



Dr. med. H. Lohse-Busch

Extrakorporale Stoßwellen

Was sind extrakorporale Stoßwellen und wo werden sie angewandt?

Im medizinischen Bereich verwendete Stoßwellen sind physikalisch gesehen Schall (akustische Stoßwellen). Schall ist eine Energie, die man spüren kann, wenn man seine Hand vor einen Lautsprecher hält. Man fühlt dann, dass die Schallwellen die Haut der Hand berühren.

In den fünfziger Jahren wurde in den USA ein Patent auf die Erzeugung von Stoßwellen erteilt, die ein Schallgenerator erzeugt. Es handelt sich dabei um weniger als eine Millisekunde dauernde Schallwellen von hoher Energie. Weil sie außerhalb des Körpers erzeugt werden, nennt man sie extrakorporale Stoßwellen.

Ein Wasserkissen wird auf den Körper aufgesetzt, und über ein wasserhaltiges Gel werden die Stoßwellen in den Körper geleitet, wo sie mit Schallgeschwindigkeit durch das Gewebe wandern. Die Energie wird dabei gebündelt (fokussiert), sodass sie wie Licht durch eine Lupe fallend in wenigen Quadratmillimetern konzentriert, zum Beispiel auf einen Nierenstein, treffen kann. Mit dieser Technik und sehr hoher Energie wird die Kristallstruktur der Nierensteine derart erschüttert, dass sie zerspringen.

Die im medizinischen Bereich angewandten Stoßwellen werden in 3 Kategorien eingeteilt: hochenergetische extrakorporale Stoßwellen mit einer Energieflussdichte über $0,38 \text{ mJ/mm}^2$ im Fokus werden z.B. zur Zertrümmerung von Nierensteinen oder zur Förderung der Heilung von Knochenbrüchen eingesetzt. Im internationalen Vergleich werden sie eher selten zur Behandlung von gelenknahen schmerzhaften Zuständen des Weichteilgewebe benutzt. Niedrigenergetische Stoßwellen mit einer Energieflussdichte von unter $0,24 \text{ mJ/mm}^2$ im Fokus werden meist zur Behandlung von schmerzhaften Zuständen der Weichteile eingesetzt.

Akustische Stoßwellen stellen eine Energieform dar, die abhängig von ihrer Stärke wie alle anderen Energien (z. B. Wärme) heilsam oder zerstörerisch wirken kann.

Die von uns verwendeten Stoßwellen haben eine Energieflussdichte von $0,012 \text{ mJ/mm}^2$ bis $0,03 \text{ mJ/mm}^2$ im Fokus an der Kopplungsmembran, die also bei 10% bis maximal 30% dessen liegen, was allgemein als "niedrigenergetisch" bezeichnet wird. Dazu benutzen wir ein umgebautes Gerät (Minilith, Storz Medical).

Was bewirken Stoßwellen im menschlichen Körper?

Über die Wirkungsweise extrakorporaler Stoßwellen ist manches bekannt und manches noch Spekulation.

Stoßwellen rütteln die Gewebe, durch die sie wandern, kräftig durch. Von Knochen prallen sie ab. Sicher ist, dass diese Energien mit Schwerkraften auf das Gewebe wirken und auf diese Weise ein kraftvoller aber doch sehr feiner Massageeffekt auf die Muskelfasern ausgeübt wird.

Eine plötzliche Änderung des Druckes auf die Flüssigkeiten im menschlichen Gewebe bewirkt die kurzfristige Entstehung von feinsten Gasbläschen (Kavitationsphänomen). Sie schwirren mit großer Geschwindigkeit und damit mit großer Energie in ihrer Umgebung umher und lassen während ihres Entstehens und Vergehens kurzlebige, schnelle Strömungen entstehen, die lanzenartig geformt sind. Diese Gasbläschen leben nur Tausendstel von Sekunden, schlagen aber durchaus kleinste Löcher in

die Membranen der Zellorgane. Diese Löcher entsprechen den Kanälen in der Zellwand, die normalerweise zum Austausch der Stoffe (Stoffwechsel) entstehen und wieder vergehen. Stoßwellen regen also den Stoffwechsel an.

