Zeitschrift: Physiotherapeut : Zeitschrift des Schweizerischen Physiotherapeutenverbandes = Physiothérapeute : bulletin de la Fédération Suisse des Physiothérapeutes = Fisioterapista : bollettino della Federazione Svizzera dei Fisioterapisti

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 26 (1990)

Heft: 11

Artikel: Die Elektrotherapie : Prinzipien, Wirkungsweise, Indikation und Kontraindikation

Autor: Bruhin, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-930195

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.11.2025

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

Die Elektrotherapie

Prinzipien, Wirkungsweise, Indikation und Kontraindikation

*Originalbeitrag von Dr. med. A. Bruhin**

Die Anwendung von Elektrizität zu Heilzwecken wurde bereits im Altertum versucht. Seit der Möglichkeit, elektromotorische Kraft zu erzeugen, wurde sie immer wieder empirisch, ohne wissenschaftliche Begründung eingesetzt, eine Vielzahl unterschiedlicher Krankheiten teilweise mit recht gutem Erfolg zu behandeln. Dank der elektrophysiologischen Erkenntnisse der letzten Jahrzehnte sind viele der aus Erfahrung festgestellten Wirkungen erklärbar geworden. Dies ermöglicht, den Strom therapeutisch gezielt einzusetzen und macht beim Wissen um die Wirkungsprinzipien der Elektrizität im Organismus die in älteren Lehrbüchern schier endlose Aufzählung von Krankheitsanzeigen überflüssig. Diese müssen auch neu kritisch überdacht werden. Das Wissen um die Wirkungen des Stromes im Gewebe macht aber auch für den Therapeuten die korrekte und Erfolg versprechende praktische Durchführung erst möglich. Diese muss unter kundiger Führung erlernt und geübt werden; auf deren Erwähnung wird im folgenden verzichtet.

Entscheidend für den Therapieerfolg sind das einwandfreie Kennen und Bedienen des benützten Elektrotherapiegerätes. Das richtige Anlegen der Elektroden ermöglicht die gewünschte Stromverteilung bzw. die Verdichtung des Stromfeldes am richtigen Ort. Hierfür sind auch Kenntnisse der normalen anatomischen Gewebestrukturen und das Wissen des zu behandelnden Krankheitsgeschehens notwendig. Schliesslich ist das subtile Anpassen des elektrischen Reizes in Intensität, Dauer, Form und Wiederholung an die Krankheitsart, das Krankheitsstadium und das individuelle Reaktionsvermögen des Patienten für den Erfolg bei der Behandlung des kranken Menschen unerlässlich.
Im folgenden werden nur die in der Praxis gebräuchlichsten elektrotherapeutischen Anwendungsformen besprochen und auf einige neuere Behandlungsmethoden wird hingewiesen.

Hauptwirkungen des elektrischen Stromes auf den Organismus

Der elektrische Strom (= Bewegung geladener Teilchen), der dem Körper von aussen zugeführt wird, wirkt als Reiz. Er vermag entweder direkte oder indirekte Wirkungen in den Geweben unseres Körpers auszulösen.

Direkt wirkt die elektrische Kraft auf erregbare Membranen von Nerv, Rezeptoren und Muskel durch Veränderung von Potential und Funktion der Membran. Der elektrische Reiz löst eine Erregung aus, die entweder lokal bleibt oder sich fortpflanzt. Diese unmittelbare Wirkung des elektrischen Reizes führt zu elektrotherapeutischen Wirkungen.
Bei der lokalen Erregung genügt die Reizstärke nicht, das Membranpotential der Zelle zu zerstören und eine sich fortpflanzende Erregung, wie dies bei wiederholter und überschwelliger Reizung erfolgt, auszulösen. Die Grösse lokaler Erregungserscheinungen ist also von der Reizstärke abhängig und gehorcht nicht dem «Alles-oder-Nichts-Gesetz».
Indirekt wird durch elektrischen Strom mit einer hohen Zahl von Schwingungen, welche der kurzen Stromperiode wegen keine unmittelbaren Erregungen an Nerven, Rezeptoren und Muskeln auszulösen vermögen, Wärme gebildet. Die Wärme entsteht in den einzelnen Gewebeschichten, entsprechend ihrer elektrischen Eigenschaften, die sie dem durchströmenden Strom entgegensetzen.

Ziel der Elektrotherapie

In der Praxis eignet sich der Strom zur Behandlung und/oder Nachbehandlung oder Rehabilitation von Krankheiten oder Verletzungen und deren Folgezustände vorwiegend mit dem Ziel der Schmerzlinderung. Die Elektrotherapie bietet sich dabei meist als eine unterstützende Hilfsmassnahme zur aktiven Übungsbehandlung an.

Einteilung der Elektrotherapie

Allgemein üblich, wird die Elektrotherapie in der Medizin entsprechend den Wirkungen, die der elektrische Strom im lebenden Gewebe hervorruft, in drei Frequenzbereiche eingeteilt. Der Niederfrequenzbereich reicht von 0 bis 100 Hz, der Mittelfrequenzbereich von 1000 bis 100000 Hz, und der Hochfrequenzbereich beginnt ab 100000 Hz und wird therapeutisch ab 300000 Hz genützt.

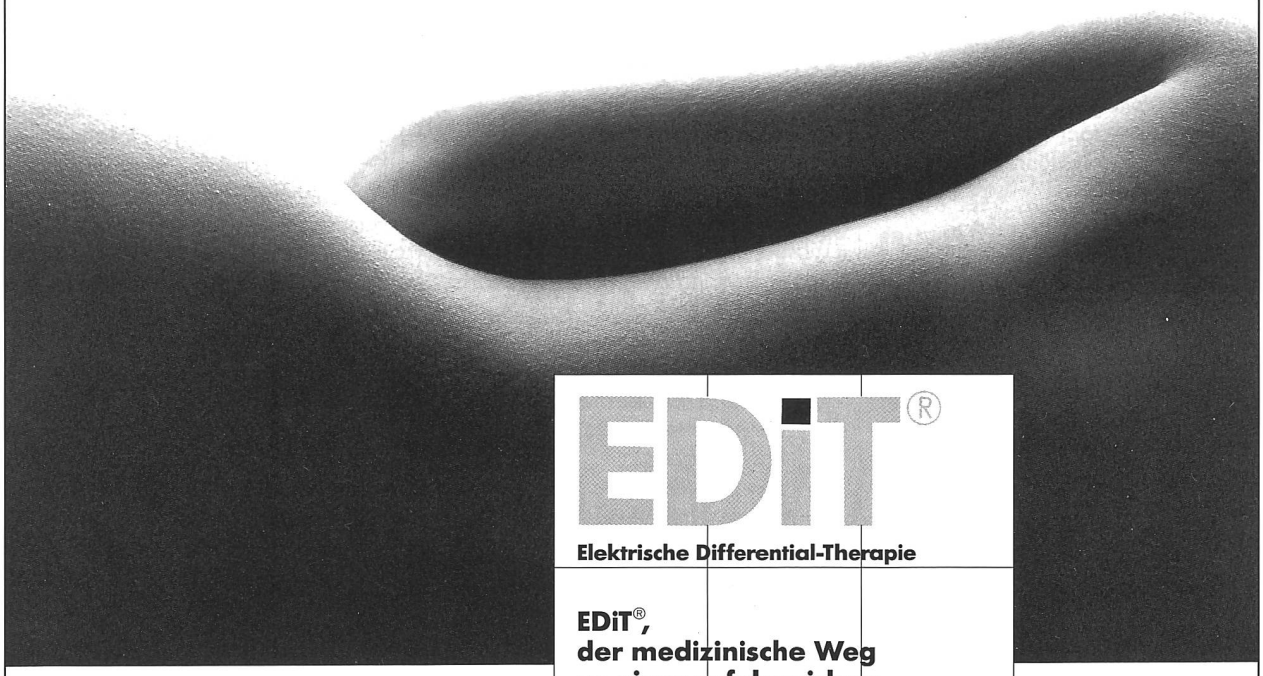
Wirkungen der einzelnen Frequenzbereiche im Gewebe

In der Niederfrequenz- oder Reizstromtherapie verursacht der Gleichstrom eine Verschiebung des Membranpotentials ohne Erzeugung von Aktionspotentialen. Impuls- oder unterbrochene Ströme dagegen, mono- (unidirektional) oder biphasisch (bidirektional), lösen im nieder- und mittelfrequenten Strombereich bei nicht zu kurzer Impulsdauer und nicht zu flach verlaufendem Anstieg, im niederfrequenten Strombereich jeder einzelne Stromimpuls (periodensynchron) und im mittelfrequenten Strombereich mehrere oder zahlreiche Stromperioden als «Ganzes», oft auch als Summations- oder Gildemeister-Effekt bezeichnet (periodenasynchron), ein Aktionspotential an Nerven- und Muskelzellen aus. Die hochfrequenten Wechselströme ergeben keine direkte Reaktion des Organismus auf Strom- und Feldverteilung im Körper. Auch bei höchster Dosierung wird der Strom nicht wahrgenommen. Im Vordergrund steht die indirekte, d.h. thermische Wirkung des Stromes.

*Rheumatologie und Institut für Physikalische Therapie
Kantonsspital Aarau
Chefarzt: Dr. med. A. Bruhin*

▷

Entdecken Sie die Elektrotherapie



EDiT®

Elektrische Differential-Therapie

EDiT®, der medizinische Weg zu einer erfolgreichen Therapie

durch Reizwirkungen:

- Analgesie, zentral
- Reizung der Skelettmuskulatur und glatter Muskulatur
- Beeinflussung der Durchblutung

Vasokonstriktion
Vasodilatation

- Aktivierung des Stoffwechsels
- Ödemreduktion

durch Heilwirkungen:

- Analgesie, peripher
- Entzündungshemmende Wirkung
- Anregung der Regeneration
- Erleichterung des Stoffwechsels

EDiT® erlaubt jede Art der Elektrotherapie.

Nemectron

✂.....

☐ Bitte senden Sie mir Informationen über EDiT®.

Name .....

Anschrift .....

Tel. .....

GENERALVERTRETUNG FÜR DIE SCHWEIZ

Fritac

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

Niederfrequenz-Reizstromtherapie

Einteilung

Zur niederfrequenten Reizstromtherapie werden die Gleichstrom- und die Impulsstromtherapie gezählt. Letztere ist mit niederen (low voltage) oder hohen Spannungen (high voltage) als sogenannte Hochvolttherapie durchführbar.

Gleichstromtherapie (Galvanisation)

Physikalische, physiologische und biologische Wirkungen

Durch den Gleichstrom entstehen im Körper, einem Ionenleiter oder Leiter zweiter Ordnung, Ionen-Milieu- und Ionen-Konzentrationsänderungen, die zur polaren Erregung an den Zellmembranen führen. Hauptsächlich durch den Gleichstrom beeinflusst werden im Sinne der langanhaltenden schmerzlindernden Wirkung, die im Gewebe überall vorkommenden Schmerz- bzw. Nozizeptoren (Schadensmelder). Bei der Durchströmung des zentralen Nervensystems entstehen, entsprechend der Stromflussrichtung, unterschiedliche Wirkungen. In absteigender Stromflussrichtung – Anode an ZNS, Kathode peripher an den Extremitäten angelegt – wird die Erregbarkeit der Motoneuronen und der motorischen Nerven gedämpft, und es wird eine Tonussenkung der Muskulatur beobachtet. Die aufsteigende Stromrichtung dagegen – Kathode an ZNS, Anode peripher an den Extremitäten angelegt – führt zu einer erregenden Wirkung mit Tonuserhöhung der Muskulatur. An weiteren therapeutisch nutzbaren Wirkungen werden dem Gleichstrom auch Durchblutungssteigerung (Hyperämie) an der Oberfläche und in der Tiefe des vom Strome durchströmten Gewebes und eine verbesserte Trophik zugeschrieben.

