

Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia
Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band: 34 (1998)
Heft: 1

Artikel: Therapeutische Wirksamkeit von Ultraschall : eine Literaturübersicht
Autor: Kober, L. / Kröling, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-929252>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Therapeutische Wirksamkeit von Ultraschall

Eine Literaturübersicht

L. Kober, P. Kröling

Dr. med. Lorenz Kober: Klinik für Physikalische Medizin und Rehabilitation, Ludwig-Maximilians-Universität München, Marchioninstraße 15, D-8137 München

Es wird zunächst über die Ergebnisse einer umfangreichen Literaturauswertung von Falconer et al. (1990) zur Frage der therapeutischen US-Wirkung berichtet. Die Autoren kommen anhand der Analyse von 35 Studien unterschiedlichster Qualität aus den Jahren 1952–1989 zu folgender Wertung: akut-entzündliche periartikuläre Erkrankungen oder Arthrosen reagieren auf US-Behandlungen bezüglich Schmerzreduktion und/oder Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit zwar überwiegend positiv, der kausale Zusammenhang mit US-Wirkung bleibt jedoch unklar. Auch Placeboeffekte und die Erwartungshaltung der Untersucher könnten in Richtung positiver Resultate gewirkt haben. Den Einsatz von US bei chronisch-entzündlichen periartikulären Erkrankungen sieht Falconer derzeit nicht gerechtfertigt. Auffällig ist die Tendenz, dass mit der höheren Designwertigkeit (kontrolliert, blindgeführt) vor allem bei jüngeren Studien die positiven Beurteilungen des therapeutischen US drastisch sinken.

Schlüsselwörter

- Literatursauswertung
- therapeutischer Ultraschall
- Schmerz
- Gelenkbeweglichkeit
- Placeboeffekt

In Ergänzung zu Falconer wurden daher von uns anhand einer eigenen Literaturrecherche selektiv zehn kontrollierte klinische Studien ab 1990 ausgewertet. Sie betreffen vor allem die klassischen Indikationen für die US-Behandlung im Schulter- und Ellbogenbereich. Von sieben Studien, die die US-Wirkung mit Placebo-US vergleichen, kommen sechs zu einem eindeutig negativen Ergebnis. Von den drei nichtplacebokontrollierten Studien berichten zwei von einem positiven Wirkungsnachweis.

Neuere experimentelle Untersuchungen zeigen, dass die bisher angenommene durchblutungsfördernde und antiinflammatorische Wirksamkeit von therapeutischem US in Zweifel gezogen werden muss. Für eine Erhöhung der Schmerzschwelle durch indirekten Einfluss von US auf die Nozizeptoren oder durch eine US-induzierte Veränderung der Nervenleitgeschwindigkeit gibt es ebenfalls kaum experimentell gesicherte Anhaltspunkte.

Es wird abschliessend festgestellt, dass der therapeutische Einsatz von US anhand der derzeit verfügbaren klinischen und experimentiellen Studien nicht befriedigend begründbar ist.

Einleitung

Die therapeutische Anwendung von Ultraschall (US) geht auf Pohlmann zurück, der 1939 US erstmalig bei Ischialgie, Plexusneuralgie und Arthroseschmerz einsetzte (Pohlmann et al. 1939). Seit

Anfang der 50er Jahre hat sich US zur Behandlung schmerzhafter Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates rasch weltweit etabliert: entsprechende Geräte gehören heute zur Grundausrüstung jeder physiotherapeutischen Behandlungseinrichtung. Der therapeutische Stellenwert von US wurde bisher, zumindest im deutschsprachigen Raum, erstaunlich selten hinterfragt. Ziel dieses Beitrages ist es, anhand einer Literatursauswertung neuerer klinischer Studien einen Überblick über den derzeitigen Wissensstand zu erarbeiten.

Aufgrund überwiegend thermischer Effekte wird US der Wärmetherapie zugeordnet. Therapeutischer US (kontinuierlich oder gepulst) wird in einem Frequenzbereich um 1 Mhz (0,8–3 Mhz) verwendet (Lehmann et al. 1974, Knoch und Knauth 1991). Während in den ersten Jahrzehnten reizstarke Intensitäten bis zu 5 W/cm² üblich waren, liegt der therapeutische Bereich heute zwischen zirka 0,3–1,5 W/cm².

Die Longitudinalwellen des US durchdringen das Gewebe und werden in Abhängigkeit von Frequenz und Gewebisdichte absorbiert beziehungsweise an Grenzflächen reflektiert (Lehmann et al. 1955). Bei der Absorption wird die Schallenergie in Wärme umgewandelt (Lehmann et al. 1967). Bestimmte anatomische Strukturen werden bei der Beschallung bevorzugt erwärmt (Lehmann et al. 1968, Smolenski et al. 1989). Vor allem die Reflexion der US-Wellen an Grenzflächen wie zum Beispiel Knochen/Weichteilgewebe trägt entscheidend zur Konzentration der Wärmebildung auch in tieferen Gewebsschichten bei.

Auch nichtthermische Effekte des US werden als therapeutisch wirksam diskutiert (Dyson et al. 1968, Dyson 1982). Thermische wie nichtthermische Effekte sind zudem Gegenstand der Erforschung möglicher unerwünschter Nebenwirkungen (Kober et al. 1989).

Die grösste therapeutische Bedeutung wird US bezüglich seiner analgetischen Wirksamkeit beigemessen. Allerdings mehren sich in jüngster Zeit auf internationaler Ebene Publikationen, welche diesen wichtigen therapeutischen Aspekt in Frage stellen. Hierzu gehört u.a. die Literaturübersicht von Falconer et al. (1990), die uns besonders beachtenswert erscheint und über die daher zunächst berichtet werden soll.

Der Übersichtsartikel enthält 35 klinische Studien (1952–1989) an insgesamt 1923 Patienten mit akuten periartikulären Entzündungen (Bursitis, Epikondylopathie, Tendinitis), anderen chronisch-entzündlichen Erkrankungen des Bewegungsapparates (chronische Polyarthrit, Spondylitis ankylosans, Low Back Pain-Syndrom, Kontusionen, Periarthropathia humeroscapularis, unspezifischer Schmerz mit Ursprung im Skelettmuskelsystem) und Arthrosen. Hauptbeurteilungskriterien wa-

ren die Veränderung der Parameter Schmerz und/oder eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit. Berücksichtigt wurden ausschliesslich englischsprachige Veröffentlichungen.

Falconer stuft die Qualität der meisten Studien als niedrig ein: nur 15 von 35 Studien enthielten eine Kontroll- oder Vergleichsgruppe, 12 waren Blindstudien und nur 5 Studien waren Blindstudien mit einer Kontroll- oder Plazebogruppe. *Falconer* zeigt auf, dass das Vorhandensein einer Kontrollgruppe mit der jeweils gefundenen Wirksamkeit in signifikantem Zusammenhang steht. Nicht blindgeführte Studien oder solche ohne Kontrollgruppe erbrachten häufiger positive Ergebnisse als Blindstudien oder kontrollierte Studien (Tab. 1). Als positives Ergebnis wertete *Falconer*:

- a) bei nichtkontrollierten Studien: Besserung bei mindestens 50% der US-Behandelten
- b) bei kontrollierten Studien: signifikante Besserung der US-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe.

