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: - (1980)

Heft: 3

Artikel: Die Wymoton-Behandlung : Elektrotherapie mit reinen Wechselströmen

Autor: Wyss, Oscar A.M. / Senn, Edward / Lenzi, Othmar

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-930567

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: 21.05.2025

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

Die Wymoton-Behandlung

Elektrotherapie mit reinen Wechselströmen

von OSCAR A.M. WYSS, EDWARD SENN und OTHMAR LENZI

Aus der Rheumaklinik und dem Institut für physikalische Therapie des Universitätsspitales Zürich (Direktor: Prof. Dr. med. A. Böni)

(Schluss)

3. Die praktische Durchführung der Wymoton-Behandlung

a) Anwendungsbereich

Der heute bereits als gesichert geltende Anwendungsbereich ist nur zum Teil das Ergebnis der bisherigen Erfahrungen, vorwiegend ist er das Resultat der gezielten Übertragung physiologischer Grundlagenkenntnisse über niederfrequente und mittelfrequente Wechselströme auf die Elektrotherapie.

Lediglich Spekulationen führen darüber hinaus noch zu einer Anzahl weiterer Indikationen. Im Vergleich mit den Indikationslisten herkömmlicher Elektrotherapiegeräte bleibt die Indikationsbreite für die Anwendung des Wymoton-Gerätes innerhalb der Grenzen, durch welche die Wirkungsweise nieder- und mittelfrequenter Wechselströme umschrieben ist.

Anwendung der Mittelfrequenz (MF)

Neben mutmasslichen Wirkungen auf die Gewebstrophik besitzen die mittelfrequenten Wechselströme einen eindrücklichen Aktivierungseffekt auf die Skelettmuskulatur und eine vornehmlich auf indirekten Wegen erfolgende schmerzlindernde Wirkung.

Muskelaktivierung

Der Begriff Muskelaktivierung möchte zum Ausdruck bringen, dass der physiologische Funktionszustand sämtlicher vom mittelfrequenten Strom erfassten Membrangebiete von Muskel- und Nervenfasern dosierbar, aber bei entsprechender Dosierung maximal möglich angeregt werden kann. Dieser Funktionszustand äussert sich bei den intradermalen und intramuskulären Nervenfasern in einem vorübergehenden spontanen Auftreten von multiplen Erregungen mit nachfolgendem Übergang in einen — sich depressorisch auswirkenden — Dauerdepolarisationszustand (Plateau) und bei den Muskelfasern im Auftreten eines andauernden Kontraktionszustandes (Physiologische Kontraktur). Eine derartige MF-bedingte Aktivierung erfasst den kontraktilen Mechanismus an jedem Ort entlang der gesamten durchströmten Faserlänge direkt. Diese direkte Einwirkung macht eine Erregungsausbreitung über die motorischen Nervenfasern, die Endplatten und über die einzelnen Muskelfasern überflüssig

Die kontraktionsbedingten Stoffwechselvorgänge werden durch eine Wymotonbehandlung genau so wie durch eine Willküraktivierung angeregt. Deshalb stellen sich bei regelmässiger Anwendung auch dieselben morphologischen und biochemischen Adaptationserscheinungen wie bei einem regelmässigen Training ein. Diese Anpassung umfasst einerseits eine *Kraftzunahme* (Vermehrung des kontraktilen Substrates), andererseits eine *Verbesserung* der *Ausdauerleistung* (Stoffwechselanpassungen).

Die *Re-Aktivierung* aller Fasern eines Muskels oder aller Teile einer Muskelgruppe vermag zur Gewohnheit gewordene oder durch reflektorische Blockierungen verursachte einseitige Einsatzmuster motorischer Einheiten aufzubrechen, sodass auch stillgelegte und aus dem Muskelspiel ausgeschaltete Muskelanteile erneut wieder verfügbar werden. Diese Vermehrung verfügbarer motorischer Einheiten wirkt der einseitigen Überlastung bestimmter Muskelteile entgegen und vermehrt die notwendige Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten der Muskeln.

Der periodisch wiederkehrende Wechsel von Aktivierungsphasen und Pausen (vgl. die Intensitätsmodulation) stellt die auch aus der Krankengymnastik bekannte ideale Voraussetzung für die Einleitung einer *Entspannung* hypertoner Muskeln dar. Die Erfassung ausgedehnter

und auch tiefliegender Muskelgruppen resp. -anteile resultiert dank der drehstrom-bedingten Ausbreitung im Gewebe in einer *massageähnlichen Wirkung,* die von den Patienten als angenehm, entspannend und in der Tiefe wirkend empfunden wird.

Alle diese Teilwirkungen — Kraft, Ausdauer, Reaktivierung blockierter motorischer Einheiten, Einleitung einer Entspannung — ergeben zusammen die in der physiotherapeutischen Praxis erstrebenswerte «Kräftigung» der muskulären Leistungsfähigkeit.

Schmerzlindernde (analgetische) Wirkungskomponente

Die exakte Überprüfung der Empfindungsschwellen im Anschluss an eine Durchströmung von Hautpartien mit mittelfrequentem Wechselstrom zeigt keinerlei dämpfende *Nach*wirkungen bezüglich irgend einer Empfindungsqualität der Haut. Im Gegensatz zur Durchströmung mit niederfrequentem Wechselstrom ist im Anschluss an die Behandlung keine Vertaubung der Haut feststellbar. Diese fehlende sensibilitätsdämpfende *Nach*wirkung schliesst indessen weder eine analgetische Wirkung *während* der Durchströmung noch alle *indirekten Wirkungen* im Sinne der Schmerzlinderung aus. Überraschenderweise empfinden die Patienten die Behandlung mit mittelfrequenten Wechselströmen erfahrungsgemäss auch als schmerzlindernd. Auf Grund theoretischer Überlegungen können folgende Teilwirkungen mittelfrequenter Ströme mit analgetischen Komponenten genannt werden:

1. Der Übergang des Membranpotentials der erfassten Nervenfasern in den — depressorischen — Dauerdepolarisationszustand stellt eine vorübergehende Unterbrechung der Schmerzleitung dar.
2. Die periodisch in allen schnelleren afferenten Fasern durch den Intensitätsanstieg auslösbaren Erregungsschwalle («bursts») blockieren auf Rückenmarksebene die Transmission der Erregungsströme in den langsameren Schmerzfasern («gate control»).
3. Die Aktivierung des Kontraktionsapparates führt über die notwendige Stoffwechselaktivierung zu einer arbeitsbedingten aktiven Hyperämie, welche möglicherweise zum beschleunigten Abtransport resp. metabolischen Abbau von Schmerzstoffen im Muskel führt.
4. Die detonisierende und reaktivierende Wirkung führt zu einer Entlastung verschiedener, möglicherweise schmerzhafter passiver und aktiver Strukturen des Bewegungsapparates.

