster, der Lokalisation von MTrP und dem Auslösen eines vertrauten Übertragungsschmerzes. Die Schmerzanamnese ist gekennzeichnet entweder durch einen allmählichen schleichenden Beginn oder durch akut rezidivierende Schmerzen. Diese treten häufig nach einer Überlastung oder ungewohnten Belastung auf.

In der Anfangsphase sind die Schmerzen regional begrenzt und scheinen ein spezifisches Muster zu haben. Es entwickeln sich aber auch Schmerzmuster bis hin zu dem Bild eines „chronic widespread pain“ (CWP) mit einem der Fibromyalgie ähnlichen Verteilungsmuster. Oft handelt es sich dabei um eine Summierung mehrerer durch zentrale Sensibilisierung entstandener regionaler Übertragungssymptome.

Lokalisation der MTrP

Der Vergleich der Schmerzmuster mit den von J. Travell und D. G. Simons veröffentlichten Triggerkartentypen von Übertragungsmustern der MTrP ermöglicht es, erste Vermutungen über ihre Lokalisation zu äußern. Jedoch ist dadurch nicht gewährleistet, dass sich tatsächlich MTrP in den angegebenen Muskeln befinden. Die Palpation eines druckempfindlichen Knotens im Muskel erlaubt die Lokalisation eines MTrP, ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet und erfordert erhebliche Erfahrung. Erschwerend kommt hinzu, dass Muskeln, in denen sich Triggerpunkte befinden, oft in tiefen Schichten liegen, voluminös sein können und bei zusätzlicher Adipositas für manuelle Techniken nicht zugänglich sind.

Verschiedene Kriterien werden isoliert oder in Kombination verwendet, um die Bedeutung der MTrP zu beurteilen. Als wichtigste Kriterien werden die Schmerzerkennung (Auslösung eines vertrauten Übertragungsschmerzes) und eine Zuckungsreaktion des Muskels gewertet (Tab.1).

Um die Lokalisation von MTrP ökonomisch zu gestalten, muss man die Zahl der zu untersuchenden Muskeln minimieren. Dazu macht man sich die muskelverkürzende Wirkung der MTrP zunutze. Diese ist so stark, dass sich klinisch relevante

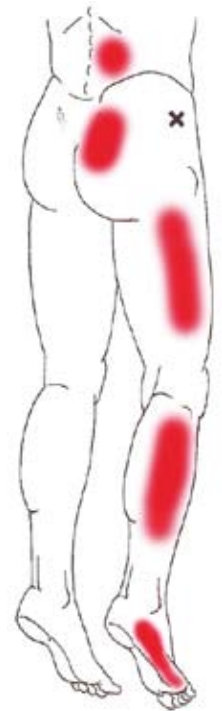


Abb. 3: Übertragungsschmerz Gluteus medius. Triggerpunkte (x) des M. gluteus medius können die Reizschwelle der Nozizeptoren in ihrer Umgebung so weit herabsetzen, dass die Stimulation dieser Bereiche durch Stoßwellen Übertragungsschmerzen auslöst. Bauermeister W.

Einschränkungen der Wirbelsäulen- und Gelenkbeweglichkeit mit einer Abweichung vom Normalwert oder einer Differenz zwischen den Körperseiten zeigen. Eine Beweglichkeitseinschränkung deutet auf Muskelgruppen hin, die durch die im MTrP herrschende Sarkomerkontraktur verkürzt sind. In diesen Muskelgruppen muss nach Triggerpunkten gesucht werden.

Durch manuelle Druckanwendung auf MTrP in den Muskeln werden nozizeptive Reize an aktivierte ineffektive Synapsen übertragen, wodurch ein Übertragungsschmerz ausgelöst wird. Ist dieser dem Patienten vertraut, hat man einen „aktiven Triggerpunkt“ lokalisiert. Werden jedoch keine oder unbekannte Schmerzen ausgelöst, ist es ein „latenter Triggerpunkt“. Je geringer die Sensibilisierung der peripheren Nozizeptoren ist, umso stärkere Reize müssen eingebracht werden, um einen Übertragungsschmerz auszulösen.

Durch manuelle Druckstimulation mit dem Finger jedoch können kurzfristig maximal 10 kg Kraft auf 1 cm² eingebracht werden. Tief liegende oder geringer sensibilisierte Nozizeptoren benötigen jedoch erheblich stärkere Kräfte, um den notwendigen Input für die Auslösung des Übertragungsschmerzes zu erreichen. In der Praxis kommt man mit der manuellen Druckstimulation der MTrP an Grenzen, weil Patienten nur bis zu einem bestimmten Punkt bereit sind, die erforderlichen Schmerzen und resultierenden Hämatome zu tolerieren.

