



Aktualisiert 05/2019

DIGEST-Leitlinien

zur Extrakorporalen Stoßwellentherapie

Aktualisiert 05/ 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Physik und Technik der ESWT	Dr. Vinzenz Auersperg	S. 03
2	Praktische Anwendung		
	<u>Tendopathien Obere Extremitäten</u>		
	Tendinosis calcarea	Prof. Dr. Ludger Gerdesmeyer	S. 20
	Radiale Epikondylopathie	Sergej Thiele	S. 26
	Ulnare Epicondylopathie	Sergej Thiele	S. 30
	Morbus Dupuytren	Prof. Dr. Karsten Knobloch	S. 33
	<u>Tendopathien Untere Extremitäten</u>		
	Trochanterschmerzsyndrom	PD Dr. Jörg Hausdorf	S. 37
	Plantare Fasciitis	PD Dr. Jörg Hausdorf	S. 40
	Achillessehnentendinopathie	Dr. Martin Ringeisen	S. 44
	Patellaspitzenyndrom	Dr. Martin Ringeisen	S. 49
	Tibiakantensyndrom	Dr. Martin Ringeisen	S. 56
	Hamstring Tendinopathie	Dr. Martin Ringeisen	S. 59
	Morbus Ledderhose	Prof. Dr. Karsten Knobloch	S. 62
	<u>Knorpel und Knochen</u>		
	Arthrose	Sergej Thiele	S. 65
	Osteochondrosis dissecans	Sergej Thiele	S. 69
	Knochenmarködemsyndrom	Sergej Thiele / Dr. W. Schaden	S. 73
	Pseudarthrose	Dr. Wolfgang Schaden	S. 77
	Stressfrakturen	Dr. Wolfgang Schaden	S. 82
	Aseptische Hüftkopfnekrose	Dr. Wolfgang Schaden	S. 86
	<u>Haut</u>		
	ESWT an der Haut	Prof. Dr. Karsten Knobloch	S. 90
	ESWT bei Cellulite	Prof. Dr. Karsten Knobloch	S. 97
	<u>Myofasziale Schmerzthrapie</u>		
	Myofasziale Schmerztherapie	Dr. Hannes Müller-Ehrenberg	S. 102
	<u>Urologie</u>		
	ESWT urolog.Erkrankungen	Dr. Hannes Müller-Ehrenberg	S. 108

Physikalische Grundlagen

Die Definition von „Stoßwelle“ der Encyclopedia Britannica online (www.britannica.com) lautet „... starke Druckwelle in jeglichem elastischen Medium wie Luft, Wasser oder Festkörper, hergestellt durch Überschallflugzeuge, Explosionen, Blitz oder anderen Phänomenen, bei deren Druck verheerende Wirkungen auslöst. Stoßwellen unterscheiden sich von Schallwellen, indem die Wellenfront, welche den Druck ausübt, eine Region heftigster und raschster Veränderung des Drucks, der Dichte und der Temperatur des Gewebes ist. Aus diesem Grund breiten sich Stoßwellen unterschiedlicher als gewöhnliche Schallwellen aus, sie sind schneller als Schall, und die Geschwindigkeit nimmt mit der Höhe der Energie zu. Andererseits nimmt die Intensität einer Stoßwelle auch rascher ab als jene von Schall, weil die Stoßwelle einen Teil der Energie als Hitze an die Umgebung verliert.“

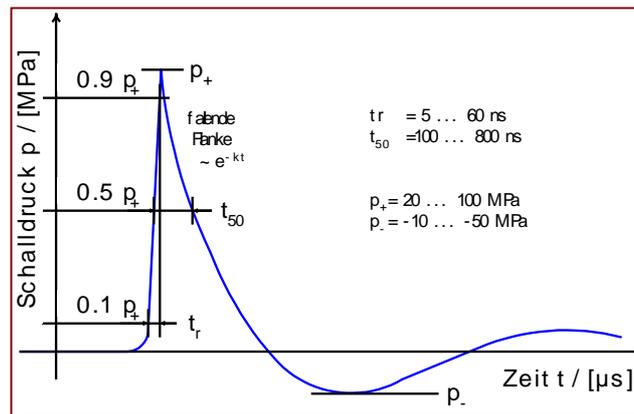
Stoßwellen haben zwar einige Eigenschaften, wie sie auch andere Wellen haben, unterscheiden sich aber doch erheblich. Hier soll ein wenig auf diese Unterschiede und Gemeinsamkeiten eingegangen werden.

Charakteristische Eigenschaften und Parameter von Stoßwellen

Die Energie einer Stoßwelle wird als Druck auf die Umgebung abgegeben. Dieser Druck ist sehr hoch, baut sich extrem schnell auf und bei einer klassischen Stoßwelle ist die Druckamplitude hauptsächlich positiver Druck, der negative Anteil ist wesentlich schwächer und länger und entspricht der Zugwelle.

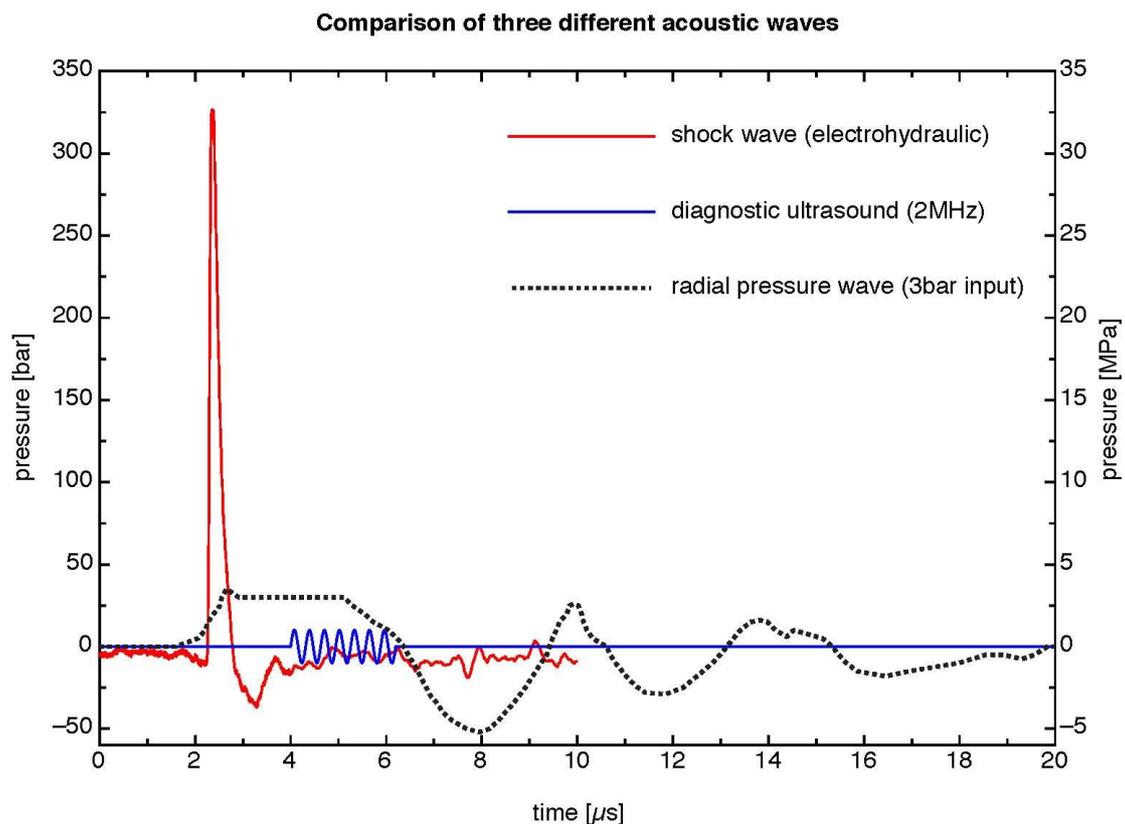
Die Graphik soll die klassische Form einer Stoßwelle zeigen, charakteristisch sind folgende Eigenschaften:

- Extrem rascher Anstieg der Kurve
- Sehr hoher Druck
- Niedrige negative Welle im Vergleich zum sehr hohen Spitzendruck



Stoßwellen sind mechanische Druckimpulse, welche sich im Medium wellenähnlich ausbreiten

Um die Unterschiede zu anderen Wellentypen besser zu veranschaulichen, sei hier eine Graphik abgebildet, in der Stoßwellen, Druckwellen und Ultraschall in denselben Koordinaten dargestellt wird.



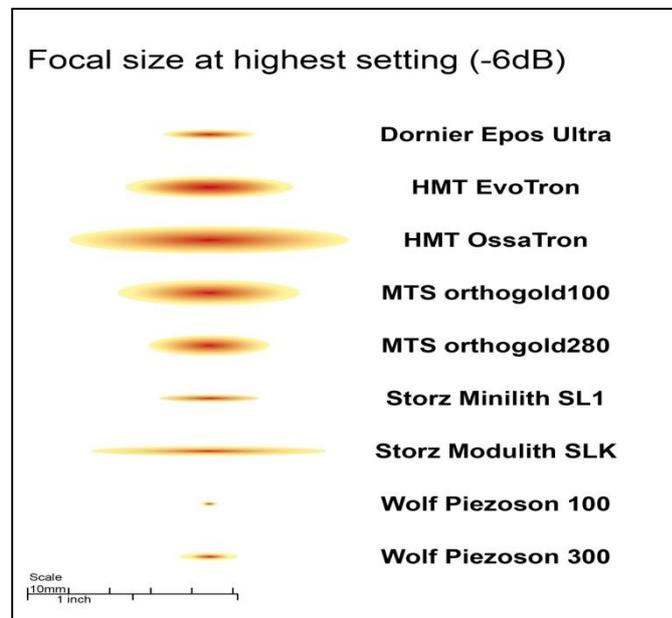
Source:
 electrohydraulic shock wave: MTS Europe GmbH, measurement orthogold100, focused applicator
 diagnostic ultrasound: sine wave, calculated with 1 MPa peak pressure at 2MHz
 radial pressure wave: R. O. Cleveland, P. V. Chitnis, and S. R. McClure. Acoustic field of a ballistic shock wave therapy device. *Ultrasound Med Biol*, 33(8):1327–1335, 2007, Figure 6a

Welche Parameter der Stoßwellen die am besten geeigneten sind, um die Schallfelder der verwendeten Geräte zu beschreiben, ist heute noch nicht völlig klar, immer wieder stößt man an Grenzen, weil man mit dem einen oder dem anderen Parameter die Charakterisierung der applizierten Impulse nicht zustande bringt. Die Techniker der Hersteller haben in Anlehnung an die Extrakorporale Stoßwellenlithotripsie in der Urologie (ESWL) besonders die EFD (Energieflussdichte), den Spitzendruck P und die Gesamtenergie E im -6dB-Fokus gewählt. Man ist sich heute einig darüber, dass weitere Parameter auch dokumentiert werden sollten, aber der Prozess der Festlegung ist noch nicht abgeschlossen.

In der folgenden Liste sind die wichtigsten derzeit verwendeten Parameter aufgelistet:

Positiver Druck	MPa
-6dB Fokus	mm
5 MPa Fokus	mm
Positive Energieflussdichte (EFD+)	mJ/mm ²
Totale Energieflussdichte	mJ/mm ²
Positive Energie im -6dB Fokus	mJ
Totale Energie im -6dB Fokus	mJ
Positive Energie im 5 MPa Fokus	mJ
Totale Energie im 5 MPa Fokus	mJ
Positive Energie im 5 mm Fokus	mJ
Totale Energie im 5 mm Fokus	mJ

In der Graphik ist erkennbar, dass die Größe des Fokus ganz offenbar sehr unterschiedlich ist. Die genannten Geräte sind teilweise nicht mehr am Markt erhältlich, darum ist es müßig über deren Überlegenheit zu diskutieren, was hier nur beachtenswert ist, dass alle Geräte sich als hochenergetische Geräte definieren.



Abschließend sei hier festgehalten, dass bei der Dokumentation nicht nur das verwendete Gerät festzuhalten ist, sondern auch die angewandten Energiestufen und die Anzahl der Impulse in den einzelnen Energiestufen. Nur daraus lässt sich retrospektiv ein Wert für die applizierte Gesamtenergie errechnen.

Auf der Homepage der ISMST (International Society for Shockwave Treatment) ist eine entsprechende Empfehlung platziert, welche die Dokumentation der Geräte-Daten und der Behandlungsparameter fordert, diese Empfehlung ist unter Mitwirkung der DIGEST entstanden und gilt für alle Geräte gleichermaßen!

→ <https://www.shockwavetherapy.org/about-eswt/ismst-recommendations/>

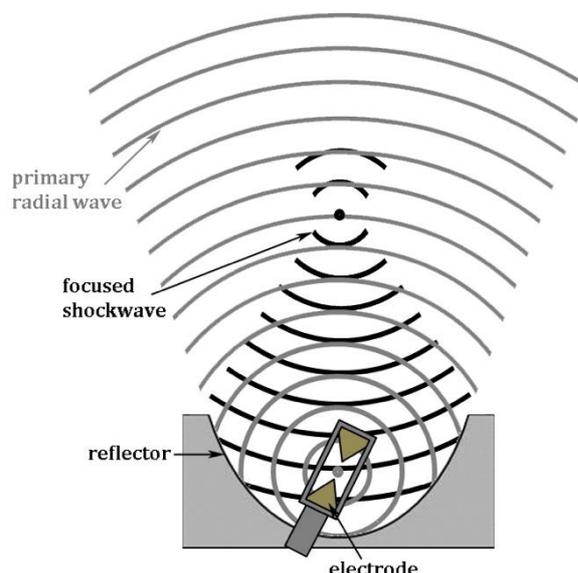
Erzeugung von Stoßwellen

Aus der Darstellung wird ersichtlich, dass es offenbar sehr unterschiedliche Geräte gibt. Diese Unterschiede kommen durch die unterschiedlichen Erzeugungsweisen der Stoßwellen zustande.

Die Stoßwellen werden für medizinische Anwendungen in einem Therapiekopf erzeugt und mittels eines gewöhnlich flexiblen Koppelstückes in Form einer Membran oder eines dreidimensionalen Körpers angekoppelt. Um eine geeignete Ankopplung zu erzielen ist es notwendig zwischen den Grenzflächen ein Koppelmedium wie z.B. Ultraschallgel einzubringen, sonst kommt es durch die selbst kleinsten Luftblasen zu Störungen der Schallausbreitung, eine Schicht aus Luft unterbindet die Ausbreitung der Stoßwellen sehr effektiv.

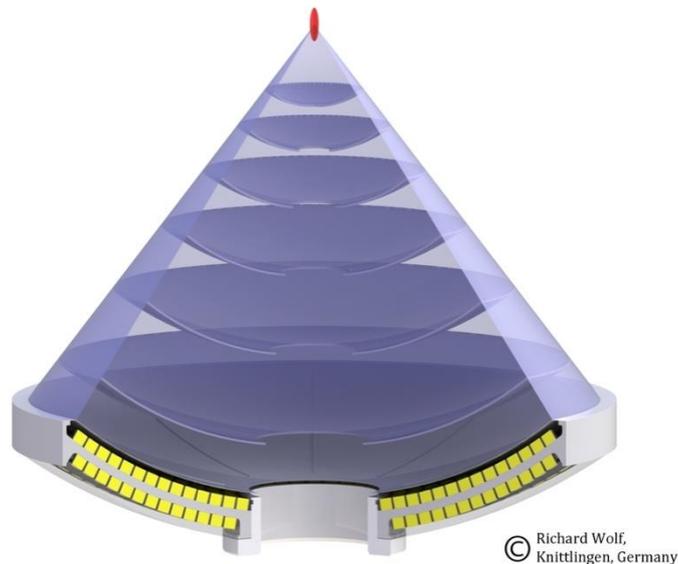
Elektrohydraulisches Erzeugungsprinzip

Das älteste in der Medizin angewandte Prinzip ist jenes, bei welchem die Stoßwellen durch eine Zündkerze erzeugt werden, das elektrohydraulische Prinzip. Die Stoßwellen breiten sich in einem Medium (Wasser) aus und werden auch noch mit einem Parabolspiegel in einen Ort fokussiert.



Piezoelektrisches Erzeugungsprinzip

Das piezoelektrische Prinzip beruht auf einer Fokussierung von Druckwellen, welche durch elektrische Aktivierung piezoelektrischer Kristalle entsteht, die in einer Schale so angebracht sind, dass sich die Druckwellen jedes Kristalls in einem Fokus treffen.

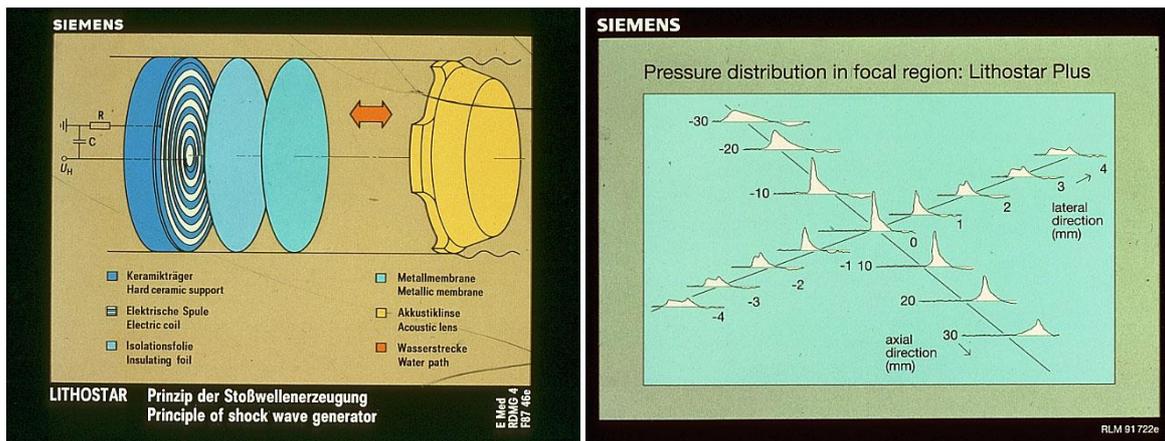


Schema der piezoelektrischen Stoßwellenerzeugung

Elektromagnetisches Erzeugungsprinzip

Bei der elektromagnetischen Stoßwellenerzeugung wird die Druckwelle von einer Flachspule oder einer Zylinderspule durch elektrische Impulse ausgesandt, bei der Flachspule wird eine Membran ausgelenkt, welche ein Medium (Wasser) komprimiert, der Impuls wird mittels einer akustischen Linse fokussiert, bei der zylindrischen Spule wird die Druckwelle durch einen Reflektor fokussiert.

Die elektromagnetischen und die piezoelektrischen Systeme produzieren Druckwellen, die im Fokus erst durch die Summation der Energie zu Stoßwellen werden, die elektrohydraulischen Systeme produzieren Stoßwellen schon im Fokus 1, im Fokus 2 sind die Energien aber deutlich höher.



A) Die hellblaue Membran wird durch die Spule ausgelenkt, was den Druck im Behälter zwischen Membran und Linse erhöht. Der Druck wird durch die Linse fokussiert. B) Man sieht, dass nur im Zentrum (Fokus) die Wellen so aufgesteilt und summiert werden, dass sie die klassische Stoßwellenform bekommen, außerhalb des Zentrums sind es mehr oder wenig energiereiche Druckwellen.

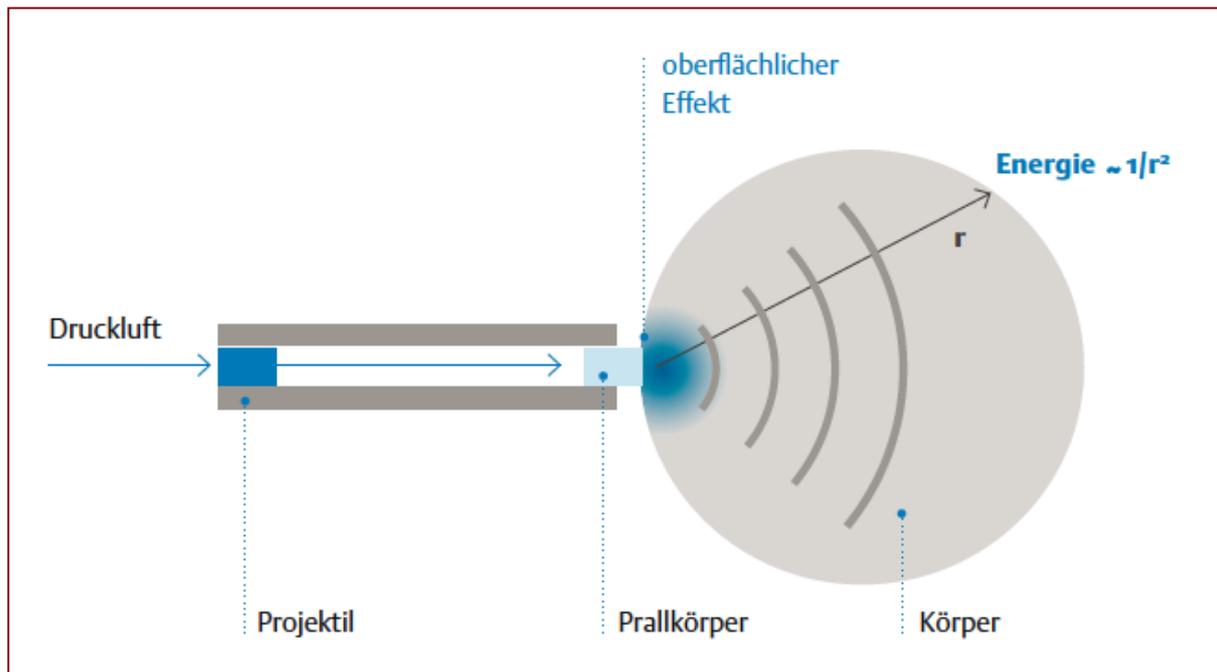


Die oben genannten Systeme können selbstverständlich auch die Druckwellen so abgeben, dass es zu keiner Fokussierung kommt, bzw. der Fokus so groß gewählt ist, dass man von defokussierter oder unfokussierter Stoßwelle spricht.

Radiales bzw. ballistisches Erzeugungsprinzip

In den vorangehenden Kapiteln angeführten Techniken steht die Technik der r-ESWT entgegen. Korrekter wäre es, wenn man bei dieser Technik nicht von Stoßwellen spricht, aber im Sprachgebrauch der Mediziner hat sich der Ausdruck radiale Stoßwellentherapie etabliert, und es wird allgemein anerkannt, dass diese Technik so genannt wird, auch wenn andere Bezeichnungen auch verwendet werden („Radiale Stoßwellen Therapie“, RSWT; „Extracorporeal Pulse Activation Therapy“, EPAT; „radiale Druckwellentherapie“).

Die Erzeugung der radialen Druckwellen wird durch die Kollision von einem durch Druckluft oder durch elektromagnetische Induktion beschleunigten Projektil auf einem Prallkörper (Applikator) erzeugt. Das Projektil hat eine Geschwindigkeit von ca. 5 bis 25 m/s, der Prallkörper wird durch den Aufprall des Projektils um ca. 0,6 mm ausgelenkt, die meiste Energie wird als Druckwelle in das angrenzende Medium weitergegeben. Die Welle breitet sich radiär vom Applikator aus, mit dem Quadrat der Entfernung vermindert sich die Energie.



Die verschiedenen Geräte erzeugen Schallfelder, welche sich sehr grundlegend voneinander unterscheiden können. Bei radialer Erzeugung der Druckimpulse sind nie die rasante Aufsteilung der Wellenfront und die charakteristische wesentlich geringere negative und positive Auslenkung der Wellen erkennbar, wie diese bei hochenergetischen Geräten in maximaler Energie-Stufe zeigen können.

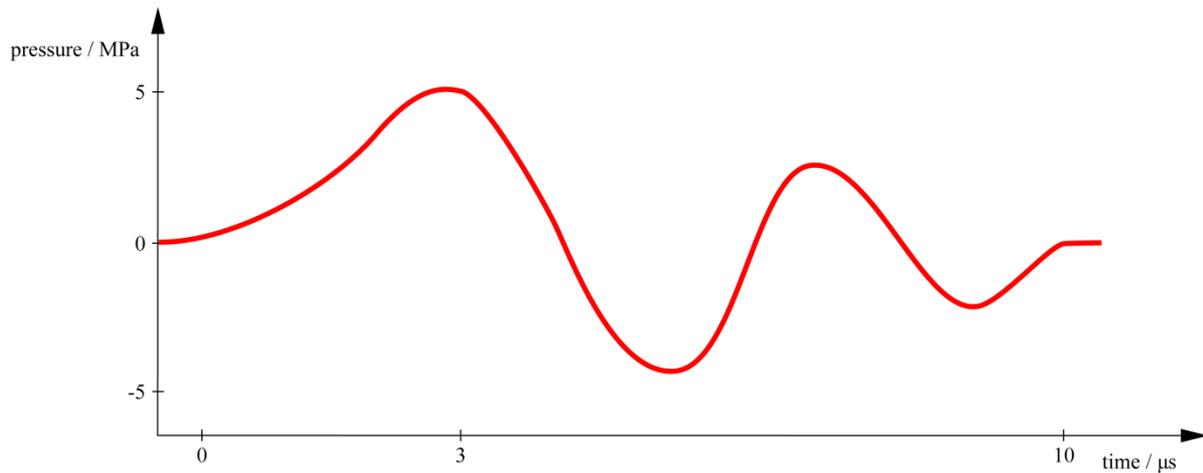


Fig.: Schema eines Druckwellenprofils einer radialen "Stoßwelle"

Die unterschiedlichen Erzeugungsarten der Stoßwellen (auch der Druckwellen) unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht, wie das in der Graphik „Comparison of three different acoustic waves“ (siehe Kapitel *Charakteristische Eigenschaften und Parameter von Stoßwellen*) eindrucksvoll gezeigt wird.

Bis heute ist die Bedeutung der verschiedenen Parameter in der orthopädischen Stoßwellentherapie unklar, aber es ist sinnvoll, jene zu dokumentieren, die bekannt sind, um beim Vergleich der klinischen Ergebnisse vielleicht auf die idealen physikalischen Einstellungen zu kommen.

Es ist wichtig, an dieser Stelle auch festzuhalten, dass die allermeisten Behandlungen bei den (orthopädischen) Indikationen mit mehr oder weniger energiereichen Druckwellen erfolgen, und nicht mit „klassischen“ Stoßwellen, wie sie oben graphisch dargestellt ist. Es wäre sehr hilfreich, wenn man die unterschiedlichen Schallfelder besser mit Parametern charakterisieren könnte, aber so weit sind wir noch nicht.

Physikalische Wirkmechanismen

Hier sind verschiedene Beobachtungen in einer für den Autor logisch erscheinenden Weise zusammengestellt, es soll vorweg gleich festgehalten werden, dass viele Fragen offen sind.