Die Ursachen der schmerzdämpfenden Wirkung mittelfrequenter Ströme sind zum grössten Teil andere als jene, welche zu der bekannten Wirkung der niederfrequenten Wechselströme führen. Die gleichzeitige Kombination beider Wechselstromfrequenzen (MF + NF) durch Überlagerung vereinigt deshalb zwei verschieden analgetischwirkende Verfahren.

Verbesserung der Gewebstrophik

Die Einwirkung mittelfrequenter Wechselströme auf die glatte Muskulatur von Blut- und Lymphgefässen sowie auch auf die für die Trophik wichtigen langsameren C-Fasern aus der Haut und dem Bindegewebe ist bis heute nicht untersucht worden, ist aber bestimmt vorhanden. Möglicherweise vermag eine rhythmische Aktivierung dieser letzteren Strukturen zu einer allgemeinen Verbesserung der Gewebstrophik beizutragen.

Anwendung der Niederfrequenz (NF)

Der niederfrequente Wechselstrom von 250 Hz kann mit zunehmender Intensität sowohl schnellere als auch langsamere Fasern synchron mit den Stromschwankungen reizen. Diese durch die Stromschwankungen physikalisch erzwungenen Erregungsbildungen führen über die schnelleren Fasersysteme zu der bereits oben erwähnten Blockierung der Transmission der Schmerzerregungen und erzwingen am Reizort eine recht bald auftretende und verhältnismässig lang andauernde Nervenfaserermüdung, welche einer reversiblen funktionellen Blockierung der Erregungsfortpflanzung gleichkommt. Niederfrequente Wechselströme lassen aus diesen Gründen die bekannte und eindrückliche analgetische Nachwirkung zurück.

Bei der Anwendung höherer Intensitäten lassen sich regelmässig auch Muskelkontraktionen beobachten, welche zum Teil durch Reizeffekte, zum anderen Teil durch direkte Aktivierung zustande kommen. Die elektrophysiologisch langsamer als die Nervenfasern reagierenden Muskelfasern beantworten den 250 Hz-Wechselstrom daher bereits im Sinne von Mittelfrequenzeffekten. Es ist mit einer Potenzierung der Mittelfrequenzeffekte durch die Niederfrequenz zu rechnen.

Anwendung der Kombination von Mittelfrequenz und Niederfrequenz (MF + NF)

Im Bereiche des Bewegungsapparates sind die Symptome Schmerz, muskuläres Leistungsdefizit und trophische Störung derart häufig auf Grund der gegenseitigen Abhängigkeit miteinander verknüpft, dass eine kombinierte gleichzeitige therapeutische Beeinflussung aller drei Symptome wünschenswert ist. Letzteres ist mit einer Kombination niederfrequenter und mittelfrequenter Wechselströme realisierbar. Diese Kombination vereinigt die Möglichkeiten der gleichzeitigen Anwendung zweier verschiedener analgetischer Prinzipien und die beliebig fein dosierbare zusätzliche rhythmische Aktivierung von Skelettmuskeln.

Zusammenstellung der prinzipiellen Indikationen

Innerhalb obiger Anwendungsbereiche lassen sich für die Wymoton-Therapie die folgenden prinzipiellen Indikationen zusammenstellen, wobei das Muster der Symptomzusammensetzung das Verhältnis der Intensitäten einerseits des mittelfrequenten, andererseits des niederfrequenten Wechselstromes bestimmt.

1. Primär funktionell-schmerzhaft und sekundär u.U. kontrakturbedingte *Immobilisationen.* Darunter fallen viele postoperative, posttraumatische, aber auch degenerativ bedingte Gelenksbeschwerden. Periarthropathien und chronische resp. rezidivierende Rückenbeschwerden stellen geradezu klassische Indikationen dar.
2. *Isolierte Muskelkräftigung* sowohl im Sinne des Kraftzuwachses als auch der Förderung der Ausdauerleistung. Besonders bei chirurgischen und orthopädischen Patienten ist die isolierte Muskelkräftigung ein häufiges therapeutisches Ziel.
3. *Schulung* der *Empfindungen* für die Aktivierung resp. die Aktivierungsmuster von Muskeln und Muskelgruppen. Im Verlaufe aller funktionell bedingten Gelenksstörungen droht die Gefahr der Ausschaltung von Muskelteilen aus dem früher freien Muskelspiel und damit die Gefahr der Überlastung der verbleibenden Teile.
4. *Tendoperiostitische Schmerzzustände.* Erfahrungsgemäss sprechen diese Beschwerden gut auf die Anwendung des mittelfrequenten Wechselstromes an. Durch eine entsprechende Modulation des Mittelfrequenzstromes können die daran beteiligten Muskeln zusätzlich detonisiert resp. deren einseitiges Aktivierungsmuster aufgebrochen werden.
5. *Entspannung* hypertoner Muskelgruppen. Bei Erkrankungen des Zentralnervensystems, welche mit einer Spastik einhergehen, vermag der Einsatz der Wymoton-Therapie selbstverständlich das Problem lediglich lokalisiert und vorübergehend zu lösen.
6. *Frische Sportverletzungen.* Bei akut-traumatischen Gelenksschwellungen und -schmerzen hat sich vor allem der Einsatz der Niederfrequenz bewährt, wobei die Intensität nur wenig moduliert werden muss.

Kontraindikationen

Wegen der im Körperinnern erzeugbaren recht beträchtlichen Stromstärken (Drehstrom) müssen die *Herzgegend* und *implantierte elektronische Geräte* von einer direkten Durchströmung ausgeschlossen werden.

Auf *verletzte* oder anderweitig *lädierte* oder *entzündete Hautstellen* dürfen keine Elektroden aufgelegt werden. Die Durchströmung von Körperteilen mit *akut-entzündlichen* Erscheinungen ist zu vermeiden.