Die bei Bewegungsstörungen auftretende Steifigkeit der Muskulatur ist eine Folge örtlichen Energiemangels. Es konnte nachgewiesen werden, dass Stoßwellen die Produktion des energiereichen Stickoxyduls (-NO) anregen und so die Steifigkeit gestörter Muskulatur lindern.

Stoßwellen regen die Produktion von Botenstoffen der Nerven (Neurotransmitter) an. Sie bewirken so die Neubildung von Blutkapillaren und regen wahrscheinlich auch das Nervenwachstum (NGF) an. Sie reizen auch Nerven, die sonst nicht benutzt werden (so genannte schlafende Synapsen), sodass bei Erkrankungen mit Gefühlsstörungen - beispielsweise in der Fußsohle - nach der Behandlung ein besserer Fuß-Bodenkontakt entsteht. Dies gilt besonders bei der Gruppe von Erkrankungen, die unter dem Namen Polyneuropathie zusammengefasst werden.

Extrakorporale Stoßwellen verbessern den Zellstoffwechsel und die Durchblutung, lassen Blutkapillaren aussprossen, aktivieren unbenutzte Nerven, lindern Schmerzen in den Weichteilen, lassen Knochenbrüche schneller heilen und regen die Produktion bestimmter Neurotransmitter an.

Was sollen extrakorporale Stoßwellen speziell bei bewegungsgestörten Patienten bewirken?

Stoßwellen vermindern nach unserer Erfahrung die Steifigkeit der Muskulatur erheblich. Auch Muskelverkürzungen (Kontrakturen) können deutlich gelindert werden, solange es sich um sogenannte weiche Kontrakturen handelt. Die Wirksamkeit extrakorporaler Stoßwellen auf bereits dauerhaft verkürzte Muskeln (stiff contractures) ist geringer, aber nachweisbar. Bei bestimmten Formen des Ballenhohlfußes oder Klumpfußes aber, bei denen die Beugesehnen des Fußes verkürzt sind, sind nicht selten hervorragende Ergebnisse zu erzielen. Nach einer erfolgreichen Behandlung lässt sich ein Spitzfuß oder Klumpfuß, aber auch ein Senk-Knickfuß wesentlich leichter redressieren.

Die Verbesserung der biomechanischen Qualitäten der Muskeln führt zu einer erweiterten Bewegungsmöglichkeit. Da auch Nerven, die sonst nicht genutzt werden (silent synapses), Reizungen erfahren, erweitert sich die Eigenwahrnehmung deutlich. Eine Verbesserung der Durchblutung des Muskelgewebes, wie sie von anderen Wissenschaftlern nachgewiesen worden ist, führt zu einem unmittelbaren Nutzen bei Bewegungsstörungen.

Sind niedrigenergetische extrakorporale Stoßwellen schädlich?

So wie es beim elektrischen Strom höchste Energien mit größter Zerstörungskraft gibt, können Stoßwellen mit höchster Energie z. B. Nierensteine zertrümmern. Alles ist eine Frage der Stärke der Energie. Elektrische Hochspannung mit hoher Stromstärke tötet. Die Stromstärke einer einfachen Taschenlampenbatterie ist für den Menschen sicherlich ungefährlich. Genauso verhält es sich mit extrakorporalen Stoßwellen mit besonders niedriger Energie.