Geschwindigkeit und akustische Impedanz der Stoßwellen in verschiedenen Medien

Beim Verständnis der Wirkung von Stoßwellen erkennt man die Ähnlichkeit zu anderen Wellen, Stoßwellen durchlaufen ein Medium in einer charakteristischen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit in den unterschiedlichen Medien ist ein typisches Merkmal für Stoßwellen, exemplarisch sollen hier einige aufgelistet werden.

Material	Dichte (kg/m ³)	Schallgeschwindigkeit (m/s)	Akustische Impedanz (kg/m ² s)
Luft	1,2	330	16
Wasser	1000	1437	1,44 x 10 ⁶
Fett	970	1480	1,44 x 10 ⁶
Muskel	1060	1570	1,66 x 10 ⁶
Knochen:			
Kortikal	1700	3600	6,12 x 10 ⁶
Spongios	1000	1450	1,4 x 10 ⁶

Man kann aus der Tabelle erkennen, wie unterschiedlich die Eigenschaften der Medien auf die Stoßwellen wirken.

Wie bei anderen Wellen wird die Energie an Grenzflächen frei gegeben, an jenen Stellen, wo die Wellen von einem Medium auf ein anderes Medium treffen. An den Grenzflächen treten folgende Phänomene auf, die wir aus der klassischen Wellenlehre auch kennen:

Transmission (Transversalwelle, Longitudinalwelle)

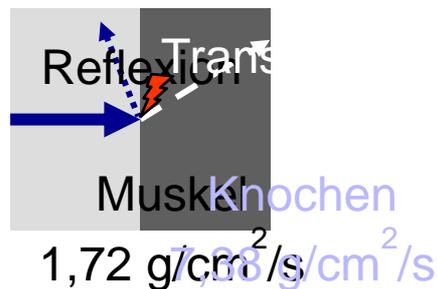
(Partielle) Reflexion

Beugung u./o. Ablenkung, Streuung

Wellengeschwindigkeit x Dichte des Mediums = akustische Impedanz

Druck- / Zugwelle → Scherkräfte

Umso höher der Impedanzsprung, das heißt, umso größer die Schalleitungsunterschiede in den angrenzenden Medien, umso mehr Energie wird an dieser Stelle frei. Um den Verlust der Energie zu minimieren, wird als Koppelmedium Ultraschallgel oder ähnliches verwendet, die ersten Behandlungen wurden überhaupt in einer Badewanne durchgeführt.

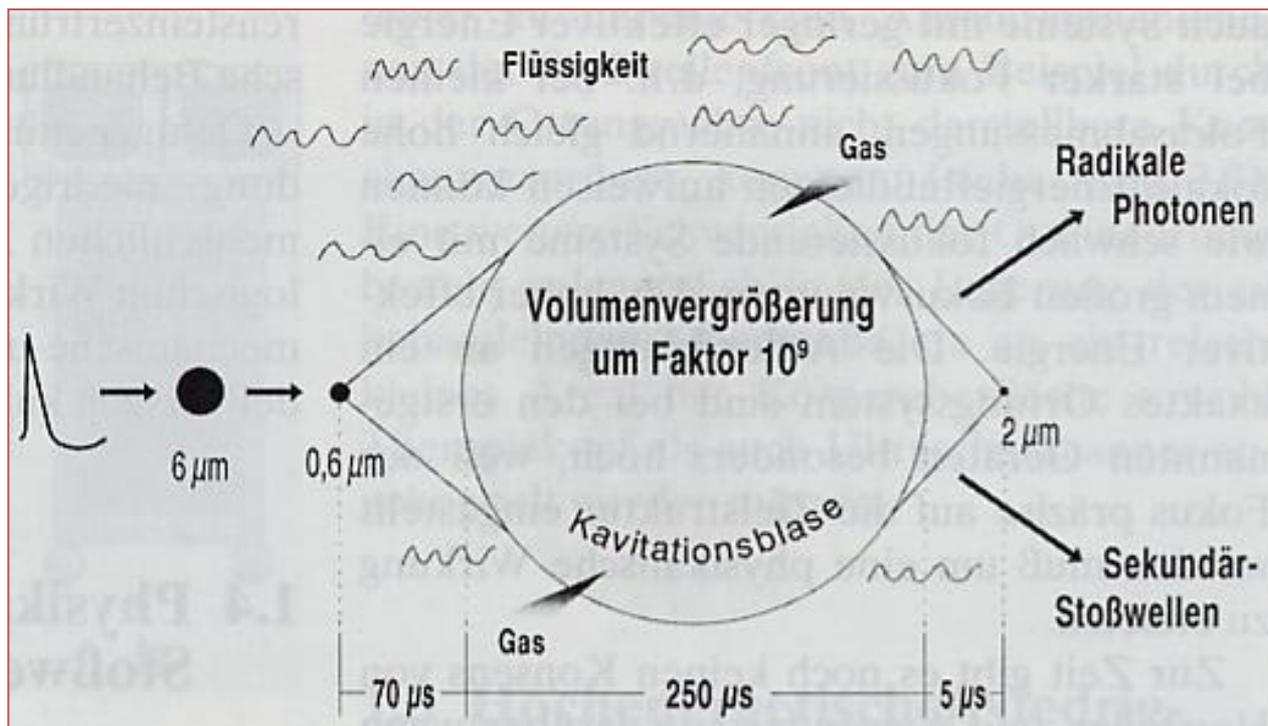


Kavitation

Wenn man bei Wikipedia nachsieht, liest man: „Kavitation (lat. cavitare „aushöhlen“) ist die Bildung und Auflösung von dampfgefüllten Hohlräumen (Dampfblasen) in Flüssigkeiten. Man unterscheidet zwei Grenzfälle, zwischen denen es viele Übergangsformen gibt. Bei der Dampfkavitation oder harten (transienten) Kavitation enthalten die Hohlräume hauptsächlich Dampf der umgebenden Flüssigkeit. Solche Hohlräume fallen unter Einwirkung des äußeren Drucks per Blasenimplosion zusammen (mikroskopischer Dampfschlag). Bei der weichen beziehungsweise stabilen Gaskavitation treten in der Flüssigkeit gelöste Gase in die Kavitäten ein und dämpfen oder verhindern deren Kollaps.“

Es kommt durch die extremen Druckunterschiede zu Bläschenbildung im Medium, die Bläschen kollabieren und die freiwerdende Energie erzeugt weitere Stoßwellen (jet streams) und Photonen bzw. freie Radikale. Dieses Phänomen ist im Versuch nachweisbar, aber man kann heute nicht sagen, wie notwendig die Kavitation ist, um eine biologische Wirkung zu erzeugen.

Wie beschrieben gibt es auch Bläschen in Flüssigkeiten, die präexistent sind, die sich aber ähnlich den harten (transienten) Kavitationsbläschen unter dem Einfluss einer Stoßwelle auch verändern und ähnliche Phänomene bewirken, allerdings nur auf viel niedrigerem Niveau, sie sind auch als Pseudokavitationsbläschen bekannt.



Im folgenden werden verschiedene Auswirkungen beschrieben, die im Medium bzw. im Gewebe beobachtet werden können:

- **Direkte, mechanische Wirkung bzw. Zerreißen (Steindesintegration, Knochenfissuren, Gewebszerreißen)**

Die direkte, mechanische Wirkung hochenergetischer Stoßwellen kennen wir aus der Natur, es ist die Kraft, die bei einem Erdbeben zur Zerstörung von Häusern führt oder bei einem Tsunami bekanntermaßen an der Küste alles dem Erdboden gleich macht; ein Teil der Energie eines Blitzes wird an die Umgebung ebenfalls als Stoßwelle abgegeben, was in weiterer Entfernung als Donner zu hören ist und durchaus zerstörerisch wirken kann, der Knall eines Flugzeugs beim Durchbrechen der Schallgeschwindigkeit ist ebenfalls eine Stoßwelle.

In der Medizin nützen wir die zerstörerische Wirkung von Stoßwellen zur Desintegration von Konkrementen (Nieren-, Blasen, Harnleiter-, Gallen- oder Speichelsteine).

Bei sehr hohen Energien der Stoßwellen können auch die bindegewebigen Körperteile wie Haut, Muskel, Lunge, parenchymatösen Organen oder Blutgefäße zerreißen, diese Wirkung wird in der Orthopädie nicht angestrebt, darum werden so hohe Energien in der Orthopädie nicht verwendet.

Die Wirkung entsteht an Stellen hoher Impedanzsprünge verschiedener Gewebe, welche die Stoßwelle durchdringt, also an den Grenzflächen von unterschiedlichen Geweben und von Strukturen, welche im Gewebe eingebettet sind. Die zertrümmernde,

zerreißende Wirkung wird heute nur in der Urologie (bzw. Chirurgie) angestrebt, bei der Anregung nicht oder schlecht heilender Knochenbrüche, so genannter Pseudoarthrosen oder verzögerte Knochenbruchheilungen, wurde auch diskutiert, ob die Zerreißung bzw. das Anbrechen der knöchernen Strukturen zur Heilung führt, wie wir aber aus neueren Untersuchungen wissen, kann man davon ausgehen, dass die Desintegration in der Orthopädie nicht benötigt wird.

Würde man die Stoßwellen-Energie entsprechend hoch wählen, könnte man die zerstörerischen Wirkungen beobachten. So hat man diese Auswirkungen hoher Stoßwellenenergien auf Sehnen in Tierversuchen eindrucksvoll zeigen können. Im Rahmen eines Tierversuches für Knochenuntersuchungen hat man sogar zufällig Knochenfragmente („Knochenembolie“) in der Lunge des Versuchstieres finden können. Wir achten also wirklich darauf, keine schädigende Wirkung der ESWT zu erzeugen.

Mit der selben Vorstellung der Desintegration (Zerkleinerung) hatte man in Hamburg Anfang der 90-er Jahre mit der Behandlung von Kalkdepots an der Schulter begonnen, allerdings weiß man auch bei der Kalkbehandlung, dass es andere als die desintegrativen Wirkungen sind, die zur Heilung führen, viel eher sind es molekularbiologische Veränderungen im behandelten Gewebe (siehe weiter unten).

- **Thermische und chemische Effekte**

Die Bedeutung dieser ESWT-Wirkung ist unklar: Thermische und chemische Effekte sind nachweisbar, aber ihr Einfluss auf die Gewebsveränderungen ist unklar; wahrscheinlich haben diese Effekte eine wesentlich größere Bedeutung bei sehr hochenergetischen Stoßwellen. Die thermischen Effekte gleichen jenen von Ultraschall, allerdings werden Stoßwellen bei orthopädischen Anwendungen mit so niedriger Frequenz abgegeben, dass die thermischen Effekte vernachlässigbar erscheinen.

- **Biologische Wirkungen von Stoßwellen**

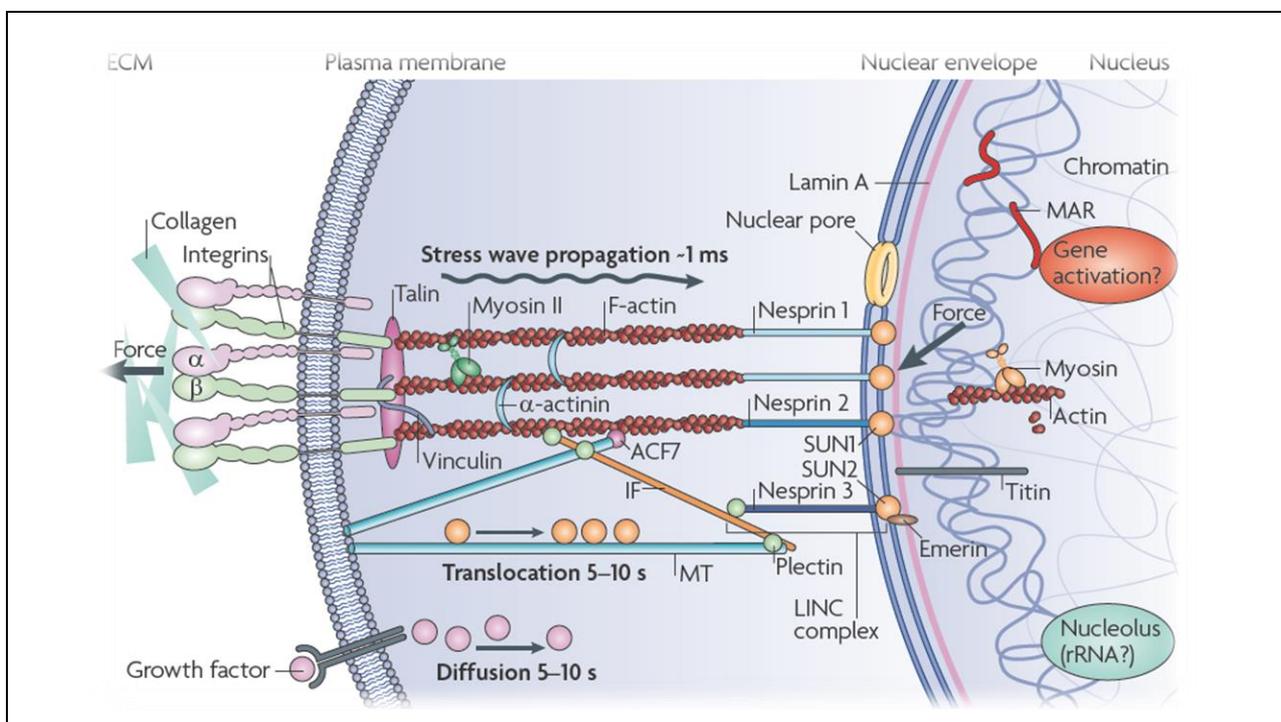
Viel von dem, was hier beschrieben wird, ist heute noch wenig erforscht, man sollte so weit gehen und sogar schreiben, dass die hier dargestellten biologischen Wirkmechanismen weitgehend Hypothesen sind, aber es gibt einige Publikationen, die Anlass geben, die folgenden Analysen anzustellen.

Am ehesten wird eine Kaskade von Reaktionen auf den mechanischen Reiz der Stoßwelle ausgelöst:

- **Mechanotransduktion:**

Die „Erschütterung“ des Gewebes durch die Stoßwellen ist eine Mechanotransduktion, eine Verwandlung eines mechanischen Reizes auf das Gewebe. Die Übertragung der Mechanischen Energie auf die Zelle erfolgt durch Veränderung des Zytoskeletts und extrazellulärer Moleküle, die eine Verbindung mit dem Zytoskelett haben.

Wahrscheinlich kommt es besonders am Zellkern zur Reizübertragung, aber auch in den anderen zellulären Strukturen (endoplasmatisches Retikulum, Mitochondrien, etc.).



Veranschaulichung der Mechanotransduktion durch Wang, Tytell, Ingber (Nature Rev 2009)

- **Genexpression:**

Die Reizung des Zellkernes über das erregte Zytoskelett dürfte eine Genexpression zur Folge haben, jedenfalls haben Wang et al. 2004 gezeigt, dass durch ESWT an der Ratte das RAS-System angeregt wird und dass man beispielsweise m-RNA für VEGF ausgeschüttet wird, eine Leistung, die nur im Zellkern vollbracht wird.

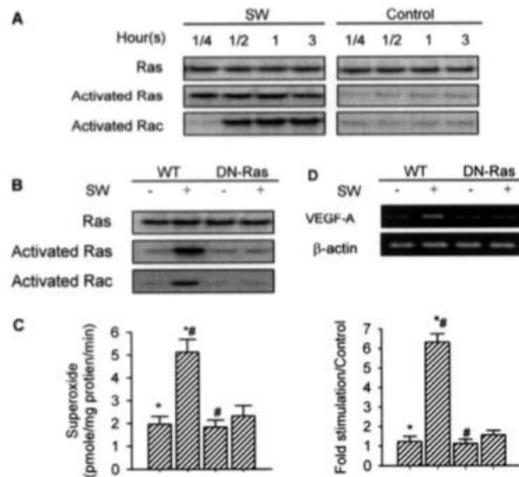


FIG. 4. Ras and Rac activation in SW-treated osteoblasts. SW activated Ras protein in 15 min and Rac protein in 30 min. Cell cultures with and without SW treatment were subjected to immunoprecipitation and immunoblotting (A). Transfection of dominant negative Ras mutant suppressed SW-enhanced Ras and Rac activation in 15 and 30 min, respectively (B). Dominant negative Ras mutant reduced SW-induced superoxide production in 30 min. * ($p < 0.001$) and # ($p < 0.001$) represent a significant difference between two groups (C). Dominant negative Ras mutant abrogated SW-enhanced VEGF-A mRNA expression in 12 h. After standardization of housekeeping gene expression, equal amounts of cDNA from each sample were subjected to 40 cycles of PCR to amplify VEGF-A expression. * ($p < 0.001$) and # ($p < 0.001$) indicate a significant difference between two groups (D). Results are presented with mean values \pm S.E. calculated from six paired triplicate experiments.

Wang et al. (2004 J.Biolchemistry): Ras Induction of Superoxide Activates ERK-dependent Angiogenic Transcription Factor HIF-1 α and VEGF-A Expression in ShockWave-stimulated Osteoblasts

• Enzymatische Gewebsantwort

Analog zur Genterapie findet man eine Gewebsantwort, die durch unterschiedliche Enzymveränderungen auch messbar wird. So wie bei der Genterapie kann man die enzymatische Veränderung auch noch lange nach der Genterapie bzw. der Genexpression beobachten.

In Tierversuchen (Ratten, Kaninchen, Hunde) konnten durch Stoßwellenwirkung Veränderungen folgender Substanzen gefunden werden:

- Stickoxid (NO)
- Prostaglandin E2
- COX-2
- Substanz P
- PGP (protein gene product)

- CGRP (calcitonin gene related peptide)
- eNOS (endothelial nitric oxide synthetase)
- VEGF (vessel endothelial growth factor)
- PCNA (proliferating cell antinuclear antigen)
- signal-regulated kinase (ERK)
- p38 kinase.

Im Zusammenhang mit NO wurde auch die Entstehung von Hitzeschockproteinen gefunden.

Tierversuche sind nicht 1 : 1 auf Menschen übertragbar, die Auflistung der vielen Substanzen, welche in den Tierversuchen erfolgreich überprüft wurden, soll zeigen, dass offensichtlich äußerst komplexe Veränderungen im Gewebe durch Stoßwellen induziert.

• **Makroskopisch erkennbare Heilung**

Das Heilen der Gewebe ist ein monatelanger Prozess und entsprechend spät makroskopisch und mikroskopisch nachweisbar.

Wir vermuten heute also, dass Neovascularisation eine zentrale Rolle in der Heilung der ESWT-behandelten Areale spielt (Neubildung von Blutgefäßen).

Weiters kann man aber auch Veränderungen der Nervenzellen feststellen, die eine Schmerzveränderung nach ESWT erklären würde (Reduktion der Anzahl der nicht-myelinisierten Nervenfasern durch ESWT). Es hat in den letzten 5 Jahren eine Flut an ESWT-Grundlagenerkenntnissen gegeben, die Stück für Stück einem Puzzle gleich ein interessantes Gegenstück zu den klinischen Forschungsergebnissen darstellen.

• **Hyperstimulationsanalgesie (gate-control-Mechanismus)**

Die Bedeutung dieser ESWT-Wirkung wurde durch Tierversuche nie bestätigt und wird heute als wenig wahrscheinliche Hypothese betrachtet:

Wiederholte Nervenreizung kann eine Veränderung der Schmerzverarbeitung im Rückenmark bzw. Zentralnervensystem bewirken (gate control). Früher hatte man gedacht, dass ein solcher „gate-control-Mechanismus“ eine Schmerzlinderung herbeiführt (nach Melzak), heute vermutet man viel eher die oben beschriebenen molekularbiologischen Veränderungen.

Kontraindikationen und unerwünschte Wirkungen von ESWT

Folgende Liste führt die Kontraindikationen an, bei denen die ESWT nicht durchgeführt wird:

- Epiphysenfuge im Fokus
- Koagulopathie (bei hochenergetischer ESWT besteht eine Blutungsgefahr, auch bei Marcumarisierung)
- Akute Infektion (die chronische Infektion wurde als Kontraindikation fallen gelassen)
- Lunge im Fokus
- Hirn oder Nerv im Fokus
- Schwangerschaft
- Maligner Tumor im Fokus

Es gibt keine sicheren Nachweise für anhaltende Komplikationen durch die ESWT, allerdings kam es beispielsweise zu Sehnenrupturen nach ESWT, weshalb man die ESWT dafür anschuldigte. Rompe und Maier hatten eindrucksvolle Versuche mit Sehnen durchgeführt, bei denen gezeigt wird, dass solche bei Energien $> 0,6 \text{ mJ/mm}^2$ Schäden davon tragen. Die geschilderten Sehnenrupturen haben immer nach mehrmaliger Kortison-Infiltration stattgefunden, die ESWT dürfte also viel mehr die Ruptur nicht mehr verhindern können, als dafür Ursache gewesen sein.

Unter anderem können üblicherweise während und nach der Behandlung **Schmerzen** (auch Kopfschmerzen – Migräne), **Hautrötungen** (Blasenbildung) und **Blutergüsse** (Hämatome) auftreten. **Sehnenauflockerungen** (Ödeme, vereinzelt auch Sehnenrisse) wurden nach der Behandlung beobachtet. Auch bisher nicht bekannte Komplikationen können auftreten.

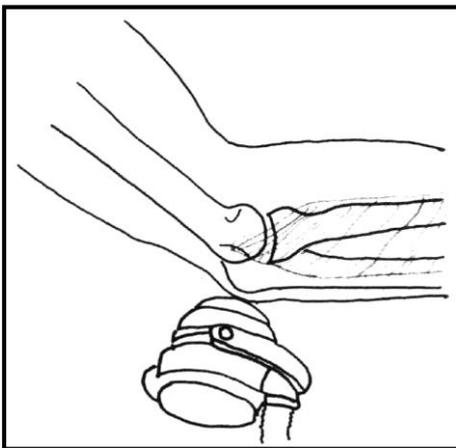
Ablauf der Stoßwellenbehandlung:

- ⇒ Andere Behandlungsmöglichkeiten (Ruhigstellung, Schienen, Bandagen, Tapeverbände, Kälte, Wärme, Strom, Ultraschall, Dehnungs- und Heilgymnastikübungen, Medikamente als Salbe, zum Einnehmen oder als Infiltration, Akupunktur, alternative Methoden, Operation,...) werden vor der ESWT erklärt.
- ⇒ Patienten willigen schriftlich in die ESWT ein.
- ⇒ Die **Behandlung** erfolgt **durch den Arzt!**
- ⇒ Die Behandlung ist schmerzhaft! Trotzdem ist eine **Schmerzbetäubung** (Narkose oder örtliche Betäubung) ist zur Behandlung **meist nicht nötig**.
- ⇒ Die Stoßwellen werden über einen an die Haut geführten Gummibalg (mit Kontaktgel) eingebracht (siehe Abb.1). Die Einstellung erfolgt vor und während der Behandlung mittels klinischer Untersuchung und Schmerzbeschreibung des Patienten (Bio-feed-back), Ultraschall, Röntgen oder Laser. Eine **ruhige Lage** ist

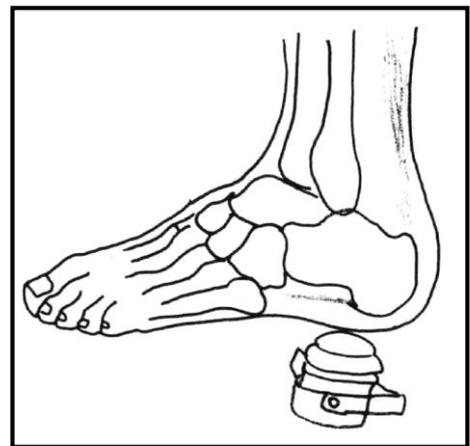
wichtig, eine **Unterbrechung** der Behandlung z.B. bei Schmerzen ist **jederzeit möglich**. Zumeist werden 1000 – 3000 Einzelstöße (1 – 5 Impulse in der Sekunde) bei einer Behandlung durchgeführt, bei kleinen Wunden zumindest 500 Impulse pro Behandlung. Die Behandlungsdauer beträgt etwa 10 – 60 Minuten.

- ⇒ Je nach Erkrankung sind eine oder mehrere Behandlungen nötig (siehe auch im Kapitel, wo die Indikationen beschrieben sind). Die Behandlungsdaten werden genau festgehalten.
- ⇒ **Als Nachbehandlung** empfiehlt sich möglicherweise Medikamentengabe (Schmerzmittel), bei Knochenbruchbehandlung weitere Ruhigstellung (**Gips**, Fixateur,..) mit Entlastung und entsprechender zusätzlicher Thrombosevorbeugung, **Kontrollen** sollten nach der ESWT vereinbart werden.

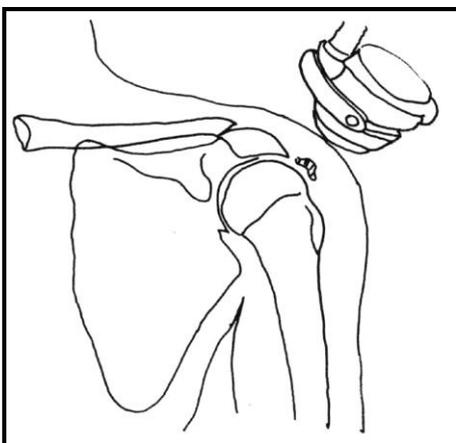
Die Erfolgsaussichten werden in der Literatur unterschiedlich angegeben, eine Auflistung und genaue Diskussion derselben sprengt hier den Rahmen. Diesbezüglich sollte jeder Anwender sich mit der rezenten Literatur auseinander setzen bzw. am laufenden halten.



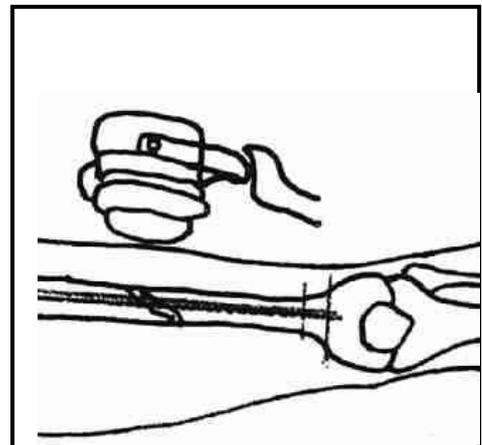
Skizze 3: ESWT am Ellbogen
bei Epicondylitis humeri lateralis



Skizze 4: ESWT bei plantarer
Fasciitis mit/ohne Fersensporn



Skizze 3: ESWT an der
Schulter bei Tend.calc.



