

Die orthopädische Trigger- Stoßwellentherapie mit fokussierten und radialen Stoßwellen: eine Standortbestimmung

Aus der Orthopädischen Praxis Dr. Gleitz, Luxemburg

Einleitung

Myofasziale Schmerzsyndrome gehören zum orthopädischen Alltag, sind aber oft nur unzureichend zu therapieren. Die Vielzahl konkurrierender Behandlungsverfahren bestätigt dies.

Nach der Theorie von *Travell* und *Simons* (1992) stellen die muskulären Triggerpunkte eine Hauptursache für myofasziale Schmerzen dar. Sie begründen diese Annahme mit klinischen Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen, wonach muskuläre Trigger zahlreiche funktionelle Störungen hervorrufen, die mit den Angaben der Patienten zu Schmerzentstehung und -verlauf gut übereinstimmen. Im Gegensatz zur beeindruckend detaillierten Beschreibung der muskelassoziierten Schmerzsyndrome im Buch von *Travell* und *Simons* (1992) ist dieses Behandlungsverfahren in der Praxis bisher nur wenig verbreitet.

Die Bedeutung von Triggerpunkten ergibt sich aus den ausgelösten klinischen Symptomen: Knotenbildung im Muskel mit lokalem und fortgeleitetem Schmerz (Referred Pain), strangartige

Verkürzungsbänder im Muskel (Taut Bands), Muskelzuckungen (Twitch Response), Einschränkung der Gelenkbeweglichkeit (ROM = Range of Motion), Entstehung von Ferntriggern (Satellitentrigger), Auslösen von pseudoradikulären Dysästhesien und vegetativen Begleitreaktionen.

Die Ursache der Triggerpunkte ist nach der „Integrierten Hypothese“ von *Simons* (1996) eine Funktionsstörung der motorischen Endplatte des Muskels, die durch verschiedene Mechanismen ausgelöst werden kann: akute mechanische Überbelastung einschließlich Trauma, chronische Überlastung durch Bewegungsmonotonien (RSI = Repetitive Strain Injury), Fehllage, Kälte, emotionale Belastung sowie als Folgeerscheinung von artikulären, neurogenen, viszeralen, hormonellen oder auch entfernt liegenden muskulären Störungen.

Die vermehrte Kalzium-Freisetzung infolge o. g. Läsionen führt zu einer Dauerkontraktur der Aktin-Myosinfilamente (abnormal verkürzte Sarkomere) unter der gestörten Endplatte, was einen er-

höhten Energieverbrauch zur Folge hat. Gleichzeitig entsteht aufgrund der Kompression der Kapillaren durch die Kontraktionsknoten eine lokale Ischämie. Beide Faktoren zusammen führen zu einer lokalen Energiekrise. Die lokale Ischämie setzt im Gewebe Bradykinin und andere die Muskelnozizeptoren sensibilisierende Substanzen frei und erhöht die Druckschmerzhaftigkeit der Triggerpunkte (Allodynie, Hyperalgesie). Durch die Ischämie wird die gestörte motorische Endplatte weiter geschädigt und so ein Teufelskreis initiiert.

Von Triggern befallene Muskeln haben veränderte Eigenschaften: Neben Verkürzungen sind sie durch eine verminderte Kraftentwicklung, verzögerte Entspannung nach Belastung, Neigung zu Spasmen sowie Störungen der Feinmotorik (Koordination) gekennzeichnet. Dies erklärt ihre Neigung zu Folgeverletzungen (Muskelzerrungen, Faserissen etc.).

Am Nervensystem führen die Trigger zu Veränderungen, die die Schmerzchronifizierung fördern: periphere Sen-



Summary/Zusammenfassung

Key words: ESWT – trigger points – myofascial pain syndrome

Schlüsselwörter: ESWT – Triggerpunkte – myofaszielles Schmerzsyndrom

The Orthopedic Trigger Point Shock Wave Therapy with Focused and Radial Shock Waves

The trigger point theory of *Travell* and *Simons* is the starting point for the diagnosis and treatment of myofascial pain syndromes. The reason why this treatment is not put into common use is the problem of locating the trigger points and the inefficiency of the existing therapies.

By using extracorporeal shock waves on the trigger points a new field of treatment is created. The combined use of radial and fo-

cused shock waves allows an effective local trigger point treatment and also a wide muscle area treatment. Locating the trigger points with the focused shock wave is more precise due to the provocation of the referred pain.

After some years of experience using this method it has been found that a wide range of functional problems in orthopedics can be covered. The acknowledgement of the muscle as an origin of pain gives a special value to this treatment. The scientific aspect of how the treatment exactly functions has to be defined in further studies.

Die Triggerpunkt-Theorie von *Travell* und *Simons* stellt die Basis für Diagnostik und Therapie myofaszieller Schmerzsyndrome dar. Aufgrund der Schwierigkeit des Triggerpunkt-Nachweises und der mangelnden Effizienz ist diese Therapie nur gering verbreitet.

Mit der Applikation von Stoßwellen an Triggerpunkten steht ein neues Therapieverfahren zur Verfügung. Der kombinierte Einsatz der radialen und fokussierten Stoßwellen ermöglicht sowohl eine effiziente Lokalbehandlung als auch eine Flächenbehandlung der betroffenen

Muskeln. Insbesondere ist mit der fokussierten Stoßwelle die Punktdiagnostik durch Auslösen des Übertragungsschmerzes zuverlässig möglich.

Nach Erfahrung der Autoren ist die Trigger-Stoßwellentherapie bei einer Vielzahl funktioneller Erkrankungen einzusetzen. Der Behandlungserfolg rückt den Muskel als Schmerzorgan in den Vordergrund und räumt dieser Therapie einen hohen Stellenwert unter konservativen Verfahren ein.

