



Traitement des amyotrophies par électrostimulation

G. GREMION, G. FOURTICQ, A. LACRAZ, C. MEUNIER, A. CHANTRAINE

Division de médecine physique et rééducation, hôpital cantonal universitaire Beau-Séjour, 1211 Genève 4, Suisse.

L'expérience d'un programme d'électrostimulation (E.M.S.) de 6 semaines effectué quotidiennement à domicile chez 22 patients présentant une amyotrophie du quadriceps et pour 14 d'entre eux, une amyotrophie des ischio-jambiers, est rapportée.

Cette étude a permis d'observer une amélioration significative du moment de force isocinétique ainsi que du travail lors de la contraction pour les 16 patients souffrant d'une rupture du L.C.A. et d'une chondropathie rotulienne. Par ailleurs, une amélioration significative du travail total réalisé lors d'un exercice d'endurance a également été démontrée. Ces mesures ont été effectuées par un dynamomètre rotatoire isocinétique de type Lido. Les valeurs obtenues semblent refléter l'efficacité réelle d'une E.M.S.

Introduction

Les interventions chirurgicales majeures sur les ligaments des genoux nécessitent habituellement une immobilisation et une décharge partielle pour permettre aux structures réparées ou aux implants de se cicatriser. Cette immobilisation entraîne invariablement une atrophie musculaire rapide (4). Cette atrophie touche préférentiellement les fibres du type I et intervient dès les tous premiers jours qui suivent l'immobilisation (1, 8, 9). L'importance de cette

atrophie peut atteindre 20 à 30 % après 4 semaines d'immobilisation. La récupération de cette atrophie et de la perte de fonction musculaire est toujours difficile et longue à obtenir. Le renforcement du quadriceps et des ischio-jambiers est donc un objectif prioritaire dans la réhabilitation : il est toutefois apparu que les exercices de mobilisation et de tonification habituellement prescrits n'ont que peu ou pas d'influence sur l'atrophie de non-utilisation, soit qu'ils interviennent trop tardivement soit qu'ils sont simplement insuffisants par rapport à l'activité habituelle des sujets (5, 6, 11). L'effet de la douleur sur la sidération musculaire représente un autre facteur non négligeable.

Dans ce contexte, l'électrostimulation (E.M.S.) transcutanée employée seule ou comme adjuvant aux exercices de tonification habituellement préconisés, a fait l'objet de nombreuses études, la plupart effectuées sur des sujets sains ou des animaux. Dans ces cas, le but essentiel de l'E.M.S. est de se substituer à la déficience momentanée ou durable de l'activité musculaire volontaire. Elle devrait raccourcir le délai de récupération des activités volontaires. A cet effet, l'E.M.S. se doit de respecter le plus fidèlement possible le mimétisme physiologique qui se heurte néanmoins à certaines limites. Il convient d'optimiser le courant d'E.M.S. (2). Quelques travaux ont été réalisés sur les effets de l'E.M.S. après chirurgie ligamentaire du genou. Les résultats obtenus sont contradictoires, car les modalités, la fréquence et la durée de l'E.M.S. varient considérablement d'une étude à l'autre et ne permettent pas à l'heure actuelle, de savoir si l'E.M.S. peut prévenir l'atrophie musculaire et ainsi accélérer la récupération fonctionnelle du membre atteint (5, 7, 12).

Dans la plupart des rééducations, les durées de stimulation sont courtes, de l'ordre de quelques dizaines de minutes 3 à 5 fois par semaine. Une seule publication fait état de 8 heures d'E.M.S. 35 Hz par jour, 7 jours par semaine, pendant 6 semaines. L'E.M.S. ajoutée aux exercices de tonification n'a pas été supérieure aux exercices seuls (5). Par ailleurs aucune de ces études ne fait mention de vérification de l'application des programmes d'E.M.S., ce qui constitue un point capital pour l'évaluation d'un protocole d'application de longue durée d'E.M.S.

La mise en service récente d'appareils portatifs informatisés destinés à l'E.M.S. donne la possibilité d'un usage quotidien soit à l'hôpital, soit en cabinet, soit à domicile. Un compliance aux traitements est vérifiable par contrôle d'une observance graphique. Celle-ci permet de juger de l'application du traitement et du nombre de séances effectuées. Il nous a paru intéressant d'étudier cet appareil avec les objectifs suivants :

- vérifier l'efficacité de l'E.M.S. dans les atrophies musculaires par non utilisation ;
- établir une méthodologie reproductible et efficace.

