**Zeitschrift:** Physiotherapie = Fisioterapia
**Herausgeber:** Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
**Band:** 37 (2001)
**Heft:** 10

**Artikel:** Elektromyoistumulation (EMS) der Wirbelsäule und Lumbalgie (Teil 1)
**Autor:** Kerkour, Khelaf
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-929178

**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:** 08.07.2025

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

# Elektromyostimulation (EMS) der Wirbelsäule und Lumbalgie (Teil 1)

*Khelaf Kerkour Gesundheitsdienst, Chefphysiotherapeut am Regionalkrankenhaus, 2800 Delémont*

*Im November 1999 wurde diese Arbeit in Paris als Expertenvortrag im Rahmen der Konsensus-Konferenz zum Thema «Prise en charge Kinésithérapique du lombalgique» (kinesiotherapeutische Behandlung von Lumbalgien) vorgestellt.*

**Schlüsselwörter:**
**elektromyostimulation**
**lumbalgie**

**Lumbalgie führt, insbesondere bei langsamen Muskelfasern (Ausdauer), zu Muskelschwund. Schmerzen, Muskelkontraktion sowie verringerte Aktivität wirken sich auf die Aufrechterhaltung respektive Rekrutierung der Muskelkraft äusserst schädlich aus. Die Elektromyostimulation mit niedriger Frequenz verringert diesen Effekt bei frühzeitiger Anwendung. Die verwendeten Methoden müssen dabei der natürlichen Muskelkontraktion möglichst ähnlich sein. Bei chronischer Lumbalgie ermöglicht die EMS eine Steigerung von Kraft beziehungsweise Ausdauer der betroffenen Lendenmuskulatur.**

## EINFÜHRUNG

Die Behandlung eines an Lendenschmerzen leidenden Patienten hat unter Berücksichtigung physischer, psychischer und sozialer Aspekte zu erfolgen. Physische Gesichtspunkte sind insbesondere: Muskelschmerz und -beweglichkeit sowie die kardiovaskuläre und muskuläre «Rekonditionierung», die von wesentlicher Bedeutung ist [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Eines der Ziele bei der Rehabilitation des Patienten ist daher die (vorbeugende) qualitative Wiederherstellung der Muskelkraft [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14] sowie die Ausdauer der Muskulatur im Rumpfbereich [11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], die bei Patienten dieses Typs beeinträchtigt ist.

Welche Rolle und Aufgabe kann die Elektromyostimulation (EMS) in diesem Zusammenhang bei der Rehabilitation des Patienten übernehmen?

Diese Behandlungsart wird bei der Muskelrehabilitation regelmässig im Bereich der peripheren Gelenke angewendet [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33]. Im Bereich der Wirbelsäule kommt dieses Verfahren insbesondere bei einer seitlichen Verkrümmung der Wirbelsäule (Skoliose) zum Einsatz [34, 35, 36 37].

Der Muskelschmerz (durch die verringerte Amplitude der motorischen Einheiten [38]), die Muskelkontraktion sowie die relative Immobilisierung der Wirbelsäule im Lendenbereich führen zu Muskelschwund (Amyotrophie). Alle, die normale Muskelaktivitäten begrenzenden pathologischen Faktoren, ziehen zum einen Muskelschwund aufgrund von Untätigkeit, zum anderen ein Nachlassen der Muskelvaskularisation von bis zu 60% [39] nach sich. Bei einer Immobilisierung kommt es in den ersten 10 Tagen zu einer Kraftminderung von 2 bis 6% pro Tag, die sich in der Folgezeit verlangsamt (ca. 50% nach 6 Wochen [40]). Beim Quadrizeps ist dieser Vorgang klinisch einfach festzustellen und zu quantifizieren. Bei der Rumpfmuskulatur ist dies ungleich schwieriger. Die Auswirkungen sind überdies die gleichen, denn die elektromyografische Aktivität (EMG) verringert sich in gleichem Masse wie die Muskelkraft [41].

Die EMS schafft einen Ausgleich für eine kurzzeitige oder dauerhafte Schwächung der willkürlichen Muskelaktivität, und zwar im Rahmen eines physiologischen Nachahmungseffektes [42, 43]. Wie bei der willkürlichen Muskelaktivität, die sie