Vor der Behandlung von Körperregionen mit *implantierten Endoprothesen* ist noch immer zu warnen, weil der Einfluss der Wechselströme vor allem auf die Zementmassen noch zuwenig abgeklärt ist. Mit Schrauben oder Drähten fixierte Metallteile stellen indessen keine Kontraindikation dar.

b) Vorbereitungen zur Behandlung

Lagerung des Patienten

Die richtige Lagerung des Körperteils resp. des ganzen Patienten hat sowohl das Gebot der Beschwerdefreiheit und Muskelentspannung zu berücksichtigen, als auch dasjenige, dass die Elektroden gleichmässig auf der Haut aufliegen und durch allfällige kontraktionsbedingte Formveränderungen der Körperoberfläche weder in ihrer gegenseitigen Lage noch bezüglich Auflagedruck übermässig verändert werden. Die optimale Lagerung muss vom Therapeuten bei jedem einzelnen Patienten individuell erarbeitet werden.

Vorbehandlung der Haut

Der Hautwiderstand ist vorgängig dem direkten Auflegen der relativ grossflächigen und flexiblen Kunststoffelektroden durch kräftiges Abreiben mit warmem Wasser zu verringern. Wird die Elektrode direkt auf eine trockene Hautpartie aufgelegt, fliesst trotz hoher Spannung kein wirksamer Strom; der Patient empfindet höchstens ein unangenehmes Stechen in der Haut. Das Rasieren der Körperbehaarung ist in den seltensten Fällen notwendig.

Anlegen der Elektroden

Die Verwendung von drei Elektroden ist der ebenfalls möglichen Benutzung von nur zwei Elektroden vorzuziehen, um die dem Dreiphasenstrom innewohnende Tiefenwirkung auszunützen. Die drei Elektroden müssen indessen weder gleich geformt noch von gleicher Fläche sein. Die Wahl verschiedener Elektrodengrössen erlaubt die gleichzeitige Erzeugung verschiedener Stromdichten unter den entsprechenden Elektroden. Die ganz verschiedenartigen gegenseitigen Anordnungen der drei Elektroden (vgl. Abb. 3 - 22) ermöglichen das gewünschte Verteilungsmuster der Wirkungsintensität im Innern der zu behandelnden Körperpartie. Obwohl jede Elektrode als aktiv bezeichnet werden muss, kann ihre Wirksamkeit bezogen auf die von ihr bedeckte Fläche durch die relative Kleinheit erhöht, und die Stromdichte kann in einem bestimmten Körperabschnitt durch das Nebeneinanderlegen von drei kleinen Elektroden verstärkt werden. Ein minimaler Abstand von 1 cm zwischen zwei benachbarten Elektroden ist zur Vermeidung von direktem Kontakt von Wichtigkeit.

Die gute Fixierung der Elektroden an den Körper ist für die gleichmässige Wirksamkeit wichtig. Die Illustrationen wollen die dazu notwendige Phanthasie der Therapeuten anregen. Sandsäcke als Unterlage oder zum Beschweren, verschiedene Bindenverbände oder Tücher können als Fixationsmaterial vielfältig verwendet werden. Dem geschickten Therapeuten wird die Fixation immer gelingen.

Die beim Wymoton-Verfahren elektrophysiologisch mögliche und technisch realisierte Zuführung des Wechselstromes über grossflächige, dünne, flexible und der Haut direkt aufliegende Elektroden hat den seit langem geäusserten Wunsch der Orthopäden und Chirurgen erfüllbar gemacht, ohne grosse Umstände auch die *unter einem Gips* immobilisierten Muskeln regelmässig behandeln zu können. Es wurde ein technisch einfaches und zugleich elegantes Verfahren entwickelt, um die Elektroden für die Behandlungszeit zwischen Haut und Gips einzuziehen und um sie anschliessend der Körperoberfläche fest und gleichmässig anzudrücken. Diese technische Lösung muss sich in der Praxis allerdings noch bewähren.

Eine der Wymoton-Behandlung vorgängige exakte Patienteninformation vermag einen Teil der Patienten so weit zu instruieren, dass sie in der Lage sind, während der Behandlung die Dosierung der Intensität sowohl des mittelfrequenten als auch des niederfrequenten Stromes sowie diejenige der Modulation selbständig vorzunehmen. Die korrekte Bedienung des Gerätes ist nicht ganz so einfach, weil die drei einstellbaren variablen Grössen — Intensität je des niederfrequenten und des mittelfrequenten Wechselstromes sowie Modulationsgrad — bezüglich ihrer therapeutischen Auswirkung nicht unabhängig voneinander sind. An dieser Stelle muss auf die genaue Einhaltung der Instruktion zur Bedienung des Wymoton aufmerksam gemacht werden.

c) Durchführung und Dosierung

In jedem Falle muss besonders zu Beginn der Behandlungsserie die Intensität so langsam gesteigert werden — und zwar in kleinen Intensitätsschritten während der Stromdurchgänge durch ihr moduliertes Minimum —, dass der Patient sich sowohl an das neuartige Stromgefühl, als auch an die besondere Wirkung gewöhnen kann. Sobald der Patient die selbständige Dosierung erlernt hat, wird er von sich aus die optimal mögliche Intensität im Verlaufe der Behandlung erreichen.

Die stufenlos einstellbare Modulation erlaubt die Wahl der Pausenlängen zwischen den periodisch wiederkehrenden Intensitätswellen. Eine angenehm lange Pause zwischen den Kontraktionen ist auch für die notwendige Muskeldurchblutung entscheidend.

Die Patienten sollen dahin motiviert werden, zu Beginn nur in Gedanken, später tatsächlich die durch die Mittelfrequenz erzeugten Kontraktionen willkürlich zu unterstützen resp. zu verstärken.

Bei alleiniger Anwendung des niederfrequenten Wechselstromes als Schmerztherapie kann die unmodulierte Stromstärke über längere Zeit *pari passu* mit dem Anstieg der Schmerzschwelle gesteigert werden, bis die ersten Muskelkontraktionen auftreten. Dann erst soll die Modulation so weit eingestellt werden, dass wiederum Kontraktionspausen auftreten.

Die Dauer der Einzelbehandlung darf ohne weiteres eine halbe Stunde oder mehr betragen, und die Behandlungen können mehrmals täglich wiederholt werden. Eine dreimal wöchentlich halbstündige Behandlung ist zur Erzielung eines aufbauenden Trainingseffektes ein absolutes Minimum.

d) Erfahrungen

Neben den vielen positiven Erfahrungen soll auf ein paar Vorsichtsmassnahmen aufmerksam gemacht werden:

— Vor allem bei jüngeren und ängstlichen Patienten sind manchmal unregelmässige Muskelzuckungen zu Beginn einer Behandlungsserie zu beobachten. Die vorübergehende Reduktion der Intensität, die Wahl eines anderen Modulationsgrades oder eines günstigeren Mischungsverhältnisses der beiden Intensitäten vermag diese Zuckungen zum Verschwinden zu bringen, wenn der Grund nicht in einer ungenügend festen Fixierung der Elektroden auf der Haut liegt.