Der wissenschaftliche Nachweis für den Wirkmechanismus ist noch nicht definiert.

sibilisierung der Muskelnozizeptoren, Zunahme der Anzahl der Nozizeptoren, Aktivierung des Axonreflexes, zentrale Sensibilisierung (Durchschalten von Synapsen) sowie Versagen hemmender Interneurone des supraspinalen descendierenden antinozizeptiven Systems (8).

Bei längerem Bestehen der Trigger können Ferntrigger in anderen Muskeln aktiviert werden, die wiederum ihre eigenen Schmerzbilder und funktionellen Störungen entwickeln. Schließlich bilden sich Kettenmyosen (2) mit komplexen Schmerzbildern sowie sekundären strukturellen Veränderungen im Sinne von Insertionstendopathien (3).

Der für Triggerpunkte charakteristische *Übertragungsschmerz (Referred Pain)* wird mit dem „*Konvergenz-Projektions-Modell*“ (13) erklärt. Hiernach werden Informationen verschiedener peripherer Rezeptoren aus unterschiedlichen Geweben über ein gemeinsames segmentales Hinterhornneuron nach zentral weitergeleitet, wodurch es zu einer Fehlprojektion der Schmerzen beim Patienten kommt. Dies macht die Zuordnung der Beschwerden für den behandelnden Arzt, sofern er sich ausschließlich an den klassischen neurologischen Innervationsschemata orientiert, so schwierig.

Da die Selbstheilungspotenz der muskulären Triggerpunkte gering ist, müssen sie gesondert behandelt werden. Eine der effizientesten Techniken besteht im Ausüben von starkem mechanischem Druck auf die Muskelknoten (Gelotrypsie) mit anschlie-

Bendem Dehnen der Muskulatur (17). Als Erklärung für die Wirksamkeit dieser Behandlung werden diskutiert: Lösen von Aktin-Myosin-Dauerkontrakturen, Verbesserung der lokalen Zirkulation (reaktive Hyperämie) mit Beseitigung der ischämiebedingten Energiekrise (8) sowie Verminderung der Konzentration vasoneuroaktiver Substanzen.

Behandlung mit Trigger-Stoßwellentherapie

Einsatz von Stoßwellen am Muskel

Als Alternative zur manuellen Behandlung wurde seit Mitte der 90er Jahre in einzelnen Publikationen die Möglichkeit der Muskelbehandlung mittels niederenergetischer *fokussierter Stoßwellen* dargestellt (4, 5, 7, 14). Als gemeinsames Ergebnis der Behandlungen wird eine Minderung des Muskeltonus mit Abnahme der Muskelverkürzung beschrieben.

Seit Ende der 90er Jahre werden auch *radiale Stoßwellen* (rESWT) mit einer Gewebeeindringtiefe von 2,0 bis 2,5 cm zur Behandlung von Muskel-Triggerpunkten verwendet. Die Wirkung radialer Stoßwellen ist noch nicht wissenschaftlich erklärt. Während fokussierte Stoßwellen eine Reduktion nozizeptiver Fasern auslösen und ihr Wirkungsmechanismus auf molekularer, biochemischer Grundlage erforscht wurde (6, 18), scheinen die radialen Stoßwellen mehr einen Gegenirritations- und Schmerzmodulationseffekt über GABA-erge Interneurone im Hin-

terhorn zu haben. Druck und Vibrationen besorgen dazu eine bessere Durchblutung und einen günstigeren Lymphabfluss.

Indikationen und Kontraindikationen

Die Trigger-Stoßwellentherapie ist bei allen akuten und chronischen myofaszialen Erkrankungen indiziert, sofern übergeordnete, die Muskeltrigger auslösende und unterhaltende Erkrankungen ausgeschlossen sind. In solchen Fällen sind Triggerpunkte und ganze Triggerketten im Rahmen *komplexer Krankheitsgeschehen* zu sehen, wie sie z. B. bei viszeralen und psychischen Erkrankungen oder im Rahmen einer craniomandibulären Dysfunktion oder auch bei Fußdeformierungen mit propriozeptiver Fehlsteuerung auftreten können. Anzustreben ist in diesen Fällen einerseits eine kausale Therapie der Grunderkrankung und andererseits eine zusätzliche Beseitigung der Trigger-Symptome.

Die Behandlung der Trigger ist am erfolgreichsten, wenn die ursprüngliche, die Trigger-Symptomatik auslösende Erkrankung entweder ganz beseitigt oder in ihrer Intensität auf ein niedriges Niveau gesenkt wurde. Zu beobachten ist nicht selten ein Fortbestehen, eine Vervielstündigung von Triggerpunkten, trotz kausaler Therapie. Dann muss von einem *autonomen Triggerpunkt-Syndrom* gesprochen werden, welches eine gute Indikation zur Behandlung darstellt.

Ein Beispiel ist die Pseudolischialgie nach erfolgreicher Nukleotomie. Die durch die

ursprüngliche Nervenkompression aktivierten Trigger in der Glutealmuskulatur, den Außenrotatoren (z. B. M. piriformis) und im M. quadratus lumborum bestehen, trotz Beseitigung der Wurzelkompression, weiter. Sie lassen sich erst durch die Trigger-Therapie zuverlässig beseitigen.

Als Beispiel für eine schlechte Indikation, ebenfalls mit sekundärem Triggerbefall der Gluteal- und Hüftmuskulatur, sind echte radikuläre Läsionen oder eine fortgeschrittene spinale bzw. foraminale Enge der unteren Lumbalsegmente zu nennen. Deren Behandlung folgt zwar oft eine Schmerzbesserung. Diese ist aber aufgrund der Dominanz der Nervenkompression nur von kurzer Dauer.