**TAB. I: WICHTIGSTE EIGENSCHAFTEN UND KENNZEICHEN VON MUSKELFASERN, GEGLIEDERT NACH MOTORISCHEN EINHEITEN**

| Motorische Einheit | Langsam | Mittel | Schnell |
|---|---|---|---|
| Klassifizierung der wichtigsten Muskelfasern | Fasern Typ 1<br>*bzw.*<br>• ST (slow twitch)<br>*bzw.*<br>• SO (slow oxydative) | Fasern Typ IIa<br>*bzw.*<br>• FTa (fast twitch)<br>*bzw..*<br>• FR (fast résistant)<br>*bzw.*<br>• FOG (fast twitch oxydative glycolytic) | Fasern Typ IIb<br>*bzw.*<br>• FTb (fast twitch)<br>*bzw.*<br>• FF (fast fatigable)<br>*bzw.*<br>• FG (fast twitch glycolytic) |
| Eigenschaften | • Langsam<br>• Tonisch<br>• Rot<br>• Ausdauer (aerob) | • Mittel<br>• Tonisch-phasisch | • Schnell<br>• Phasisch<br>• Weiss<br>• Kraft (anaerob) |
| Durchmesser | 26 µm | 28 µm | 46 µm |
| Leitungsgeschwindigkeit | 60–80 m/s | 80–100 m/s | 80–130 m/s |
| Kraft (g) | 5 | 20 | 50 |
| Chronische Stimulationsfrequenz (Hz) | 10 Hz | 20 Hz | 50 Hz |
| Tetanisierungsfrequenz (Hz) | 33 Hz<br>(30–35 Hz) | 50 Hz<br>(45–55 Hz) | 65 Hz<br>(60–70 Hz) |



ersetzen soll, ist ihre Wirkung auf Metabolismus, Morphologie und Muskelleistung eng verbunden mit der Art des eingesetzten Trainings [26, 29, 42, 43, 44]. Bei einem normal innervierten Muskel muss das Schema der elektrischen Stimulation demjenigen der natürlichen Aktivität einer motorischen Einheit nachempfunden werden, entsprechend den betroffenen Muskelfasern *(vgl. Tab. I und II).*

## I. WIRKUNG DER EMS AUF DAS MUSKELFASERGEWEBE

Alle physiologischen Komponenten der Muskeltätigkeit, welche die morphologischen, biochemischen oder elektrischen Eigenschaften eines Muskels verändern, können Muskelschwund auslösen [42]. Wahl der Stimulationsfrequenzen *(Tab. I und II):*

### A. Chronische Stimulation mit niedriger Frequenz (≤ 10 Hz) führt zu:

a) *einer Steigerung der aeroben oxydativen Kapazität der Fasern des Typs I:* geringere Ermüdung und höhere Ausdauer. Bei dieser, in etwa an die grundlegende medulläre Stimulation angepassten Frequenz (8,4 Hz +/– 1,3 Hz), ändert sich die von den langsamen Fasern des Typs I erzeugte Kraft nicht oder nur in geringem Masse. Vielmehr kommt es bei den schnellen Fasern des Typs II zu einer beträchtlichen Verringerung der Kraft sowie ihrer Eigenschaften, die sich denjenigen der langsamen Fasern angleichen [27, 36, 44, 45, 46].

b) *einer Steigerung der Vaskularisation* [39, 47], der Anzahl der Kapillaren/Muskelfasern um ca. 25% sowie der Oberfläche der Mitochondrien [36, 48, 49] und in der Folge zu einer geringeren Ermüdung der Muskelfasern.

c) *einer Änderung der Muskelfasern und ihrer Eigenschaften.* Jarvis und Kollegen [50] haben gezeigt, dass eine über zwei Monate fortgesetzte Stimulation bei 10 oder 20 Hz zu einer Steigerung von Fasern des Typs I von 4% auf 34% kommt. Bleiben die Fasern des Typs IIa unverändert, bilden sich auch die Fasern des Typs IIb in gleichem Masse zurück. Hierbei muss betont werden, dass langsame Isomyosine auch dann auftreten, wenn sich die Menge an Schilddrüsenhormonen nicht ändert [51].

Dubowitz und Kollegen [52] haben über sechs Wochen eine kontinuierliche Stimulation von drei Stunden pro Tag angewandt und dabei eine Muskelermüdbarkeit, insbesondere bei Fasern des Typs II beobachtet, was den Schluss nahe legt, dass ein entsprechender Stimulationsstrom die Spontanaktivität der Motoneuronen übersteigen könnte. Die Arbeiten von Martin und Kollegen (53) gehen in die gleiche Richtung: Diese haben bei einer Stimulation des vorderen Schienbeinmuskels von querschnittsgelähmten Patienten (24 Wochen, 8 Std./Tag) eine Aktivitätssteigerung im Bereich des Schilddrüsenhormons (SDH, Sorbitdehydrogenase) und eine prozentuale Zunahme an Fasern des Typs I festgestellt, was einer Steigerung der oxydativen Kapazität entspricht [54]. Diese Änderung der aeroben Kapazität der Muskelfasern wird von Andersen und Kollegen [55] bestätigt, die den Effekt mit der Umwandlung von Isomyosinen des Typs IIb in solche des Typs IIa aufgrund einer längeren elektrischen Stimulation bei medullär geschädigten Patienten erklären.

