Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia

Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband

Band: 31 (1995)

Heft: 10

Artikel: Place de l'électrostimulation neuromusculaire (ESNM) programmable dans la hernie discale lombaire opérée

Autor: Kerkour, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-929475

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: 23.12.2025

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

K. Kerkour, physio-chef, Service de rhumatologie, médecine physique et rééducation, Hôpital Delémont, 2800 Delémont
Communication présentée à la Journée de médecine physique lors des Entretiens de Bichat, Paris 30, septembre 1994

PRATIQUE

Place de l'électro-stimulation neuromusculaire (ESNM) programmable dans la hernie discale lombaire opérée

Introduction

La rééducation après cure chirurgicale de hernie discale lombaire reste controversée dans son principe et ses modalités. L'intérêt d'une rééducation musculaire active est pour nous indiscutable (25), celle-ci, afin de permettre la cicatrisation en bonne position de l'espace opéré, se réduit pendant les premières semaines à des consignes de protection lombaire et à des contractions musculaires isométriques associées à l'électrostimulation neuromusculaire (ESNM). Ce n'est qu'à partir de la sixième semaine que débute le reconditionnement neuro-musculo-articulaire progressif (24) et c'est durant ces six semaines que vont s'accentuer la perte de force et l'amyotrophie existant en pré-opératoire.

L'ESNM est utilisée de façon routinière en rééducation musculaire au niveau des articulations périphériques (10, 18, 20, 35) et en particulier dans la chirurgie du genou. Dans le cadre du rachis c'est surtout dans le domaine de la scoliose que cette technique est employée avec succès (2, 6, 11, 43). Depuis quelques années, l'ESNM est également utilisée chez le patient lombalgique chronique (16, 30, 38) avec gain sur l'endurance musculaire, et ces auteurs soulignent que cette technique est mieux tolérée que les exercices actifs dans la lombalgie aiguë et sub-aiguë. Pettine (33) l'utilise dans le traitement orthopédique du spondylolisthésis pour prévenir l'atrophie sous le corset. Dans le cadre de la hernie discale, divers auteurs (22, 26, 34) montrent chez ces patients des anomalies des fibres musculaires du multifidus avec:

1. une atrophie sélective des fibres musculaires de type II, et
2. une anomalie de la structure interne des fibres de type I (aspect en «core-targetoïd» et en «motheaten») Ce type d'anomalie n'est pas spécifique car ce remaniement peut être retrouvé lors de dénervation avec le viellissement, l'inactivité ou l'ischémie chronique due à la contracture musculaire. Rantanen et al. (34) comparent chez 18 patients opérés pour hernie discale lombaire les biopsies musculaires pré-opératoires du multifidus avec celles réalisées dans les mêmes conditions cinq ans après l'acte opératoire. Les résultats montrent que la récupération fonctionnelle après chirurgie discale est associée avec certitude aux anomalies structurelles du multifidus. Ces changements pathologiques de structure sont bien corrélés avec les effets à long terme de la chirurgie et semblent réversibles par une chirurgie adéquate et un traitement de rééducation spécifique dans lequel l'ESNM doit jouer un rôle essentiel.

Mayer (27) montre qu'après chirurgie discale, il existe une diminution de la force des extenseurs du tronc et une atrophie spécifique et typique de ces muscles. Laasonen (21) trouve une atrophie de 30 % des erectores spinae chez le lombalgique chronique opéré, et qu'une des conséquences de la chirurgie est une diminution des exercices, et le succès de la rééducation dépend de leur conservation durant la chirurgie. A l'I.R.M., Flicker (9) retrouve un changement de la composition des muscles spinaux après chirurgie et leur déconditionnement, tandis que Parkkola (31) note une augmentation du tissu graisseux chez les

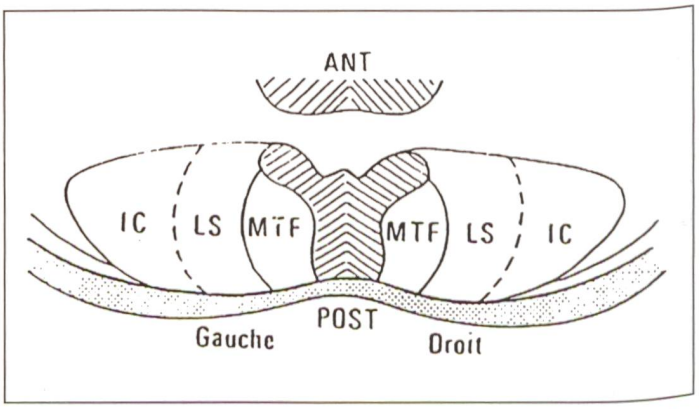


Figure 1: Coupe transversale des muscles paravertébraux. Ces muscles peuvent être divisés en plan superficiel et profond. Le MTF (multifidus) est celui qui est le plus touché dans la chirurgie du rachis. Les électrodes seront placées longitudinalement en regard du groupe musculaire que nous voulons stimuler. Plus l'épaisseur du tissu cutané, sous-cutané et graisseux sont importants, plus la résistance au courant est grande.