Die Schwellenwerte, ab wann Schädigungen an verschiedenen Zellen oder Zellorganellen (Zellbestandteile) auftreten, wurden u. a. am menschlichen Nabelschnurpräparat und an Zellkulturen von Prostata- und Blasenkarzinomen erarbeitet: Die punktuelle Applikation von 2000 Stoßwellen mit einer Energiedichte von $0,21 \text{ mJ/mm}^2$ auf menschliche Nabelschnüre führte zu Schäden an den Blutgefäßen. Histologische Veränderungen nach Stoßwellenapplikation am nicht durchbluteten Schweinepräparat konnten aber weder an Haut, Subcutis, Muskulatur, N. Ischiadicus oder Knorpel nachgewiesen werden. Die Behandlung von Ferkeln auch mit höchsten Energien führte zu keiner Schädigung der Wachstumsfugen. Allerdings können durch Stoßwellen abhängig von der Energieflussdichte und der Anzahl der punktuell verabreichten Impulse Schwellungen im Gewebe und Blutungen erzielt werden.

Die von uns verwendeten Stoßwellen haben eine Energieflussdichte von $0,012 \text{ mJ/mm}^2$ bis $0,03 \text{ mJ/mm}^2$ im Fokus an der Kopplungsmembran. Sie liegen damit bei 10% bis 30% dessen, was allgemein als "niedrigenergetisch" bezeichnet wird.

Eigene Untersuchungen über die Behandlung von Muskelgewebe bei Versuchspersonen haben zum Ergebnis, dass Muskelzellen durch extrakorporale Stoßwellen in der von uns angewandten Energiestärke nicht geschädigt werden.

Nach rund 15.000 Einzelbehandlungen mit Stoßwellen bei Kindern mit Bewegungsstörungen konnten wir über einen Zeitraum von 13 Jahren keinerlei unerwünschte Nebenwirkungen feststellen.

Welche Ergebnisse konnten bei der Behandlung bewegungsgestörter Kinder mit extrakorporalen Stoßwellen bisher erzielt werden?

Untersuchung I. Laborchemische Parameter.

Bei 20 Erwachsenen, zufällig ausgewählten, beschwerdefreien Versuchspersonen, wurden die Muskelbäuche der Ischiocruralgruppen und des Gastrocnemius mit je 500 Stoßwellen mit einer Energieflussdichte von 0,04 mJ/mm² behandelt. Direkt vor und 3 Stunden nach der Behandlung, in Einzelfällen auch nach 16 Stunden nochmals, wurden die CPK, CK-MB, HBDH, LDH, aP und GPT im Serum untersucht. Für die Untersuchung wurde eine Kontrollgruppe nicht für nötig gehalten, da Placeboeffekte bei der Versuchsanordnung ausgeschlossen scheinen.

Ergebnisse: Es konnte keine Veränderung der laborchemischen Parameter festgestellt werden. Eine zelluläre Schädigung scheint damit für die beschriebene Art der Anwendung ausgeschlossen.

Untersuchung II. ICP-Symptomatik an der unteren Extremität

33 zufällig ausgewählte Kinder und Jugendliche mit tetraspastischer Bewegungsstörung bei infantiler Cerebralparese, eine Patientin mit spastischer Tetraparese nach Schädel-Hirn-Trauma wurden untersucht.

Sie erhielten in einer Sitzung 2 x 400 Stoßwellen von je 0,012 mJ/mm² bis 0,03 mJ/mm² Energieflussdichte auf die kontrakturbildende Muskulatur ihrer 66 unteren Extremitäten.

Die 33 tetraspastischen Patienten waren 19 Jungen im Durchschnittsalter von 8,9 Jahren, der jüngste 4-, der älteste 15-jährig, sowie 14 Mädchen im Durchschnittsalter von 9,7 Jahren, das jüngste 4-, das älteste 18-jährig.

Alle Patienten zeigten Beugekontrakturen der unteren Extremitäten und hatten seit Jahren krankengymnastische Behandlungen nach Bobath oder Vojta erhalten. Sie waren ebenfalls mit den notwendigen Hilfsmitteln und Orthesen ausgerüstet. Nach einer 2-3-wöchigen Behandlungsserie mit werktäglicher Manueller Medizin, intensivierter Krankengymnastik, detonisierender und propriozeptionsfördernder Massage sowie Bewegungsübungen im Thermalbad schien das derzeitige Potential der möglichen biomechanischen und sensomotorischen Verbesserungen erschöpft.

