

Jakob Schöll/Sabine Arentz/Heinz Lohrer

Die Stoßwellentherapie in der Sportorthopädie – eine Übersicht

Die extrakorporale Stoßwellentherapie als neue Behandlungsmöglichkeit wurde erstmals vor ca. 20 Jahren in der Orthopädie und Traumatologie eingesetzt. Dieses Therapieverfahren hat sich für die Behandlung der Erkrankungen am Stütz- und Bewegungsapparat fest etabliert.

Im Lauf der Zeit wurden an den Geräten technische Veränderungen vorgenommen, die mittlerweile einen einfachen und risikoarmen Einsatz in der Orthopädie ermöglichen.

Es wurde auch eine neue Art von Stoßwellen entwickelt, die „radiale Stoßwelle“, die sich vor allem im Sport als besonders wertvoll erwiesen hat und sich neben der klassischen fokussierten Stoßwellentherapie etablierte. Die physikalischen Eigenschaften der Stoßwellen erlauben, in die Tiefe des Körpers durchzudringen, um dort Heilungsprozesse zu aktivieren, ohne die darüber liegenden Gewebeschichten zu verletzen, was einen wesentlichen Vorteil gegenüber dem operativen Eingriff bietet.

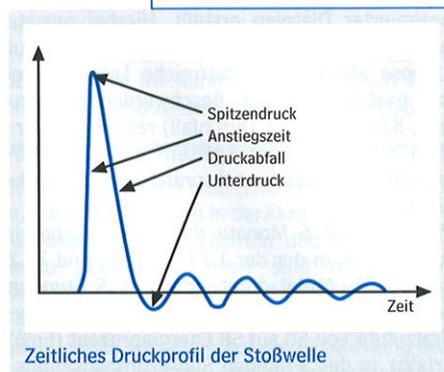
Die durch die Stoßwelle ausgelösten biologischen Effekte sind vielseitig. Die Verbesserung der Durchblutung und des Stoffwechsels, Auflösung von Kalkablagerungen und Schmerzlinderung erlauben den Einsatz der Stoßwellen bei verschiedenen Krankheitsbildern. Die Fähigkeit der Stoßwellen, die Muskeln zu entspannen, führte zur Entstehung der Trigger-Stoßwellentherapie, die sich in den letzten Jahren rasant verbreitete.

Besonders wichtig für die Sportmedizin ist die Einsatzmöglichkeit im Wettkampf, dabei entstehen keine Probleme bei der Dopingkontrolle.

Die mehrjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Stoßwellentherapie erlaubt den Autoren, diese Behandlungsmethode als nebenwirkungsarmes, erfolgreiches Verfahren einzustufen.

Eingegangen: 14.10.2009

ABB. 1 Druckprofil



1. Einleitung

Die Stoßwellentherapie wurde ursprünglich für den Einsatz in der Urologie entwickelt. Im Jahre 1980 wurde im Münchner Klinikum Großhadern die erste Nierensteinertrümmerung am Patienten durchgeführt. Seit dem Bericht von Valchanov und Michailov (1991) über einen erfolgreichen Einsatz der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) bei Pseudarthrosen (nicht heilende Knochenbrüche) hat sich diese Behandlungsmethode auch in der Orthopädie und Traumatologie zunehmend etabliert.

Anfänglich wurden in der Orthopädie große, bis dato in der Urologie verwendete Geräte eingesetzt. Die im weiteren Verlauf an den Geräten vorgenommenen technischen Veränderungen ermöglichen mittlerweile einen einfachen und risikoarmen Einsatz in der Orthopädie.

Im Laufe der Jahre 1992/93 erschienen Berichte (Schleberger & Senge, 1992; Dahmen et al., 1992; Heist et al., 1992; Loew & Jurgowski, 1993) über einen erfolgreichen Einsatz der extrakorporalen Stoßwelle bei orthopädischen Erkrankungen. Zur Zeit sind orthopädische Krankheitsbilder wie Kalkschulter (Tendinosis calcarea), Tennisellenbogen (Epicondylitis humeri radialis), Fersensporn und Pseudarthrose als Standardindikationen für die ESWT anerkannt (Rompe, 1997). Zunehmend werden auch sportinduzierte Schmerzsyndrome (Stressfrakturen, Achillodynie, Tibiakanten- und Patellaspitzensyndrom) erfolgreich mit der ESWT behandelt (Lohrer et al., 1998).

