



DIGEST-Leitlinien

zur Extrakorporalen Stosswellentherapie

Inhaltsverzeichnis:

1	Physikalische und technische Grundlagen der ESWT.....	3
	Physik und Technik der ESWT, S. Marx	3
2	Praktische Anwendung	6
	Achillessehnentendinopathie, Prof. Dr. Rompe.....	6
	Plantare Fasciitis mit/ohne Fersensporn, Dr. Buch	9
	Trochanter Schmerzsyndrom, Prof. Dr, Rompe	13
	Tendinosis calcarea, PD Dr. Gerdesmeyer.....	16
	Radiale Epikondylopathie, Dr. Auersberg	22
	Patellaspitzensyndrom, Dr. Auersberg.....	25
	Pseudarthrose u. verzögert heilende Kochenbrüche, Dr. Schaden	28
	Stressfrakturen, Dr. Schaden.....	32
	Aseptische Hüftkopfnekrose, Dr. Thiele	35
	Osteochondrosis dissecans, Dr. Thiele.....	39
	Schmerzsyndrome der Skelettmuskulatur, Dr. Gleitz.....	45
3	Literatur.....	48
	Weitere Literatur	48

1 Physikalische und technische Grundlagen der ESWT

Physik und Technik der ESWT, S. Marx

Stoßwellen in der medizinischen Anwendung sind akustische Impulse mit charakteristischem Verlauf über die Zeit. Bezeichnet wird als Stoßwelle eine sich räumlich ausbreitende abrupte, aber stetige Veränderung der thermodynamischen Zustandsgrößen Dichte, Druck und Temperatur eines Mediums (Abb. 1). Einer sehr kurzen Anstiegszeit von wenigen Nanosekunden auf Drücke bis 100MPa, was dem 1000-fachen des uns umgebenden Luftdrucks entspricht, folgt ein nur Mikrosekunden dauernder Abfall auf Normaldruck an welchen sich eine Phase mit Zuganteil anschließt um wiederum auf Normaldruck anzusteigen. Insgesamt dauert das Schallereignis nur wenige Mikrosekunden. Eine medizinische Therapie mit Stoßwellen besteht aus mehreren Hundert bis einige Tausend solcher Schallereignisse.

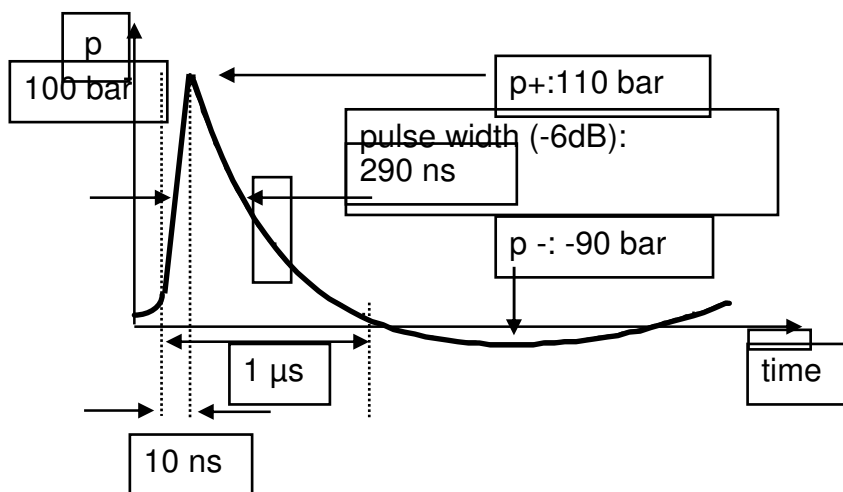


Abb. 1

Prinzipien der Erzeugung von Stoßwellen

Zur Erzeugung von Stoßwellen werden verschiedene Methoden verwendet. Im Wesentlichen sind derzeit drei verschiedene Erzeugungsprinzipien im Einsatz, das elektrohydraulische, das elektromagnetische und das piezoelektrische Erzeugungsprinzip.

Das elektrohydraulische Prinzip

Beim elektrohydraulischen Prinzip, welches bereits bei den ersten Lithotriptern verwendet wurde und seither bewährt ist, wird an zwei Elektrodenspitzen in einem Wasserbad eine Hochspannung gelegt, welche zu einem elektrischen Durchbruch führt und die zugeführte Energie in einer mit Überschallgeschwindigkeit expandierenden Plasmablase resultiert. Das umgebende Wasser bremst die Expansion der Gasblase ab, sobald die Ausdehnungsgeschwindigkeit unter die Schallgeschwindigkeit im Wasser fällt, löst sich eine Stoßwellenfront von der Oberfläche der Gasblase ab. Die Stoßwellenfront breitet sich zunächst kugelförmig aus, kann aber durch einen geeignet geformten metallischen Reflektor zu einer Stoßwellenfokus genannten Form gebündelt werden. Die elektrohydraulisch

erzeugten Stoßwellen benötigen den bei den anderen Prinzipien notwendigen Aufsteilungseffekt nicht, um als solche charakterisiert werden zu können. Elektrohydraulische Stoßwellen lassen sich durch geeignete Modifikationen der Geometrie des Reflektors in unterschiedliche Form bringen, können fokussiert, planar oder sogar defokussiert appliziert werden, ohne dass sich am Charakter der akustischen Stoßwelle etwas ändert.

Das elektromagnetische Prinzip

Das elektromagnetische Prinzip gibt es in zwei Unterausführungen, einmal als Flachspule mit fokussierender akustischer Linse und zum anderen als Zylinderspule, bei welcher ein Paraboloid zur Fokussierung dient. Bei beiden Ausführungen wird an die elektrisch leitenden Spulen ein Hochspannungsimpuls gelegt, welche durch Induktion, ähnlich einem Lautsprecher, zur sehr schnellen Auslenkungen einer Membran führen.

Das piezoelektrische Prinzip

Beim piezoelektrischen Erzeugungsprinzip werden mehrere Piezoelemente in Form einer Kugelkalotte angeordnet, welche wiederum mit Wasser oder Gel gefüllt und mit einer Membran abgeschlossen ist. Das Fokuszentrum ist dann der Mittelpunkt der Kugel. Dieses Erzeugungsprinzip verwendet den piezoelektrischen Effekt bestimmter Kristalle, welche sich bei Anlegen einer Spannung der richtigen Polarität dann ausdehnen. Legt man nur einen kurzen Spannungsimpuls an, resultiert dieser in einer kurzen, schnellen Ausdehnung der Piezokristalle und damit wiederum in einem Druckimpuls. Zur Steigerung der Effektivität können mehrere Piezokristalle gestapelt und mit zeitlich geeignet verzögerten elektrischen Impulsen angesteuert werden. Es kann durch dieses Prinzip die Baugröße der Piezosysteme bei Erzeugung der entsprechenden akustischen Energie deutlich reduziert werden.

Während das elektrohydraulische Erzeugungsprinzip von Anfang an eine Stoßwelle liefert, erzeugen piezoelektrische und elektromagnetische Systeme erst im Fokus die gewünschten Stoßwellen, bis dahin handelt es sich um Druckwellen. Erst im Bereich des Fokus werden die erzeugten Drücke ausreichend hoch, dass sich die Druckwellen zu einer Stoßwelle aufsteilen, ganz ähnlich einer Wasserwelle, welche an den Strand läuft. Allerdings kommt es bei den Stoßwellen nicht zu einem überschlagen der Welle, wie am Strand, sondern nur zu einem immer steiler werdenden Anstieg.

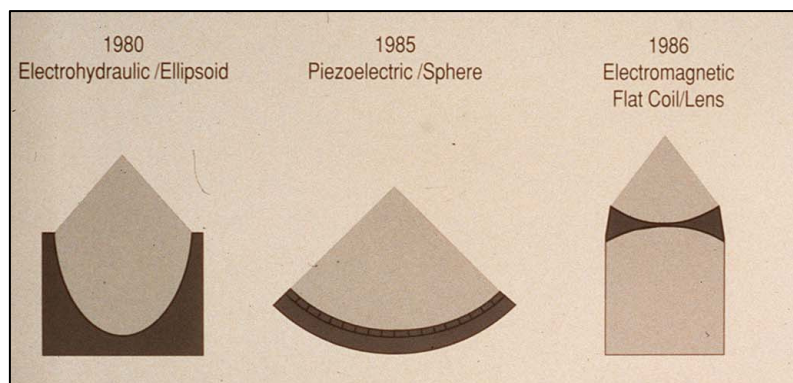


Abb. 2

Radiale Stoßwellen

Ein weiteres Prinzip zur Erzeugung akustischer Pulse wird für orthopädische Indikationen eingesetzt, die so genannten radialen oder ballistischen Stoßwellen. Bei diesem Prinzip wird ein Projektil in einem handgehaltenen Applikator mittels Pressluft in Richtung eines Koppelstücks beschleunigt. Trifft das Projektil auf das Koppelstück wird ein Druckimpuls erzeugt, welcher mittels Ultraschallgel an den Körper angekoppelt wird. Die höchste Intensität des Druckpulses tritt dabei an der Einkoppelfläche auf und nimmt mit zunehmendem Abstand von der Koppelfläche ab. Die Druckwellen breiten sich radial aus, daher der Name. Im Gegensatz zu den „klassischen“ fokussierten Stoßwellengeneratoren findet sich bei den radialen Druckwellengeneratoren keine Stoßwelle im Sinne der allgemein gebräuchlichen Definition mit einer abrupten Änderung der thermodynamischen Zustandsgrößen. Es zeigt sich weder im Fokus noch im Kopplungsareal die oben dargestellte Stoßwellenform. Diesen Effekt der Aufsteilung kann man bei ballistischen Druckwellen nicht beobachten, so dass auch dieses Kriterium ein Zeichen dafür ist, dass ballistische Geräte keine Stoßwellen erzeugen, da die nahezu momentane Änderung der Zustandsgrößen nicht erfolgt, die Änderung vielmehr um einen Faktor von 10 bis 100 langsamer ist.

Dennoch zeigen die radialen Stoßwellen bei einigen Indikationen entsprechende biologische Ergebnisse wie die anderen „Stoßwellen“. Aus diesem Grunde werden diese nunmehr auch im medizinischen Sinn als Stoßwellen bezeichnet und benutzt.