In der Gruppe befanden sich Kinder mit deutlicher muskulärer Hypertonie der Extremitäten und schlecht innerviertem, hypotonem Rückenaufrichtesystem, Kinder mit wechselnden Tonusverhältnissen und 3 Kinder mit stark hypotoner Muskulatur, Minimalspastik aber mit Kontrakturen.

Daten:

Goniometrie im Liegen nach passivem Redressement der Hüft-, Knie- und oberen Sprunggelenke bis zur "harten Kontraktur" oder bis zum physiologischen "Endgefühl des joint play" (6). Aufzeichnung der Werte nach der Neutral-Null-Methode. Die folgenden Daten beziehen sich auf Messungen nach einer Einzelbehandlung mit ESW.

n=66	Hüften p	Knie p	OSG p
Extension	12,2° 0,001	8,3° 0,001	2,2° 0,005
Flexion	4,9° 0,008	4,1° 0,006	5,0° 0,025
Gesamtbeweglichkeit	17,1°	12,4°	7,2°

Die Tabelle zeigt den passiven Bewegungsumfang von 66 Hüft-, Knie- und oberen Sprunggelenken bei 33 Kindern und Jugendlichen mit spast. Diparese, spast. Hemiparese, spast. Tetraparese, meist verbunden mit extrapyramidalen Störungen (Dyskinesien, Dystonien)

Die statistische Auswertung wurde anhand einer 2-Faktorenvarianzanalyse aller gemessenen Werte in Winkelgrad erstellt. Die Zunahme der Extensionsfähigkeit der Gelenke ist jeweils statistisch signifikant. Vom typischen spastischen Störungsmuster ausgehend zeigten sich geringere und seltener Bewegungsverhinderungen in der Flexion. Die Verbesserungen sind deswegen relativ gering.

Ein Unterschied der Wirkung in Bezug zum muskulären Grundtonus (Hypertonie oder Hypotonie) konnte nicht gesehen werden.

Untersuchung III ICP-Symptomatik der oberen Extremitäten

In dieser randomisierten, doppelt verblindeten, prospektiven Untersuchung wurden bei 37 Kindern (Verum-Gruppe) insgesamt 72 obere Extremitäten behandelt. In dieser Gruppe fanden sich 14 Mädchen und 23 Jungen im Durchschnittsalter von 11,8 Jahren (jüngster Patient 4,5 Jahre, ältester Patient 18 Jahre). Die Kontrollgruppe umfasste 6 zufällig ausgewählte Kinder, darunter 4 Jungen und 2 Mädchen im Alter von 9,8 – 14,9 Jahren. Es wurden 12 obere Extremitäten untersucht und zum Schein behandelt.

Die 43 Kinder litten unter den Folgen einer infantilen Cerebralparese. Es fanden sich 41 Tetraparesen und 2 Hemiparesen.

Alle Patienten zeigten Beugekontrakturen der oberen Extremitäten und eine Einschränkung der Supinationsfähigkeit der Hand, die durch sogenannte weiche Kontrakturen bedingt waren. Die Kinder hatten seit Jahren krankengymnastische Behandlungen nach Bobath oder Vojta erhalten. Nach einer 2-wöchigen Behandlungsserie mit werktäglicher manueller Medizin, intensiver Krankengymnastik, detonisierender und propriozeptionsfördernder Massage sowie Bewegungsübungen im Thermalbad schien auch hier das derzeitige Potential der möglichen biomechanischen Verbesserungen erschöpft.

Die Verblindung wurde durch Interposition einer 5 mm dicken Neoprenscheibe zwischen die Therapiequelle und den Körper erzielt. Dem kontrollierenden Arzt war nicht bekannt, welches Kind scheinbehandelt und welches tatsächlich behandelt worden war. Gemessen wurden jeweils unmittelbar vor und nach der Behandlung der Bewegungsumfang der Drehfähigkeit der Hand (Supination/Pronation) und die Streckfähigkeit im Ellenbogengelenk in Winkelgrad.