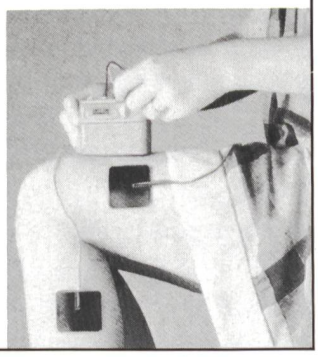
Rasch schmerzfrei ohne Nebenwirkungen durch TENSAGAR

Transkutane Elektrische Nervenstimulatoren (TENS) eignen sich zur Behandlung akuter und chronischer Schmerzen. TENS-Geräte sind so einfach, dass sie vom Patienten nach Anweisung des Arztes auch zuhause angewandt werden können.

Economic 9 K Fr. 185.– Fr. 480.–

Wirkungsweise (Schleusentheorie):
Das Nervensystem kann pro Zeiteinheit nur eine beschränkte Menge sensorische Informationen verarbeiten. Werden zuviele Informationen gesendet, unterbrechen bestimmte Zellen im Rükkenmark die Signalübertragung; die Schmerzsignale treffen nicht mehr im Hirn ein. Bei der TENS-Anwendung werden daher auf der Haut über dem Schmerzbereich Elektroden angebracht, durch die ein schwacher Strom fliesst. Der elektrische Reiz tritt so in Wettstreit mit den Schmerzsignalen.

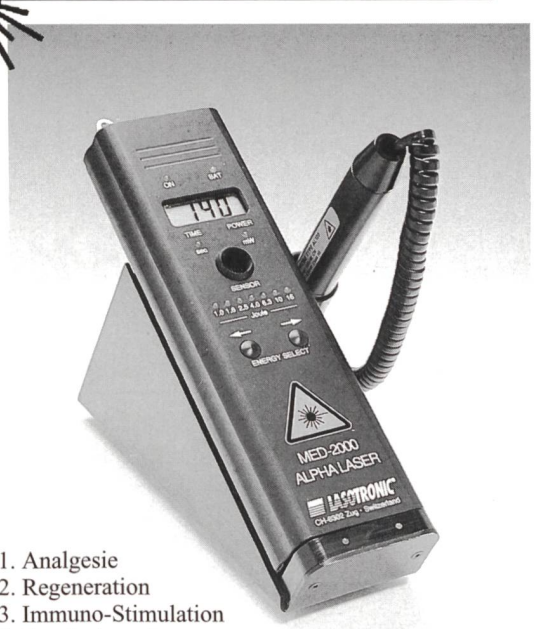
Das Gerät kann verwendet werden bei:
Rückenschmerzen, Postoperativem Schmerz, Gelenkschmerzen, Phantomschmerzen, Ischias, Neuralgie, Migräne und Spannungskopfschmerzen, Verstauchungen, Muskelzerrungen und in der Sportmedizin. Auch bei rheumatischer Arthritis empfehlenswert.
Behandlungsdauer: 20 bis 30 Minuten.
Es besteht keine Suchtgefahr. Das Gerät verursacht keinerlei Nebenwirkungen. Die Behandlung ist symptomatisch, das heisst, sie unterdrückt die Schmerzempfindung. Jedes Gerät wird in einer handlichen Tasche, die alle notwendigen Zubehörteile enthält, geliefert.



parsenn-produkte ag
ch-7240 küblis
Tel. 081/54 22 55
Fax 081/54 16 38

MED-2000

Ein Laser für schwierige Fälle:



1. Analgesie
2. Regeneration
3. Immuno-Stimulation
4. Entzündungshemmung

Tel. 042-23 00 23 · Fax 042-217 207
LASOTRONIC AG · Industriestr. 31 · CH-6302 ZUG-SCHWEIZ

LASOTRONIC®

RÜCKENSCHMERZEN

verwöhnen Sie Ihren Rücken mit

SPINA-BAC®

Rückenstütze

- jetzt mit Lammfellüberzug und Wechselmagnet erhältlich
- von Schweizer Ärzten und Physiotherapeuten empfohlen

Bitte senden Sie mir unverbindlich:

❑ Gratisprospekt mit ausführlichen Informationen

❑ 10 Tage zur Probe ein SPINA-BAC in folgender Ausführung:

Farbe:
❑ Schwarz ❑ Blaugrau ❑ Braun
❑ Olivgrün ❑ Weinrot
❑ Lammfell und Magnet

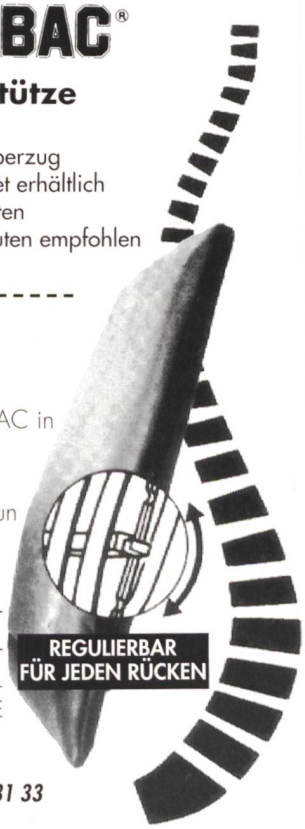
Name: _____

Adresse: _____

_____

Einsenden an: NE

SPINA-BAC SCHWEIZ, Bantech Medical
Tödistrasse 50, 8633 Wolfhausen
Telefon 055/38 29 88, Telefax 055/38 31 33