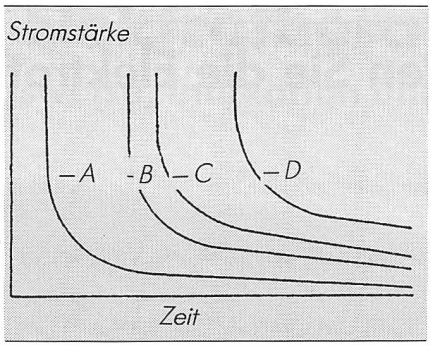


Abbildung 1:
Zusammenhang zwischen Stromstärke, Reizzeit und Dicke der zu erregenden Nerven.
A = dicke, myelinisierte motorische und sensorische Fasern (A-alpha),
B = dünne, myelinisierte sensorische Faser (A-delta),
C = dünne myelinisierte Faser (C-Faser),
D = denervierter Muskel.

Behandlungsmethoden

Die Durchführung der Gleichstrombehandlung erfolgt lokal mit Plattenelektroden aus Metall sowie im hydrogalvanischen Teil- (Zellenbad) oder Vollbad (sogenanntes Stangerbad), und bei der Iontophorese wird der Gleichstrom zum perkutanen Transport von ionisierten Stoffen benutzt. Infolge elektrolytischer Vorgänge, die zu Hautnekrosen führen können, dürfen Metall-Elektroden im niederfrequenten Strombereich nicht unmittelbar, sondern nur mittels einer Unterlage (Frottierstoff oder Viskoseschwamm) auf der Haut angebracht werden.

Indikationen

Die durch den Gleichstrom ausgelösten Wirkungen ergeben Heilanzeigen bei Krankheiten des degenerativen oder entzündlich-rheumatischen Formenkreises, schmerzhaften Krankheitszuständen des peripheren Nervensystems, bei peripheren, besonders funktionell bedingten Durchblutungsstörungen, postoperativen und posttraumatischen schmerzhaften Folgezuständen an Weichteilen sowie bei Störungen der Wundheilung. Da bei der Iontophorese mit dem Eindringen der Ionen nicht in tiefere als 4 bis 6 cm gelegene Gewebsschichten zu rechnen ist, eignet sich diese Anwendung besonders zur lokalen Behandlung oberflächlicher Krankheitsprozesse (Schalenwirkung) der Haut, im Unterhautzellgewebe, an hautnah gelegenen Sehnen, Ligamenten und an oberflächlichen Muskelschichten sowie am Periost.

Niederfrequente Reiz- oder Impulsstromtherapie

Begriff

Reiz- und Impulsströme bestehen aus sich wiederholenden Stromschwankungen, wobei jeder Impuls (periodensynchron) eine Erregung auszulösen vermag.

Physiologische Wirkungen der Stromformen

Die Reizwirksamkeit des einzelnen Impulses hängt von der Intensität, dem Impulsanstieg, der Impulsdauer und vom Wechsel ab. Wechselimpulse sind besonders reizwirksam und vermindern die elektrolytischen Vorgänge. Durch die Wahl der Stromform können aufgrund der unterschiedlich langen Chronaxie der Nervenfasern (Tabelle 1 und 2) selektiv nur die dicken, schnelleitenden (schmerzlose Reizung) oder nur die dünnen, langsam leitenden (schmerzhafte Reizung) oder alle beide überschwellig gereizt werden (Abbildung 1).

Biologische Wirkungen

Erregungen, welche durch niederfrequente Stromimpulse ausgelöst werden, pflanzen sich vom Reizort über den Nerven fort und führen in der Peripherie zu Muskelkontraktionen, und im Zentralnervensystem vermögen sie reflektorische Wirkungen auszulösen. Die Reizung gesunder quergestreifter Muskeln zum aktiven *Muskeltraining* (Elektromyostimula-

Tabelle 1: Klassifikation der Nervenfasern nach Erlanger/Gasser

Fasertyp	Funktion, z. B.	Mittlerer Faserdurchmesser	Mittlere Leitungsgeschwindigkeit
Aα	primäre Muskelspindelafferenzen, motorisch zu Skelettmuskeln	15 µm	100 m/s
Aß	Hautafferenzen für Berührung und Druck	8 µm	50 m/s
Aγ	motorisch zu Muskelspindel	5 µm	20 m/s
Aδ	Hautafferenzen für Temperatur und Schmerz	3 µm	15 m/s
B	sympathisch präganglionär	3 µm	7 m/s
C	Hautafferenzen für Schmerz	0,5 µm	1 m/s

Tabelle 2: Klassifikation der Nervenfasern nach Lloyd/Hunt

Gruppen	Funktion, z. B.	Mittlerer Faserdurchmesser	Mittlere Leitungsgeschwindigkeit
I	primäre Muskelspindelafferenzen (Ia) und Sehnenorganafferenzen (Ib)	13 µm	75 m/s
II	Mechanoreceptoren der Haut	9 µm	55 m/s
III	tiefe Drucksensibilität des Muskels	3 µm	11 m/s
IV	marklose Schmerzfasern	0,5 µm	1 m/s

tion) mit niederfrequenten Stromimpulsen wird in der Praxis kaum benützt. Auch die Möglichkeit, mit niederfrequenten langdauernden und langsam ansteigenden Reizimpulsen (Dreieck- oder Exponentialstrom) denervierte Muskeln direkt und selektiv zur Kontraktion zu bringen, wird selten angewendet. Ihr Nutzen ist auch umstritten.

Im Vordergrund steht die *analgetische Wirkung,* welche durch die niederfrequenten Reizströme hervorgerufen wird. Die Elektroanalgesie kann auf verschiedene bis heute bekannte Arten möglicherweise zustande kommen:

– Durch afferente Hemmung, «Gate control»-Mechanismus oder Verdekkungseffekt nach Melzack und Wall, 1965. Das Auslösen von Erregungen in den afferenten schnelleitenden markhaltigen Nervenfasern hemmt auf verschiedenen Ebenen des zentralen Nervensystems die Übertragung der Erregungen aus den langsam leitenden markarmen und marklosen afferenten schmerzleitenden Nervensystemen.

– Durch direkte periphere axonale Hemmprozesse der langsam reagierenden Schmerzfasern mittels repetitiv hochfrequenter Reizung (100 Hz) und Reizintensitäten bis zur Schmerzgrenze.

– Durch Gegenirritationsverfahren oder Prinzip der schmerzhaften Gegenreizung oder «Counter-Irritation». Schmerzen lassen sich oft durch gleichzeitige Sinnesreize wie Reiben, Kratzen, Wärme und Kälte deutlich vermindern. In all diesen Situationen hört der Strom von nervösen Impulsen an den Nozizeptoren nicht auf. Er wird jedoch irgendwo auf dem Weg zu den für eine bewusste Schmerzempfindung notwendigen Hirnstrukturen gehemmt.

Ähnlich wirkt die Hyperstimulations-Analgesie von Melzack; schmerzhafte elektrische Reize bis zur Toleranzgrenze aktivieren zentrale Hemm-Mechanismen im Hirnstamm und beeinflussen dämpfend und kontrollierend über absteigende Bahnen die afferenten zentralnervösen Schmerzbahnen.

– Durch Wirkung des Gleichstromes auf die Schmerzrezeptoren: niederfrequente Reizströme mit Gleichstromkomponente dämpfen die Erregbarkeit der Schmerzrezeptoren.

– Möglicherweise spielen noch andere, bisher nicht bekannte Effekte am Zustandekommen der Elektroanalgesie eine Rolle.

Den Reizströmen wird an weiteren Wirkungen eine *Hyperämie,* möglicherweise durch direkte Reizung intrakutaner Nervenfasern und durch das Freisetzen vasoaktiver Substanzen, eine *resorptionsfördernde Wirkung* durch rhythmische Verminderung des Filtrationsdruckes im Kapillarbereich, eine *trophikverbessernde* Wirkung und eine *detonisierende* Wirkung auf die Skelettmuskulatur zugeschrieben.

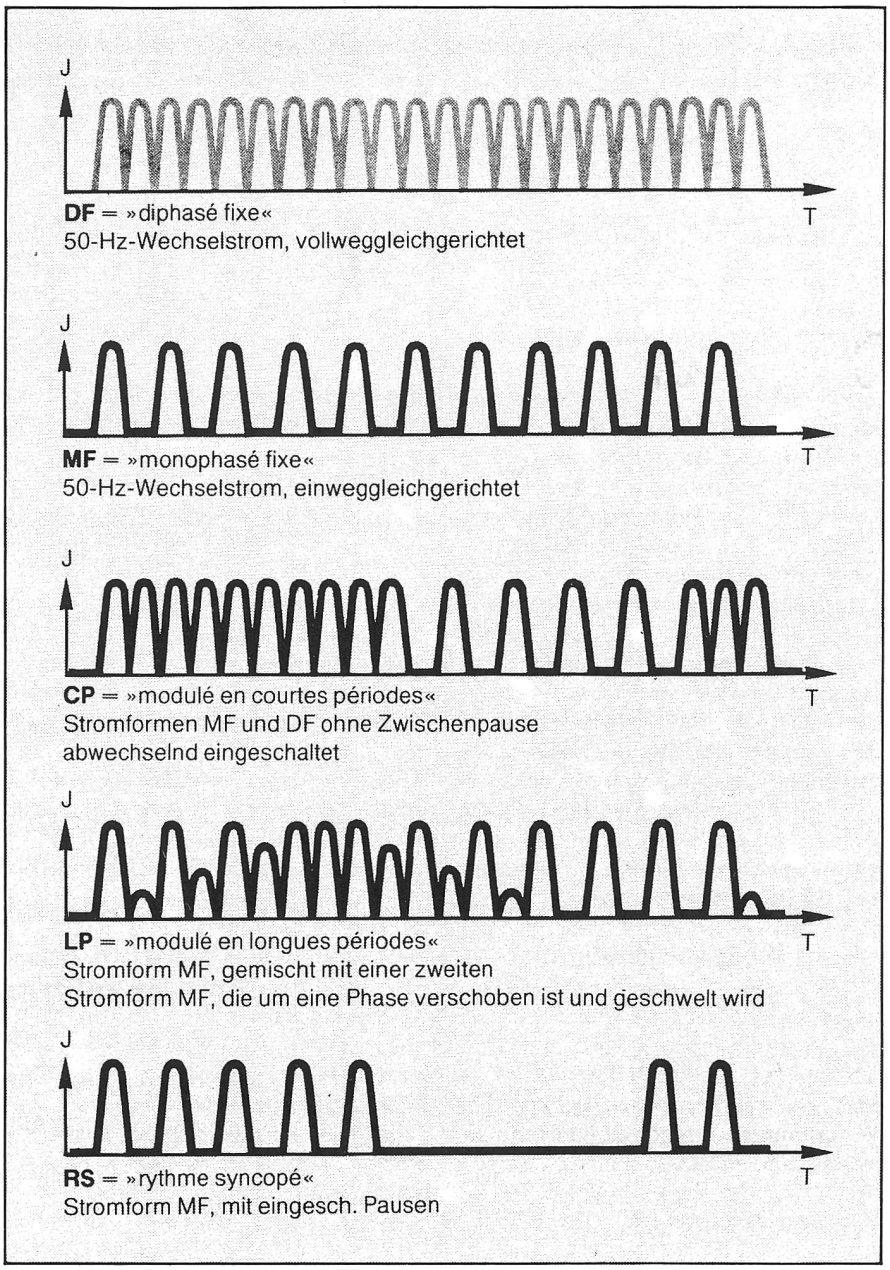


Abbildung 2: Diadynamische Stromformen.

