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: - (1983)

Heft: 11

Artikel: Rééducation musculaire

Autor: Gobelet, C. / Leyvraz, P.F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-930427

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: 15.07.2025

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

Rééducation musculaire

Ch. Gobelet, P.-F. Leyvraz

Pourquoi cet article?

Les découvertes de la physiologie du muscle ont fait un formidable bon en avant au cours des années septante et évoluent encore maintenant.

La conception de l'entraînement du muscle en vue de recouvrer sa puissance contractile diminuée évolue et il est probable que chaque muscle ou groupe de muscles synergiques sera rapidement entrepris en fonction de son appartenance à l'un ou l'autre des groupes musculaires que la physiologie moderne décrit.

S'il ne travaille pas en milieu hospitalier, s'il ne fait pas partie d'un team de médecine du sport avancé, ou encore, s'il ne suit pas la physiologie de près (qui le fait?), le physiothérapeute sorti d'école depuis quelques années a de fortes chances de ne pas suivre le courant.

J'ai donc demandé au Dr. C. Gobelet de Lausanne de faire une mise au point à ce sujet. Il a su, dans un article clair, qui ce lit comme un roman, différencier parfaitement les manières dont le physiothérapeute devrait adapter son programme de renforcement musculaire.

A n'en pas douter, il constituera un enseignement pour tous. Qu'il en soit remercié.

Le Dr. H. Spring de Loèche-les-Bains s'est fait complice en acceptant de traduire l'article dans la langue de Goethe. Qu'il en soit également remercié.

Jean-Claude Steens
physiothérapeute
Rheumaklinik Leukerbad
(Méd. dir. Dr. N. Fellmann)

Pour mieux comprendre la gymnique de réadaptation, un rappel des caractéristiques musculaires s'impose. L'usage devenu courant depuis plus de dix ans de la biopsie musculaire (1), a permis de préciser le compositions histologique et enzymatique de la cellule musculaire, et d'observer les modifications liées à l'inactivité (2,3) ou au vieillissement (4). On sait, depuis l'anotation de Ranvier, en 1873 (5), qu'à l'électromyostimulation les muscles blancs se contractent plus vite que les rouges. La mise en évidence en 1921 par Gunther (6) d'une plus grande teneur en myoglobine dans le muscle rouge, a permis une évolution notoire de la compréhension musculaire. C'est en 1963 que Pellegrino (7) observe en microscopie électronique, les trois types de fibres habituellement admis, et en 1967 que Barany (8) constate que la vitesse de contraction du muscle dépend de l'activité de la myosine ATP-ase. Il est aussi intéressant de se souvenir que les muscles squelettiques forment environ 40% de la masse totale de l'organisme, que la fibre musculaire mesure 1 à 50 mm de longueur, et qu'elle diminue de moitié environ lors de la contraction. La tranche de section d'une fibre musculaire va de 10 à 100 micromètres. Les principales protéines musculaires actuellement décrites sont: l'actine, la myosine, la tropomyosine, la tropnine, l'alpha et la bêta actinine.

Si l'on s'attarde quelque peu sur la répartition des fibres musculaires au sein d'un muscle, et que l'on prend comme base de référence la coloration de l'ATP-ase myofibrillaire avec une préincubation à différents pH (4,35; 4,60; 10,70; 9,40) on peut distinguer 2 types de fibres (9). Les fibres à contraction lente (ST: slow twitch) appelées aussi fibres de type I, et les fibres à contraction rapide (FT: fast twitch) nommées aussi type II. Les fibres II sont subdivisées en 3 groupes: IIA, IIB et IIC (FTA, FTB et FTC) (fig. 1) (10). Les fibres IIC ne sont décrites que rarement chez l'adulte et sont probablement une forme de transition entre les fibres I et II ou vice versa (11).