2 Praktische Anwendung

Achillessehnentendinopathie, Prof. Dr. Rompe

Klassifikation

M77.3 ICD 10

Synonyme

Achillodynie, dorsaler Fersenschmerz mit/ohne Sporn

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung

Trainingsfehler

Irritation der Achillessehne im Verlauf oder am Ansatz

Degenerative Veränderungen,

Strukturelle Läsion

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Wechselnde Intensität

Typisch lokalisiert im Sehnenverlauf und/oder am Ansatz

Apparative Diagnostik:(mindestens 1 bildgebendes Verfahren)

Ultraschall

MRT

Röntgen

Differentialdiagnose

Achillessehnenruptur/-partialruptur

Systemische Erkrankungen (M. Reiter, M. Bechterew, rheumatische Erkrankungen)

Bursitis

Haglund Exostose

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Dehnung/Gymnastik/

Orthesen, Pufferabsatz

Infiltration (peritendinös), Neuraltherapie

NSAR

Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie

Akupunktur

Ruhigstellung/Entlastung

Operative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Debridement der Sehne

Stichelung der Sehne

Refixation

(offen)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus, offene Epiphysenfuge 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), explizite Aufklärung über Gefahr der Sehnenruptur

Arzt- und Assistenzpersonal: DIE ESWT IST EINE DURCH DEN QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie,
ggf. Leitungsanästhesie,
ggf. Kryotherapie
Benennung der SW Quelle
einmalig /mehrmalig (Standard bis 3, max 5)
Gesamt EFD: 0,08 – 0,25 mJ/mm²
Intervall 1-2 Wochen
Frequenz: 2-10 Hz
1000 – 3000 Impulse/Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation, Ruptur der Sehne

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Woche

Literatur

Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. 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* 2007; 35:374-383.

Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:52-61.

Plantare Fasciitis mit/ohne Fersensporn, Dr. Buch

Klassifikation

M77.3 ICD 10

Synonyme

Kalkaneussporn, 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
Typisch lokalisiert am Tub. med. calcanei
Gelegentliche Ausstrahlung nach lateral oder distal

Apparative Diagnostik:(mindestens 1 bildgebendes Verfahren)

Ultraschall
Röntgen
MRT

Differentialdiagnose

Tarsaltunnelsyndrom
Achillodynie
Kalkaneusfrakturen
Kompartmentsyndrom
Ruptur der Plantaraponeurose
Systemische Erkrankungen (SLE, RA, M. Bechterew, M. Reiter, Gicht)
Osteomyelitis
Radikuläre Symptomatik

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Dehnung/Gymnastik
Infiltration (Kortison, LA), Neuraltherapie
Einlagen
NSAR
Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie
Akupunktur
Röntgenreizbestrahlung
Ruhigstellung/Entlastung/Nachtschiene

Operative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

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

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus, offene Epiphysenfuge im Fokus,

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 QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie,
ggf. Leitungsanästhesie,
ggf. Kryotherapie
Benennung der SW Quelle
einmalig /mehrmalig (Standard bis 3, max 5)
Gesamt EFD: 0,08 – 0,35 mJ/mm²
Intervall 1-2 Wochen
Frequenz: 2-10 Hz
1000 – 3000 Impulse/Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)

Fortsetzen der Dehnungsübungen

Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur

J. Ogden et al: Clin Orthop, 2001, 387, 47-59

R.Buchbinder et al: JAMA;2002,288(11), 1364-72

J. Rompe et al: Am J Sp Med,2003,31(2),268-75

M. Haake et al: BMJ, 2003, 327, 75ff

C. Speed et al: J orthop res;2003,21(5),937-40

G. Theodore et al: Foot&Ankle

G. Labek et al: Z Orthop 2005, 143:240-46

Rompe 2005 : Lokalanästhesie

Maier et al 2000 : MRT Sporn

Trochanter Schmerzsyndrom, Prof. Dr. Rompe

Klassifikation

M77.3 ICD 10

Synonyme

Bursitis trochanterica,

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung
Irritation der Glutealmuskulatur/Tractus
Degenerative Veränderungen,
Strukturelle Läsion
Fragliche Bursitis

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz
Nachtschmerz
Wechselnde Intensität
Typisch lokalisiert am Trochanter major/Tractus iliotibialis
Pos. Provokationstest

Apparative Diagnostik:(mindestens 1 bildgebendes Verfahren)

Röntgen
Ultraschall
MRT

Differentialdiagnose

Coxarthrose, Hüftkopfnekrose
Metastase im Schenkelhals,
Piriformissyndrom
Ischialgie
Fibromyalgie
Systemische Erkrankungen (Bechterew, rheumatische Erkrankungen)
Trochanter Exostose

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Dehnung/Gymnastik/
Infiltration mit Kortison , Neuraltherapie
NSAR
Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie
Akupunktur

Operative Therapie

Debridement der Bursa
Tractusverlängerung
Stichelung der Sehne

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus, offene Epiphysenfuge 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 QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie,
ggf. Leitungsanästhesie,
ggf. Kryotherapie
Benennung der SW Quelle
einmalig /mehrmalig (Standard bis 3, max 5)
Gesamt EFD: 0,15 – 0,35 mJ/mm²
Intervall 1-2 Wochen
Frequenz: 2-10 Hz
1000 – 3000 Impulse/Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 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, in press.

Rompe JD, Segal NA, Cacchio A, Furia JP, Morral A, Maffulli N. Home training, local corticosteroid injection or radial shockwave therapy for greater trochanter pain syndrome. Am J Sports Med 2009; in press.

Tendinosis calcarea, PD Dr. Gerdesmeyer

Synonyme

Kalkschulter, Tendinitis calcarea, calcific lesion,

Schlüsselwörter

Schmerzhafte Schulter, Schultergelenk, Rotatorenmanschette, Arthrose, Stosswellentherapie, ESWT, PHS

Definition

Kalzifikation in der rotatorenmanschette als Folge einer dystrophen Sehnenerkrankung 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 1,5 cm 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 selbstlimitierende 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, zu 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 Schlüsselssysteme

ICD 10

M 75.3 Tendinitis calcarea im Schulterbereich

M 11.1 Kristall Arthropathie Schulterregion

S 46.0 Verletzung einer Sehne der Rotatorenmanschette

S 46.7 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,

Diagnostik

Klinische Diagnostik

Inspektion:

Muskelrelief, Symmetrie, Hautrötung

Palpation:

tastbare Resistenz im Bereich der Ansatzzone der Rotatorenmanschette

Befund:

Bewegungsausmaß (aktiv und passiv), Bewegungsschmerz, spezifische positive Tests zur Differentialdiagnostik Rotatorenmanschettenruptur und subacromiales Impingement (Drop arm sign, Jobe-Test, Patte-Test, Palm-up Test, O`Brian Test, Lift off Test, Impingement-Zeichen nach Neer, Matsen, Hawkins.

Beurteilung von Durchblutung ,Motorik und Sensibilität

Apparative Diagnostik

Notwendige apparative Untersuchungen

Röntgen der Schulter in 3 Ebenen

a. p., in 45° Innenrotation

a.p. in 45° Außenrotation

y-view Aufnahme nach Nerr

Fakultative apparative Untersuchung

Sonographie

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

Gichtarthropathie

Klinische Scores

Constant Score

Therapie

Allgemeines

Ziele:

Wiederherstellung einer schmerzarmen Schulterfunktion

Beseitigung des Kalkdepots

Induktion der Kalkdepotresorption

Therapie Prinzip

Die Behandlung der Tendinosis calcarea der Schulter kann konservativ oder operativ erfolgen. Vor Durchführung operativer Verfahren sind konservative Behandlungen durchzuführen. Bleiben diese erfolglos, so ist die extrakorporale Stosswellentherapie indiziert. Erst danach ist die chirurgische Intervention indiziert.

Konservative Therapie

Medikamentös:

Systemische NSAR

Systemische Analgetika

Lokale Infiltration mit lokalen Anästhetika

Lokale Infiltration mit kristalloiden Kortikosteroiden

Lokale kombinierte Infiltration mit kristalloiden Kortikosteroiden und lokalen Anästhetika

Infiltration mit PRP (Platelet Rich Plasma)

Physikalische Therapie:

passive Bewegungsübungen zur Verbesserung des Bewegungsausmasses, aktive Muskelkräftigung zur Depression und Zentrierung des Humeruskopfes, ergänzende Ergotherapie und medizinische Trainingstherapie

Interventionell:

Sonographisch oder radiologisch kontrolliertes Needling des Kalkdepots

Extrakorporale Stosswellentherapie

Die Indikation zur extrakorporalen Stosswellen erfolgt nach folgenden Ein- und Ausschlusskriterien:

EiEinschlusskriterien	AEAusschlusskriterien
klinisch relevante TC mind. 6 Monate symptomatisch frustrane kons. Therapie mit: Physiotherapie <i>und</i> Subacromiale Infiltrationen <i>und</i> physikalische Therapie <i>und</i> systemische NSAR Depot Typ 1 oder 2 (<i>Gärtner</i>)	Glenohumeral oder AC Gelenksarthrosen Bursitis subacromialis Lokale Infektionen Tumor Schulterinstabilität / RM Läsion Depot Typ 3 (<i>Gärtner</i>) Schwangerschaft Gerinnungsstörungen Osteomyelitis Lungengewebe im Schallfeld

Für die Behandlung der Tendinosis calcarea kommen bevorzugt hochenergetische Behandlungen mit focussierter Stosswelle zur Anwendung. Die Behandlung erfolgt kontrolliert mit Bildgebung (Röntgen oder Ultraschall). Das Behandlungsziel ist das Kalkdepot. Im Rahmen der Behandlung ist bei Bedarf eine lokale Anästhesie, ggfs eine systemische Analgesie notwendig.

Mögliche Komplikationen sind: Hämatome, petchiale Hautblutungen, Nerven – und Gefäßverletzungen.

Die mittlere Energieflussdichte der Stosswellen sollte zwischen 0,08 und 0,32 mJ/mm² liegen. Die dafür geeigneten Geräte und deren spezifische Parameter können unter der DIGEST Website abgerufen werden (www.Digest-ev.de).

Es werden bis zu 3 Behandlungssitzungen mit einem Abstand zwischen 1-2 Wochen durchgeführt. Pro Behandlungssitzung werden bis zwischen 1500 und 2000 Stosswellen appliziert.