Observations et méthodes

Vingt-deux patients, parmi lesquels 6 d'entre-eux présentaient une amyotrophie quadricipitale et des ischio-jambiers secondaire à une ostéotomie du tibia ou du fémur, 8 autres, une amyotrophie secondaire à une plastie ligamentaire du ligament croisé antérieur opéré 9 mois à 12 mois plus tôt et, les 8 derniers, une amyotrophie du quadriceps uniquement, secondaire à une chondropathie rotulienne vérifiée par arthroscopie, ont été traités par E.M.S.

Le choix du stimulateur s'est porté sur un prototype d'E.M.S. mis au point par la firme Medicomplex. Il s'agit d'un stimulateur portable totalement informatisé à 4 canaux de sortie indépendants, délivrant des impulsions rectangulaires monophasiques compensées, biphasiques ou biphasiques symétriques directes. Ces impulsions peuvent être générées en mode continu ou itératif. La durée d'impulsion est brève, de l'ordre de 30 microsecondes.

Cette brièveté d'impulsion a été physiologiquement démontrée comme étant celle nécessitant la moins grande énergie électrique pour une efficacité maximale. Le passage du courant à travers la peau ne se fait plus avec une certaine impédance, mais par capacitance. Ainsi, cette amélioration technique supprime l'électrolyse cutanée et la stimulation devient indolore.

Le programme d'E.M.S. s'effectue en une à deux séances journalières de 2 h 30 à 2 h 45 ; il est divisé en trois séquences. La première séquence comprend 1 h 30 de stimulation continue à 8 Hz puisque ce type d'atrophie touche préférentiellement les fibres I ; cette fréquence correspondant à celle qu'elles reçoivent de la moelle. La deuxième séquence est composée, la première semaine, de 12 contractions tétaniques de 30 sec. entre-coupées d'une pause de 2 minutes 30. La deuxième semaine, le temps de contractions tétaniques est augmenté à 40 sec. puis à 50 sec. dès la troisième semaine à la fréquence de 40 Hz. Enfin, à la suite du programme de contractions tétaniques, nous avons instauré une séance dite de récupération à 4 Hz d'une durée de 30 min. Ce programme a été établi de façon à mimer autant que possible le mode stimulation physiologique médullaire des fibres I et des fibres II. Chaque semaine, le patient est revu de manière à contrôler la compliance au traitement, à réadapter les paramètres de l'intensité de stimulation et à augmenter les temps de contractions tétaniques.

Avant le début du traitement, puis à la fin des 6 semaines de thérapie, nous avons évalué la force isocinétique du genou pathologique et du genou sain par un dynamomètre rotatoire de type Lido. L'évaluation consistait à mesurer le moment de force (« Peak Torque ») maximale au cours de 5 extensions et flexions aux vitesses angulaires de 60 et 300°/s. Puis, le sujet a effectué 30 mouvements d'extension et de flexion à 60°/s et 50 mouvements du même type à 300°/s. Nous avons pu ainsi établir l'évolution de la force isocinétique maximale, l'évolution du travail accompli lors de chaque contraction et l'évolution du travail total musculaire « le Torque acceleration energy » (T.A.E.) a également été évalué : cette mesure explore le moment de force maximale dans le premier 8° de seconde de la contraction musculaire. Elle est exprimée

en pourcentage de la force maximale (3). Le test « t » de Student a permis l'évaluation statistique, avec un coefficient de significativité $P < 0.05$.

Résultats

Dans le groupe des 6 patients présentant une amyotrophie après l'intervention par ostéotomie (osteo), nous n'avons observé aucune amélioration significative du « Peak Torque » maximal des extenseurs ni des fléchisseurs tant à 60°/s qu'à 300°/sec. (fig. 1). Il en est de même pour le travail par répétition calculée par la mesure de la surface de la courbe. Par contre, on observe une amélioration significative du travail total effectué lors de l'exercice d'endurance (fig. 2). L'augmentation du travail est significative pour les deux groupes musculaires aux vitesses testées. L'amélioration du travail est supérieure de 30 % par rapport au test en début de traitement. Dans le groupe des patients souffrant d'une rupture de ligament croisé antérieur opérée (L.C.A.), on observe une amélioration significative de tous les paramètres testés (fig. 1). 4 patients ont retrouvé une force comparable au côté controlatéral alors que les programmes de gymnastique volontaires s'étaient montrés insuffisants.