Als *nicht Erfolg versprechend* ist die Triggerbehandlung bei folgenden Erkrankungen anzusehen: alle Formen von Rheumatismus mit entzündlicher Aktivität, ausgeprägter Fibromyalgie, starker vegetativer Dystonie.

Generell kontraindiziert sind Anwendungen bei Malignomen, primären Myopathien, schweren rheumatischen Erkrankungen (z. B. Polymyalgia rheumatica) sowie Behandlungen über verletzbaren Strukturen. Lungengewebe darf grundsätzlich nicht im Zielgebiet der fokussierten Stoßwelle liegen.

Schwangerschaften und gerinnungshemmende Therapien stellen eine *relative Kontraindikation* dar.

Wann radiale oder fokussierte Stoßwellen?

Als jüngere Entwicklung ist der *kombinierte Einsatz* fokussierter und radialer Stoßwellen zu nennen. Hierbei

werden die fokussierten Stoßwellen sowohl an den Sehnenansätzen als auch zur Muskelbehandlung eingesetzt.

Die Behandlung am Sehnenansatz ist in all jenen Fällen indiziert, bei denen die durch Muskeltrigger verursachte Muskelverkürzung *sekundäre Insertionstendopathien* ausgelöst hat. In diesen Fällen ist die alleinige Behandlung der Muskeltrigger nicht ausreichend, da die Sehnenirritation in der Schmerzsymptomatik oft dominiert und auch nach erfolgreicher Muskeltrigger-Behandlung als eigenständige Schmerzursache persistiert.

Am Muskel werden die fokussierten Stoßwellen sowohl zu diagnostischen als auch zu therapeutischen Zwecken eingesetzt: einerseits zum Auffinden von Triggerpunkten, da der charakteristische Ausstrahlungsschmerz (*Referred Pain*) zuverlässiger als bei manueller Untersuchung provoziert werden kann, andererseits zur Lokalbehandlung einzelner Triggerpunkte. Aufgrund der geringen Irritation können fokussierte Stoßwellen auch bei sehr schmerzhaften Muskeln zur Triggerbehandlung eingesetzt werden.

Die radialen Stoßwellen werden am Muskel zur Lokalbehandlung von Triggerarealen und anschließend ausstreichenden Flächenbehandlung (*Smoothing*) des restlichen Muskels verwendet. Auf diese Weise können mit den radialen Stoßwellen große Muskelbereiche behandelt werden.

Bei sehr schmerzhaften myofaszialen Syndromen empfiehlt sich, die Behandlung mit fokussierten Stoßwellen zu beginnen und erst nach einigen Sitzungen mit radia-

len Stoßwellen bei niedrigem Behandlungsdruck (1.6–1.8 bar) fortzuführen.

In jüngster Zeit sind erste Erfahrungen mit der *defokussierten Stoßwelle* vorzugsweise bei Triggern, aber auch Ansatz-tendinosen, gesammelt worden, die Erfolg versprechen. „Defokussiert“ heißt, dass die erzeugten Wellen nicht mehr punktförmig, sondern breit auf das Gewebe einwirken.

Therapieplanung

Die Auswahl der zu behandelnden Muskeln erfolgt nach folgenden Kriterien: *Schmerzangaben* des Patienten, Diagnostik der *Muskelknoten* (manuell oder mit radialer ESW), provozierbarer *Übertragungsschmerz (Referred Pain)* durch Palpationsdruck oder Einsatz fokussierter Stoßwellen und, soweit möglich, entsprechend der *Bewegungsprüfung (ROM)* unter Rückschluss auf die an der Bewegungseinschränkung beteiligten Muskeln.

Der *Anamnese und Beschreibung der Schmerzen* bezüglich Lokalisation und Ausstrahlung kommt eine besondere Bedeutung zu. Unter Kenntnis der muskelspezifischen Schmerzmuster, die vollkommen von den klassischen, neurologischen Innervationsschemata abweichen, ist frühzeitig ein Rückschluss auf die am Schmerzbild beteiligten Muskeln möglich. Schmerzbeschreibungen der Patienten, die unter neurologischer Betrachtungsweise keinen Sinn ergeben, erweisen sich unter Trigger-Gesichtspunkten als erstaunlich einheitlich und aussagekräftig. Dies umso mehr, als Trigger auch für Dysästhesien, Koordinations-

störungen und Kraftverlust verantwortlich sein können. Die Kenntnis der von *Travell* und *Simons* (1992) beschriebenen *muskelspezifischen Schmerzausstrahlung* stellt ein notwendiges Rüstzeug dar. Mit zunehmender Erfahrung des Therapeuten, insbesondere beim Einsatz der fokussierten ESW, ist festzustellen, dass die Ausstrahlungsmuster und die Lokalisation der Triggerknoten für jeden Patienten *individuell* sind und durch *exakte Untersuchung* aufgesucht werden müssen.

Lokalisation der Triggerpunkte

Als wesentlich für die Auswahl der Behandlungsregion ist der *Übertragungsschmerz (Referred Pain)* anzusehen. Durch starken manuellen Druck auf die Triggerknoten wird versucht, einen Übertragungsschmerz auszulösen. Einfacher und genauer lässt sich der Übertragungsschmerz mit *fokussierten Stoßwellen* provozieren. Abhängig von der Muskeldicke und der Tiefe der Triggerareale werden fokussierte ESW mit variabler Eindringtiefe in einem Energiebereich von 0.05 bis 0.25 mJ/mm² verwendet.

Radiale Stoßwellen sind dagegen weniger geeignet, Triggerpunkte aufgrund von Ausstrahlungsschmerzen zu finden. Mit ihnen ist es eher möglich, während der Therapie über einem größeren Muskelareal durch Verschieben des Behandlungskopfes *Verhärtungen innerhalb des Muskels* aufzuspüren.