— Bei denervationsbedingten *Sensibilitätsstörungen* kann das subjektive Empfinden des Patienten für die Dosierung nicht massgebend sein. Auf jeden Fall ist bei solchen Patienten von der Verwendung zu hoher Intensitäten abzusehen und wenn möglich auf die palpatorisch nachweisbare Muskelschwelle zu achten.

— Bei erheblich geschwächten Muskeln kann während der Wymoton-Behandlung die objektiv nicht nachweisbare Muskelkontraktion vom Patienten subjektiv als Spannungs- oder Druckgefühl empfunden werden. Die Empfindung kann dem Therapeuten als Mass für die zu verwendende Stromstärke dienen. Überdosierung ist zu vermeiden, Langzeitbehandlung mit der gerade notwendigen Intensität zu empfehlen.

4. Schlussbemerkungen

So elegant und neuartig die Anwendung der Wechselströme in Form des Wymoton-Prinzips auch sein mag, so wird dieses doch immer nur innerhalb eines Therapieplanes und nur ausnahmsweise als einzige Massnahme verordnet werden können. Trotz des neuartigen Elementes der Aktivierung resp. der sog. Elektromassage bleibt die Wymoton-Behandlung wie alle andern elektro-therapeutischen Verfahren ein Mittel, welches die aktiven, krankengymnastischen Bemühungen ermöglicht, erleichtert und unterstützt.

Das Wymotonverfahren konfrontiert den Therapeuten mit neuartigen physiologischen und technischen Verfahren. Eine erfolgreiche Anwendung des Gerätes ist nur dann möglich, wenn die rein technisch richtige Durchführung von einem tieferen Verständnis getragen wird. Es zeigt sich einmal mehr auch auf diesem Gebiet, dass eine gründliche Ausbildung in Physiologie für den Beruf des Physiotherapeuten immer wichtiger wird, wenn die modernen Apparaturen und Methoden richtig eingesetzt werden sollen.

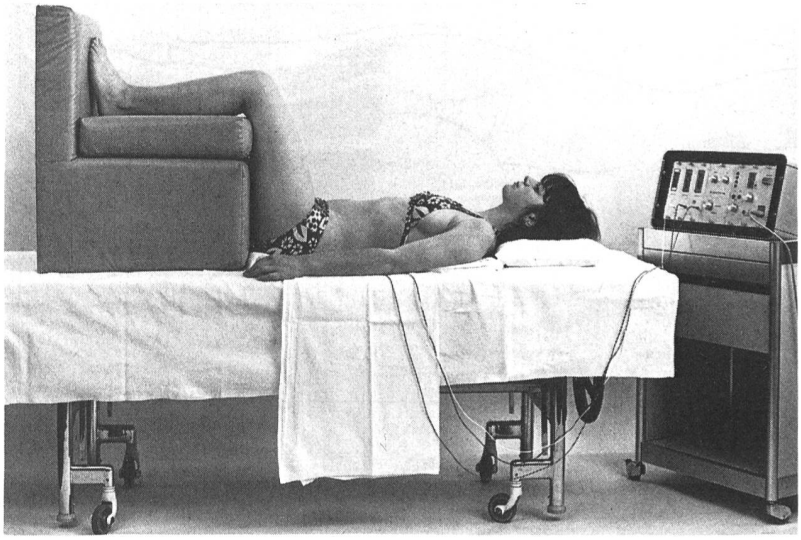

Abb. 3

Stufenlagerung: ideale Fixation der Elektroden mittels Lagerung über einem Tuch quer zum Behandlungsbett, womit die Elektroden auch bei kontraktionsbedingten Formveränderungen der Muskulatur gut anliegen. Besonders geeignet bei Lumbalgien (low back pain), geschwächter Rückenmuskulatur und bei aktiv behandelten und operierten Discushernien.

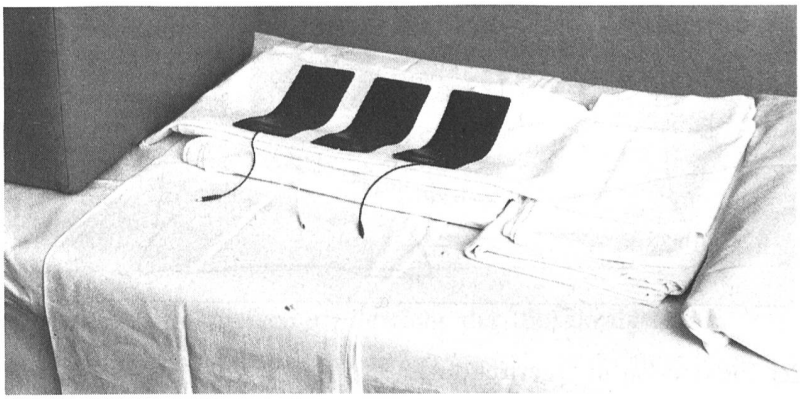

Abb. 4

Queranordnung der Elektroden bei der Behandlungssituation gemäss Abb. 1.

Durch keilförmig zusammengelegte Tücher kann die Unterlage der Körperrundung und der Lordose individuell angepasst werden. Man beachte auch das querliegende Tuch.

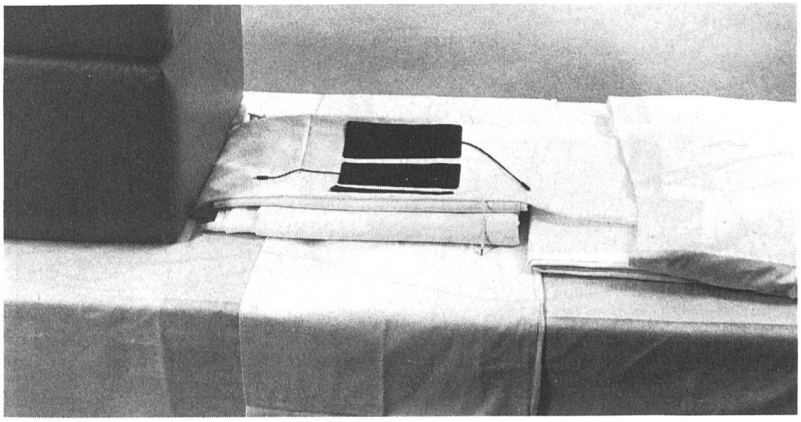

Abb. 5

Längsanordnung der Elektroden bei der Behandlungssituation gemäss Abb. 1.