Im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main wird die ESWT seit 1996 eingesetzt. Zunächst wurden gute Ergebnisse mit dem Minilith der Firma Storz erzielt. Die überwiegende Zahl der behandelten Patienten zeigte

eine deutliche und nachhaltige Besserung ihrer Symptomatik.

In einer 1997 in Zusammenarbeit mit der Firma Electro Medical Systems (EMS) begonnenen prospektiven Untersuchung wurde die Wirksamkeit der unfokussierten Stoßwelle, die in einem ballistischen Verfahren erzeugt wird, evaluiert. Auf der 25. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie am 21. Mai 1999 wurde über erste Behandlungsergebnisse mit dieser Art der Stoßwellen beim Fersensporn berichtet (Dr. J. Schöll). Dieses Verfahren bekam später die Bezeichnung „radiale Stoßwelletherapie“ (RSWT) und hat sich als erfolgreiche Behandlungsmethode neben der fokussierten ESWT etabliert.

2. Physikalische Grundlagen der ESWT

Unter dem Begriff Stoßwellen (Synonyme: Druckwellen, Schallwellen) sind mechanische Druckimpulse zu verstehen, die sich in einem Medium (Wasser, Luft oder Festkörper) wellenförmig ausbreiten. An der Wellenfront steigt der Druck extrem schnell an (innerhalb weniger Nanosekunden) und erreicht hohe Werte (Abb. 1).

Die außerhalb des Körpers erzeugten Wellen werden mithilfe eines Ultraschallgels ohne Verletzung der Haut in den Körper eingekoppelt. In dem weichen Gewebe des Körpers können sich die Wellen ausbreiten und das vorgesehene Zielgebiet erreichen. Ihre Wirkung erzeugen diese Wellen im Körper, wenn Sie auf Grenzschichten von Geweben unterschiedlicher Dichte (so genannte Impedanzsprünge) treffen.

Abhängig vom Verlauf der Druckwelle sind zwei Gerätetypen zu unterscheiden. Die konventionellen urologischen und einige orthopädische Geräte erzeugen fokussierte Wellen. D.h., dass die maximale Energie in einem bestimmten Brennpunkt im Körper in einem kleinen Gebiet (Fokus) erreicht wird (Abb. 2). Im medizinischen Bereich werden zur Stoßwellenerzeugung elektromagnetische, elektrohydraulische und piezoelektrische Verfahren verwendet. Die Art der Stoßwellenerzeugung hat dabei keine Auswirkung auf den Behandlungserfolg. Durch die Fokussierung kann höhere Energie auch zu einem tief liegenden Krankheitsherd geleitet werden. Das von der Firma Electro Medical Systems entwickelte Stoßwellengerät (Swiss DolorClast®) erzeugt unfokussierte bzw. streuende Stoßwellen in einem ballistischen Verfahren. Bei diesem Verfahren wird ein Projektil durch Druckluft (ähnlich einem Luftgewehr) beschleunigt und dann auf einem Prallkörper abrupt abge-

bremst. Die kinetische Energie des Projektils setzt den elastisch aufgehängten Prallkörper (Applikator) in Bewegung. Die Bewegung des Prallkörpers wird im Berührungspunkt in das Gewebe des Patienten übertragen, wo sie sich als Druckwelle radial ausbreitet (Abb. 3). Diese Welle wird als Radiale Stoßwelle[®] bezeichnet. Wellen dieser Art haben die größte Energieflussdichte in den oberen Gewebeschichten und sind besser geeignet für die Behandlung oberflächlich liegender Krankheitsherde. Zurzeit stellt die Industrie Geräte her, die beide Arten von Stoßwellen erzeugen können (z.B. Duolith[®] der Firma Storz), die eine optimale Behandlungsmöglichkeit in Kombination der Verfahren bieten.