Arzt- und Assistenzpersonal: DIE ESWT IST EINE DURCH DEN QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Operative Therapie

Bei Therapieresistenz nach konservativer Therapie und extrakorporaler Stoßwellentherapie ist eine chirurgische Intervention indiziert. Diese sollte bevorzugt arthroskopisch erfolgen. Alternativ ist eine offene Kalkdepotresektion nach spezieller Indikationsstellung möglich. Mögliche Komplikationen sind: inkomplette Resektion, Hämatom, Wundheilungsstörung, Wundinfekt, Gefäß- Nervenverletzungen, Verletzungen der Rotatorenmanschette mit Bewegungseinschränkung und Kraftminderung.

Prognose

Es gibt bislang keine Langzeitergebnisse zur Einschätzung eines möglichen Rezidivs nach erfolgreicher Therapie der Tendinosis calcarea mit Resorption oder nach Resektion des Kalkdepots.

Unter konsequenter konservativer Therapie der akuten Tendinosis calcarea der Schulter sind bis zu 90% erfolgreiche Behandlungen möglich. Die im Falle einer chronischen Tendinosis calcarea oder nach erfolgloser konservativer Therapie indizierte extrakorporale Stoßwellentherapie kann in bis zu 80% exzellente und gute Ergebnisse erreichen. Nach chirurgischer Intervention sind bis zu 90% exzellente und gute Ergebnisse möglich. Über die Erfolgsraten operativer Interventionen der Tendinosis calcarea nach erfolgloser sequentieller konservativer Therapie und extrakorporaler Stoßwellentherapie gibt es keine Untersuchungen.

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, Gerdesmeyer 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

Loew M, Daecke W, Kusnierczak D, Rahmazzadeh M, Ewerbeck V. Extracorporeal shock wave application – an effective treatment for patients with chronic and therapy-resistant calcifying tendinitis? J Bone Joint Surg 1999;81-B:863-867

Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder. Clin Orthop 1987;214:160-164

Rompe JD, Zoellner J, Nafe, B. Bedeutung der Kalkdepotelimination bei Tendinosis calcarea der Schulter. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2000;138:335-339

Daecke W, Kusnierczak D, Loew M : Importance of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in chronic calcific tendinitis of the shoulder. Orthopade 2002;31:645–651

Gerdesmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, Maier M, Loew M, Wörtler K, Lampe R, Seil R, Handle G, Gassel S, Rompe JD: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff – a randomized controlled trial. JAMA (2003);290:2573-2580

Radiale Epikondylopathie, Dr. Auersberg

Klassifikation

M77.3 ICD 10

Synonyme

Tennisellenbogen, Epikondylitis, Schreibkrampf, Tennisarm, Mausarm

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung

Trainingsfehler

Irritation des sehnigen Ursprungs der Extensoren am Epikondylus humeri radialis

Degenerative Veränderungen,

Strukturelle Läsion

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Positive Provokationstests

Wechselnde Intensität

Meist einseitig

Typisch lokalisiert am lat. Epikondylus

Gelegentliche Ausstrahlung nach distal

Apparative Diagnostik:(mindestens 1 bildgebendes Verfahren)

Ultraschall

Röntgen

MRT

Differentialdiagnose

Supinatorschlitzsyndrom

Kompartmentsyndrom

Systemische Erkrankungen

Osteomyelitis

Cubitalarthrose

HWS Syndrom

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Dehnung/Gymnastik/

Orthesen

Infiltration (Kortison, LA), Neuraltherapie

NSAR

Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie

Akupunktur

Röntgenreizbestrahlung

Ruhigstellung/Entlastung/Nachtschiene

Operative Therapie (alphabetische Reihenfolge)
Verschiedene Operationsverfahren (Sehnenkerbung – Denervierung)
(offen / endoskopisch)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus, offene Epiphysenfuge 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 QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie,
ggf. Leitungsanästhesie,
ggf. Kryotherapie
Benennung der SW Quelle
einmalig /mehrmalig (Standard bis 3, max 5)
Gesamt EFD: 0,08 – 0,25 mJ/mm²
Intervall 1-2 Wochen
Frequenz: 2-10 Hz
1000 – 3000 Impulse/Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur

Crowther A, Bannister GC, Huma H et al. (2002) A prospective study to compare extracorporeal shock wave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow. JBJS, 84-B, 678 – 679.

Melikyan EY, Shahin E, Miles K et al. (2003) Extracorporeal shock wave therapy for tennis elbow. A randomized double blind study. JBJS, 85-B, 852 – 855.

Pettrone F, McCall B (2005) Extracorporeal shock wave therapy without local anaesthesia for chronic lateral epicondylitis. JBJS, 87-A, 1297 – 1304.

Rompe JD, Decking J, Schoellner C et al. (2004) Repetitive low energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. Am J Sports Med, 32, 734 – 743.

Rompe JD, Hopf C, Kullmer K et al. (1996) Analgesic effects of extracorporeal shock wave therapy on chronic tennis elbow. J Bone Joint Surg, 78-B, 233 – 237.

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

Speed C, Nichols D, Richards C et al. (2002) Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis: a double blind randomized controlled trial. J Orthop Res, 20, 895 – 898.

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

Patellaspitzensyndrom, Dr. Auersberg

Klassifikation

M77.3 ICD 10

Synonyme

Jumpers knee

Ätiologie

Chronische Überlastung/Fehlbelastung

Trainingsfehler

Irritation des Ursprungs der Patellarsehne an der Patellaspitze

Degenerative Veränderungen,

Strukturelle Läsion

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Wechselnde Intensität

Typisch lokalisiert an der Patellaspitze

Apparative Diagnostik:(mindestens 1 bildgebendes Verfahren)

Ultraschall

MRT

Röntgen

Differentialdiagnose

Systemische Erkrankungen

Osteomyelitis

Gonarthrose

Kniebinnenschaden

Bursitis

M. Osgood-Schlatter

M. Sinding Laarsen

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Dehnung/Gymnastik/

Orthesen, Pufferabsatz

Infiltration (Kortison, LA), Neuraltherapie

NSAR

Elektrotherapie/Ultraschall/Thermotherapie

Akupunktur

Ruhigstellung/Entlastung

Operative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Debridement der Sehne

Denervierung der Sehne

Refixation

(offen / endoskopisch)

Stoßwellentherapie

Indikation: Therapieresistente Symptomatik, Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: maligner Tumor im Fokus, lokale Osteomyelitis im Fokus, offene Epiphysenfuge 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 QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!**

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie,
ggf. Leitungsanästhesie,
ggf. Kryotherapie
Benennung der SW Quelle
einmalig /mehrmalig (Standard bis 3, max 5)
Gesamt EFD: 0,08 – 0,25 mJ/mm²
Intervall 1-2 Wochen
Frequenz: 2-10 Hz
1000 – 3000 Impulse/Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur

Lohrer H, Schöll J, Arentz S (2002): Achillodynie und Patellaspitzensyndrom - Ergebnisse der Behandlung atherapierter, chronischer Fälle mit radialen Stosswellen. (Achilles tendinopathy and patellar tendinopathy. Results of radial shockwave therapy in patients with unsuccessfully treated tendinoses). Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin; VOL: 16 (3); p. 108-14

Hyman GS, Malanga GA, Alladin I (2008): Jumper's Knee. Medicine.medscape [http://emedicine.medscape.com/article/89569-print] © 1994-2009 by Medscape, All Rights Reserved (<http://www.medscape.com/public/copyright>)

van Leeuwen MT, Zwerver J, van den Akker-Scheek I (2008): Tendinopathy; a review of the literature Extracorporeal Shockwave Therapy for Patellar. Published online 21 Aug 2008 Br. J. Sports Med. doi:10.1136/bjism.2008.050740

Wang CJ, Ko JY, Chan YS, Wenig LH, Hsu SL: Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy. Am J Sports Med 2007; 35; 972-978

Pseudarthrose u. verzögert heilende Knochenbrüche, Dr. Schaden

Klassifikation

Pseudarthrose: Ausbleiben der Knochenheilung > 6 Monate

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

Synonyme

Falschgelenk

Ätiologie

Mangelnde Durchblutung/Vitalität

Ungenügende Stabilität der Osteosynthese

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Apparative Diagnostik: (Kombination bildgebender Verfahren)

Röntgen

MRT

CT

Differentialdiagnose

Osteomyelitis

Pathologische Fraktur

Angeborene Anomalien

Konservative Therapie

Ruhigstellung

Entlastung

Pulsierender Ultraschall

Operative Therapie

Debridement der Fraktur

Spongiosaplastik

Reosteosynthese

Stoßwellentherapie

Indikation:

nicht durchbaute Fraktur ohne wesentliche Dislokation gemäß der o.g. Definition
chirurgischer Eingriff zur Beschleunigung oder Ermöglichung des knöchernen Durchbaus geplant

Kontraindikation:

erhebliche Koagulopathien (evtl. PTZ festlegen)
Epiphysenfuge im Fokus
Hirngewebe oder Rückenmark im Fokus
Tumorgewebe im Fokus
Lungengewebe im Fokus
Schwangerschaft

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

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
Benennung der SW Quelle
Einmalbehandlung, nach 3 bis 6 Monaten Zweit- bzw. Drittbehandlung möglich
Gesamt EFD: 0,35 – 0,6 mJ/mm²
Frequenz: 1-4 Hz
1000 - 2000 Impulse/pro cm Pseudarthrose
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Radiologisch

Komplikationen:

Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation, Ausbleiben der Durchbauung

Nach der Therapie:

nach 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 keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Bei gelockertem Implantat und konservativ vorbehandelten Frakturen sollte eine Fixation entsprechend den Richtlinien der konservativen Knochenbruchbehandlung angewandt werden.

Bei nicht dislokationsgefährdeten Frakturen sind Röntgenkontrollen im vierwöchigem Abstand ausreichend (ansonsten in entsprechend kürzeren Intervallen)

Literatur

T. Bara and M. Synder. Nine-years experience with the use of shock waves for treatment of bone union disturbances. *Ortop Traumatol Rehabil*, 9(3):254–258, 2007.

T. Bara, M. Synder, and M. Studniarek. The application of shock waves in the treatment of delayed bone union and pseudoarthrosis in long bones. *Ortop Traumatol Rehabil*, 2(3):54–57, 2000.

C. D. Baron. Extrakorporale Stoßwellentherapie bei atropher Pseudarthrose – ein in-vivo Modell am Kaninchen. Dissertation, Orthopädische Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, Klinikum Großhadern, Institut für Chirurgische Forschung der Ludwig-Maximilians- Universität München, December 2007.

S. Beutler, G. Regel, H. C. Pape, S. Machtens, A. M. Weinberg, I. Kremeike, U. Jonas, and H. Tscherne. Extracorporeal shock wave therapy for delayed union of long bone fractures - preliminary results of a prospective cohort study. *Unfallchirurg*, 102(11):839–847, 1999.