On les retrouve lors d'un changement d'entraînement (aérobe anaérobe) chez des coureurs d'endurance (11). Ces fibres sont

par ailleurs mises en évidence en grand nombre dans le muscle du nourrisson (12). Enfin, chez des sujets présentant un traumatisme avec immobilisation plâtrée d'un membre, on relève après quelques semaines l'existence de fibres semblables au IIC (11). Les fibres du groupe I (à contraction lente) ont une forte teneur en lipides sont fortement oxydatives et faiblement glycolytiques (9). Ceci explique qu'elles soient surtout concernées par le métabolisme aérobique et par conséquent qu'elles tirent leur énergie essentiellement des lipides. D'autre part, on y retrouve une grande activité des enzymes mitochondriales avec, pour les gens très entraînés en endurance, une augmentation très importante de la masse mitochondriale cellulaire. Au contraire le fibres du groupe II, IIA et IIB surtout, à contraction rapide, ont une teneur en lipides intermédiaire pour les IIA et faible pour les IIB, et sont faiblement oxydatives (9). Par contre, elles ont une activité glycolytique importante pour les IIA et glycolytique très importante pour les IIB. Ceci est tout à fait logique puisque ces fibres sont surtout concernées par le travail en métabolisme anaérobie alactique ou lactique. La teneur en glycogène semble être à peu près identique dans les fibres des groupes I et II. Il est intéressant de relever que la vitesse nécessaire pour obtenir la tension maximale d'une fibre du groupe I est d'environ 80 millisecondes, alors qu'elle n'est que de 30 millisecondes pour une fibre du groupe II (13).

Les fibres du groupe IIC sont extrêmement intéressantes, quoique encore mal connues. Leur pourcentage relativement important chez l'enfant alors que l'on n'en trouve plus chez l'adulte normal, laisse présager qu'elles ont une potentialité de différenciation. D'après des travaux récents cette différentiation par transformation soit en fibre I soit en fibre II, en fonctin de facteurs probablement génétiques et personnels (mode de vie, profession, sport) (10). A ce niveau et pour mieux comprendre la rééducation, il me paraît extrêmement important de rappeler l'évolution physiologique et du vieillissement et d'une atrophie d'immobilisation. Dans le vieillissement on constate une diminution de force musculaire de 1 % dès l'âge de 25 ans (20). Histologiquement, cette diminuton de force se caractérise surtout par une diminution du pourcentage des fibres du groupe II (4). On constate d'autre part, une diminution de la résistance à la tension du collagène avec une augmentation de l'incidence des atteintes par surcharge des tendons, des muscles (20). Sur un autre plan, l'atrophie d'immobilisation se caractérise par une diminution extrêmement rapide du poids musculaire (20 % de perte après 7 jours et 30 % après 21 jours), de la force musculaire maximale (20 % après 7 jours et 32 % après 21 jours), et de la capacité à absorber l'énergie (34 % après 7 jours, 46 % après 21 jours) (21). Il faut noter que si le vieillissement s'accompagne histologiquement d'une diminution du pourcentage des fibres du groupe II, dans l'atrophie d'immobilisation cette image histologique se caractérise par une forte diminution du pourcentage des fibres du groupe I (2,3), du moins durant le premier mois et par l'apparition de fibres du groupe IIC (jusqu'à 6 %) (11).

L'immobilisation complète, surtout chez la personne âgée s'accompagne d'autre part d'un cortège de désordres métaboliques, viscéraux, cardiovasculaires, articulaires, cutanés et psychologiques dont nous ne ferons pas le détail dans ce travail.

En fonction des éléments sus-mentionnés, on doit donc préconiser une rééducation tant pour prévenir une atrophie d'immobilisation ou la traiter, que pour atténuer les effets du vieillissement.

Nous avons à disposition cinq types de gymniques de renforcement musculaire qu'il faut essayer d'utiliser au mieux:

1. Contractions isométriques.
2. Contractions isotoniques.
3. Contractions isocinétiques.
4. Electromyostimulation.
5. Exercices proprioceptifs.

Comment doivent être exécuté ces divers exercices en fonction du type de pathologie pour qu'ils soient efficaces? C'est à cette question que nous allons essayer de répondre.