Dans l'analyse du travail total effectué pendant l'exercice d'endurance, pour 5 patients, on

observe non seulement un comblement du déficit de départ, mais encore une amélioration qui dépasse les valeurs mesurées au niveau du côté controlatéral (fig. 2).

Dans le groupe de la chondropathie rotulienne (chondro), nous n'avons stimulé que le quadriceps avec action principale sur le vaste interne. En effet, les valeurs de base des fléchisseurs ne montraient aucune asymétrie par rapport au côté controlatéral. Les observations des données isocinétiques obtenues après 6 semaines de stimulation neuromusculaire mettent en évidence une amélioration significative de tous les paramètres.

Cette amélioration a été concomitante avec la disparition des douleurs dont se plaignaient ces patients à la mobilisation du genou et de la rotule.

Concernant l'explosivité musculaire (T.A.E.), pour les trois groupes évalués, il existe une amélioration significative, même dans la série des patients plus âgés (ostéotomie) comme l'illustre la figure 3.

Discussion

Les résultats de cette étude vérifiés et évalués par l'appareil isocinétique Lido montrent donc que pour les sujets sportifs l'électrostimulation a un effet bénéfique quel que soit le muscle traité.

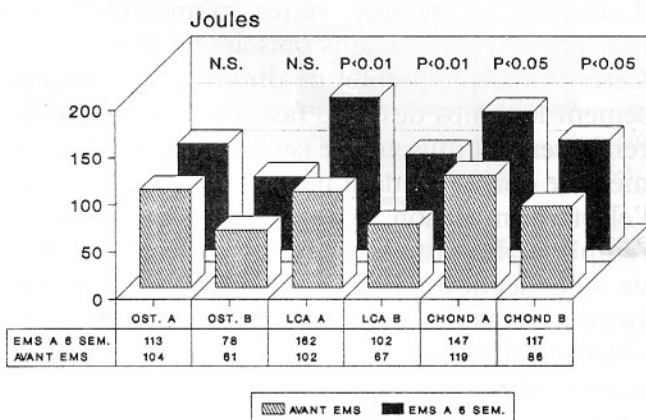


FIG. 1. — Électrostimulation. Évolution du travail par répétition. Extension à 60 (A) et 300 (B) D.E.G./s.

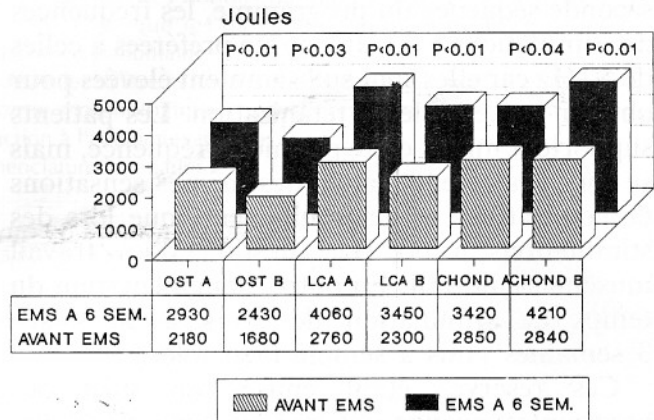


FIG. 2. — Électrostimulation. Évolution de l'endurance musculaire. Extension à 60 (A) et 300 (B) D.E.G./s.

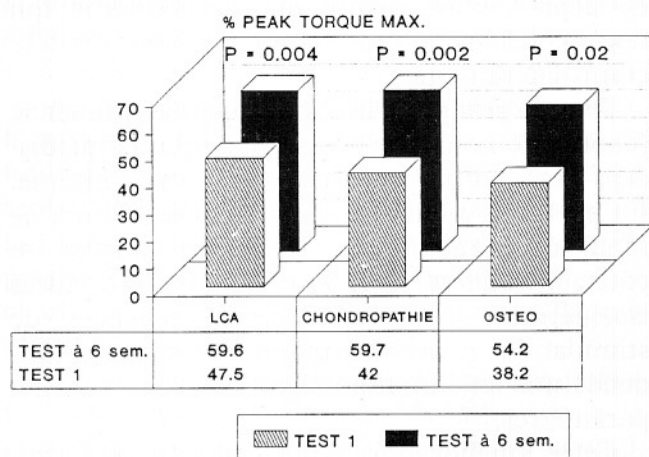


FIG. 3. - Évolution de la T.A.E. à 6 semaines.