H. Brandner and K. Späth. Extrakorporale Stosswellentherapie bei Knochenheilungsstörungen. *Trauma Berufskrankh*, 3(Suppl 2):253–261, 2001.

Y.-J. Chen, Y.-R. Kuo, K. D. Yang, C.-J. Wang, H.-C. Huang, and F.-S. Wang. Shock wave application enhances pertussis toxin protein-sensitive bone formation of segmental femoral defect in rats. *J Bone Miner Res*, 18(12):2169–2179, 2003.

Y. S. Chooi and R. Penafort. Extra-corporeal shock-wave therapy in the treatment of non-unions. *Med J Malaysia*, 59(5):674–677, 2004.

R. Diesch and G. Haupt. Anwendung der hochenergetischen extrakorporalen Stoßwellentherapie bei Pseudarthrosen. *Orthopädische Praxis*, 33(7):470–471, July 1997.

Haist, J., Steeger, D., Witzsch, U., Bürger, R. A. and Haist, U. The extracorporeal shockwave therapy in the treatment of disturbed bone union. *Int. Conf. Biomed. Eng.*, p. 222, 1992

Haupt, G., Haupt, A. and Senge, T.: Die Behandlung von Knochen mit extrakorporalen Stoßwellen - Entwicklung einer neuen Therapie. In: *Stoßwellenlithotripsie, Aspekte und Prognosen*. Edited by C. Chaussy, F. Eisenberger, D. Jocham and D. Wilbert. Tübingen: Attempto Verlag, p. 120, 1993.

M.-Q. Liu, X. Guo, S.-C. Kuang, S.-H. Wang, and G.-W. Rong. Application of extracorporeal shock-wave therapy (eswt) in delayed unions and non-unions. *Beijing Da Xue Xue Bao*, 36(3):327–329, 2004.

J. D. Rompe, P. Eysel, C. Hopf, J. Vogel, and K. Kullmer. Extracorporeal shockwave treatment of delayed bone healing. a critical assessment. *Unfallchirurg*, 100(10):845–849, 1997.

J. D. Rompe, T. Rosendahl, C. Schollner, and C. Theis. High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. *Clin Orthop Relat Res*, (387):102–111, 2001.

J. D. Rompe, T. Rosendahl, C. Schollner, C. Riedel. Lithotripsie bei femoralen oder tibialen Pseudarthrosen. *Trauma Berufskrankh*. Vol. 3 Suppl.1, pp. 73-75, 2001

Russo S, Gigliotti S, De Durante C, Canero R, Corado B (1997) Treatment of non union with shock waves with special references to carpal scaphoid nonunion. In: Siebert W. Buch M (Hrsg.) Stoßwellenanwendung am Knochen. Dr. Kovac, Hamburg, 40-45

W. Schaden. Extrakorporale Stosswellentherapie (ESWT) bei Pseudarthrosen und verzögerter Frakturheilung. *Trauma Berufskrankh*, 2(Suppl 3):333–339, 2000.

W. Schaden, A. Fischer, and A. Sailer. Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) aus der Sicht der Traumatologie. *Journal für Mineralstoffwechsel*, 11(4):40–45, December 2004.

W. Schaden, A. Fischer, and A. Sailler. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clin Orthop Relat Res*, (387):90–94, 2001.

R. Schleberger and T. Senge. Non-invasive treatment of long-bone pseudarthrosis by shock waves (eswl). *Arch Orthop Trauma Surg*, 111(4):224–227, 1992.

C. Schoellner, J. D. Rompe, J. Decking, and J. Heine. High energy extracorporeal shockwave therapy (eswt) in pseudarthrosis. *Orthopade*, 31(7):658–662, 2002.

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

J. Vogel, C. Hopf, P. Eysel, and J. D. Rompe. Application of extracorporeal shock-waves in the treatment of pseudarthrosis of the lower extremity. preliminary results. *Arch Orthop Trauma Surg*, 116(8):480–483, 1997.

J. Vogel, J. D. Rompe, C. Hopf, J. Heine, and R. Burger. High-energy extracorporeal shock-wave therapy (eswt) in the treatment of pseudarthrosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 135(2):145–149, 1997.

C. J. Wang, H. S. Chen, C. E. Chen, and K. D. Yang. Treatment of nonunions of long bone fractures with shock waves. *Clin Orthop Relat Res*, (387):95–101, 2001.

R. P. Wirsching, W. Eich, and E. Misselbeck. Langzeitergebnisse nach extrakorporaler Stosswellentherapie bei Pseudarthrosen. pages 22–26, 1997.
Z. Xu, Q. Jiang, D. Chen, J. Xiong, D. Shi, T. Yuan, and X. Zhu. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. *Int Orthop*, 2008.

Stressfrakturen, Dr. Schaden

Präambel

Derzeit sind neben der ESWT keine Verfahren bekannt, die bei Stressfrakturen die Heilung ermöglichen oder beschleunigen.

die ESWT hat in tausenden, dokumentierten Behandlungen keine nennenswerten (behandlungsbedürftigen) Komplikationen gezeigt.

Synonyme

Ermüdungsbrüche, Marschfrakturen

Ätiologie

Lokale Überanspruchung der knöchernen Strukturen durch ungewohnte äußere Stressfaktoren

Symptome

Lokaler Druckschmerz, Funktionsschmerz

Apparative Diagnostik: (Kombination bildgebender Verfahren)

Röntgen

MRT

CT

Differentialdiagnose

Osteomyelitis

Pathologische Fraktur

Angeborene Anomalien

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Ruhigstellung

Entlastung

Pulsierender Ultraschall

Operative Therapie

Debridement der Fraktur

Spongiosaplastik

Osteosynthese

Stoßwellentherapie

Indikation:

nicht durchbaute Fraktur ohne wesentliche Dislokation

chirurgischer Eingriff zur Beschleunigung oder Ermöglichung des knöchernen

Durchbaus geplant

Kontraindikation:

erhebliche Koagulopathien (evtl. PTZ festlegen)
Epiphysenfuge im Fokus
Hirngewebe oder Rückenmark im Fokus
Tumorgewebe im Fokus
Lungengewebe im Fokus
Schwangerschaft

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

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
Benennung der SW Quelle
Einmalbehandlung, nach 3 bis 6 Monaten Zweit- bzw. Drittbehandlung möglich
Gesamt EFD: 0,35 – 0,6 mJ/mm²
Frequenz: 1-4 Hz
1000 - 2000 Impulse/pro cm Pseudathrose
Koppelmedium Ultraschallgel ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Radiologisch

Komplikationen:

Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation, Ausbleiben der Durchbauung

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

M. Taki, O. Iwata, M. Shiono, M. Kimura, and K. Takagishi. Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fracture in athletes: a report of 5 cases. Am J Sports Med, 35(7):1188–1192, 2007.

Leal CA, Herrera JM, Murillo M*, Duran R*, Reyes OE, Lopez JC, ESWT in High Performance Athletes with Tibial Stress Fractures, Presentation 5th Congress of the ISMST, Winterthur, Switzerland, 2002

Robert Gordon, Lisa Lynagh, ESWT Treatment of Stress Fractures, Presentation 5th Congress of the ISMST, Winterthur, Switzerland, 2002

Audain Roberto, Maggiore Giovanni, Herrera Jesus, Almaso Miguel, Clinical Case of Treating Stress Fractures with ESWT, Presentation 6th Congress of the ISMST, Orlando, USA, 2003

Aseptische Hüftkopfnekrose, Dr. Thiele

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 zeigt im frühen Stadium die Änderung der Stoffwechsellage im erkrankten Knochen.

Medizinische Klassifikation

Deutschsprachige und angelsächsische Einteilung unterscheiden sich. Erstere ist rein deskriptiv, letzterer wird eine gewisse prognostische Bedeutung beigemessen, wenn noch zusätzliche Risikofaktoren berücksichtigt werden.

Stadieneinteilung nach Arco international

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, auch kaum merkbar Lauffaulheit, Ermüdbarkeit, Schmerzintervalle

Allgemeine Anamnese: familiäres Vorkommen, Hüftdysplasie, Infekt

Diagnostik

Apparative Diagnostik: s. oben

Differentialdiagnostik: bakterielle Coxitis, Tumorerkrankungen, Coxarthrose

Therapie

Ziele: Erhalt bzw. Wiedergewinnung der Schmerzfreiheit,

Funktion: Erhalt der Mobilität, Erhalt eines kongruenten zentrierten Gelenkes

Konservative Therapie

Medikamentöse Therapie, Analgetika, NSAR, Physiotherapie, Aufschalung der Glutäen, Gangschulung, Bewegungsübungen, besonders der Abduktion und Innenrotation, Belastungsreduktion, Orthesenversorgung zur Entlastung, Lenkung der Belastung,

operative Indikation / ESW-Therapie

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

Stoßwellentherapie

Behandlung in Allgemeinnarkose oder Leitungsanästhesie nach entsprechender technischer Untersuchung,

Lagerung des Patienten mit Innenrotation und Abduktion des betroffenen Beines, Darstellen des vorher im Kernspin mit Gadolinium lokalisierten Arealen durch Röntgenbildwandler Lokalisierung der Gefäßnervenbündel mittels Ultraschall. Fixierung des Beines mittels Vakuummatratze oder Klebeband, anschließend Positionierung des hochenergetischen Schallkopfes, auf 4-Punkt-lokalisiert,

jeweils mit 1500 Impulsen, hochenergetisch 0,5 – 0,6 mJ/mm² Energieflussdichte, insgesamt 6000 Impulse.

Einmalige Behandlung; nur im Stadium 0, 1 und 2

Arzt- und Assistenzpersonal: DIE ESWT IST EINE DURCH DEN QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Postoperatives Follow-up:

Entlastung für 6 Wochen an Gehstützen, physiotherapeutische Mobilisierungs- und Bewegungsübungen,

Kernspinkontrolle nach 3 Monaten und 6 Monaten.

Dokumentation:

Es wird empfohlen die ESWT ähnlich gängigen Operationsberichten zu gestalten.