Skizze 4: ESWT bei
einer Pseudoarthrose

Tendinosis calcarea

Prof. Dr. Ludger Gerdesmeyer

ICD-10: M-75.3

Synonyme

Kalkschulter, Tendinitis calcarea, calcifying tendinitis, calcific lesion

Schlüsselwörter

Schmerzhafte Schulter, Schultergelenk, Rotatorenmanschette, Kalkdepot, Kalkschulter, Stosswellentherapie, ESWT

Definition

Kalzifikation in der Rotatorenmanschette als Folge einer dystrophen Sehnenkrankung mit fakultativer chondroider Metaplasie

Ätiologie

Die Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette ist eine häufige Ursache von Schulterschmerzen. Angaben zur Inzidenz der Erkrankung zeigen eine erhebliche Variationsbreite. Sie wird mit 2.5% bis 20% angegeben. Es handelt sich in der Regel eine sich selbst limitierende Erkrankung mit hohen Spontanheilungsraten.

Bei einer klinisch symptomatischen Kalkschulter mit Kalkdepots mit radiologisch scharfen Rändern und einer homogenen oder inhomogenen Struktur (Typ Gärtner 3 und 2) kommt es innerhalb von 3 Jahren in 33% der Fälle zu einer spontanen Resorption. Wesentlich höher ist die Spontanauflösungsrate bei Kalkdepots mit weichen Rändern und inhomogener Röntgenstruktur (Typ Gärtner 3) mit bis zu 85%. Innerhalb eines Jahres kommt es bei asymptomatischen Kalkschultern in 6,4% zur spontanen Resorption. Angaben bei einer chronischen und konservativ erfolglos therapierten Tendinosis calcarea fehlen. Es gibt keine sichere Korrelation zwischen Tendinosis calcarea und Rotatorenmanschettenläsionen. Ein beidseitiges Auftreten wird zwischen 9% - 40% der Fälle beobachtet. In 82% - 94,5% ist die Supraspinatussehne betroffen. Das klassische Kalkdepot liegt in der hypovaskulären Zone, ca 1,5cm proximal der Ansatzzone.

Pathogenese

Man unterscheidet eine akute von einer chronischen Phase. Die akute Phase beginnt plötzlich mit heftigen Schmerzen über einen Zeitraum von 2-3 Wochen mit Schwellung, Überwärmung und deutlichem Nacht- und Ruheschmerzen. Danach klingen die Schmerzen allmählich bis zur völligen Beschwerdefreiheit ab. Es können Restbeschwerden über Monate hinweg bestehen bleiben (Postkalzifikationstendinitis).

Makroskopisch findet sich eine pastöse milchige Emulsion die mineralogisch aus schlecht kristallisiertem Carbonat-Apatit besteht. Die Kristalle werden in der Sehne

oder nach Durchbruch in die Bursa subacromialis/ subdeltoidea resorbiert (Resorptionstadium).

Die chronische Phase der Tendinosis calcarea ist gekennzeichnet durch langsam zunehmende Schmerzen. Dabei ist der selbst limitierende zyklische Verlauf der Erkrankung der über eine Präkalzifikationsphase in die Kalzifikationsphase und letztlich in eine Postkalzifikationsphase mündet, unterbrochen. Chronische Patienten befinden sich über Jahre in der Kalzifikationsphase. Als mögliche Ursache der Kalzifikation werden mechanische, vaskuläre und biochemische Faktoren diskutiert.

Lokale Druckerhöhungen führen zur Minderdurchblutung und Hypoxie des Sehngewebes mit Degeneration der Sehnenzellen und einer dystrophischen Kalzifikation.

Klassifikation

Die Einteilung erfolgt zum einen nach Größe, zum anderen nach radiologischen Kriterien. Es hat sich die Einteilung nach Gärtner etabliert..

Einteilung nach Gärtner	
Grad I	Scharfe Ränder, homogene Struktur, röntgendicht
Grad II	Scharfe Ränder, inhomogene Struktur, geringer röntgendicht
Grad III	Unscharfe Ränder, inhomogene Struktur, gering röntgendicht

Medizinische Schlüsselsysteme

ICD10

M75.3 Tendinitis calcarea im Schulterbereich

S46.0 Verletzung einer Sehne der Rotatorenmanschette

S46.7 Verletzung mehrerer Muskeln und Sehnen in Höhe der Schulter und des Oberarmes

Anamnese

Spezielle Anamnese

Krankheitsdauer

Unfallanamnese

direkte, indirekte Gewalteinwirkung, Pseudoparalyse

Schmerzen

Lokalisation, Ausstrahlung, schmerzhafte Bewegungseinschränkung,

Nacht- Ruheschmerz

Funktionseinschränkung Beweglichkeit,

Funktionsgriffe ,

Allgemeinerkrankungen und Risikofaktoren

Skelett-oder Bindegewebs-Erkrankungen,

Stoffwechselerkrankungen,

Vorbehandlungen

Diagnostik

Klinische Diagnostik

Inspektion: Muskelrelief, Symmetrie, Hautrötung

Palpation: tastbare Resistenz im Bereich der Ansatzzone der Rotatorenmannschette

Befund:

Bewegungsausmaß (aktiv und passiv),

Bewegungsschmerz,

spezifische positive Tests zur Differentialdiagnostik Rotatorenmannschettenruptur

und subacromiales Impingement (Drop arm sign), Jobe-Test, Patte-Test,

Palm-up Test, O`BrianTest, Lift off Test, Impingement-Zeichen nach Neer,

Matsen, Hawkins.

Beurteilung von Durchblutung, Motorik und Sensibilität

Apparative Diagnostik

Sonographie der Schulter

Röntgen der Schulter in 3 Ebenen

y-view Aufnahme nach Neer

Fakultative Untersuchung

MRT

Röntgen benachbarter Gelenke (z.B.HWS)

Klinisch chemisches Labor

Differentialdiagnosen

Impingement Syndrom (Mechanisches Outlet, Sekundäres oder funktionelles Impingement)

Frozen shoulder

Vertebragene, vasculäre, neurovasculäre Schulterschmerzen

Neuralgische Schulteramyotrophie

Rotatorenmannschettenläsionen

Gichtarthropatie

Klinische Scores

Constant Score

Therapie

Myofaszialer Schulterschmerz

Ziele

Schmerzlinderung und Wiederherstellung der Schulterfunktion

Induktion der Kalkdepotresorption

Therapieprinzip

Die Behandlung der Tendinosis calcarea der Schulter kann konservativ oder operativ

erfolgen. Vor Durchführung operativer Verfahren sind konservative Behandlungen durchzuführen. Die Stoßwellentherapie ist eine Methode der ersten Wahl.

Konservative Therapie

Systemische NSAR

Systemische Analgetika

Lokale Infiltration

Infiltration mit PRP (Platelet Riched Plasma)

passive Bewegungsübungen

aktive Muskelkräftigung zur Depression und Zentrierung des Humeruskopfes,

Ergotherapie

medizinische Trainingstherapie

Operative Therapie

Sonographisch oder radiologisch kontrolliertes Needling des Kalkdepots

Arthroskopische Resektion

Offene Resektion

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, Osteomyelitis

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen). Explizite Aufklärung über Gefahr der Sehnenruptur bei Vorschäden und vorzeitiger Sportbelastung nach der Behandlung.

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Für die Behandlung der Tendinosis calcarea kommt die **hochenergetische Behandlung mit fokussierter Stoßwelle** zur Anwendung.

Dokumentation:

Benennung der Stoßwellen-Quelle und der verwendeten Parameter

Ortung:

Die Behandlung erfolgt kontrolliert durch bildgebende Verfahren (Röntgen oder Ultraschall). Das Behandlungszielgebiet ist das Kalkdepot.

Fokussierte ESWT:

Die mittlere Energieflussdichte der Stoßwellen sollte zwischen 0,18 und 0,32 mJ/mm² liegen.

Es werden bis zu 5 Behandlungssitzungen mit einem Abstand zwischen 1- 2 Wochen durchgeführt.

Pro Behandlungssitzung werden zwischen 1500 und 2000 Stoßwellen mit einer Frequenz von bis zu 5Hz appliziert.

Komplikationen:

Mögliche Komplikationen sind: Hämatomverfärbung, petechiale Hautblutungen, vorübergehende Schmerzverstärkung, Gefäßverletzung, Nervenverletzung

Literatur:

Bosworth B. Calcium deposits in the shoulder and subacromial bursitis: a survey of 12122 shoulders. JAMA 1941; 116: 2477-2489

Uthoff HK, Loehr JF. Calcifying tendinitis. In: Rockwood CA, Matsen FA (eds): The shoulder. Saunders, Philadelphia (1998), 989-1008

Harmon PH. Methods and results in the treatment of 2580 painful shoulders with special reference to calcific tendinitis and the frozen shoulder. Am J Surg 1958; 95: 527-544

Gärtner J. Tendinosis calcarea - Behandlungsergebnisse mit dem Needling. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1993; 131: 461-469

Rompe JD, Buch M, Gerdsmeyer L, Haake M, Loew M, Maier M, Heine J. Muskuloskeletale Stosswellenapplikation - Aktueller Stand der klinischen Forschung zu den Standardindikationen. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2002; 140: 267-274

Green S, Buchbinder R, Glazier R, Forbes A. Systematic review of randomised controlled trials of interventions for painful shoulder: selection criteria, outcome assessment, and efficacy. BMJ 1998; 316: 354-360

Rochwerger A, Franceschi JP, Viton JM. Surgical management of calcific tendinitis of the shoulder: an analysis of 26 cases. Clin Rheumatol 1999; 18: 313-316

LoewM,DaeckeW,KusnierczakD,RahmanzadehM,EwerbeckV.Extracorporeal shockwave application—an effective treatment for patients with chronic and therapy-resistant calcifying tendinitis?JBoneJointSurg1999;81-B:863-867

ConstantCR,MurleyAHG.A clinical method of functional assessment of the shoulder.ClinOrthop1987;214:160-164

RompeJD,ZoellnerJ,Nafe,B.BedeutungderKalkdepoteliminationbeiTendinosis calcareaderSchulter.ZOrthopIhreGrenzgeb2000;138:335-339

DaeckeW,KusnierczakD,LoewM: Importance of extra corporeal shockwave therapy(ESWT)in chronic calcific tendinitis of the shoulder.Orthopade 2002;-31:645–651

GerdesmeyerL,WagenpfeilS,HaakeM,MaierM,LoewM,WörtlerK,LampeR,Seil R,HandleG,GasselS,RompeJD:Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotatorcuff—a randomized controlled trial.JAMA(2003);290:2573-258

Radiale Epikondylopathie

Sergej Thiele

Klassifikation

M77.1ICD10

Synonyme

Radial: Tennisellenbogen, Epikondylitis, Tennisarm, Mausarm

Ätiologie

Chronische Überlastung/ Fehlbelastung, Trainingsfehler

Irritation des sehnigen Ursprungs der Extensoren am Epikondylus humeriradialis

Degenerative Veränderungen,

Strukturelle Läsion

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Positive Provokationstests, wechselnde Intensität meist einseitig

Typisch lokalisiert am gemeinsamen Extensorenursprung

Gelegentliche Ausstrahlung nach distal

Apparative Diagnostik:

Ultraschall

Röntgen

MRT

Differentialdiagnose

Supinatorlogensyndrom

Kompartmentsyndrom

Systemische Erkrankungen

Osteomyelitis

Arthrose

Zervicobrachialgie

Myofascialer Schmerz der oberen Extremität

Konservative Therapie

Physiotherapie und eigenständige Übungen

Orthesen

Infiltration

NSAR

Physikalische Maßnahmen

Akupunktur

Röntgenreizbestrahlung

Ruhigstellung/Entlastung

Operative Therapie

Verschiedene Operationsverfahren (z.B. Sehnenkerbung–
Denervierung) (offen/ endoskopisch)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie

keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

Dokumentation:

Benennung der Stoßwellen- Quelle und der verwendeten Parameter

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Koppelmedium: Ultraschallgel

Elektrohydraulisch:

0,015-0,22 mJ/mm², single session

1500 Impulse/Sitzung

Frequenz: 4 Hz

Elektromagnetisch:

0,09/0,14-1,2 mJ/mm², 3 Sessions

2000 Impulse/Sitzung

Frequenz 4-5 Hz

Radial:

1,4 - 2,5bar, 3 Sessions

Frequenz: bis zu 8 Hz

2000 Impulse/Sitzung

Nach der Therapie : ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatome, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung: Vermeidung potentieller Auslöser
Sportkarenz für 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur:

RompeJD, HopfC, KullmerK et al. (1996) Analgesic effect of extracorporeal shock wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg*, 78-B, 233–237.

CrowtherA, BannisterGC, HumaH et al. (2002) A prospective study to compare extracorporeal shock wave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow. *J BJS*, 84-B, 678–679.

Haake, M., König, I. R., Decker, T., Riedel, C., Buch, M., and Müller, H.-H. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis: a randomized multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 84-A, 11 (2002), 1982–1991.

SpeedC, NicholsD, RichardsC et al. (2002) Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis: a double-blind randomized controlled trial. *J Orthop Res*, 20, 895–898.

Mehra, A., Zaman, T., and Jenkin, A. I. R. The use of a mobile lithotripter in the treatment of tennis elbow and plantar fasciitis. *Surgeon* 1, 5 (Oct 2003), 290–2.

MelikyanEY, ShahinE, MilesK et al. (2003) Extracorporeal shock wave therapy for tennis elbow. A randomized double-blind study. *J BJS*, 85-B, 852–855.

RompeJD, DeckingJ, SchoellnerC et al. (2004) Repetitive low energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. *Am J Sports Med*, 32, 734–743.

Buchbinder, R., Green, S. E., Youd, J. M., Assendelft, W. J. J., Barnsley, L., and Smidt, N. Shock wave therapy for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev*, 4 (2005), CD003524.

Lebrun, C. M. Low-dose extracorporeal shock wave therapy for previously untreated lateral epicondylitis. *Clin J Sport Med* 15, 5 (2005), 401–402.

Chung B, Wiley JP, Rose MS. (2005): Long-term effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis. *Clin J Sport Med.* 2005 Sep;15(5):305-1

Pettrone F, McCall B (2005) Extracorporeal shockwave therapy without local anaesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J BJS*, 87-A, 1297–1304.

Spacca G, Necozone S, Cacchio A (2005) Radial shockwave therapy for lateral epicondylitis: a prospective randomised controlled single-blind study. *Eur Med Phys*, 41, 17–25.

Radwan, Y., Elsobhi, G., Badawy, W., Reda, A., and Khalid, S. Resistant tennis elbow: shock-wave therapy versus percutaneous tenotomy. *Int Orthop* 32, 5 (2008), 671–7.

Staples MP, Forbes A, Ptasznik R, Gordon J, Buchbinder R (2008): A randomized controlled trial of extracorporeal shockwave therapy for lateral epicondylitis (tennis elbow). *J Rheumatology*, 2008;35:10;2038-46

Ozturan, K. E., Yucel, I., Cakici, H., Guven, M., and Sungur, I. Autologous blood and corticosteroid injection and extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis. *Orthopedics* 33, 2 (Feb 2010), 84–91.

Vural M, Diracoglu D, Erhan B, Gunduz B, Ozhan G, Pekedis K. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy and ultra- sound treatment in lateral epicondylitis: A prospective, randomized, controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2014;57: e190.

Thiele S, Thiele R, Gerdesmeyer L. (2015): Lateral epicondylitis: This is still a main indication for extracorporeal shockwave therapy. *Int J Surg.* 2015 Dec;24(Pt B):165-70. doi: 10.1016/j.ijsu.2015.09.034. Epub 2015 Oct 9. Review.

Vulpiani MC, Nusca SM, Vetrano M, Serena Ovidi S, Baldini R, Piermattei C, Ferretti A, Saraceni VM (2015): Extracorporeal shock wave therapy vs cryoultrasound therapy in the treatment of chronic lateral epicondylitis. One year follow up study. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2015;5 (3):167-174

Taheri P, Emadi M, Poorghasemian J. (2017): Comparison the Effect of Extracorporeal Shockwave Therapy with Low Dosage Versus High Dosage in Treatment of the Patients with Lateral Epicondylitis. *Adv Biomed Res.* 2017 May 29; 6:61. doi: 10.4103/2277-9175.207148. eCollection 2017

Wong CW, Ng EY, Fung PW, Mok KM, Yung PS, Chan KM (2016): Comparison of treatment effects on lateral epicondylitis between acupuncture and extracorporeal shockwave therapy. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2016 Nov 24; 7:21-26. doi: 10.1016/j.asmart.2016.10.001. eCollection 2017 Jan.

Ulnare Epicondylopathie:

Sergej Thiele

Klassifikation

M77.0ICD10

Synonyme

Golfarm, Golferellenbogen, Epicondylitis humeriulnaris

Ätiologie

Mechanische Überbeanspruchung

Mikroläsionen der Sehnenansätze

Chronische Überlastung/Fehlbelastung

Trainingsfehler

Irritation des sehnigen Ursprungs der Flexoren am Epikondylus humeriulnaris

Degenerative Veränderungen

Strukturelle Läsion

Symptome

Lokaler Druckschmerz,

Funktionsschmerz bei Beugung des Handgelenks, Faustschluss und Heben

Positive Provokationstests

Wechselnde Intensität

Typisch lokalisiert am Ursprung der Beugesehnen am Epikondylus humeriulnaris

Gelegentliche Ausstrahlung nach distal

Anamnese mit Einschluß der erfolgten Behandlung

Apparative Diagnostik:

Ultraschall

MRT

Differentialdiagnose

Sulcus ulnaris Syndrom (ggf. begleitend)

Bursitis

Systemische Erkrankungen Osteomyelitis

Arthrose

HWS Syndrom

Konservative Therapie

Dehnung, Gymnastik, Eigentaining

Orthesen

Infiltrationen

PRP

NSAR

Physikalische Therapie

Ruhigstellung, Entlastung

Operative Therapie

Verschiedene Operationsverfahren

(Sehnenkerbung–Denervierung)

Stoßwellentherapie:

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt- und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung.

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

- Elektrohydraulisch:
0,015-0,22mJ/mm² single-session,
1500 Impulse/Sitzung
Frequenz: 4Hz
- Elektromagnetisch:
0,09/0,14-1,2mJ/mm², 3 Sessions,
2000 Impulse/Sitzung
Frequenz: 4-5 Hz
- Radial:
1,4-2,5 bar, 3 Sessions,
2000 Impulse/Sitzung
Frequenz bis 8 Hz

Dokumentation: Benennung der Stoßwellen-Quelle

Koppelmedium: Ultraschallgel

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen:

Hämatomverfärbung, Nervenirritation

Temporäre Schmerzverstärkung

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen(individuelleSportanpassung)

Fortsetzen der Dehnungsübungen

Klinische Erfolgskontrolle nach 8 - 12Wochen

Literatur:

Leider besteht keine ausreichend valide indikationsspezifische Literatur und es wird daher auf die Literatur zur radialen Epikondylitis verwiesen.

Morbus Dupuytren

Prof. Dr. Karsten Knobloch

Klassifikation

M72.0 M. Dupuytren nach ICD-10

Ggf. M67.14 Kontraktur der Sehnen der Hand nach ICD-10

Synonyme

Dupuytren'sche Kontraktur, palmare Fibromatose

Ätiologie

Genetische Komponente über veränderte single-nucleotide-polymorphisms (SNPs) mit autosomal-dominanter Vererbung mit variabler Penetranz

Symptome

Palmare Fibromatose mit initialen Knoten, ggf. gefolgt von Strängen, die ohne oder bei Überwinden eines Fingergelenks zur Beugekontraktur führen können.

Überdurchschnittlich häufig sind der Ring- und der Kleinfinger in Hohlhand- und Langfingerebene betroffen. Diese Knoten/Stränge können auch Schmerz verursachen, vermutlich über das Einwachsen von Hautschmerzfasern in den Fibroseknoten. Neben dem klinischen Palpationsbefund kann die Bildgebung differentialdiagnostisch auch benigne bzw. maligne Tumoren ausschließen helfen.

Apparative Diagnostik

Sonographisch erscheinen Dupuytrenknoten oberflächlich subkutan lokalisiert häufig hypoechogen, mitunter jedoch auch isoechogen zum umgebenden subkutanen Fett (Knobloch 2012). Das T2-Signal des MRT kann möglicherweise als Biomarker die Aktivität eines Dupuytrenknoten anzeigen und prognostisch für den Bestrahlungserfolg herangezogen werden (Banks et al., 2018).

Therapie

Therapeutisch ist das Knotenstadium (Tubiana N (nodulär)) vom Strangstadium mit Fingergelenkkontraktur zu unterscheiden.

Im Knotenstadium können bei symptomatischen schmerzhaften Dupuytrenknoten und Leidensdruck die folgenden Therapieoptionen angeboten werden:

- Fokussierte hochenergetische ESWT (typischerweise drei Sitzungen im Abstand von 1-2 Wochen, Kontrolle nach 6 Monaten als Wiederauffrischung, Knobloch et al. 2012)
- ESWT verbessert Schmerz und Patientenzufriedenheit besser als Stretching oder Lasertherapie nach 1/2/3 Monaten ohne Nebenwirkungen (Notarnicola 2017)

- Strahlentherapie zur Bremsung des Dupuytrenprogresses (Banks 2018, Rödel 2017, Seegenschmiedt 2015)

In der randomisierten DupuyShockStudie (Knobloch et al. 2012) wurden 52 Patienten im mittleren Alter von 58 ± 9 Jahren mit schmerzhaften Dupuytrenknoten Tubiana N eingeschlossen. Die Interventionsgruppe unterzog sich drei Sitzungen hochenergetische elektromagnetische ESWT (Storz Ultra, 2000 Impulse, 3 Hz, bis 1.24 mJ/mm^2 , $49 \text{ mJ/mm}^2/\text{Hand}$) im Vergleich zur Placebogruppe.

Der Schmerz konnte in der Interventionsgruppe signifikant um 54% nach 3, 6 und 12 Monaten reduziert werden. In gleicher Weise verbesserten sich die patientenorientierten Outcomescores DASH, Michigan Hand Questionnaire wie auch der URAM Scale signifikant zugunsten der Interventionsgruppe. Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet.

Die Strahlentherapie im Knotenstadium des M. Dupuytren wurde in einer Kohortenstudie mit 135 Patienten mit 208 symptomatischen Händen mit einer Orthovoltbestrahlung von 30Gy geprüft. Mit einem langen Nachuntersuchungszeitraum von 13 Jahren blieben die Knoten in 59% stabil, verbesserten sich in 10% und zeigten einen Progress in 31% der Fälle.

Im Strangstadium mit $>20^\circ$ Gelenkkontraktur stehen klassischerweise die folgenden Therapieverfahren beim M. Dupuytren zur Verfügung:

- Operation als selektive Fasziektomie
- Perkutane Nadelfasziotomie (PNF)
- Enzymatische Fasziotomie mit Kollagenase (Xiapex)

Die fokussierte hochenergetische Stosswellentherapie kann flankierend vor und unmittelbar nach den genannten Verfahren zusätzliche positive Effekte im Hinblick auf Wundheilung, Schwellungsreduktion und ggf. Rezidivprophylaxe entfalten.

Stosswellentherapie bei M. Dupuytren

Indikation:

Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation:

maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen:

Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Arzt und Assistenzpersonal:

Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung.

Durchführung der Therapie:

Lagerung im Sitzen oder Liegen je nach Patientenwunsch

Fokussierte ESWT:

0.08-0.55mJ/mm² (in Einzelfällen bis 1.24mJ/mm² elektromagnetisch),
2000 Impulse, 3 Sitzungen im Wochenabstand,
nach 6 Monaten ggf. Wiederauffrischungs-ESWT einmalig

Dokumentation:

Benennung der Stoßwellen-Quelle und der verwendeten Parameter

Literatur

Banks JS, Wolfson AH, Subhawong TK. T2 signal intensity as an imaging biomarker for patients with superficial fibromatoses of the hands (Dupuytren's disease) and feet (Ledderhose disease) undergoing definitive electron beam irradiation. *Skeletal Radiol* 2018;47(2):243-51.

Knobloch K, Kühn M, Vogt PM. Eine fokussierte hochenergetische Stoßwellentherapie verbessert die Lebensqualität bei M. Dupuytren – eine randomisierte Studie (DupuyShock). 43. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft der Plastischen, rekonstruktiven und ästhetischen Chirurgie (DGPRÄC), 2012, Bremen. doi: 10.3205/12dgpraec191

Knobloch K, Kühn M, Vogt PM. Fokussierte hochenergetische Stoßwellentherapie bei palmarer Knotenbildung bei M. Dupuytren – eine randomisierte Studie (DupuyShock). 53. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Handchirurgie 2012 Lübeck. doi: 10.3205/12dgh05

Knobloch K, Kühn M, Sorg H, Vogt PM. German version of the Unite rhumatologique des affections de la main (URAM) scale in Dupuytren's disease: the need for a uniform definition of recurrence. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2012;64(5):793.

Knobloch K, Kuehn M, Papst S, Kraemer R, Vogt PM. German standardized translation of the michigan hand outcomes questionnaire for patient-related outcome measurement in Dupuytren disease. *Plast Reconstr Surg.* 2011 Jul;128(1):39e-40e.

doi: 10.1097/PRS.0b013e318218fd70.

Knobloch K, Kuehn M, Vogt PM. Focused extracorporeal shockwave therapy in Dupuytren's disease--a hypothesis. *Med Hypotheses*. 2011 May;76(5):635-7. doi: 10.1016/j.mehy.2011.01.018. Epub 2011 Feb 1.

Knobloch K. From nodules to chords in Dupuytren's contracture. *MMW Fortsch Med* 2012;154(19):36.

Knobloch K, Redeker J, Vogt PM. Antifibrotic medication using a combination of N-acetyl-L-cystein (NAC) and ACE inhibitors can prevent the recurrence of Dupuytren's disease. *Med Hypotheses*. 2009 Nov;73(5):659-61. doi: 10.1016/j.mehy.2009.08.011. Epub 2009 Sep 1.

Notarnicola A, Maccagnano G, Rifino F, Pesce V, Gallone MF, Covelli I, Moretti B. Short-term effect of shockwave therapy, temperature controlled high energy adjustable multi-mode emission laser or stretching in Dupuytren's disease: a prospective randomized clinical trial. *J Biol Regul Homeost Agents* 2017;31(3):775-84.

Rödel F, Fournier C, Wiedemann J, Merz F, Gaipf US, Frey B, Keilholz L, Seegenschmiedt MH, Rödel C, Hehlhans S. Basis of radiation biology when treating hyperproliferative benign diseases. *Front Immunol* 2017;8:519.

Seegenschmiedt MH, Micke O, Niewald M, Mücke R, Eich HT, Kriz J, Heyd R, German Cooperative Group on Radiotherapy of benign diseases. DEGRO guidelines for the radiotherapy of non-malignant disorders: part III: hyperproliferative disorders. *Strahlenther Onkol* 2015;191(7):541-8.