Les *isométriques,* tout d'abord: pour mieux les comprendre, il faut se souvenir qu'au-delà d'une tension musculaire de 20 % de la force maximale volontaire isométrique (FMVI), les vaisseaux sont comprimés, la tension intramusculaire excédant la pression systolique; par conséquent, le métabolisme généré par le mouvement sera un métabolisme anaérobie alactique ou lactique suivant la durée du travail (13). Ainsi, il a été constaté que si l'on utilisait en entraînement une force isométrique inférieure à 20 % de la valeur de force maximale isométrique, on stimulait sélectivement l'utilisation du glycogène dans les fibres du groupe I, prouvant par-là que le travail sans être sélectif pour ces types de fibres, les met cependant fortement à contribution (13,22). D'un autre côté, si l'on fait le même type de contractions isométriques mais en utilisant 50 % de la valeur de la FMVI, on met à contribution de façon identique les fibres du groupe I et II (22). On va donc proposer à un

sujet jeune présentant une atrophie musculaire, de faire journellement au moins 10 contractions isométriques de 30 à 60 sec. de durée avec deux minutes de pause, en utilisant le 20% de la force maximale isométrieque volontaire. La pause de 2 minutes permet une restitution de 70% de la phosphocréatinine utilisée, le 90% de la valeur initiale étant retrouvée en 4 minutes environ de repos (23).

Cette première série sera surtout destinée à stimuler la voie d'utilisation aérobique du glycogène musculaire et par conséquent les fibres du groupe I, sur lesquelles portent l'atrophie musculaire d'immobilisation. On fera exécuter au sujet une deuxième série de 10 isométriques de durée plus brève, 10 à 15 sec. en prenant soin de laisser une pause également de deux minutes, et en développant une tension comprise entre 50 et 100% de la FMVI, suivant les capacités du patient.

Ce second type d'exercices va surtout mettre à contribution les fibres musculaires à contraction rapide (II), travaillant en métabolisme anaérobique.

Chez une *personne âgée,* il paraît illusoire de vouloir s'opposer à l'atrophie musculaire physiologique des fibres II (4). On aura un plus grand bénéfice en leur faisant exécuter un programme gymnique aérobique tel que proposé dans le paragraphe précédent.

En ce qui concerne le travail isotonique (pédalage sur vélo, etc....), il faut se souvenir qu'un effort utilisant 30 à 40% de la VO_2max. met exclusivement à contribution les fibres du groupe I (24); si l'intensité est montée à 50–60% de la VO_2max. les fibres I sont d'abord déplétées en glycogène, puis les fibres II (24); enfin, si l'intensité est située à 80–90% de la VO_2 max., la déplétion glycogénique se fera d'abord sur les fibres du groupe II (25). Ainsi, tous les mouvements de grande vitesse et de grande intensité en isotonique vont utiliser les capacités des fibres musculaires du groupe II. La vitesse angulaire idéale du mouvement de pédalage pour obtenir une puissance optimale lors du travail, se situe entre 80 et 120°/sec., alors que pour un rendement optimal, durant un effort long, cette vitesse se situe à 50°/sec. (26). La charge minimale à utiliser pour stimuler les fibres du groupe II, si l'on souhaite développer la force est de 50% au moins de la charge maximale tolérée (26). Ainsi donc dans un programme, si l'on a affaire à un *sujet jeune,* on va proposer une alternance de travail à 30 ou 40% de la VO_2 max. pendant un temps prolongé (15 à 20 minutes) avec un travail à 80–90% de la VO_2 max. durant une période plus courte (5 × 1 minute). La première modalité tendra à développer les fibres I et la seconde les fibres II. Si l'on utilise un mouvement isotonique isolé, on s'attachera à déterminer la 1 RM (charge maximale tolérée). On pourra ensuite faire exécuter au sujet 10 répétitions à 40/50% de la 1 RM (stimulation de la voie aérobique) puis 10 contractions à 75%–85% de la RM (stimulation de la voie anaérobique). Chez une *personne âgée* par contre, en raison des particularités histologiques du vieillissement déjà mentionnées, il ne sert plus à rien de rééduquer la force, et il faut se contenter des exercices stimulant surtout les fibres musculaires du groupe I (vélo à 30–40°/8 VO_2 max., haltères à moins de 50% de la charge maximale tolérée, marche, pédalage sur vélo ou en poulie avec charge minime etc....).