Indikation

Art und Dauer der Anästhesie (durchführender Arzt)

verantwortlicher Arzt für die ESWT

Anzahl und Energieflussdichte der applizierten Impulse

Dokumentation der Hautverhältnisse nach ESWT

Literatur

AVN

H.-Z. Ma, B.-F. Zeng, and X.-L. Li. Upregulation of vegf in subchondral bone of necrotic femoral heads in rabbits with use of extracorporeal shock waves. *Calcif Tissue Int*, 81(2):124–131, 2007. Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200233, China

H.-Z. Ma, B.-F. Zeng, X.-L. Li, and Y.-M. Chai. Temporal and spatial expression of bmp-2 in subchondral bone of necrotic femoral heads in rabbits by use of extracorporeal shock waves. *Acta Orthop*, 79(1):98–105, February 2008.

Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China

S. Lauber. High energy extracorporeal shockwave therapy in femur head necrosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 138(5):Oa3–4, 2000 Sep-Oct.

J. Ludwig, S. Lauber, H. J. Lauber, U. Dreisilker, R. Raedel, and H. Hotzinger. High-energy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults. *Clin Orthop Relat Res*, (387):119–126, 2001.

M. Maier, S. Milz, D. C. Wirtz, J. D. Rompe, and C. Schmitz. Basic research of applying extracorporeal shockwaves on the musculoskeletal system. an assessment of current status. *Orthopade*, 31(7):667–677, 2002

M. A. Mont, L. C. Jones, T. M. Seyler, G. A. Marulanda, K. J. Saleh, and R. E. Delanois. New treatment approaches for osteonecrosis of the femoral head: an overview. *Instr Course Lect*, 56:197–212, 2007.

M. Tingart, H. Bathis, L. Perlick, K. Lerch, C. Luring, and J. Grifka. Therapy of femoral head osteonecrosis: results of a national survey. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 142(5):553–558, 2004.

C.-J. Wang, F.-S. Wang, C.-C. Huang, K. D. Yang, L.-H. Weng, and H.-Y. Huang. Treatment for osteonecrosis of the femoral head: comparison of extracorporeal shock waves with core decompression and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am*, 87(11):2380–2387, 2005.

C.-J. Wang, F.-S. Wang, J.-Y. Ko, H.-Y. Huang, C.-J. Chen, Y.-C. Sun, and Y.-J. Yang. Extracorporeal shockwave therapy shows regeneration in hip necrosis. *Rheumatology (Oxford)*, 47(4):542–546, 2008.

C. Wang, F. Wang, K. Yang, C. Huang, M. Lee, Y. Chan, J. Wang, and J. Ko. Treatment of osteonecrosis of the hip: comparison of extracorporeal shockwave with shockwave and alendronate. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2007.

M. Mueller, B. Bockstahler, M. Skalicky, E. Mlacnik, and D. Lorinson. Effects of radial shockwave therapy on the limb function of dogs with hip osteoarthritis. *Vet Rec*, 160(22):762–765, 2007.

J. Ludwig, S. Lauber, J. Lauber, and H. Hotzinger. Shockwave treatment of femur head necrosis in the adult. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 137(4):Oa2–5, 1999

J. Hausdorf, A. Lutz, H. Rohrig, and M. Maier. Extracorporeal shock wave therapy and femur head necrosis—pressure measurements in the femur head. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 142(2):122–126, 2004.

Osteochondrosis dissecans, Dr. Thiele

Synonyme

Osteochondrosis dissecans, OD
Osteochondritis dissecans,
subchondrale Osteonekrose
dissoziierende Osteochondrose

Definition

Die Osteochondrosis dissecans ist eine 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. Besonders häufig sind Femurkondylen und Talusschulter betroffen.

Ätiologie

Von unterschiedlichen, in der Vergangenheit kontrovers diskutierten Entstehungstheorien scheinen mechanische Faktoren (repetitive Impulsbelastung) die wahrscheinlichste Ursache darzustellen.

Pathogenese

Subchondrale Nekrose: Initialstadium ggf. mit Induktion reparativer Prozesse aus umgebenden 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.

Medizinische Klassifikation

radiologische Klassifikation

MRT-Klassifikation

arthroskopische Klassifikation

kombinierte Einteilung

Die Klassifikation nach Berndt und Harty,

Grad 1, in situ Knochennekrose ohne Anzeichen einer Lösung

Grad 2, in situ, Knochennekrose mit / ohne Lösungstendenz aber mit unregelmäßigem Knorpelbezirk

Grad 3, in situ, Knochennekrose mit sich ablösenden Knorpelbereichen,

Grad 4, gelöste Knochen- und Knorpelfragmente

Diagnostische Einteilung im MRT nach Pommeranz

sequestrierte, elliptische Subkortaliszeichen, Hypertens

hypotense in T1 und T2, 65 %

hypertens zentral mit hypotensem Rand in T1 30 %

hypotens oder hypertens in T1 und hypertens in T2 5%

Kriterien für die Fragmentinstabilität oder Lösung

Größe mehr als 1 cm

Hypertensität des umgebenden Randes größer als 3 mm

Hypertenses Flüssigkeitssignal im Fast-Scan oder T2 zwischen Lösung und dem darüber liegenden Femur

Anamnese: spezielle Anamnese

Schmerz

Schwellneigung

Blockierung

Bewegungseinschränkung

Giving way

Spezielle Gelenkanamnese

sportliche körperliche Belastung

frühere Gelenkverletzung

hämatologische Erkrankung

Steroidmedikation

Diagnostik

Klinische Diagnostik

Inspektion

Muskelatrophie

Gangbild (Schonhinken)

Beinachse, varisch oder valgische Beinachse

Größe Palpation

Lokalisation: Druckschmerz, Gelenkerguß, freier Gelenkkörper

spezifische Funktions- und Schmerztests

Bewegungsumfang

Wilson-Test (bei 30° Beugung auftretende Knieschmerzen, wenn aus 90°

Kniebeugung mit innen rotiertem Unterschenkel langsam gestreckt wird)

Schmerzbesserung bei Außenrotation des Unterschenkels

Meniskuszeichen

Apparative Diagnostik

Notwendige apparative Untersuchung

Röntgen Kniegelenk in 2 Ebenen,

Beurteilungskriterien: Lokalisation (typisch laterale Begrenzung des medialen Femurkondylus) und Größe des OD-Herdes (Stadium der Erkrankung)

MRT,

Beurteilungskriterien: Beurteilung des subchondralen Knochens

(Signalveränderung), Darstellung des Gelenkknorpels (Verdickung, Alteration),

fibröse Fixation des Dissekates bzw. freies Dissekat

Therapie

Allgemeines

Validierte Therapiestudien fehlen

Spontanverlauf individuell nicht vorhersehbar, juvenile Osteochondrose heilt in ca.

70 % aus, adulte Osteochondrosen entwickeln sich in 70 % zur Arthrose

Ziel

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

Behandlungsprinzipien
Belastungsreduktion
Revitalisierung des Herdes
Refixation des Dissekat

konservative Therapien sind bislang nicht ausreichend validiert

operative Therapien:

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

Das operative Vorgehen ist grundsätzlich vom Stadium abhängig und meistens nur sinnvoll bei einem Stadium 3 oder mehr.

Stoßwellentherapie

Sinnvoll im Stadium I und II vor Sichtung des osteochondralen Bereiches im Nativröntgen, bzw. vor Lösen des Dissekates. Ziel ist die Revitalisierung des Diskates bevor es sich als Gelenkmaus abgespalten hat

Therapie: hochenergetisch

Lokalisation: entweder arthroskopisch oder nach erfolgtem Kernspintomogramm

anatomische Orientierung mittels Röntgenbildwandler

geeignete Fixation mittels Vakuummatratze oder Klebeband

Anästhesie: Leitungsanästhesie oder Allgemeinnarkose

2500 Impulse, mit 0,35 mJ/mm², wenn möglich, am Nekroserand

Entlastung für 2-6 Wochen, wobei orthograde Belastung in Orthese möglich ist

Follow up: Kernspinkontrolle nach 3, 6 und 12 Monaten

Arzt- und Assistenzpersonal: DIE ESWT IST EINE DURCH DEN QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Prognose

Nach Fallbeobachtung:

Knie 75 % in Stadium I und II, komplette Heilung oder Verbesserung des Stadiums
Sprunggelenk 60 % in Stadium I und II

Dokumentation:

Es wird empfohlen die ESWT ähnlich gängigen Operationsberichten zu gestalten.

Indikation

Art und Dauer der Anästhesie (durchführender Arzt)

verantwortlicher Arzt für die ESWT

Anzahl und Energieflussdichte der applizierten Impulse

Dokumentation der Hautverhältnisse nach ESWT

Literatur

Artikel	Gerät	Parameter
R. Thiele and S. Marx. Fallvorstellung der arthroskopisch kontrollierten Therapie der Osteochondrosis dissecans mittels ESWT. <i>Arthroskopie</i> , 16:266–271, 7 2003.	OssaTron	elektrohydraulisch 0,35mJ/mm ² 2500 Pulse Humanapplikation
R. Thiele and S. Marx. Die Behandlung von osteochondralen Läsionen durch ESWT. <i>Orthopädische Praxis</i> , 42(4):55–59, 4 2006.	OssaTron	elektrohydraulisch 0,35mJ/mm ² 2400 Pulse Humanapplikation
J. Dahlberg, G. Fitch, R. B. Evans, S. R. McClure, and M. Conzemius. The evaluation of extracorporeal shockwave therapy in naturally occurring osteoarthritis of the stifle joint in dogs. <i>Vet Comp Orthop Traumatol</i> , 18(3):147–152, 2005.	EquiTron	elektrohydraulisch 0,15mJ/mm ² Knie, Hund
B. Moretti, F. Iannone, A. Notarnicola, G. Lapadula, L. Moretti, V. Patella, and R. Garofalo. Extracorporeal shock waves down-regulate the expression of interleukin-10 and tumor necrosis factor-alpha in osteoarthritic chondrocytes. <i>BMC Musculoskelet Disord</i> , 9:16, 2008.	Storz Minilith SL1	verschiedene Einstellungen an Chondrocyten
M. Mueller, B. Bockstahler, M. Skalicky, E. Mlacnik, and D. Lorinson. Effects of radial shockwave therapy on the limb function of dogs with hip osteoarthritis. <i>Vet Rec</i> , 160(22):762–765, 2007.	EMS	radial Hüfte Hund
N. Ochiai, S. Ohtori, T. Sasho, K. Nakagawa, K. Takahashi, N. Takahashi, R. Murata, K. Takahashi, H. Moriya, Y. Wada, and T. Saisu. Extracorporeal shock wave therapy improves motor dysfunction and pain originating from knee osteoarthritis in rats. <i>Osteoarthritis Cartilage</i> , 15(9):1093–1096, 2007.	?	? Knie Ratte
J. Pleiner, A. Imhof, and M. Quittan. Extracorporeal shockwave therapy for diseases of bones and joints. <i>Med Monatsschr Pharm</i> , 25(7):236–240, 2002.	Review	?
H. Renz and S. Rupp. Effects of shock waves on chondrocytes and their relevance in clinical practice. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 2008.	Piezoson 300	piezoelektrisch 0,08mJ/mm ² und 0,26mJ/mm ² an Humanchondrocyten
N. Vaterlein, S. Lussenhop, M. Hahn, G. Delling, and A. L. Meiss. The effect of extracorporeal shock waves on joint cartilage—an in vivo study in rabbits. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 120(7-8):403–406, 2000	?	2000 Pulse 1.2mJ/mm ² Kaninchen: keine Schäden am Knorpel
Lauber H.J., Hausamen K. (1998): Erste Resultate der Stosswellentherapie bei Hüft-kopfnekrosen und Osteochondrosis dissecans; Abstract, 3. Kasseler	OssaTron	elektrohydraulisch 0,35mJ/mm ² Humanapplikation