NEUTRASS
VERSICHERUNGS-PARTNER AG

Führung des SPV-Versicherungssekretariats

- Erstellung, Ausbau, Beratung und Betreuung des SPV-Versicherungskonzeptes – eine kostenlose Dienstleistung für SPV-Mitglieder
- Ausführung von neutralen und unabhängigen Versicherungsanalysen in allen Versicherungsbereichen
- Erstellung von Prämien-/Leistungsvergleichen
- Durchsetzung von Leistungsansprüchen
- Verwaltung von Portefeuilles und Rahmenverträgen

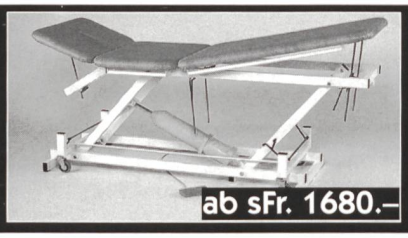
Gestion du bureau des assurances FSP

- Constitution, développement, assistance et conseils concernant le concept d'assurance FSP, des prestations gratuites pour les membres de la FSP
- Réalisation d'analyses neutres et indépendantes dans tous les domaines d'assurance
- Etablissement de comparaisons primes/prestations
- Surveillance de l'exécution des droits aux prestations
- Gestion de portefeuilles et de contrats-cadre

– *Ihre direkte Telefonnummer:* ***042 - 65 80 50***

– *Bureau régional pour la Suisse romande:* ***022 - 367 13 74***

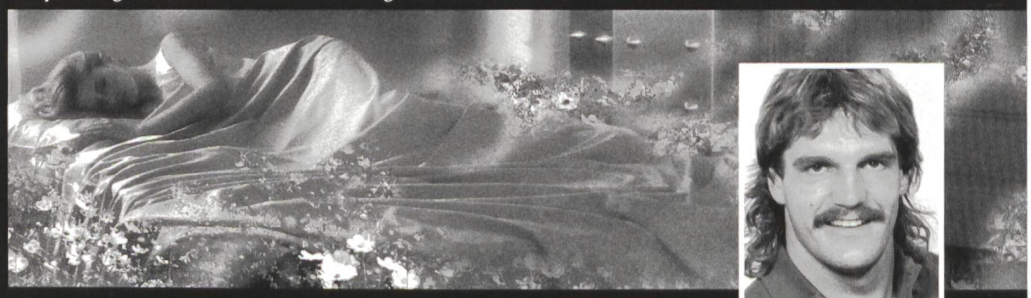
RehaTechnik
- **Massage und Therapieliegen**
- **Schlingentische und Zubehör**



LEHRINSTITUT RADLOFF
CH- 9405 Wienacht-Bodensee
Telefon 071-91 31 90
Telefax 071-91 61 10

Wie man sich bettet, so liegt man...

...das Aqua Dynamic-Wasserbett passt sich automatisch jeder Körperform an. Der Auflagedruck des Körpers verteilt sich gleichmässig über die gesamte Liegefläche und garantiert in jeder Schlafstellung eine natürliche Entspannung der Muskulatur und Stützung der Wirbelsäule.



Werner Günthör empfiehlt das Aqua Dynamic-Wasserbett.

- **Entlastung der Wirbelsäule**
- **Absolut gleichmässige Abstützung des Körpergewichtes**
- **Entspannung der Muskulatur**
- **Entlastung des Kreislaufs**

AquaDynamic®
Mein Wasserbett.
Aqua Dynamic AG, 8640 Rapperswil, Tel. 055/22 86 00

Aqua Dynamic ist offizieller Sponsor der Backademy, Rückenschule der Schweizerischen Rheumaliga

patients lombalgiques chroniques (non-opérés); ces mêmes constatations sont retrouvées sur des images CT-scan (27, 41). Alaranta (1) souligne l'aspect anormal de l'EMG un an après cette chirurgie. Shivonen et al. (37) retrouvent une atrophie locale paraspinale sur lésion de la branche postérieure chez treize des quinze patients qui souffrent en post-opératoire d'un important syndrome rachidien, et insistent comme Nakaï (29) et Wilste (42) sur le choix de la voie d'abord pour préserver au mieux l'innervation motrice des muscles du dos.

Nous venons de voir que la chirurgie a des conséquences à court et à long terme sur les muscles paravertébraux avec atrophie, dégénerescence, diminution de la force, dénervation, et que l'acte opératoire va aggraver les déficits pré-opératoires liés à la douleur, l'inactivité, l'ischémie musculaire... Manniche (23) insiste sur l'importance d'une rééducation préopératoire adaptée pour diminuer les déficits liés à la chirurgie.