Alternativ können sensibilisierte Nozizeptoren durch Stoßwellen stimuliert werden. Dabei treten eine lokale Schmerzreaktion, eine Schmerzübertragung sowie eine Zuckungsreaktion des Muskels auf. Die Reaktionen sind abhängig von der Art der Stoßwellen. Piezoelektrisch erzeugte Stoßwellen (PE-SW) bewirken eine starke lokale Schmerzreaktion, einen im Vergleich dazu schwächeren Übertragungsschmerz und selten eine Zuckungsreaktion. Elektrohydraulische (EH-SW) und radiale Power⁺-Stoßwellen (rP⁺-SW) rufen eine schwache oder gar keine lokale Schmerzreaktion, einen vergleichsweise starken Übertragungsschmerz und häufig Zuckungsreaktionen hervor.

Therapie des MTS

Ziel der Behandlung ist es, die Triggerpunkte zu deaktivieren, d. h. die Reizschwelle der peripheren Nozizeptoren heraufzusetzen. Dadurch wird die Allodynie reduziert, und weniger Schmerzimpulse werden an die Synapsen des Hinterhorns des Rückenmarks weitergeleitet. Verringert sich der nozizeptive Input, bildet sich das Schmerzgedächtnis zurück, das nur durch einen ständigen Zufluss von Signalen aufrecht erhalten wird.

Klassische Therapien des MTS sind Injektion von Lokalanästhetika in MTrP, Stretch und Spray, manuelle digitale Druckanwendung und „dry needling“ mit Akupunkturnadeln. Neuere Methoden sind die durch technische Hilfsmittel verstärkte manuelle Druckanwendung und die Anwendung fokussierter und radialer Stoßwellen als Triggerpunkt-Stoßwellen-Therapie (TST).

Stoßwellenparameter

Durch Parameter wie -6db-Fokusbereich, 5Mpa-Therapiebereich, Gesamtenergie (E) und Energieflussdichte (ED) kann ein Stoßwellenfeld technisch definiert werden (Tab. 2). Aus diesen Parametern jedoch lässt sich nicht ohne weiteres ein Rückschluss auf die klinische Brauchbarkeit für eine spezifische Anwendung ableiten. Welche Parameter für die Triggerpunkt-Stoßwellen-Diagnostik (TSD) und Triggerpunkt-Stoßwellen-Therapie (TST) relevant sind, muss durch klinische Studien untersucht werden. Bei der Lokalisation von sensibilisierten Nozizeptoren in der Umgebung von MTrP mit Stoßwellen lassen sich in Abhängigkeit von der verwendeten Technologie verschiedene Phänomene mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad auslösen (Tab. 2).

1) Der punktuelle (lokale) Schmerz ist bei der Anwen-

Vorliegen von	Schwierigkeitsgrad	Isolierter diagnostischer Wert
1 Punktueller Druckschmerz (Triggerpunkt)	+	+
2 Schmerzerkennung (vertrauter Übertragungsschmerz)	++	+++
3 Tastbares Faserbündel, in dem der Triggerpunkt liegt	+++	++
4 Unbekannter Übertragungsschmerz	+++	+
5 Lokale Zuckungsreaktion	++++	++++

Tab. 1: Zuverlässigkeit manueller herkömmlicher diagnostischer Untersuchungsverfahren zur Lokalisierung und Klassifizierung von MTrP im Vergleich

Quelle: Simons DG 1999

dung von PE-SW am deutlichsten und bei rP⁺-SW und EH-SW geringer.

2) EH-SW, rP⁺-SW und PE-SW erlauben eine gute Schmerzerkennung (Übertragungsschmerz) durch Stimulation aktiver MTrP, jedoch unterscheidet sich die Handhabung beider Technologien. Bei PE-SW ist der Stoßwellenbereich, der die Stimulation der Nozizeptoren ermöglicht, durch einen vergleichsweise engen Fokusbereich kleiner als bei rP⁺-SW und EH-SW. Deshalb müssen die Muskelschichten mit PE-SW durch Verwendung verschiedener Vorlaufstrecken in mehreren Untersuchungsgängen abgesucht werden. Der diagnostische Wert scheint basierend auf den klinischen Ergebnissen hoch zu sein.

3) Übertragungsschmerzen latenter MTrP werden häufiger durch rP⁺-SW und PE-SW ausgelöst.