Cette action favorable se retrouve aussi bien pour le moment de force maximale que pour l'endurance. Cependant, ce type de traitement ne se fait pas sans quelques contraintes.

En effet, la durée du programme d'électromyostimulation quotidienne est relativement longue. Il n'est pas évident pour des patients de se soumettre à environ 3 heures de traitement journalier, même si celui-ci peut être effectué durant les loisirs. Il n'est en effet pas possible de diminuer ce temps de stimulation, notamment le programme de basse fréquence à 8 Hz. Les premières constatations ont pu mettre en évidence une inefficacité d'un programme de stimulations de 1 heure (résultats non publiés). Afin d'être plus efficace encore, il conviendrait probablement de prolonger le temps de stimulations à cette fréquence. Par ailleurs, pour la seconde séquence du programme, les fréquences de stimulations à 40 Hz ont été préférées à celles de 50 Hz car elles sont suffisamment élevées pour obtenir une excellente tétanisation. Les patients supportent mieux cette première fréquence, mais se sont également plaints des mêmes sensations de courbatures et de tiraillements que lors des stimulations à 50 Hz attestant d'un travail musculaire effectif. En outre, l'augmentation du temps de stimulation de 30 s à 50 s sur 3 semaines nous a semblé bien toléré.

Ces réserves étant émises au sujet des contraintes provoquées par ce type de traitement, il y a lieu d'étudier les résultats. En effet, nous avons obtenu d'excellentes évaluations avec

les 2 groupes (L.C.A. et chondropathies); par contre le groupe ayant subi une ostéotomie n'a présenté aucune amélioration de la force après ce programme. L'analyse de ce groupe montre qu'il s'agit d'une série de patients d'âge moyen de 55 ans. On sait, par ailleurs, que l'évolution naturelle musculaire entraîne une diminution du nombre et de la taille des fibres du type II. Ce sont elles qui donnent la force maximale. Si même les fibres du type I sont plus rapidement touchées par une atrophie de non-usage que les fibres du type II, celles-ci sont également atteintes. Il paraît compréhensible que le temps de stimulation puisse être trop court pour que l'on observe un gain de force significatif, témoin d'une éventuelle reconversion de fibres du type I en fibres du type II. En revanche, l'amélioration de l'endurance atteste de l'efficacité de l'électrostimulation à 8 Hz sur les fibres de type I.

L'augmentation de la T.A.E. permet au patient de disposer d'une tension musculaire maximale avec une vitesse de contraction augmentée. Cet effet bénéfique assure au patient une meilleure proprioception, garantie d'une récupération fonctionnelle plus rapide lors de la phase du réentraînement à l'effort.

Conclusion

Même si ce programme est long, les résultats sont très encourageants. L'électrostimulation devrait donc avoir sa place dans tout renforcement musculaire ou dans toute prévention d'atrophie, dans les suites d'une chirurgie majeure mettant certains muscles au repos forcé. Cette technique permet de diminuer avantageusement le temps des trop fastidieuses séances de renforcement musculaire isométrique. Cette dernière ne doit cependant pas être abandonnée, car l'électrostimulation n'a pas la prétention de remplacer les autres méthodes conventionnelles de rééducation. Elle constitue un adjuvant surtout dans les phases aiguës critiques. Par ailleurs, elle représente un aspect intéressant dans le contexte économique puisque ces séances qui peuvent être réalisées par le patient lui-même coûtent moins cher que les habituelles séances de physiothérapie.