Diadynamische Ströme (Bernard)

Für die Praxis haben die diadynamischen Reizströme nach Bernard die am weitesten verbreitete Anwendung gefunden. Der monophasisch langdauernde (10 ms) und verzögert ansteigende Impuls in Form einer sinusoidalen Halbwelle hat Gleichstrom- und Reizstromcharakter zugleich (dia vom griechischen dúodynamisch = 2 Wirkungskomponenten). Er wirkt sowohl auf myelinisierte und nichtmyelinisierte Nervenfasern. Wegen der Reizung letzterer werden die Bernardschen Ströme rasch als unangenehm empfunden. Die Kathode als die reizwirksamere Elektrode wirkt schmerzstillender als die Anode. Die diadynamischen Stromschwankungen werden einzeln in den Grundformen von 50Hz als sogenannter MF («courant monophasé fixe»), von 100 Hz als sogenannter DF («courant diphasé fixe») oder in den kombinierten Formen im Einsekundenwechsel von 50 und 100 Hz als sogenannter CP («courant modulé en courtes périodes») oder als LP («courant modulé en longues périodes») angewandt, wobei nach Bernard bei der LP die 100 Hz länger (etwa 11 Sekunden) und die 50 Hz kürzer (etwa 4 Sekunden) dauern (Abbildung 2). Während die Fre-

quenzen von 50 Hz neben der analgetischen eine vorwiegend motorische Reizwirkung – subjektiv als Vibration empfunden – ausüben, entfalten die Stromschwankungen von 100 Hz – subjektiv als Fibrillation verspürt – eine vorwiegend analgetische, aber auch hyperämische und muskeldetonisierende Wirkung. Rhythmische Unterbrechung und Frequenzmodulation verhindern rasche Gewöhnung an den Strom.
Die Wahl der geeigneten diadynamischen Stromform richtet sich sowohl nach dem Krankheitsverlauf (akut, subakut, chronisch) als auch nach der Krankheitsform (entzündlich/exsudativ, Schmerzen mit/ohne Muskelverspannung). Die Stromformen DF und LP beeinflussen erfahrungsgemäss vor allem Schmerzen und erhöhten Muskeltonus, MF und CP dagegen tonisieren Muskeln und Gefässe und wirken bei exsudativ verlaufenden Krankheitsprozessen resorbierend.
Die Bernardschen Ströme sind bei schmerzhaften und mit Schwellungen einhergehenden Weichteilveränderungen, besonders degenerativ-rheumatischen und traumatischen Ursprungs am Stütz- und Bewegungsapparat (Tendinosen, Tendovaginitiden, Bursitiden, Periostosen, Ligamentosen, Myosen, traumatische Ödeme, Hämatome, Gelenksergüsse) gut wirksam.
Gegenanzeigen für niederfrequente Impulsströme und für den Gleichstrom stellen die Durchströmung des Herzens, grosse Wunden und Metall im Stromfeld dar. Frisch mit Zement implantierte Endoprothesen können durch niederfrequente Impulsströme gelockert werden.

Hochvolttherapie

Bei der Hochvolttherapie werden Impulse von sehr kurzer Dauer (Mikrosekunden) und hohen Spannungen (über 150 Volt) benutzt. Da sie nur die schnelleitenden Nervenfasern erregen und die Schmerzfasern nicht reizen, werden sie als angenehm empfunden. Wie die übrigen Reizströme wirken sie analgetisch, muskelaktivierend und Ödeme-resorbierend. Elektrolyse-Prozesse fehlen weitgehend, weswegen Metallimplantate keine Kontraindikation darstellen. Zur Durchführung einer Iontophorese und zur Stimulation denervierter Muskeln dagegen eignen sich diese kurzen Stromimpulse nicht.

Mittelfrequenz-Stromtherapie

Begriff

In der Mittelfrequenz-Stromtherapie werden allgemein Wechselströme, aber auch monophasische Ströme höherer Frequenzen nach Gildemeister von einigen 1000 Hz, nach Wyss von 1000 bis 100 000 Hz, zu Heilzwecken benützt. Die Abgrenzung zum niederfrequenten Strombereich einerseits und zum hochfrequenten Strombereich andererseits ergibt sich aus den festgestellten unterschiedlichen biologischen Wirkungen.

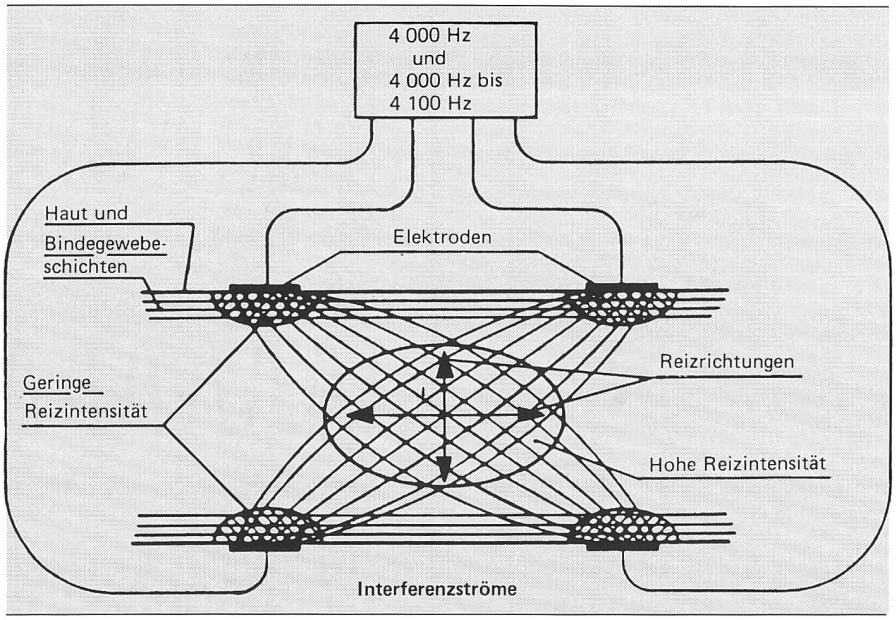
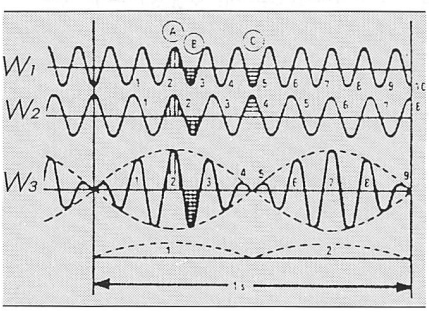


Abbildung 4: Interferenzstromverfahren mit zwei Stromkreisen nach Nemec.

Physikalische, physiologische und biologische Wirkungen

Nicht mehr wie im niederfrequenten Strombereich bewirkt jede Stromperiode, sondern erst mehrere (periodenasynchron) lösen als «Ganzes» (Gildemeister- oder Summationseffekt) eine Reizwirkung aus, welche besonders am Muskel sichtbar wird. Die Mittelfrequenzbehandlung ist deshalb vorwiegend eine Muskel- bzw. Muskelfaser-Behandlung; ihre Wirksamkeit wird als Aktivierung bezeichnet.
Durch eine direkte bzw. primäre Strukturveränderung an der Zellmembran entsteht ein Absinken des Membranpotentials, eine sogenannte reaktive Depolarisation. Diese wird nicht wie mit niederfrequenten Stromimpulsen erzwungen. Die Muskelfaser wird direkt und nicht wie mit den niederfrequenten Reizströmen indirekt über den Nerven aktiviert. Die Muskelkontraktion wird subjektiv in einem Spannungs- oder «Fesselgefühl» verspürt, kann in ihrer Stärke entlang der gesamten Muskellänge stufenlos dosiert werden. Bei der hohen Schwingungszahl verringert sich der Hautwiderstand, der schmerzfrei überbrückt wird, und der Strom durchdringt tiefere Gewebestrukturen. Der schnelle Wechsel der Stromrichtung bei der Verwendung eines reinen sinusförmigen Wechselstromes beseitigt den Elektrolyse-Vorgang und vermindert Verätzungs- und Verbrennungsrisiken. Metall-Elektroden könnnen deswegen praktisch direkt auf der Haut angebracht werden. Eine nachhaltige analgetisch-hyperämische Wirkung dagegen ist bei der Verwendung mittelfrequenter Ströme nicht wie bei den niederfrequenten Reizströmen zu erwarten.

Abbildung 3:
Interferenzbildung zweier Wellen mit Frequenzverhältnis 10:8.
W_1 = Stromkreis 1.
W_2 = Stromkreis 2.
W_3 = Interferenzfrequenz = Zahl der Schwebungen pro Sekunde (Hüllkurve).

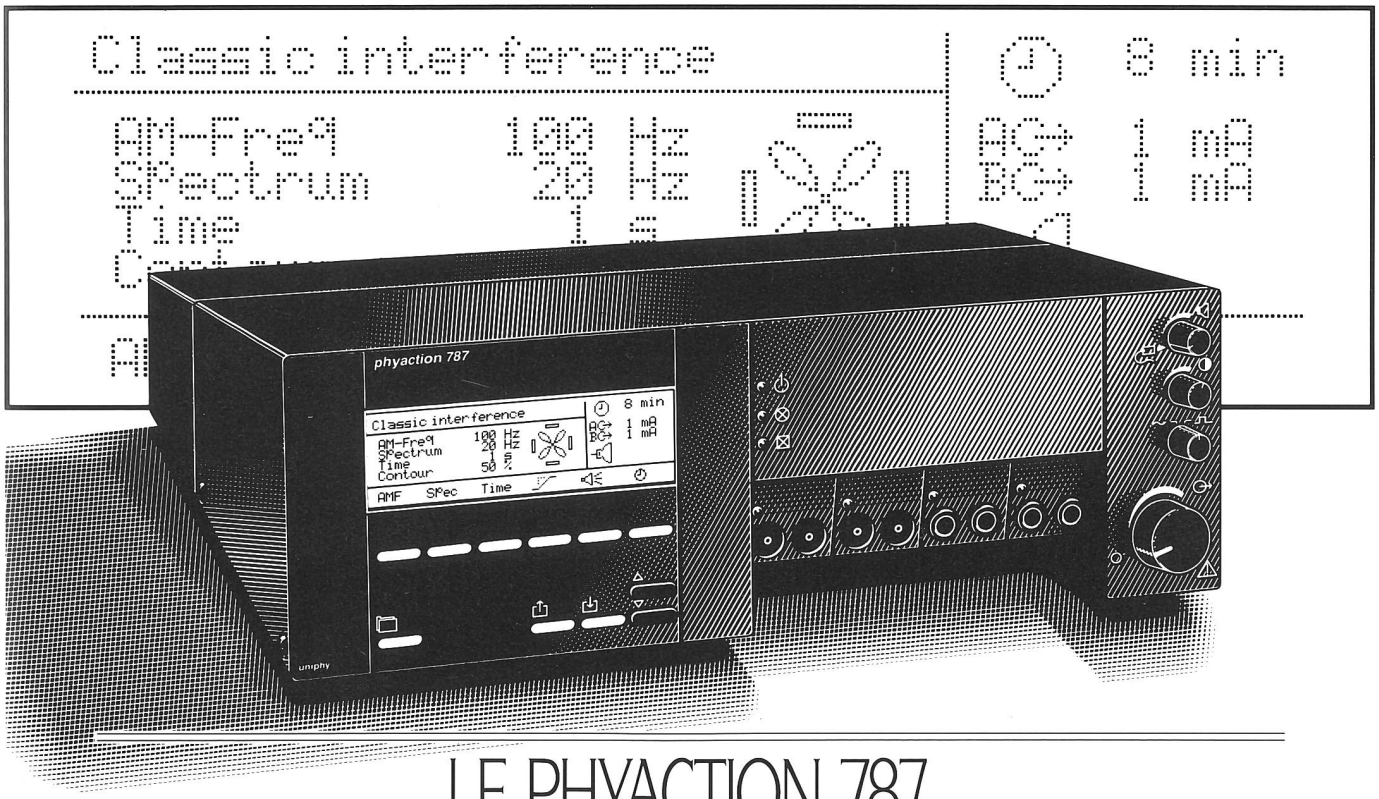


Anwendungsformen

Therapeutisch werden im mittelfrequenten Strombereich zwei Formen zur Elektrostimulation benützt:
- Mittelfrequenz-Impulsstrom,
- Geschwellter mittelfrequenter Dauerstrom.

Mittelfrequenz-Impulsstrom

Bei der pulsierenden Form der Mittelfrequenz wirken reizphysiologisch amplitudenmodulierte mittelfrequente Wechselströme mit Impulsfolgen im nieder-



LE PHYACTION 787. L'APPAREIL D'ÉLECTROTHÉRAPIE DU FUTUR.

A tout point de vue, l'appareil d'électrothérapie le plus complet qui existe aujourd'hui sur le marché. Le Phyaction 787 réalise la fusion des concepts théoriques et techniques aux plus hauts niveaux. Comment se présente-t-il?
L'utilisateur découvre rapidement qu'une des principales qualités de cet appareil est sa facilité d'utilisation. Quelle que soit la performance que vous attendez de votre Phyaction 787, vous serez pleinement satisfait.