Der Beitrag von *Falconer* erfasst 28 Studien, die älter als 20 Jahre sind und 5 Studien, die zwischen 1980 und 1990 veröffentlicht wurden. Untersuchungen, die vor 1970 veröffentlicht wurden, berichten häufiger von positiven Resultaten als jüngere Publikationen (Schmerz: 17 von 21 alten und 2 von 7 neuen Studien positiv; Gelenkbeweglichkeit: 18 von 27 alten und 1 von 3 neuen Studien positiv). Nur 8 von 28 alten im Vergleich zu 7 von 7 jüngeren Studien waren kontrolliert. *Tabelle 1* fasst die Wirksamkeit von US bezüglich Schmerzreduktion und Verbesserung der Gelenkmobilität in den verschiedenen Diagnosegruppen zusammen. Bei akut-entzündlichen periartikulären Erkrankungen scheint US den Schmerz zu verringern: 5 von 6 Studien erzielten ein positives Ergebnis. Da die einzige kontrollierte und blindgeführte Studie negativ war, vermutet *Falconer* Plazeboeffekte in den Studien mit positivem Resultat. Bei Arthroseschmerzen scheint US

ebenfalls wirksam zu sein: 4 von 5 Studien erzielten ein positives Ergebnis. Die einzige plazebo-kontrollierte Studie war jedoch auch hier negativ. US scheint Schmerz bei chronisch-entzündlichen periartikulären Erkrankungen nicht wirksam zu verringern: zwar berichten 7 von 13 Studien von einem positiven Resultat, 4 von 5 kontrollierten oder blindgeführten Studien erzielten jedoch ein negatives Resultat.

Die Studienergebnisse zur Verbesserung der Gelenkmobilität gleichen denen der Schmerzbeeinflussung. US scheint die Beweglichkeit bei akut-entzündlichen periartikulären Erkrankungen zu verbessern (5 von 6 Studien mit positivem Resultat). Die einzige plazebo-kontrollierte Studie verlief jedoch negativ.

Die Behandlungserfolge bei Arthrosen sind uneinheitlich. US scheint die Beweglichkeit zu verbessern (4 von 5 Studien mit positivem Resultat). Eine kontrollierte Studie verlief negativ, eine kontrollierte Blindstudie positiv. Zur Verbesserung der Beweglichkeit bei chronisch-entzündlichen periartikulären Erkrankungen dürfte US nicht geeignet sein, da von 7 Studien 3 kontrollierte bzw. 4 blindgeführte Studien ein negatives Ergebnis erzielten.

Falconer kommt zusammenfassend zum Schluss, dass bei Patienten mit akut-entzündlichen periartikulären Erkrankungen bzw. Arthrosen nach US-Behandlung zwar eine Schmerzreduktion und/oder Verbesserung der eingeschränkten Gelenkbeweglichkeit zu beobachten ist, Plazeboeffekte hierbei jedoch eine bedeutende Rolle spielen. *Falconer* hält den Einsatz von US bei chronisch-entzündlichen periartikulären Erkrankungen zum gegenwärtigen Zeitpunkt für nicht ausreichend gerechtfertigt.

Die seit 1980 veröffentlichten klinischen Studien über US erfüllen grösstenteils die notwendigen Kriterien der Randomisierung, Blindheit und Einbezug einer Kontrollgruppe. Ergänzend zu *Falconer* werden daher im folgenden selektiv die jün-

geren kontrollierten Studien zur therapeutischen Wirksamkeit von US analysiert.

Neuere klinische Studien zur Wirksamkeit von therapeutischem US

Tabelle 2 demonstriert die im Rahmen einer eigenen Literaturrecherche ermittelten, seit 1980 publizierten, randomisierten und kontrollierten klinischen Studien zur therapeutischen Wirksamkeit von US. Die Recherche enthält 5 der bei *Falconer* zitierten (*Downing* et al. 1986, *Binder* et al. 1988, *Lundeberg* et al. 1988, *Halle* et al. 1986, *Stratford* et al. 1989) sowie 5 weitere Veröffentlichungen. In den 10 Studien wurden insgesamt 720 Patienten erfasst. 7 Studien sind doppelblind, 2 Studien einfachblind, 1 Studie ist nicht blind geführt.

Ergebnisse der Literaturswertung

Periarthropathia humeroscapularis (PHS)

Berry et al. (1980) verglichen in einer randomisierten Einfachblindstudie an 60 Patienten US mit Plazebo-US und 3 weiteren Behandlungsformen der PHS (Akupunktur, Steroidinjektion und orales Antiphlogistikum). Die Schmerzparameter und die goniometrisch gemessene Schulterabduktion zeigten nach dem Ende der Behandlungen keinen signifikanten Gruppenunterschied. *Berry* et al. schliessen daraus, dass weder therapeutischer US noch die anderen Therapieformen bei der PHS eindeutig für die Besserung des Krankheitsbildes verantwortlich sind. Die Autoren schreiben diese vielmehr der Tatsache zu, dass es sich um eine selbstlimitierende Erkrankung handelt.

In der Studie von *Downing* et al. (1986) wurden 20 Patienten mit PHS randomisiert zwei Gruppen mit US und Plazebo-US zugeteilt. Vor und nach der doppelblind geführten Behandlungsserie wurde die Schulterbeweglichkeit goniometrisch gemessen sowie die Schmerzparameter anhand eines Fragebogens bestimmt. Zwar liessen sich bei einigen Beweglichkeitsparametern (bei Plazebo-US die Schulterflexion; bei Verum-US die Schulterflexion, Innen- und Aussenrotation) signifikante Verbesserungen beobachten, insgesamt zeigte die US-Behandlung bezüglich Schmerz und Beweglichkeit jedoch keine Vorteile.

Epikondylopathie

76 Patienten mit Epikondylopathia humeri radialis wurden in einer randomisierten Studie von *Binder* et al. (1985) mit Plazebo-US oder gepulstem US doppelblind behandelt. 63% der mit Verum-US behandelten Patienten besserten sich signifikant gegenüber 29% Plazebo-US. Im 1-Jahr-Follow-up hatten die Patienten der Verum-US-Gruppe signifikant weniger Rezidive als die der Plazebogruppe.

Diagnosen	Studien mit positivem Ergebnis			Studien mit negativem Ergebnis		
	gesamt	kontrolliert	blind	gesamt	kontrolliert	blind
akut-entzündliche periartikuläre Erkrankungen	5 (5)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	1 (0)
chronisch-entzündliche periartikuläre Erkrankungen	7 (7)	1 (2)	1 (0)	6 (7)	4 (3)	4 (4)
Arthrosen	4 (4)	0 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	0 (0)
andere	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (2)	1 (2)	1 (2)

Tab. 1: Einfluss auf Schmerz und Gelenkmobilität durch therapeutischen US. Gesamtzahl der Studien zum Einfluss von US auf Schmerz und Anzahl kontrollierter und Blindstudien mit positivem (US bewirkt Schmerzreduktion) und negativem Ergebnis. In Klammern sind die Studien zum Einfluss auf die Gelenkmobilität angegeben (nach *Falconer* et al. 1990).