Ergebnisse

Gemessen wurden jeweils unmittelbar vor und nach der Behandlung oder scheinbaren Behandlung der Bewegungsumfang der Drehfähigkeit der Hand (Supination/Pronation) und die Streckfähigkeit im Ellenbogengelenk in Winkelgrad.

n=84	Extension	Supination
<u>Verum</u>		
n= 72	4,79°	16.32°
<u>Kontrollgruppe</u>		
n=12	0,42°	4,16°

Tabelle 2: Durchschnittliche Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit der Streckfähigkeit der Ellenbogengelenke und der Außendrehung der Hände nach Behandlung mit Stoßwellen

Alle Kinder konnten von der erweiterten Bewegungsfähigkeit ihrer oberen Extremitäten profitieren. Verschiedene Kinder konnten ihren Rollstuhl kraftvoller antreiben, wieder andere führten erstmals in ihrem Leben einen Löffel zum Mund.

Untersuchung IV Ganglabor und Gross Motor function measure

Diese randomisierte, doppelt verblindete Untersuchung umfasst nur 11 Kinder mit spastischer Tetra- und Diparese, mit und ohne Dyskinesien im Alter von durchschnittlich 8,9 Jahren, die alle ohne Hilfsmittel gehfähig waren. Die Verblindung wurde durch unbemerkte Interposition einer Neoprenscheibe zwischen Therapiequelle und Körper der Kinder erreicht.

Es wurde der Bewegungsumfang der Gelenke der unteren Extremitäten gemessen, eine Untersuchung im Ganglabor unternommen und der Gross Motor Function Measure Test durchgeführt.

Für eine statistische Auswertung war die Gruppe zu klein und vor allen Dingen zu inhomogen. Eine solche Auswertung wurde aber dennoch unternommen. Eine Verbesserung des Bewegungsumfangs der Gelenke der unteren Extremität ließ sich unter statistischen Gesichtspunkten nicht nachweisen. Wie die hier dargestellten Untersuchungen III und IV zeigen, bedarf es dazu einer größeren Anzahl von Patienten. Allerdings ließen sich für die dynamischen Bewegungsqualitäten im Ganglabor und über den Gross Motor Function Measure Verbesserungen feststellen. Es zeigte sich die deutliche Tendenz, dass für diese Verbesserungen eine einzige Behandlung mit extrakorporalen Stoßwellen nicht ausreichend ist. Die Verbesserungen stellten sich erst nach 3 bis 4 Behandlung ein.

Als Hinweis für die Reduktion spastisch-hypertoner Muskelspannung wurde besonders bei den älteren und schwereren Kindern eine Verschlechterung in der Dimension Stehen des Gross Motor Function Measure gesehen. Diese Kinder waren fettleibig und konnten offensichtlich nach der Behandlung mit extrakorporalen Stoßwellen wegen der Reduktion der Muskelspannung ihr eigenes Körpergewicht schlechter tragen. Nach persönlicher Mitteilung von Baumann, war dieses Phänomen bei Kontrollen mit mehrtägigem Abstand nach Stoßwellenbehandlung nicht mehr nachweisbar.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung bedürfen die Kinder einer individuell verschiedenen Zeit, um verbesserte Bewegungsmöglichkeiten in Bewegungsfähigkeiten umzusetzen.

Untersuchung V . Neuropsychologische Pilotuntersuchung (11)

Es ist bekannt, dass eine Erweiterung motorischer Fähigkeiten bei ICP-Kindern zu Verbesserung kognitiver Fähigkeiten führt. Deswegen führten wir eine fremd kontrollierte, prospektive Untersuchung neuropsychologischer Parameter durch.