Trochanterschmerzsyndrom

PD Dr. Jörg Hausdorf

ICD-Klassifikation

M70.6

Synonyme: GTPS (Greater Trochanteric Pain Syndrome)

Ätiologie

Bursitistrochanterica, Glutealsehnenentendinose, -teillruptur, myofasziale Triggerpunkte
Beckengeometrie, Chronische Friktionsbelastung mit subsequenter Degeneration des
Ansatzes der Glutealmuskulatur und Irritation des Tractus, ggf. echte Bursitis

Symptome

Lokaler Druckschmerz peritrochantär
Funktionsschmerz (Standbeinphase)
Nachtschmerz, Liegen auf betroffener Seite nicht möglich
Wechselnde Intensität
Adduktionsschmerz, pos. Trendelenburg

Apparative Diagnostik:

Ultraschall
Röntgen
MRT

Differentialdiagnose

Hüftimpingement (FAI), Labrumläsion,
Coxarthrose, Hüftkopfnekrose, Tumor, pathologische/Ermüdungsfraktur,
Piriformissyndrom
Ischialgie
Fibromyalgie
Systemische Erkrankungen (Spondylarthritiden, Gicht)
Periartikuläre Ossifikationen

Konservative Therapie

Akupunktur, DryNeedling
Manuelle Medizin, Physiotherapie, Eigenübungen
Gewichtsreduktion
Infiltration, NSAR
Phys. Maßnahmen: Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie

Operative Therapie

Offene/endoskopische Bursektomie,

Arthroskopische/ offene Glutealsehnenrefixation
Tractuskerbung /-verlängerung, Stichelung der Sehne, Trochanterreduktionsplastik

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis imFokus

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte (medizinisch und wirtschaftlich) und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

bis zu 5 Behandlungen

Seitlage (mit Kissenlagerung zwischen den Beinen)

keine Lokalanästhesie ,ggf.Leitungsanästhesie,ggf. Kryotherapie

Koppelmedium: Ultraschallgel

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung/Ultraschall

Stoßwellen-Quelle

- Fokussiert

EFD:0,10–0,35mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)

Intervall: 1-2Wochen

Frequenz: bis zu 5Hz

Impulse: 1500–2000/Sitzung

- Radial:

Druckstärke: bis zu 4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)

Intervall: 1-2 Wochen

Frequenz: bis 10 Hz

Impulse: 2000-3000/Sitzung

Nach der Therapie:

Dokumentation Gerät, Behandlungsparameter, ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen/Nebenwirkungen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

individuelle Sportanpassung, Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrollenach 4 Wochen

Literatur

Furia JP, Rompe JD, Maffulli N. Low-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for greater trochanteric pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2009;37:1806–1813

Mani-Babu S, Barton C, Morrissey D. The effectiveness and dose-response relationship of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: a systematic review. *J Sci Med Sport.* 2012;15:133–134.

Reid D. The management of greater trochanteric pain syndrome: A systematic literature review. *J Orthop.* 2016 Mar; 13(1): 15–28.

Rompe JD, Segal NA, Cacchio A, Furia JP, Morral A, Maffulli N. Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome. *Am J Sports Med.* 2009;37:1981–1990.

Plantare Fasciitis

PD Dr. Jörg Hausdorf

Klassifikation

M77.3ICD10

Synonyme:

Fersensporn, Fasciitis plantaris, plantarer Fersenschmerz, medialer Fersenschmerz

Ätiologie:

Übergewicht Überlastung/ Fehlbelastung,
Verlust des Längsgewölbes
Trainingsfehler (Zunahme der Distanz, Dauer, Geschwindigkeit)
Stehende Berufe
Bursitis/ Irritation am Ansatz der Plantaraponeurose
Periostale Reizung

Symptome :

Anlaufschmerz, wechselnde Intensität, meist einseitig
20–30%beidseitig
Typische Schmerzlokalisierung: Tub. med. calcanei
Gelegentliche Ausstrahlung nach lateral oder distal

Apparative Diagnostik:

Ultraschall
Röntgen
MRT

Differentialdiagnose:

Tarsaltunnelsyndrom, Achillodynie, Kalkaneusfrakturen, Kompartmentsyndrom
Ruptur der Plantaraponeurose, Plantarvenenthrombose
Systemische Erkrankungen (SLE, RA, Spondylarthritis, Gicht), Osteomyelitis
Radikuläre Symptomatik, Fußdeformität

Konservative Therapie:

Physiotherapie/ Eigenübungen (exzentrische Übungen)
Myofasziale Triggerpunkttherapie
Infiltration
Einlagen, Entlastung
NSAR,
Phys. Therapie: Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie
Röntgenreizbestrahlung

Operative Therapie:

Anbohrung
 Kalkaneusosteotomie
 Neurolyse (N. plant.med.)
 Neurektomie des N. plant. med./ Rr. calcanei
 Osteotomie des Spornes (offen/endoskopisch)
 Plantarfaszienrelease (offen/ endoskopisch)

Stoßwellentherapie

Indikation: Symptomatik > 6 Wochen, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (knöcherner Sporn persistiert, Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

bis zu 5 Behandlungen
 keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie
 Koppelmedium Ultraschallgel
 Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Stoßwellen-Quelle:

- Fokussiert:

EFD: 0,08–0,35 mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
 Intervall: 1–2 Wochen
 Frequenz: bis 5 Hz
 Impulse: 1500–2000/Sitzung

- Radial:

Druckstärke: 2–4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
 Intervall: 1–2 Wochen
 Frequenz: bis max. 10 Hz
 Impulse: 2000–3000/Sitzung

Nach der Therapie: Dokumentation der Behandlungsparameter, ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen/Nebenwirkungen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:
individuelle Sportanpassung,
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 4-6 Wochen

Literatur:

Aqil A, Siddiqui MR, Solan M, et al. Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis: a meta-analysis of RCTs. ClinOrthopRelat Res 2013;471:3645–52

Chang KV et al. Comparative effectiveness of focused shock wave therapy of different intensity levels and radial shock wave therapy for treating plantar fasciitis: a systematic review and network meta-analysis. Arch Phys Med Rehabil. 2012 Jul;93(7):1259-68

Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis: results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. Am J Sports Med 2008;36:2100–9.

Gollwitzer H et al. Clinically relevant effectiveness of focused extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: a randomized, controlled multicenter study. J Bone Joint Surg Am. 2015 May 6;97(9):701-8.

Haake M, Buch M, Schoellner C, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. BMJ 2003;327:75.

Ibrahim MI et al. Long-term results of radial extracorporeal shock wave treatment for chronic plantar fasciopathy: A prospective, randomized, placebo-controlled trial with two years follow-up. J Orthop Res. 2017 Jul;35(7):1532-1538

Njawaya MM et al. Ultrasound Guidance Does Not Improve the Results of Shock Wave for Plantar Fasciitis or Calcific Achilles Tendinopathy: A Randomized Control Trial. Clin J Sport Med. 2018 Jan;28(1):21-27

Roerdink RL et al. Complications of extracorporeal shockwave therapy in plantar fasciitis: Systematic review. Int J Surg. 2017 Oct;46:133-145

Rompe JD et al. Radial shock wave treatment alone is less efficient than radial shock wave treatment combined with tissue-specific plantar fascia-stretching in patients with chronic plantar heel pain. Int J Surg. 2015 Dec;24(Pt B):135-42

Rompe JD, Meurer A, Nafe B, Hofmann A, Gerdesmeyer L. Repetitive low-energy shock wave application without local anesthesia is more efficient than repetitive low-energy shock wave application with local anesthesia in the treatment of chronic plantar fasciitis. J Orthop Res 2005; 23(4): 931-941

Saxena A et al. Treatment of Plantar Fasciitis With Radial Soundwave "Early" Is Better Than After 6 Months: A Pilot Study. J Foot Ankle Surg. 2017 Sep - Oct;56(5):950-953

Speed CA, Nichols D, Wies J, et al. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. J Orthop Res 2003;21:937-40

Sun J et al. Extracorporeal shock wave therapy is effective in treating chronic plantar fasciitis: A meta-analysis of RCTs. Medicine (Baltimore). 2017 Apr;96(15

Achillessehnentendinopathie- insertional und non-insertional

Dr. Martin Ringeisen

ICD Klassifikation

M77.3ICD10

Synonyme

Mid-portion tendinopathie, Enthesiopathie, dorsaler Fersenschmerz mit/ ohne hinteren Fersensporn

Ätiologie

Überbeanspruchung durch Sport/ Alltag

Direkte mechanische Irritation der Achillessehne

Degeneration des Sehnengewebes

Haglund Exostose

Fußfehlstellungen

Übergewicht

Reduzierte Beweglichkeit OSG/USG und Großzehengrundgelenk

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Wechselnde Intensität, zunächst Schmerz nur bei Belastung, später andauernde Schmerzen und Ruheschmerz

Typisch lokalisiert im Sehnenverlauf und/oder am Ansatz

Schwellung der Sehne

Apparative Diagnostik

Ultraschall

MRT

Röntgen

Differentialdiagnose

Entzündlich rheumatische Erkrankungen – V.a. SPA, M.Bechterew, M.Reiter, Psoriasisarthritis,

Stoffwechselerkrankungen – Gicht / Hypercholesterinämie

Pharmaka-induzierte/schleichende Rupturen,- insbesondere durch Gyrase-Hemmer
OSG/USG-Erkrankungen

Os-trigonum-Impingement/ Flexor-Hallucis-longus-Syndrom

Stressfrakturen

Bursitiden

Spontanruptur

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Physiotherapie/ Excentric loading, Elektrotherapie/ Ultraschall

Orthesen, Pufferabsatz

Infiltration(peritendinös) ohne Cortison ,Plateled riched plasma (PRP)

NSAR

Akupunktur

Ruhigstellung/Entlastung/Kinesio-Tape

Operative Therapie

Debridement der Sehne

Stichelung der Sehne

Refixation(offen)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis
z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

Benennung der SWQuelle

- Fokussiert

Kopplungsmedium (Ultraschallgel)

Einmalig/mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)

EFD: 0,10 – 0,25 mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)

Frequenz: bis max. 5 Hz

Impulse: 1500-2500/Sitzung

Intervall: 1-2 Wochen

- Radial

Kopplungsmedium (Ultraschallgel /cave Luftblasen)
 Mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)
 Druckstärke: 2-4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
 Frequenz: bis max. 10 Hz
 Impulse: 2000-3000/Sitzung
 Intervall: 1-2 Wochen

Ortung: Patienten-orientierte Fokussierung unter Rücksichtnahme auf die Bildgebung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen:Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Anpassung der Belastung, Sportmodifikation
 Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur

Ludger Gerdesmeyer , Rainer Mittermayr, Martin Fuerst, Munjed Al Muderis , Richard Thiele, AmolSaxena, Hans Gollwitzer
 Currentevidenceofextracorporealshockwavetherapy in chronicAchilles tendinopathy,ReviewInternational Journal ofSurgery 24 (2015) 154e159.

L. Gerdesmeyer, M. Maier, M. Haake, C. Schmitz, Physical-technicalprinciples ofextracorporealshockwavetherapy (ESWT), Orthopade 31 (2002) 610e617.

L. Gerdesmeyer, C. Frey, J. Vester, et al., Radial extracorporealshockwave therapyissafeandeffective in the treatmentofchronicrecalcitrant plantar fasciitis: resultsof a confirmatoryrandomizedplacebo-controlledmulticenter study, Am. J. Sports Med. 36 (2008) 2100e2109.

P. Diehl, H. Gollwitzer, J. Schauwecker, T. Tischer, L. Gerdesmeyer, Conservative treatmentofchronictendinopathies, Orthopade 43 (2014) 183e193.

[4] M.A. Childress, A. Beutler, Management ofchronictendoninjuries, Am. Fam. Physician 87 (2013) 486e490

J.A. Peters, J. Zwerver, R.L. Diercks, M.T. Elferink-Gemser, I. van dA-S, Preventive interventionsfortendinopathy: a systematicreview, J. Sci. Med. Sport (2015 Apr 1) 1440e2440.

R. Zwiers, J.I. Wiegerinck, C.N. van Dijk, Treatment ofmidportion Achilles

- tendinopathy: an evidence-based overview, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 22 (2014) 1433e7347.
- B. Magnan, M. Bondi, S. Pierantoni, E. Samaila, The pathogenesis of Achilles tendinopathy: a systematic review, *Foot Ankle Surg.* 20 (2014) 154e159.
- M.F. Joseph, K.R. Lillie, D.J. Bergeron, et al., Achilles tendon biomechanics in response to acute intense exercise, *J. Strength Cond. Res.* 28 (2014) 1181e1186.
- J.I. Wiegerinck, G.M. Kerkhoffs, M.N. van Sterkenburg, I.N. Sierevelt, C.N. van Dijk, Treatment for insertional Achilles tendinopathy: a systematic review, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 21 (2013) 1345e1355.
- V. Rowe, S. Hemmings, C. Barton, P. Malliaras, N. Maffulli, D. Morrissey, Conservative management of midportion Achilles tendinopathy: a mixed methods study, integrating systematic review and clinical reasoning, *Sports Med.* 42 (2012) 941e967.
- K. Knobloch, The role of tendon microcirculation in Achilles and patellar tendinopathy, *J. Orthop. Surg. Res.* 3 (2008) 18.
- P. Diehl, H. Gollwitzer, J. Schauwecker, T. Tischer, L. Gerdesmeyer, Conservative treatment of chronic tendinopathies, *Orthopade* 43 (2014) 183e193.
- R. Kearney, M.L. Costa, Insertional achilles tendinopathy management: a systematic review, *Foot Ankle Int.* 31 (2010) 689e694.
- J.P. Furia, Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic insertional Achilles tendinopathy, *Orthopade* 34 (2005) 571e578.
- U. Balasubramaniam, R. Dissanayake, L. Annabell, Efficacy of platelet-rich plasma injections in pain associated with chronic tendinopathy: a systematic review, *Phys. Sportsmed.* (2015) 1e9.
- R.S. Kearney, N. Parsons, D. Metcalfe, M.L. Costa, Injection therapies for Achilles tendinopathy, *Cochrane Database Syst. Rev.* 5 (2015). CD010960.
- N. Maffulli, R. Papalia, S. D'Adamio, B.L. Diaz, V. Denaro, Pharmacological interventions for the treatment of Achilles tendinopathy: a systematic review of randomized controlled trials, *Br. Med. Bull.* 113 (2015) 101e115.
- J.P. Furia, High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for insertional Achilles tendinopathy, *Am. J. Sports Med.* 34 (2006) 733e740.
- M.L. Costa, L. Shepstone, S.T. Donell, T.L. Thomas, Shock wave therapy for chronic Achilles tendon pain: a randomized placebo-controlled trial, *Clin. Orthop. Relat. Res.* 440 (2005) 199e204.

J.P. Furia, High-energy extracorporeal shockwave therapy as a treatment for chronic noninsertional Achilles tendinopathy, *Am. J. Sports Med.* 36 (2008) 502e508.

S. Rasmussen, M. Christensen, I. Mathiesen, O. Simonson, Shockwave therapy for chronic Achilles tendinopathy: a double-blind, randomized clinical trial of efficacy, *Acta Orthop.* 79 (2008) 249e256.

J.D. Rompe, B. Nafe, J.P. Furia, N. Maffulli, Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial, *Am. J. Sports Med.* 35 (2007) 374e383.

J.D. Rompe, J. Furia, N. Maffulli, Eccentric loading compared with shockwave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial, *J. Bone Jt. Surg. Am.* 90

Patellaspitzensyndrom

Dr. Martin Ringeisen

ICD Klassifikation

M77.3ICD10

Synonym

Jumpersknee, Tendinopathie der Patellarsehne, Springerknie

Definition

funktionelle Überlastung des Patellarsehnenursprunges durch repetitiven Stress der Knieextensoren vor allem bei Sportarten wie Volleyball, Basketball, Hochsprung, Weitsprung

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung

Trainingsfehler

Irritation des Ursprungs der Patellarsehne an der Patellaspitze

Degenerative Veränderungen

Morphologischer Strukturwandel der Sehne

Anatomisch/ statische Varianzen des Femuropatellargelenkes

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Wechselnde Intensität

Typisch lokalisiert an der Patellaspitze

Apparative Diagnostik:

Ultraschall

Röntgen

MRT

Differentialdiagnosen

Metabolische Ursachen: Hyperlipidämie, Gicht, Diabetes

Rheumatische Grunderkrankung

Gonarthrose

Hoffaitis

Pharmaka-induzierte Tendopathie (z.B. Gyrasehemmer)

Morbus Sinding-Larsson-Johansson

Konservative Therapiemöglichkeiten

Physiotherapie, Dehnung, exzentrisches Training

Elektrotherapie/Ultraschall

Orthesen, Pufferabsatz,

Infiltrationstherapie

NSAR

Entlastung

Operative Therapie

Debridement der Sehne, Denervierung der Sehne / Refixation

(offen/endoskopisch)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis
z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

Benennung der Stoßwellen- Quelle

- Fokussiert

Kopplungsmedium (Ultraschallgel)

Einmalig/mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)

EFD: 0,10 – 0,25 mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)

Frequenz: bis max. 5 Hz

Impulse: 1500-2500/Sitzung

Intervall: 1-2 Wochen

- Radial

Kopplungsmedium (Ultraschallgel /cave Luftblasen)

Mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)

Druckstärke: 2-4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
 Frequenz: bis max. 10 Hz
 Impulse: 2000-3000/Sitzung
 Intervall: 1-2 Wochen

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Anpassung der Belastung, Sportmodifikation
 Klinische Erfolgskontrolle nach 8 - 12 Wochen

Literatur :

Carlos Leal , Silvia Ramon, John Furia, Arnold Fernandez, Luis Romero ,
 Leonor Hernandez-Sierra, Current concepts of shockwave therapy in chronic
 patellarTendinopathy, Review
 International Journal of Surgery 24 (2015) 160e164

M.E. Blazina, R.K. Kerlan, F.W. Jobe, V.S. Carter, G.J. Carlson, Jumper's
 knee, Orthop. Clin. North Am. 4 (1973) 665e678

A. Ferretti, Epidemiology of jumper's knee, Sports Med. 3 (1986) 289e295. O.B. Lian,
 L. Engebretsen, R. Bahr, Prevalence of jumper's knee among elite athletes from
 different sports: a cross-sectional study, Am. J. Sports Med. 33(2005) 561e567

A. Ferretti, E. Ippolito, P. Mariani, G. Puddu, Jumper's knee, Am. J. Sports Med. 11
 (1983) 58e62

K.M. Khan, J.L. Cook, F. Bonar, P. Harcourt, M. Astrom, Histopathology of common
 tendinopathies. Update and implications for clinical management, Sports Med. 27
 (1999) 393e408

N. Maffulli, K.M. Khan, G. Puddu, Overuse tendon conditions: time to change
 a confusing terminology, Arthroscopy 14 (1998) 840e843

P.J. Visentini, K.M. Khan, J.L. Cook, Z.S. Kiss, P.R. Harcourt, J.D. Wark, The VISA
 score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee
 (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group, J. Sci. Med.
 Sport 1 (1998) 22e28

- M.C. Vulpiani, M. Vetrano, V. Savoia, E. Di Pangrazio, D. Trischitta, A. Ferretti, Jumper's knee treatment with extracorporeal shock wave therapy: a longtermfollow-up observational study, *J. Sports Med. Phys. Fit.* 47 (2007)323e328
- M. Vetrano, A. Castorina, M.C. Vulpiani, R. Baldini, A. Pavan, A. Ferretti, Platelet-rich plasma versus focused shock waves in the treatment of jumper'sknee in athletes, *Am. J. Sports Med.* 41 (2013) 795e803
- J.E. Gaida, J. Cook, Treatment options for patellar tendinopathy: critical review, *Curr. Sports Med. Rep.* 10 (2011) 255e270
- C.J. Wang, J.Y. Ko, Y.S. Chan, L.H. Weng, S.L. Hsu, Extracorporeal shockwave forchronic patellar tendinopathy, *Am. J. Sports Med.* 35 (2007) 972e978
- J. Zwerver, S.W. Bredeweg, I. Van den Akker-Scheek, Prevalence of jumper'sknee among nonelite athletes from different sports: a cross-sectional survey, *Am. J. Sports Med.* 39 (2011) 1984e1988
- H. Van der Worp, M. Van Ark, S. Roerink, G.J. Pepping, I. Van den Akker-Scheek, J. Zwerver, Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature, *Br. J. Sports Med.* 45 (2011) 446e452
- E. Witvrouw, J. Bellemans, R. Lysens, L. Danneels, D. Cambier, Intrinsic riskfactors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study, *Am. J. Sports Med.* 29 (2001) 190e195.
- U.M. Kujala, K. Osterman, M. Kvist, T. Aalto, O. Friberg, Factors predisposing to patellar chondropathy and patellar apicitis in athletes, *Int. Orthop.* 10 (1986) 195e200.
- J.D. Rees, N. Maffulli, J. Cook, Management of tendinopathy, *Am. J. Sports Med.* 37 (2009) 1855e1867.
- J.D. Rees, A.M. Wilson, R.L. Wolman, Current concepts in the management of tendon disorders, *Rheumatol. Oxf.* 45 (2006) 508e521.
- K.M. Khan, N. Maffulli, B.D. Coleman, J.L. Cook, J.E. Taunton, Patellar tendinopathy: some aspects of basic science and clinical management, *Br. J. Sports Med.* 32 (1998) 346e355.
- M.E. Larsson, I. K€all, K. Nilsson-Helander, Treatment of patellar tendinopathy a systematic review of randomized controlled trials, *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 20 (2012) 1632e1646.
- E.C. Rodriguez-Merchan, The treatment of patellar tendinopathy, *J. Orthop. Traumatol.* 14 (2013) 77e81.
- H. Visnes, R. Bahr, The evolution of eccentric training as treatment for patellartendinopathy (jumper's knee): a critical review of exercise programmes, *Br. J. Sports Med.* 41 (2007) 217e223.

H. Van der Worp, I. Van den Akker-Scheek, H. Van Schie, J. Zwerver, ESWT fortendinopathy: technology and clinical implications, *Knee Surg. Sports Traumatol.Arthrosc.* 21 (2013) 1451e1458

F. Ioppolo, J.D. Rompe, J.P. Furia, A. Cacchio, Clinical application of shock wavetherapy (SWT) in musculoskeletal disorders, *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 50(2014) 217e230.

C.J. Wang, Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders, *J. Orthop. Surg. Res.* 7 (2012) 11.

M.T. Van Leeuwen, J. Zwerver, I. Van den Akker-Scheek, Extracorporealshockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature, *Br. J.Sports Med.* 43 (2009) 163e168.

F. Vara, N. Garzon, E. Ortega, G.J. Alarcon, E. Lopez, Treatment of the patellartendinitis with local application of extracorporeal shock waves, in: Abstract41 from the 3rd Congress of the International Society for Medical ShockwaveTreatment, 2000. Naples.

K.M. Taunton, J.E. Taunton, K.M. Khan, Treatment of patellar tendinopathywith extracorporeal shock wave therapy, *B. C. Med. J.* 45 (2003) 500e507.

K.H. Peers, Extracorporeal shock wave therapy in chronic patellar tendinopathy:a randomised double-blinded, placebo-controlled trial, *Proefschr. KULeuven* 1 (2003) 3e11.

K.H. Peers, R.J. Lysens, P. Brys, J. Bellemans, Cross-sectional outcome analysisof athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and byextracorporeal shock wave therapy, *Clin. J. Sport Med.* 13 (2003) 79e83.

J. Zwerver, F. Dekker, G.J. Pepping, Patient guided piezo-electric extracorporealshockwave therapy as treatment for chronic severe patellar tendinopathy:a pilot study, *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 23 (2010) 111e115.

H. Lohrer, J. Scholl, S. Arentz, Achilles tendinopathy and patellar tendinopathy.Results of radial shockwave therapy in patients with unsuccessfully treatedtendinosis, *Sportsverletz Sportschaden* 16 (2002) 108e114

J.P. Furia, J.D. Rompe, A. Cacchio, A. Del Buono, N. Maffulli, A single applicationof low-energy radial extracorporeal shock wave therapy is effective for themanagement of chronic patellar tendinopathy, *Knee Surg. Sports Traumatol.Arthrosc.* 21 (2013) 346e350.

A. Notarnicola, B. Moretti, The biological effects of extracorporeal shock wavetherapy (ESWT) on tendon tissue, *Muscles Ligaments Tendons* 2 (2012) 33.

N. Maffulli, U.G. Longo, V. Denaro, Novel approaches for the management oftendinopathy, *J. Bone Jt. Surg. Am.* 92 (2010) 2604e2613.

A. Pascarella, M. Alam, F. Pascarella, C. Latte, M.G. Di Salvatore, N. Maffulli, Arthroscopic management of chronic patellar tendinopathy, *Am. J. SportsMed.* 39 (2011) 1975e1983.

K. Kulig, R. Landel, Y.-J. Chang, N. Hannanvash, S.F. Reischl, P. Song, G.R. Bashford, Patellar tendon morphology in volleyball athletes with and without patellar tendinopathy, *Scand. J. Med. Sci. Sports* 23 (2013) e81ee88, <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12021>.

J.A. Ogden, G.L. Cross, Atlanta, Georgia Electrohydraulic orthotripsy for chronic patellar tendinopathy, in: *Transactions of the 6th International Congress of the ISMST*, Feb 11e13, 2003, 2003.

C. Leal, J.C. Lopez, J.M. Herrera, O.E. Reyes, M. Cortes, Shockwave biosurgery and autologous growth factors combined therapy in severe patellar tendinopathies, in: *Transactions of the 9th International Congress of the ISMST*, Apr. 23, 2006, 2006.

J. Crupnik, Eccentric loading plus radial shock wave therapy in the treatment of chronic patellar tendinopathy, in: *Transactions of the 12th International Congress of the ISMST*, Jun 2009.

E. Serrano, J.C. Criado, ESWT therapy in patellar tendinopathy comparison of 2 protocols, in: *Transactions of the 17th International Congress of the ISMST*, Jun 2014, 2014.

C. Leal, O. Hernandez, M. Cardozo, M.C. Gallo, Shockwave therapy in patellar tendinopathies, in: *Transactions of the 15th International Congress of the ISMST*, Jun 2012, 2012.

C.J. Wang, J.Y. Ko, Y.S. Chan, L.H. Weng, S.L. Hsu, Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy, in: *Transactions of the 10th International Congress of the ISMST*, Jun 9th, 2007, 2007.

P.R. Rockett, M. Lui, Effectiveness of ESWT in patients with chronic patellar tendinopathy, in: *Transactions of the 12th International Congress of the ISMST*, Jun 2009, 2009.

J. Zwerver, M. Van Leeuwen, I. Van Den Akker-Scheek, ESWT for patellar tendinopathy, in: *Transactions of the 12th International Congress of the ISMST*, Jun 2009, 2009.

H. Van der Worp, H. Zwerver, I. Van Den Akker-Scheek, ESWT treatment protocols for jumper's knee: a worldwide survey, in: *Transactions of the 13th International Congress of the ISMST*, Jun 2010, 2010.

R.W. Wu, C.J. Wang, J.Y. Ko, Shockwave treatment for chronic patellar tendinopathy of the knee, in: *Transactions of the 13th International Congress of the ISMST*, Jun 2010, 2010.