Exercices isocinétiques (fig. 2). Ceux-ci sont très semblables aux exercices isotoniques, à la différence qu'ils ne peuvent s'exécuter qu'à l'aide d'un dynamomètre rotatoire, permettant de présélectionner la vitesse angulaire du mouvement. Toute la capacité que le sujet aura d'excéder cette vitesse déterminée, va se mesurer sous forme d'un moment de force musculaire. Dans ce type d'exercices, l'utilisation de 30% de la force maximale isocinétique stimule de préférence les fibres du groupe I, alors que si l'on travaille à 50% de la force maximale isocinétique, l'utilisation de glycogène se fait de façon très marquée sur les fibres du groupe II par rapport aux fibres du groupe I (15,22). Cette utilisation sélective du glycogène dans les fibres du groupe II, ne semble guère se modifier si l'on fait un effort à 100% de la force isocinétique par rapport à un effort à 50% (22). On peut donc là aussi conseiller chez le *sujet jeune* devant rééduquer une atrophie musculaire, un effort de 30% environ de la force maximale isocinétique en prenant soin de présélectionner une vitesse angulaire lente (50° à la seconde) pour stimuler les fibres du groupe I, ainsi qu'une vitesse comprise entre 80 et 120° à la seconde, et une force de 50% ou plus de la force maximale isocinétique pour stimuler les fibres du groupe II. Cet entraînement isocinétique, de par sa dureté, paraît devoir être réservé aux sujets jeunes. 10 contractions journalières selon chacune des deux modalités sont nécessaires pour obtenir une amélioration de l'endurance et de la force musculaires.

Electomyostimulation: il n'est pas inutile de rappeler que cette modalité rééducative est utilisée à deux fins: 1. Prévenir l'atrophie musculaire d'immobilisation. 2. Améliorer la force musculaire tant par action directe sur le muscle que par réapprentissage du schéma central de contraction musculaire lors de parésie réflexe.

Il faut aussi se souvenir que lorsque l'on électrostimule un muscle, que ce soit par un cou-

rant de basse fréquence (30–50 ou 100 Hz voire 600 Hz) ou de moyenne fréquence (2500 Hz ou 11.000 Hz), on obtient une contraction musculaire dont l'intensité ne dépasse guère le 30 % de la CMVI (fig. 3).

Cependant, lorsque l'on utilise une moyenne fréquence (2500 Hz) modulée en basse fréquence (50 Hz) avec installation progressive de l'intensité du courant, on obtient une contraction développant une force musculaire mesurée jusqu'à 60 % de la FMVI chez un groupe de 5 sujets volontaires (27). L'intensité tolérée va jusqu'à 40 milliampère alors qu'avec un courant de basse fréquence, celle-ci n'excède guère 25 milliampères. Par contre, si la contraction électroinduite ne dépasse guère 60 % de la FMVI, on sait que les modifications biochimiques qui s'observent au niveau du muscle sont celles que l'on observe pour des contractions volontaires d'intensité beaucoup plus importante (28). Ainsi, lors d'une électromyostimulation, la tension maximale diminue dès la 20ème seconde, et l'ascension du lactate est maximale entre la 12ème et la 25ème sec. de stimulation continue (28). Les valeurs de lactate observées pour un isométrique à 95 % de la FMVI, et tenu audelà de 10 sec., sont identiques à celles mesurées pour une électromyostimulation de même durée ne développant que 30 % de la FMVI (28). L'utilisation de la phosphocréatine est maximale durant les 12 sec. initiales d'électromyostimulation, puis s'épuise entre 25 à 50 sec. (28). Le taux se rétablit à 70 % environ de la valeur initiale par une pause de 2 min. (23). Il est extrêmement difficile d'interpréter les résultats obtenus par les divers auteurs utilisant l'électromyostimulation en médecine du sport, car ils sont contradictoires; certains paraissent d'un optimisme exagéré, d'autres niant toute efficacité à ce type d'exercice passif; certains travaux cependant parlent en faveur d'un effet bénéfique de l'électromyostimulation sur la qualité de la fibre musculaire (3) ou sur la force musculaire (29). Histologiquement, lorsque l'on soumet un animal à une électromyostimulation, on observe une modification dans le sens d'une stimulation préférentielle des fibres du groupe II (30). Une observation identique a été faite chez l'homme de Portman (29) qui a noté une transformation des fibres I en fibres II. Cependant, d'autres travaux montrent lors d'une utilisation de l'électromyostimulation à basse fréquence, une tendance à la transformation de fibre II en fibre I (31).