Systematik des Vorgehens

Die Auswahl der Trigger für die Behandlung erfolgt nach

Kriterien einer kurz- und langfristigen Beschwerdebesse- rung. Zuerst werden die *aktiven Trigger* behandelt, die für die aktuellen spontanen oder durch Belastung aus- lösbaren Schmerzen verant- wortlich sind.

Danach werden *Satelliten- trigger im Schmerzausbrei- tungsgebiet* behandelt. Die- se sind bei längerem Be- stehen für den Chronifizie- rungsprozess verantwortlich, ebenso wie Sekundärtrigger in den funktionellen Muskel- ketten von Antagonisten und Synergisten.

Eine besondere Beachtung ist *Insertionstendinosen* zu schenken, die von *Travell* und *Simons* (1992) als *periphere Trigger* bezeichnet werden. Diese sind mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln. Im Gegensatz zu Muskel- triggern tritt die Schmerz- minderung allerdings erst nach *mehreren Wochen* ein, was mit der Trägheit der in- duzierten physiologischen Reparationsmechanismen zu tun hat. Dabei spielt die Energieflussdichte eine Rol- le. Erfahrungsgemäß sollte eine niederenergetische Be- handlung erfolgen, um das Zell-Erholungspotenzial, die nützliche neurogene Ge- webe-Sofortreaktion, nicht zu gefährden. Da ein biolo- gisches System behandelt wird, ist der Abstand zwi- schen den Behandlungen nicht zu kurz zu wählen (> 1 – 2 Wochen) und die Be- handlungszahl angemessen zu begrenzen. Wichtig ist, dass kein Lokalanästhetikum vor den Stoßwellenbehand- lungen appliziert wird (12).

Begleittherapien

Prinzipiell sind *keine Be- gleittherapien* für das Errei- chen des Therapieerfolges

notwendig. Unterstützend können Dehnungsbehand- lungen in Faserrichtung durchgeführt werden. Bei ausgeprägten Gelenkblockierungen kann nach den ersten zwei bis drei Trigger- behandlungen und be- ginnender Spannungsmin- derung der Muskulatur eine Manualtherapie zum Lösen der Blockierungen, sofern sie nicht schon durch die Entspannung der mit Stoß- wellen behandelten Muskeln eingetreten ist, hilfreich sein. Zusatztherapien, wie Mas- sagen, sind im Allgemeinen ungeeignet.

Eine Muskelkräftigungsthera- pie (MKT) ist im 1- bis 2-tägigen Abstand zur Triggerbe- handlung möglich. Allerdings ist streng darauf zu achten, dass nicht mit Maximalkraft bzw. in die maximale Muskel- verkürzung hinein gearbeitet wird.

Bei chronifizierten Schmerz- syndromen ist am Anfang der Triggerbehandlung eine medikamentöse Abschir- mung mit Ibuprofen oder Pa- racetamol empfehlenswert.

Behandlungsparameter und Behandlungsdauer

Für die fokussierte ESW liegt die verwendete Energiefluss- dichte bei der Muskeltrigger- Behandlung zwischen 0.05 und 0.25 mJ/mm². Höhere Energien sollten wegen der Gefahr der Gewebeschädi- gung nicht verwendet werden (11). Nach den momentan vorliegenden wissenschaft- lichen Untersuchungen soll- te die Impulsfrequenz über dem Trigger 4 Hz nicht über- schreiten.

Die Energieflussdichte (mJ/ mm²) wird in Abhängigkeit der Dicke und Tiefenlage des Muskels sowie der Schmerz- angabe des Patienten beim

Aufsuchen der Triggerpunkte und Auslösen des Übertra- gungsschmerzes gewählt. Hierbei sollte der durch die Stoßwelle provozierte *Schmerz gut aushaltbar* sein. Generell ist festzustellen, dass von einer Therapiesit- zung zur nächsten die Ener- gie gesteigert werden kann, da der Behandlungsschmerz bei gutem Therapieverlauf ständig abnimmt.

Gleiches gilt auch für den Einsatz der radialen Stoß- welle. Hier variiert der ver- wendete Behandlungsdruck zwischen 1.6 bar und 4 bar, in Abhängigkeit von der Applikatorgröße und den Schmerzangaben des Pa- tienten. Applikatoren mit kleiner Oberfläche sind mit äußerster Vorsicht einzuset- zen wegen der sehr hohen Spitzendrücke. Nach un- serer Erfahrung ist dies bei den üblicherweise zu behan- delnden Muskeln auch nicht erforderlich. Der Druck ist nach der Gewebebeschaf- fenheit auszurichten, um Hämatome zu vermeiden. Die Impulsfrequenz beträgt 10 bis 15 Hz, wobei 15 Hz meist als weniger schmerz- haft empfunden werden. Möglicherweise ist dieser Effekt auf die *physiologische Eigenschwingung der Mus- kulatur* zurückzuführen, die durch die radiale Stoßwelle angeregt wird.

Bei der *kombinierten Trigger- Behandlung* mit fokussier- ten und radialen Stoßwellen werden die Triggerpunkte zunächst mit der fokussier- ten Stoßwelle mit 200 bis 400 Impulsen lokal behandelt. Danach erfolgt ein Ausstrei- chen der Agonisten, Antago- nisten und Synergisten mit dem radialen Applikator mit bis zu 3000 bis 4000 Impul- sen.

Bei der alleinigen Muskelbehandlung mit radialen Stoßwellen wird das Trigger-Areal lokal mit 500 bis 1000 Impulsen ohne zusätzlichen manuellen Druck lokal behandelt und danach das *Ausstreichen der Muskulatur (Smoothing)* mit bis zu 4000 Impulsen bei einer Frequenz von 15 Hz angeschlossen, in Analogie zur Kältespray-Technik von *Travell* und *Simons* (1992).