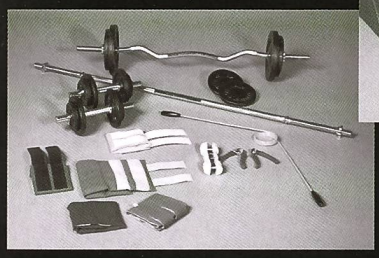
Theriault und Kollegen [56] haben mit einer Frequenz von 8 Hz (8 Wochen, 8 Std./Tag) gearbeitet und dabei eine Zunahme an oxydativen Enzymen beobachtet, während sich die glykolitischen Enzyme nicht verändert haben (bevorzugte Wirkung der Frequenz auf zellulare Veränderungen).

# PHYSIO*LINE*

**Matthias Roth · 5507 Mellingen**

*«Reparatur und Bezug auch von Fremdprodukten»*

**Med. Praxiseinrichtungen**

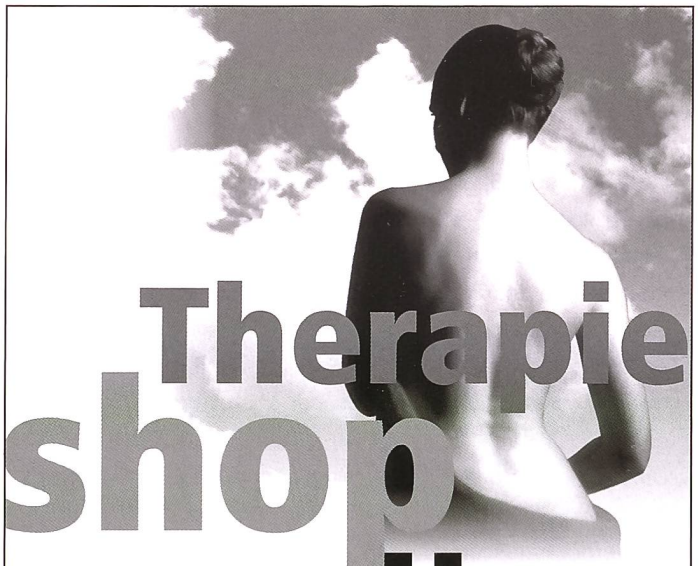


**zu supergünstigen Konditionen**

**Bänke ab CHF 590.-**

Tel. 079 438 86 55 · Fax 062 293 67 36 · E-Mail: physioline@smile.ch





# Therapie shop online

**Bestellen** Sie jetzt auch online!

**Informieren** Sie sich schnell, übersichtlich und unverbindlich über Trends, Neuigkeiten und unser gesamtes Sortiment!

**www.sissel.com**

... bis zum **31.10.01** mit **5 % Internet-Rabatt!**

**MEDiDOR**
HEALTH CARE • THERAPIE

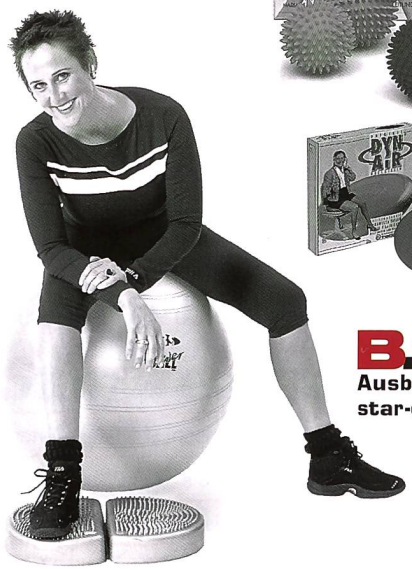
Eichacherstrasse 5
CH-8904 Aesch
mail@medidor.ch

- **Telefon** 01-7373444
- **Telefax** 01-7373479
- **Internet** www.sissel.com



baelle»gewichte
sitzkissen»fuer
»rehabilitation
»ergotherapie
»fitness
»physiotherapie
»schulsport

**TOGU®**
**makes your life go round!**



**B.CO**
**Ausbildung by star-education**

**trisport ag**
Im Bösch 67 6331 Hünenberg
Tel. 041-785 81 11 Fax 041-785 81 22

De Bischoop [39]: «Die elektrische Stimulation mit einer Frequenz von 10 Hz, acht Stunden pro Tag und im Verlauf von sieben Wochen, hat eine Umwandlung von Fasern des Typs IIb in solche des Typs IIa ergeben. Wird die Stimulationsreihe allerdings abgebrochen, nehmen die Muskelfasern ihren ursprünglichen Phänotyp wieder an (die jeweiligen Sitzungen müssen von langer Dauer, zwischen sechs und acht Stunden, sein).»

Die Anwendung der EMS mit niedriger Frequenz führt zu selektiven Veränderungen, die sich in Form einer Verbesserung der aeroben zellulären Leistung zeigen. Bei einer Stimulationsfrequenz unter 20 Hz wird die Muskelermüdung in signifikantem Masse verringert [32].