Quand la flexibilité est le critère:

- Tous les courants basse fréquence, diadynamiques, moyenne fréquence et biplasiques.
- Courants interférentiels avec vecteur dipôle rotatif (exclusivité Uniphy).
- Inversion de polarité automatique à l'usage des patients porteurs de matériel d'ostéo-synthèse.
- Passages du courant alterné entre les deux canaux pour le renforcement musculaire (agoniste, antagoniste) et les traitements de problèmes circulatoires.

Quand les circonstances l'exigent:

- Environ 70 traitements préprogrammés en orthopédie, neurologie, rhumatologie et gynécologie, accessibles à l'aide d'un seul bouton!
- Facile à utiliser, le PHYACTION 787 vous seconde dans le choix des paramètres du courant le mieux adapté. Le dialogue avec l'appareil se fait dans votre langue (Fr/All/Angl/Ital/Néerl/Esp constamment à votre disposition).
- Système de fixation des électrodes par vacuum intégré totalement silencieux ou électrodes conventionnelles (782 sans vacuum).
- Détermination automatique de la courbe I/T et du quotient du degré d'accomodation. Visualisation graphique de la courbe sur l'écran.
- Dispositif de contrôle permanent des fonctions de l'appareil et des câbles et électrodes.

Quand la science intervient:

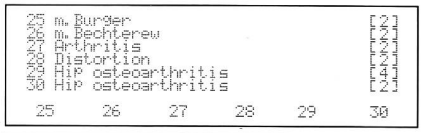
- Les possibilités de réglage illimitées permettent une thérapie personnalisée.
- Combinaison de différentes formes de courants. Par exemple: 1 minute de DF (diphasé fixe) suivie automatiquement par 4 minutes de CP (courte période) "cocktail".
- Utilisation de 2 canaux (4 électrodes) pour une combinaison de traitements locaux et segmentaires.
- Vaste mémoire de stockage de vos paramètres de traitement et des courbes I/T (250 positions).

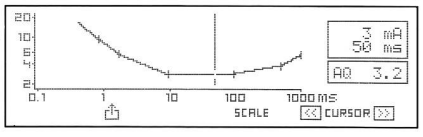
En matière d'esthétique, il faut savoir aussi...

- Que le Phyaction 787 a obtenu le Prix du Design du Forum de l'Industrie Allemande pour 1990. Une preuve de bon goût que vos collègues et vos patients sauront apprécier.

Comment en savoir plus?

- Nous sommes à votre disposition pour répondre à toutes vos questions. Un essai vous convaincra!





LE PHYACTION 787. VOTRE PARTENAIRE IDÉAL.

VISTA med S.A.
Chemin du Croset 9a, 1024 Ecublens, (021) 691 98 91

VISTA med AG
Altisbergstrasse 4, Postfach, 4562 Biberist, (065) 32 10 24

frequenten Bereich. Meistens zwischen wenigen Hz bis 100 Hz. Sie werden durch additive und subtraktive Superposition sich kreuzender und überlagernder elektrischer Felder von zwei oder drei mittelfrequenten Stromkreisen gebildet (Abbildung 3). Die gewünschte grösstmögliche Reizung entsteht nicht im unmittelbaren Bereich der Hautelektroden wie bei der Benutzung rein niederfrequenter Impulsströme, sondern erst in der Tiefe der Gewebe.

Das Interferenzstrom-Verfahren (nach Nemec)

Beim Interferenzstrom-Verfahren nach Nemec werden zwei mittelfrequente Ströme konstanter Intensität, aber unterschiedlicher Frequenz über vier Elektroden (tetrapolare Anwendung) in der Tiefe des zu behandelnden Körperabschnittes zur Kreuzung gebracht, wodurch amplitudenmodulierte Schwingungen entstehen, die Mittelfrequenzimpulsen entsprechen (Abbildung 4). Ihre Frequenz schwankt zwischen 1 bis 100 Hz, somit wirken die Mittelfrequenzimpulse reizphysiologisch wie niederfrequente Reizströme.

Das stereodynamische Interferenzstrom-verfahren

Bei der stereodynamischen Interferenz werden drei mittelfrequente Wechselströme konstanter Intensität und Frequenz (5000 Hz) in ihrer Phasenlage zueinander rhythmisch verändert (Phasenschieberverfahren). Durch die Überlagerung der in den drei Richtungen des Raumes fliessenden mittelfrequenten Ströme sind amplitudenmodulierte Mittelfrequenzstromimpulse mit Frequenzen im Niederfrequenzbereich zwischen 1 bis 200 Hz herstellbar und wirken wiederum reizphysiologisch wie niederfrequente Reizströme.
Indikation und Kontraindikation der mittelfrequenten Impulsstromtherapie entsprechen weitgehend denjenigen der niederfrequenten Reizstromtherapie.

Geschwellter mittelfrequenter Dauerstrom

Erst die langsame und kontinuierliche Intensitätsschwellung eines mittelfrequenten Dauerstromes bringt die Besonderheiten der Mittelfrequenzströme auf den Muskel zur Wirkung. Es treten kräftige, längerdauernde und gleichmässige Muskelkontraktionen auf, welche als Tonisierung bezeichnet werden. Das Wymoton-Verfahren (Senn und Wyss 1980) nützt die elektrophysiologischen Besonderheiten und bringt sie zur therapeutischen Wirkung. Es werden zwei reine Wechselströme mit einer Frequenz von 250 Hz aus dem Niederfrequenzbereich zur Schmerzlinderung und 11 kHz aus dem Mittelfrequenz-Bereich für die Muskelaktivierung verwendet. Die Intensität jeder der beiden Wechselströme kann, über mehrere Sekunden dauernd, geschwellt eingestellt werden. Um eine gleichmässige Stromverteilung mit Tiefenwirkung im Gewebe zu erreichen, werden in der Regel drei aktive Elektroden als Dreiphasenstrom (echter Drehstrom) benützt.
Im Vordergrund der therapeutischen Anzeigen mit Mittelfrequenz-geschwelltem Dauerstrom steht vor allem die angenehme und fein dosierbare Aktivierung der Muskulatur zur Kräftigung, Schulung der bedingt reflektorischen Willküraktivierung, Förderung der Ausdauerleistung und Entspannung der Muskulatur sowie zur Kombination, Kräftigung/Analgesie.
Zur Kontraindikation mahnen implantierte elektronische Geräte und Metalle, wenn sie von mittelfrequentem Wechselstrom durchflutet werden sowie akute Entzündungen und Schwangerschaft. Absolute Kontraindikationen fehlen.

Hochfrequenzstrom-Therapie

Begriff

Die therapeutische Anwendung elektrischer oder magnetischer Felder oder elektromagnetischer Wellen von Wechselströmen mit Frequenzen über 300 000 Hz wird als Hochfrequenz-Stromtherapie bezeichnet.

Physikalische Wirkungen

Die hochfrequente elektromagnetische Energie wird in der biologischen Materie absorbiert und in Wärme umgesetzt. Die Hochfrequenzstrom-Therapie ist demnach ein Thermotherapieverfahren mit der Besonderheit, die Wärme in den Geweben zu bilden (Tiefenerwärmungsverfahren oder Diathermie). Gegenüber den Reizströmen niederer und mittlerer Frequenzen zeigt die hochfrequente Energiezufuhr einige charakteristische Unterschiede in der Wirkung auf den Organismus.
– Die hochfrequenten Ströme und Felder rufen keine elektrolytischen oder elektrochemischen Wirkungen im Gewebe hervor.
– Wegen der extrem kurzen Stromflusszeiten kommt es zu keiner direkten Reizung von Nerv und Muskel.
– Hochfrequente Ströme passieren Nichtleiter leichter als niederfrequente Ströme, deshalb können sie von entfernten Elektroden durch die Luft dem Körper zugeführt werden. Im Gegensatz zum niederfrequenten Strombereich ist deshalb kein direkter Elektrodenhautkontakt zum Patienten nötig.

Physiologische Wirkungen

Durch die Wärme werden folgende physiologischen Wirkungen als erwünscht ausgelöst:
– Erhöhung des Stoffwechsels und der Enzymaktivität;
– Vermehrte Zirkulation lokal und reflektorisch;
– Schmerzlindernde und beruhigende Wirkung auf das Nervensystem;
– Steigerung der Nervenleitgeschwindigkeit peripherer Nerven;
– Muskelentspannung, besonders bei Muskelhypertonus;
– Auflockerung und gesteigerte Dehnbarkeit des kollagenen Bindegewebes.

Unerwünschte Wirkungen der Wärme bestehen:
– bei der Gefahr der Aktivierung von Entzündungen und Infektionen;
– durch Auftreten oder Verschlechterung von Ödemen;
– durch Auslösen bzw. Verstärkung von Blutungen;
– durch Aktivierung von kollagenen Enzymen, die den Gelenkknorpel schädigen;
– bei Herz-Kreislauf-Störungen.

Hochfrequenz-Therapie-Verfahren

Bekannt sind die Hochfrequenz-Therapie-Verfahren mit Kurzwelle, Dezimeter- und Mikrowelle (Tabelle 3).

Hochfrequenz-Therapie-Methoden

Für die Hochfrequenz-Therapie-Verfahren stehen drei Behandlungsmethoden, die sich durch ihr besonderes Wärmespektrum voneinander unterscheiden, die Kondensator-, Spulenfeld- und Strahlenfeldmethode, zur Verfügung (Abb. 5).

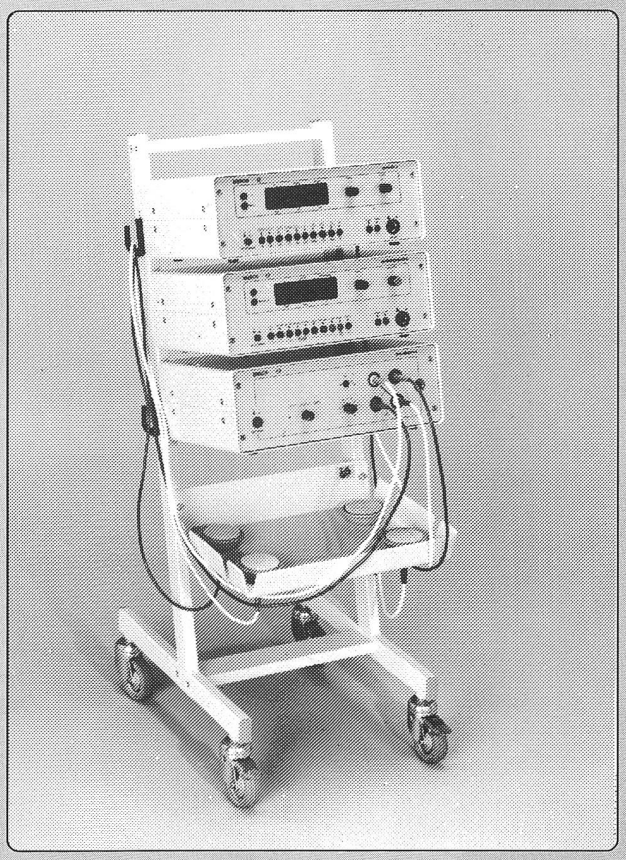
Tabelle 3:
Hochfrequenz-Therapieverfahren

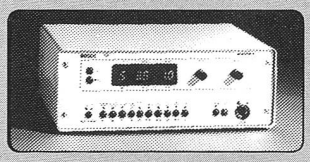
Kurzwellen
(HF = high frequency)
27,12 MHz = 11, 06 m
Dezimeterwellen
(UHF = ultra high frequency)
433,92 MHz = 0,69 m
Mikrowellen
(SHF = super high frequency)
2400,00 MHz = 0,125 m

BOSCH Med-Modul-System:

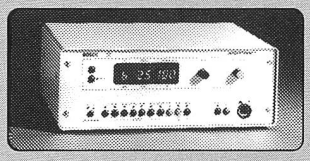
Die fahrbaren Leader

6 Einzelgeräte als Kombination für Reizstrom- und Ultraschall-Therapie

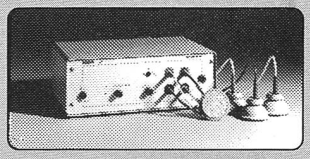




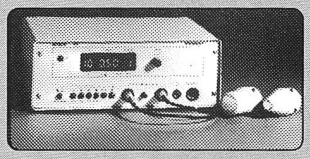
BOSCH Diadyn 4
Mikroprozessorgesteuertes Reizstromgerät mit diadynamischen Stromformen nach Bernard. Vorwahlmöglichkeit von 2 Behandlungszeiten.