3. Biologische Effekte der Stoßwellen bei orthopädischen Erkrankungen

Bei der Anwendung der Stoßwellen fällt auf, dass die Patienten zum Ende der Stoßwellentherapie eine Schmerzlinderung verspüren, die bis zu 48 Stunden anhalten kann. Dabei handelt es sich um einen mit einer Lokalanästhesie vergleichbaren Effekt. Nach der Anwendung der Stoßwelle kommt es an der behandelten Stelle häufig zu einer Hautrötung, die durch eine Gefäßerweiterung hervorgerufen wird. Ursache ist eine Zunahme der Durchblutung in der behandelten Region. Dieser Effekt führt zur Intensivierung des Stoffwechsels und zur Aktivierung der Geweberegeneration. Aufgrund dieser Eigenschaft wird die Stoßwellentherapie auch bei schlecht heilenden Wunden und degenerativen Erkrankungen des Bewegungsapparats eingesetzt.

Eine weitere positive Eigenschaft der orthopädischen Stoßwellentherapie ist die Fähigkeit, bei Weichteilverkalkungen die Kalkablagerungen aufzulösen (Magosch et al., 2003). Dieser Effekt ist analog demjenigen zur therapeutischen Wirkung bei Nierensteinen zu sehen.

Durch die Behandlung mit hochenergetischen Stoßwellen kann eine gewünschte Traumatisierung der Knochen im Frakturbereich bewirkt werden, was zu einer Anfrischung der nicht heilenden Knochenbrüche (Pseudarthrosen) und zur Konsolidierung des Knochens führen soll (Schlehberger, 1995).

Die Fähigkeit der Stoßwellen, Muskelverspannungen aufzulösen, hat zur Anwendung der Stoßwellentherapie bei spastisch gelähmten Kindern geführt. Auch bei der Triggerpunkttherapie hat diese Behandlungsmethode ihren Einsatz gefunden (Bauermeister, 2005).

Aus Untersuchungen der Stoßwellenapplikation am Herz ist bekannt, dass es mittelfristig zu einer nachweisbaren Bildung neuer Blutgefäße kommt (Schaden, 2005). Diese Erkenntnis hat zur Anwendung der Stoßwellen auch in der Kardiologie geführt.

4. Anwendung der Stoßwellentherapie und eigene Erfahrungen

Zu Beginn des Stoßwellentherapieeinsatzes im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main

ABB. 2 Fokussierte Stoßwelle



ABB. 3 Radiale Stoßwelle



im Jahr 1996 war das Spektrum der behandelten orthopädischen Krankheitsbilder relativ klein. Es wurden überwiegend Fersensporne, Verkalkungen der Schulter und Tennisellenbogen behandelt (Abb. 4). Die sportmedizinische Notwendigkeit zur schonenden und nebenwirkungsarmen Therapie hat uns zum Einsatz der Stoßwellentherapie bei einigen anderen sportinduzierten Schäden am Stütz- und Bewegungsapparat veranlasst. Die ersten Ergebnisse waren positiv und wurden 1998 in der Zeitschrift „Leistungssport“ publiziert (Lohrer et al., 1998). Schon die erste Auswertung der Daten zeigte, dass der frühzeitige Einsatz der Stoßwellentherapie bei orthopädischen Erkrankungen zu einer höheren Ausheilungsquote führt. Bei einer Krankheitsdauer von über 6 Monaten konnte nur bei 40 Prozent der Patienten eine komplette Schmerzfremheit erreicht

werden, während 62 Prozent der Patienten mit einer Krankheitsdauer von unter 6 Monaten schmerzfrei wurden (Abb. 5, siehe S. 44). Wir empfehlen eine Reduzierung, gelegentlich auch völlige Einstellung der Trainingsbelastungen während der Behandlung, um den Behandlungserfolg zu optimieren.

Faszinierend sind die Behandlungsergebnisse bei Verkalkungen in Sehnen und Muskeln, die überwiegend im Bereich der Schulter und Hüfte auftreten. Der Vergleich von Röntgenbildern vor und nach der Behandlung ist sowohl für den Arzt als auch für den Patienten beeindruckend, da die Kalkauflösung deutlich zu sehen ist. Dabei ist zu bemerken, dass die Kalkauflösung nur langsam voranschreitet und die höchste Auflösungsrate von 75 Prozent (Magosch et al., 2003) erst nach 12 Monaten zu erwarten ist.