Eine Frequenz über 20 Hz führt zu einer tetanischen Kontraktion, daher ist eine Ruhephase zu programmieren, die mindestens so lange dauert wie die Kontraktionsphase.

**B. Stimulation mit einer Frequenz ≥ 30 Hz**

Diese Stimulation entspricht einer vollständigen Tetanisierung der Fasern des Typs I und diejenige mit 65 Hz einer vollständigen Tetansierung der Fasern des Typs IIb. Die maximale Stimulationsfrequenz, die festgestellt wurde, liegt bei 100 Hz [57]. Diese Form der tetanischen Stimulation erfordert in jedem Fall eine Stimulationszeit (On) und eine Ruhezeit (Off).

Duchateau und Hainault [58] haben den Effekt einer EMS mit maximal 60 elektroinduzierten Kontraktionen bei folgenden Ein-Aus-Verhältnissen verglichen: 1:2 s, 1:1 s und 1:0,5 s. Bei einem Verhältnis der An-Aus-Zeiten von 1:2 s war die Muskelermüdung am wenigsten feststellbar, und die Krafterhaltung während der Sitzung war am besten. Diese Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass sich die beste Kraftentwicklung ergibt, wenn die Ruhezeit mindestens doppelt so lang ist wie die Stimulationszeit.

Im Allgemeinen weisen die Stimulations- und Ruhezeiten bei einem nicht denervierten Muskel ein Verhältnis von 1:4 oder 1:5 auf [59]. Diese Ruhephase kann daher bevorzugt bei einer Stimulation mit 4 Hz programmiert werden, die eine bessere Entspannung und Erholung der Muskulatur ermöglicht.

Munsat und Kollegen [60] haben mit einem Stimulationsstrom von 33 Hz (5 s an / 25 s aus; 1 Std. alle 4 Std. über 5 bis 12 Wochen) gearbeitet und berichten von einer signifikanten prozentualen Zunahme von Fasern des Typs I bei 4 bis 5 Patienten. Der mittlere Durchmesser der Fasern des Typs I und II hat dabei in undifferenzierter Form zugenommen.

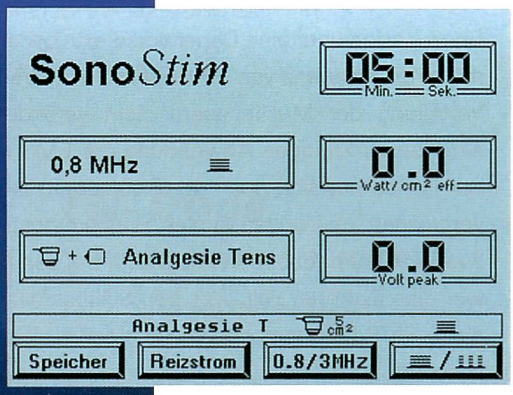
Gibson und Kollegen [29] haben gezeigt, dass Patienten mit einem Schienbeinbruch, der mit einem Gips ruhiggestellt und einer EMS mit 30 Hz unterzogen wurde, weniger Muskelschwund aufwiesen als vergleichbare Patienten, bei denen keine Stimulation durchgeführt worden ist. Die oben genannten Autoren haben ebenfalls eine Beschleunigung der Proteinsynthese sowie eine Zunahme an DNA und RNA nachgewiesen. In diesem Fall hat also die EMS zu einem Eiweissanabolismus geführt.

Erikson und Häggmark [28] haben untersucht, welche Auswirkungen es hat, wenn man nach einem chirurgischen Eingriff am hinteren Kreuzband ein isometrisches Trainingsprogramm durch eine intermittierende Elektrostimulation ergänzt. Dabei wurde die Unwirksamkeit der EMS als vorbeugende Massnahme gegen Muskelschwund aufgrund von Inaktivität festgestellt. Nach der Elektrostimulation wurde jedoch eine Verbesserung der Muskel- und Enzymqualität (SDH) beobachtet.

Duvoisin und Kollegen [61] haben bei bettlägerigen Patienten das dominante Schienbein einer Stimulation mit einer Frequenz von 60 Hz unterzogen (20 min/Tag, 30 Tage). Das andere Schienbein wurde zu Vergleichszwecken herangezogen. Festgestellt wurde eine signifikant geringere Volumenabnahme von