J.P. Furla, J.D. Rompe, A. Cacchio, N. Maffulli, Low energy extracorporeal shocktherapy as a treatment for chronic patellar tendinopathy, in: Transactions of the 14th International Congress of the ISMST, Jun 2011, 2011.

C. Leal, D. Lemus, J. Juschten, Shockwave therapy for patellar tendinopathy inpatients with total knee arthroplasties, in: Transactions of the 17th International Congress of the ISMST, Jun 2014, 2014

Tibiakantensyndrom

Dr. Martin Ringeisen

ICD Klassifikation

M76.8ICD10

Synonyme

Shin splint („Schienbeinschiene“)
 Periostitis/Periostose der Tibiakante
 Scheinbeinkantensyndrom
 Medial tibial stress syndrome MTSS

Definition

Belastungsabhängiger Schmerz an der medialen Tibiakante im mittleren und unteren Drittel durch Überlastung der Mm. tibialis posterior und flexor hallucis longus mit Reizung des Tibiaperiostes dorsomedial

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung
 Meist durch sportliche Belastung, häufig Ausdauersport bzw. Sprinter/Springer
 Hohe Krafteinwirkung durch harte Böden/Asphalt
 Nach Erneuerung des Schuhwerks
 Bei Verwendung von Spikeschuhen
 Begünstigt durch verstärkte Pronation bei Knick-Senk-Füßen

Symptome

Zunehmender Schmerz an der medialen Tibiakante im mittleren und distalen Drittel
 Häufig beidseitiges Auftreten
 Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz
 Wechselnde Intensität

Apparative Diagnostik:

MRT
 Röntgen

Differentialdiagnosen

Abgrenzung zum seltenen vorderen Kompartmentsyndrom
 Knöcherner Verletzungen der mittleren/distalen Tibia

Konservative Therapiemöglichkeiten

Physiotherapie, Dehnung, Elektrotherapie/Ultraschall
 Orthesen, Pufferabsatz,
 NSAR
 Entlastung
 Sportmodifikation

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis
z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:
keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

Benennung der SWQuelle

- Fokussiert

Kopplungsmedium (Ultraschallgel)
Einmalig/mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)
EFD: 0,10 – 0,25 mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
Frequenz: bis max. 5 Hz
Impulse: 1500-2500/Sitzung
Intervall: 1-2 Wochen

- Radial

Kopplungsmedium (Ultraschallgel /cave Luftblasen)
Mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)
Druckstärke: 2-4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
Frequenz: bis max. 10 Hz
Impulse: 2000-3000/Sitzung
Intervall: 1-2 Wochen

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:
Anpassung der Belastung, Sportmodifikation
Klinische Erfolgskontrolle nach 8- 12 Woche

Literatur

Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N.The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. Br J Sports Med. 2017 Sep 27. pii: bjsports-2016-097347. doi: 10.1136/bjsports-2016-097347.

Gomez Garcia S, Ramon Rona S, Gomez Tinoco MC, Benet Rodriguez M, Chaustre Ruiz DM, Cardenas Letrado FP, Lopez-Illescas Ruiz A, Alarcon Garcia JM.Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in military cadets: A single-blind randomized controlled trial. Int J Surg.2017 Oct;46:102-109. doi: 10.1016/j.ijisu.2017.08.584. Epub 2017 Sep 5.

Winters M¹, Eskes M, Weir A, Moen MH, Backx FJ, Bakker EW.Treatment of medial tibial stress syndrome: a systematic review.Sports Med. 2013 Dec;43(12):1315-33. doi: 10.1007/s40279-013-0087-0.

Moen MH¹, Rayer S, Schipper M, Schmikli S, Weir A, Tol JL, Backx FJ.Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study.Br J Sports Med. 2012 Mar;46(4):253-7. doi: 10.1136/bjism.2010.081992. Epub 2011 Mar 9.

Reshef N¹, Guelich DR.Medial tibial stress syndrome.Clin Sports Med. 2012 Apr;31(2):273-90. doi: 10.1016/j.csm.2011.09.008

Hamstring-Tendinopathie

Dr. Martin Ringeisen

ICD-Klassifikation

M76.9

Synonyme: Ursprungstendinopathie am tuber ischiadicum
Proximal hamstring tendinosis/ tendinopathy(PHT)

Definition

„hamstrings“: Ursprung von 3 Sehnen am tuber ischiadicum:

M.bicepsfemoris(caput longum)

M.semitendinosus

M.semimembranosus

Funktion: Hüftstreckung und Kniebeugung

Klinik

Schmerzen im Bereich des Sitzbeins,

Schmerzen beim Sitzen (Autofahren)

Schmerzen beim Treppaufsteigen und bei Inkliniation

„tiefe“ Glutealgie

häufig dorsal ausstrahlend bis zur Kniekehle

Abgrenzung zur Ischialgie wichtig

Genese:

Vor allem durch Sporttraumata: Fußball/Ski/Sprinter/Boxer/Hürdenläufer

Durch repetitive Überlastungen/bückende Tätigkeiten

Degenerativer Strukturwandel der Sehne

Differentialdiagnosen

Affektionen des n.ischiadicus: NPP/ neuroforaminale bzw. recessale

Stenosen/Spinalstenosen

Sitzbeinfrakturen/Stressreaktionen

Affektionen des Hüftgelenkes- centrokaudale Arthrosen

Entzündungen/Tumoren im kleinen Becken

Apparative Diagnostik

MRT-Diagnostik

Röntgen

Therapie

Entlastung

Physiotherapie: Lymphdrainage/ Manuelle Therapie

Bandagen

Im Akutstadium analgetische Medikation

Bei anhaltenden/chronischen Beschwerden ESWT

Operativ: Debridement und Reinsertion

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, Osteomyelitis

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis
z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information (Wirkungseintritt nach Wochen)

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:
keine Lokalanästhesie, ggf. Kryotherapie

Benennung der Stoßwellen-Quelle

- Fokussiert

Kopplungsmedium (Ultraschallgel)
Einmalig/mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)
EFD: 0,10 – 0,25 mJ/mm² (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
Frequenz: bis max. 5 Hz
Impulse: 1500-2500/Sitzung
Intervall: 1-2 Wochen

- Radial

Kopplungsmedium (Ultraschallgel /cave Luftblasen)
Mehrmalig (Standard bis 3, max. 5 Behandlungen)
Druckstärke: 2-4 bar (schmerzadaptiertes Aufdosieren)
Frequenz: bis max. 10 Hz
Impulse: 2000-3000/Sitzung
Intervall: 1-2 Wochen

Ortung: Patientenorientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:
Anpassung der Belastung, Sportmodifikation
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12Wochen

Literatur:

Korakakis V, Whiteley R, Tzavara A, Malliaropoulos N. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in common lower limb conditions: a systematic review including quantification of patient-rated pain reduction. *Br J Sports Med.* 2017 Sep 27. pii: bjsports-2016-097347. doi: 10.1136/bjsports-2016-097347.

Startzman AN, Fowler O, Carreira D. Proximal Hamstring Tendinosis and Partial Ruptures. *Orthopedics.* 2017 Jul 1;40(4):e574-e582. doi: 10.3928/01477447-20170208-05. Epub 2017 Feb 14

Cacchio A, Rompe JD, Furia JP, Susi P, Santilli V, De Paulis F. Shockwave therapy for the treatment of chronic proximal hamstring tendinopathy in professional athletes. *Am J Sports Med.* 2011 Jan;39(1):146-53. doi: 10.1177/0363546510379324. Epub 2010 Sep 20

Morbus Ledderhose als plantare Fibromatose

Prof. Dr. Karsten Knobloch

Klassifikation

M72.2 Plantare Fibromatose/M. Ledderhose

Ätiologie

Genetische Komponente über veränderte single-nucleotide-peptides (SNPs) mit autosomal-dominanter Vererbung mit variabler Penetranz ähnlich wie beim M. Dupuytren der Hand als palmarer Fibromatose

Symptome

Plantare Fibromatose ausschliesslich mit Knotenbildung im Hohlfussbereich, typischerweise lokalisiert in einer Zone von der Ferse bis zur Lisfrancgelenkshöhe und quer in Verlängerung des ersten bis dritten Mittelfussstrahles. Neben dem klinischen Palpationsbefund kann die Bildgebung differentialdiagnostisch auch benigne bzw. maligne Tumoren (Sarkom) ausschließen helfen.

Apparative Diagnostik

Sonographie

Sonographisch erscheinen Ledderhoseknoten ähnlich wie Dupuytrenknoten der Hand oberflächlich subkutan lokalisiert oberhalb zur plantaren Faszie häufig hypoechogen, mitunter jedoch auch isoechogen zum umgebenden subkutanen Fett. Eine Lokalisation unterhalb (tiefer) zur plantaren Faszie lässt an einen anderen Prozess (z.B. Sarkom, Motolese 2013; Toepfer 2017) denken.

MRT

Das T2-Signal des MRT kann möglicherweise als Biomarker die Aktivität eines Ledderhoseknoten anzeigen und prognostisch für den Bestrahlungserfolg herangezogen werden (Banks et al., 2018).

Therapie des M. Ledderhose

Die Therapie des plantaren M. Ledderhose ist dem knotenförmigen Stadium des M. Dupuytren der Hand als palmare Fibromatose vergleichbar.

Im Knotenstadium können bei symptomatischen schmerzhaften Ledderhoseknoten und Leidensdruck die folgenden Therapieoptionen angeboten werden:

- Fokussiert

hochenergetische ESWT (typischerweise drei Sitzungen im Abstand von 1-2 Wochen, Kontrolle nach 6 Monaten als Wiederauffrischung, Knobloch 2012)

-Plantare Strahlentherapie (Heyd 2010, Seegenschmiedt 2013 & 2015, Rödel 2017)

Die operative Entfernung ist mit einer Rezidivrate >50% assoziiert.

Stoßwellentherapie bei M. Ledderhose (plantarer Fibromatose)

Indikation: Indikationsstellung durch einen fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Arzt und Assistenzpersonal:

Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Lagerung im Sitzen oder Liegen je nach Patientenwunsch

- Fokussiert:

ESWT: 0.08-0.55mJ/mm² (in Einzelfällen bis 1.24mJ/mm² elektromagnetisch), 2000 Impulse, 3 Sitzungen im Wochenabstand, nach 6 Monaten ggf. Wiederauffrischungs-ESWT einmalig

Die hochenergetische fokussierte elektromagnetische ESWT (2000 Impulse, bis 1.24mJ/mm², 3 Sitzungen) senkt den Schmerz auf einer visuellen Analogskala VAS nach sechs Wochen um 50% und nach drei Monaten um bis zu 75% (Knobloch et al. 2012).

Literatur

Banks JS, Wolfson AH, Subhawong TK. T2 signal intensity as an imaging biomarker for patients with superficial fibromatoses of the hands (Dupuytren's disease) and feet (Ledderhose disease) undergoing definitive electron beam irradiation. Skeletal Radiol 2018;47(2):243-51.

Carroll P, Henshaw RM, Garwood C, Raspovic K, Kumar D. Plantar fibromatosis: pathophysiology, surgical and nonsurgical therapies: an evidence-based review. Foot Ankle Spec 2018 Jan 1.

Heyd R, Forn AP, Herkströter, Rödel C, Müller-Schimpfle M, Fraunholz I. Radiation therapie for early stages of Morbus Ledderhose. Strahlenther Onkol 2010;186(1):24-

Knobloch K. Ledderhose's disease – an update on therapeutic options. MMW Fortschr Med 2012;154(19):43-4.

Knobloch K, Vogt PM. High-energy focused ESWT reduces pain in plantar fibromatosis (Ledderhose's disease). *BMC Res Notes* 2012;5:542.

Motolese A, Mola F, Cherubino M, Giaccone M, Pellegatta I, Valdatta L. Squamous cell carcinoma and ledderhose disease: a case report. *Int J Low Extrem Wounds* 2013;12(4):297-300.

Rödel F, Fournier C, Wiedemann J, Merz F, Gaipl US, Frey B, Keilholz L, Seegenschmiedt MH, Rödel C, Hehlhans S. Basis of radiation biology when treating hyperproliferative benign diseases. *Front Immunol* 2017;8:519.

Seegenschmiedt MH, Micke O, Niewald M, Mücke R, Eich HT, Kriz J, Heyd R, German Cooperative Group on Radiotherapy of benign diseases. DEGRO guidelines for the radiotherapy of non-malignant disorders: part III: hyperproliferative disorders. *Strahlenther Onkol* 2015;191(7):541-8.

Seegenschmiedt MH, Attassi M. Radiation therapy for Morbus Ledderhose-indication and clinical results. *Strahlenther Onkol* 2013;179(12):847-53.

Toepfer A, Harrasser N, Dreyer F, Mogler C, Walther M, von Eisenhart-Rothe R. Epitheloid sarcoma of the plantar fascia mimicking Morbus Ledderhose – a severe pitfall for clinical and histopathological misinterpretation. *Foot Ankle Surg* 2017;23(4):e25-30.

Arthrose

Sergej Thiele

M15-M19 n. ICD-10

Synonym

Osteoarthrose, im engl. Osteoarthritis

Definition

Mit Abnutzung, Verschleiß und Alter assoziierte degenerative Gelenkerkrankung mit Beteiligung des Muskel-Skelett-Systems. Charakterisiert durch die degenerative Zerstörung des Knorpels und der Schädigung angrenzender Strukturen, wie Knochen, Muskeln, Kapsel und Bändern

Ätiologie

Schädigung des Gelenkknorpels bei erhaltener Beweglichkeit, „wear and tear“, bei einem Missverhältnis von Belastung und Belastbarkeit

Pathogenese

Überbeanspruchung mit nachfolgender Matrixdegradation (zunächst reversibel, im Verlauf dann irreversibel) Begleitsynovialitis, beginnende Gelenkinkongruenz und Knorpelsubstanzverlust

Klassifikation

Kellgren and Lawrence

OARSI

Klassifikation nach Altmann – Unterscheidung von primären und sekundären Arthrosen

Anamnese

Schleichender Beginn

Schmerz und Funktionsverlust

Belastungsschmerz

Diagnostik:

Röntgen

MRT

Labordiagnostik

Differentialdiagnosen:

Arthritiden des rheumatischen Formenkreises

Infektarthritiden

Therapie

Physiotherapie und physikalische Anwendungen

NSAR

Infiltrationen

Operative Therapien:

Endoprothetik

Arthroplastik

Stoßwellentherapie**Hypothese und Behandlungsstrategie**

Ziel der Behandlung ist die Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung zur individuellen Entlastung und ggf. Hinauszögerung einer endoprothetischen Versorgung.

Lee und Han berichten, über eine Verbesserung der Funktion und Reduktion des Schmerzes

Wang et al. beschreiben die Verhinderung und Behandlung der Arthrose im Tiermodell am Rattenknie

Chen et al. haben in einer Vergleichsstudie von ESWT und Ultraschall bei Patienten mit einer Kniegelenksarthrose eine Schmerzreduktion in der ESWT-Gruppe und Verbesserung der ROM und des Lequesne-Scores erzielt.

Lee et al. Zeigen einen positiven Effekt in der ESWT Behandlung auf Schmerz und Funktion

Beschwerdesymptomatik und Bewegungsumfang können positiv beeinflusst werden durch die Reduktion von NO, eine erhöhte Expression von Wachstumsfaktoren, wie vWF, VEGF, BMP-2 und Osteocalcin, sowie eine Suppression von Metalloproteinasen (MMP-1 und MMP-3)

Durchführung der Therapie:

- Fokussiert

Impulse:

2000 - 4000 Impulse, mit 0,25 – 0,6 mJ/mm², an Femurkondylus und Tibiaplateau

Lokalisation und Ortung: palpatorisch

Nachbehandlung:

Freie Bewegung, Vermeidung überbelastender Belastung

Die ESWT ist eine durch den qualifizierten, fachkundigen Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Zum aktuellen Zeitpunkt kann die ESWT bei Arthrose nicht in die Behandlungsempfehlungen aufgenommen werden, da noch keine ausreichenden Daten vorliegen. Dennoch lässt sich eine Empfehlung zur Durchführung der ESWT bei frühen Arthrostadien insbesondere für die Rhizarthrose und Gonarthrose

erkennen. Behandlung in Abhängigkeit der Beschwerden am Knochen/Knorpel bzw. an der Synovia und Kapsel und den begleitenden Strukturen

Literatur:

Thiele, R., Marx, S. Fallvorstellung der arthroskopisch kontrollierten Therapie der Osteochondrosis dissecans mittels ESWT. *Arthroskopie* 16 (7 2003), 266–271

Dahlberg J1, Fitch G, Evans RB, McClure SR, Conzemius M.; The evaluation of extracorporeal shockwave therapy in naturally occurring osteoarthritis of the stifle joint in dogs. *Vet Comp OrthopTraumatol.* 2005;18(3):147-52.

Ochiai N1, Ohtori S, Sasho T, Nakagawa K, Takahashi K, Takahashi N, Murata R, Takahashi K, Moriya H, Wada Y, Saisu T.; Extracorporeal shock wave therapy improves motor dysfunction and pain originating from knee osteoarthritis in rats. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007 Sep;15(9):1093-6. Epub 2007 Apr 26.

Mayer-Wagner S1, Ernst J, Maier M, Chiquet M, Joos H, Müller PE, Jansson V, Sievers B, Hausdorf J. The effect of high-energy extracorporeal shock waves on hyaline cartilage of adult rats in vivo. *J Orthop Res.* 2010 Aug;28(8):1050-6. doi: 10.1002/jor.21074.

Kawcak CE1, Frisbie DD, McIlwraith CW. Effects of extracorporeal shock wave therapy and polysulfated glycosaminoglycan treatment on subchondral bone, serum biomarkers, and synovial fluid biomarkers in horses with induced osteoarthritis. *Am J Vet Res.* 2011 Jun;72(6):772-9. doi: 10.2460/ajvr.72.6.772.

Wang CJ, Sun YC, Wong T, et al.: Extracorporeal shockwave therapy shows time-dependent chondroprotective effects in osteoarthritis of the knee in rats. *J Surg Res,* 2012, 178: 196–205.

Zhao Z1, Ji H, Jing R, Liu C, Wang M, Zhai L, Bai X, Xing G. Extracorporeal shock-wave therapy reduces progression of knee osteoarthritis in rabbits by reducing nitric oxide level and chondrocyte apoptosis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012 Nov;132(11):1547-53. doi: 10.1007/s00402-012-1586-4. Epub 2012 Jul 24.

Lee YH, Han EY: A comparison of the effects of PNF, ESWT, and TPI on pain and function of patients with myofascial pain syndrome. *J Phys TherSci,* 2013, 25: 341–344.

Wang CJ1, Hsu SL, Weng LH, Sun YC, Wang FS. Extracorporeal shockwave therapy shows a number of treatment related chondroprotective effect in osteoarthritis of the knee in rats. *BMC MusculoskeletDisord.* 2013 Jan 28;14:44. doi: 10.1186/1471-2474-14-44.

Zhao Z1, Jing R, Shi Z, Zhao B, Ai Q, Xing G. Efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *J Surg Res.* 2013 Dec;185(2):661-6. doi: 10.1016/j.jss.2013.07.004. Epub 2013 Jul 30.

Chen TW1, Lin CW1, Lee CL2, Chen CH2, Chen YJ1, Lin TY1, Huang MH3. The efficacy of shock wave therapy in patients with knee osteoarthritis and popliteal cyst. Kaohsiung J Med Sci. 2014 Jul;30(7):362-70. doi: 10.1016/j.kjms.2014.03.006. Epub 2014 Apr 18.

Wang P, Liu C, Yang XT, Wei XF, Zhou YJ, Yang L, He CQ. [Effect of extracorporeal shock wave therapy on cartilage and subchondral bone remodeling in rabbits with ACLT-induced osteoarthritis]. [Article in Chinese] Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban. 2014 Jan;45(1):120-5.

Osteochondrosis dissecans

Sergej Thiele

M93.2- n. ICD 10

Synonyme

Osteochondrosis dissecans, OD, OCD, subchondrale Osteonekrose, dissoziierende Osteochondrose, Gelenkmaus

Definition

Die Osteochondrosis dissecans ist eine meist im Wachstumsalter entstehende lokalisierte Erkrankung von Gelenken, die zur Gruppe der aseptischen Knochennekrose gerechnet wird. Der segmentale Befall von subchondralen Knochen und darüber liegendem Knorpel kann zur Bildung freier Gelenkkörper führen. Meist konvexer Gelenkpartner, besonders häufig sind Femurkondylen und Talusschulter betroffen.

Ätiologie

Unbekannt, es werden Traumafolgen und Perfusionsstörungen unbekannter Genese diskutiert. Zu berücksichtigen sind konstitutionell begünstigende Faktoren, wie Achsfehlstellungen und Bandinstabilitäten.

Pathogenese

Subchondrale Nekrose: Initialstadium ggf. mit Induktion reparativer Prozesse aus umgebendem Gewebe.

Sklerosierung bzw. Demarkation: Fortbestehende Belastung oder andere Störung des Umbaus führen zur Knochenverdichtung im Grenzbereich

Dissekatbildung: Demarkation eines chondralen – osteochondralen Fragmentes bei zunächst noch fibröser Fixation (Dissekat in situ), ggf. spätere Lösung aus dem Mausbett (freier Gelenkkörper).

Der pathogenetische Ablauf kann in jeder Phase zum Stillstand kommen.

Klassifikationen

Kombinierte Klassifikation nach Bruns mit arthroskopischer, MRT-diagnostischer und röntgenologischer Beurteilung.

Radiologische Klassifikation nach Berndt und Harty

Kriterien für die Fragmentstabilität oder Lösung im MRT:

Größer mehr als 1 cm

Hyperintensität des umgebenden Randes größer als 3 mm

Hypertenses Flüssigkeitssignal im Fast-Scan oder T2 zwischen Läsion und darüber liegendem Femur

Anamnese

Schmerz, Schwellneigung, Blockierung, Bewegungseinschränkung, Givingway
 Spezielle Anamnese: sportliche körperliche Belastung, frühere Gelenkverletzung, hämatologische Erkrankung, Steroidmedikation

Diagnostik

Klinische Diagnostik, oft noch unspezifisch
 Apparative Diagnostik: Röntgen, CT, MRT mit KM (Gd)

Differentialdiagnosen

Osteonekrosen: M. Perthes, Köhler I und II, Hüftkopfnekrose
 Sekundäre Osteonekrose nach Träume, Kortisoninjektion, Meniskusläsion
 Osteochondrale Frakturen
 Arthrose

Therapie

Entlastung, Sportkarenz
 Gangschulung,
 Bewegungsübungen, besonders der Abduktion und Innenrotation,
 Analgetika,
 NSAR,
 Physiotherapie,
 Orthesenversorgung zur Entlastung,
 HBO-Therapie

Ziel

Revitalisierung des osteochondralen Bezirks
 Vermeidung einer Progression (Dissekatbildung)
 Prävention der Arthrose

Operative Therapien

Anbohrung, (anterograd, retrograd)
 subchondrale Spongioplastik
 Dissekatrefixation (z.B. mittels Fibrinkleber, resorbierbaren Stiften, Osteosynthese mit metallischen Implantaten, evtl. Spongiosaplastik)
 Dissekatentfernung
 Knorpel-/Knochentransplantation

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch einen fachkundigen Arzt
 Die Therapie sollte im möglichst frühen Stadium, aber unbedingt vor Lösung des Dissekat erfolgen.

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z. B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Arzt- und Assistenzpersonal:

Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Dokumentation:

Benennung der Stoßwellen-Quelle und der verwendeten Parameter

Hochenergetisch, Fokussiert

2500 - 3500 Impulse, mit 0,35 – 0,6mJ/mm², wenn möglich, am Nekroserand

Lokalisation und Ortung: entweder arthroskopisch oder nach erfolgtem MRT mit anatomischer Orientierung mittels Röntgenbildwandler

Anästhesie: Leitungs- oder Allgemeinanästhesie

Nachbehandlung:

Entlastung für 2 - 6 Wochen, ggf. orthograde Belastung in Orthese möglich

Follow-up: Kernspinkontrolle empfohlen nach 6 und 12 Monaten

Literatur:

Lauber S, Ludwig J, Lauber H-J, Hötzing H, Dreisilker U, Rädle R, Platzek P (2000) MRI after Shockwave Treatment for Osteonecrosis of the Femoral Head In: Coombs R, Schaden W, Zhou S (2000) Musculoskeletal Shockwave Therapy. Greenwich Medical Media Ltd.

Lauber S, Ludwig J, Lauber J, Hötzing J (2001) Die ESWT-Behandlung der Hüftkopfnekrose und Osteochondrosisdissecans. In: Extrakorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie (Siebert W, Buch M [Hrsg.]). ecomed

Thiele, R., Marx, S. Fallvorstellung der arthroskopisch kontrollierten Therapie der Osteochondrosisdissecans mittels ESWT. Arthroskopie 16 (7 2003), 266–271

Thiele, R., Marx, S. Die Behandlung von osteochondralen Läsionen durch ESWT. Orthopädische Praxis 42, 4 (4 2006), 55–59

Moretti, B., Notarnicola, A., Moretti, L., Giordano, P., and Patella, V. A volleyball player with bilateral knee osteochondritis dissecans treated with extracorporeal shock wave therapy. Musculoskelet Surg 93, 1 (May 2009), 37–41

C.J. Wang, Y.C. Sun, T. Wong, S.L. Hsu, W.Y. Chou, H.W. Chang, Extracorporeal shockwave therapy shows time-dependent chondroprotective effects in osteoarthritis of the knee in rats, J. Surg. Res. 178 (1) (2012 Nov) 196e205.

Lyon R, Liu XC, Kubin M, Schwab J. Does Extracorporeal Shock Wave Therapy Enhance Healing of Osteochondritis Dissecans of the Rabbit Knee, Clin. Orthop Relat Pres (2013) 471:1159-1165

Thiele S., Thiele R, Gerdesmeyer L; Adult Osteochondritis dissecans and focussed ESWT: A successful treatment option, International Journal of Surgery 24 (2015); 191-194

Knochenmarködemsyndrom

Sergej Thiele / Dr. Wolfgang Schaden

Bezeichnung/Synonyme:

Akutes Knochenmarködemsyndrom, BoneBruise, transiente Osteoporose, transientes Knochenmarködem, transient marrowedema, Knochenmarkläsion, wanderndes Knochenmarködem (Kniegelenk)

Ätiologie, Pathogenese, Pathophysiologie

Beim Knochenmarködem handelt es sich um eine pathologische Vermehrung der interstitiellen Flüssigkeit im Knochen. Ursächlich werden drei Gruppen unterschieden und für die Therapie berücksichtigt. Es werden atraumatische-ischämische, traumatisch-mechanische und atraumatisch-reaktive Knochenmarködem nach ihrer Ursache unterschieden. Hier erfolgt entsprechend die Unterscheidung in das primäre Knochenmarködem und das sekundäre KMÖ als Folge oder Begleiterscheinung einer z.B. mechanischen Störung. Die exakte Ätiologie des Knochenmarködems bleibt weiterhin ungeklärt.