Durch keilförmig zusammengelegte Tücher kann die Unterlage der Körperrundung und der Lordose individuell angepasst werden. Man beachte auch das querliegende Tuch.

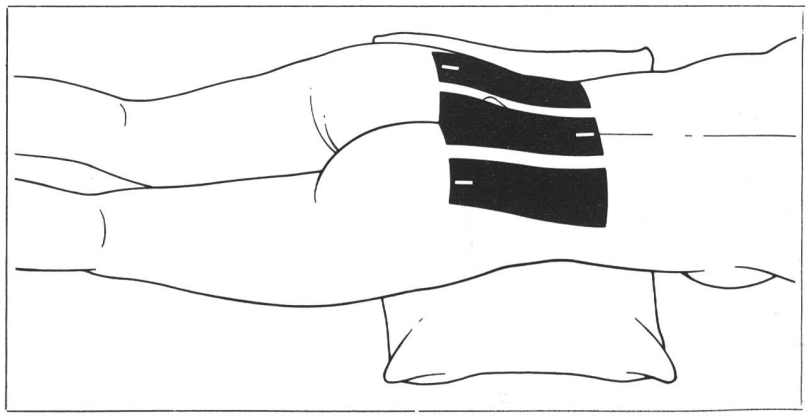

Abb. 6

Anordnung der Elektroden in Längsrichtung.
Fixation mit Tuchverband oder mit Sandsäcken.
Kann gemäss Abb. 1 auch in Rückenlage angelegt werden.

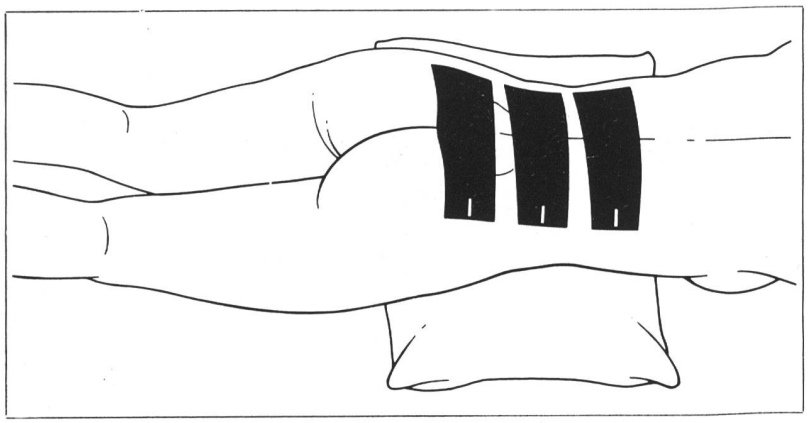

Abb. 7

Anordnung der Elektroden in Querrichtung.
Fixation mit Tuchverband oder durch Sandsäcke.
Kann gemäss Abb. 1 auch in Rückenlage angelegt werden.

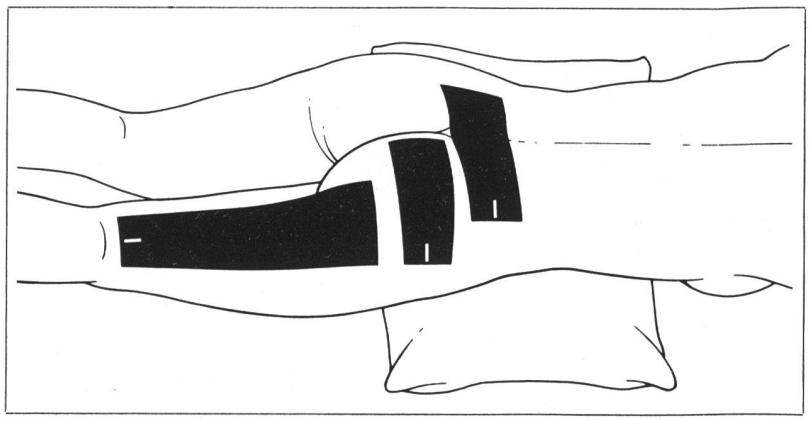

Abb. 8

Elektrodenanordnung bei ausstrahlenden Schmerzen.
Fixation durch Tuchverband, elastische Binden oder durch Sandsäcke.

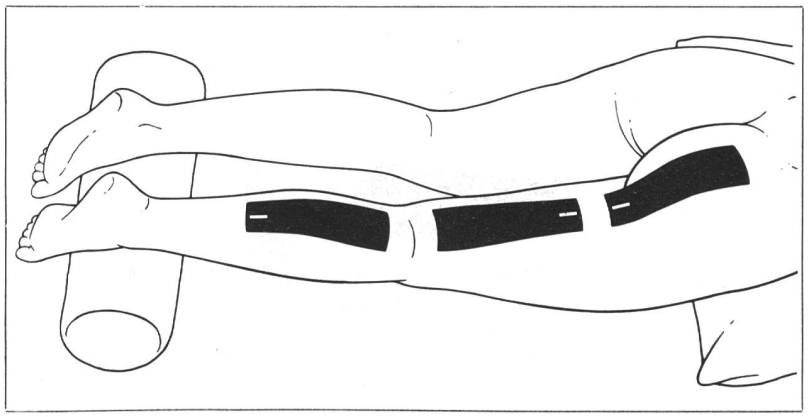

Abb. 9

Elektrodenanordnung bei Ischialgien.
Fixation durch elastische Binden.
Kann auch in Rückenlage ausgeführt werden.

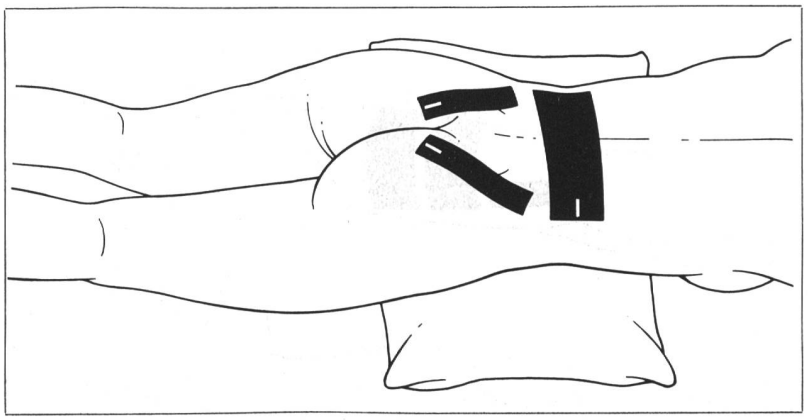

Abb. 10

Elektrodenanordnung bei Schmerzen im Bereiche der Iliosakralgelenke.
Einer indifferenten Elektrode stehen zwei differente auf den Schmerzpunkten gegenüber.
Fixation durch Tuchverband oder Sandsäcke.
Kann auch in Rückenlage ausgeführt werden.