**TAB. II: CHARAKTERISTIK VERSCHIEDENER PARAMETER FÜR DIE ERSTELLUNG EINES EMS-PROGRAMMS (JE NACH ZIELVORGABE)**

| | Muskelschwund | | Kräftigung | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Vorbeugung | Behandlung | Ausdauer (aerob) | Ausdauer (anaerob) | Max. Kraft |
| Stimulationsfrequenz (Hz) | 8 bis 10 Hz | 30 bis 50 Hz | 35 bis 50 Hz | 50 bis 70 Hz | 70 bis 100 Hz |
| Stimulationsdauer | 2 Std. | 1 bis 2 Std. | 30 Min. bis 1 Std. | 15 bis 30 Min. | 15 bis 30 Min. |
| Stimulationsform | Chronisch | Tetanisch | Tetanisch | Tetanisch | Tetanisch |
| Kontraktionsdauer | – | 10 bis 15 s | 8 bis 10 s | 6 bis 8 s | 4 bis 6 s |
| Erholungsdauer | – | 80 bis 100 s | 40 bis 50 s | 24 bis 32 s | 4 bis 12 s |
| «Erträgliche» Stromintensität (in mA) | Untere Schmerzschwelle | Untere Schmerzschwelle | Submaximal | Submaximal | Maximal |
| Kombination | – | | Willkürliche Muskelkontraktion → isometrisch, konzentrisch, exzentrisch | | |




**Präzise einstellen:**
Eigene Programme erstellen und genau den Bedürfnissen des Patienten anpassen – alles auf Tastendruck.

**Einfach bedienen:**
Standard-Programm wählen und die Therapie kann beginnen.

**Gezielt therapieren:**
SonoStim eröffnet zahlreiche Therapiemöglichkeiten. Hohe Wirksamkeit am Erkrankungsort und Sicherheit für Anwender und Patienten gewährleistet das homogene Schallfeld.

Der neue **Sono*Stim:*** Ultraschalltherapie kompakt.
Elektrotherapie komplett mit 7 Stromformen.
Ein Tastendruck und der therapeutische Effekt multipliziert sich im Simultanverfahren.
**Sono*Stim*** – die tragbare Lösung.

**Zimmer**
Elektromedizin AG
Postfach 423
4125 Riehen 1
Telefon 061 643 06 06
Telefax 061 643 06 09
E-Mail: info@zimmer-medizinsysteme.ch
www.zimmer-medizinsysteme.ch

Zimmer
MedizinSysteme
*Wir geben Impulse* ***ISO 9001 / EN 46001***

Schienbein und Hüfte im Bereich der Fasern des Typs I und II sowie eine aerobe Enzymaktivität des stimulierten Körperteils. Diese Ergebnisse sprechen für die Nutzung der EMS als vorbeugende Massnahme gegen Muskelschwund.

Bigard und Guézennec [62] haben den Oberarmtrizeps von Rhesusaffen über eine Dauer von drei Wochen intermittierend mit einer Frequenz von 60 Hz stimuliert. Wenn sich dabei die Verteilung der Muskelfasern nicht verändert hat, was bei einer so kurzzeitigen Anwendung der EMS nicht verwunderlich ist, so hat sich doch der Querschnitt aller Muskelfasern vergrössert. Im Übrigen kam es zu einem Anstieg der die Fasern des Typs II umgebenden Kapillaren. Bei den Fasern des Typs I war dies nicht der Fall, was den Schluss nahe legt, dass sich diese EMS-Frequenz spezifischer auf die Fasern des Typs II auswirkt.

Gobelet und Kollegen [63] haben mit einem Strom von 2500 Hz gearbeitet, der auf 50 Hz moduliert wurde (6 Wochen, 30 min/Tag), und bei den Muskelfasern weder eine Änderung der Anzahl noch des Durchmessers festgestellt. Bei Arbeitszeiten von 15 s und Ruhezeiten von 100 s wirkt sich die Stimulation mit 50 Hz stärker auf die Muskelkraft aus, und zwar nicht durch eine Steigerung des Faserquerschnitts, sondern durch eine signifikante Zunahme der Kraft je Muskelgramm. Hierbei handelt es sich nicht um eine Hypertrophie der Fasern, sondern um eine Zunahme ihrer spezifischen Kraft. Die für die Erreichung der maximalen isokinetischen Kraft erforderliche Zeit (Drehmomentbeschleunigung) ist bei hoher Winkelgeschwindigkeit (300°/s) deutlich kürzer. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass von dieser Art der EMS bevorzugt die Fasern des Typs II stimuliert werden.