Autor	n	Diagnose	Design	Parameter	Therapieschema	Ergebnis	Wertung ³
Berry et al. (1980)	60	PHS	einfachblind randomisiert	Schmerz-VAS Goniometer	US ^{1,2} 8 x 10 Min. Plazebo-US Steroidinjektion Akupunktur	alle Gruppen: sign. Besserung, kein Unterschied zwischen US und Plazebo-US	∅
Downing et al. (1986)	20	PHS	doppelblind randomisiert	Goniometer Schmerz-VAS	US 1,0 Mhz, kontin. 1,2 W/cm ² 12 x 6 Min. Plazebo-US	US gleich wirksam wie Plazebo-US kein sign. Unterschied zwischen US und Plazebo-US	∅
Binder et al. (1985)	76	Epikondylopathie	doppelblind randomisiert	Schmerz-VAS Belastungsschmerz Griffstärke	US 1,0 Mhz, gepulst 1–2 W/cm ² , 2 x 5/10 Min. Plazebo-US	sign. gebessert: 63% der Patienten mit US, 29% mit Plazebo-US Follow-up (1 Jahr) sign. weniger Rezidive mit US	+
Lundeberg et al. (1988)	99	Epikondylopathie	doppelblind randomisiert	Schmerz-VAS Belastungsschmerz- Griffstärke	US 1 Mhz, kontin., 1 W/cm ² , 10 x 10 Min. Plazebo-US keine Therapie (Ruhigstellung)	sign. Besserung mit US und Plazebo-US gegenüber keiner Therapie kein sign. Unterschied zwischen US und Plazebo-US (auch im Follow-up nach 3 Monaten)	∅
Haker et al. (1991)	43	Epikondylopathie	doppelblind randomisiert	Schmerz-VAS Belastungsschmerz Griffstärke	US 1 Mhz, gepulst, 1 W/cm ² , 10 x 10 Min. Plazebo-US	kein sign. Unterschied zwischen US und Plazebo-US am Behandlungsende sowie im Follow-up (3 Monate und 1 Jahr)	∅
Halle et al. (1986)	48	Epikondylopathie	doppelblind randomisiert	Schmerzfragebogen (McGill)	US ^{1,2} , 5 x 20 min, Hydrokortison- phonophorese TENS subkutane Steroid- injektion	alle Gruppen: sign. Besserung zwischen den Gruppen keine sign. Unterschiede	(+)
Stratford et al. (1989)	40	Epikondylopathie	doppelblind randomisiert	Schmerz-VAS Griffstärke	US ¹ , 0,5–1,3 W/cm ² kontin. und gepulst, 9 x 6 Min. Hydrokortison- phonophorese	in beiden Gruppen keine statistisch sign. Besserung	∅
Krumpolt et al. (1988)	54	Tendomyosen (Schulter)	einfachblind randomisiert	Pressure- Algometer	US kontin. ¹ , 0,6 W/cm ² , 10 x 6 Min. US + diadyn. Strom diadyn. Strom Plazebo-US	kein Einfluss auf Druckschmerzschwelle durch US; sign. Anhebung durch Kombination US + diadynam. Strom	∅
Svarcova et al. (1988)	180	Coxarthrose Gonarthrose	randomisiert	Schmerz-VAS	US ^{1,2} , 10 x 15 min, galvan. Strom 0,1 mA/cm ² 120 cm ² , 10 x 20 Min. Diathermie 700 W 10 x 4 Min.	alle Gruppen: sign. Besserung zwischen den Gruppen keine sign. Unterschiede US: geringste Wirkung	(+)
Hashish et al. (1988)	100	Extraktion der unteren 3. Molaren	doppelblind randomisiert	Schmerz-VAS Gesichtsschwellung	US 3 Mhz, gepulst 0,1 W/cm ² , 1 x 5 Min., 4–6 h postoperativ Plazebo-US keine Therapie	postoperativer Schmerz und Schwellung US und Plazebo-US gleich wirksam	∅

¹ keine Angaben zur US-Frequenz – ² keine Angaben zur US-Intensität – ³∅ keine Wirkung – (+) Wirkung möglich bzw. gering – + Wirkung nachgewiesen.

Tab. 2: Kontrollierte klinische Studien zur Wirksamkeit von therapeutischem US (1980–1992).

Physiomed Elektromedizin – Ultraschall – Reizstrom – Vakuum – Tiefen-Oszillation

IONOSON Multifunktionsgerät – unvergleichlich in Preis und Leistung

Breites Therapiespektrum für wenig Geld

- ◆ Reizstrom-Therapie mit 16 Stromformen
- ◆ Ultraschall mit Impuls- und Dauerschall
- ◆ I/T Diagnostik
- ◆ Simultantherapie möglich
- ◆ einfach und sicher zu bedienen
- ◆ tausendfach bewährt



Mietkauf ab Fr. 175.– monatlich



Vita Concept, Hadwigstr. 6A, 9000 St. Gallen, Tel. 071/244 01 75, Fax 071/245 45 51

Hier könnte Ihr **inserat** stehen.

La solution ultrasonique

- Complet, maniable et fonctionnel
- Fréquences: 1 et 3 Mhz sur chaque tête
- Contrôle de contact acoustique et visuel
- 20 mémoires de traitements
- Possibilité de coupler avec 1 appareil d'électrothérapie
- et beaucoup plus encore

phyaction 190



Fr. 3420.–

Die Lösung Ultraschall

- Komplet, einfach und funktionell
- Frequenzen: 1 und 3 Mhz mit jedem Behandlungskopf
- Akustische und visuelle Kontaktkontrolle
- 20 Behandlungsspeicher
- Verbindungsmöglichkeit kombinierbar mit einem Elektrotherapiegerät
- und noch vieles andere mehr



phyaction 190



Veuillez m'envoyer une documentation s.v.p.

Senden Sie mir bitte eine Dokumentation

Nom/Name:

Prénom/Vorname:

Adresse:

Localité/Ort:

Téléphone/Telefon:

Signature/Unterschrift:



VISTA
m e d s a

VISTA med S.A.
Ch. du Croset 9A
1024 Ecublens

Téléphone 021 - 695 05 55
Téléfax 021 - 695 05 50

Lundeberg et al. (1988) verglichen anhand des gleichen Studiendesigns bei 99 Patienten mit Epikondylopathie die therapeutische Wirksamkeit von kontinuierlichem US und Plazebo-US mit einer unbehandelten Kontrollgruppe, der Ruhigstellung verordnet wurde. 36% der Verum- und 30% der Plazebogruppe verbesserten sich gegenüber 24% der unbehandelten Kontrollgruppe. Im Gegensatz zu Binder liess sich der Unterschied zwischen den Gruppen weder nach dem Behandlungsende noch im Follow-up nach drei Monaten statistisch sichern.

In einer identischen Studienanordnung wurden von Haker und Lundeberg (1991) 43 Patienten mit Epikondylopathie mit gepulstem US oder Plazebo-US doppelblind behandelt. Auch hierbei liessen sich zwischen Plazebo- und Verum-US-Behandlung keine signifikanten Unterschiede sichern. Im Follow-up nach 3 und 12 Monaten zeigten sich im Gegensatz zu Binder et al. keine Unterschiede in der Langzeitwirkung von Verum-US. Die Autoren kommen insgesamt zu der Schlussfolgerung, dass weder kontinuierlicher noch gepulster US bei der Epikondylopathie als therapeutische Massnahme begründbar sei.