Caractéristiques des muscles du dos (fig. 1)

La répartition des fibres musculaires en fibres de type I, II a et II b se fait de façon différente entre les trois groupes musculaires du rachis (15):

	Fibres		
	1	2a	2b
Multifidus superficiel	50,7%	25,5%	23,9%
Multifidus profond	57,4%	18,5%	24,2%
Longissimus superficiel	65,2%	18,0%	16,3%
Longissimus profond	73,4%	16,1%	10,5%
Iliocostalis superficiel	52,4%	19,7%	27,7%
Iliocostalis profond	57,7%	19,0%	22,8%

Les muscles extenseurs du rachis ont une composition en majorité de fibres du type I (fibres lentes), et c'est le longissimus qui présente le pourcentage le plus élevé de ce type de fibres (moyenne ≈ 70,5 %, ce qui est significativement supérieur au multifidus = 54,0 % et à l'iliocostalis, P <0,001). Johnson (13) retrouve également un pourcentage plus élevé des fibres I du longissimus (61 %) comparativement aux autres groupes musculaires. Pour Thorstensson (40), ce pourcentage de fibres lentes est de 57 %. Le muscle le plus large est le multifidus, il est innervé par le rameau interne de la branche postérieure et lorsqu'elle est lésée, il n'y a pas de suppléance pour ce muscle comme dans les autres muscles du dos (4). Dans ce cas, une ESNM spécifique peut être utile pour aider dans la récupération, prévenir et diminuer son atrophie. Jorgensen (15) note que le multifidus est bien moins capillarisé que le longissimus et que les muscles lombaires paravertébraux sont bien adaptés au travail d'endurance. Le multifidus ne travaille qu'en position érigée, et dans les exercices actifs, le longissimus est plus actif que l'iliocostal et son activité EMG est dominante (14, 32).

L'iliocostal est un muscle «d'aide», il n'augmente pas la capacité d'endurance car son pourcentage important en fibres II b/II a lui confère un large éventail de fonctions diverses ainsi que la possibilité de corrections rapides de la colonne, alors que le longissimus est adapté (fort pourcentage fibres I pour soutenir des contractions de moindre effort et de longue durée (14). Cette qualité d'endurance musculaire est un facteur essentiel à considérer dans la rééducation du rachis (16, 19, 30) opéré ou non-opéré, car c'est une des qualités importantes des muscles du tronc. Bonde-Petersen (5) montre que les muscles extenseurs du tronc sont mieux perfusés que tout autre muscle du corps à même degré de contraction. Styf (39) note une relative basse pression intra-musculaire durant la contraction statique des extenseurs, et pour Karlson (17) il existe une augmentation de la concentration en lactate comparée aux autres muscles du corps humain, ce qui montre un niveau élevé du métabolisme anaérobe des muscles du tronc à cause des variations de l'activité posturale durant le jour.

Toute composante physiologique de la vie du muscle qui modifie ses caractéristiques morphologiques, biochimiques ou électriques peut provoquer une atrophie.

Effets de l'ESNM sur les fibres musculaires

L'ESNM tend à se substituer à une déficience momentanée ou durable de l'activité musculaire volontaire, et celà dans les limites d'un mimétisme physiologique. Tout comme le genre d'activité volontaire qu'elle tend à suppléer son action sur le métabolisme, la morphologie et les performances du muscle seront intimement liés au mode d'entraînement appliqué (3, 7, 10). Dans le cas d'un muscle normalement innervé, le schéma de stimulation électrique sera forcément surimposé au schéma naturel d'activité, propre à une fibre musculaire donnée.

La stimulation chronique de basse fréquence à 10 Hz entraîne une augmentation de la capacité aérobe oxydative des fibres du type I: résistance à la fatigue et endurance (majoritaires au niveau des extenseurs). Ce type de stimulation à 10 Hz ne modifie pas ou peu la force délivrée par les fibres lentes du type I, mais diminue très significativement la force des fibres rapides du type II, ainsi que leurs caractéristiques qui tendent à rejoindre celles des fibres lentes (3, 7, 8, 11). De plus, une augmentation de la vascularisation et du nombre de capillaires sanguins (environ 25 %), ainsi que de la surface des mitochondries a été observée au microscope électronique avec ce type de stimulation à 10 Hz (11).

La stimulation de la branche sensitive produit une augmentation significative et prolongée de la «spinal cord blood flow» (36) qui peut être une explication au bénéfice obtenu chez certains de nos patients lombalgiques traités par stimulation électrique (diminution de la stase veineuse?). Une fréquence de stimulation inférieure à 20 Hz diminue de façon significative la fatigue musculaire (20). Une fréquence supérieure à 20 Hz produit une contraction de type tétanique et il est impératif de programmer une phase de repos au moins égale au temps de contraction.

En général, pour un muscle non dénervé, le temps de stimulation et le temps de repos se situent dans un rapport d'un à quatre ou cinq. Cette phase de repos peut être favorisée en programmant une stimulation de 4 Hz qui permet une meilleure relaxation et récupération musculaire. La stimulation à 33 Hz correspond à une tétanisation complète des fibres I, et celle à 65 Hz à une tétanisation complète des fibres II.