Unklar bleibt auch, ob es sich ggf. als frühzeitig, potentiell reversibles Stadium einer Osteonekrose verstehen lässt und ob ein Knochenmarködem in eine Stressfraktur resultiert.

Erstbeschreibung als hyperintense Regionen in T2-gewichteten MRT-Bildern bei Patienten mit Hüft- und Kniegelenksschmerzen durch Wilson et al. (1988).

Das transitorische Knochenmarködem ist zunächst von einer Osteonekrose abzugrenzen. Die transitorische Osteoporose ist eine selbstlimitierende Erkrankung, die sich nach 6-9 Monaten zurückbildet. Bei fortbestehen und anhaltender Belastung des Knochens kommt es über Ausbildung einer lokalen Osteoporose zur subchondralen Insuffizienzfraktur mit daraus resultierender Störung der Mikrozirkulation und lokalisierter Nekrose als Spätfolge des transitorischen Knochenmarködems.

Im Bereich des Hüftkopfes zeigt das KMÖ eine Übergangsrate zur Hüftkopfnekrose von 1:300.

Die Erkrankung betrifft meist Erwachsene im jungen oder mittleren Lebensalter (30-50J). Männer sind 3x häufiger betroffen.

Ein Zusammenhang mit Traumen oder Entzündungen wird diskutiert

Typische Lokalisation sind der Hüftkopf, die Femurkondyle und der Rückfuß.

Im letzten Trimenon tritt die transiente Osteoporose gehäuft auf.

Neben der druckerhöhenden intraossären Flüssigkeitsansammlung zeigt sich eine Ausschüttung von Zytokinen wie Prostaglandinen, Interleukin1 und $TNF\alpha$ durch aktive Osteoklasten mit Erzeugung eines sauren Milieus. Hierdurch Freilegung und Irritation benachbarter Nervenfasereindigungen im Knochengewebe mit charakteristischer Schmerzauslösung.

Medizinische Klassifikation

Primär-idiopathisches KMÖS: ohne Nachweis eines Gelenkschadens sowie im Rahmen einer Schwangerschaft auftretendes transitorisches Knochenmarködemsyndrom

Mechanisches KMÖ: nach Kontusionen, repetitiver Überbelastung mit Mikro- und Stressfrakturen, bei traumatischer Genese auch bezeichnet als bonebruise
Sonderform: iatrogen-postoperatives Knochenmarködem nach arthroskopischer Meniskusbehandlung.

Reaktives KMÖ: als Begleiterscheinung bei Arthrose und Arthritis, entzündliche Genese bei rheumatoider Arthritis, tumorös (z.B. Multiples Myelom)
Trophisch-vasomotorisches Knochenmarködem beim CRPS bei Störung der vegetativen Innervation

Das transitorische Knochenmarksödem gilt als Sonderform des ARCO-Stadium 0. Im Gegensatz zur ARCO-Klassifizierung keine Gelenkzerstörung

Anamnese

Die Patienten berichtet über starke Schmerzen und Bewegungseinschränkung. Typisch zeigt sich ein intensiver Belastungsschmerz in Begleitung von einem dumpfen Dauerschmerz auch in Ruhe.

Diagnostik

Apparative Diagnostik:

MRT zur sicheren Darstellung der interstitiellen Flüssigkeitsvermehrung mit hyperintensem Signal in T2-gewichteten Sequenzen und hypointensen Regionen in den T1-gewichteten Sequenzen. Insbesondere die fettunterdrückenden STIR-Sequenzen zeigen den typischen Kontrast, der durch die vermehrte extrazelluläre Flüssigkeit verursacht wird. Im Unterschied zur Nekrose fehlendes „Doppellinienzeichen“ als Demarkation zwischen nekrotischem und gesundem Knochen.

Beim KMÖS diffuse epiphysäre Signalalteration mit Übergang in die Metaphyse und unscharfer Begrenzung. Häufig von einem Gelenkerguß und synovialer Proliferation begleitet.

Im Röntgen lässt sich allenfalls nach mehreren Wochen klinischer Beschwerdesymptomatik eine lokalisierte Demineralisierung darstellen

Basislabor mit BB, CRP, Blutsenkung, Immunelektrophorese und Vitamin-D-Spiegel empfohlen.

Differentialdiagnostik: Osteonekrose, Hüftkopfnekrose, KMÖ durch Tumoren

Therapie

Ziele: Schmerzfreiheit, Restitutio ad integrum

Konservative Therapie

Konsequente mechanische Entlastung

Iloprost- Infusionstherapie (zur Perfusionsverbesserung), Analgetika, NSAR
 Reduktion von Übergewicht, Verbesserung des Lebensstils (Raucherentwöhnung),
 off-label-Beobachtungsstudien berichten über positive Effekte durch moderne,
 intravenös verabreichte Bisphosphonate (zur Osteoklastenhemmung),
 Physiotherapie, Gangschulung, Bewegungsübungen, Orthesenversorgung zur
 Entlastung

Operative Therapie:

Entlastungsbohrung/Core decompression

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt nach Abklärung von
 Differentialdiagnosen und Ausschluss von Kontraindikationen, insb. tumorassozierte
 Knochenmarksödeme

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B.
 Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und
 Information

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde
 qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Behandlung in Allgemeinnarkose oder Leitungsanästhesie,
 Lagerung des Patienten mit Exponierung des Befundes, Darstellen des vorher im
 Kernspin lokalisierten Areals durch Röntgenbildwandler. Lokalisierung der
 Gefäßnervenbündel. Positionierung des hochenergetischen Schallkopfes,
 2000 – 4000 Impulse, hochenergetisch 0,3 – 0,6 mJ/mm² Energieflussdichte, 1-5 Hz
 1-3 Behandlung mit 1-2 Wochen Abstand

Postoperatives Follow-up:

Entlastung für 4-6 Wochen an Gehstützen, physiotherapeutische
 Mobilisierungs- und Bewegungsübungen sofort.
 Nach 4-6 Wochen dann zunehmende Belastung bis zur Vollbelastung
 und Sport bis zur Schmerzgrenze
 Nach 12 Wochen hin zum Wettkampfsport bei Beschwerdefreiheit.

MRI-Kontrolle sofort bei Verschlechterung ansonsten frühestens nach
 6 bis 12 Monaten, da das MRI, auch bei Beschwerdefreiheit lange
 positiv bleibt.

Dokumentation:

Dokumentation der Behandlungsparameter. verantwortlicher Arzt für die ESWT
Bei Behandlungen in Allgemein- oder Leitungsanästhesie: OP Bericht

Literatur:

Notarnicola, A., Moretti, L., Tafuri, S., Panella, A., Filipponi, M., Casalino, A., Panella, M., Moretti, B. 2010 Shockwave Therapy in the Management of Complex Regional Pain Syndrome of Medial Femoral Condyle of the Knee. *Ultrasound Med Biol.* 2010 Jun;36(6):874-9.

D'Agostino, C., Romeo, P., Lavanga, V., Pisani, S., Sansone, V. (2014) Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy in Bone Marrow Edema Syndrome of the Hip. *Rheumatol Int.* 2014 Mar 23.

Gao, F., Sun, W., Li, Z., Guo, W., Kush, N., Ozaki, K. (2015). Intractable bone marrow edema syndrome of the hip. *Orthopedica.* 2015 Apr;38(4):e263-70

Gao, F., Sun, W., Li, Z., Guo, W., Wang, W., Cheng, L., Yue, D., Zhang, N., Savarin, A. (2015). Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of primary bone marrow edema syndrome of the knee: a prospective randomized controlled study. *BMC MusculoskeletDisord.* 2015 Dec 5;16:379.

Gao, F., Sun, W., Li, Z., Guo, W., Wang, W., Cheng, L., Wang, B. (2015) High-energy Extracorporeal Shock Wave for Early Stage Osteonecrosis of the Femoral Head: A Single-Center Case Series. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2015;2015:468090.

Vitali, M., Naim Rodriguez, N., Pedretti, A., Drossinos, A., Pironti, P., Di Carlo, G., and Frascini, G. (2017). Bone marrow edema syndrome of the medial femoral condyle treated with extracorporeal shock wave therapy: A clinical and mri retrospective comparative study. *Arch Phys Med Rehabil.*[Wang et al., 2016] Wang, C.-J., Huang, C.-C., Yip, H.-K., and Yang, Y.-J. (2016). Dosage effects of extracorporeal shockwave therapy in early hip necrosis. *Int J Surg,* 35:179–186.

Sansone, V., Romeo, P., and Lavanga, V. (2017). Extracorporeal shock wave therapy is effective in the treatment of bone marrow edema of the medial compartment of the knee: A comparative study. *Med PrincPract,* 26(1):23–29.

Gao, F., Chen, N., Sun, W., Wang, B., Shi, Z., Cheng, L., Li, Z., and Guo, W. (2017). Combined therapy with shock wave and retrograde bone marrow-derived cell transplantation for osteochondral lesions of the talus. *Sci Rep,* 7(1):2106.

Kang, S., Gao, F., Han, J., Mao, T., Sun, W., Wang, B., Guo, W., Cheng, L., and Li, Z. (2018). Extracorporeal shock wave treatment can normalize painful bone marrow edema in knee osteoarthritis: A comparative historical cohort study. *Medicine (Baltimore),* 97(5):e9796.

Sansone, V., Maiorano, E., Pascale, V., and Romeo, P. (2018). Bone marrow lesions of the knee: longitudinal correlation between lesion size changes and pain before and after conservative treatment by extracorporeal shockwave therapy. *Eur J PhysRehabil Med*

Pseudarthrose u. verzögert heilende Knochenbrüche

Dr. Wolfgang Schaden

ICD-10 (Version 2011): M-84.1, M-84.2

Klassifikation

Pseudarthrose: Ausbleiben der Knochenheilung > 6 bis 9 Monate

Verzögerte Frakturheilung: Keine Knochenheilung 3-6 Monate nach Fraktur/OP

Synonyme Falschgelenk Non-union Delayed union

Ätiologie

Interposition von Weichteilen in den Frakturspalt

Dislokation bzw. Distraction (ungenügender Kontakt der Fragmente), mangelhafte Ruhigstellung oder zu frühe Mobilisierung, ungenügende Blutversorgung, Infekt

systemische Krankheiten (Diabetes mellitus, arterielle Verschlusskrankheit, Kortison, Rauchen etc.)

Symptome

Biege – und Stauchungsschmerz, Belastungs- und Entlastungsschmerz, Schwellung, Rötung, Überwärmung, (abnorme Beweglichkeit)

Apparative Diagnostik: (Kombination bildgebender Verfahren) Röntgen, CT, (MRT)

Differentialdiagnose Osteomyelitis, Pathologische Fraktur, Angeborene Anomalien, Stressfraktur

Stoßwellentherapie

Indikation:

Nicht durchbaute Fraktur ohne wesentliche Dislokation gemäß der o.g. Definition ohne Progredienz im Verlauf der Röntgenkontrollen, persistierender Frakturspalt. Bei langen Röhrenknochen sinkt die Erfolgsquote bei Frakturspalt > 5mm.

Indikationsstellung durch einen fachkundigen Arzt.

Kontraindikation:

Epiphysenfuge im Fokus

Hirngewebe oder Rückenmark im Fokus,

Tumorgewebe im Fokus,

Lungengewebe im Fokus

Erhebliche Koagulopathie (Gerinnungsstatus kontrollieren)

Räumliche Anforderungen:

Möglichkeit zur Regional- oder Allgemeinanästhesie Röntgenortung

Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Dokumentation:

Benennung der Stoßwellen-Quelle und der verwendeten Parameter

Arzt- und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie: Leitungsanästhesie/Allgemeinanästhesie, Stabile Lagerung des Patienten/der Extremität

Koppelmedium:Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl

Ortung:Radiologisch, (Ultraschall)

Vermeidung großer Gefäße/Nerven im Fokus

Elektrohydraulisch:

Einmalbehandlung, nach 3 bis 6 Monaten Zweit- bzw. Drittbehandlung möglich

Frequenz:1- 4 Hz

3000 (2000 – 4000) Impulse

EFD: 0,3 – 0,4 mJ/mm²

Elektromagnetisch:

3bis 4 Behandlungen; in 3 bis 7 Tagen Intervall

Frequenz:1- 4 Hz

4000 Impulse

EFD: 0,4 – 0,7 mJ/mm² (lange Röhrenknochen); 0,1 mJ/mm² (Kahnbein)

Piezoelektrisch:

Keine Referenzliteratur verfügbar (entsprechend Präambel)

Radial:

Keine Referenzliteratur verfügbar (entsprechend Präambel)

Komplikationen:

Temporäre Hämatomverfärbung, Schmerzverstärkung, Nervenirritation, Ausbleiben der knöchernen Durchbauung

Nach der Therapie:

Nach der ESWT sollte die Pseudarthrose je nach Lokalisation zwischen 3 und 5 Wochen exakt ruhiggestellt werden, um die neu einsprossenden Kapillaren nicht zu gefährden (das kann vor allem im Bereich der unteren Extremität eine Entlastung für diesen Zeitraum zur Folge haben).

Bei liegendem Osteosynthesematerial ohne klinische und/oder radiologische Lockerungszeichen sind außer Schonung keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Bei gelockertem Implantat und konservativ vorbehandelten Frakturen sollte eine Fixation entsprechend den Richtlinien der konservativen Knochenbruchbehandlung angewandt werden. Bei besonders mobilen Pseudarthrosen vor allem im Unterschenkelbereich muss in Einzelfällen auch ein Fixateur externe angelegt werden. Bei nicht dislokationsgefährdeten Frakturen sind Röntgenkontrollen im vierwöchigen Abstand ausreichend (ansonsten in entsprechend kürzeren Intervallen).

Literatur:

Publikationen mit Evidenzgrad von Ib bis IIb (Pubmed27.04.2018):

Cacchio, A., Giordano, L., Colafarina, O., Rompe, J. D., Tavernese, E., Ioppolo, F., Flamini, S., Spacca, G., and Santilli, V. Extracorporeal shock-wave therapy compared with surgery for hypertrophic long-bone nonunions. *J Bone Joint Surg Am* 91, 11 (Nov 2009), 2589–97.

Furia, J. P., Juliano, P. J., Wade, A. M., Schaden, W., and Mittermayr, R. Shock wave therapy compared with intramedullary screw fixation for nonunion of proximal fifth metatarsal metaphyseal-diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg Am* 92, 4 (Apr 2010), 846–54.

Stojadinovic, A., Kyle Potter, B., Eberhardt, J., Shawen, S. B., Andersen, R. C., Forberg, J. A., Shwery, C., Ester, E. A., and Schaden, W. Development of a prognostic naive bayesian classifier for successful treatment of nonunions. *J Bone Joint Surg Am* 93, 2 (Jan 2011), 187– 94.

Notarnicola, A., Moretti, L., Tafuri, S., Gigliotti, S., Russo, S., Musci, L., and Moretti, B. Extracorporeal shockwaves versus surgery in the treatment of pseudoarthrosis of the carpal scaphoid. *Ultrasound Med Biol* 36, 8 (Aug 2010), 1306–13.

Sonstige Publikationen:

Haupt, G., et al.: Enhancement of fracture healing with extracorporeal shock waves. AUA Annual Meeting, New Orleans 1990.

Valchanov, V. D. and Michailov, P.: High energy shock waves in the treatment of delayed and non-union of fractures. *IntOrthop* 15, 3 (1991), 181–184.

Beutler S, Regel G, Pape HC, Machtens S, Weinberg AM, Kreimeike I, Jonas U, Tscherne H.: Extracorporeal shock wave therapy for delayed union of long bone fractures - preliminary results of a prospective cohort study. *Unfallchirurg*. 1999 Nov;102(11):839-47

Ikeda K, Tomita K, Takayama K.: Application of extracorporeal shock wave on bone: preliminary report. *J Trauma*. 1999 Nov;47(5):946-50.

- Rompe JD, Rosendahl T, Schöllner C, Theis C. High-energy extracorporeal shock wave treatment of non-unions. *ClinOrthopRelat Res*. 2001 Jun;(387):102-11
- Wang CJ, Chen HS, Chen CE, Yang KD.: Treatment of non-unions of long bone fractures with shock waves. *ClinOrthopRelat Res*. 2001 Jun;(387):95-101.
- Schaden W, Fischer A, Sailler A.: Extracorporeal shock wave therapy of non-union or delayed osseous union. *ClinOrthopRelat Res*. 2001 Jun;(387):90-4.
- Wang FS, Yang KD, Wang CJ, Huang HC, Chio CC, Hsu TY, et al. Shockwave stimulates oxygen radical-mediated osteogenesis of the mesenchymal cells from human umbilical cord blood. *J Bone Miner Res* 2004 Jun;19(6):973-82.
- Chen YJ, Kuo YR, Yang KD, Wang CJ, Sheen Chen SM, Huang HC, et al. Activation of extracellular signal-regulated kinase (ERK) and p38 kinase in shock wave-promoted bone formation of segmental defect in rats. *Bone* 2004 Mar;34(3):466-77.
- Wang CJ, Liu HC, Fu TH.: The effects of extracorporeal shockwave on acute high-energy long bone fractures of the lower extremity. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007 Feb;127(2):137-42
- Bara T, Synder M.: Nine-years experience with the use of shock waves for treatment of bone union disturbances. *OrtopTraumatolRehabil*. 2007 May-Jun;9(3):254-8.
- Wang CJ, Wang FS, Yang KD: Biological effects of extracorporeal shockwave in bone healing: a study in rabbits. *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 2008, 128:879-884
- Xu ZH, Jiang Q, Chen DY, Xiong J, Shi DQ, Yuan T, et al. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. *IntOrthop* 2009 Jun;33(3):789-93.
- Xu ZH, Jiang Q, Chen DY, Xiong J, Shi DQ, Yuan T, Zhu XL.: Extracorporeal shock wave treatment in non-unions of long bone fractures. *IntOrthop*. 2009 Jun;33(3):789-93.
- Wang CJ, Yang KD, Ko JY, Huang CC, Huang HY, Wang FS.: The effects of shockwave on bone healing and systemic concentrations of nitric oxide (NO), TGF-beta1, VEGF and BMP-2 in long bone non-unions. *Nitric Oxide*. 2009 Jun;20(4):298-303.
- Elster EA, Stojadinovic A, Forsberg J, Shawen S, Andersen RC, Schaden W.: Extracorporeal shock wave therapy for non-union of the tibia. *J Orthop Trauma*. 2010 Mar;24(3):133-41.
- Zelle B A, Gollwitzer H, Zlowodzki M, Bühren V: Extracorporeal Shock Wave Therapy: Current Evidence. *J Orthop Trauma* 2010;24:S66–S70
- Furia, J. P., Rompe, J. D., Cacchio, A., and Maffulli, N. Shock wave therapy as a treatment of non-unions, avascular necrosis, and delayed healing of stress fractures. *Foot Ankle Clin* 15, 4 (Dec 2010), 651–62.
- Cacchio A, Giordano L, Colafarina O, Rompe JD, Tavernese E, Ioppolo F, Flamini S, Spacca G, Santilli V. Extracorporeal shock-wave therapy compared with surgery for hypertrophic long-bone non-unions. *J Bone Joint Surg Am*. 2010 May;92(5)

- Ayeni OR, Busse JW, Bhandari M.: Using extracorporeal shock-wave therapy for healing long-bone non-unions. *Clin J Sport Med.* 2011 Jan;21(1):74-5.
- Stojadinovic A, Kyle Potter B, Eberhardt J, Shawen SB, Andersen RC, Forsberg JA, Shwery C, Ester EA, Schaden W.: Development of a prognostic naive Bayesian classifier for successful treatment of non-unions. *J Bone Joint Surg Am.* 2011 Jan;93(2):187-94.
- Xu JK, Chen HJ, Li XD, Huang ZL, Xu H, Yang HL, et al. Optimal intensity shock wave promotes the adhesion and migration of rat osteoblasts via integrin beta1-mediated expression of phosphorylated focal adhesion kinase. *J Biol Chem* 2012 Jul 27;287(31):26200-12.
- Sun D, Junger WG, Yuan C, Zhang W, Bao Y, Qin D, et al. Shockwaves induce osteogenic differentiation of human mesenchymal stem cells through ATP release and activation of P2X7 receptors. *Stem Cells* 2013 Jun;31(6):1170-80
- Schaden W, Mittermayr R, Haffner N, Smolen D, Gerdesmeyer L, Wang C-J, Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) e First choice treatment of fracture non-unions? *International Journal of Surgery* 24 (2015) 179 – 183
- Alkhashki H M I, Shock wave therapy of fracture nonunion. (2015). *Injury*, 46(11):2248–52
- Kertzman P, Lenza M, Pedrinelli A, Ejnisman B, Shockwave treatment for musculoskeletal diseases and bone consolidation: qualitative analysis of the literature. (2015). *Rev Bras Ortop*, 50(1):3–8.
- Kuo S-J, Su I-C, Wang C-J, Ko J-Y, Extracorporeal shockwave therapy (eswt) in the treatment of atrophic non-unions of femoral shaft fractures. (2015). *Int J Surg*, 24(Pt B):131–134.
- Everding J, Freistühler M, Stolberg-Stolberg J, Raschke M J, Garcia P, Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of pseudarthrosis: New experiences with an old technology. *Der Unfallchirurg.* (2016).
- Zhai L, Ma X-L, Jiang C, Zhang B, Liu S.-T, Xing G-Y, Human autologous mesenchymal stem cells with extracorporeal shock wave therapy for nonunion of long bones. *Indian J Orthop*, 2016 50(5):543–550.
- Haffner N, Antonic V, Smolen D, Slezak P, Schaden W, Mittermayr R, Stojadinovic A, Extracorporeal shockwave therapy (eswt) ameliorates healing of tibial fracture non-union unresponsive to conventional therapy. (2016) *Injury*, 47(7):1506–13.

Stressfrakturen

Dr. Wolfgang Schaden

ICD-10: M-84.3

Synonyme

Ermüdungsbrüche, Marschfrakturen,

Ätiologie

Lokale Überbeanspruchung der knöchernen Strukturen durch ungewohnte äußere Stressfaktoren

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Rötung, Schwellung, Biege – und Belastungsschmerz

Apparative Diagnostik: (Kombination bildgebender Verfahren)

Röntgen

CT

MRT

Differentialdiagnose

Osteomyelitis,

Pathologische Fraktur

Angeborene Anomalien

Knochenmarksödem

Konservative Therapie

Ruhigstellung

Entlastung

Pulsierender Ultraschall

Magnetisch induzierte Elektrotherapie

Operative Therapie

Debridement der Fraktur (Spongiosaplastik)

Osteosynthese

Stoßwellentherapie

Indikation:

Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation:

Epiphysenfuge im Fokus

Tumorgewebe im Fokus

Erhebliche Koagulopathie (Gerinnungsstatus kontrollieren)

Räumliche Anforderungen:

Möglichkeit zur Regional- oder Allgemeinanästhesie, Röntgenortung

Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Durchführung der Therapie:

Die ESWT ist eine durch den qualifizierten Arzt zu erbringende Leistung
Leitungsanästhesie/Allgemeinanästhesie

Stabile Lagerung des Patienten/der Extremität

Benennung der SW Quelle

Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl Ortung: Radiologisch

Elektrohydraulisch:

Einmalbehandlung, nach 3 bis 6 Monaten Zweit- bzw. Drittbehandlung möglich

Frequenz: 1- 4 Hz

3000 (2000 – 4000) Impulse

EFD: 0,3 – 0,4 mJ/mm²

Elektromagnetisch:

2 bis 4 Behandlungen; in 3 bis 7 Tagen Intervall

Frequenz: 1- 4 Hz

4000 Impulse

EFD: 0,4 – 0,7 mJ/mm²

Piezoelektrisch:

Keine Referenzliteratur verfügbar (entsprechend Präambel)

Radial:

Keine Referenzliteratur verfügbar (entsprechend Präambel)

Komplikationen:

Temporäre Hämatomverfärbung, temporäre Schmerzverstärkung, Nervenirritation,
Ausbleiben der knöchernen Durchbauung

Pseudarthrose

Nach der Therapie:

nach ESWT sollte die Stressfraktur je nach Lokalisation zwischen 4 und 6 Wochen entlastet werden. Es kann mit aktiven Bewegungsübungen ohne Belastung sofort begonnen werden.

Bei Patienten mit fraglicher Compliance ist eine Fixation im Gips- oder Kunststoffverband angezeigt. Da es sich bei den Patienten mit Stressfrakturen nicht selten um Spitzensportler handelt, die bei Beschwerdeabnahme, die sich häufig unmittelbar nach ESWT einstellt, sofort wieder ihr volles Trainingsprogramm aufnehmen, ist hier auf die Compliance besonders zu achten.

Der Heilungsverlauf wird vor allem durch die klinische Entwicklung beurteilt, lässt sich aber etwas verzögert in entsprechenden, bildgebenden Verfahren nachweisen

Literatur

Saunier J, Chapurlat R, Stress fracture in athletes. 2017 May 13. pii: S 1297-319 Joint Bone Spine.

Leal C, D'Agostino C, Garcia S G, Fernandez A, Current concepts of shockwave therapy in stress fractures, International Journal of Surgery 24 (2015) 1 – 6

Audain R, Alvarez Y, Perez N, Barrios G, Focused shockwaves in the treatment and prevention of tibial stress fractures in athletes, in: Transactions of the ISMST 15th International ISMST Congress, Cartagena, 2012.

Abello S, Leal C, ESWT in foot navicular stress fracture of a high performance athlete, in: Transactions of the ISMST 14th International ISMST Congress Kiel, 2011.

Furia, J. P., Rompe, J. D., Cacchio, A., and Maffulli, N. Shock wave therapy as a treatment of non-unions, avascular necrosis, and delayed healing of stress fractures. Foot Ankle Clin 15, 4 (Dec 2010), 651–62.

Moretti B, Notarnicola A, Garofalo R, Shock waves in the treatment of stress fractures, Ultrasound Med. Biol. 35 (2009) 1042 - 1049.

Moretti B, Notarnicola A, Marlinghaus E, Garofalo R, Moretti L, Patella S, Patella V, ESWT in stress fractures, in: Transactions of the 12th International ISMST Congress, June 2009.

Knobloch K, Schreibmueller L, Jagodzinski M, Zeichen J, Krettek C, Rapid rehabilitation program following sacral stress fracture in a long-distance running female athlete, Arch. Orthop. Trauma Surg. 127 (9) (2007) 809 - 813.

Taki M, Iwata O, Shiono M, Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fractures in athletes, Am. J. Sports Med. 35 (2007) 1188 - 1192.

Leal C, Shockwave biosurgery for stress fractures, in: Transactions of the ISMST 9th International ISMST Congress, Rio de Janeiro, 2006.