Cabric und Kollegen [26, 45, 46] haben die Auswirkungen von zwei unterschiedlichen Frequenzen (50 Hz und 2500 Hz) bei gesunden Testpersonen verglichen und dabei Folgendes festgestellt:

- die isometrische Kraft und der Umfang der Wade nehmen zu [26];
- der Faserdurchmesser vergrössert sich bei einer Frequenz von 50 Hz [45];
- die Anzahl der Muskelzellknoten sowie deren Grösse nimmt bei 50 Hz stärker zu als bei 2500 Hz;
- das Kernvolumen pro Gewebevolumeneinheit nimmt zu [45]. Korreliert man die Zunahme an Zellkernen mit der von Satellitzellen, ergibt sich eine Hypertrophie respektive Hyperplasie



ANZEIGE

DR. WEIBEL

Massage Body Milk:

Unsere Geschäftspartner
in der Schweiz

fritac

Jardin Medizintechnik ag
Planung – Verkauf – Service

MEDIDOR
HEALTH CARE · THERAPIE

# Sie liegen immer richtig!

mit Ihrem ENRAF-Direktvertreter

MTR MEDIZIN THERAPIE REHA AG

Roosstrasse 23
CH-8832 Wollerau
Tel. 01 / 787 39 40
Fax 01 / 787 39 41
info@mtr-ag.ch

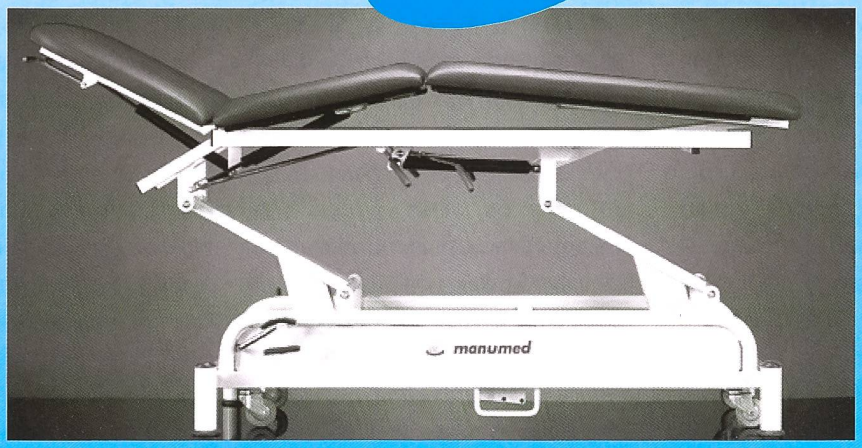
ENRAF NONIUS

## Die meistgebrauchte Liege «Manumed Optimal»

3-teilig, mit Flexionslagerung, Höhenverstellung (45–95 cm) hydraulisch oder elektrisch (Fuss-Schalter), leichte Verstellungen durch Gasdruckfedern, Kopfteil mit Nasenschlitz, angenehme Polsterung, strapazierfähiger, abwaschbarer Bezug in Grau.

Listenpreis Fr. 3930.--

**Aktionspreis Fr. 2598.–** +MWSt.




## EN-Trode

**Selbstklebende Elektroden.**
Passen sich hervorragend an, sehr gute Hafteigenschaften, mehrfach brauchbar!

Grössen: Set à 4 Stk. / Set à *2 Stk.

| | |
|---|---|
| Ø 32mm | 24.-- |
| Ø 50 mm | 25.-- |
| Ø 70 mm | 36.-- |
| 50 x 50 mm | 24.-- |
| 50 x 90 mm | 30.-- |
| 50 x 100 mm | *20.-- |

Profitieren Sie jetzt von den Mengenrabatten bis zu 25 %!

ENRAF NONIUS





- Hochwertige Zusammensetzung mit natürlichem Mandelöl
- Dezente Parfümierung und gute Verträglichkeit
- Ausgezeichnete Gleitfähigkeit, ohne zu schmieren
- Sparsame Anwendung

t u e n d g u t

Kölla ag MEDIZINTECHNIK

MTR MEDIZIN THERAPIE REHAB

mediafit

Mundipharma Medical Company
4006 Basel – www.mundipharma.ch

des elektrostimulierten Muskels [46]. Eine EMS bei 2500 Hz wirkt spezifischer auf Fasern des Typs II, wie aus der Zunahme an Mitochondrien beziehungsweise des DNA-Gehalts in diesen Fasern deutlich wird.

Diese Hypothese ähnelt derjenigen von Appel und Kollegen [64] für die zumindest teilweise Erklärung der Muskelentwicklung durch Training.
Nach Thépaut-Mathieu [65] ist es illusorisch zu hoffen, mit der EMS lediglich eine Art von Fasern stimulieren zu können. Wird ein möglichst grosses Reizfeld angestrebt, so muss die Stromstärke erhöht werden. Fasern des Typs II werden von einem Strom geringer Stärke angeregt, und je höher die Stromintensität, desto stärker wirkt sich die Stimulation auch auf Fasern des Typs I aus. Die Leitungsgeschwindigkeit der schnellen Fasern ist grösser und je weiter aussen sie im Muskel zu finden sind, desto leichter werden sie durch die Stimulation rekrutiert. Es ist in hohem Masse spekulativ anzunehmen, dass der elektrische Stimulus eine umgekehrte Rekrutierung der motorischen Einheiten bewirken könnte [57].