In den Studien von Halle et al. (1986) und Stratford et al. (1989) wurde bei Patienten mit Epicondylopathia radialis die therapeutische Wirksamkeit von US mit bzw. ohne 10% Hydrokortisongel (Phonophorese) in einer Doppelblindanordnung verglichen. Bei Halle et al. (1986) wurden 48 Patienten insgesamt vier Behandlungsgruppen randomisiert zugeordnet (neben US mit und ohne Hydrokortisongel noch TENS und eine einmalige subkutane Steroidinjektion). Der Schmerzverlauf wurde anhand eines McGill-Fragebogens ermittelt. Alle vier Behandlungsgruppen zeigten signifikante Besserungen, ohne voneinander statistisch unterscheidbar zu sein. Halle empfiehlt daher die einmalige Steroidinjektion als zeit-sparendste Behandlung.

Stratford et al. (1989) ordneten randomisiert 40 Patienten mit Epicondylopathia lat. zwei US-Behandlungsgruppen mit und ohne Hydrokortisongel (Phonophorese) zu. Vor und nach der Behandlungsserie wurden die Parameter Schmerz (VAS), Griffstärke und Dorsalflexion der Hand gegen Widerstand bestimmt. In beiden Behandlungsgruppen wurde eine etwa 25%ige Besserung der Parameter erzielt, die sich jedoch statistisch nicht sichern liess.

Arthrosen und Tendomyosen

180 Patienten mit Gon- und Coxarthrose wurden in einer nicht blindgeführten Studie von Svarcova et al. (1988) randomisiert drei Behandlungsgruppen zugeteilt: US, galvanischer Strom und Kurzwellenbehandlung. Signifikante Gruppenunterschiede wurden nicht beobachtet, US bewirk-

te tendenziell die geringste Schmerzreduktion. An 54 Patienten mit Tendomyosen im Schulterbereich, die mit kontinuierlichem US, Plazebo-US, Reizstrom und einer Kombinationsbehandlung aus US und Reizstrom behandelt wurden, haben Krumpolt et al. (1988) pressurealgometrisch Schmerzschwellen bestimmt. Bei alleiniger US-Behandlung trat keine relevante Veränderung der Druckschmerzschwellen auf. Lediglich die Kombination US und diadynamischer Strom bewirkte eine signifikante Anhebung, wobei offenbleibt, inwiefern es sich hierbei um eine reine Stromwirkung handelte.

Postoperativer Schmerz

Hashish et al. (1988) untersuchten das Verhalten von Schmerz, Schwellung und Entzündungsparametern nach einmaliger US-Behandlung (5 Min.) bei 100 Patienten nach Extraktion der unteren 3. Molaren. In einer Doppelblindanordnung wurden die Patienten drei Behandlungsgruppen randomisiert zugeordnet. Verum-US, Plazebo-US und keine Therapie. Bezüglich analgetischer und antiödematöser Wirksamkeit war kein signifikanter Unterschied zur Plazebobeschallung festzustellen. Hashish et al. nehmen daher an, dass US lediglich Plazeboeffekte bewirke. Es bleibt allerdings unklar, warum sich die Autoren auf eine einmalige Behandlung beschränkt haben.

Diskutierte Wirkungsmechanismen der US-Analgesie

Zur Erklärung der therapeutischen Wirkung von US existieren zahlreiche experimentielle Studien, die sich mit dem Einfluss von US auf Durchblutung, Nervenleitgeschwindigkeit, Membranpermeabilität, Proteinsynthese und Entzündungsgeschehen beschäftigen. Im Zusammenhang mit den oben genannten Studien wird im folgenden schwerpunktmässig die analgetische Wirksamkeit von therapeutischem US diskutiert.

Durchblutung

Ein theoretischer Ansatz für die Schmerzreduktion durch US besteht im «washout» von Schmerzmediatoren durch eine US-induzierte Steigerung der Durchblutung (Imig et al. 1954, Paul und Imig 1955, Abramson et al. 1960, Buchan 1970). Arbeiten von Hansen et al. (1973), Paaske et al. (1973) und Wyper et al. (1978) weisen mit der ¹³³Xenonclearance-Methode allerdings nach, dass es beim Gesunden durch Beschallung weder zu einer signifikanten kutanen, subkutanen noch muskulären Durchblutungssteigerung kommt. Möglicherweise bewirkt US unter pathologischen Bedingungen sogar entgegengesetzte Effekte: Klempe et al. (1982) zeigten in einer plazebokontrollierten Studie anhand der ¹³³Xenonclearance, dass die muskuläre Durch-

blutung unter US-Behandlung bei Patienten mit fibromyalgischem Schmerzsyndrom signifikant abnimmt, ohne jedoch mit einer Schmerzreduktion einherzugehen.

Nervenleitgeschwindigkeit

Als weiteres Erklärungsmodell wird diskutiert, dass US die Schmerzschwelle über einen Einfluss auf die sensorische Nervenleitgeschwindigkeit (NLG) verändert (Lehmann et al. 1958). Die Ergebnisse sind jedoch uneinheitlich. Hinweise für eine erhöhte sensorische NLG durch therapeutischen US (Currier et al. 1978, Halle et al. 1981, Currier et al. 1982, Kramer 1984, Kramer 1985) steht mit der Beobachtung verlangsamter (Lehmann et al. 1958, Hong et al. 1991) oder unveränderter NLG (Cosentino et al. 1983, Trnavsky et al. 1987) im Widerspruch. Dies ist unter Umständen darauf zurückzuführen, dass nichtkontrollierte thermische Effekte bei vielen der Studien die gemessenen NLG beeinflusst haben können. So bringt Kramer (1984, 1985) eine verlangsamte sensorische NLG bei Plazebobeschallung mit dem Kühleffekt des Kopplungsgels und eine erhöhte sensorische NLG zusätzlich zur thermischen Wirkung von US mit der Wirkung des erwärmten Schallkopfes in Zusammenhang. Downing und Weinstein (1986) fordern daher bei US-Studien, dass das Kopplungsgel auf Hauttemperatur vorerwärmt sein muss, wobei unseres Erachtens allerdings Kühleffekte durch Verdunstung nur ausgeschlossen sind, wenn das Medium keine wässrigen oder alkoholischen Anteile enthält.

Einen Hinweis dafür, dass die NLG nicht am Mechanismus der Schmerzreduktion beteiligt ist, bietet eine Studie von Payne (1984) bei Patienten mit postherpetischer Neuralgie. Bei Herpes zoster werden schnelleitende (A-beta) sensible Nervenfasern durch das Virus selektiv geschädigt, während dünnkalibrige (A-delta, C) sensible Nervenfasern ungehemmt weiter Impulse abgeben. Da US besonders die Funktion kleinerer Nervenfasern beeinträchtigen soll (Griffin 1966), erwartet man theoretisch von der US-Therapie eine Schmerzreduktion. In der Studie von Payne liess sich allerdings nur bei 2 von 17 Patienten der Zosterschmerz vermindern.

Zellmembranpermeabilität, Proteinsynthese und Entzündungsparameter

Einige Autoren vermuten, dass die analgetische Wirksamkeit von US auf eine Erhöhung der Zellmembranpermeabilität zurückzuführen ist. Diskutiert werden lokale Veränderungen der ATPase-Aktivität in Nervenzellmembranen und ein Anstieg von freiem Kalzium als «second messenger» (Dinno et al. 1989). Harvey et al. (1974) wiesen nach, dass die Proteinsynthese von Fibroblasten

in vitro durch therapeutischen US gesteigert wird. *Dyson et al.* (1968) berichteten von einer In-vivo-Stimulation der Geweberegeneration durch gepulsten US. Im Tierversuch konnten bisher keine antiinflammatorischen Effekte nachgewiesen werden (*Goddard et al.* 1983).