McQuain et al. (28), dans une étude randomisée et contrôlée, utilisent l'ESNM sur 40 sujets volontaires «sains» pendant douze mois (2 x 30 minutes par jour: 5 jours par semaine). Leurs résultats montrent qu'elle augmente la force isométrique des exten-

seurs du tronc et que les gains maximaux sont obtenus après trois mois de stimulation; par contre ce type de traitement n'augmente pas la densité osseuse.

Hainaut (12) insiste sur l'association de l'ESNM à des contractions musculaires volontaires car elle induit une activité des unités motrices larges qui sont difficiles à recruter lors d'un effort volontaire; de plus elle retarde le déficit musculaire durant la dénervation ou l'immobilisation et optimalise la restauration de la force musculaire durant la rééducation.

Lors d'une contraction volontaire, les unités motrices sont recrutées dans un ordre croissant avec d'abord les fibres I, puis les II, tandis que en ESNM les fibres II sont excitées avec un courant de faible intensité et au fur et à mesure que l'intensité augmente, le recrutement gagne les fibres I.

L'ESNM de longue durée, comme celà est pratiquée sur les muscles spinaux chez les sujets scoliotiques (2, 6, 11, 43), n'entraîne aucun effet secondaire sur les caractéristiques morphologiques et histochimiques des fibres musculaires. Il n'y a pas de risques de lésions de fibres dans la mesure où l'on respecte une intensité supportable et nous préférons privilégier une durée de stimulation plus longue avec une intensité de courant moins importante qu'imposer une intensité trop forte qui risque de faire rejeter cette technique par le patient et créer éventuellement des lésions.

Matériel et méthode

Nous utilisons un stimulateur portable (Compex ou Stiwell) totalement informatisé, à quatre canaux de sortie indépendants délivrant des impulsions rectangulaires compensées: monophasiques ou biphasiques. Ces impulsions peuvent être générées en mode continu ou itératif: la largeur d'impulsion est programmable avec la fréquence, et pour une efficacité maximale la largeur d'impulsion doit correspondre à la chronaxie du muscle à stimuler (200 à 250 µs pour le tronc).

Le courant est à moyenne électrique nulle et il est possible de stimuler même en présence de matériel d'ostéosynthèse sans risque de brûlure (ex. vis de stabilisation). Malgré leur résistance importante au courant, il est plus simple d'utiliser des électrodes à gel qui sont très faciles à adapter. La surface conductrice de ces électrodes permet d'assurer une interface électrolytique acceptable pour un traitement de longue durée. Ces électrodes sont placées en regard du muscle ciblé, de façon longitudinale pour obtenir une meilleure efficacité (utiliser une électrode plus petite comme électrode active placée sur le point moteur du muscle à stimuler, et plus les électrodes sont éloignées plus le recrutement est important).

Chez certains patients, si le panicule adipeux est trop important, il faut être un peu plus vigilant car une sensation désagréable (parfois douloureuse) peut apparaître lors du passage transcutané du courant, une contraction visible et palpable n'est pas aussi évidente à obtenir qu'au niveau du quadriceps et, une sidération post-opératoire est fréquemment retrouvée. Ces stimulateurs peuvent non seulement délivrer le programme prévu, mais également enregistrer journellement la séance effectuée par le patient, per mettant un contrôle de la compliance thérapeutique: ceci est indispensable pour un prêt à domicile de ce type d'appareil.

Nous utilisons les protocoles suivants:

Première phase: à l'hôpital (stimulation bi-quotidienne) = prévention de l'atrophie (3 heures)

matin (90 mn)

50 mn à 10 Hz
25 mn à 35 Hz (10 on / 50 off)
15 mn à 50 Hz (8 on / 40 off)

après-midi (90 mn)

60 mn à 10 Hz
20 mn à 35 Hz (8 on / 32 off)
10 mn à 65 Hz (6 on / 24 off)

Deuxième phase: à domicile (jusqu'à la sixième semaine), exemple de programme raisonnable:

- séquence 1: 10 mn à 8 Hz (échauffement)
- séquence 2: 40 mn à 35 Hz (tétanisation fibres I: 12 / 40 s)
- séquence 3: 15 mn à 50 Hz (tétanisation fibres II a: 10/40 s)
- séquence 4: 10 mn à 65 Hz (tétanisation fibres II b: 8 / 40 s)
- séquence 5: 5 mn à 6 Hz (rélaxation)

Remarque: durant la pause nous programmons une stimulation de 4 à 6 Hz pour augmenter la récupération, en cas de contracture musculaire importante, nous pouvons utiliser une fréquence de 1 Hz. Ce programme de stimulation dure environ six semaines, selon les possibilités de récupération fonctionnelle du sujet. Chaque semaine, un contrôle de la compliance thérapeutique est effectué, et au besoin il est possible d'augmenter les temps de contraction (ou inversément) en fonction de l'état clinique du sujet. En cas de douleurs résiduelles importantes, nous pouvons y associer un courant de type TENS basé sur la théorie du «Gate Control».