Daher scheint es offensichtlich, dass die EMS bei jeder Frequenz Wirkung auf die Muskelzellen zeigt. Bei Verwendung einer niedrigen Frequenz wird die aerobe Zellaktivität stimuliert, was aber als alleinige Massnahme wohl nicht genügt, um Muskelschwund vorzubeugen. Bei höheren Frequenzen [30 bis 60 Hz] werden die Fasern des Typs II aktiviert, wodurch sich die Kraftentwicklung verbessert und möglicherweise Schäden aufgrund von Inaktivität zumindest teilweise verhindert werden können. Eine Elektromyostimulation langer Dauer, wie sie bei den spinalen Muskeln von Skoliose-Patienten angewendet wird [34, 35, 36, 37], hat keine sekundären Auswirkungen auf die morphologischen und histochemischen Eigenschaften der Muskelfasern. Es besteht kein Risiko einer Faserschädigung, sofern ausschliesslich «erträgliche» Stromstärken eingesetzt werden. Eine Stimulation längerer Dauer mit geringeren Stromstärken ist dabei einer hohen Stromintensität vorzuziehen, da bei dieser das Risiko einer Abwehrhaltung beim Patienten besteht, was möglicherweise zu Muskelkater oder einem retardierten Muskelschmerzsyndrom führen kann (wie bei exzentrischer Arbeit).
Hudlicka und Kollegen [66] verweisen darauf, dass eine intensive elektrische Stimulation einen mit chronischer Ischämie behafteten Muskel schädigen kann, während eine Stimulation mit geringer Intensität positive Wirkung zeigt.
Hainaut [67] betont, dass zwischen der EMS und willkürlichen Muskelkontraktionen eine Verbindung besteht, da durch diese die grossmotorischen Einheiten aktiviert werden, die bei einer willkürlichen Anstrengung nur schwer rekrutierbar sind; ausserdem verzögert die EMS das Muskeldefizit während der Denervierung, respektive Immobilisierung und optimiert die Wiederherstellung der Muskelkraft im Rahmen der Rehabilitation. Bei der willkürlichen Kontraktion werden die motorischen Einheiten im Vergleich zur EMS (also zunächst Fasern des Typs I, dann des Typs II) in umgekehrter Reihenfolge rekrutiert. Im Gegensatz zur willkürlichen Stimulation bewirkt die transkutane elektrische Stimulation, je nach Stärke der eingesetzten Stimuli, immer eine «synchrone» beziehungsweise gleichzeitige Reaktion aller rekrutierten Muskelfasern und führt nicht zu einer zentralen Muskelermüdung, sondern vielmehr zu einer stärkeren lokalen Ermüdung bei verstärkter Bildung von Milchsäure [68].

**C. Geräte:**
Die mangelnde Vergleichbarkeit der verschiedenen Methoden und eingesetzten Geräte wirkt sich in direkter Folge auf die Ergebnisse aus und macht einen Vergleich der einzelnen Untersuchungen unmöglich [43].
*(a) Geräte:* Es sollten vorzugsweise tragbare und vollständig computergestützte Stimulationsgeräte eingesetzt werden (z.B. Compex, Stiwell usw.), die nicht nur in der Lage sind, das beabsichtigte Programm auszuführen, sondern auch tägliche Aufzeichnungen der vom Patienten durchgeführten Sitzungen erstellen. Dadurch kann die Einhaltung der therapeutischen Vorgaben kontrolliert werden. Dies gilt umso mehr angesichts des gegenwärtigen Trends, die Behandlung zu Hause durchzuführen. Somit lässt sich die Einhaltung der Vorgaben im wöchentlichen Abstand kontrollieren, und bei Bedarf können bestimmte Parameter (Kontraktionen, Frequenzen) je nach klinischem Befund des Patienten beziehungsweise in Abstimmung mit seinen Bedürfnissen variiert werden.

*(b) Strom:* Bei der Behandlung ist mit geregelten Rechteckimpulsen (einphasig/zweiphasig, d.h. symmetrisch/asymmetrisch) zu arbeiten. Die Verwendung von einphasigen oder zweiphasigen Strömen hängt im Wesentlichen von dem Verhältnis zwischen der Qualität der erzeugten Kontraktionen und dem Wohlbefinden des Patienten ab. Der Strom muss von konstanter Stärke und gemittelt elektrisch Null sein (z. B. um auch bei vorhandenen Osteosynthese-Teilen das Risiko einer Verbrennung (z. B. Schrauben, Klammern) auszuschliessen.
Wie sich physiologisch gezeigt hat, hängt die Mindestmenge an elektrischer Energie, die erforderlich ist, um bei einem Nerv oder Muskel die entscheidende Reizschwelle zu erreichen, davon ab, ob die Dauer des Stromdurchgangs der Chronaxie des Nervs respektive Muskels entspricht (200 bis 300 µs bei Muskeln im Rumpfbereich).