Experimentelle Schmerzschwelle

Einige wenige Studien behandeln die Frage der therapeutischen Wirksamkeit von US anhand experimenteller Schmerzmodelle. *Edel und Lange* (1979) fanden bei kontinuierlichem US die stärkste Anhebung der elektrischen kutanen Schmerzschwelle im Vergleich zu gepulstem US und 5 weiteren Elektrotherapieformen (20 gesunde Probanden). *Altekrüger und Callies* (1991) teilen 90 Patienten mit akutem lumbalen Syndrom randomisiert drei Behandlungsgruppen zu: Plazebo-US und US mit zwei unterschiedlichen Intensitäten (0,6 und 1,2 Wcm²). Behandelt wurde eine Woche lang täglich, als Messparameter diente ebenfalls die elektrische kutane Schmerzschwelle. Die Verumbehandlung bewirkte im Gegensatz zur Plazebo-US-Behandlung am Ende der Behandlungsserie eine signifikante Anhebung der Schmerzschwelle; zwischen den beiden US-Intensitäten fand sich kein Unterschied.

Williams et al. (1987) untersuchten in einer Doppelblindanordnung ebenfalls den Einfluss von US auf die kutane elektrische Schmerzschwelle. Die Beschallung mit gepulstem und kontinuierlichem US erzeugte im Gegensatz zu *Edel und Lange* (1979) sowie *Altekrüger und Callies* (1991) eine intensitäts- und frequenzabhängige, statistisch signifikante Senkung der Schmerzschwelle. Eine vergleichbare Schmerzschwellensenkung liess sich auch durch eine nichtakustische Erwärmung des Elektrodengebietes herbeiführen. Eine Abkühlung des Elektrodengebietes bewirkte eine Anhebung der Schmerzschwelle. Diese Beobachtung lässt sich im Einklang mit *Lynn* (1979) damit erklären, dass die Entladungsfrequenz elektrisch stimulierter polymodaler Nozizeptoren mit erhöhter Hauttemperatur steigt und die Schmerzschwelle somit bereits bei einem geringeren elektrischen Stimulus erreicht wird. *Williams et al.* (1987) wiesen auch nach, dass bei konstant gehaltener Haupttemperatur (Ankoppelung über ein temperiertes Wasserbad) US keine Veränderung der Schmerzschwelle bewirkt. *Williams* zieht den Schluss, dass die Veränderung der kutanen elektrischen Schmerzschwelle nicht allein auf thermische Ursachen durch Absorption der US-Energie, sondern zusätzlich auf eine nicht unbedeutende Hauterwärmung durch Konduktion vom erwärmten US-Schallkopf zurückzuführen ist. Eine direkte Wirkung von US auf die Nozizeption konnte bisher nicht bewiesen werden. Zu den vorgenannten Studien sei ergänzend darauf

hingewiesen, dass die Ergebnisse, die mit Hilfe der kutanen elektrischen Schmerzschwelle gewonnen werden, nicht problemlos auf klinische Fragestellungen übertragbar sind, da der Hautschmerz kein Äquivalent zu pathologisch relevanten Schmerzen darstellt.

Hasson et al. (1990) untersuchten in einer Doppelblindstudie an 18 gesunden Probanden die Wirkung einer einmaligen Beschallung mit gepulstem US und Plazebo-US auf den pressureal-gometrisch bestimmten Muskelschmerz und die Muskelkraft nach exzentrischer Belastung des M. quadriceps. In der Verum-US-Gruppe erzielte *Hasson* eine signifikante Anhebung der Schmerzschwelle und der Muskelkraft im Vergleich mit der unbehandelten Kontroll- und der Plazebo-US-Gruppe. *Hasson* nimmt als Ursache hierfür eine antiinflammatorische Wirkung von US an. Weiterhin vermutet er eine nichtthermische Beeinflussung der Schmerzperzeption durch Induktion mechanischer Mikroströmungen, die eine Erhöhung der Zellmembranpermeabilität verursachen sollen.

Cicccone et al. (1991) verwendeten ebenfalls einen durch exzentrische Belastung hervorgerufenen Muskelschmerz, um an 40 gesunden Probanden die Wirkung der Salizylat-Phonophorese, US, Plazebo-US und Plazebo-Phonophorese auf den Schmerz und die eingeschränkte Gelenkbeweglichkeit zu untersuchen. In der US-Gruppe war während des dreitägigen Behandlungszeitraumes gegenüber der unbehandelten Kontrollseite eine signifikante Senkung der VAS-Schmerzschwelle nachweisbar. Die übrigen drei Behandlungsgruppen wiesen jeweils nichtsignifikante Veränderungen auf. In der Plazebo-US-Gruppe fanden die Autoren die höchste Schmerzschwelle. *Cicccone et al.* führen die gesteigerte Empfindlichkeit in der US-Gruppe auf thermische Effekte zurück, die die begleitende entzündliche Gewebereaktion möglicherweise sogar fördern.

Plazebowirkungen

Schmerzreduktion durch Plazebobehandlung ist ein bekanntes Phänomen und wird unter anderem mit endorphinabhängigen Veränderungen der Schmerzperzeption in Zusammenhang gebracht (*Levine et al.* 1976, *Fields und Levine* 1984). So konnten zum Beispiel *Hashish et al.* (1988) zeigen, dass analgetische Effekte beim Menschen auch durch Plazebobeschallung auftreten.

Schlussbemerkung

Anhand der Analyse von 35 Studien aus den Jahren 1952–1989 zur Frage der therapeutischen US-Wirkung kommen *Falconer et al.* (1990) zu folgender Wertung: Akutentzündliche periartikuläre Erkrankungen oder Arthrosen reagieren auf

US-Behandlungen bezüglich Schmerzreduktion und/oder Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit zwar überwiegend positiv, der kausale Zusammenhang mit US-Wirkungen bleibt jedoch unklar. Auch Plazeboeffekte und die Erwartungshaltung der Untersucher könnten in Richtung positiver Resultate gewirkt haben. Den Einsatz von US bei chronisch-entzündlichen periartikulären Erkrankungen sieht *Falconer* derzeit nicht gerechtfertigt. Auffällig ist die Tendenz, dass mit der höheren Designwertigkeit (kontrolliert, blindgeführt) vor allem bei jüngeren Studien die positiven Beurteilungen des therapeutischen US drastisch sinken.

In Ergänzung zu *Falconer* wurden daher von uns anhand einer eigenen Literaturrecherche selektiv 10 kontrollierte klinische Studien ab 1980 ausgewertet. Sie betreffen vor allem die klassischen Indikationen für die US-Behandlung im Schulter- und Ellbogenbereich. 7 Studien vergleichen die US-Wirkung mit Plazebo-US: Hiervon kommen 6 zu einem eindeutig negativen Ergebnis. Die einzige positive Studie wird in ihrer Aussagekraft durch 2 negative Studien mit vergleichbarem Design eingeschränkt. Von den 3 nichtplazebo-kontrollierten Studien berichten 2 von einem positiven Wirkungsnachweis.