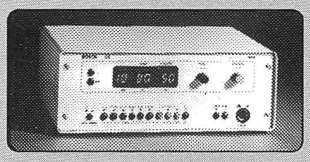
BOSCH Interferenz 4
Mikroprozessorgesteuertes Reizstromgerät mit Interferenzströmen nach Nemec. Vorwahlmöglichkeit von 2 Behandlungszeiten.



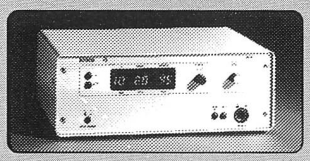
BOSCH Vacomed 4S
Für die Saugwellenmassage und Kombinationstherapie mit Reizströmen.



BOSCH Sonomed 4
Ultraschalltherapiegerät. Möglichkeit der Kombinationstherapie mit Reizströmen.



BOSCH HV 4
Mikroprozessorgesteuertes Hochvolttherapiegerät. Schnell ansprechende Schmerzbehandlung. Vorwahlmöglichkeit von 2 Behandlungszeiten.



BOSCH SP 4
Mikroprozessorgesteuertes Muskelstimulationsgerät zum schnellen, intensiven und hochwirksamen isometrischen Krafttraining.

Dank Mikroprozessor-Technologie setzt BOSCH neue Massstäbe in der Reizstrom- und Ultraschall-Therapie:

Med-Modul 4

Das Med-Modul-System ist ein kombinierbares System verschiedener Geräte für Reizstrom- und Ultraschall-Therapie, das **BOSCH** damit zum anerkannten Leader gemacht hat.
Diadyn4 für diadynamische Ströme, Interferenz4 für Mittelfrequenz-Therapie, HV-4 für Hochvolttherapie, SP-4 für die Muskelstimulation, Vacomed 4 S, Sonomed 4 für die Ultraschalltherapie – 6 Geräte, die Sie sowohl einzeln als auch zusammen einsetzen können.

Wesentlichste Vorteile:
Vorwahl von 2 nacheinander folgenden, verschiedenen Stromformen mit andern Behandlungszeiten · Vorwahl für automatische Umpolung nach halber Behandlungszeit · höchster Bedienungskomfort, hohe Patienten- und Gerätesicherheit

Ausführliche Produkt-Unterlagen erhalten Sie beim **BOSCH**-Generalvertreter für die Schweiz:

MEDICARE AG
Mutschellenstr. 115, 8038 Zürich, Tel. 01/482 482 6

BOSCH

Korolnyk AG – 8

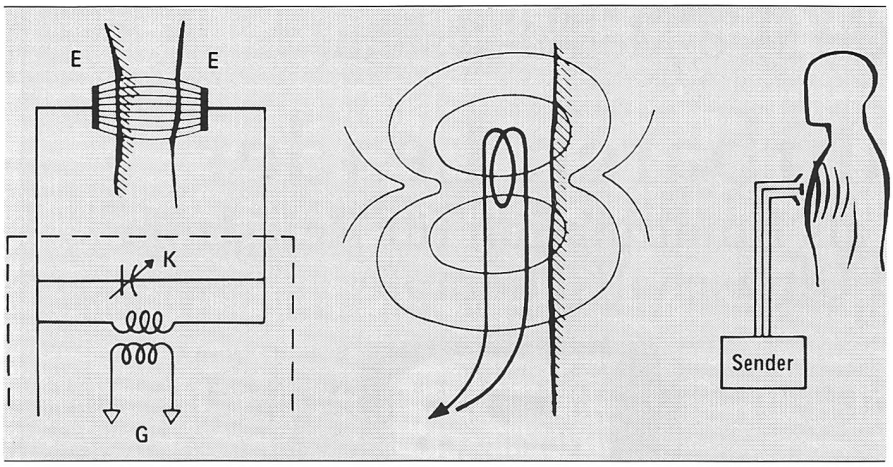


Abbildung 5:
Hochfrequenztherapiemethoden [nach Ref. 10].
a Kondensatorfeld. b Spulenfeld. c Strahlenfeld.
E = Elektrode. K = Kondensator. G = Generator.

Kurzwellen-Therapie

Die Kurzwellen-Therapie kann entweder mit der Kondensatorfeld- oder Spulenfeld-Methode durchgeführt werden, wobei die hochfrequente Energie kontinuierlich oder pulsierend (sogenannte Impuls-Kurzwelle) abgegeben werden kann.

Kondensator-Feldmethode

Die zu behandelnden Gewebe liegen bei der Kondensator-Feldmethode zwischen zwei Kondensator-Elektroden. Die im elektrischen Feld liegenden Gewebe, welche einen hohen elektrischen Widerstand aufweisen, wie die wasserarmen Gewebe Fett oder Knochen, werden stark, solche mit guter elektrischer Leitfähigkeit bzw. wasser- und eiweissreiche Gewebe, wie Muskeln und innere Organe, werden weniger stark erwärmt. Das Wärmegefälle Fett/Muskel beträgt etwa 9:1. Die Oberfläche wird also stärker erwärmt als die Tiefe. Durch Änderung der Ausgangsleistung ist die Heizleistung bei gleichbleibendem Wärmegefälle zwar steuerbar; aber nur die Vergrösserung des Elektrodenhautabstandes (klein bis 2 cm, gross über 2 cm) und der Leistung bringen eine Verminderung der Erwärmung am oberflächlich gelegenen Haut-/Unterhautzellgewebe zu Gunsten der Tiefe (relative Tiefenerwärmung). Somit eignet sich die Kondensatorfeld-Methode bei richtiger Wahl des Elektrodenhautabstandes entweder zur gezielten Erwärmung der Tiefe oder zur selektiven Erwärmung der Gewebe an der Oberfläche (Abbildung 6a).

Spulenfeld-Methode

Die durch eine Spule fliessende Hochfrequenzenergie erzeugt ein wechselndes Magnetfeld, wodurch im Körper Wärme gebildet wird. Gewebe mit guter elektrischer Leitfähigkeit wie Muskulatur und innere Organe werden stärker erwärmt als solche mit hohem elektrischen Widerstand wie Fett oder Knochen (Abbildung 6b). Die Spulenfeld-Methode eignet sich demzufolge als Diathermiebehandlung für alle in der Muskulatur liegenden Krankheitsprozesse bis zu einer Tiefe von etwa 8 cm, bei einer Fettdicke von nicht mehr als 4 cm.

Strahlenfeld-Methode

Elektromagnetische Wellen werden bei der Strahlenfeld-Methode von einer Dipol-Antenne mittels eines Reflektors gebündelt auf den Körper abgestrahlt und in den Geweben absorbiert. Die Wärmebildung ist in wasser- und eiweissreichen Geweben wie Muskulatur und inneren Organen stärker als im davorliegenden Haut- und subkutanen Fettgewebe. Die Tiefenerwärmung hängt einerseits von der Wellenlänge bzw. Frequenz und andererseits vom Absorptionskoeffizienten der Gewebe ab. Je höher die Frequenz, bzw. je kürzer die Wellenlänge, und je grösser die Absorption, desto geringer ist die Eindringtiefe und umgekehrt. So werden bei der Dezimeterwelle (69 cm) mit der Rund- und Langfeldstrahler-Elektrode bis zu einer 2 cm dicken Fettschicht 25 bis 30 mm Muskulatur erwärmt. Das Verhältnis der Erwärmung von Fett zu Muskel verhält sich wie 1:4 (Abbildung 6d). Beim Muldenstrahler werden tiefere Gewebestrukturen nach neueren Erkenntnissen aber nicht so gut wie vermutet erwärmt. In der Strahlermitte beträgt das Verhält-

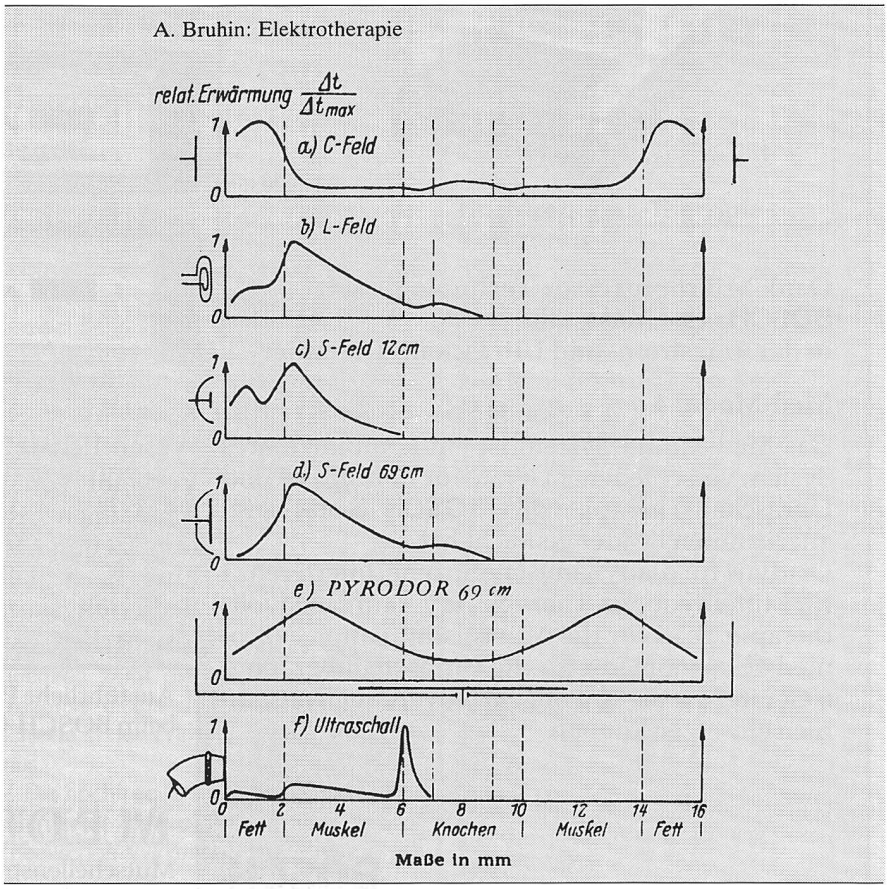


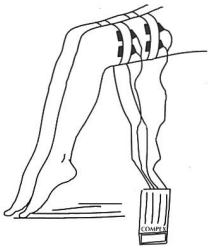
Abbildung 6:
Vergleich charakteristischer Temperaturverläufe verschiedener HF-Wärmeverfahren nach kurzer Einstrahlungszeit (schematisch).