Herrera J M, Leal C, Murillo M, Duran R, Lopez J C, Reyes O E, Treatment of tibial stress fractures in high performance athletes with extracorporeal shockwave lithotripsy, Rev. la Soc. Colomb. CirugiaOrtop. Traumatol. SCCOT 19 (1) (2005) (in Spanish).

Leal C, Herrera J M, Murillo M, Duran R, Reyes O E, Lopez J C, Extracorporeal shockwave therapy in tibial stress fractures, in: Abstracts of the International Society of Arthroscopy Knee Surgery and Orthopedic Sports Medicine ISAKOS Biennial Congress, Hollywood USA, Apr 2005.

Audain R, Maggiore G, Herrera J, Almas M, A clinical case of treating stress fractures with ESWT, in: Transactions of the ISMST 6th International ISMST Congress, Orlando, 2003.

Gordon R, Lynagh L, ESWT treatment of stress fractures, in: Transactions of the ISMST 5th International ISMST Congress, Winterthur, 2002.

Leal C, Herrera J M, Murillo M, Duran R, Reyes O E, Lopez J C, ESWT in high performance athletes with tibial stress fractures, in: Transactions of the ISMST 5th International ISMST Congress, Winterthur, 2002.

Hotzinger A, Radelberger L, Lauber U S, Lauber H, Platzekc P, Ludwig J, MRIGuided SWT of multiple stress fractures of the tibia, in: Transactions of the ISMST 2nd International ISMST Congress, London, 1999.

Audain Roberto, Maggiore Giovanni, Herrera Jesus, Almas Miguel, Clinical Case of Treating Stress Fractures with ESWT, Presentation 6th Congress of the ISMST, Orlando, USA,

Aseptische Hüftkopfnekrose

Dr. Wolfgang Schaden

ICD-10: M97.0

Ätiologie, Pathogenese, Pathophysiologie

Die Ätiologie ist noch nicht geklärt, diskutiert werden ein vaskuläres Risiko durch eine subkritische Gefäßversorgung im Prädilektionsalter, konstitutionelle Einflüsse, mögliche mehrzeitige Knocheninfarkte

Die Erkrankung tritt besonders bei Menschen und bei Haushunden auf. Die genauen Ursachen sind nicht restlos geklärt, gehäuft treten Hüftkopfnekrosen bei Diabetes mellitus und beim Alkoholismus auf. Auch eine längere Behandlung mit Antikoagulantien kann eine Hüftkopfnekrose zur Folge haben.

Hüftkopfnekrosen können nach Verletzung des Hüftkopfes auftreten. Man spricht dann von posttraumatischen Hüftkopfnekrosen. Typisch ist die Hüftkopfnekrose nach Abscherung des Hüftkopfes bei traumatischer Luxation der Hüfte.

Ohne ersichtliche Ursache, etwa einem Unfall, beginnt eine Hüfte plötzlich zu schmerzen. Die Beweglichkeit des Gelenkes schränkt sich ein, meistens ist die Innenrotation und Streckung gehemmt.

Das normale Röntgenbild kann im ersten Stadium oft keine krankhaften Veränderungen zeigen, erst die Untersuchung mit dem MRT (auch mit Kontrastmittel) zeigt im frühen Stadium die Änderung der Stoffwechsellage im erkrankten Knochen.

Medizinische Klassifikation

Stadieneinteilung nach ARCO

Stadium A0:

Schmerz in der Hüfte ohne verifizierbare Zeichen im Röntgen, CT, Szintigramm oder MRI

Stadium A1:

Röntgen und CT sind normal, MRI zeigt im medialen Hüftkopf eine Veränderung unter 15 % der Oberfläche

Stadium A2:

kein Sichelzeichen, im Röntgen Sklerosierung, Osteolyse und fokale Porose, Fläche 15 – 30 %

Stadium A3:

Sichelzeichen auf dem Röntgenbild, im Kernspin und CT mehr als 30 % Oberfläche betroffen

Stadium A4:

Osteoarthritis, Arthrosezeichen im Röntgenbild, Verschmälerung des Gelenkspaltes, Veränderung der Acetabula, Gelenkzerstörung

Anamnese

Spezielle Anamnese: Knieschmerz, Hinken, Lauffaulheit, Ermüdbarkeit, Schmerzintervalle, Alkoholkonsum, Stoffwechselformen, Medikamentenanamnese, Sichelzellanämie

Allgemeine Anamnese: familiäres Vorkommen, Hüftdysplasie, Infekt

Diagnostik

Apparative Diagnostik: s. oben

Differenzialdiagnostik: bakterielle Coxitis, Tumorerkrankungen, Coxarthrose

Therapie

Ziele: Erhalt des Hüftkopfes, Schmerzfreiheit und Mobilität

Konservative Therapie:

Iloprost-Infusionstherapie, Analgetika, NSAR, Physiotherapie, Gangschulung, Bewegungsübungen, besonders der Abduktion und Innenrotation, Belastungsreduktion, Orthesenversorgung zur Entlastung, HBO-Therapie, Elektromagnetische Transduktions-Therapie (EMTT)

Operative Therapie:

Im Stadium I und II Anbohren zur Dekompression, im Stadium III und IV Gelenkersatz, Hüftendoprothese,

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Behandlung in Allgemeinnarkose oder Leitungsanästhesie, Lagerung des Patienten mit Exponierung des Befundes (Außenrotation und Extension), Darstellen des vorher im Kernspin mit Gadolinium lokalisierten Areals durch Röntgenbildwandler. Lokalisierung der Gefäßnervenbündel.

Stoßwellen-Quelle:

Hochenergetisch, Fokussiert

Positionierung des hochenergetischen Schallkopfes, 4000 – 6000 Impulse, hochenergetisch 0,35 – 0,6 mJ/mm² Energieflussdichte, 1-3 Behandlung mit 12 Wochen Abstand

Postoperatives Follow-up:

Entlastung für 6 Wochen an Gehstützen, physiotherapeutische Mobilisierungs- und Bewegungsübungen, dann zunehmende Belastung bis hin zum Wettkampfsport bei Beschwerdefreiheit. MRI-Kontrolle sofort bei Verschlechterung ansonsten frühestens nach 6 bis 12 Monaten, da das MRI, auch bei Beschwerdefreiheit lange positiv bleibt.

Dokumentation:

Dokumentation der Stoßwellen-Quelle und der Behandlungsparameter:
verantwortlicher Arzt für die ESWT
Bei Behandlungen in Allgemein- oder Leitungsanästhesie: OP Bericht

Literatur

D.S. Hungerford, [Role of core decompression as treatment method for ischemic femur head necrosis], Orthopade 19 (1990) 219 - 223

J. Ludwig, S. Lauber, H.J. Lauber, U. Dreisilker, R. Raedel, H. Hotzinger, Highenergy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults, Clin. Orthop. Relat. Res. (2001) 119 - 126.

C.J. Wang, F.S. Wang, C.C. Huang, K.D. Yang, L.H. Weng, H.Y. Huang, Treatment for osteonecrosis of the femoral head: comparison of extracorporeal shock waves with core decompression and bone-grafting, J. Bone Jt. Surg. Am. 87 (2005) 2380 - 2387.

M.C. Vulpiani, M. Vetrano, D. Trischitta, L. Scarcello, F. Chizzi, G. Argento, V.M. Saraceni, N. Maffulli, A. Ferretti, Extracorporeal shock wave therapy in early osteonecrosis of the femoral head: prospective clinical study with longterm follow-up, *Archives Orthop. Trauma. Surg.* 132 (2012) 499 - 508.

C.J. Wang, F.S. Wang, J.Y. Ko, H.Y. Huang, C.J. Chen, Y.C. Sun, Y.J. Yang, Extracorporeal shockwave therapy shows regeneration in hip necrosis, *Rheumatology*, 47 (2008) 542 - 546.

J.M. Chen, S.L. Hsu, T. Wong, W.Y. Chou, C.J. Wang, F.S. Wang, Functional outcomes of bilateral hip necrosis: total hip arthroplasty versus extracorporeal shockwave, *Archives Orthop. Trauma. Surg.* 129 (2009) 837 - 841.

D. Kusz, A. Franek, R. Wilk, P. Dolibog, E. Blaszczyk, P. Wojciechowski, P. Krol, B. Kusz, The effects of treatment the avascular necrosis of the femoral head with extracorporeal focused shockwave therapy, *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 14 (2012) 435 - 442.

C.J. Wang, C.C. Huang, J.W. Wang, T. Wong, Y.J. Yang, Long-term results of extracorporeal shockwave therapy and core decompression in osteonecrosis of the femoral head with eight- to nine- year follow-up, *Biomed. J.* 35 (2012) 481 - 485.

C.J. Wang, F.S. Wang, K.D. Yang, C.C. Huang, M.S. Lee, Y.S. Chan, J.W. Wang, J.Y. Ko, Treatment of osteonecrosis of the hip: comparison of extracorporeal shockwave with shockwave and alendronate, *Archives Orthop. Trauma. Surg.* 128 (2008) 901 - 908.

P.C. Lin, C.J. Wang, K.D. Yang, F.S. Wang, J.Y. Ko, C.C. Huang, Extracorporeal shockwave treatment of osteonecrosis of the femoral head in systemic lupus erythematosus, *J. Arthroplasty* 21 (2006) 911 - 915.

C.-J. Wang, J-H Cheng, C.-C. Huang, H.-K. Yip, S. Russo, Extracorporeal shockwave therapy for avascular necrosis of femoral head, *International Journal of Surgery* 24 (2015) 113 - 119

ESWT an der Haut

Prof. Dr. Karsten Knobloch

Einführung

Die Anwendung der ESWT an der Haut ist sowohl klinisch als auch experimentell für unterschiedliche Indikationen publiziert. Die Haut zeichnet sich auch hervorragend als Modell zur Untersuchung der multiplen Effekte aus, die die ESWT auszulösen vermag.

Die Plastische Chirurgie basiert auf den folgenden vier Säulen:



Für alle vier vorgenannten Säulen der plastischen Chirurgie liegen inzwischen sowohl experimentelle als auch klinische Daten vor, die z.T. in randomisiert-kontrollierter Studienform.

Die genaue Analyse dieser Berichte erweitert das Verständnis der potentiellen Wirkungen der ESWT ungemein. So ist beispielsweise die Verbrennungsmedizin ein Schwerpunkt in diesem Zusammenhang, wo die Heilung der Haut nach einer Verbrennungsverletzung unter ESWT signifikant schneller heilt, wenn es sich um eine dermale 2a° Verbrennung handelt. Die Heilung einer definierten chirurgischen Wunde wird ebenfalls positiv durch die ESWT beeinflusst, was hervorragend durch die randomisiert-kontrollierte Studie von Ottomann bei Spalthautentnahmestellen herausgearbeitet wurde.

ESWT bei Verbrennungsverletzungen& Narben

Die Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Verbrennungsmedizin DAV hat eine AWMF-Leitlinie zur Verbrennungsmedizin veröffentlicht, die an dieser Stelle in Teilen wiedergegeben wird.

Definition Verbrennungsverletzung der Haut

Durch thermische oder chemische Einwirkungen kommt es zu Schäden der Haut in unterschiedlicher Tiefe, welche zum teilweisen oder vollständigen Absterben der Haut führen.

Verbrennungstiefen der Haut

Einteilung	Klinisches Bild	Verbrennungstiefe
erstgradig	Rötung	oberflächliche Epithelschädigung ohne Zelltod
zweitgradig a	Blasenbildung roter Untergrund stark schmerzhaft	Schädigung der Epidermis und oberflächlicher Anteile der Dermis mit Sequestrierung
zweitgradig b	Blasenbildung heller Untergrund schmerzhaft	weitgehende Schädigung de Dermis unter Erhalt der Haarfollikel und Drüsenanhängsel

Einteilung	Klinisches Bild	Verbrennungstiefe
drittgradig	Epidermisfetzen Gewebe nach Reinigung weiß keine Schmerzen	vollständige Zerstörung von Epidermis und Dermis
viertgradig	Verkohlung Lyse (bei chem. Schädigung)	Zerstörung weitgehender Schichten mit Unterhautfettgewebe, eventuell Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenken

Beurteilung der Verbrennungstiefe

Der Schweregrad einer Brandverletzung bemisst sich nach Ausmaß und Tiefe der verbrannten Oberfläche. Begleitende Verletzungen verstärken das Trauma zusätzlich.

- a) Berechnung der verbrannten Oberfläche nach Neunerregel und/oder Handflächenregel
- b) Tiefe der Verletzung
- c) Weitere innere Verbrennungen/Verätzungen/toxische Schäden (z.B. Inhalationstrauma (häufig), Säure-/Laugeningestion)
- d) Begleitverletzungen (Frakturen)

Verlegung in Brandverletzententren

- Alle Patienten mit Verbrennungen an Gesicht/Hals, Händen, Füßen, Ano-Genital-Region, Achselhöhlen, Bereiche über großen Gelenken oder sonstiger komplizierter Lokalisation
- Patienten mit mehr als 15% zweitgradig verbrannter Körperoberfläche
- Patienten mit mehr als 10% drittgradig verbrannter Körperoberfläche
- Patienten mit mechanischen Begleitverletzungen
- Alle Patienten mit Inhalationsschaden
- Patienten mit präexistenten Erkrankungen oder Alter unter 8 Jahren bzw. über 60 Jahren
- Alle Patienten mit elektrischen Verletzungen

Wundbehandlung

- Erstgradige und 2a-gradige Verbrennungen werden konservativ behandelt
- 2b-gradige und tiefere Verbrennungen sollten abhängig vom Gesamtzustand des Verletzten möglichst frühzeitig operativ behandelt werden (Nekrosenabtragung, zügige Hauttransplantation)

Für die ESWT liegen die folgenden experimentellen wie auch klinischen Daten insbesondere zur Spalthautentnahmestellenheilung und zur 2a° Verbrennung sowie zu Verbrennungsnarben vor.

Experimentelle Daten ESWT bei Verbrennungen

- Zweitgradige Verbrennungen re-epithelialisieren im Rattentiermodell signifikant schneller nach einmaliger fokussierter ESWT (0.11mJ/mm², 500 Impulse, 4Hz, Djedovic et al., 2014)
- TGFβ1, alpha-smooth muscle actin, collagen-I, fibronectin and twist-1 werden signifikant nach fok. ESWT (0.03-0.3mJ/mm² 1000 Impulse) in dermalen Fibrozyten reduziert im hypertrophen Narbengewebe (Cui et al, 2018)
- Die frühe proinflammatorische Immunantwort 1h nachschwerer kutaner Verbrennung wird durch ESWT reduziert (Davis et al., 2009)
- (de)fokussierte ESWT verbessert die Gewebenekrose von Hautlappen durch verbesserte Angiogenese (Mittermayr et al., 2011)
- Die kutane Gewebesauerstoffsättigung wird nach hochenergetischer fokussierter ESWT signifikant erhöht im Rattentiermodell (Kraemer et al., 2016)
- Die kutane Hautperfusion wird nach hochenergetischer fokussierter ESWT signifikant erhöht im Rattentiermodell (Kraemer et al., 2016)
- Die kontralaterale Gewebesauerstoffsättigung wird nach einseitiger hochenergetischer fokussierter ESWT am Gegenbein (remote) signifikant erhöht im Rattentiermodell (Kisch et al., 2015)
- Die kontralaterale kutane Hautperfusion wird nach einseitiger hochenergetischer fokussierter ESWT am Gegenbein (remote) signifikant erhöht im Rattentiermodell (Kisch et al., 2015)
- Wiederholte ESWT Sitzungen verbessern stärker als eine einzelne ESWT Sitzung die Angiogenese bei vollschichtigen Hautverbrennungen (Goertz et al., 2012, Goertz et al., 2014)

Klinische Daten ESWT bei Verbrennungen

Die ESWT ist bislang in den klinischen veröffentlichten Studien zu den folgenden Aspekten:



Abbildung. Primäre Zielpunkte klinischer Studien zur ESWT bei Verbrennungsverletzungen.

Verbrennungsnarbenheilung

- Die (de)fokussierte ESWT kann bei 2a° Verbrennungen (oberflächlich dermal) die Wundheilung signifikant beschleunigen (LoE 1b, Ottomann et al., 2012.)
- ESWT verbessert die Wundheilung bei 2° Verbrennungen mit einer verbesserten Perfusion gemessen mit LaserDoppler (LoE 3, Arno et al. 2010)
- Spalthautentnahmestellen heilen signifikant schneller nach einmaliger präventiver (de)fokussierter ESWT vor OP (LoE 1b, Ottomann et al, 2010)
- Das Verbrennungsnarbenbild kann durch die (de)fokussierte ESWT verbessert werden.
- Die Narbenkeloidhöhe wie auch die Narbenfunktion kann durch die dreimalige Stosswellentherapie signifikant verbessert werden (Wang et al. 2018)

VerbrennungsNarbenSchmerz

- Verbrennungsnarbenschmerz kann durch die dreimalige fokussierte ESWT (elektromagnetisch 0.05-0.15mJ/mm², 2000 Impulse, drei Sitzungen, 4Hz) signifikant von 7.8±1.5 auf 3.8±2.4 reduziert werden (RCT, n=40, Cho et al., 2016)

VerbrennungsNarbenJuckreiz

- Verbrennungsnarbenjuckreiz kann signifikant durch die dreimalige fokussierte ESWT (0,05-0,2mJ/mm², 2000 Impulse, elektromagnetisch) reduziert werden (6,3±1,3 auf 3.6±2, p<0,001, Yoo et al., 2017)

VerbrennungsNarbenHandfunktion

- Handfunktion mit retrahierenden Verbrennungsnarben wird durch (de)fokussierte ESWT verbessert (Vancouver Scar Scale, Saggini et al. 2016)

Literatur

Experimentell:

Cui HS, Hong AR et al. ESWT alters the expression of fibrosis-related molecules in fibroblast derived from human hypertrophic scar. Int J Mol Sci 2018 Jan 2;19(1):e124.

Davis TA, Stojadinovic A, Anam K, Amare K, Amare M, Naik S, Peoples GE, Tadaki D, Elster EA. Extracorporeal shock wave therapy suppresses the early proinflammatory immune response to a severe cutaneous burn injury. Int Wound J 2009;66(1):11-21.

Djedovic G, Kamelger FS, Jeschke J, Piza-Katzer H. Effect of ESWT on deep partial-thickness burn injury in rats: a pilot study. Plast Surg Int 2014;2014:495967.

Goertz O, Lauer H, Hirsch T, Ring A, Lehnhardt M, Langer S, Steinau HU, Hauser J. Extracorporeal shock waves improve angiogenesis after full thickness burn. Burns 2012;38(7):1010-8.

Goertz O, von der Lohe L, Lauer H, Khosrawipour T, Ring A, Daigeler A, Lehnhardt M, Kolbensschlag J. Repetitive extracorporeal shockwave applications are superior in inducing angiogenesis after full thickness burn compared to single application. Burns 2014;40(7):1365-74.

Kraemer R, Sorg H, Forstmeier V, Knobloch K, et al. Immediate-dose-response effect

of high-energy versus low-energy ESWT on cutaneous microcirculation. *Ultrasound Med Biol* 2016;42(12):2975-82.

Kisch E, Sorg H, Forstmeir V, Knobloch K et al. Remote effects of ESWT on cutaneous microcirculation. *J Tissue Viability* 2015 ;24(4) :140-5.

Mittermayr R, Hartinger J, Antonic V, Meini A, Pfeifer S, Stojadinovic A, Schaden W, Redl H. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) minimizes ischemic tissue necrosis irrespective of application time and promotes tissue revascularization by stimulating angiogenesis. *Ann Surg* 2011;253(5):1024-32.

Klinisch:

AWMF-S1-Leitlinie für thermisch-chemische Verletzungen

Arno A, Garcia O, Hernan I, Sancho J, Acosta A, Barret JP. Extracorporeal shock wave, a new non-surgical method to treat severe burns. *Burns* 2010;37(6):844-9.

Cho YS, Joo SY, Cui H et al. Effect of ESWT on scar pain in burn patients: a prospective, randomized, single-blind, placebo-controlled study. *Medicine (Baltimore)* 2016;95(32).e4575.

Fioramonti P et al., ESWT for the management of burn scars. *Dermatol Surg* 2012;38:778-82.

Joo SY, Cho YS, Seo CH. The clinical utility of ESWT for burn pruritus: a prospective, randomized, single-blind study. *Burns* 2017 Oct 10.

Ottomann C, Hartmann B, Tyler J, Maier H, Thiele R, Schaden W, Stojadinovic A. Prospective randomized trial of accelerated re-epithelization of skin graft: donor sites using extracorporeal shock wave therapy. *J Am Coll Surg* 2010;211(3):361-7.

Ottomann C, Stojadinovic A, Lavin PT, Gannon FH, Heggeness MH, Thiele R, Schaden W, Hartmann B. Prospective randomized phase II trial of accelerated reepithelization of superficial second-degree burn wounds using extracorporeal shock wave therapy. *Ann Surg* 2012;255(1):23-9.

Saggini R, Saggini A, Spagnoli AM et al. ESWT: an emerging treatment modality for retracting scars of the hands. *Ultrasound Med Biol* 2016;42(1):185-95.

Wang CJ, Ko JY, Chou WY, Cheng JK, Kuo YR. Extracorporeal shockwave therapy for treatment of keloid scars. *Wound Repair Regen* 2018;Jan 13.

ESWT bei Cellulite

Prof. Dr. Karsten Knobloch

Synonyme

Orangenhaut, Peau d'orange

Ätiologie

Weibliches Geschlecht mit differenziertem subkutanen Fettaufbau mit ggf. fibrosierten Bindegewebszügen

Potentiell begleitendes Lymphödem

Symptome

Dellenbildung der Haut vor allem gluteal und dorsal im oberen Drittel der rückseitigen Oberschenkel. Nicht selten ist die Dellenbildung mit einem Lymphödem kombiniert. Die Lebensqualität kann unabhängig vom klinisch-objektivierbaren Befund nachhaltig beeinflusst werden. Diese psychische Dimension kann u.a. mit validierten Fragebögen z.B. nach Doris Hexsel erfasst werden.

Untersuchung

- Digitale standardisierte Photographien im Stehen von dorsal und in 90° Seitansicht bei entspannter Glutealmuskulatur sind empfehlenswert.
- Die Dellen können zusätzlich mit Kajalstift im Stehen markiert werden.
- Umfangmessungen im Seitenvergleich an definierten Lokalisationen
- Körpergewicht
- Lebensqualität mit QoL Score nach Hexsel, übersetzt durch Knobloch

Bildgebung

- Digitale standardisierte Photographien im Stehen von dorsal und in 90° Seitansicht bei entspannter Glutealmuskulatur sind empfehlenswert.
- Die Dellen können zusätzlich mit Kajalstift im Stehen markiert werden.
- Umfangmessungen
- Ggf. 3D-Photographie mit z.B. Vectra-System (Canfield)

Therapie

Kräftigung der Glutealmuskulatur

Fettverbrennender Ausdauersport (Bergwandern, Stepper)

Gewichtsreduktion

Ggf. textile Kompressionstherapie

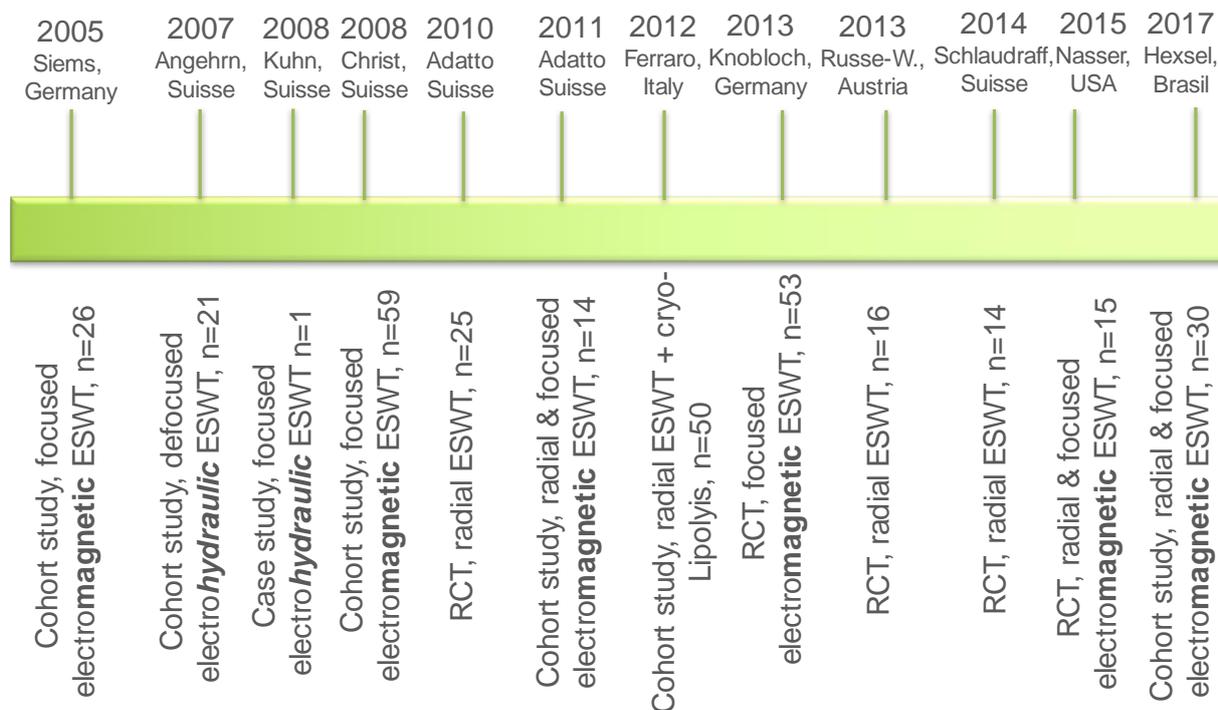
Low Level Lasertherapie

ESWT

Ästhetisch-chirurgische OP z.B. als ultraschall-gestützte Liposuktion oder auch chirurgische Subzisionstechniken

Stoßwellentherapie bei Cellulite

Timeline of ESWT in cellulite



Indikation:

Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, Schwangerschaft

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN-Norm

Vorbereitung des Patienten: differenzierte und dokumentierte Aufklärung und Information

Arzt und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

Anzeichnen im Stehen, Lagerung zur ESWT in Bauchlage

- RADIALE ESWT:

1.5-4 bar, 3000 Impulse, 6-8 Sitzungen

- FOKUSSIERTE ESWT:

0.08-0.35mJ/mm², 2000 Impulse, 6-8 Sitzungen

Stand Januar 2018 sind seit dem ersten publizierten Bericht von Siems im Jahr 2005 zwölf klinische Studien zum Einsatz der ESWT veröffentlicht worden. Dabei wurden insgesamt 327 Patientinnen eingeschlossen, allein 123 in randomisierten Studien.