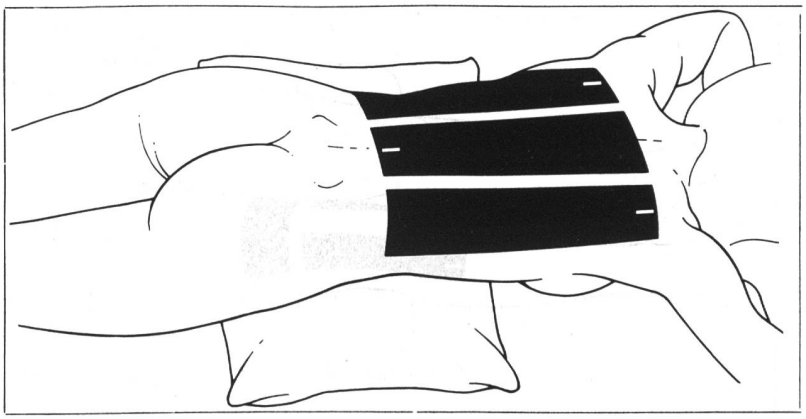

Abb. 11

Grossflächige Elektrodenanordnung am Rücken.
Fixation durch Sandsäcke oder Tuchverband.
Kann auch in Rückenlage ausgeführt werden.

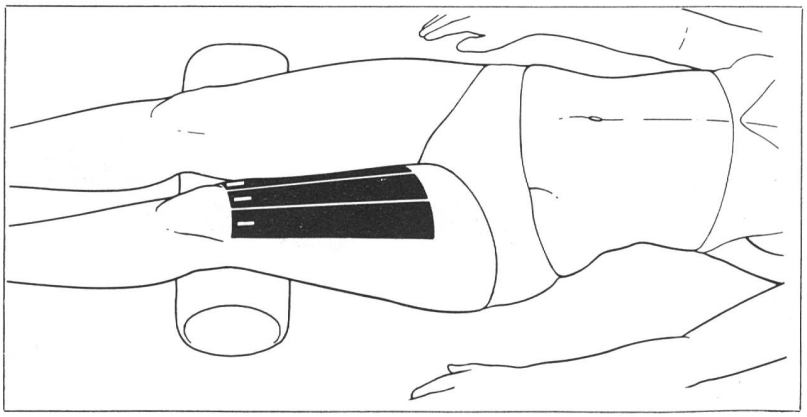

Abb. 12

Elektrodenanordnung in Längsrichtung (Dreier-Elektrode) zur Aktivierung des M. quadriceps.

Die Elektroden können auch quer zur Längsrichtung des Oberschenkels angelegt werden.

Fixation durch elastische Binden.

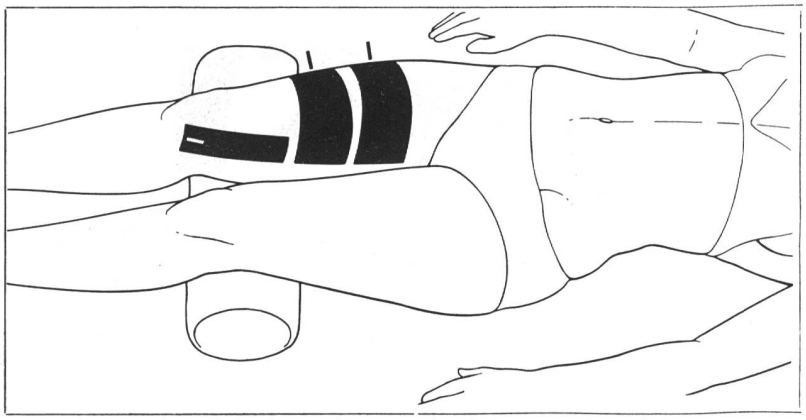

Abb. 13

Plazierung der differenten Elektrode zur umschriebenen Aktivierung des M. vastus medialis.

Fixation durch elastische Binden.

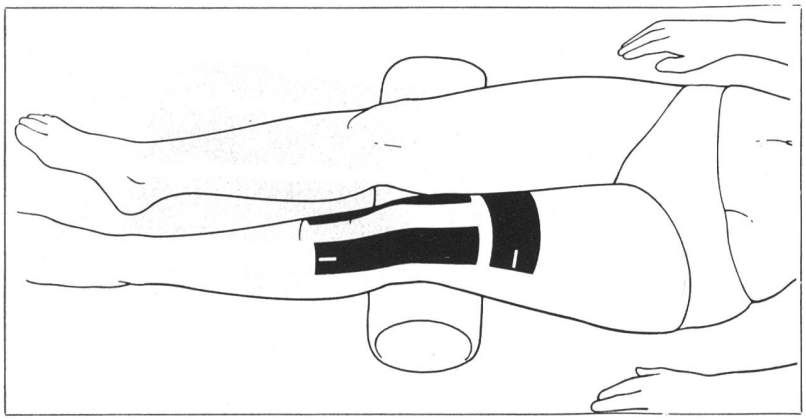

Abb. 14

Elektrodenanordnung am Knie, z.B. bei Gonarthrose, Meniscusläsionen, Distorsionen, etc.

Fixation durch elastische Binden.

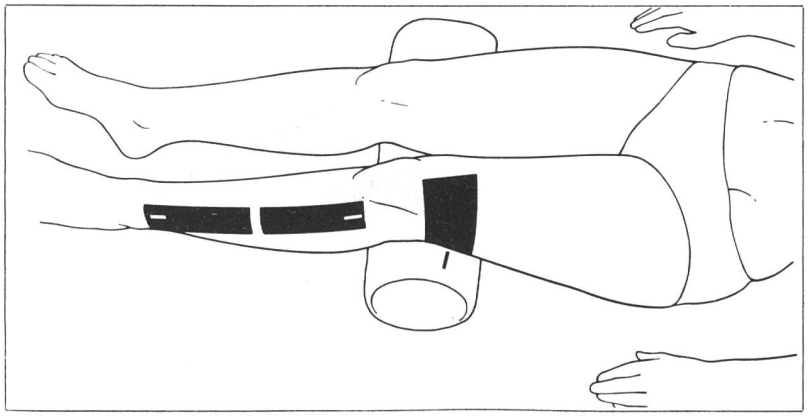

Abb. 15

Elektrodenanordnung zur Aktivierung der Fussextensoren, z.B. bei Fussheberparesen.