Avec Compex® 50

la haute technologie découvre la simplicité

1) Choisir la carte standard correspondant à l'indication thérapeutique choisie

2) Insérer cette carte dans le stimulateur Compex

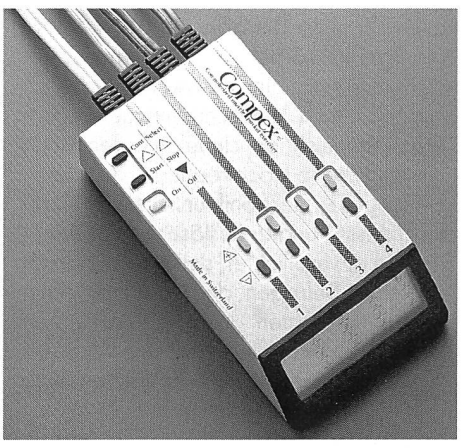


3) La séance commence

SFR 3'842.--

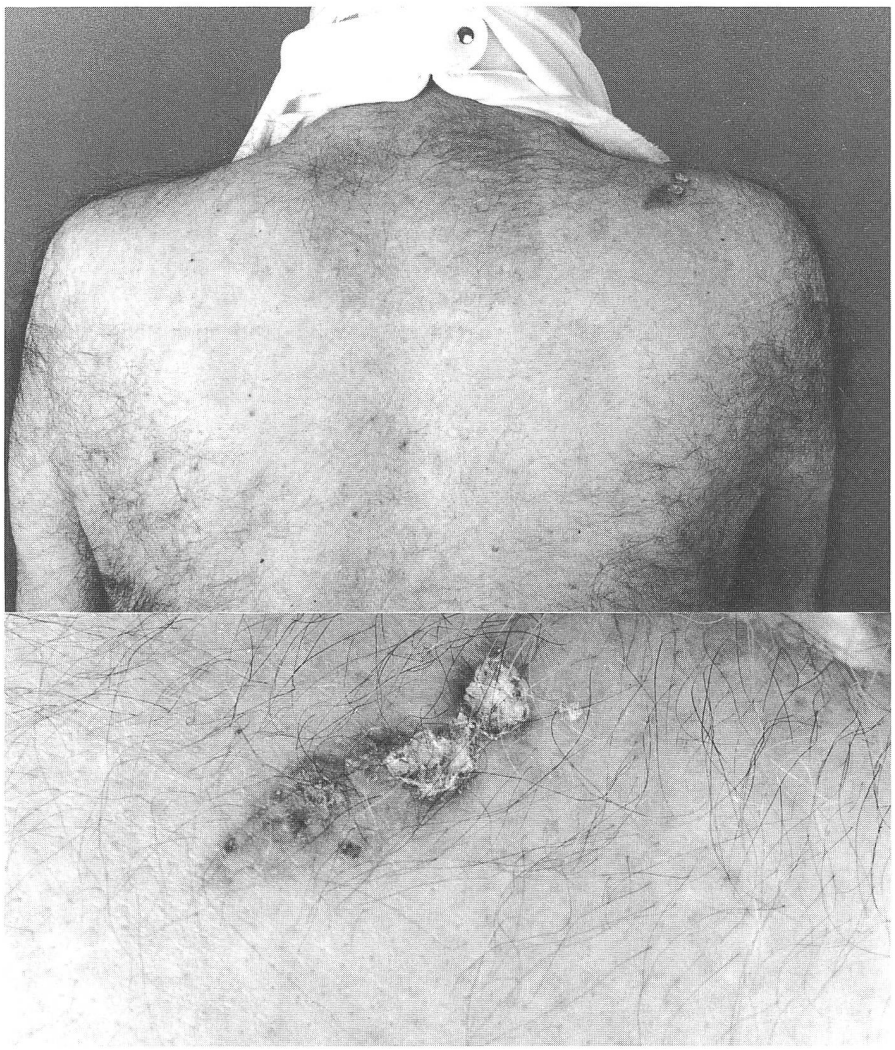
(Possibilités de leasing ou de location)

Compex 50, c'est la performance exceptionnelle du système Compex, alliée à une simplification extrême du travail du thérapeute: nous avons créé pour vous des programmes standard correspondant aux indications thérapeutiques du système Compex (électrothérapie Excito-motrice, électrothérapie antalgique...).
Il vous suffit donc de choisir celle qui correspond à votre patient, et de l'insérer dans le stimulateur Compex. Celui-ci est alors programmé, et gère automatiquement les étapes de stimulation.
L'électrothérapie, avec Compex 50, entre dans l'ère de l'efficacité et de la simplicité.



Pour information:
MEDICOMPEX S.A.
ZI "larges Pièces"
Chemin du Dévent, 1024 Ecublens
Switzerland
Tél: 021 691 61 67
Fax: 021 691 61 90

Axe Communication Entreprises 022 61 90 41



Zu Abbildung 6b: (siehe Seite 28)
Verätzung der Haut paravertebral lumbal rechts durch dia-dynamische Ströme.

nis Fett zu Muskel 1:1,1 und an den Seiten 1:2 (Abbildung 6e). Infolge der kürzeren Wellenlänge werden bei den Mikrowellen (12,5 cm) die oberflächlichen Gewebestrukturen erwärmt. Im Fett beträgt die Halbwertstiefe etwa 7 cm und in der Muskulatur nur etwa 1 cm. Das Verhältnis der Erwärmung von Fett zu Muskulatur ist infolge grösserer Reflexion der elektromagnetischen Wellen am Übergang Unterhaut-Zellgewebe-Muskulatur etwa 1:1 (Abbildung 6c).

Indikation zur Hochfrequenz-Thermotherapie

Die von der Hochfrequenzenergie erzeugte Wärme kann in den meisten medizinischen Fachgebieten zu Heilzwecken eingesetzt werden. Hauptsächlich sind dies Krankheiten im subakuten oder chronischen Stadium des Stütz- und Bewegungsapparates, wie Krankheiten aus dem rheumatischen Formenkreis. Folgezustände nach Operationen oder Verletzungen, aber auch Krankheiten der Haut, des Nervensystems und der Fachgebiete der Ohren-, Nasen- und Halsheilkunde, der Inneren Medizin sowie der Frauenheilkunde eignen sich zur Behandlung mit Hochfrequenzwärme.

Kontraindikationen

Als absolute Gegenanzeige zur Hochfrequenz-Thermo-Therapie sind Metallimplantate im Körper wegen thermisch bedingter irreversibler Gewebeschäden zu nennen. Auch Herzschrittmacher-Patienten dürfen nicht behandelt werden, denn die applizierte Hochfrequenz kann durch Störung der Elektronik unliebsame Herzfunktionsstörungen auslösen. Der Behandelnde ist verpflichtet, sich deshalb durch gezieltes Befragen des Patienten nach Metallimplantaten und elektronischen Apparaten zu vergewissern. Weitere Gegenanzeigen zur Wärmebehandlung mit Hochfrequenzenergie stellen Schwangerschaft, Menstruationsblutung, Neigung zu Blutungen, Malignome, arterielle Verschlusskrankheiten in den Stadien III und IV nach Lafontaine sowie die Wachstumszonen Jugendlicher dar. Vorsicht ist bei akuten Entzündungen, besonders an den inneren Organen gegeben.

Impulskurzwelle

Bei der pulsierenden Anwendung der Kurzwelle wird hochfrequente Energie stossförmig mit einzelnen sehr kurzdauernden Impulsen (ms) und geringer Einwirkungszeit sowie niedriger bis mittlerer Durchschnittswerte der Ausgangsleistung auf das Gewebe abgegeben. Postuliert wird nicht eine Wirkung durch Wärme, sondern eine direkte biologische athermische Wirkung. Weder die athermische noch eine impulsfrequenzspezifische Wirkung konnte bis heute eindeutig nachgewiesen werden.
Empfohlen wird die Impulskurzwelle zur raschen Schmerzlinderung, zur Wund- und Frakturbehandlung sowie zur Anregung der peripheren Zirkulation und bei Erkrankung innerer Organe. Bis auf elektronische Apparate bestehen für die Impulskurzwelle keine Kontraindikationen, insbesondere stellen Metalle im Körper keine Gegenanzeige dar wie bei den übrigen Hochfrequenz-Therapie-Verfahren.

Spezielle elektrotherapeutische Methoden

Ultraschall-Therapie

Begriff

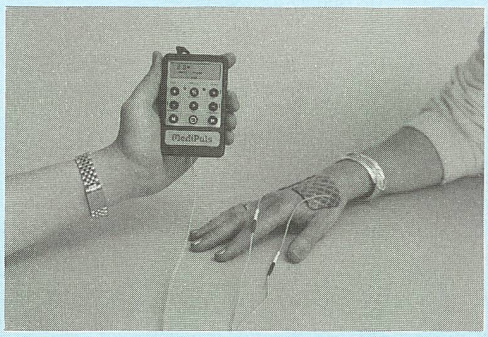
Die Anwendung von Schallschwingungen oberhalb der Hörgrenze des menschlichen Ohres von 20 kHz an aufwärts zu Heilzwecken wird als Ultraschall-Therapie bezeichnet. In der Medizin werden Ultraschallfrequenzen zwischen 800 kHz und 3 MHz benützt.

Physikalische Eigenschaften

Die hochfrequenten elektrischen Schwingungen werden durch piezoelektrisches Material in mechanische Wellen gleicher Frequenz umgewandelt. Damit gehört die Ultraschall-Therapie eigentlich in das Gebiet der Mechano-Therapie, wird aber der hohen mechanischen Schwingungen wegen einerseits und der Wärmebildung in den Geweben andererseits der Elektrotherapie im Hochfrequenzbereich zugerechnet. Im Gegensatz zu den elektromagnetischen, den sogenannten Transversalwellen, handelt es sich bei der Ultraschallwelle um eine longitudinale Welle, d.h. Fortpflanzungsrichtung und Richtung der Oszillation stimmen überein. Für die Ausbreitung benötigen die me-

WELTNEUHEIT

MediPuls 2000



DATAMANAGER

**zur Schmerzbekämpfung,
vegetativen und zirkulatorischen Behandlung**

PC-BASIERT
MIT SCHMERZTAGEBUCH

Meine Damen und Herren

Vergessen Sie alles über grosse Modulsysteme inklusive Gerätewagen usw.

DIE NEUESTE TECHNOLOGIE VON HEUTE BRAUCHT VIEL WENIGER PLATZ!

Zudem bringt der MediPuls 2000 Datamanager wesentliche Vorteile für den Patienten, den Physiotherapeuten und die Krankenkassen!

★ Zwei unabhängige Kanäle	Je mehr Rezeptoren und Afferenzen Sie segmental genauer ansteuern können, um so bessere Resultate erreichen Sie.
★ Rektanguläre biphasische niederfrequente Impulse	Sehr angenehme Stimulation ohne Verletzungsgefahr. Das Gerät schaltet bei zu hoher Impedanz automatisch aus.
★ Sehr einfache Bedienung für Patienten und Therapeuten	Der Patient oder der Physiotherapeut geben die Behandlung nicht wegen technischer Schwierigkeiten auf.
★ Schmerzbehandlung via Kennmuskel möglich	Sehr effektive Behandlungsform mit heilender Langzeitwirkung!
★ Aktive Behandlung durch den Patienten zu Hause möglich	Sehr wirtschaftlich für den Patienten und die Krankenkassen. Spart Reise- und Konsultationskosten. Volle Kontrolle durch den Datenspeicher für den Therapeuten.
★ Kontrolle aller Behandlungen und Parameter am Apparat oder durch PC möglich	Der Physiotherapeut weiss immer, wie und mit welchen Parametern er behandelt. Sehr nützlich für die Statistik.
★ Graphische Darstellung der Langzeitbehandlung	Die Entwicklung einer Langzeitbehandlung auf einen Blick!
★ Alle notwendigen Parameter inklusive Modulation	Das Schmerzzentrum in Mainz (BRD) hat festgestellt, dass Frequenzen über 150 Hz keine signifikanten Vorteile haben: Frequenzen: 1 bis 150 Hz Pulsbreite: 10 bis 150 µs Amplitude: 1 bis 70 mA
★ Schmerztagebuch mit genauer Erfassung der Schmerzschwelle	Optimal für die Festlegung einer richtigen Behandlungsdosierung und Verhinderung der Adaption.
★ Anschluss an PC durch Interface möglich	Eine neue Welt von Möglichkeiten öffnet sich.
★ Anschluss an Drucker möglich	Sie können alles ausdrucken, z. B. für das Behandlungsjournal des Arztes usw.
★ Wird mit Therapiehandbuch für den Therapeuten geliefert	Mit genauen Hinweisen für die Elektrodenapplikation. Der sichere Weg zum Erfolg, gestützt auf jahrelange, internationale Forschung.
★ Mit Handbuch für den Patienten	Eine vollständige Anleitung, die dem Patienten Freude und Motivation mit auf den Weg zum Erfolg gibt.