3 Kinder mit Diparese und 2 Kinder mit Tetraparese zwischen 4,6 und 12,4 Jahren, im Durchschnittsalter von 8,6 Jahren, wurden zufällig ausgewählt. Sie wurden vor und nach einer 2-wöchigen Behandlung mit 5 Sitzungen von je 400 Stoßwellen auf die Fußsohlen und Wadenmuskulatur beider Seiten mit einer Energieflussdichte von 0,02 mJ/mm² überprüft. Zur Anwendung kam der ABC Kaufmann Assessment Battery for children und der TÜKI-Test (Tübinger Luria-Christensen Neuropsychologische Untersuchungsreihe für Kinder).

Die kleine Anzahl der Kinder, ihr verschiedenes Alter und der unterschiedliche Behinderungsgrad lassen eine statistische Auswertung oder gar eine repräsentative Aussage nicht zu. Kostengründe hinderten uns an einer Erweiterung der Untersuchungen. Immerhin lassen sich aber Tendenzen aufzeigen.

Ergebnisse

Die kontrollierende Psychologin fand allgemein eine erhöhte Vigilanz bei allen Kindern nach der Behandlungsserie. Bemerkenswert war die Zunahme der oralen Praxie der Kinder. Die intellektuellen Fertigkeiten verbesserten sich um durchschnittlich 15,1 T-Werte, die kulturellen Fertigkeiten um 3,0 T-Werte, die Intelligenzäquivalente um 5,5 T-Werte und die sensomotorischen Fähigkeiten um 18,5 T-Werte. Ein Kind kooperierte während der Nachuntersuchung nicht mehr und verschlechterte damit das Gesamtergebnis der ganzen Gruppe erheblich.

Für verschiedene Testergebnisse ist ein Übungseffekt nicht auszuschließen; dieses gilt aber weniger für die Verbesserung der oralen Praxie und der sensomotorischen Fähigkeiten.

Die Interpretation der Ergebnisse darf keineswegs in dem Trugschluss münden, dass extrakorporale Stoßwellen die kognitiven Fähigkeiten bewegungsgestörter Kinder verbessern könnten. Allerdings muss eingeräumt werden, dass die Milderung von Bewegungsstörungen bei Kindern in aller Regel zu einer Verbesserung kognitiver Fähigkeiten führt. Es kommt zu einem allgemeinen Entwicklungsfortschritt – auch im kognitiven Bereich. Die Kinder der Untersuchung V haben ebenfalls an der Untersuchung II teilgenommen und eine Verbesserung der Beweglichkeit der Gelenke der unteren Extremitäten gezeigt.

Weitere kasuistische Darstellungen

Polyneuropathie

Eine mehrfache Behandlung lindert die Missempfindungen erheblich und verbessert den Fuß-Boden-Kontakt. Das Gangbild wird schwungvoller.

Inkomplette Querschnittslähmung

Es kommt zu einer deutlich verbesserten Rekrutierung der verbliebenen Restfunktionen. Kloni können beruhigt werden.

Schlaganfallsymptomatik, Hemiparese

Die funktionsverbessernde Wirkung auf die oberen und unteren Extremitäten konnte auch von anderen Forschern bestätigt werden.

Athetose und Ataxie

Patienten mit dyskinetischen und ataktischen Symptomen zeigen eine Beruhigung ihrer Bewegungen und haben ein verbessertes Körperschema.

Arthrogryposis multiplex congenita

Ein 13-jähriges Mädchen mit Befall der unteren Extremitäten zeigte ein über 2 Monate erleichtertes Redressement seiner Klumpfüße und ein subjektiv flüssigeres Gangbild. Der Bewegungsumfang der Kniegelenke in Extension/Flexion konnte über den gleichen Zeitraum von 0-0-25° auf 0-0-35° verbessert werden. In den Folgejahren war eine Behandlungssitzung alle 2 Monate ausreichend, um das Ergebnis zu halten.