Stosswellen-symposium, Kassel, 03.-04.04.1998		
Schleberger R. (1997): Stosswellenbehandlung bei Osteochondrosen und Osteonekrosen; in: Siebert W., Buch M. (Eds.) (1997): Stosswellenanwendungen am Knochen: Klinische und experimentelle Erfahrungen - Abstract-Band des Symposiums zur Stosswellentherapie am 11.-12.04.1997 in Kassel; Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 1997, p. 62	vermutlich Dornier MFL 5000	elektrohydraulisch

Schmerzsyndrome der Skelettmuskulatur, Dr. Gleitz

Präambel: Skelettmuskel-Schmerzsyndrome sind oftmals Ausdruck einer nicht muskulären Pathologie, die der Behandler differentialdiagnostisch abklären muss.

Klassifikation

ICD 10: M79.10 bis M79.19

Synonyme

Myofaszielles Schmerzsyndrom, Myogelosen, Muskelhartspann, muskuläre Triggerpunkte, pseudoradikuläres Schmerzsyndrom, RSI-Syndrom (Repetitive Strain Injury)

Ätiologie

Hauptsächlich als Folgezustand einer außerhalb der Muskulatur gelegenen Pathologie, z.B. durch:

Fehlstatik

Radikulopathien

Arthrogene Reizungen

Viszerale Reizungen

Erkrankung innerer Organe

Endokrine Erkrankungen

Psychische Erkrankungen

Sowie als Folge muskulärer Ursachen, z.B. durch:

Akute und chronische Überlastung der Skelettmuskulatur

Akute und chronische Verletzung der Skelettmuskulatur

Fehlbelastung (muskuläre Dysbalance)

Symptome

Muskelverhärtung, Lokaler Druckschmerz, Übertragungsschmerz, Anspann- und Dehnschmerz, Muskelverkürzung, Kraftminderung, Koordinationsstörung, vegetative Symptome

Apparative Diagnostik

Ultraschall

Labor (Entzündungsparameter, Muskelenzyme)

Differentialdiagnose

Differentialdiagnostik der Myalgie:

Muskel-Tumor, primäre und sekundäre Myopathien, neurologische

Systemerkrankungen, neurogene Ausfälle, rheumatische Erkrankungen, hormonelle

Störungen (z.B. Hyperparathyroismus, Hypothyreose), kardiale Erkrankungen,

Erkrankungen innerer Organe, psychisch modulierte Erkrankungen, psychiatrische

Erkrankungen (ZNS), medikamentöse Nebenwirkungen

Konservative Therapie (alphabetische Reihenfolge):

Akupunktur, Dehnung, Entlastung, Elektrotherapie, Infiltrationen mit Lokalanästhesie und / oder Kortison, Nadelung, Neuraltherapie, NSAR, Orthesen, Ruhigstellung, Thermotheapie, Ultraschall

Operative Therapie (alphabetische Reihenfolge)

Ablösen der Sehnenansätze
Denervierung

Stoßwellentherapie

Indikation: Indikationsstellung durch einen Arzt

Kontraindikation: Maligner Tumor im Fokus, offene Epiphysenfuge im Fokus, Schwangerschaft

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

Vorbereitung des Patienten: Lagerung in entspannter Position der zu behandelnden Muskeln. Orientierende Ultraschalluntersuchung am Behandlungsort zur Lokaldiagnostik und zur Wahl der Fokustiefe. Allgemeine Aufklärung über Stoßwellentherapie und explizite Aufklärung über Gefahr von Hämatomen.

Arzt- und Assistenzpersonal: DIE ESWT IST EINE DURCH DEN QUALIFIZIERTEN ARZT PERSÖNLICH ZU ERBRINGENDE LEISTUNG!

Durchführung der Therapie:

keine Lokalanästhesie
Benennung der SW Quelle
Benennung der behandelten Muskeln
1-6 Behandlungen
Gesamt EFD: 0,05 – 0,35 mJ/mm²
Intervall 1 Woche
Frequenz: FSW 4-8 Hz, RSW 10-30 Hz
Maximal 2000 Impulse pro Muskel pro Sitzung
Koppelmedium Ultraschallgel, ggf. Vaseline/Rizinusöl
Ortung: Patienten orientierte Fokussierung

Nach der Therapie: ggf. Überwachung der Kreislauffunktion

Komplikationen: Hämatom, Schmerzverstärkung, Nervenirritation

Nachbehandlung:

Sportkarenz 4 Wochen (individuelle Sportanpassung)
Fortsetzen der Dehnungsübungen
Klinische Erfolgskontrolle nach 8-12 Wochen

Literatur

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

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

Maier M, Averbek 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.

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

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

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; 2:365-375.

3 Literatur

Weitere Literatur

AVN	Device	Principle
H.-Z. Ma, B.-F. Zeng, and X.-L. Li. Upregulation of vegf in subchondral bone of necrotic femoral heads in rabbits with use of extracorporeal shock waves. <i>Calcif Tissue Int</i> , 81(2):124–131, 2007. Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, 200233, China	?	?
H.-Z. Ma, B.-F. Zeng, X.-L. Li, and Y.-M. Chai. Temporal and spatial expression of bmp-2 in subchondral bone of necrotic femoral heads in rabbits by use of extracorporeal shock waves. <i>Acta Orthop</i> , 79(1):98–105, February 2008. Department of Orthopedic Surgery, Shanghai Sixth People's Hospital, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China	?	?
S. Lauber. High energy extracorporeal shockwave therapy in femur head necrosis. <i>Z Orthop Ihre Grenzgeb</i> , 138(5):Oa3–4, 2000 Sep-Oct.	OssaTron	e-h, 28 kV 0.4mJ/mm ²
J. Ludwig, S. Lauber, H. J. Lauber, U. Dreisilker, R. Raedel, and H. Hotzinger. High-energy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults. <i>Clin Orthop Relat Res</i> , (387):119–126, 2001.	OssaTron	e-h, 28 kV 0.4mJ/mm ²
M. Maier, S. Milz, D. C. Wirtz, J. D. Rompe, and C. Schmitz. Basic research of applying extracorporeal shockwaves on the musculoskeletal system. an assessment of current status. <i>Orthopade</i> , 31(7):667–677, 2002	?	?
M. A. Mont, L. C. Jones, T. M. Seyler, G. A. Marulanda, K. J. Saleh, and R. E. Delanois. New treatment approaches for osteonecrosis of the femoral head: an overview. <i>Instr Course Lect</i> , 56:197–212, 2007.	?	?
M. Tingart, H. Bathis, L. Perlick, K. Lerch, C. Luring, and J. Grifka. Therapy of femoral head osteonecrosis: results of a national survey. <i>Z Orthop Ihre Grenzgeb</i> , 142(5):553–558, 2004.	?	?
C.-J. Wang, F.-S. Wang, C.-C. Huang, K. D. Yang, L.-H. Weng, and H.-Y. Huang. Treatment for osteonecrosis of the femoral head: comparison of extracorporeal shock waves with core decompression and bone-grafting. <i>J Bone Joint Surg Am</i> , 87(11):2380–2387, 2005.	OssaTron	e-h, 28 kV 0.4mJ/mm ²
C.-J. Wang, F.-S. Wang, J.-Y. Ko, H.-Y. Huang, C.-J. Chen, Y.-C. Sun, and Y.-J. Yang. Extracorporeal shockwave therapy shows regeneration in hip necrosis. <i>Rheumatology (Oxford)</i> , 47(4):542–546, 2008.	OssaTron	e-h
C. Wang, F. Wang, K. Yang, C. Huang, M. Lee, Y. Chan, J. Wang, and J. Ko. Treatment of osteonecrosis of the hip: comparison of extracorporeal shockwave with shockwave and alendronate. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 2007.	OssaTron	e-h, 28 kV 0.4mJ/mm ²
M. Mueller, B. Bockstahler, M. Skalicky, E. Mlacnik, and D. Lorinson. Effects of radial shockwave therapy on the limb function of dogs with hip osteoarthritis. <i>Vet Rec</i> , 160(22):762–765, 2007.	?	radial
J. Ludwig, S. Lauber, J. Lauber, and H. Hotzinger. Shockwave	OssaTron	e-h, 26 kV