Behandlungshäufigkeit

Eine Behandlung pro Woche hat sich bei den meisten Patienten als günstig erwiesen. In dieser Zeit kann sich der Muskel nach einer anfänglich bis zu drei Tagen dauernden Irritation erholen. Kürzere Intervalle bergen das Risiko, die Muskeln noch während der Irritation durch die vorangehende Behandlung erneut zu reizen und eine Schmerzverschlimmerung auszulösen. Aus bereits erwähnten Gründen der Regenerationsmöglichkeit durch die neurogene, lokale Gewebereaktion im Falle von Ansatzentzündungen sollten diese nicht in kürzeren Abständen behandelt werden. Auch unter dem Aspekt der Schmerzmodulation sollten die Therapieintervalle, analog zur Akupunktur, nicht zu eng erfolgen. Als Prinzip gilt: *Je schwerer und chronischer die Schmerzsyndrome sind, desto länger ist der Behandlungsabstand und desto geringer sind die Behandlungsintensitäten zu wählen.*

Behandlungsverlauf: Besserung, Nebenwirkungen und Komplikationen

Eine Beschwerdeverbesserung tritt bei den meisten Trigger-Erkrankungen *nach 4*

bis 6 Behandlungen ein, bei kurz bestehenden Erkrankungen schon nach 1 bis 2 Behandlungen. Bei chronischen Erkrankungen mit entsprechend vielen betroffenen Muskeln sind 6 bis 10, gelegentlich mehr Behandlungen zur Beseitigung der Beschwerden erforderlich. Sollte nach dieser Anzahl keine Besserung eintreten, ist die Behandlung zu unterbrechen und die Indikation zu überprüfen.

Nach den ersten Sitzungen kann es zu einer *kurzfristigen Zunahme* der ursprünglichen Schmerzen sowie selten zum *Auftreten anderer Muskelbeschwerden* kommen. An der HWS kann es zu Kopfschmerzen und vorübergehenden Ohrgeräuschen, insbesondere durch die radiale Stoßwelle kommen. Bei Migräne und Neigung zum Tinnitus sind die Patienten darauf hinzuweisen. In solchen Fällen empfiehlt sich mit niedrigen Drücken (1,6 bar) und mit Gehörschutz für den Patienten zu arbeiten. Gleiches gilt für die fokussierten Stoßwellen.

Bei korrekter Anwendung der Stoßwellen hinsichtlich verwendeter Behandlungsenergie und Eindringtiefe sind *keine ernsthaften Komplikationen* zu befürchten. Am häufigsten kann es zu *lokalen Hämatomen*, insbesondere in der Glutealmuskulatur bei Verwendung radialer Stoßwellen kommen. Sollten Schmerzverstärkung oder das Hämatom eine Therapiepause erfordern, empfiehlt es sich bei Wiederaufnahme der Behandlung, die Behandlungsintensität (Energieflussdichte bzw. Behandlungsdruck sowie die Gesamtpulszahl) zu verringern. Bei den Folgebehand-

lungen können diese wieder gesteigert werden.

Therapieerfolg

Die Behandlung ist als erfolgreich zu werten, wenn am Abschluss *mehr als 80 %* der ursprünglichen Beschwerden nicht mehr vorhanden sind. Die restlichen 20 % können noch in den folgenden drei Monaten nach Therapieabschluss verschwinden, so dass es nicht sinnvoll ist, permanent weiter zu behandeln. Eine erfolgreiche Behandlung sollte *dauerhaft oder zumindest 6 bis 12 Monate* anhalten. Besserungen von nur 50 % sollten dazu veranlassen, nach weiteren, eventuell latenten Triggern in der funktionellen Muskelkette zu suchen.

Bei nur 20 bis 30 % Besserung nach Abschluss der Therapie oder einer Beschwerdeverbesserung von nur einigen Wochen sind weitere differenzialdiagnostische Überlegungen erforderlich.

Erfolgreich zu behandelnde orthopädische Erkrankungen

Aus der mehrjährigen Erfahrung der Autoren ergeben sich nachfolgende Empfehlungen.

Cervicalgie, Cervico-Cephalgie, Cervico-Brachialgie

Diese Indikation gehört zu den besten, da die betroffenen Muskeln (bis auf den M. trapezius) nicht sehr groß sind und oberflächlich liegen. Die lokalen und bis in den Kopf aufsteigenden Schmerzen werden überwiegend vom M. trapezius pars descendens und pars horizontalis, dem M. semispina-

lis, dem M. splenius, dem M. levator scapulae und dem M. sternocleidomastoideus ausgelöst. Die für die pseudoradikuläre Brachialgie verantwortlichen Muskeln liegen, bis auf die Mm. scaleni, im Bereich des Schultergürtels (M. subscapularis, M. infraspinatus, Mm. teres, M. serratus post. sup., M. pectoralis). Innerhalb von 6 bis 8 Behandlungen ist neben der Schmerzbesserung eine anhaltende Steigerung der Beweglichkeit von etwa 20 Grad Rotation, 17 Grad Ante-Reklination und 17 Grad Seitneigung zu erreichen.

Bei ausbleibender Besserung sind temporomandibuläre Dysfunktionen und psychovegetative Erschöpfungszustände abzuklären.