Fixation durch elastische Binden.

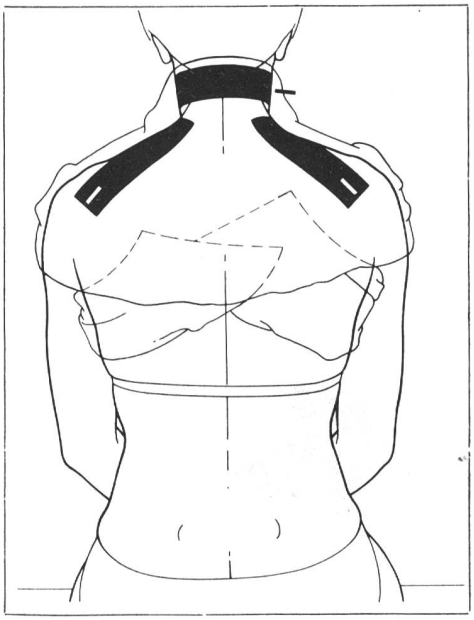

Abb. 16

Elektrodenanordnung an Nacken und Schultergürtel.

Fixation durch einen Rucksackverband.

Kann auch in Rückenlage ausgeführt werden.

Bei ungleichmässigem Hautkontakt können die Elektroden mit einem abwaschbaren Gel beschichtet werden.

Abb. 17

Längsanordnung der Elektroden im Bereiche des Schultergelenkes, z.B. bei Paresen, Periarthropathia humero-scapularis, Frakturen, Distorsionen, Luxationen, etc.

Fixation durch elastische Binden.

Abb. 18

Queranordnung der Elektroden im Bereiche des Schultergelenkes zur Aktivierung der Muskulatur bei Paresen, Periarthropathia humero-scapularis, Frakturen, Distorsionen, Luxationen, etc.

Fixation mit elastischen Binden.

Abb. 19

Queranordnung der Elektroden im Bereiche des Ellbogengelenkes, z.B. bei Epicondylitis, Frakturen, Distorsionen, etc.

Die eine Elektrode liegt auf dem Schmerzpunkt, die beiden andern proximal, resp. distal.

Fixation durch elastische Binden.

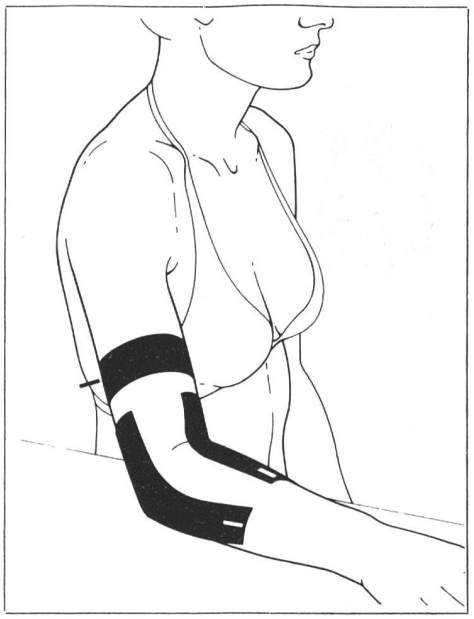

Abb. 20

Elektrodenanordnung bei radialer und ulnarer Epicondylitis.

Die dritte Elektrode kann je nach Lokalisation der ausstrahlenden Schmerzen proximal oder distal angelegt werden.

Fixation durch elastische Binden.

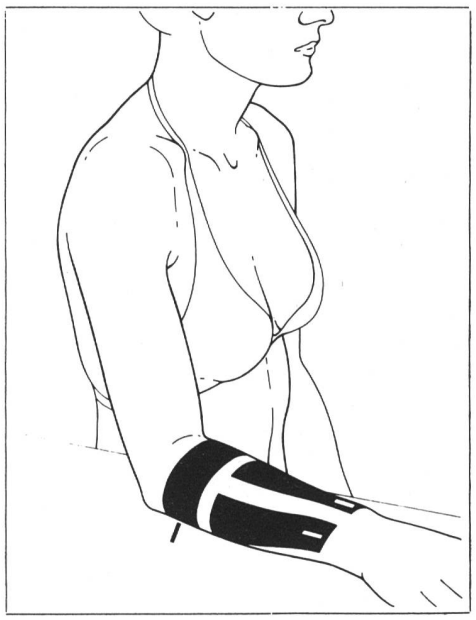

Abb. 21

Elektrodenanordnung zur Aktivierung der Handextensoren, z.B. bei Radialisparese.

Fixation durch elastische Binden.

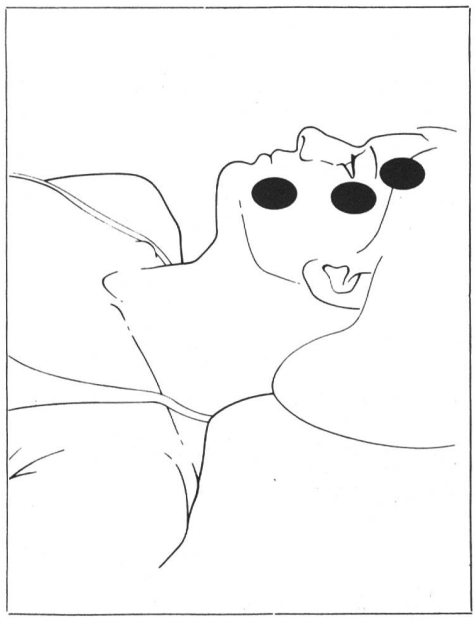

Abb. 22

Elektrodenanordnung bei Facialisparese oder Trigeminusneuralgie.

Fixation durch elastische Binden.

(Alternative zu Bergonié-Maske).

Bei Verwendung von nur zwei differenten Gesichtselektroden kann die dritte als indifferente Elektrode am Nacken angelegt werden.

Die Autoren danken Herrn *Heinz Sonderegger* und Herrn *Ulrich Kleboth* für die fotografischen und zeichnerischen Arbeiten.