Myopathien

Bei den kindlichen Myopathien ist die Verzögerung der Spitzfußentwicklung und der Hüftbeugekontrakturen essentiell zur Erhaltung der Stand- und Gehfähigkeit. Noch „softe“ Kontrakturen lassen sich sehr schön lindern, „steife“ Kontrakturen werden nur wenig besser.

Komplikationen und unerwünschte Wirkungen

Nach rund 15.000 Einzelbehandlungen, mehrheitlich an spastisch bewegungsgestörten Kindern, konnte in 14 Jahren keine unerwünschte Nebenwirkung gefunden werden.

Die Behandlungen sind nicht schmerzhaft und werden nach kurzer Gewöhnung auch von sehr kleinen Kindern mit Gleichmut hingenommen.

Wie lange halten die Ergebnisse?

Die biomechanischen Verbesserungen treten bereits während der ersten Behandlung ein. Da aber das Grundleiden, welches für die Kontrakturen und die gestörte Propriozeption verantwortlich ist, nicht beeinflusst werden kann, versucht die Steuerung des Bewegungssystems den gewohnten (schlechten) Zustand wiederherzustellen. Das Ergebnis einer einmaligen Behandlung wird also von den nervösen Steuerungsmechanismen nicht selten wieder zunichte gemacht. Deswegen hat es sich bewährt, während einer 2-wöchigen Komplexbehandlung 4-5 mal die Stoßwellen anzuwenden. Die Erfahrung zeigt, dass die Ergebnisse durch die zweite bis fünfte Behandlung nicht nur gesteigert, sondern auch verfestigt werden können.

Die Verbesserungen halten in der Regel 4 bis 8 Wochen, manchmal auch 3-4 Monate. Danach stellen sich die sekundären Störungen in der peripheren Muskulatur wegen des weiter bestehenden Grundleidens langsam wieder ein. Eine Einzelsitzung mit Stoßwellen bringt den Patienten dann wieder in den verbesserten Zustand.

Allerdings ist zu bemerken, dass Bewegungen, die ein Betroffener täglich ausführt, nicht mehr verlernt werden. Sie werden unter dem Einfluss einer mit der Zeit wieder verschlechterten Biomechanik lediglich mühevoller.

Zusammenfassung

Niedrigenergetische extrakorporale Stoßwellen sind eine neue nebenwirkungsfreie Möglichkeit, bei muskulär-dysfunktionellen Symptomenkomplexen, biomechanische und damit sensomotorische Verbesserungen des Bewegungssystems zu erzielen. Die Anwendung ist schmerzfrei und damit kindgerecht.

Ein besonders positiver Effekt lässt sich auf die lästige Steifigkeit der Muskulatur, funktionell verkürztes Bindegewebe und den muskulären Hypertonus erzielen. Bei Patienten mit hypotoner Grundspannung besteht die Muskeldysbalance lediglich auf erniedrigtem Tonusniveau. Die Behandlung dieser Patienten ist etwas mühsamer aber dennoch erfolgversprechend.

"Weiche" Kontrakturen im Sinne der reinen Fehlsteuerung können in erheblichem Maße aufgelöst, "harte", teilweise als strukturell bedingt angesehene Kontrakturen begrenzt gemildert werden. Verkürzte Muskelfaszien werden dehnbarer, spastische Kokontraktionen gemildert.

Die Behandlung der oberen Extremitäten führt zu einem verbesserten Handgebrauch.

Bei verschiedenen Fußdeformitäten (Spitzfuß, Ballenhohlfuß, Klumpfuß) werden die sehnigen aponeurotischen Strukturen durch die Behandlung weicher, so dass nicht nur das Redressieren der Füße, sondern auch die Hilfsmittelversorgung erleichtert ist. Es kommt zu einem verbesserten Fuß-Bodenkontakt und infolgedessen zu einer verbesserten Aufrichtung des Beckens, des Rumpfes und des Kopfes.