treatment of femur head necrosis in the adult. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 137(4):Oa2–5, 1999		0.35mJ/mm ²
J. Hausdorf, A. Lutz, H. Rohrig, and M. Maier. Extracorporeal shock wave therapy and femur head necrosis–pressure measurements in the femur head. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 142(2):122–126, 2004.		
Stress fracture	Device	Principle
M. Taki, O. Iwata, M. Shiono, M. Kimura, and K. Takagishi. Extracorporeal shock wave therapy for resistant stress fracture in athletes: a report of 5 cases. Am J Sports Med, 35(7):1188–1192, 2007.	OssaTron	e-h, 22 - 28 kV 0.29-0.4 mJ/mm ²
Nonunion	Device	Principle
P. Augat, L. Claes, and G. Suger. In vivo effect of shock-waves on the healing of fractured bone. Clin Biomech (Bristol, Avon), 10(7):374–378, 1995.	?	elektromagnetisch negativ
T. Bara, M. Sibinski, and M. Synder. Own clinical experience with functional bracing for treatment of pseudarthrosis and delayed union of the tibia. Ortop Traumatol Rehabil, 9(3):259–263, 2007.	Lithotripter	? hochenergetisch
T. Bara and M. Synder. Nine-years experience with the use of shock waves for treatment of bone union disturbances. Ortop Traumatol Rehabil, 9(3):254–258, 2007.	Lithotripter	? hochenergetisch
T. Bara, M. Synder, and M. Studniarek. The application of shock waves in the treatment of delayed bone union and pseudoarthrosis in long bones. Ortop Traumatol Rehabil, 2(3):54–57, 2000.	Lithotripter	? hochenergetisch
C. D. Baron. Extrakorporale stosswellentherapie bei atropher pseudarthrose – ein in-vivo modell am kaninchen. Dissertation, Orthopädische Klinik und Poliklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, Klinikum Großhadern, Institut für Chirurgische Forschung der Ludwig-Maximilians- Universität München, December 2007.	Dornier XL1	elektrohydraulisch 0.5mJ/mm ²
S. Beutler, G. Regel, H. C. Pape, S. Machtens, A. M. Weinberg, I. Kreimeike, U. Jonas, and H. Tscherne. Extracorporeal shock wave therapy for delayed union of long bone fractures - preliminary results of a prospective cohort study. Unfallchirurg, 102(11):839–847, 1999.	Dornier MFL5000	elektrohydraulisch
R. Biedermann, A. Martin, G. Handle, T. Auckenthaler, C. Bach, and M. Krismer. Extracorporeal shock waves in the treatment of nonunions. J Trauma, 54(5):936–942, 2003.	Review	Ergebnis: no evidence
K. Birnbaum, D. C. Wirtz, C. H. Siebert, and K. D. Heller. Use of extracorporeal shock-wave therapy (eswt) in the treatment of non-unions. a review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg, 122(6):324– 330, 2002.	Review	Ergebnis: no RCT available
H. Brandner and K. Späth. Extrakorporale stoßwellentherapie bei knochenheilungsstörungen. Trauma Berufskrankh, 3(Suppl 2):253–261, 2001.	Dornier Epos Fluoro	0.49-0.76mJ/mm ²
O. Bulut, M. Eroglu, H. Ozturk, G. Tezeren, S. Bulut, and E. Koptagel. Extracorporeal shock wave treatment for defective nonunion of the radius: a rabbit model. J Orthop Surg (Hong Kong), 14(2):133– 137, 2006.	PCK, Stonalith Smart Lithotripter	animal model, callus volume primary outcome criteria
Y.-J. Chen, Y.-R. Kuo, K. D. Yang, C.-J. Wang, H.-C. Huang, and F.-S. Wang. Shock wave application enhances pertussis toxin protein-sensitive bone formation of segmental femoral defect in rats. J Bone Miner Res, 18(12):2169–2179, 2003.	OssaTron	elektrohydraulisch

Y.-J. Chen, Y.-R. Kuo, K. D. Yang, C.-J. Wang, S.-M. Sheen Chen, H.-C. Huang, Y.-J. Yang, S. Yi- Chih, and F.-S. Wang. Activation of extracellular signal-regulated kinase (erk) and p38 kinase in shock wave-promoted bone formation of segmental defect in rats. <i>Bone</i> , 34(3):466–477, 2004.	OssaTron	elektrohydraulisch
Y. S. Chooi and R. Penafort. Extra-corporeal shock-wave therapy in the treatment of non-unions. <i>Med J Malaysia</i> , 59(5):674–677, 2004.	OssaTron	elektrohydraulisch
T. M. Da Costa Gomez, C. L. Radtke, V. L. Kalscheur, C. A. Swain, M. C. Scollay, R. B. Edwards, E. M. Santschi, M. D. Markel, and P. Muir. Effect of focused and radial extracorporeal shock wave therapy on equine bone microdamage. <i>Vet Surg</i> , 33(1):49–55, 2004.	?, vermutlich VersaTron und EMS	Focused (9,000 shockwaves, 0.15 mJ/mm ² , 4 Hz) and radial (9,000 shockwaves, 0.175 mJ/mm ² , 4 Hz)
M. Delius, K. Draenert, Y. Al Diek, and Y. Draenert. Biological effects of shock waves: in vivo effect of high energy pulses on rabbit bone. <i>Ultrasound Med Biol</i> , 21(9):1219–1225, 1995.	Dornier XL 1	elektrohydraulisch, 27.5kV
R. Diesch and G. Haupt. Anwendung der hochenergetischen extrakorporalen stoßwellentherapie bei pseudarthrosen. <i>Orthopädische Praxis</i> , 33(7):470–471, July 1997.	OssaTron, Dornier MFL5000, Dornier Compact S	66% complete union
S. Endres, M. Weiskirch, C. Hinz, F. Hutter, and A. Wilke. Extracorporeal shock-wave therapy in the treatment of pseudoarthrosis: a case report. <i>Cases J</i> , 1(1):276, 2008 Oct 27.	? nur 1 Fall	positiv
F. Forriol, L. Solchaga, J. L. Moreno, and J. Canadell. The effect of shockwaves on mature and healing cortical bone. <i>Int Orthop</i> , 18(5):325–329, 1994 Oct.	unknown, animal experiment in lambs	ESWT delays healing of bone
H. Gollwitzer. Extracorporeal shock wave therapy what is the evidence? <i>Trauma Berufskrankh</i> , 10, Suppl 2:215–218, 7 2008.	Review	
Haist, J., Steeger, D., Witzsch, U., Bürger, R. A. and Haist, U. The extracorporeal shockwave therapy in the treatment of disturbed bone union. <i>Int. Conf. Biomed. Eng.</i> , p. 222, 1992	Siemens Osteostar	80% complete union
Haupt, G., Haupt, A. and Senge, T.: Die Behandlung von Knochen mit extrakorporalen Stoßwellen - Entwicklung einer neuen Therapie. In: <i>Stoßwellenlithotripsie, Aspekte und Prognosen</i> . Edited by C. Chaussy, F. Eisenberger, D. Jocham and D. Wilbert. Tübingen: Attempto Verlag, p. 120, 1993.	Dornier MFL5000, OssaTron	67% complete union
Haupt, G., Pannek, J., Finke, W. and Senge, Th. Anästhesie und ESWL: Bestandsaufnahme in Deutschland. <i>Dtsch. Gesell. Stoßwellenlithotripsie</i> , 1994.	OssaTron	67% complete union
G. Haupt, P. Katzmeier. Anwendung der hochenergetischen extrakorporalen Stoßwellentherapie bei Pseudarthrosen, Tendinosis calcarea der Schulter und Ansatz-tendinosen (Fersensporn, Epicondylitis). In: Chaussy C, Eisenberger F, Jocham D, Wilbert D (Hrsg.) <i>Die Stoßwelle – Forschung und Klinik</i> . Tübingen: Attempto: 143-146, 1995	OssaTron	73%
G. Haupt. Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudoarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases. <i>J Urol</i> , 158(1):4–11, 1997.	none, Review	positive summary
G. Haupt, A. Haupt, A. Ekkernkamp, B. Gerety, and M. Chvapil. Influence of shock waves on fracture healing. <i>Urology</i> , 39(6):529–532, 1992.	5 times 100 shock waves at 14 or 18 kV	elektrohydraulisch
W. Heinrichs, U. Witzsch, and R. A. Burger. Extracorporeal shock-	Siemens	elektromagnetisch

wave therapy (eswt) for pseu- doarthrosis. a new indication for regional anesthesia. <i>Anaesthesist</i> , 42(6):361–364, 1993 Jun.	Osteostar	
R. W.-W. Hsu, C.-L. Tai, C. Y.-C. Chen, W.-H. Hsu, and S. Hsueh. Enhancing mechanical strength during early fracture healing via shockwave treatment: an animal study. <i>Clin Biomech (Bristol, Avon)</i> , 18(6):S33–9, 2003.	?	0,32mJ/mm ²
K. Ikeda, K. Tomita, and K. Takayama. Application of extracorporeal shock wave on bone: preliminary report. <i>J Trauma</i> , 47(5):946–950, 1999.	unknown	canine model, 4 of 6 achieved bony union
E. J. Johannes, D. M. Kaulesar Sukul, and E. Matura. High-energy shock waves for the treatment of nonunions: an experiment on dogs. <i>J Surg Res</i> , 57(2):246–252, 1994.	Siemens Osteostar	0,54mJ/mm ²
D. M. Kaulesar Sukul, E. J. Johannes, E. G. Pierik, G. J. van Eijck, and M. J. Kristelijn. The effect of high energy shock waves focused on cortical bone: an in vitro study. <i>J Surg Res</i> , 54(1):46–51, 1993.	Siemens Lithostar Plus	0.23, 0.33, 0.42, or 0.54 mJ/mm ²
M.-Q. Liu, X. Guo, S.-C. Kuang, S.-H. Wang, and G.-W. Rong. Application of extracorporeal shock-wave therapy (eswt) in delayed unions and non-unions. <i>Beijing Da Xue Xue Bao</i> , 36(3):327–329, 2004.	none, Review	unknown
M. Maier, J. Hausdorf, T. Tischer, S. Milz, C. Weiler, H. J. Refior, and C. Schmitz. New bone formation by extracorporeal shock waves. dependence of induction on energy flux density. <i>Orthopäde</i> , 33(12):1401– 1410, 2004.	vermutlich Dornier, elektromagnetisch	1,2mJ/mm ²
L. Martini, G. Giavaresi, M. Fini, V. Borsari, P. Torricelli, and R. Giardino. Early effects of extracorporeal shock wave treatment on osteoblast-like cells: a comparative study between electromagnetic and electrohydraulic devices. <i>J Trauma</i> , 61(5):1198–1206, 2006.	?	0.15 to 0.18 mJ/mm ² and 0.40 mJ/mm ²
D. McCormack, H. Lane, and J. McElwain. The osteogenic potential of extracorporeal shock wave therapy. an in-vivo study. <i>Ir J Med Sci</i> , 165(1):20–22, 1996.	?	?
K. Narasaki, H. Shimizu, M. Beppu, H. Aoki, M. Takagi, and M. Takashi. Effect of extracorporeal shock waves on callus formation during bone lengthening. <i>J Orthop Sci</i> , 8(4):474–481, 2003.	?	0.42 mJ/mm ²
K. Nassenstein, I. Nassenstein, and R. Schleberger. Effects of high-energy shock waves on the structure of the immature epiphysis—a histomorphological study. <i>Z Orthop Ihre Grenzgeb</i> , 143(6):652–655, 2005.	Philips LDM-E	elektrohydraulisch, 0,32mJ/mm ²
F. E. T. Pauwels, S. R. McClure, V. Amin, D. Van Sickle, and R. B. Evans. Effects of extracorporeal shock wave therapy and radial pressure wave therapy on elasticity and microstructure of equine cortical bone. <i>Am J Vet Res</i> , 65(2):207–212, 2004.	vermutlich VersaTron und EMS	elektrohydraulisch 0.15 mJ/mm ² und radial 0.16 mJ/mm ²
J. Pleiner, A. Imhof, and M. Quittan. Extracorporeal shockwave therapy for diseases of bones and joints. <i>Med Monatsschr Pharm</i> , 25(7):236–240, 2002.	?	?
J. D. Rompe, P. Eysel, C. Hopf, J. Vogel, and K. Kullmer. Extracorporeal shockwave treatment of delayed bone healing. a critical assessment. <i>Unfallchirurg</i> , 100(10):845–849, 1997.	??? vermutlich Siemens?	52% complete union
J. D. Rompe, T. Rosendahl, C. Schollner, and C. Theis. High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. <i>Clin Orthop Relat Res</i> , (387):102–111, 2001.	Siemens Osteostar	72% complete union
J. D. Rompe, T. Rosendahl, C. Schollner, C. Riedel. Lithotripsie bei femoralen oder tibialen Pseudarthrosen. <i>Trauma Berufskrankh. Vol. 3 Suppl.1</i> , pp. 73-75, 2001	Siemens Osteostar	70% complete union
Russo S, Gigliotti S, De Durante C, Canero R, Corado B (1997)	Storz Modulith	67,2% complete