- Sowohl radiale wie auch fokussierte ESWT ist effektiv in der Behandlung der Cellulite in den vorliegenden klinischen Studien mit einem Follow-up Zeitraum von 3 bis 12 Monaten
 - Radiale ESWT:
 - 5 publizierte Studien mit 3 RCTs & 2 Kohortenstudien
 - Fokussierte ESWT:
 - 5 publizierte Studien mit 1 RCT & 4 Kohortenstudien
 - Kombination radiale und fokussiert ESWT:
 - 3 publizierte Studie mit 1 RCT & 2 Kohortenstudien
- Generatorart der fokussierten ESWT:
 - Fokussiertelektromagnetische ESWT
 - In 5 Studien (2 RCT, 3 cohort studies)
 - Fokussiert elektrohydraulische ESWT
 - In 2 Studien (1 Kohortenstudie, 1 case report)
 - Bislang keine piezoelektrischen ESWT klinischen Studien zur Cellulite
- Typischerweise wurden ein bis Sitzungen pro Woche und zwischen sechs bis acht Sitzungen ESWT bei Cellulite in den klinischen Studien durchgeführt

Literatur

Christ C, Brenke G, Sattler G, et al. Steigerung der Hautelastizität und Revitalisierung der Dermis bei Cellulite und Bindegewebsschwäche durch die extrakorporale Acoustic Wave Therapy (AWT). *Ästhetische Dermatologie* 2008;1:2-10.

Sattler G, Pohl U, Raegener K. Pilotstudie akustische Wellentherapie (AWT) bei Cellulite. *Ästhetische Dermatologie* 2008;2:16-25.

Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. 1998;52(6):377–84.

Adatto M, Adatto-Neilson R, Servant JJ, Vester J, Novak P, Krotz A. Controlled, randomized study evaluating the effects of treating cellulite with AWT®/EPAT®. *J Cosmet Laser Ther* 2010;12:176-182.

Knobloch K, Joest B, Krämer R, Vogt PM. Cellulite and focused extracorporeal shockwave therapy for non-invasive body contouring: a randomized trial. *Dermatol Ther (Heidelb)* 2013;3(2):143-55.

Russe-Wilflingseder K, Russe E, Vester JC, Haller G, Novak P, Krotz A. Placebo controlled, prospectively randomized, double-blinded study for the investigation of the effectiveness and safety of the acoustic wave therapy (AWT) for cellulite treatment. *J Cosmet Laser Ther* 2013;15(3):155-62.

Schlaudraff KU, Kiessling MC, Csaszar NB, Schmitz C. Predictability of the individual clinical outcome of extracorporeal shock wave therapy for cellulite. *Clin Cosmet Investig Dermatol* 2014;7:171-83.

Nasser AH, Dorizas AS, Shafai A, Sadick NS. A randomized, controlled clinical study to investigate the safety and efficacy of acoustic wave therapy in body contouring. *Dermatol Surg* 2015;41(3):366-70.

Siems W, Grune T, Voss P, Brenke R. Anti-fibrosclerotic effects of shock wave therapy in lipedema and cellulite. *Biofactors* 2005;24(1-4):275-82.

Angehrn F, Kuhn C, Voss A. Can cellulite be treated with low-energy extracorporeal shock wave therapy? *Clin Interv Aging* 2007;2(4):623-30.

Christ C, Brenke R, Sattler G, Siems W, Novak P, Daser A. Improvement in skin elasticity in the treatment of cellulite and connective tissue weakness by means of extracorporeal pulse activation therapy. *Asthet Surg J* 2008;28(5):538-44.

Adatto MA, Adatto-Neilson R, Novak P, Krotz A, Haller G. Body shaping with acoustic wave therapy AWT/EPAT: randomized, controlled study on 14 subjects. *J Cosmet Laser Ther* 2011;13(6):291-6.

Ferraro GA, De Francesco F, Cataldo C, Rossano F, Nicoletti G, D'Andrea F. Synergistic effects of cryolipolysis and shock waves for noninvasive contouring. *Aesthet Plast Surg* 2012;36(3):666-79.

Hexsel D, Camozzato FO, Silva AF, Siega C. Acoustic wave therapy for cellulite, body shaping and fat reduction. *J Cosmet Laser Ther* 2017;19(3):165-73.

Kuhn C, Angehrn F, Sonnabend O, Voss A. Impact of extracorporeal shock waves on the human skin with cellulite: a case study of a unique instance. *Clin Interv Aging* 2008;3(1):201-10.

Das myofasziale Syndrom und myofasziale Triggerpunkte, Erkrankungen von Muskel und Fasziengewebe und Dysfunktionen des muskulo-skelettalen Systems

Dr. Hannes Müller-Ehrenberg

Einführung:

Muskeln und Faszien sind gut innerviert und häufig Ursache für akute und chronische Schmerzen. Dementsprechend sollte bei Beschwerden des Bewegungsapparates auch myofaszielles Gewebe spezifisch mituntersucht werden, und auch in der Klassifikation (nach ICD -10) mitberücksichtigt werden. Ein myofaszialer Triggerpunkt (MTrP), ist eine umschriebene Struktur im Muskel- oder Bindegewebe, die einen Schmerz auslöst (engl. trigger - auslösen) und an einem muskulo-skelettalen Schmerzgeschehen beteiligt ist.

Fokussierte Stoßwellen werden, dank ihrer exakten Applikation auch in tieferen Gewebeschichten, sowohl in der Diagnostik als auch in der Therapie von myofaszialen Beschwerden und Triggerpunkteneingesetzt.

Muskeln und Faszien stellen eine anatomische und funktionelle Einheit dar, die auch zusammen behandelt wird.

Die ESWT ist ebenfalls bei bindegewebigen Erkrankungen indiziert.

Klassifikation

ICD 10: M79.1 für Myofaszielles Schmerzsyndrom und lokale Schmerzen z.B. Lumboischialgie M54.4

Synonyme

Myofaszielles Schmerzsyndrom, Myogelosen, Muskelhartspann, muskuläre Triggerpunkte, myofasziale Triggerpunkte, Faszienverkürzungen, Faszien-Dysfunktion

Ätiologie

Akute und chronische Verletzung der Skelettmuskulatur

akute und chronische Überlastung, Überdehnung, direktes Trauma, unphysiologische Belastungen des Bewegungsapparates

in Kombination mit Enthesiopathie, Fehlbelastung (z. B. Fehlstatik, muskuläre Dysbalancen) Radikulopathien, arthrogene Dysfunktionen und Reizungen, Erkrankungen innerer Organe, endokrine Erkrankungen, psychosomatisch reaktive Veränderungen

Symptome

Lokale Schmerzen mit Lokalisation am Muskulo-Skelettalen -System, erhöhte Druckschmerzhaftigkeit (lokal), Übertragungsschmerz (pseudoradikuläre Ausbreitung häufig), Dysästhesien, Anspannungs- und Dehnschmerz, Gelenkschmerzen, Sehnenschmerzen, regionale Schmerzen (z. B. Kopfschmerz), Muskelverkürzung, Muskelverhärtung, Kraftminderung, Koordinationsstörung, vegetative Symptome

Diagnostik:

Basisdiagnostik: klinische neurologisch-orthopädische Untersuchung

Klinische Untersuchung (Beweglichkeit, Senso-Motorik, spezifische Dehntestung). Die Palpation ist der Goldstandard der klinischen Untersuchung von Muskeln und Faszien einschliesslich der Triggerpunktdiagnostik

Diagnostische ESWT: mit Rückmeldung (= Feedback) und nach Diagnosekriterien (z. B. „Wiedererkennung“, „Übertragungsschmerz“)

Apparative Diagnostik:

ggf. orientierende Ultraschalluntersuchung am Behandlungsort zur Lokaldiagnostik

Elastographische Ultraschalldiagnostik möglich (im klinischen Gebrauch bisher ohne Relevanz), hochauflösendes MRT (in wissenschaftlichen Studien, im klinischen Gebrauch bisher ohne Relevanz)

Differentialdiagnosen:

Differentialdiagnostik der Myalgie und von Gelenkschmerzen

Muskel- und Weichteil-Tumore, primäre und sekundäre Myopathien, neurologische Systemerkrankungen, neurogene Ausfälle, rheumatische Erkrankungen, hormonelle Störungen (z.B. Hyperparathyreodismus, Hypothyreose), Medikamenten-Nebenwirkungen (z. B. Lipidsenker)

Konservative Therapien

Dry Needling, ischiämische Kompression, Akupunktur, Dehnung, Elektrotherapie, Faszienlösungs-Techniken, Faszientherapien, Infiltrationen, Muskelentspannungs-Techniken, Physiotherapie nach IMTT-Standard, Thermotherapie („Stretch and Spray“)

Stoßwellentherapie

Indikation:

Indikationsstellung durch den fachkundigen Arzt

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN

Vorbereitung des Patienten: Lagerung in schmerzfreier Position, zu behandelnde Strukturen gut zugänglich

Aufklärung: Therapieschmerz auch nach der Behandlung (ca. 20-30%, meist einem "Muskelkater" ähnlich), ggf. NSAR-Medikation, vegetative Reaktion (z.B. Schwitzen, Kreislaufreaktion) möglich

Arzt- und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Kontraindikation: Maligner Tumor im Fokus

Durchführung der Therapie:

Prinzip: exakte Triggerpunktbehandlung ohne Bewegung der Therapiequelle, mit Auslösen eines "Therapieschmerzes" (Diagnosekriterien) mit schmerzadaptierter Intensität (Energie)

Ortung: nach vorheriger Palpation, Applikation patientenorientiert (Feedback)

Energie: EFD: 0,05 – 0,35 mJ/mm²

Intervall: 1-2 x Woche

Frequenz: FSW 4-5 Hz,

2000 - 4000 Impulse pro Sitzung, 300 - 400 Impulse pro MTrP

3-8 Behandlungen

Koppelmedium: Ultraschallgel

keine Lokalanästhesie

- Radial:

Ortung: nach vorheriger Palpation, Applikation patientenorientiert (Feedback)

Energie: bis 2,5 bar

Intervall: 1-2 x Woche

Frequenz: bis 10 Hz,

2000 - 4000 Impulse pro Sitzung,

3-8 Behandlungen

Koppelmedium Ultraschallgel

keine Lokalanästhesie

Dokumentation: siehe Präambel

Benennung der genauen ESW-Applikation mit anatomischer Lokalisation (z. B. behandelter Muskel)

Benennung der bei der Stoßwellen-Therapie ausgelösten Diagnosekriterien: lokaler Schmerz, „Wiedererkennung“, „Übertragungsschmerz“ (Feedback) und ggf. einer muskulären Zuckungsreaktion

Benennung der Stoßwellen- Quelle, der Anzahl der SW-Impulse und der Intensität (EFD)

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion (selten erforderlich)

Komplikationen: sehr selten Hämatom (bei radialer SW)

Nebenwirkungen: temporäre Schmerzverstärkung

Nachbehandlung:

individuelle Belastungsanpassung, Fortsetzen der konservativen Therapien, selbstständige Dehnübungen und Faszienbehandlung, myofasziale Physiotherapie (falls erforderlich)

Literatur

Amelio E, Manganotti P: Effect of shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy: a placebo-controlled study. J Rehabil Med, 2010

Hausdorf J, Lemmens MA, Heck KD, et al. Selective loss of unmyelinated nerve fibers after extracorporeal shock wave application to the musculoskeletal system. Neuroscience. 2008 Jul 31; 155(1):138-144.

Hong JO¹, Park JS¹, Jeon DG¹, Yoon WH¹, Park JH¹. Extracorporeal Shock Wave Therapy Versus Trigger Point Injection in the Treatment of Myofascial Pain Syndrome in the Quadratus Lumborum.

Ann Rehabil Med. 2017 Aug;41(4):582-588. doi: 10.5535/arm.2017.41.4.582. Epub 2017 Aug 31.

Jeon JH1, Jung YJ, Lee JY, Choi JS, Mun JH, Park WY, Seo CH, Jang KU.
The effect of extracorporeal shock wave therapy on myofascial pain syndrome.

Ann Rehabil Med. 2012 Oct;36(5):665-74. doi: 10.5535/arm.2012.36.5.665. Epub 2012 Oct 31.

Ji HM, Kim HJ, Han SJ. Extracorporeal shock wave therapy in myofascial pain syndrome of upper trapezius. Ann Rehabil Med. 2012;36:675–80.

M. Gleitz, K. Hornig, Triggerpunkte – Diagnose und Behandlungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung extrakorporaler Stoßwellen Orthopäde 41 (2012)

Kraus M, Reinhart E, Krause H, Reuther J. [Low energy extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for treatment of myogelosis of the masseter muscle]. Mund Kiefer Gesichtschir. 1999; 3(1):20-3.

Lee JY, Kim SN, Lee IS, Jung H, Lee KS, Koh SE
Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Patients after Brain Injury: A Meta-analysis J Phys Ther Sci. 2014 Oct;26(10):1641-7

Lohse-Busch H, Kraemer M, Reime U.
[A pilot investigation into the effects of extracorporeal shock waves on muscular dysfunction in children with spastic movement disorders]. Schmerz. 1997 Apr 18;11(2):108-12

Maier M, Averbeck B, Milz S, Refior HJ, Schmitz C.
Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. Clin Orthop Relat Res. 2003 Jan 2003(406):237-245.

Manganotti P, Amelio E: Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke. Stroke, 2005

Mariotto S, Cavalieri E, Amelio E, et al. : Extracorporeal shock waves: from lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production. Nitric Oxide, 2005

Mense S, Simons DG. Muscle pain : Understanding its nature, diagnosis, and treatment.
Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.

Moghtaderi A., Khosrawi S., Dehghan F.
Extracorporeal shock wave therapy of gastroc-soleus trigger points in patients with plantar fasciitis: A randomized, placebo-controlled trial
Adv Biomed Res. 2014; 3: 99

Müller-Ehrenberg H, Licht G. Diagnose und Therapie des Myofaszialen Schmerz - Syndroms mit fokussierten Stoßwellen (ESWT), Medizinisch Orthopädische Technik. 2005;5:1–6.

Müller-Ehrenberg H, Thorwesten L, Pottebaum M, Epping H, Gries L, Völker K:
Veränderung statischer und dynamischer Kraftfähigkeiten nach Behandlung

myofaszialer Triggerpunkte mittels fokussierter ESWT beim Schulterschmerz im Sport, Sportärztekongress 2012 Frankfurt

Schenk I, Vesper M, Nam VC. [Initial results using extracorporeal low energy shock wave therapy ESWT in muscle reflex-induced lock jaw]. Mund Kiefer Gesichtschir. 2002 Sep 2002; 6(5):351-355.

Ramon S, Gleitz M, Hernandez L, Romero LD
Update on the efficacy of extracorporeal shock wave treatment for myofascial pain syndrome and fibromyalgia International Journal of Surgery 24 (2015)

Shah JP, Danoff JV, Desai MJ, et al.
Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. Arch Phys Med Rehabil. 2008 Jan 2008; 89(1):16-23.

Travell J, D.G. S. Handbuch der Muskel-Triggerpunkte. Obere Extremitäten, Kopf und Thorax. 1 ed. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag; 1998.

Travell J, D.G. S. Handbuch der Muskel-Triggerpunkte. Untere Extremitäten und Becken. 1 ed. München: Urban & Fischer Verlag; 2000.

Wall PD, Cronly-Dillon JR. Pain, itch, and vibration. Arch Neurol. 1960 Apr 1960;

Stoßwellentherapie bei urologischen Erkrankungen (ohne Lithotrypsie)

Dr. Hannes Müller-Ehrenberg

Erektile Dysfunktion

Einführung:

Die Erektile Dysfunktion (ED) bezeichnet die mangelnde Gliedsteife beim Geschlechtsverkehr um einenerfolgreichen Koitus auszuführen.

Die ED ist eine weltweite Erkrankung von der ca. 50% aller Männer zwischen 40 und 70 Jahren mit unterschiedlichen Schweregraden betroffen sind. Organische Faktoren sind die Hauptursache (60-80%) der ED, und hier stehen vor allem die Durchblutungsstörungen der Schwellkörper auf dem Boden einer oftmals generalisierten Gefäßerkrankung im Vordergrund.

In dem interdisziplinären Behandlungskonzept der ED spielt die niedrig dosierte fokussierte ESWT seit 2010 eine bedeutende Rolle.

Bisherige klinische Studien haben eine Wirksamkeit der ESWT auch bei PDE 5-Hemmer- Unwirksamkeit und -Unverträglichkeit und eine gute Langzeitwirkung gezeigt.

Die European Association of Urology führt seit 2015 die ESWT neben den PDE-5-Hemmern als Methode der ersten Wahl zur Behandlung der erektilen Dysfunktion.

Klassifikation

ICD 10: N48.4 erektile Dysfunktion organischen Ursprungs

Ätiologie

70% organische Faktoren besonders arterielle Durchblutungsstörungen, Schäden der Schwellkörper (z. B. "venöses Leck", veno-occlusive Dysfunktion)

Nervenfunktionsstörungen (z. B. Z. n. Prostatektomie-OP) auch multifaktoriell mit psychischen Faktoren ICD-10 F52.2 (z. B. Versagensangst)

Symptome

fehlende Erektionsfähigkeit oder mangelnde Steifigkeit des Gliedes für die Dauer des Geschlechtsverkehrs

Diagnostik

andrologisch-urologische Untersuchungen

Abklärung psychischer Ursachen einer erektilen Dysfunktion

Standardfragebogen IIEF (vor und nach Therapie)

Therapien

medikamentös z.B. PDE 5- Hemmer

mechanisch: Vakuum-Pumpen etc., seit Einführung der PDE 5- Hemmer weniger bedeutend

operativ: nach Ausschöpfung aller konservativen Therapien z. B. Gefäßoperationen, Penisprothesen (Penisimplantate)

Stoßwellentherapie

Indikation:

Gefäßbedingte (vaskuläre) Erektionsstörungen, durch eine endotheliale Dysfunktion verursacht, cavernös bedingte Erektionsstörungen (cavernöse Insuffizienz ="venöses Leck"), durch eine Funktionsstörung oder eine Schädigung der glatten Schwellmuskulatur bedingter erhöhter Blutabfluss im Schwellkörper (insuffiziente Erektion), neurogene Dysfunktion bei Defekt der periprostatilen Nervenbahnen

Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus

Vor der Therapie:

Räumliche Anforderungen: Zertifizierungskriterien einer Arztpraxis z.B. Hygieneplan, Notfallmanagement verfügbar nach DIN

Vorbereitung des Patienten:

differenzierte (medizinisch und wirtschaftlich) und dokumentierte Aufklärung und Information

Lagerung: zu behandelnde Strukturen gut zugänglich ggf. Auflage-Halterung

Arzt- und Assistenzpersonal: Die ESWT ist eine durch den mittels Fachkunde qualifizierten Arzt persönlich zu erbringende Leistung

Durchführung der Therapie:

- Fokussiert

Prinzip: Während bei den meisten ESWT- Indikationen die lokale fokussierte Therapie im Vordergrund steht, ist bei der Behandlung der ED die flächige Applikation entlang der gesamten Schwellkörper von Bedeutung

Applikation: flächige Behandlung am gesamten Penischaft und der Crura,

Ortung: nach Anatomie

Energie: EFD: 0,05 – 0,30mJ/mm²

Intervall: 1-2x /Woche

Frequenz: FSW 2-8 Hz

2000 - 4000 Impulse pro Sitzung,

4-12 Behandlungen

Koppelmedium Ultraschallgel

keine Lokalanästhesie

Dokumentation: s Präambel

Nach der ESW-Therapie: keine weitere unmittelbare Maßnahme, ggf. Fortsetzen der Medikation (z. B. PDE-5- Hemmer)

Komplikationen: keine bekannt

Nachbehandlung:

Fortsetzen der konservativen Therapien, Kontrolle der endothelialen Dysfunktion (z. B. Arteriosklerose) sinnvoll

Referenzen ED und ESWT

Abe Y, Ito K, Hao K, Shindo T, Ogata T, et al. (2014) Extracorporeal low-energy shock-wave therapy exerts anti-inflammatory effects in a rat model of acute myocardial infarction. *Circ J* 78(12): 2915-2925.

Abu-Ghanem Y, Kitrey ND, Gruenwald I, Appel B, Vardi Y (2014) Penile low-intensity shock wave therapy: a promising novel modality for erectile dysfunction. *Korean J Urol*.55(5): 295-299.

Bechara A, Casabé A, De Bonis W, Nazar J (2015) Effectiveness of low-intensity extracorporeal shock wave therapy on patients with erectile dysfunction (ED) who have failed to respond to PDE5i therapy. A pilot study. *Arch EspUrol* 68(2): 152-160.

Becker M, Goetzenich A, Roehl AB, Huebel C, de la Fuente M, et al. (2014) Myocardial effects of local shock wave therapy in a Langendorff model. *Ultrasonics* 54(1): 131-136.

Chitale S, Morsey M, Swift L, Sethia K (2010) Limited shock wave therapy vs sham treatment in men with Peyronie's disease: results of a prospective randomized controlled double-blind trial. *BJU Int* 106(9): 1352-1356.

Chung E, Cartmill R (2015) Evaluation of clinical efficacy, safety and patient satisfaction rate after low-intensity extracorporeal shockwave therapy for the treatment of male erectile dysfunction: an Australian first open-label single-arm prospective clinical trial. *BJU Int* 115(Suppl 5): 46-49.

Frey A, Sønksen J, Fode M (2016) Low-intensity extracorporeal shockwave therapy in the treatment of postprostatectomy erectile dysfunction: a pilot study. *Scand J Urol* 50(2): 123-127.

Goertz O, Lauer H, Hirsch T, Ring A, Lehnhardt M, et al. (2012) Extracorporeal shock waves improve angiogenesis after full thickness burn. *Burns* 38(7): 1010-1018.

IlanGruenwalda, OferShenfeldb, JuzaChenc, Gil Ravivd, Santiago Richtere, et al. (2006) Positive effect of counseling and dose adjustment in patients with erectile dysfunction who failed treatment with sildenafil. *EurUrol* 50(1): 134-140.

Hatzichristou D, d'Anzeo G, Porst H, Buvat J, Hennes C, et al. (2015) Tadalafil 5 mg once daily for the treatment of erectile dysfunction during a 6-month observational study (EDATE): impact of patient characteristics and comorbidities. *BMC Urol* 15: 111.

Hausner T, Nógrádi A. The use of shock waves in peripheral nerve regeneration: new perspectives? *Int Rev Neurobiol.* 2013;109:85–98.

Hayashi D, Kawakami K, Ito K, Ishii K, Tanno H, et al. (2012) Low-energy extracorporeal shock wave therapy enhances skin wound healing in diabetic mice: a critical role of endothelial nitric oxide synthase. *Wound Repair Regen* 20(6): 887-895.

Hazan-Molina H, Reznick AZ, Kaufman H, Aizenbud D (2015) Periodontal cytokines profile under orthodontic force and extracorporeal shock wave stimuli in a rat model. *J Periodontal Res* 50(3): 389-396.

Ioppolo F, Rompe JD, Furia JP, Cacchio A (2014) Clinical application of shock wave therapy (SWT) in musculoskeletal disorders. *Eur J PhysRehabil Med* 50(2): 217-230.

Kim JH, Kim JY, Choi CM, Lee JK, Kee HS, et al. (2015) The dose-related effects of extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med* 39(4): 616-623.

Li H, Matheu MP, Sun F, Wang L, Sanford MT, et al. (2016) Low-energy shock wave therapy ameliorates erectile dysfunction in a pelvic neurovascular injuries rat model. *J Sex Med* 13(1): 22-32.

Liu J, Zhou F, Li GY, Wang L, Li HX, et al. (2013) Evaluation of the effect of different doses of low energy shock wave therapy on the erectile function of streptozotocin (STZ)-induced diabetic rats. *Int J MolSci* 14(5): 10661-10673.

Lu Z., et al. Low-intensity Extracorporeal Shock Wave Treatment Improves Erectile Function: A Systematic Review and Meta-analysis. *EurUrol* (2016)

Mense S, Hoheisel U (2013) Shock wave treatment improves nerve regeneration in the rat. *Muscle Nerve* 47(5): 702-710.

Olsen AB, Persiani M, Boie S, Hanna M, Lund L (2015) Can low-intensity extracorporeal shockwave therapy improve erectile dysfunction? A prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scand J Urol* 49(4): 329-333.

Palmieri A, Imbimbo C, Creta M, Verze P, Fusco F, et al. (2012) Tadalafil once daily and extracorporeal shock wave therapy in the management of patients with Peyronie's disease and erectile dysfunction: results from a prospective randomized trial. *Int J Androl* 35(2): 190-195.

Pelayo-Nieto M, Linden-Castro E, Alias-Melgar A, Espinosa-Pérez Grovas D, Carreño-de la Rosa F, et al. (2015) Linear shock wave therapy in the treatment of erectile dysfunction. *ActasUrolEsp* 39(7): 456-459.

Poulakis V, Skriapas K, de Vries R, Dillenburg W, Ferakis N, et al. (2006) Extracorporeal shockwave therapy for Peyronie's disease: an alternative treatment?. *Asian J Androl* 8(3): 361-366.

Qiu X, Lin G, Xin Z, Ferretti L, Zhang H, et al. (2013) Effects of low-energy shockwave therapy on the erectile function and tissue of a diabetic rat model. *J Sex Med* 10(3): 738-746.

Rassweiler JJ, Knoll T, Köhrmann KU, McAteer JA, Lingeman JE, et al. (2011) Shock wave technology and application: an update. *EurUrol* 59(5): 784-796. Rosen RC, Allen KR, Ni X, Araujo AB (2011) Minimal clinically important differences in the erectile function domain of the International Index of Erectile Function scale. *EurUrol* 60(5): 1010-1016.

Skolarikos A, Alargof E, Rigas A, Deliveliotis Ch, Konstantinidis E (2005) Shockwave therapy as first-line treatment for Peyronie's disease: a prospective study. *J Endourol* 19(1): 11-14.

Srini VS, Reddy RK, Shultz T, Denes B (2015) Low intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction: a study in an Indian population. *Can J Urol* 22(1): 7614-7622.

Tara S, Miyamoto M, Takagi G, Kirinoki-Ichikawa S, Tezuka A, et al. (2014) Low-energy extracorporeal shock wave therapy improves microcirculation blood flow of ischemic limbs in patients with peripheral arterial disease: pilot study. *J Nippon Med Sch* 81(1): 19-27.

Vardi Y, Appel B, Kilchevsky A, Gruenwald I (2012) Does low intensity extracorporeal shock wave therapy have a physiological effect on erectile function? Short-term results of a randomized, double-blind, sham controlled study. *J Urol* 187: 1769-1775.

Yee CH, Chan ES, Hou SS, Ng CF (2014) Extracorporeal shockwave therapy in the treatment of erectile dysfunction: a prospective, randomized, double-blinded, placebo controlled study. *Int J Urol* 21(10): 1041-1045.

Zimmermann R, Cumpanas A, Miclea F, Janetschek G (2009) Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic pelvic pain syndrome in males: a randomised, double-blind, placebo-controlled study. *EurUrol* 56(3): 418-424.