*(c) Elektroden:* Die Elektroden bestehen aus Karbon (mit Wasser) oder sind selbsthaftend (mit Gel, trotz ihres grösseren Stromwiderstandes sind sie leichter anzupassen). Sie stellen eine elektrolytische «Schnittstelle» für eine länger andauernde Behandlung dar. Welcher Elektrodentyp gewählt wird, hängt davon ab, an welcher Stelle des Körpers die Stimulation durch-

geführt werden soll sowie von deren Art (monopolar (negative Elektrode: aktive Elektrode) oder bipolar (beide Elektroden: Anode – Kathode). Um den gleichen Gesamtstromdurchgang zu erzielen, wird die Stromdichte bei einer Elektrode umgekehrt proportional zu ihrer Oberfläche erhöht. Je kleiner die Oberfläche der Elektrode und somit je höher die Stromdichte, desto mehr steigt auch der ohmsche Widerstand der Haut. Eine bestimmte Elektrode ermöglicht also eine präzisere Stimulation in einem lokalen Bereich, wenn sie eine kleinere Oberfläche besitzt und im motorischen Bereich des betreffenden Muskels angebracht wird. Die andere Elektrode muss beim monopolaren Verfahren möglichst gross sein. Elektroden werden grundsätzlich entlang den Fasern angebracht, da der Strom dann vier- bis sechsmal besser geleitet wird als bei einer transversalen Befestigung der Elektroden. Um die Tiefenstimulation zu erleichtern, werden die Elektroden soweit als möglich voneinander entfernt angebracht.

Die Elektroden werden, je nachdem, welcher Muskel stimuliert werden soll, in Längsrichtung befestigt, um eine hohe Effizienz zu erzielen (als aktive Elektrode am motorischen Punkt des zu stimulierenden Muskels wird eine kleinere Elektrode verwendet; je weiter die Elektroden voneinander entfernt liegen, desto besser die Rekrutierung).

Wenn bei bestimmten Patienten das Fettgewebe zu dick ist, ist besondere Vorsicht geboten, da sich beim transkutanen Übergang des Stromes ein unangenehmes, bisweilen auch schmerzhaftes Gefühl einstellen kann; sichtbare oder tastbare Kontraktionen sind in diesem Fall ebenfalls nicht so deutlich ausgeprägt wie beim Quadrizeps.



ANZEIGEN

Wir wünschen Ihnen viel

ERFOLG

mit Therapie 2000

der Administrationssoftware für Physiotherapien

Wir sind vor Ort wann immer Sie uns brauchen . . .

Beratung / Schulung / Installationen / Erweiterungen / Reparaturen

DNR Inter-Consulting, Tel. 041 630 40 20

Clap Tzu

Europas führender Hersteller von Massagetischen aus Holz

Massagetische aus Holz, die durch ihr lebendiges Design eine Freude fürs Auge sind und Funktionalität bieten.

Auf einen Blick...
- leicht & zusammenlegbar
- stabil & höhenverstellbar
- umfangreiches Zubehör
- fachkundige Beratung
- hohe Lebensdauer
- spezielle Cranio- & Reikitische

Tao Trade®
Mittlere Str. 151, 4056 Basel
Tel./Fax: 061/ 381 31 81
mail: office@taotrade.ch
web: www.taotrade.ch

Die professionelle Lösung für Ihre Praxis

PHYSIOplus lite

Die komplette Standard-Software für die Administration Ihrer Physiotherapie-Praxis:
- Einfache Leistungserfassung
- Automatisches Rechnungswesen mit vollständigem Mahnwesen
- Grosse Auswahl an Statistikmöglichkeiten
- Ausführliches Handbuch und kompetente Hotline

Speziell günstig für kleine Praxen mit bis zu 2 aktiven Mitarbeitern zum **gesunden Preis von Fr. 1100.–!**

Kontaktieren Sie uns noch heute für eine kostenlose Demoversion:

SOFTplus Entwicklungen GmbH
Lättichstrasse 8, 6340 Baar
Telefon 041-763 32 32, Telefax 041-763 30 90
www.softplus.net, info@softplus.net

SophisWare

Ihr Partner für die Administration!
- SophisPhysio – die Software für Physiotherapeuten
- SophisErgo – die Software für Ergotherapeuten
  Die Softwareprogramme mit denen die Administration einer Praxis zum Vergnügen wird.
- PhysioTools – das Original
  Die Software zur Erstellung von individuellen Übungsanleitungen und Trainingsplänen.
- SophisTraining
  Die Software zur Verwaltung und Überwachung von Trainingsabonnementen.

➢ SophisPhysio bereits ab Fr. 1'100.—
Die anpassungsfähige Lösung für Praxen aller Grössen!

Weitere Informationen und Demoversionen erhalten Sie bei:
SophisWare, 4562 Biberist, 032 672 01 92, physio@sophisware.ch