Conclusion

La cure chirurgicale de la hernie discale lombaire aggrave des déficits musculaires préopératoires. Il existe une atrophie sélective des fibres II et une anomalie typique des fibres I avec dégénérescence et risque de dénervation du multifidus. La composition musculaire des muscles du dos est en majorité en fibres I. Le schéma thérapeutique d'ESNM doit être surimposé au schéma naturel d'activité propre des fibres musculaires des erectors spinae, dans les limites d'un mimétisme physiologique. Son utilisation de façon très précoce, en respectant les impératifs de cicatrisation du segment opéré, va permettre de diminuer les suites opératoires (sur la douleur et l'atrophie). Nous préconisons une stimulation de longue durée, à différentes fréquences pour améliorer toutes les caractéristiques morphologiques et biochimiques de la vie du muscle, mais surtout pour celles d'endurance des muscles extenseurs du tronc.

Résumé

La cure chirurgicale de la hernie discale lombaire aggrave les déficits musculaires préopératoires (atrophie sélective des fibres II et anomalie typique des fibres I) avec douleurs, sidération musculaire et risque de dénervation du multifidus. Le programme d'ESNM sera surimposé à l'activité propre des fibres musculaires, dans les limites d'un mimétisme physiologique, avec stimulation de longue durée (une à trois heures par jour) pour améliorer les caractéristiques morphologiques et biochimiques du muscle, ainsi que l'endurance des muscles extenseurs. De plus, ce type d'ESNM a un effet antalgique indiscutable par effet «TENS».

Ergonomie!

Nehmen Sie beim Sitzen eine neue Haltung ein: ergonomiebewusst, umweltbewusst und preisbewusst. Mit dem neuen giroflex 33.

giroflex 33

Das neue Denkmodell.

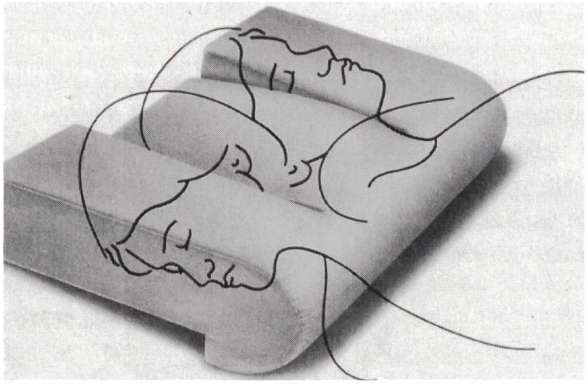
ARMAG

ARMAG Büromaschinen AG
Birmensdorferstr. 55, 8036 Zürich
Telefon 01/241 99 11
Fax-Nr. 01/241 99 44

Ihre Zervikalpatienten brauchen

the pillow®

- Kopf und Nacken in Rücken- und Seitenlage in der Körperachse.
- bewirkt eine schonende HWS-Extension.
- eingehend klinisch getestet.
- bessert Beschwerden in 83 % der Fälle.
- Schmerzmittel nach 14 Tagen nur noch bei einem von zehn vorherigern Gebrauchern.



Es gibt drei Modelle:

- **«Normal»,** «Standard» und «Soft» aus offenporigem Polyurethan
- **«Extra Comfort»,** «Standard» und «Soft», aus Latex, besonders angenehm und dauerhaft
- **«Travel»,** «Standard» und «Soft», für Patienten mit Flachrücken und kurzem Nacken sowie auf der Reise

«Standard» und «Soft» jeweils für Patienten mit Körpergewicht über bzw. unter 65 kg.

«the pillow», das «intelligente» Kissen, das den Teufelskreis Verspannung–Schmerz bricht.

Senden Sie mir bitte:

❏ eine vollständige Dokumentation

❏ Prospekte und Patientenmerkblätter zum Auflegen

BERRO AG
Postfach
4414 Füllinsdorf

Stempel:

PH-9/93

Bibliographie

PRATIQUE

1. Alaranta, H.: Factors defining impairment, disability and handicap in a population of patients examined one year following surgery for lumbar disc herniation. Publications of the social institution insurance 1985, Finland AL: 25.

2. Anciaux, M.; Lenaert, A.; Van Beneden, M.L.; Vercauteren, M.: Transcutaneous electrical stimulation for the treatment of progressive idiopathic scoliosis: theory and practice. Ann. Réadap. Méd. Phys. 1991; 34: 111–9.

3. Bigard, A.X.; Canon, F.; Guezennec, C.Y.: Conséquences histologiques et métaboliques de l'électromyostimulation. Revue de la littérature. Science and Sports 1991; 6:275-92.

4. Bogduk, N.; Wilson, A.S.; Tynan, W.: The human lumbar dorsal rami. J. Anat. 1982; 134:383–97.

5. Bonde-Petersen, F.; Mork, A.L.; Nielsen, E.: Local muscle blood flow and sustained contractions of human arm and back muscles. Eur. J. Appl. Physiol. 1975; 34:43–50.