Neuere experimentielle Untersuchungen zeigen, dass die bisher angenommene durchblutungsfördernde und antiinflammatorische Wirksamkeit von therapeutischem US in Zweifel gezogen werden muss. Für eine Erhöhung der Schmerzschwelle durch direkten Einfluss von US auf die Nozizeptoren oder durch eine US-induzierte Veränderung der Nervenleitgeschwindigkeit gibt es bisher ebenfalls kaum experimentiell gesicherte Anhaltspunkte.

Die obigen Ausführungen stehen unseres Erachtens in einem deutlichen Widerspruch zur Beliebtheit und Verbreitung der Ultraschalltherapie. Auch bei kritischer Wertung dürften allerdings die zahlreichen positiven Erfahrungen in der Praxis nicht unberücksichtigt bleiben, da sich dahinter Wirkungen verbergen können, die bisher durch die Art der Studien nicht hinreichend erfasst wurden. So wurden hier im wesentlichen lediglich primär-analgetische Effekte an sensiblen Strukturen (z.B. bei der Epikondylopathie) berücksichtigt. Unberücksichtigt und damit ungeklärt sind nach wie vor mögliche sekundär-analgetische Wirkungen, vor allem durch eine thermisch und mechanisch bedingte Detonisierung der Muskulatur. Diese wird vom Physiotherapeuten häufig beobachtet, ist jedoch wissenschaftlich im Zusammenhang mit US-Wirkungen kaum erforscht.

Der Trend: «Je jünger die Studie, um so geringer die Ultraschallwirkung» ist möglicherweise nicht

Sonicator 730 Ultraschall

Für Praxis-, Spital- und Domizilbehandlungen

- *Neuste Technologie für höchste Qualitätsansprüche*
 - *Einfache Bedienung*
 - *Kombinierbar mit Sys*Stim 226*
 - *Klein und handlich*
 - *Preiswert*



TECHNOFIT
Medical Equipment

M. + C. Hirsbrunner
28, ch. Sous-le-Mont
CH-1033 Cheseaux s/Lausanne

Tél. 021 - 732 12 57
Fax 021 - 731 10 81

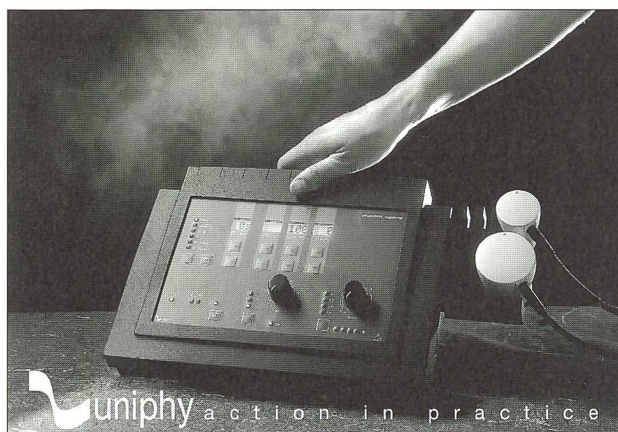
phyaction supporta

Caractéristiques principales:

- Modèle révolutionnaire
- Batterie facile à recharger
- Multifonctionnel
- Facile à emporter
- Grande maniabilité
- Ecrans synoptiques

Die wichtigsten Merkmale:

- Revolutionäres Konzept
- Einfach aufladbare Batterie
- Überall einsetzbar
- Leicht zu transportieren
- Grosser Bedienungskomfort
- Übersichtliche Anzeigen



- Ultrasons
- Electrothérapie
- Tens
- Combinés

- Ultraschall
- Elektrotherapie
- Tens
- Kombiniert



PHYACTION «SUPPORTA»

Veuillez m'envoyer une documentation s.v.p.

Senden Sie mir bitte eine Dokumentation

Nom/Name:

Prénom/Vorname:

Adresse:

Localité/Ort:

Téléphone/Telefon:

Signature/Unterschrift:



VISTA med S.A.
Ch. du Croset 9A
1024 Ecublens

Téléphone 021 - 695 05 55
Téléfax 021 - 695 05 50

nur durch die Verbesserung der Studienqualität im Zeitverlauf bedingt, sondern könnte auch auf Veränderungen auf dem Dosierungssektor hinweisen. Während früher oft sehr reizstarke Intensitäten (bis zu 5 W/cm²) angewandt wurden, liegen die Dosierungen in jüngerer Zeit mit Werten um 0,3–1,5 W/cm² so niedrig, dass oft nicht einmal sensible Schwelligkeit erreicht wird. Vielleicht ist aber gerade der intensive «Heilreiz»,

wenn nicht gar eine Gewebsschädigung mit passagerer Befundverschlechterung für therapeutische Wirkungen notwendig. Hinzu kommt, dass Befundverbesserungen möglicherweise erst mit einer gewissen Latenzzeit bzw. erst nach einer ausreichend langen Behandlungsreihe nachweisbar sind.

Zweifellos reichen die derzeit vorhandenen klinischen und experimentiellen Wirkungsbelege

nicht aus, um den Ultraschall als gesicherte physikalische Therapieform anzusehen und seinen Einsatz bei den genannten Krankheitsbildern zu rechtfertigen. Wir halten es daher für dringend erforderlich, dass durch weitere kontrollierte Studien hierüber Klarheit geschaffen wird.

(*Phys Rehab Kur Med 3 (1993) 22–29*
Georg Thieme Verlag Stuttgart-München)