ABB. 4 Behandlung des Fersenspornes

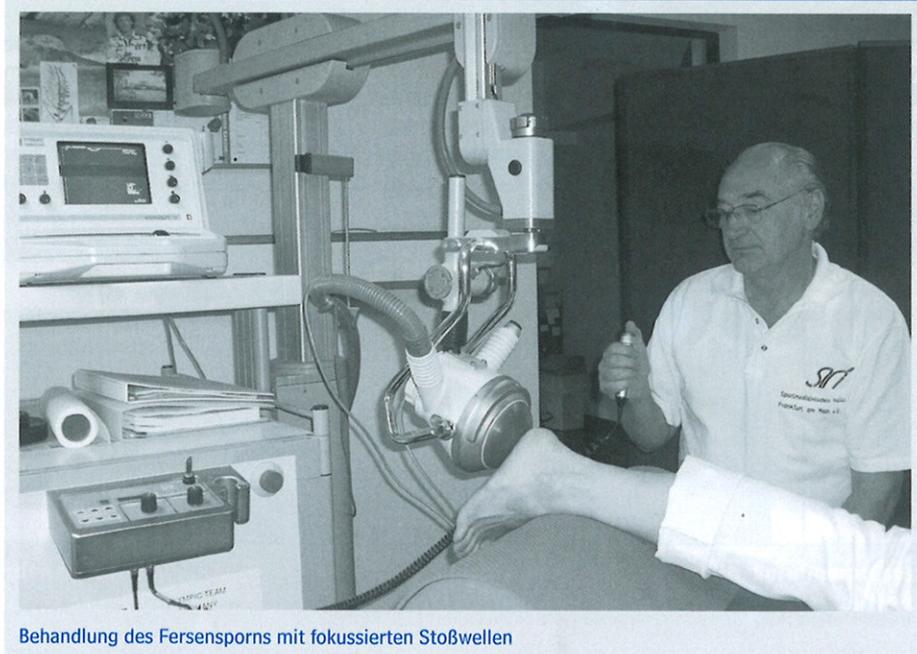
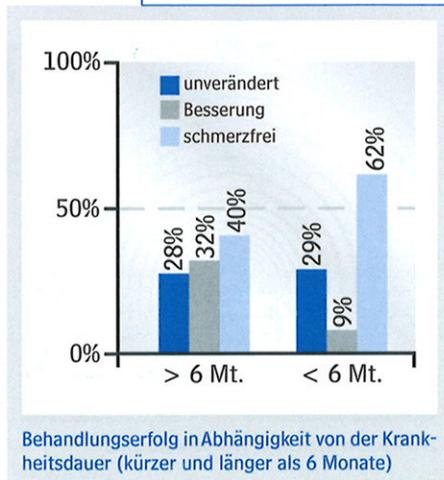


ABB. 5 Behandlungserfolg I



Beim Fersensporn haben wir keine Rückbildung des radiologisch nachgewiesenen Sporns beobachtet, da es sich um eine knöcherne Ausdehnung am Fersenbein und nicht um eine Kalkablagerung handelt.

Bei beiden Erkrankungen (Kalkschulter und Fersensporn) war das Schmerzsyndrom bei 80 bis 85 Prozent der Patienten schon in den ersten 3 bis 4 Wochen rückläufig.

Durch die Entwicklung der unfokussierten oder radialen Stoßwelle entstanden neue Behandlungsmöglichkeiten. In einer 1997 in Zusammenarbeit mit der Firma Electro Medical Systems (EMS) begonnenen, prospektiven Untersuchung wurde die Wirksamkeit der unfokussierten bzw. Radialen Stoßwelle® evaluiert. Es wurden zu der fokussierten Stoßwellentherapie vergleichbare Ergebnisse ermittelt (Haupt et al., 2002). Auch eine zweite mit unserer Beteiligung durchgeführte Studie ergab eine signifikante Besserung der Beschwerden beim Fersensporn (Gerdesmeyer et al., 2008). Die radiale Stoßwelle erlaubt eine großflächige Behandlung, die die Möglichkeit der Therapie von ausgedehnten Krankheitsherden verbessert. Sie wird erfolgreich zum Beispiel bei Seh-

nenentzündungen wie der Achillodynie oder bei Knochenhautentzündungen (Tibiakantensyndrom) (Schöll et al., 2004) angewendet. Die in unserem Hause durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen zeigten gute Ergebnisse bei der Behandlung von sportassoziierten Erkrankungen des Bewegungsapparats (Abb. 6).