6. Bruandet, J.M.; Tuberlin, G.; Veret, M.C.: L'électrostimulation nocturne dans le traitement de la scoliose, 5 ans d'expérience. Ann. Kinés. Thér. 1993; 20 (3):117-22.

7. Cabric, M.; Appell, H. J.; Resic, A.: Effects of electrical stimulation of different frequencies on the myonuclei and fiber size in human. Int. J. Sports Med. 1987; 8:323–6.

8. Delitto, A.; Snyder-Marckler, L.: Two theories of muscle strength augmentation using percutaneous electrical stimulation. Phys. Ther. 1990; 70 (3):158–64.

9. Flicker, P.L.; Fleckenstein, J.L.; Ferry, K.: Lumbar muscle usage in chronic low back pain: Magnetic resonance image evaluation. Spine 1993; 18 (5):582–6.

10. Gibson, J. N.; Smith, K.A.; Rennie, M. J.: Prevention of disuse muscle atrophy by means an electrical stimulation: Maintenance of protein synthesis. Lancet 1988; 2:767–9.

11. Grimby, G.; Nordwall, A.; Hulten, B.; Henriksson, K.G.: Changes in histochemical profile of muscle after long term electrical stimulation in patients with idiopathic scoliosis. Scand. J. Rehab. Med. 1985; 17:191-6.

12. Hainaut, K.; Duchateau, J.: Neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise. Sports Med. 1992; 14 (2):100-13.

13. Johnson, M.A.; Polgar, J.; Weightman, D.; Appleton, D.: Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. J. Neurol. Science 1973; 18:11–29.

14. Jonsson, B.: The functions of individual muscles in the lumbar part of erector spinae muscle. Electromyography 1970; 1:5–21.

15. Jorgensen, K.; Mag, C.; Nicholaisen, T.; Kato, M.: Muscle fiber distribution, capillary, density and enzimatic activities in the lumbar paravertebral muscles of young men. Spine 1993; 18 (11):1439–50.

16. Kabanovitz, N.; Nordin, M.; Verderame, R. et al.: Normal trunk muscle and endurance in women and the effect of exercises and electrical stimulation. Part 2: Comparative analysis of electrical stimulation and exercises to increase trunk muscle strength and endurance. Spine 1987; 12:112–18.

17. Karlson, J.: Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man. Acta. Phys. Scand. Suppl. 1971; 1:72.

18. Kerkour, K.; Meier, J.L.; Mansuy, J.: Chirurgie du genou: Electromyostimulation programmable. Ann. Réadap. Méd. Phys. 1990; 33:55–61.

19. Kerkour, K.; Meier, J.L.: Evaluation comparative isocinétique des muscles du tronc de sujets sains et de lombalgiques. Ann. Kinésithérapie 1994; 21 (1):27–31.

20. Lake, D.A.: Neuromuscular electrical stimulation: An overview and its application in the treatment of sports injuries. Sports Med. 1992; 13 (2):320–36.

21. Laasonen, E.M.: Atrophy of sacrospinal muscle groups in patients with chronic diffusely radiating lumbar back pain. Ann. Neurol. 1989; 25:468–72.

22. Letho, M.; Hurme, M.; Alaranta, H. et al.: Connective tissue changes of the multifidus muscle in patients with lumbar disc herniation: An immunohistologic study of collagen types I and III and fibronectin. Spine 1989; 14:658–68.

23. Manniche, C.; Skall, H.F.; Braendholt, L. et al.: Clinical trial of postoperative dynamic back exercises after lumbar discectomy. Spine 1993; 18 (1):92–7.

24. Manniche, C.; Asmussen, K.; Lauritsen, B. et al.: Intensive dynamic back exercises with or without hyperextension in chronic back pain after surgery for lumbar disc protusion. Spine 1993; 18 (5):560–67.

25. Mansuy, J.; Meier, J.L.; Kerkour, K.: Rééducation de la position assise dans la hernie discale lombaire opérée. In: Simon L.: Hernie discale lombaire opérée: Rééducation. Paris, Masson 1990: 231–4.

26. Mattila, M.; Hurme, M.; Alaranta, H. et al.: The multifidus muscle in patients with lumbar disc herniation. Spine 1986; 11:732–8.

27. Mayer, T.G.; Vanharanta, H.; Gatchel, R.J. et al.: Comparaison of CT scan muscle measurements and isokinetic trunk strength in postoperative patients. Spine 1989; 14:33–6.

28. McQuain, M.T.; Sinaki, M.; Shibley, L.D.; Wahner, H.W.; Listrup, D.M.: Effect of electrical stimulation on lumbar paraspinal muscles. Spine 1993; 18 (13):1787–92.

29. Nakai, O.; Ookava, A.; Yamaura, L.: Long term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for central lumbar stenosis. J. Bone Joint Surg. 1991; 73A:1184–91.

30. Nordin, M.; Kabanovitz, N.; Verderame, R. et al.: Normal trunk muscle and endurance in women and the effect of exercises and electrical stimulation. Part 1: Normal endurance and trunk muscle strength in 101 women. Spine 1987; 12:105–11.