Es kommt zu Funktionsverbesserungen bei verschiedenen Formen der Neuropathie und Myopathie, einschließlich beim Postpolio Syndrom und den Polyneuropathien.

Die positive systemische Wirkung auf die gesamte Motorik ist bei der Behandlung des besonders dicht mit Nerven versorgten Nackenrezeptorenfeldes besonders ausgeprägt.

Die verbesserte Propriozeption führt bei Patienten mit Dyskinesien zu einer begrenzten Beruhigung der unwillkürlichen Bewegungen. Dies gilt auch für die Kloni bei spastischen Lähmungen.

Die Behandlung funktionsgestörter Mund- und Schlundmuskulatur führt häufig zu einer Verbesserung der Sprache, der Kaufunktion und des Schluckaktes.

Bei vielen Patienten werden neue Bewegungen und Haltungen möglich. Bereits vorhandene Bewegungsmuster werden mit höherer Ausdauer und geringerer Mühe ausgeführt.

Motorik, Propriozeption und kognitive Fähigkeiten sind unmittelbar miteinander verbunden, sodass es oft zu einem deutlichen Anstoß der geistigen Entwicklung kommt.

Der unmittelbare Effekt hält mehrere Wochen bis einige Monate an. Die Zeit kann zur Erarbeitung neuer Haltungs- und Bewegungsmuster genutzt werden. Ein erlerntes und benutztes Programm geht unter diesen Umständen nicht wieder verloren.

Die an Kindern erarbeiteten funktionellen Verbesserungen lassen sich ebenso an Erwachsenen erzielen.

Literatur zu den extrakorporalen Stoßwellen

1. Amelio E, Manganotti P (2004) Effect of shock wave therapy in patients affected by stroke with upper limb spasticity: neurophysiological and clinical study. *Stroke* 2005;36:1967-1971.
2. Amelio E, Manganotti P (2006) Effect of shock-wave therapy on spastic equinus foot in patients affected by cerebral palsy. *Journal of Neurology*, 253, Suppl 2, 601
3. Gigliotti S., Corrado B., Caputo R., Zicarelli C. Shock waves as therapeutic possibility in Reflex Sympathetic Dystrophy, ISMST-Kongreß 2005, Wien 29. Mai - 1. Juni 2005, (Proceedings)
4. Haake M, Thon A, Bette M. (2002) No influence of low-energy extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on spinal nociceptive systems. *J Orthop Sci.* 2002;7(1):97-101.
5. Kraus M, Reinhart E, Krause H, Reuther J (1999) Niedrigenergetische extracorporale Stoß-wellentherapie (ESWT) zur Behandlung des M. masseter. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 3:20-23
6. Kuo YR, Wu WS, Hsieh YL, et alii (2007) Extracorporeal shock wave enhanced extended skin flap tissue survival via increase of topical blood perfusion and associated with suppression of tissue pro-inflammation. *J Surg Res*143(2):385-92.
7. Lohse-Busch H, Kraemer M, Reime U,1997, The use of extracorporeally induced shock waves in the treatment of muscular malfunctions of different etiologies. A survey of initial results. In: Siebert, Buch (Hrsg) *Extracorporeal Shock waves in Orthopaedics*, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York
8. Lohse-Busch H (2001) Extrakorporale Stoßwellen. In Lohse-Busch H, Riedel M, Graf-Baumann T (Hrsg) *Das therapeutische Angebot für bewegungsgestörte Kinder*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 257-275
9. Mariotto S W, Cavalieri E, Amelio E, Ciampa AR, Carcereri de Prati A, Marlinghaus E, Russo S, Suzuki H(2005) Extracorporeal shock waves: From lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production. *Nitric Oxide* 12:89-96
10. C. Trompetto, L. Avanzino, M. Bove, L. Marinelli, L. Molfetta, R. Trentini, G. Abruzzese (2009) External shock waves therapy in dystonia: preliminary results *European Journal of Neurology* 1468-1331