Als besonders erfolgreich hat sich die Anwendung der radialen Stoßwellentherapie bei der Behandlung von Triggerpunkten im myofaszialen Bereich bewährt (Bauermeister, 2005). Die Muskelverspannungen (Triggerpunkte in der amerikanischen Literatur oder Myogelosen in der europäischen Literatur) werden von Ärzten häufig nicht ernst genommen, obwohl die Patienten unter erheblichen Schmerzen und Funktionsstörungen leiden. Die entstandenen Muskelverspannungen der Extremitäten und des Rückens sind mit konventionellen Behandlungsmethoden wie Massage, Physiotherapie, Akupunktur oder Anästhetikum nur schwer aufzulösen. Mit den Stoßwellen lassen sich die Triggerpunkte im myofaszialen Bereich mit geringem Aufwand meistens gut und schnell behandeln (Abb. 7).

Dr. H. Everke aus Konstanz hat mit Erfolg die radiale Stoßwelle zur Behandlung von Akupunkturpunkten eingesetzt (Everke, 2006). Er verwendet an Stelle von Akupunkturadeln einen Applikator mit kleinem Durchmesser zur Stimulation der Akupunkturpunkte. Der Behandlungserfolg entspricht dem der klassischen Akupunktur. Die nicht invasive Stoßwellenakupunktur wird besonders gut von Patienten mit Nadelangst und von Kindern akzeptiert.

5. Einsatz beim Wettkampf

Ein weiteres interessantes Feld für die Stoßwellentherapie ist der Einsatz im Wettkampf. Bereits seit 1996 werden im Sportmedizinischen Institut Frankfurt am Main die Stoßwellen bei Leistungssportlern im Umfeld von Wettkämpfen eingesetzt. Bei den Olympischen Spielen 1996 in Atlanta war die deutsche Nationalmannschaft erstmalig mit unserem Stoßwellengerät (Minilith SL1 der Firma Storz

Medical AG) ausgestattet (Lohrer, 2004). Damals wurden bei 9 Sportlern (6 aus der deutschen Nationalmannschaft und 3 aus anderen Ländern) insgesamt 13 Behandlungen durchgeführt.

Seit den Olympischen Spielen 2000 in Sydney wird bei den Wettkämpfen auch die radiale Stoßwellentherapie eingesetzt. Inzwischen werden Geräte von mehreren Firmen verwendet. Es gibt eine Reihe von Vorteilen, die die radiale Stoßwellentherapie im Rahmen des Einsatzes im Wettkampf und Wettkampfumfeld hat. Die auf ballistischen Verfahren basierenden Geräte der radialen Stoßwellentherapie sind durch geringere Abmessungen und geringeres Gewicht leichter zu transportieren und benötigen weniger Platz. Sie sind leicht zu bedienen. Ein 230V-Stromanschluss ist ausreichend. So besteht die Möglichkeit, diese Geräte z.B. auch im Hotelzimmer aufzustellen (Arentz et al., 2004). Sowohl durch den sofort eintretenden lokalanästhetischen Effekt von bis zu 48 Stunden als auch durch die längerfristige Wirkung der Behandlung kann die Gabe von Schmerzmitteln reduziert oder gar vermieden werden. Dieser Aspekt spielt auch hinsichtlich der Dopingproblematik eine große Rolle. Nicht zu vernachlässigen ist hier jedoch, dass unter der Betäubung im Wettkampf das Verletzungsrisiko wesentlich höher ist. Aus diesem Grund empfehlen wir im Trainingsalltag den Leistungssportlern, am Tag der Behandlung das Training auszusetzen, um zusätzliche Überbelastung und mögliche Verletzung zu vermeiden.