4) Die lokale Zuckungsreaktion lässt sich mit PE-SW kaum auslösen. Bei der Anwendung von rP⁺-SW und EH-SW jedoch tritt dieses Phänomen gehäuft

Substanz P ist nach sechs und 24 Stunden erhöht und sechs Wochen nach der Therapie erniedrigt. Die Produktion von COX-(Cyclooxygenase)-2 und PGE₂ (Prostaglandin-E₂) kann durch Stoßwellen unterdrückt werden. Durch niederenergetische Stoßwellen konnte eine Abnahme von PGP (Protein Gene Product) und CGRP (Calcitonin Gene Related Peptide) beobachtet werden. Stoßwellen verursachen eine Denervierung freier Nervenendigungen. Die Stoßwellenwirkung im Rahmen des MTS wird vermutlich auf einige dieser und noch weitere bislang unerforschte Effekte zurückzuführen sein.

Methode

In die Untersuchung wurden Patienten aufgenommen mit chronischen therapieresistenten Schmerzen (länger als sechs Monate) und einer für das MTS typischen Anamnese. Es wurde die Schmerzlokalisierung dokumentiert und die Intensität der Beschwerden auf der visuellen Analogskala (VAS) von 0 bis 100 gemessen. Der VAS-Ausgangswert für verschiedene Schmerzlokalisierungen wurde vor der Untersuchung und vor jeder therapeutischen Stimulation, die im Abstand von sieben Tagen durchgeführt wurde, erhoben.

Vor jeder therapeutischen Stimulation wurden die Muskeln auf sensibilisierte Nozizeptoren in der Umgebung von MTrP untersucht, durch deren Stimulation ein vertrauter Übertragungsschmerz und ggf. eine Zuckungsreaktion ausgelöst werden konnte. Die Auswahl der zu untersuchenden Muskeln wurde durch die Messung der Wirbelsäulen- und Gelenkbeweglichkeit mit Goniometern getroffen.

Die als verkürzt befundenen Muskelgruppen wurden mit elektrohydraulischen Stoßwellen mit einer Energieflussdichte (ED) von 0,35 mJ/mm² und einer Impulsfrequenz von 1 bis 2 Hertz stimuliert. Die Bereiche, durch deren Stimulation ein vertrauter Übertragungsschmerz ausgelöst werden konnte, wurden nachfolgend therapeutisch stimuliert. Zur Lokalisation und therapeutischen Stimulation wurde die Intensität der EH-SW so gewählt, dass der Ausstrahlungsschmerz nicht mehr als 60 auf der VAS betrug. Die Bereiche wurden solange mit EH-SW stimuliert, bis der Patient über eine Abnahme des Übertragungsschmerzes um etwa 50 % berichten konnte.

Ergebnisse

Die Patienten waren im Mittel 52.2 ± 13 Jahre alt (Median: 51 Jahre). Der Body-Mass-Index (BMI) lag bei 24.2 ± 3.1 kg/m² mit einem Median von 24. Die

	Elektrohydraulisch		Piezoelektrisch		Radial Power ⁺ 36/15mm-Focus Applikator	
	Min	Max	Min	Max	36	15
-6db z-Achse mm	38.2	91.9	10.2	4.2	18.5	7.3
Fokusbereich mm ³		4621.3		96.1	1708	160
Eindringtiefe mm		92		57	25	45
Energieflussdichte ED mJ/mm ²	0.008	0.35	0.26	1.64	0.07	0.55
Positiver Spitzendruck MPa	2.0	31.4	21	140	7.6	19.2

Tab. 2: Parameter verschiedener Stoßwellentypen für die Behandlung von sensibilisierten Nozizeptoren in der Umgebung von MTrP

auf und kann zusätzliche Informationen über den Stellenwert der Triggerpunkte geben (Tab. 3).

Wirkungen von Stoßwellen

Bei der TSD und TST scheinen primär molekularbiologische oder zelluläre Wirkungen im Vordergrund zu stehen. Es wird vermutet, dass Stoßwellen Einfluss auf die Ionenflüsse über die Veränderung der Membranpermeabilität von Zellen nehmen können.

Schmerzen waren am häufigsten im Rückenbereich lokalisiert (21.9 %), gefolgt von der Hüfte (14.9 %). Der VAS-Wert der Subgruppe mit Rückenschmerzen lag bei der Eingangsuntersuchung bei 61.5 ± 22.5 (Median: 62.5). Jeder sensibilisierte Nozizeptoren-Bereich wurde im Mittel 1.7 ± 1.2 mal (Median: 1) behandelt.