31. Parkkola, R.; Rytökoski, U.; Kormano, M.: Magnetic Resonnance Imaging of the discs and trunk muscles in patients with chronic low back pain and healthy control subjects. Spine 1993; 18 (7):830–6.

32. Pauly, J.E.: An electromyographic analysis of certain movements and exercises. Some deep muscles of the back. Anat. Rec. 1966; 155:223–34.

33. Pettine, K.A.; Salib, R.M.; Walker, S.G.: External electrical stimulation and bracing for treatment of spondylolysis: a case report. Spine 1993; 18 (4):436–9.

34. Rantanen, J.; Falck, M.H.; Alaranta, H.; Nykvist, F.; Letho, M.; Einola, S.; Kalimo, H.: The lumbar multifidus muscle five years after surgery for a lumbar intervertebral disc herniation. Spine 1993; 18 (5):568–74.

35. Selkowitz, D.M.: High frequency electrical stimulation in muscle strengthening: A review and discussion. Am. J. Sports Med. 1989; 17 (1):103–11.

36. Seki, M.; Maeda, M.: Effects of electrical stimulation of motor and cutaneous nerves on spinal cord blood flow. Spine 1993; 18 (13):1798–802.

37. Sihvonen, T.; Herno, A.; Paljärvi, L.; Airaksinen, O.; Partanen, J.; Tapaninahos, A.: Local denervation atrophy of paraspinal muscles in postoperative failed back syndrome. Spine 1993; 18 (5):575–81.

38. Starring, D.T.: The use of electrical stimulation and exercise for strengthening lumbar musculature: A case study. J. Orthop. Sports Phys. Therapy 1991; 14 (2):61–4.

39. Styf, J.: Pressure in the erector spinae muscle during exercise. Spine 1987; 12:675–8.

40. Thorstensson, A.; Carlson, H.: Fibre types in human lumbar back muscles. Acta Phys. Scand. 1987; 131:195–200.

41. Tulberg, T.; Rydberg, J.; Isacsson, J.: Radiographic changes after lumbar discectomy: Sequential enhanced computered tomography in relation to clinical observations. Spine 1993; 18(7):843–50.

42. Wilste, L.L.; Spencer, C.V.: New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. Spine 1988; 13:696–706.

43. Wright, J.; Herbert, M.A.; Velazquez, R.; Bobenchko, W.P.: Morphologic and histochemical characteristics of skeletal muscle after long term intramuscular electrical stimulation. Spine 1992; 17 (7):767–70.

Flector EP Tissugel

Diclofenacum epolaminum

Schmerzstillend-
entzündungshemmend-abschwellend

IBSA Institut Biochimique SA Via al Ponte 13 6903 Lugano
Für detaillierte Auskünfte sihe Kompendium

Dd 95

NOVA, das Original!

Die Gehhilfe für den täglichen Gebrauch

Vorteile: Pannensichere Räder, in der Höhe verstellbare Handgriffe für angenehmste Körperhaltung, bequeme Fahrbremse und Feststellbremse.

Platzsparend zusammenlegbar. Individuelle Zubehöre.

Bestellung: ❒ Unterlagen ❒ 1 Nova

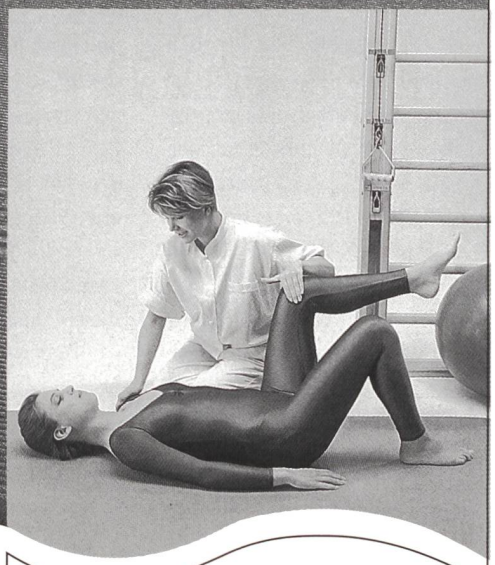
Absender:

Generalvertretung: H. Fröhlich AG
Abt. Medizin, Zürichstrasse 148, 8700 Küsnacht
Telefon 01/910 16 22

AIREX®

Gymnastikmatten

Sanitized®



Die sichere Basis für professionelle Physiotherapie

- hautfreundlich und körperwarm
- hygienisch, einfach zu reinigen
- auch im Wasser einsetzbar
- leicht, handlich und problemlos einrollbar

Verkauf via Fachhandel. Bezugsquellen bei:

Eugen Schmid Handels AG
Steingasse 65
5610 Wohlen
Tel. 057/23 00 25
Fax 057/21 85 19

Professional Gym-mats AIREX

Ein Unternehmen der A-L Alusuisse-Lonza Gruppe

COUPON

Ich will/Wir wollen mehr über AIREX Gymnastikmatten für professionelle Physiotherapie wissen

PH