6. Schlussfolgerung

Die Stoßwellentherapie hat sich in der Sportorthopädie etabliert und ist hier nicht mehr wegzudenken. Sie hat sich als nebenwirkungs- und komplikationsarmes Verfahren erwiesen. Die niederenergetische Therapie, die sich zuletzt durchgesetzt hat, kann ohne Anästhesie durchgeführt werden und benötigt im Unterschied zu den hochenergetischen Geräten kein Ortungssystem.

Die Stoßwellentherapie ist bei vielen Krankheitsbildern einsetzbar. Sie kann bei regene-

ABB. 6 Behandlungserfolg II

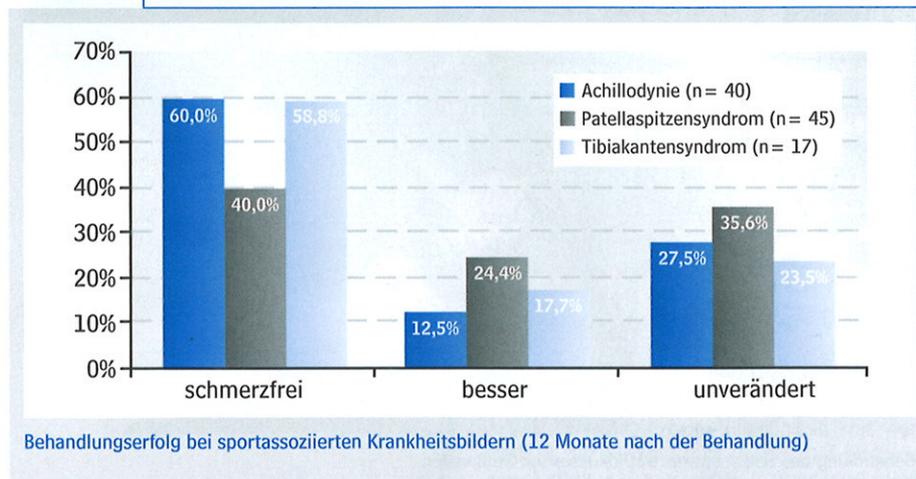
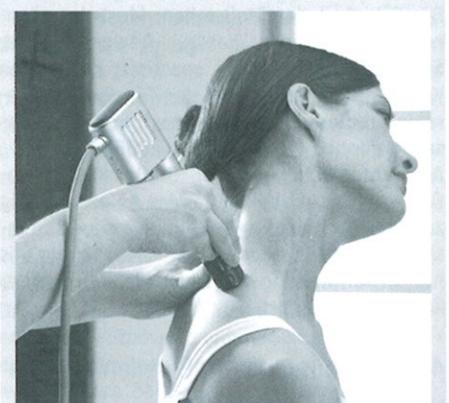


ABB. 7 Triggerpunkttherapie



Triggerpunkttherapie mit radialen Stoßwellen

rativen Sehenschäden (Tendopathien), Sehnenverkalkungen, Überbelastungsschäden an Sehnenansätzen, Muskelverletzungen und Muskelverspannungen, bei schlecht heilenden Wunden und Knochenbrüchen und bei vielen anderen Erkrankungen zum Therapieerfolg führen.

Die extrakorporale Stoßwellentherapie wird in der Regel bei konservativ austherapierten Patienten eingesetzt. Ihr Einsatz in der Frühphase von knochenahnen Weichteilschmerzen ist zur Zeit durch die hohen Behandlungskosten limitiert. Ausgehend vom Behandlungserfolg ist jedoch eine frühe Anwendung sinnvoll, da eine deutlich höhere Quote der vollen Schmerzfreiheit erzielt werden kann.

Insgesamt stellt die Stoßwellentherapie ein nebenwirkungsarmes, erfolgreiches Verfahren im Vergleich zu anderen konservativen Behandlungsverfahren, aber auch zu operativen Eingriffen dar.

*

Literatur

Arentz, S., Lohrer, H. & Schöll, J. (2004). Moderner und effektiver Einsatz der rESWT (Radiale Stoßwellentherapie) im Hochleistungssport am Beispiel der sportmedizinischen Betreuung der Nationalmannschaft Tischtennis während der Europameisterschaft 2003. In L. Gerdesmeyer (Hrsg.), *Extrakorporale Stoßwellentherapie* (S. 300-307). Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Bauermeister, W. (2001). *Schmerzfrei durch Trigger – Osteopraktik*. München: Südwest-Verlag.