Références

1. APPELL H. I. - Muscular atrophy following immobilisation. A review. *Sport Med.*, 1990, 10, 42-58.
2. BRODARD R., GOBELET G. - *Données actuelles en électrostimulation fonctionnelle*. Ed. Médi Compex, Genève, 1988.
3. DAVIS J. G. - A compendium of Isokinetics in Clinical usage. S.S.S. Publisher Onalaska Wis. 3rd Ed., 1987.
4. ERIKSSON E. - Rehabilitation of muscle fonction after sport injury - major problem in sports injury. *Int. J. Sports Med.*, 1981, 2, 1-6.
5. ERIKSSON E., HAGGMARK T. - Comparison of isometric muscle training and electrical stimulation supplementing isometric muscle training in the recovery after major knee ligament surgery. A preliminary report. *Am. J. Sports Med.*, 1977, 7, 169-171.
6. GRIMBY G., GUSTAFSSON E., PETERSSON L. - Quadriceps function and training after knee ligament surgery. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 1980, 12, 70-75.
7. GOBELET G., LEYVRAZ P. F. - Muscular rehabilitation. *Rev. Suisse Physioth.*, 1983, 11, 2-8.
8. HAGGMARK T. - Fibre-type area and metabolic potential of the thigh muscles in man after knee injury and immobilisation. *Int. J. Sports Med.*, 1981, 2, 12-17.
9. HAGGMARK T., ERIKSSON E., JANSSON E. - Muscle fiber type changes in human skeletal muscle after injuries and immobilisation. *Orthopedics*, 1986, 9, 181-185.
10. HORT W., FLOTHNER R. - *Les bases scientifiques de la musculature*. Vigot, Paris, 1984.
11. LUTHI I. M., GERBER C., CLASSEN H., HOPPELER H. - Die verletzte und die immobilisierte Muskelzelle : ultrastrukturelle Betrachtungen. *Sportverletzung Sportschaden*, 1989, 3, 58-61.
12. PETTE D. - Skeletal muscle adaptation in response to chronic stimulation. In : *Electrical Stimulation and Neuromuscular Disorders*. Ed. by W. A. Ni and G. Vrbova. Springer Verlag, Berlin, 1986, p. 12-20.

ANATOMIE GÉNÉRALE Introduction à l'étude de l'anatomie

J.-P. CHEVREL
J.-P. GUÉRAUD
J.-B. LÉVY
Préface du
Pr A. Delmas

Collection des Abrégés
de Médecine
1991, 5^e édition, broché
216 pages, 116 figures,
(13,5 x 21), 98 F*.

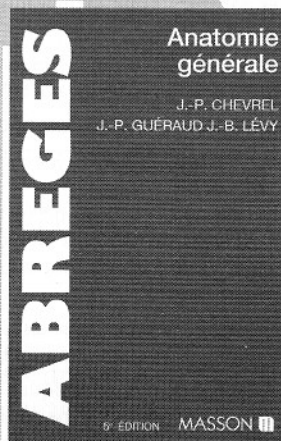
Cet ouvrage a pour but de familiariser l'étudiant avec le langage riche et particulier de l'anatomie. Il donne des définitions simples et claires des termes usuels utilisés en anatomie descriptive et, dès les premiers chapitres, les notions de plan, d'organe, de systèmes, d'appareils, ainsi que les bases morphologiques des grandes fonctions du corps humain.

Puis il décrit les différents appareils avec éventuellement des notions d'anatomie morphologique et fonctionnelle qui constituent une introduction à l'anatomie clinique.

La nomenclature internationale a été introduite dans cette 5^e édition.

En vente en librairie ou à :
LA MAISON DU LIVRE SPÉCIALISÉ.

MASSON



5%

de remise
pour les abonnés
de la revue

Commande

à compléter et à retourner

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____ pays _____

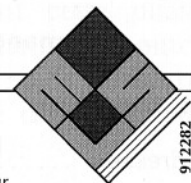
Je désire commander : exemplaire (s)

de : **Anatomie générale**

par J.-P. CHEVREL (ISBN 2.225.82440.1) à 98 F*.

*Prix public TTC unitaire au 01.01.1992 + Frais d'envois : pour 1 vol. 20 FF (étranger : 30 FF), pour chaque volume supplémentaire 10 FF. Envoi par avion : nous consulter. Franco de port pour toute commande supérieure à 1 000 FF.

Ci-joint mon chèque de _____ F libellé à l'ordre de M.L.S.



MAISON
DU LIVRE
SPÉCIALISÉ
B. P. 36
41353 VINEUIL CEDEX

912282