LITERATUR

- ABRAMSON D.I., C. BURNETT, Y. BELL, S. TUCK, H. REJAL, C.J. FLEISCHER: Changes in blood flow oxygen uptake and tissue temperatures produced by therapeutic physical agents. 1. Effects of ultrasound. *Am. J. Phys. Med.* 39 (1960) 51–62.
- ALDES J.H., T. KLARAS: Use of ultrasonic radiation in the treatment of subdeltoid bursitis with and without calcareous deposits. *West J. Surg. Obstet. Gynecol.* 62 (1954) 369–376.
- ALDES J.H., W.J. JADESON: Ultrasonic therapy in the treatment of hypertrophic arthritis in elderly patients. *Ann. West. Med. Surg.* 6 (1952) 545–550.
- ALTEKRÜGER M., R. CALLIES: Welche Änderung der Schmerzschwelle (Elektroalgotmetrie) bewirkt Ultraschall bei Patienten mit akutem Lumbalsyndrom in einer Behandlungswoche? *Phys Rehab Kur Med* 1 (1991) 54–55.
- BEARZY H.J.: Clinical applications of ultrasonic energy in treatment of acute and chronic subacromial bursitis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 34 (1953) 228–231.
- BERRY H., L. FERNANDES, B. BLOOM, R.J. CLARK, E.B. HAMILTON: Clinical study comparing acupuncture, physiotherapy, injection and oral anti-inflammatory therapy in shoulder-cuff lesions. *Curr. Med. Res. Opin.* 7 (1980) 121–126.
- BINDER A., G. HODGE, A.M. GREENWOOD, B.L. HAZLEMAN, D.P. PAGE THOMAS: Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? *Brit. Med. J.* 290 (1985) 512–514.
- BUCHAN J.F.: The use of ultrasonics in physical medicine. *Practitioner* 205 (1970) 319–326.
- CICCONE C.D., B.G. LEGGIN, J.J. CALLAMARO: Effects of ultrasound and trolamine salicylate phonophoresis on delayed-onset muscle soreness. *Phys. Ther.* 71/9 (1991) 666–678.
- COSENTINO A.B., D.L. CROSS, R.J. HARRINGTON, G.L. SODERBERG: Ultrasound effects on electroneurographie measures in sensory nerve fibers of the median nerve. *Phys. Ther.* 63/11 (1983) 1788–1792.
- CURRIER D.P., D. GREATHOUSE, T. SWIFT: Sensory nerve conduction: effect of ultrasound. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 59 (1978) 181–185.
- CURRIER D.P., J.F. KRAMER: Sensory nerve conduction: heating effects of ultrasound. *Physiotherapy* Ca. 34 (1982) 241–246.
- DINNO M.A., M. DYSON, S.R. YOUNG, A.J. MORTIMER, J. HART, L.A. CRUM: The significance of membrane changes in the safe and effective use of therapeutic and diagnostic ultrasound. *Phys. Jed. Biol.* 34 (1989) 1543–1552.
- DOWNING D., A. WEINSTEIN: Ultrasound therapy of subacromial bursitis. *Phys. Ther.* 66 (1986) 194–199.
- DYSON M., J.B. POND, J. JOSEPH, R. WARWICK: The stimulation of tissue regeneration by means of ultrasound. *Clin. Sci.* 35 (1968) 273–285.
- DYSON M.: Non-thermal cellular effects of ultrasound. *Br. J. Cancer* 45, Suppl. (1982) 165–171.
- ECHTERNACH J.L.: Ultrasound: an adjunct treatment for shoulder disabilities. *Phys. Ther.* 45 (1965) 865–869.
- ELHAG M., K. COGHLAN, P. CHRISTMAS, W. HARVEY, M. HARRIS: The anti-inflammatory effects of dexamethasone and therapeutic ultrasound in oral surgery. *Br. J. Oral Surg.* 23 (1985) 17–23.
- FALCONER J., K. HAYES, R. CHANG: Therapeutic ultrasound in the treatment of musculoskeletal conditions. *Arthritis Care and Research* 3 (1990) 85–91.
- FIELDS H.L., J.D. LEVINE: Placebo analgesia – a role for endorphins? *Trends Neuro. sci.* 7 (1984) 271–273.
- FLAX H.J.: Ultrasound treatment of peritendinitis calcarea of the shoulder. *Am. J. Phys. Med.* 43 (1964) 117–124.
- FYFE M.C., L.A. CHAHL: The effect of ultrasound on experimental edema in rats. *Ultrasound in Med. & Biol.* 6 (1980) 107–111.
- GODDARD D.H., P.A. REVELL, J. CASON, S. GALLAGHER, H.L. CURREY: Ultrasound has no anti-inflammatory effect. *Ann. Rheumat. Dis.* 42 (1983) 582–584.
- GRIFFIN J.E.: Physiological effects of ultrasonic energy as it is used clinically. *Phys. Ther.* 61 (1966) 18–26.
- GRIFFIN J.E., J.L. ECHTERNACH, R.E. PRICE, J.C. TOUCHSTONE: Patients treated with ultrasonic driven hydrocortisone and with ultrasound alone. *Phys. Ther.* 47 (1967) 594–601.
- GRIFFIN J.E., J.L. ECHTERNACH, K.L. BOWMAKER: Results of frequency differences in ultrasonic therapy. *Phys. Ther.* 50 (1970) 481–486.
- GRYNBAUM B.B.: An evaluation of the clinical use of ultrasonics. *Am. J. Phys. Med.* 33 (1954) 75–78.
- HALLE J.S., C.R. SCOVILLE, D.G. GREATHOUSE: Ultrasound's effects on the conduction latency of the superficial radial nerve in man. *Phys. Ther.* 61 (1981) 345–350.
- HALLE J.S., J.R. FRANKLIN, B.L. KARALFA: Comparison of four treatment approaches for lateral epicondylitis of the elbow. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 8 (1986) 62–67.
- HAKER E., T. LUNDBERG: Pulsed ultrasound treatment in lateral epicondylagia. *Scand. J. Rehab. Med.* 23 (1991) 115–118.
- HAMER J., J.A. KIRK: Physiotherapy and the frozen shoulder: a comparative trial of ice and ultrasonic therapy. *N. Z. Med. J.* 8 (1976) 191–192.
- HARVEY W., M. DYSON, J.B. POND, R. GRAHAM: The stimulation of protein synthesis in human fibroblasts by therapeutic ultrasound. *Rheumatol. Rehabil.* 14 (1974) 237.
- HARVEY W., M. DYSON, J.B. POND, R. GRAHAM: The in vitro stimulation of protein synthesis in human fibroblasts by therapeutic levels of ultrasound. 14. In: Kastner et al.: *Ultrasonic in Medicine. Excerpta Medica, Amsterdam* (1976) 10–21.
- HANSEN T.H., J.H. KRISTENSEN: Effect of massage, shortwave diathermy and ultrasound upon 133X^e disappearance rate from muscle and subcutaneous tissue in the human calf. *Scand. J. Rehab. Med.* 5 (1973) 1979–182.
- HASHISH I., H.K. HAI, W. HARVEY, C. FEINMANN, M. HARRIS: Reduction of postoperative pain and swelling by ultrasound treatment: a placebo effect. *Pain* 33 (1988) 303–311.
- HOGAN R.D., K.M. BURKE, T.D. FRANKLIN: The effect of ultrasound on microvascular hemodynamics in skeletal muscle: Effects during ischemia. *Microvasc. Res.* 23 (1982) 370–379.
- HONG C.Z., H.H. LIU, L.J. YU: Ultrasound thermotherapy effect on the recovery of nerve conduction in experimental compression neuropathy. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 69 (1988) 410–414.
- HONG C.Z.: Reversible nerve conduction block in patients with poly-neuropathy after ultrasound thermotherapy at therapeutic dosage. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 72 (1991) 132–137.
- IMIG C.J., B.F. RANDALL, H.M. HINES: Effect of ultrasound energy on blood flow. *Am. J. Phys. Med.* 33 (1954) 100–102.
- KLEMP P., B. STABERG, J. KORSGARD, H. NIELSEN, P. CRONE: Reduced blood flow in fibromyotic muscles during ultrasound therapy. *Scand. J. Rehab. Med.* 15 (1982) 21–23.
- KNOCH H., G. KATHARINA KNAUTH: Therapie mit Ultraschall. 4. Gustav Fischer Verlag, Jena (1991).
- KOBER L.O., J.W. ELLWART, H. BRETTEL: Effects of pulse length of ultrasound on cell membrane damage in vitro. *J. Acoust. Soc. Am.* 86/1 (1989) 6–7.
- KRAMER J.F.: Ultrasound: evaluation of its mechanical and thermal effects. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 65 (1984) 223–227.
- KRAMER J.F.: Effect of therapeutic ultrasound intensity on subcutaneous temperature and ulnar nerve conduction velocity. *Am. J. Phys. Med.* 64/1 (1985) 1–9.



KRUMPOLDT G., A. LANGE: Schmerzschwellenmessungen an Trigger Points unter der Behandlung von Tendemiosen im Schulterbereich. *Z. Physiother.* 40 (1988) 397–402.

LEHMANN J.F., D.J. ERICKSON, G.M. MARTIN, F.H. KRUSEN: Comparison of ultrasonic and microwave diathermy in the physical treatment of periarthritis of the shoulder. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 35 (1954) 627–634.