Dahmen, G. H., Meiss, L., Nam, V. C. & Skrvodias, B. (1992). Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) im knochenahnen Weichteilbereich an der Schulter. *Extracta Orthopädicæ*, 15, 25-28.

Everke, H. (2006). *Stoßwellenakupunktur – neue therapeutische Möglichkeiten*. CO-MED, 9, 86-89.

Gerdesmeyer, L., Frey, C., Vester, J., Maier, M., Weil Jr., L., Weil Sr., L., Russlies, M., Stienstra, J., Scurran, B., Fedder, K., Diehl, P., Lohrer, H., Henne, M. & Gollwitzer, H. (2008). Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis. *American Journal of Sports Medicine*, 36, 2100-2109.

Haist, J., Steeger, D., Witzsch, U., Bürger, R. A. & Haist, U. (1992). *The extracorporeal shock-wave therapy in the treatment of disturbed bone union*. 7th Int. Conference on Biomedical Engineering (pp. 222-224). Singapore.

Haupt, G., Diesch, R., Straub, T., Penninger, E., Frölich, T., Schöll, J., Lohrer, H. & Senge, T. (2002). Radiale Stoßwellentherapie beim Fersensporn (Fasciitis plantaris). *Der Niedergelassene Chirurg*, 30 (4), 1-5.

Loew, M. & Jurgowski W. (1993). Extrakorporale Stoßwellen-Lithotripsie bei Tendinosis calcarea. *Zeitschrift für Orthopädie*, 131, 470-473.

Lohrer, H., Schöll, J., Alt, W. & Hirschmann M. (1998). Die extrakorporale Stoßwellentherapie. *Leistungssport*, 28 (2), 42-44.

Lohrer, H., Schöll, J. & Arentz, S. (2004). rESWT-Schmerztherapie in der Orthopädie und Sportmedizin. Entwicklung und Einsatz. In L. Gerdesmeyer (Hrsg.), *Extrakorporale Stoßwellentherapie* (S. 75-88). Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Magosch, P., Lichtenberger, S. & Habermeyer, P. (2003). Radiale Stoßwellentherapie der Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette – Eine prospektive Studie. *Zeitschrift für Orthopädie*, 141, 629-636.

Rompe, J.-D. (1997). *Extrakorporale Stoßwellentherapie – Grundlagen, Indikation, Anwendung*. Weinheim: Chapman & Hall GmbH.

Schaden, W. (2005). *ISMST-Bericht vom 8. Internationalen Stoßwellenkongress in Wien, Mai 2005*.

Schleberger, R. & Senge, T. (1992). Non-invasive treatment of long bone pseudarthrosis by shock waves (ESWL). *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 111, 224-227.

Schleberger, R. (1995). Anwendung der extrakorporalen Stoßwellen am Stütz- und Bewegungsapparat im mittlere-energetischen Bereich. In C. Caussy, F. Eisenberger, D. Jochum & D. Wilbert (Hrsg.), *Die Stoßwelle – Forschung und Klinik* (S. 166-174). Tübingen: Attempo.

Schöll, J., Lohrer, H. & Arentz S. (2004). Sportinduzierte Krankheitsbilder. Behandlung von Achillodynie, Patellaspitzensyndrom und Tibiakantensyndrom mit radialen Stoßwellen. In L. Gerdesmeyer (Hrsg.), *Extrakorporale Stoßwellentherapie* (S. 120-142). Norderstedt: Books on Demand GmbH.

Valchanov, V. D. & Michailov, P. (1991). High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. *International Orthopaedics*, 15, 181-184.

*

Die Autoren

Dr. med. Jakob SCHÖLL, Leiter der Abteilung Extrakorporale Stoßwellentherapie, Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main e.V.

Sabine ARENTZ, Fachärztin für Orthopädie, Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main e.V.

Prof. Dr. med. Heinz LOHRER, Ärztlicher Direktor des Sportmedizinischen Instituts Frankfurt am Main e.V.

Anschrift: Dr. med. Jakob Schöll, Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main e.V., Otto-Fleck-Schneise 10, 60528 Frankfurt am Main.

E-Mail: schoell@smi-frankfurt.de