Lumbalgie, pseudoradikuläre Lumboischialgie

Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Erfolg versprechende Indikation, vorausgesetzt es liegen keine dominierenden radikulären (Prolaps, Foramenstenose mit segmentalen Ausfällen), arthrogenen (aktiviertes Facetten-Syndrom, Spondylyse) oder diskogenen (erosive Discopathie) Irritationen vor. Lokalschmerzen in der LWS werden von Triggern in der segmentalen Muskulatur (Mm. multifidi et rotatores), aus dem dorsolumbalen Übergang (M. iliocostalis lumbalis et thoracis) sowie aus dem M. iliopsoas verursacht. Die pseudoradikulären Ausstrahlungsschmerzen gehen auf Trigger in der Glutealmuskulatur (Mm. glutei minimus et medius), den Hüftaußenrotatoren und im M. quadratus lumborum zurück. Der Übertragungsschmerz (bis in den Unterschenkel und Fuß) lässt sich

hier sehr gut beim Einsatz der fokussierten Stoßwelle auslösen.

Dorsalgie

Die überwiegend lokalen Schmerzen werden durch Trigger in den Mm. multifidi et rotatores ausgelöst sowie interscapular durch die Mm. rhomboidei, den M. serratus post. sup. und den M. trapezius pars ascendens.

Periartikuläre Schulterschmerzen und Bewegungseinschränkungen

Hier kommt dem sonst so ungerne gebrauchten Begriff der „Periarthritis“ wieder eine Bedeutung zu, da viele Schulterschmerzen in der periartikulären Muskulatur liegen und eine Bewegungseinschränkung verursachen (M. infraspinatus mit Minderung der Innenrotation und vorderem Schulterschmerz, M. subscapularis mit Minderung der Außenrotation und hinterem Schulterschmerz). Ausstrahlungen in den lateralen Oberarm gehen auf Trigger im M. trapezius pars horizontalis, M. supraspinatus und M. deltoideus zurück. Ansatzentzündungen der Supraspinatussehne sind gesondert mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln.

Nicht erfolgreich zu behandeln ist dagegen eine echte „Frozen Shoulder“, deren Bewegungseinschränkung kapulär bedingt ist.

Radiale und ulnare Epicondylopathie

Diese Indikationen sind unter Triggereckspunkten oft enttäuschend. Die meisten Beschwerden gehen auf eine lokale Insertionstendo-

pathie zurück und sind nicht durch Übertragungsschmerzen verursacht. Frühstadien dieser Erkrankungen infolge muskulärer Überlastungen der Unterarmbeuger und -strecker sind hingegen gut zu behandeln. Bei chronischen Schmerzbildern ist der Behandlungsversuch über Muskelketten möglich. Radial: Mm. scaleni, M. trapezius pars horizontalis, M. supraspinatus, M. triceps brachii pars lateralis, M. anconeus, M. supinator, M. brachioradialis einschließlich der Unterarmextensoren. Ulnar: M. serratus post. sup., M. infraspinatus, Mm. pectoralis, M. triceps brachii pars medialis, M. pronator teres sowie die Unterarmflexoren. Die lokalen Insertionstendopathien sind mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln.

Tendinosen am Handgelenk

Diese werden durch Überlastung der zugehörigen Unterarmmuskeln verursacht und sind begleitend hierüber zu behandeln.

Becken-Hüftschmerzen

Hier handelt es sich um eine gute Indikation. Gerade die so oft diagnostizierte „Bursitis trochanterica“ geht vielfach auf Trigger in der Glutealmuskulatur und den Hüftaußenrotatoren zurück. Der Lokalschmerz am Trochanter ist wieder mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln. Ursächlich für diese Trigger können vorangegangene Schmerzzustände in der LWS sowie eine sich entwickelnde Koxarthrose und Restzustände nach totalendoprothetischer Versorgung sein.

Schmerzen am Sitzbein gehen auf Trigger im M. gluteus maximus sowie in der ischio-cruralen Muskulatur zurück und sind ebenfalls gut zu behandeln.

Tensor-fasciae-latae-Syndrom

Die Überlastung des zugehörigen Muskels kommt bei Läufern häufig vor und führt zu lateralen Hüft- und Oberschenkelbeschwerden. Oft tritt diese Erkrankung zusammen mit Triggern in der Glutealmuskulatur und im M. vastus lateralis auf.

Adduktorentendopathien

Obwohl die Muskeln gut zugänglich sind, erweisen sie sich hartnäckig in der Behandlung. Grund sind die neben den Triggern im proximalen und mittleren Muskel Drittel vorliegenden Insertionstendopathien am Beckenansatz.

Verkürzungen der Oberschenkelbeuge- und -streckmuskulatur

Die führende Symptomatik bei dieser Erkrankung sind rezidivierende Muskelzerrungen, die durch eine Spannungserhöhung im Muskel ausgelöst werden. Die Behandlung ist erfolgreich, erfordert aber wegen der Größe der Muskeln eine hohe Impulszahl.

Chondropathia patellae

Bei dieser Erkrankung liegen häufig eine Quadrizepsverkürzung sowie kniegelenknahe Triggerpunkte in der medialen und lateralen Vastusmuskulatur vor. Quadrizepsverkürzungen lassen sich zuverlässig durch Bestimmen des Ferse-Gesäß-

abstandes bei Untersuchung in Bauchlage objektivieren. Der Behandlungserfolg tritt bereits nach zwei bis vier Sitzungen ein. Parapatellare Beschwerden treten auch oft nach TEP-Versorgung auf und sind ebenfalls gut zu therapieren.

Patellaspitzen-Syndrom

Neben der symptomatischen Tendinose, die lokal mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln ist, besteht oft eine Verkürzung der Quadrizepsmuskulatur. Trotz guter Entspannung des M. quadriceps durch eine Trigger-Behandlung beträgt der Heilverlauf, bedingt durch die Tendinose, oft mehrere Monate.