Der VAS-Wert nach der ersten therapeutischen Stimulation verringerte sich um 35 ± 39.5 % (Median: 26 %). Nach der zweiten therapeutischen Stimulation verringerte er sich um 50.5 ± 40.3 % (Median 58.5 %). Nach der dritten therapeutischen Stimulation nahm er um 55.3 ± 38.2 % (Median: 67 %) ab, nach der vierten therapeutischen Stimulation um 63.5 ± 45.7 % (Median: 85 %). Die Responderrate (Schmerzveränderung von ≥ -20 %) betrug von der ersten bis zur vierten therapeutischen Stimulation 54 %, 72,9 %, 77,8 % und 72,2 %. Die Intensität der diagnostischen und therapeutischen Stimulation lag bei einer ED von 0,15 mJ/mm².

Diskussion

Hypothese 1: Es konnten von diskreten Muskelarealen Übertragungsschmerzen ausgelöst werden. **Hypothese 2:** Es war möglich, mit EH-SW dem Patienten vertraute Übertragungsschmerzen auszulösen. **Hypothese 3:** Die Übertragungsmuster waren zum Teil den in der Literatur beschriebenen Übertragungsmustern von MTrP ähnlich.

Hypothese 4: Nozizeptoren-Bereiche, von denen vertraute Übertragungsschmerzen ausgelöst werden, können auf therapeutische Stimulation mit fokussierten elektrohydraulischen Stoßwellen reagieren. Die Stimulation sensibilisierter Nozizeptoren führt zumindest zu einer vorübergehenden Verringerung chronischer sonst therapieresistenter Rückenschmerzen. Der Wirkmechanismus könnte über eine Verringerung der peripheren Sensibilisierung der Muskel-Nozizeptoren erklärbar sein. Durch die Abnahme des peripheren nozizeptiven Inputs kann die zentrale Sensibilisierung zumindest soweit reduziert werden, dass Muskelkontraktionen im Rahmen der normalen Belastung deutlich weniger Übertragungsschmerzen auslösen. Dadurch ist wieder eine normalere körperliche Belastung möglich.

Gegenüber den klassischen Verfahren der Lokalisation und Behandlung von Triggerpunkten ergeben sich verschiedene Vorteile: **1.** Die Lokalisation und Beurteilung der Bedeutung der MTrP für das Schmerzproblem erfolgt durch Patienten-Biofeedback. **2.** Es gibt keine anatomischen Hindernisse für die Lokalisierung von MTrP. **3.** Die für den thera-

peutischen Effekt erforderliche Energie-Dosis kann durch Patienten-Biofeedback ermittelt werden. **4.** Es sind keine Injektionen von Lokalanästhetika erforderlich, die möglicherweise mit Nebenwirkungen verbundenen sind. **5.** Es entstehen keine Hautreizungen und Hämatome. **6.** Die Stoßwellentherapie bringt Reaktionen auch bei schweren chronischen Verläufen des MTS.

	Elektrohydraulisch		Piezoelektrisch		Radial Power ⁺	
	EH-SW	Schwierigkeitsgrad	PE-SW	Schwierigkeitsgrad	rP ⁺ -SW	Schwierigkeitsgrad
1 Punktueller Schmerz	+	++	+++	+	+	+
2 Schmerzerkennung durch Stimulation aktiver MTrP	+++	+	+++	++	+++	+
3 Übertragungsschmerz durch Stimulation latenter MTrP	+	++	+++	+	++	++
4 Lokale Zuckungsreaktion	++	+	-	+++	+	++

Tab. 3: Lokalisierung und Klassifizierung von MTrP durch Stoßwellen

Schlussfolgerung

Die Anwendung von Stoßwellen kann die Therapie des MTS aus mehreren Gründen vereinfachen: Die Lokalisation sensibilisierter Nozizeptoren in der Umgebung von MTrP und damit der Ort der therapeutischen Stoßwellenstimulation lässt sich durch Patienten-Biofeedback eindeutig bestimmen. Ein großvolumiger -6db-Fokusbereich mit einer möglichst langen z-Achse bewirkt eine große Tiefenausdehnung und macht das Arbeiten mit unterschiedlichen Vorlaufstrecken überflüssig. Die Lokalisation der sensibilisierten Nozizeptoren und ihre therapeutische Stimulation können in einem Arbeitsschritt erfolgen. Durch die Einfachheit des Verfahrens kann die Wirksamkeit der Anwendung elektrohydraulischer Stoßwellen in kontrollierten Studien mit Sham-Stimulation im Vergleich zu Verum-Stimulation überprüft werden.

Korrespondenzadresse:
Dr. med. Wolfgang Bauermeister
Unnützstr. 17 a, 81825 München
TRIGGOsan Centrum München
Tel.: 089 426112

Weitere Informationen unter: www.triggosan.eu

(Literatur beim Verfasser)