Treatment of non union with shock waves with special references to carpal scaphoid nonunion. In: Siebert W. Buch M (Hrsg.) Stoßwellenanwendung am Knochen. Dr. Kovac, Hamburg, 40-45	SLV, Minilith	union
S. Sathishkumar, A. Meka, D. Dawson, N. House, W. Schaden, M. J. Novak, J. L. Ebersole, and L. Kesavalu. Extracorporeal shock wave therapy induces alveolar bone regeneration. J Dent Res, 87(7):687–691, 2008.	MTS Orthowave 180	0,1mJ/mm ²
W. Schaden. Extracorporeal shock wave therapy now used to treat non-union fractures. Orthopaedics today International, 1(2):37–38, March/April 1998.	OssaTron	0,35mJ/mm ²
W. Schaden. Extrakorporale stoßwellentherapie (eswt) bei pseudarthrosen und verzögerter frakturheilung. Trauma Berufskrankh, 2(Suppl 3):333–339, 2000.	OssaTron	0,35mJ/mm ² 75,7% complete union
W. Schaden. Anstoß für die knochenheilung. Kurier, page 14, 1 2009.	OssaTron	0,35mJ/mm ²
W. Schaden, A. Fischer, and A. Sailer. Extrakorporale Stoßwellentherapie (eswt) aus der Sicht der Traumatologie. Journal für Mineralstoffwechsel, 11(4):40–45, December 2004.	OssaTron	0,35mJ/mm ²
W. Schaden, A. Fischer, and A. Sailler. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. Clin Orthop Relat Res, (387):90–94, 2001.	OssaTron	0,35mJ/mm ² 75.7% complete union, 1 treatment
W. Schaden and H. Kuderna. Single application of extracorporeal shock waves in delayed healing fractures and non-unions. In Proceedings of the 3rd EFORT conference 1997. EFORT, April 1997.	OssaTron	0,35mJ/mm ²
K. D. Schatz, S. Nehrer, R. Dorotka, and R. Kotz. 3d-navigated high energy shockwave therapy and axis correction after failed distraction treatment of congenital tibial pseudarthrosis. Orthopade, 31(7):663– 666, 2002.	vermutlich Dornier	elektromagnetisch
R. Schleberger and T. Senge. Non-invasive treatment of long-bone pseudarthrosis by shock waves (eswl). Arch Orthop Trauma Surg, 111(4):224–227, 1992.	Dornier MFL5000 and HM3 Lithotripter	3 of 4 cases showed bony union
R. Schleberger. Anwendung der extrakorporalen Stoßwelle am Stütz - und Bewegungsapparat im mittelenenergetischen Bereich. In: Die Stoßwelle-Forschung und Klinik. Edited by C. Chaussy, F. Eisenberger, D. Jocham and D. Wilbert. Tübingen: Attempto Verlag, p. 166, 1995.	Dornier MFL5000	91% complete union
C. Schoellner, J. D. Rompe, J. Decking, and J. Heine. High energy extracorporeal shockwave therapy (eswt) in pseudarthrosis. Orthopade, 31(7):658–662, 2002.	Siemens Osteostar	72,1% complete union
K. Scott. Shock wave therapy may be a viable treatment option for nonunion fractures. Orthopaedics today International, 5(5):14, 2002.	none, summary in Orthopedics today	
O. Seemann, J. Rassweiler, M. Chvapil, P. Alken, and G. W. Drach. Effect of low-dose shock wave therapy on fracture healing: an experimental study. Journal of Endourology, 6(3):219–223, 1992.	Dornier XL 1	elektrohydraulisch 14kV
R. Thiele. Effects of extracorporeal shock wave therapies on the skeleton. Trauma Berufskrankh, 2(Suppl 3):5324–5332, 2000.	Review	
T. Tischer, J. Hausdorf, M. Maier, S. Milz, and S. Zysk. Eswl aus der Sicht des Osteologen. Journal für Mineralstoffwechsel, 11(4):29–35, December 2004.	Review	
T. Tischer, S. Milz, H. Anetzberger, P. E. Muller, D. C. Wirtz, C. Schmitz, F. Ueberle, and M. Maier. Extracorporeal shock waves induce ventral-periosteal new bone formation out of the focus zone—results of an in-vivo animal trial. Z Orthop Ihre Grenzgeb,	Dornier XL 1	elektrohydraulisch 0,9 + 1,2mJ/mm ²

140(3):281–285, 2002.		
T. Tischer, S. Milz, C. Weiler, C. Pautke, J. Hausdorf, C. Schmitz, and M. Maier. Dose-dependent new bone formation by extracorporeal shock wave application on the intact femur of rabbits. <i>Eur Surg Res</i> , 41(1):44–53, 2008.	Dornier XL1 ?	0.35, 0.5, 0.9 and 1.2 mJ/mm ²
M. M. Uslu, O. Bozdogan, S. Guney, H. Bilgili, U. Kaya, B. Olcay, and F. Korkusuz. The effect of extracorporeal shock wave treatment (eswt) on bone defects. an experimental study. <i>Bul I Hosp Jt Dis</i> , 58(2):114–118, 1999.	?	?
V. D. Valchanov and P. Michailov. High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. <i>Int Orthop</i> , 15(3):181–184, 1991.	Dornier HM3 Lithotripter	85% complete union
O. van der Jagt, W. Schaden, H. T. van Schie, T. Piscaer, J. Waarsing, J. Verhaar, H. Weinans, and J. van der Linden. Unfocused extracorporeal shockwave therapy diminishes bone loss in rats. 2007.	MTS Orthowave 180	0,1mJ/mm ²
J. Vogel, C. Hopf, P. Eysel, and J. D. Rompe. Application of extracorporeal shock-waves in the treatment of pseudarthrosis of the lower extremity. preliminary results. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 116(8):480–483, 1997.	Siemens Osteostar	60,4% complete union
J. Vogel, J. D. Rompe, C. Hopf, J. Heine, and R. Burger. High-energy extracorporeal shock-wave therapy (eswt) in the treatment of pseudarthrosis. <i>Z Orthop Ihre Grenzgeb</i> , 135(2):145–149, 1997.	Siemens Osteostar	
C. Wang, F. Wang, and K. Yang. Biological effects of extracorporeal shockwave in bone healing: a study in rabbits. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 2008.	OssaTron	elektrohydraulisch
C. J. Wang, H. S. Chen, C. E. Chen, and K. D. Yang. Treatment of nonunions of long bone fractures with shock waves. <i>Clin Orthop Relat Res</i> , (387):95–101, 2001.	OssaTron	80% complete union
C. J. Wang, H. Y. Huang, H. H. Chen, C. H. Pai, and K. D. Yang. Effect of shock wave therapy on acute fractures of the tibia: a study in a dog model. <i>Clin Orthop Relat Res</i> , (387):112–118, 2001.	OssaTron	elektrohydraulisch
C.-J. Wang, H.-C. Liu, and T.-H. Fu. The effects of extracorporeal shockwave on acute high-energy long bone fractures of the lower extremity. <i>Arch Orthop Trauma Surg</i> , 127(2):137–142, 2007 Feb.	OssaTron	11% nonunion ESWT vs. 20% nonunion control
C.-J. Wang, K. D. Yang, F.-S. Wang, C.-C. Hsu, and H.-H. Chen. Shock wave treatment shows dose- dependent enhancement of bone mass and bone strength after fracture of the femur. <i>Bone</i> , 34(1):225– 230, 2004.	OssaTron	elektrohydraulisch
F. S. Wang, C. J. Wang, H. J. Huang, H. Chung, R. F. Chen, and K. D. Yang. Physical shock wave mediates membrane hyperpolarization and ras activation for osteogenesis in human bone marrow stromal cells. <i>Biochem Biophys Res Commun</i> , 287(3):648–655, 2001.	OssaTron	elektrohydraulisch
F.-S. Wang, K. D. Yang, Y.-R. Kuo, C.-J. Wang, S.-M. Sheen-Chen, H.-C. Huang, and Y.-J. Chen. Temporal and spatial expression of bone morphogenetic proteins in extracorporeal shock wave-promoted healing of segmental defect. <i>Bone</i> , 32(4):387–396, 2003.	OssaTron	elektrohydraulisch
L. Wang, L. Qin, H.-b. Lu, W.-h. Cheung, H. Yang, W.-n. Wong, K.-m. Chan, and K.-s. Leung. Extracorporeal shock wave therapy in treatment of delayed bone-tendon healing. <i>Am J Sports Med</i> , 36(2):340–347, 2008.	Dornier Epos	elektromagnetisch 0,43mJ/m ²
R. P. Wirsching, W. Eich, and E. Misselbeck. Langzeitergebnisse nach extrakorporaler stoßwellentherapie bei pseudarthrosen. pages	Siemens Lithostar plus, Siemens	69% complete union

22–26, 1997.	Osteostar	
Z. Xu, Q. Jiang, D. Chen, J. Xiong, D. Shi, T. Yuan, and X. Zhu. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. Int Orthop, 2008.	elektrohydraulic device 24kV-28kV	75.4% complete union