Shin Splint

Die dominierende Pathologie ist die der Sehnen und Knochenhaut und entsprechend mit fokussierten Stoßwellen zu behandeln. Die Behandlung der Verhärtung der medialen Wadenmuskulatur und des M. flexor hallucis longus kann begleitend mit radialen Stoßwellen erfolgen.

Tibialis-anterior-Syndrom

Die Trigger-Irritation des M. tibialis ant. kommt bei Läufern und nach Bergabwanderungen als Zeichen der Muskelüberlastung vor. Die Behandlung erfolgt ausschließlich im Muskel.

Achillodynie

Die Tendinose ist hier wieder dominierend und wird lokal mit fokussierten Stoßwellen behandelt. Die häufig begleitende Verkürzung der Wadenmuskeln stellt jedoch eine nützliche Erweiterung der Behandlung dar, da die Minderung der Spannung

des Wadenmuskels durch eine Trigger-Behandlung sowohl die Spannung der Achillessehne mindert (vergleichbar der Fersenerhöhung), als auch von den Patienten als eine Maßnahme zur schnellen Schmerzlinderung beschrieben wird. Nach den Erfahrungen der Autoren gelingt es mit der Trigger-Behandlung, eine anhaltende Verbesserung der oft eingeschränkten aktiven Sprunggelenkextension von 16 Grad auf 25 Grad innerhalb von 4 bis 5 Sitzungen zu erreichen.

Plantarfasciitis der Ferse („Plantarer Fersensporn“)

Die immer wieder am Röntgenbild erstellte Diagnose eines „Fersenspornes“ ist bei sonographischer Diagnostik in den meisten Fällen eine ausgeprägte Plantarfasciitis unter dem Kalkaneus mit einer Faszienschwellung von 4,5 bis über 12 mm (Normalwert < 4,0 mm). Entsprechend ist ein Teil der Behandlung lokal mit der fokussierten Stoßwelle unter dem Kalkaneus vorzunehmen. Der andere Teil orientiert sich an den begleitend häufigen Muskelverkürzungen der Wade und der Fußsohlenmuskulatur, die eine funktionelle Kette bilden.

Metatarsalgie

Vorfußschmerzen sind häufig durch spreizfußbedingte Überlastungen der längs- und querverlaufenden Muskeln verursacht. Sie lassen sich, sofern keine Periostreizungen der Metatarsalia vorliegen und Morton-Neurinome ausgeschlossen sind, innerhalb von 4 bis 5 Sitzungen mit der radialen Stoßwelle zuverlässig beseitigen.

Diskussion

Anhand der aufgeführten Krankheitsbilder konnte gezeigt werden, wie groß die Indikationsliste der erfolgreich mit der Kombinations-therapie von radialen und fokussierten Stoßwellen zu behandelnden myofaszialen Schmerzsyndromen ist. Es wurde darauf verwiesen, dass eine *exakte Anamnese*, insbesondere hinsichtlich der *Schmerzangaben des Patienten*, von großer Bedeutung ist. Selbstverständlich gehören weitgehende differenzialdiagnostische Abklärungen dazu, weshalb die ESWT eine *ärztliche Tätigkeit* ist und immer bleiben wird. Bei einer eventuellen Delegation der radialen Stoßwelle an einen Physiotherapeuten liegt die Gewichtung trotzdem beim Arzt. Bei nicht dauerhafter Besserung und nur geringgradigem Heilerfolg ist der Arzt erneut gefordert.

Die Palpations- oder Zangen-griffdiagnostik mit Auslösen des charakteristischen Übertragungsschmerzes und die nicht immer auszulösende lokale Zuckungsreaktion (Twitch Response) des Muskels sind als klinisches Screening weiterhin von großer Bedeutung. Funktions- und Dehnungstests ergänzen die klinische Untersuchung. Als neues diagnostisches Verfahren hat sich das *Aufsuchen der Muskeltrigger mittels fokussierter Stoßwelle* bewährt. Dieses Verfahren ist, in Analogie zum Aufsuchen mittels Dry-Needling, treffsicherer als das Nadeln selbst. Der kennzeichnende Übertragungsschmerz kann zuverlässig provoziert werden. Das Aufsuchen des Schmerzes mit der fokussierten Stoßwelle wird bei

niedriger Frequenz (3 Hz) durchgeführt, um eines erfolgreichen Feedbacks durch den Patienten sicher zu sein. Nach Auffinden des Primär-, Satelliten- oder Sekundärtriggers wird mit der Behandlung begonnen.

Der genaue Wirkmechanismus der Stoßwellen am Muskeltrigger ist noch nicht definiert. Allerdings können bekannte Theorien zur Erklärung herangezogen werden (1).

Den *schmerzlindernden Effekt* der Stoßwellen kann man mit der Gegenirritation und der Schmerzmodulation in Analogie zum Dry-Needling erklären. Aufgrund der Physik der fokussierten Stoßwelle könnte man von einer virtuellen, nadelfreien Akupunktur sprechen, die über enkephalinerge Interneurone im Hinterhorn des Rückenmarks eine Downregulation von nozizeptiven Afferenzen bewirkt. Ähnlich könnte man die Schmerzmodulation radialer Druckwellen über die Aktivierung von A-beta-Fasern im Muskel erklären, die dann im Hinterhorn über GABA-erge Interneurone eine Schmerzinhibition verursachen. Damit wäre eine alte Beobachtung von *Travell* und *Rinzler* (1952) bestätigt, die damals schon eine Schmerzlinderung und ein Verschwinden von Triggern nach Druck und Dehnen feststellten. Günstig scheint auch der Vibrationseffekt (von 15 Hz) der radialen Wellen auf die Muskelstrukturen. Die physiologischen Eigenschwingungen von 15 bis 30 Hz wurden von *Nazarov* (1988) als bedeutend für die Durchblutung des Muskels und seinen Lymphabfluss beschrieben.