Andere Systeme von KE-Medical

- Parese-Stimulator 2000 – Datamanger
- MicroPuls 2000 – Datamanager
- UNI-Laser 201 – Power Laser 140 mW
- Scolistim 2000 – Datamanager

KE-Medical Zürich
Kringlen Engineering AG
Dipl. Ingenieure & Physiotherapeuten

Sempacherstrasse 71
8032 Zürich

Tel. 01/53 87 86
Fax 01/53 13 34

chanischen Wellen ein festes, flüssiges oder gasförmiges Medium, wobei die Fortpflanzungsgeschwindigkeit durch das Medium und die Wellenlänge bestimmt wird. Im menschlichen Gewebe beträgt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit, ausser im Knochengewebe mit 3445 m/s, etwa 1500 m/s. Durch das Schwingen der Masseteilchen um ihre Ruhelage entsteht eine mechanische Wirkung. Das Gewebe wird in derselben Frequenz wie die des Ultraschalls komprimiert und expandiert, wodurch recht hohe Druckschwankungen resultieren, die zu biologischen Effekten führen. Die Druckschwankung beträgt bei einer Intensität von 1 W/cm² etwa 1,7 bar (bei 1 MHz und einer Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 1500 m/s). Die Energie des Ultraschalls wird von den Geweben absorbiert. Die Intensität der Schallwellen nimmt beim Vordringen in das Gewebe aufgrund der Absorption, welche für die biologischen Gewebe unterschiedlich ist, ab. Ausgedrückt wird die Absorption durch die Halbwertstiefe, d. h. die Intensität sinkt in einem bestimmten Medium auf die Hälfte ab. Diese beträgt für das Muskelgewebe, wenn das Schallbündel senkrecht zu den Muskelfasern verläuft – wie dies bei der Behandlung meist der Fall ist – nicht, wie bis anhin allgemein angenommen, etwa 3 cm, sondern 0,9 cm (Tabelle 4). Die grösste Tiefe, in der noch ein therapeutischer Effekt erwartet werden kann, wird als Penetrationstiefe bezeichnet. Dies ist der Punkt des Gewebes, an dem noch 10 Prozent der verabreichten Energie verbleiben (Tabelle 5). Die beiden Tabellen zeigen, dass Ultraschall mit unterschiedlichen Frequenzen gleiche Wirkung hat; die Besonderheit des Ultraschalls mit höheren Schwingungen liegt aber in dem viel grösseren mechanischen Effekt und der deutlich höheren Absorption der Ultraschallenergie in den oberflächlichen Gewebeschichten. Dadurch werden tiefer gelegene Gewebe geschont, denn die Intensität nimmt infolge der grösseren Absorption grösstenteils ab.

An den Grenzen zwischen verschiedenen Geweben unterschiedlicher Dichte wird der Ultraschall reflektiert. In der Luft beträgt die Reflexion praktisch 100 Prozent und am Knochengewebe etwa 30 Prozent (Tabelle 6). Zur Interferenz von Ultraschallwellen kommt es im Nahfeld und durch Reflexion. Die einfallenden und die reflektierten Schallbündel können sich überschneiden, was zu zwei Wellenbewegungen führt, die sich im Sinne einer Abschwächung oder Verstärkung beeinflussen können. Eine besondere Form der Interferenz ist die sogenannte stehende Welle. In der Behandlung entstehen dadurch nur Probleme, wenn die Gewebeschicht bis zum Knochen dünn ist oder nur wenig Schallenergie absorbiert, wie beispielsweise im Handgelenksbereich, an den Knöcheln und an ähnlichen Stellen. Es entsteht eine Reizung des Periosts mit Wärmegefühl und/oder Schmerzen. Deshalb ist es wichtig, um das Schallfeld zu homogenisieren, den Schallkopf ständig zu bewegen.

Tabelle 4: Halbwertstiefe (D1/2) für veschiedene Medien

	1 MHz	*3 MHz*	
Knochengewebe	2,1 mm	—	
Haut	11,1 mm	4 mm	
Knorpelgewebe	6 mm	2 mm	
Luft	2,5 mm	0,8 mm	
Sehnengewebe	6,2 mm	2 mm	
Muskelgewebe	9 mm	3 mm	Schallbündel senkrecht zum Gewebe
	24,6 mm	8 mm	Schallbündel parallel zum Gewebe
Fettgewebe	50 mm	16,5 mm	
Wasser	11 500 mm	3833,3 mm	

Es wurden nur die praktisch relevanten Werte in die Tabelle aufgenommen.

Tabelle 5: Penetrationstiefe für veschiedene Medien

	1 MHz	*3 MHz*	
Knochengewebe	7 mm	—	
Haut	37 mm	12 mm	
Knorpelgewebe	20 mm	7 mm	
Luft	8 mm	3 mm	
Sehnengewebe	21 mm	7 mm	
Muskelgewebe	30 mm	10 mm	Schallbündel senkrecht zum Gewebe
	82 mm	27 mm	Schallbündel parallel zum Gewebe
Fettgewebe	165 mm	55 mm	
Wasser	38 330 mm	12 770 mm	

Tabelle 6:
Übersicht über die Reflexion an einigen Mediengrenzflächen

Aluminium–Luft	100 %
Aluminium–Kontaktmedium	60 %
Schallkopf–Kontaktmedium	null
Kontaktmedium–Haut	0,1%
Haut–Fettgewebe	0,9%
Wasser–Fettgewebe	0,2%
Fettgewebe–Muskelgewebe	0,8%
Muskelgewebe–Knochengewebe	34,5%
Haut–Luft	100 %

Biophysikalische Wirkungen

Die Wirkungen des Ultraschalls sind vielgestaltig, lokaler und allgemeiner Natur, mit Sofort- und Spätwirkung. Gewisse Mechanismen sind bekannt, andere lassen sich vermuten. Der Wirkungsmechanismus ist weitgehend von der Intensität, der Frequenz, der Beschallungszeit, der Gewebeart und -stärke abhängig. Dominierend ist jedoch die Intensität.

Im Vordergrund steht die *mechanische Wirkungsweise.* Die Ultraschallschwingungen verursachen in den Geweben eine Kompression und Expansion mit derselben Frequenz wie die des Ultraschalls, was zu Druckschwankungen in den Geweben führt. Der mechanische Effekt wird aus diesem Grunde auch als Mikromassage bezeichnet. Die Druckschwankungen führen also zu Volumenveränderungen der Körperzelle in der Grössenordnung von 0,02 Prozent. Es entstehen Permeabilitätsänderungen der Zellmembran und vermehrter Austausch von Stoffwechselprodukten. Durch Absorption und Reflexion an den Grenzschichten wird die bekannteste Wirkung des Ultraschalls, der *thermische Effekt,* hervorgerufen. Im Vergleich zu anderen Therapieformen, wie der Hochfrequenz-Diathermie und Oberflächen-Wärmeverfahren, ist die Wärmeverteilung in den verschiedenen Geweben beim Ultraschall einzigartig (Abbildung 7). Besonders in Knochengewebe, Knorpel, Sehne, Muskulatur und Haut kommt es zu Wärmeentwicklung. Wahrscheinlich wird durch den Ultraschall auch eine physikalisch-chemische Wirkung hervorgerufen. Das Ausmass dieser Wirkungen im lebenden Gewebe ist aber noch weitgehend unbekannt.

Biologische Wirkungen

Die genannten physikalischen Wirkungen führen zu einer ganzen Palette therapeu-

tisch nutzbarer Wirkungen. Besonders tritt eine durchblutungsfördernde, trophikverbessernde, schmerzstillende und muskelrelaxierende Wirkung auf.

Kombinierte Ultraschall- und Niederfrequenz-Stromtherapie

Allgemein erfolgt eine Kombination des Ultraschalls mit diadynamischen Stromformen. Die Kombination von Reizen ist nur dann sinnvoll, wenn sie einen anderen Effekt als die Einzelreize auslöst.

Indikation

Zur Ultraschallbehandlung eignen sich vor allem krankhafte Veränderungen derjenigen Gewebe, welche eher oberflächlich am Bewegungs- und Stützapparat gelegen sind. Dies sind aus dem degenerativ-rheumatischen Formenkreis Arthrosen, vertebragene Syndrome, von den weichteilrheumatischen Veränderungen, Tendopathien, Muskelhartspann, Myosen und von den entzündlich-rheumatischen Krankheiten die Spondylitis ankylosans und die progressive System-Sklerose. Auch postoperativ und posttraumatische Weichteilveränderungen sprechen auf Ultraschall recht gut an.

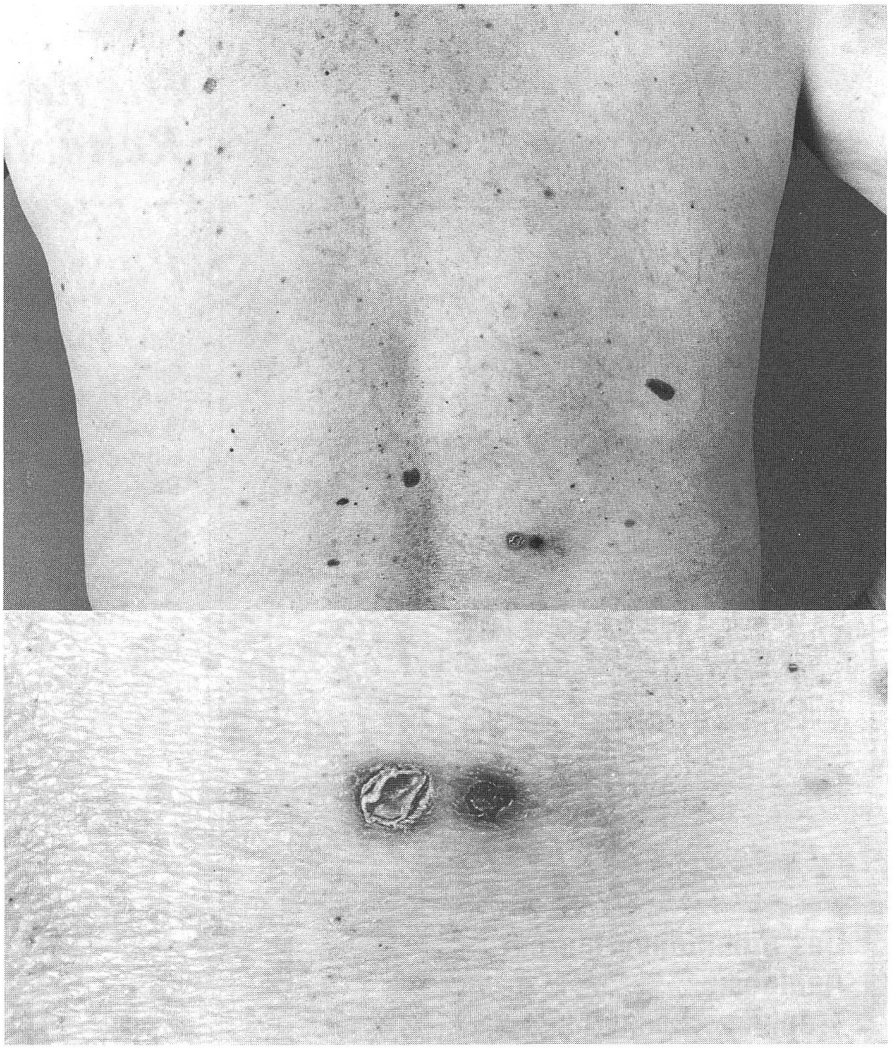
Kontraindikationen

Mit Ultraschall nicht behandelt werden dürfen Augen, Herzregion, Genitalien, (Hoden, gravider Uterus) und Epiphysen. Relative Gegenanzeigen für eine Behandlung mit Ultraschall sind Erkrankungen, bei denen Wärme kontraindiziert ist, maligne Tumoren, septische Infektionen, Thrombophlebitiden, Phlebothrombosen, arterielle Durchblutungsstörungen. Vorsicht ist geboten über Knochenvorsprüngen und über Laminektomie-Narben. Metallimplantate stellen im Gegensatz zur Hochfrequenzstrom-Therapie keine Kontraindikation für den Ultraschall dar.

Transkutane Elektronervenstimulation (Tens)

Es gibt heute verschiedene Varianten der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (Tens), nämlich die konventionelle, akupunkturähnliche, Burst- und die Hyperstimulation-Tens. Von diesen Varianten will die konventionelle transkutane elektrische Nervenstimulation ein nicht invasives Verfahren mit kleinen elektrischen, batteriebetriebenen Reizapparaten, welche dem Patienten mitgegeben werden können, eine Langzeitreizung (mehrmals pro Tag über Stunden) der schnelleitenden Nervenfasersysteme zur Dämpfung der langsam leitenden Schmerzfasern erreichen. Die Impulse uni- oder bidirektional sind sehr kurz und dauern meist um 100 Mikrosekunden. Während der Behandlung sollen Parästhesien, aber keine Muskelzuckungen im Schmerzgebiet auftreten. Mit den übrigen Tens-Varianten werden neben den Parästhesien zum Teil starke rhythmische Kontraktionen angestrebt.