LEHMANN J.F., D.J. ERICKSON, G.M. MARTIN, F.H. KRUSEN: Present value of ultrasonic diathermy. *J.A.M.A.* 157 (1955) 996–999.

LEHMANN J.F., G.D. BRUNNER, R.W. STOW: Pain threshold measurements after therapeutic application of ultrasound, microwaves and infrared. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 39 (1958) 560–565.

LEHMANN J.F., B.J. DELATEUR, J.B. STONEBRIDGE, C.G. WARREN: Therapeutic temperature distribution produced by ultrasound as modified by dosage and volume of tissue exposed. *Arch. Phys. Med.* 48/12 (1967) 662–666.

LEHMANN J.F., B.J. DELATEUR, C.G. WARREN, J.B. STONEBRIDGE: Heating of joint structures by ultrasound. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 49 (1968) 28–30.

LEHMANN J.F., C.G. WARREN, S.M. SCHAM: Therapeutic heat and cold. *Clin. Orthop.* 99 (1974) 207–245.

LEVINE J.D., N.C. GORDON, H.L. FIELDS: The mechanism of placebo analgesia. *Lancet* 8091 (1978) 654–657.

LUNDEBERG T., P. ABRAMSON, E. HAKER: A comparative study of continuous ultrasound, placebo ultrasound and rest in epicondylalgia. *Scand. J. Rehab. Med.* 20 (1988) 99–101.

LYNN B.: The best sensitization of polymodal nociceptors in the rabbit and its dependence of the local blood flow. *J. Physiol.* 287 (1979) 493–507.

MORTIMER A.J., M. DYSON: The effect of therapeutic ultrasound on calcium uptake in fibroblasts: Ultrasound in *Med. & Biol.* 14 (1988) 499–506.

MUELLER E.E., S. MEAD, B.F. SCHULZ, M.R. VADEN: A placebo-controlled study of ultrasound treatment for periarthritis. *Am. J. Phys. Med.* 33 (1954) 31–35.

MUNTING E.: Ultrasonic therapy for painful shoulders. *Physiotherapy* 64 (1978) 180–181.

NEWMAN M.K., M. KILL, G. FRAMPTON: Effects of ultrasound alone and combined with hydrocortisone injections by needle or hypospray. *Am. J. Phys. Med.* 37 (1958) 206–209.

NEWMAN M.K., A.J. MURPHY: Application of ultrasonics in chronic rheumatic diseases. *Mich. State. Med. Soc.* 51 (1952) 1213–1215.

PAASKE W.P., H. HOVIND, P. SEJRSEN: Influence of therapeutic irradiation on blood flow in human cutaneous, subcutaneous and muscular tissues. *Scand. J. clin. Lab. Invest.* 31 (1973) 389–394.

POHLMANN R., R. RICHTER, E. PAROW: Über die Ausbreitung und Absorption des Ultraschalls im menschlichen Gewebe und seine therapeutische Wirkung an Ischias und Plexusneuralgie. *Deutsch. Med. Wschr.* 7 (1939) 251–254.

RODEN D.: Ultrasonic waves in the treatment of chronic adhesive subacromial bursitis. *J. Ir. Med. Assoc.* 30 (1952) 85–88.

SMOLENSKI U., J. MANTHEY, U. SCHREIBER, H. SCHUBERT, R. CALLIES: Gewebetemperaturänderungen unter Applikation von Ultraschall und Kurzwelle in der Gelenkregion – Tierexperimentelle Studie. *Z. Physiother.* 41 (1989) 269–273.

SOREN A.: Evaluation of ultrasound treatment in musculo-skeletal disorders. *Physiotherapy* 51 (1965) 214–217.

STRATFORD P.W., D.R. LEVY, S. GAULDIE, D. MISEFERI, K. LEVY: The evaluation of phonophoresis and friction massage as treatments for extensor carpi radialis tendinitis: a randomised controlled trial. *Physiother. Ca.* 41/2 (1989) 93–99.

SVARCOVA J., K. TRNAVSKI, J. ZVAROVA: The influence of ultrasound, galvanic currents and shortwave diathermy on pain intensity in patients with osteoarthritis. *Scand. J. Rheumatol. Suppl.* 67 (1988) 83–85.

TRNAVSKY G., N. SEIFI, M. HUSSEIN, V. SADIL: Der Einfluss von Impulsultraschalltherapie auf reizelektrische Parameter. *Z. Phys. Med. Baln. Med. Klim.* 16 (296).

WILLIAMS A.R., J. McHALE, M. BOWDITCH: Effects of Mhz ultrasound on electrical pain threshold perception in humans. *Ultrasound in Med. & Biol.* 13/5 (1987) 249–258.

WYPER D.J., D.R. MCNIVEN, T.J. DONNELLY: Therapeutic ultrasound and muscle blood flow. *Physiotherapy* 64/10 (1978) 321–322.

YOUNG S.R., M. DYSON: Macrophage responsiveness to therapeutic ultrasound. *Ultrasound in Med. & Biol.* 16/8 (1990) 809–816.

Die neue Generation der Dr.-Born-Ultraschall-Therapiegeräte ist da

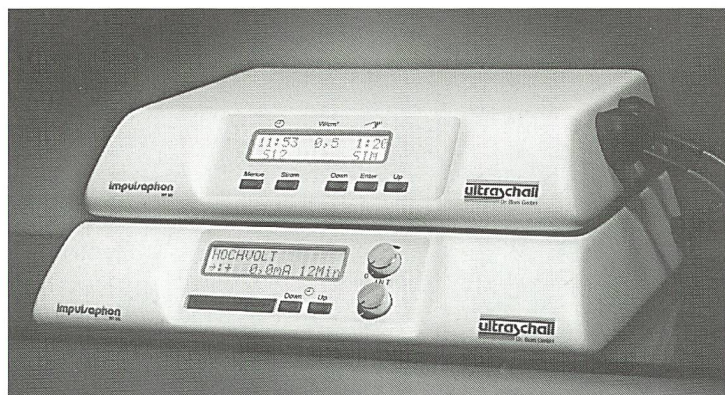
Drei Ultraschallgeräte mit automatischer Kopplungskontrolle und erstmals ein preisgünstiges Elektrotherapiegerät für die Kombinationstherapie, im gleichen Design, stehen zur Auswahl.

Impulsaphon NT 10, 1 MHz, das einfache, preisgünstige, mit Anzeigedisplay und 6 Programmen.

Impulsaphon NT 50, 1 MHz, mit zweizeiligem Anzeigedisplay, 5 Standardmenüs und frei programmierbar.

Impulsaphon NT 70, 1 und 3 MHz (beide Frequenzen mit dem gleichen Behandlungskopf), sonst wie NT 50.

Impulsaphon NT 95, preisgünstiges Elektrotherapiegerät für die Kombinationstherapie.



IMPULSAPHON NT 50 und NT 95

Generalvertretung für die Schweiz



FRITAC MEDIZINTECHNIK AG
8031 Zürich
Hardturmstrasse 76
Telefon 01/271 86 12
Fax 01/271 78 35

BON

Bitte ausschneiden und einsenden an
FRITAC AG
Postfach
8031 Zürich

Bitte senden Sie mir/uns Unterlagen

Ultraschall-/Elektrotherapie

Therapie-Liegen

Name _____

Strasse _____

Plz/Ort _____