Unter Bezug auf die *integrierte Hypothese* von *Si-*

mons (1996), wonach die zentralen Punkte der Triggerpunkt-pathologie eine funktionsgestörte muskuläre Endplatte und eine Energiekrise aufgrund einer lokalen Ischämie sind, werden als *weitere Wirkmechanismen* diskutiert: ein mechanisches Lösen der Aktin-Myosin-Dauerkontraktionen durch eine lokale Querdehnung der Sarkomere durch die senkrecht zum Faserverlauf auftreffenden Stoßwellen bis hin zur Zerstörung abnormal verkürzter Sarkomere durch die eingebrachte Energie, eine reaktive lokale Gewebhyperperfusion und Angiogenese (18), wodurch die für die Energiekrise verantwortliche Ischämie behoben würde und schließlich die Verdünnung vasoneuroaktiver Substanzen durch die Druckeinwirkung der Stoßwelle am Gewebe. All diese Mechanismen könnten die klinisch zu beobachtende Minderung der Muskelspannung und damit der Muskelverkürzungen erklären.

Der Effekt der fokussierten Stoßwellen bei Insertions-tendopathien, von *Travell* als „attached trigger points“ bezeichnet, liegt nach jüngsten tierexperimentellen Untersuchungen im molekularen, biochemischen, zellulären Bereich (6, 10). Neurogene Botenstoffe wie z. B. Substanz P und das CGRP sind für die Plasmaextravasationen, Angiogenese und eine neurogene Entzündung anzusehen. Stoßwellen können als mechanischer Reiz, ebenso wie der chemische Reiz des Capsaicins, eine lokale Gewebesofortreaktion auslösen, was die Regeneration von Sehnengewebe plausibel erscheinen lässt.

Während diese tierexperimentellen Untersuchungen und die Überlegungen zur Schmerztherapie grundsätzlich die ESWT-Wirkung beim Triggerpunkt-Syndrom verbunden mit Ansatzdysbiosen erklären können, fehlen noch klinische konfirmatorische Studien für die in der Praxis gemachten Erfahrungen. Der universitäre Bereich und hier der Arbeitskreis Stoßwelle der DGOOC sind da gefordert.

Literatur

1. *Baldry, P. E.*: Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain. Churchill Livingstone, Edinburgh, Second Edition, 1993.
2. *Brügger, A.*: Die Erkrankungen des Bewegungsapparates und seines Nervensystems. Grundlagen und Differentialdiagnose. Ein interdisziplinäres Handbuch für die Praxis. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, New York, 1986.
3. *Gunn, C.*: The Gunn approach to the treatment of chronic pain: IMS for myofascial pain of radiculopathic origin. Churchill Livingstone, Edinburgh, Second Edition, 1996.
4. *Kraus, M., E. Reinhart, H. Krause, J. Reuter*: Low energy extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) for treatment of myogelosis of the masseter muscle. *Mund Kiefer Gesichtschir* 3 (1999) 20–23.
5. *Lohse-Busch, H., M. Kraemer, U. Reimer*: A pilot investigation into the effects of extracorporeal shock waves on muscular dysfunction in children with spastic movement disorders. *Schmerz* 11 (1997) 108–112.
6. *Maier, M., B. Averbek, S. Milz, H. J. Refior, C. Schmitz*: Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur. *Clin Orthop* (2003) 237–245.
7. *Manganotti, P., E. Amelio*: Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke. *Stroke* 36 (2005) 1967–1971.
8. *Mense, S., D. G. Simons, I. J. Russell*: Muscle Pain. Understanding its nature, diagnosis and treatment. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2001.
9. *Nazarov, S. B., L. S. Gorozhanin*: Use of a quantitative method for optimizing a muscle training regimen in experimental research. *Fiziol Zh SSSR Im I M Sechenova*, 74, 4 (1988) 1041–1043.
10. *Neuland, H. G., H. J. Duchstein, W. P. Mei*: Grundzüge der molekularbiologischen Wirkung der extrakorporalen Stosswellen am menschlichen Organismus – In-vitro- und In-vivo-Untersuchung. *Orthopädische Praxis* 40, 9 (2004) 488–492.
11. *Rompe, J. D.*: Shock wave applications in musculoskeletal disorders. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2002.
12. *Rompe, J. D., A. Meurer, B. Nafe, A. Hofmann, L. Gerdsmeyer*: 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* 23, 4 (2005) 931–941.
13. *Ruch, T.*: Pathophysiology of Pain. In: *T. Ruch, H. Patton* (eds.): Physiology and biophysics. Saunders, Philadelphia, 1965.
14. *Schenk, I., M. Vesper, V. C. Nam*: Initial results using extracorporeal low energy shockwave therapy ESWT in muscle reflex-induced lock jaw. *Mund Kiefer Gesichtschir* 6 (2002) 351–355.
15. *Simons, D. G.*: Clinical and etiological update of myofascial pain from trigger points. *J Musculoskel Pain* 4 (1996) 93–121.
16. *Travell, J., S. H. Rinzler*: The myofascial genesis of pain. *Postgrad Med.* 11, 5 (1952) 425–434.
17. *Travell, J., D. G. Simons*: Myofascial pain and dysfunction: The trigger point manual, Vol II (Lower extremities). Williams & Wilkins, Baltimore, 1992.
18. *Wang, C. J.*: An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. *Chang Gung Med J* 26 (2003) 220–232.

Anschrift für die Verfasser:
 Dr. med. M. Gleitz
 Orthopädische Praxis
 30, Grand Rue
 L-1660 Luxembourg
 E-Mail:
 marklux@mail.anonymizer.com