Über den Nutzen der Tens sind die Meinungen geteilt. Eine neue kontrollierte Studie kommt zum Schluss, dass die Behandlung chronischer Rückenschmerzen (low back pain) mit Tens nicht besser sei als der Placebo-Effekt und dass Tens, zusammen mit einer Übungsbehandlung durchgeführt, keine besseren Resultate bringe als mit dem alleinigen Ausführen von Übungen. Auch beim Einsatz der Tens bei akuten Schmerzzuständen sind die Ergebnisse divergierend. Bisher vorliegende Untersuchungen ergeben, dass die Tens bei akuten Schmerzen unterschiedlicher Ätiologie eine wirksame adjuvante Schmerzlinderung erzeugen kann.



Zu Abbildung 6b: (siehe Seite 28)
Verätzung der Haut paravertebral lumbal rechts durch dia-dynamische Ströme.

Indikation

Wünschenswert für den Erfolg sind das Auffinden von Nervenreizpunkten oder eigentlichen Schmerz- bzw. Triggerpunkten. Bei Nervenerkrankungen, wie Zustand nach Polyneuropathie, Nervenkompression, bei Periarthropathien und Wirbelsäulensyndromen erweist sich das Verfahren als erfolgsversprechend.
Als Kontraindikation gilt das Tragen eines Herzschrittmachers.

Niederfrequente Magnetfeldtherapie

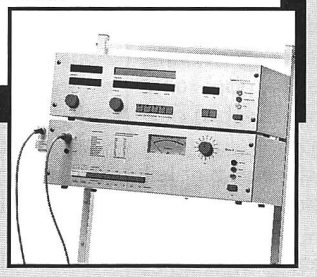
Das magnetische Feld ist Teil der natürlichen Umwelt des Menschen. Es umgibt den Erdball und den natürlichen Magneten ebenso wie den vom elektrischen Strom durchflossenen Leiter. In allen geschichtlich überlieferten Epochen hat die geheimnisvolle Kraft des Magnetsteins die Menschen fasziniert. Ihre therapeutische Nutzung wurde seit dem 16. Jahrhundert immer wieder versucht. Grundsätzlich ist zwischen *konstanten* sowie

LeistungsSteigerung

Galva 4
Die Wirkungen der Elektrotherapie:
Analgesie,
Trophikverbesserung,
Durchblutungssteigerung,
Muskelaktivierung

Sono 3
Die Wirkungen der Ultraschalltherapie:
Analgesie,
Trophikverbesserung,
„Mikromassage"

Das Simultanverfahren:
Analgesie,
Trophikverbesserung.
Gesteigerte Wirkung gegenüber der Einzelanwendung.
Ihre therapeutische Alternative bei therapieresistenten Krankheitsbildern.



Bitte rufen Sie an.
– Lassen Sie sich beraten.

Wolfgang Kahnau
Postfach 423
CH-4125 Riehen
Tel. 061/49 20 39

Daniel Siegenthaler
Haslerastr. 21
CH-3186 Düdingen
Tel. 037/43 37 81

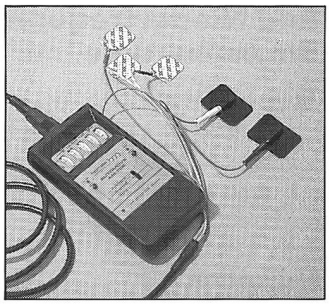
Herbert Feller
306, Chemin Valmont
CH-1260 Nyon
Tel. 022/61 50 37

Zimmer Elektromedizin

KÄPPELI
MEDIZINTECHNIK BIEL

AUTOMOVE AM 706

Die neue Rehabilitationsmethode bei zentraler Paralyse



Der **AUTOMOVE AM 706** erlaubt ein umfassendes Behandlungskonzept, das von Beginn an die Hirnfunktion in die Therapie miteinbezieht.
Der **AM 706** hat unvergleichliche Vorteile:

- Sofortige Verbesserung der Bewegungsfähigkeit
- Verstärkt die Muskelaktivität und vermindert die Spastizität
- Registriert das noch vorhandene EMG-Signal und hilft bei der Rehabilitation der Nervenfunktion, wobei der Muskel gezielt kontrolliert wird
- Der Patient ist motiviert, weil die betroffenen Muskeln noch bewegt werden können

Rufen Sie uns an – für eine Präsentation!

KÄPPELI MEDIZINTECHNIK BIEL
Höheweg 25, 2502 Biel **032 23 89 39**

AKUPUNKTUR MASSAGE®

ENERGETISCH-STATISCHE-BEHANDLUNG
und
OHR-REFLEXZONEN-KONTROLLE

hält, was...

...Akupunktur, Chiropraktik und Massage versprechen.

Fordern Sie kostenlose Informationen vom
Lehrinstitut für Akupunktur-Massage
CH-9405 Wienacht (BODENSEE)
Telefon aus D (00 41 71) 91 31 90 aus
A (05071) 91 31 90 aus CH (071) 91 31 90

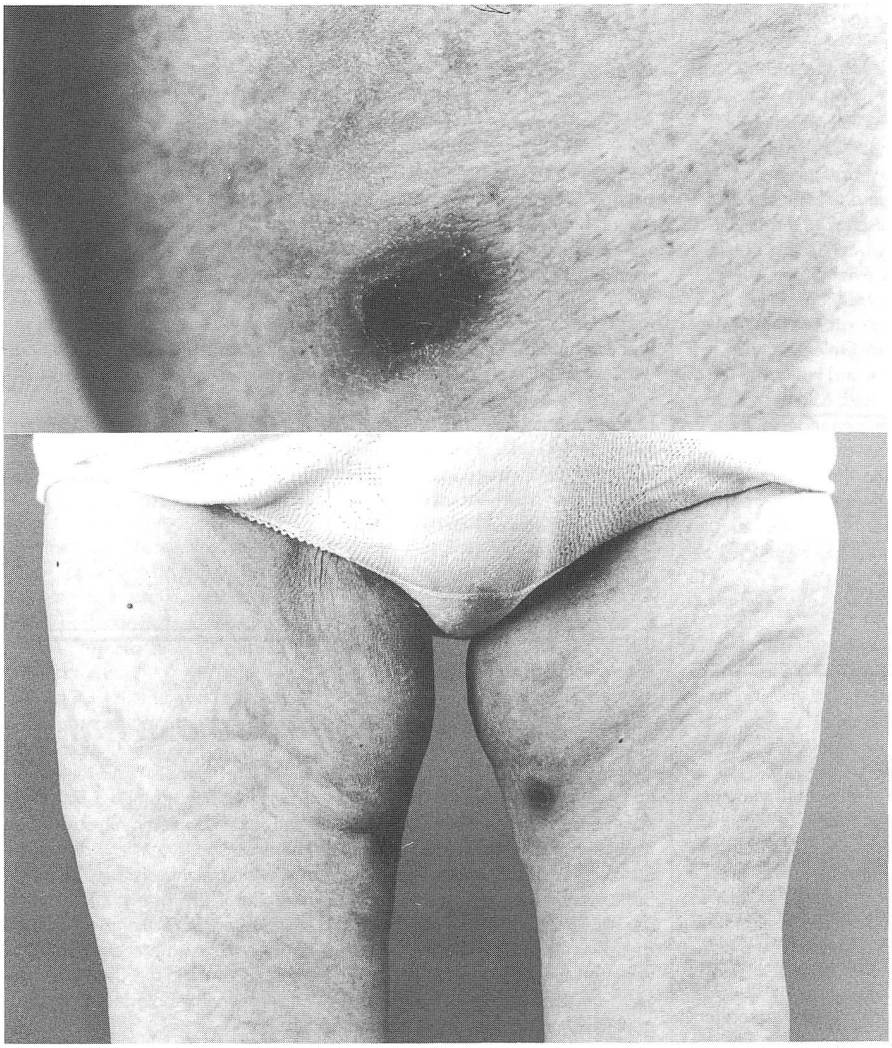


Abbildung 7:
Verbrennung der sich berührenden Hautabschnitte am Oberschenkel (fehlendes Dielektrikum!) bei der Behandlung beider Kniegelenke mit Kurzwelle im Kondensatorfeld.

niederfrequenten und *hochfrequenten Wechselfeldern* zu unterscheiden. Die Einflussnahme hochfrequenter magnetischer Wechselfelder auf den Organismus lässt sich durch die Induktion von Wirbelströmen im Gewebe und damit Bildung von Wärme erklären. Von *niederfrequenten, schwachen oder starken Magnetfeldern im 50-Hz-Bereich* sind *weder im Tier- noch im Humanversuch eindeutige Effekte nachweisbar.* Die therapeutische Brauchbarkeit von Permanent-Magneten, d. h. «biologische Wirkungen konstanter Felder», können auf Grund der bestehenden Literatur einer kritischen Prüfung nicht standhalten. Beim Verfahren nach Kraus und Lechner, der «invasiv, magnetisch induzierten Elektro-Osteostimulation», wird ein intrakorporaler Überträger benötigt, der das äusserlich applizierte Magnetfeld in elektrische Spannungen zur Verstärkung der Callusbildung umwandelt. Diesem Verfahren wird mit hoher Wahrscheinlichkeit therapeutische Wirksamkeit zugesprochen. Kraus sieht in der Anwendung von niederfrequenten Magnetfeldern selbst die Heilwirkung (= konservative Magnetfeldtherapie), die jedoch nicht als ausreichend gesichert angesehen wird. Das Verfahren nach Basset, die «konservative magnetisch induzierte Elektro-Osteostimulation», will mit Hilfe gepulster niederfrequenter Magnetfelder elektrische Spannungen, vor allem an knöchernen Defekten, erzeugen. Es wird ebenfalls als nicht ausreichend gesichert beurteilt, da entsprechende Doppelblindstudien fehlen. Die konservative niederfrequente Magnetfeldwirkung im Organismus soll eine grosse Zahl somatischer und psychosomatischer Erkrankungen günstig beeinflussen. Die Indikationsangaben und Wirkungsbehauptungen sind der Willkür jedes Geräteherstellers überlassen. Die Erfolgsquote wird in den Werbebroschüren mit beachtenswert hoch angegeben. Das Verfahren kennt keine Nebenwirkungen, und der Kontraindikationsbereich ist sehr gering. Die Geräte, im wesentlichen aus Spule und einer Stromquelle bestehend, liefern bis zu 10 m Tesla-Magnetfeldstärke, die nicht viel höher ist als diejenige in der Umgebung eines gewöhnlichen 100-W-Transformators. Reguläre, kontrollierte Studien fehlen, und der angegebene Wirkungsmechanismus ist rein hypothetisch. Bis heute fehlt jedenfalls jede wissenschaftliche Begründung für eine therapeutische Nutzung von niederfrequenten Magnetfeldern.

Hauptsächliche Nebenwirkungen der Elektrotherapie

Als hauptsächliche Nebenwirkungen sind Nekrosen durch Elektrolyse-Produkte im niederfrequenten Strombereich unter den Elektroden oder an Metallteilen im Körper (Abbildung 7) und Verbrennungen durch Joulesche Wärme im Hochfrequenzbereich bei falscher Elektrodentechnik und Metallteilen im Körper zu beachten. Diese Nebenwirkungen lassen sich bei Kenntnis der Wirkungen, die der elektrische Strom im Körper auslöst, und bei korrekter praktischer Durchführung der elektrotherapeutischen Anwendungen vermeiden.

Dr. med. A. Bruhin
Chefarzt Rheumatologie und
Institut für Physikalische Therapie
Kantonsspital Aarau
Buchserstrasse
5000 Aarau

Adressänderungen

Adressänderungen betreffend die Zustellung des «Physiotherapeuten» bitte an folgende Adresse senden:

Sekretariat SVP
Postfach
6204 Sempach Stadt