Literaturverzeichnis

1. *Gildemeister, M.:* Untersuchungen über die Wirkung der Mittelfrequenzströme auf den Menschen. Pflügers Arch. *247,* 266-404 (1944).
2. *Hoorweg, L.:* Über die elektrische Nervenerregung. Pflügers Arch. *52,* 87-108 (1892).
3. *Hunsperger, R.W.; Wyss, O.A.M.:* Quantitative Ausschaltung von Nervengewebe durch Hochfrequenzkoagulation. Helv. Physiol. Acta *11,* 283-304 (1953).
4. *Kries, J. von:* Über die Abhängigkeit der Erregungsvorgänge von dem zeitlichen Verlauf der zur Reizung dienenden Elektricitäts-Bewegung. Ber.Verh.Naturf.Ges. Freiburg i.B.: *8,* (II), 265-287 (1884).
5. *Kumazawa, T.; Wyss, O.A.M.:* Mittelfrequenz-Querreizung des Muskels mit intrazellulärer Ableitung am Reizort. Helv. Physiol.Acta *24,* C33- C36 (1966).
6. *Lapicque, L. + M.:* Recherches sur la loi d'excitation électrique. J.Physiol.Pathol.gén. *5,* 843-858 (1903).
7. *Lucas, K.:* On the rate of variation of the exciting current as a factor in electric excitation. J.of Physiol. *36,* 253-274 (1907-08).
8. *Lullies, H.; Hensel, H.:* Über Summationsvorgänge bei der Reizung vegetativer Nerven nach Reizversuchen mit sinusförmigen Wechselströmen und sinusförmigen Einzelreizen am N.vagus der Schildkröte. Z.Biol. *104,* 1-36 (1951).
9. *Monjé, M.:* Über die Wirkung von Wechselströmen verschiedener Frequenz auf die Hautsensibilität. Z.Sinnesphysiol. *67,* 2-18 (1938).
10. *Nasse, O.:* Über die Erregung der Nerven durch positive und negative Stromesschwankungen. Pflügers Arch. *3,* 476-488 (1870).
11. *Nernst, W.:* Zur Theorie des elektrischen Reizes. Pflügers Arch. *122,* 275-314 (1908).
12. *Pflüger, E.:* Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. Berlin: August Hirschwald 1859.
13. *Senn, E.:* Reactive depolarization of muscle fibre membrane with slowly increasing middle-frequency current. Experientia *25,* 948-949 (1969).
14. *Senn, E.:* Transverse flow of middle-frequency alternating current, a new method for the study of cell rhythms in muscle-fibres. Vjschr.Naturf.Ges.Zürich *124,* 157-168 (1979a). Slow, rhythmic fluctuations of frog sartorius fibre membrane potential under the influence of «middle-frequency» steady-state currents. Ibid. (1979b).
15. *Senn, E.:* Habilitationsarbeit «Die gezielte Wiedereinführung der Wechselstrom-Therapie» (1980).
16. *Senn, E.; Wyss, O.A.M.:* Auf dem Weg zu einem neuen Verfahren in der Elektrotherapie. Die Mittelfrequenzdurchströmung der Skelettmuskeln. Erster Teil: Klinische und physiologische Grundlagen. Z.Physiother. *29,* 81-94 (1977).
17. *Senn, E.; Wyss, O.A.M.:* In Vorbereitung (1980).
18. *Schwarz, F.:* Über die Reizung sensibler Nerven des Menschen durch mittelfrequente Wechselströme. Pflügers Arch. *247,* 405-440 (1944a).
19. *Schwarz, F.:* Der Einfluss der Anoxämie auf die Mittelfrequenzreizbarkeit sensibler Nerven des Menschen. Pflügers Arch. *247,* 441-449 (1944b).
20. *Schwarz, F.:* Die Reizwirkung des mit Gleichstrom überlagerten Mittelfrequenzstromes auf sensible Nerven des Menschen. Pflügers Arch. *248,* 561-569 (1944c).
21. *Wedensky, N.:* Über einige Beziehungen zwischen der Reizstärke und der Tetanushöhe bei indirecter Reizung. Vorläufige Mittheilung. Pflügers Arch. *37,* 69-72 (1885).
22. *Weiss, G.:* Sur la caractéristique d'excitation des nerfs et des muscles. Arch. Physiol.norm.pathol. *30,* 192-193 (1898).
23. *Wollmann, B.:* Gleichzeitige sensible Reizung der menschlichen Haut durch zwei Wechselströme verschiedener Frequenz. Z.Sinnesphysiol. *67,* 19-38 (1938).
24. *Wyss, O.A.M.:* L'effet excitateur du courant alternatif comparé à celui de l'excitant rhéobasique. C.R.Soc.phys.hist.nat. Genève: *61,* 133-137 (1944).
25. *Wyss, O.A.M.:* Mittelfrequenzreizung des Nerven bei Querdurchströmung. Pflügers Arch. *274,* 94 (1961).
26. *Wyss, O.A.M.:* Nouveau principe de stimulation électrique: L'excitation ambipolaire par courant alternatif, sinusoîdal pur, de fréquence moyenne. Experientia *18,* 341-342 (1962a).
27. *Wyss, O.A.M.:* Querreizung des Nerven mit mittelfrequentem Wechselstrom. Helv.Physiol.Acta *20,* C10- C11 (1962b).
28. *Wyss, O.A.M.:* Principe «apolaritaire» de la stimulation électrique par courant alternatif de fréquence moyenne. Rass. Internaz.Elettr.Nucl. IX Congr.Internaz.Elettronica, Roma: 1-14 (1962c).
29. *Wyss, O.A.M.:* Die Reizwirkung mittelfrequenter Wechselströme. Helv.Physiol.Acta *21,* 173-188 (1965).
30. *Wyss, O.A.M.:* Mittelfrequenz-Impulsreizung als Prinzip der Interferenzreizung mit mittelfrequenten Sinusströmen. Asklepios: Diätetik, physik.Med. u. Rehabil. in Klinik u. Praxis *6,* (1965). Elektromedizin *11,* 144-150 (1966).
31. *Wyss, O.A.M.:* Das apolaritäre Prinzip der Mittelfrequenz-Reizung. Experientia *23,* 601-608 (1967).
32. *Wyss, O.A.M.:* Prinzipien der elektrischen Reizung. Neujahrsblatt Naturf.Ges.Zürich: 178. Stück Kommissionsverlag Leemann AG. Zürich, (1976) 57 pp.

Adresse der Verfasser:

Universitätsspital
Rheumaklinik und Institut
für Physikalische Therapie
CH - 8091 Zürich