Il nous paraît donc, que l'électromyostimulation a une indication essentielle en rééducation. En effet, utilisée dans la phase postopératoire immédiate, elle tendra prévenir une atrophie musculaire, alors qu'en présence d'une atrophie musculaire installée depuis un certain temps, elle permettra de reprogrammer le schéma central de la contraction musculaire tout en améliorant la force par effet direct sur le muscle.

Nous avons personellement soumis 6 sujets volontaires à une électromusculation unilatérale au moyen d'un courant de 2500 Hz modulé à 50 Hz. Chaque sujet a été soumis à 4 séances/semaine de 20 minutes selon une modalité de 15 secondes de contraction pour 50 secondes de pause. L'amélioration moyenne de la force en 4 semaines d'entraînement fut de 4 % (32).

Travail proprioceptif: il n'y a pas dans la littérature de travaux éclairant de façon précise l'action biochimique et histologique de tels programmes de rééducation. On peut cependant émettre l'hypothèse que, les exercices proprioceptifs étant un mélange de mouvements isométriques et isotoniques, on retrouve les mêmes caractéristiques que pour ces types de mouvements considérés de façon isolée.

Chez quelques patients ayant subi une entorse d'un genou et ayant bénéficié d'une rééducation uniquement à visée proprioceptive, nous avons noté une force isocinétique à basse et à haute vitesse angulaires identiques des deux côtés (33).

Auteur:
Ch. Gobelet, médecin adjoint physiatre
P.-F. Leyvraz, médecin chef de clinique
Service universitaire de chirurgie de l'appareil moteur
(méd. chef Prof. J. J. Livio)
Hôpital orthopédique
Lausanne

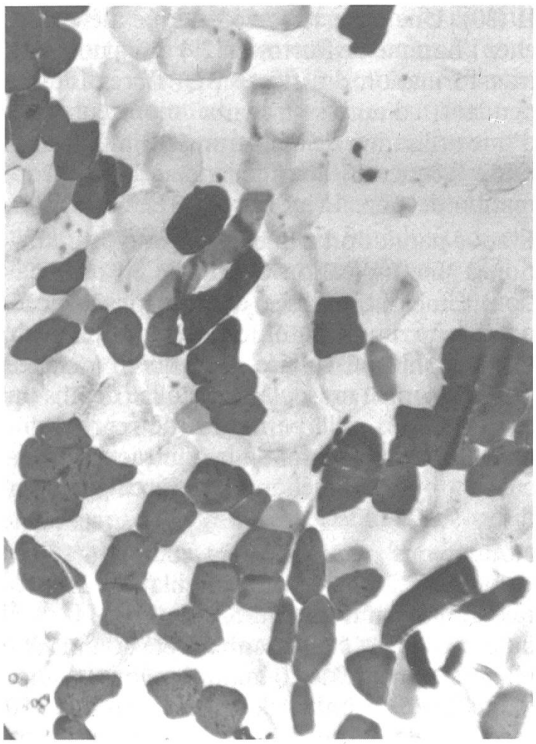


Fig. 1: Matériel de biopsie musculaire du muscle vaste externe d'un sujet sédentaire actif. Coloration de l'ATPase myofibrillaire après incubation à pH 9,40
En noir: fibres du groupe II
En clair: fibres du groupe I

Abb. 1: Material einer Muskelbiopsie des m. vastus lateralis von einem Modell, das sich aktiv wenig bewegt. Färbung der Myofibrillen ATPase nach Inkubation bei einem pH 9.40.
Schwarz: Fasern der Gruppe II
Hell: Fasern der Gruppe I

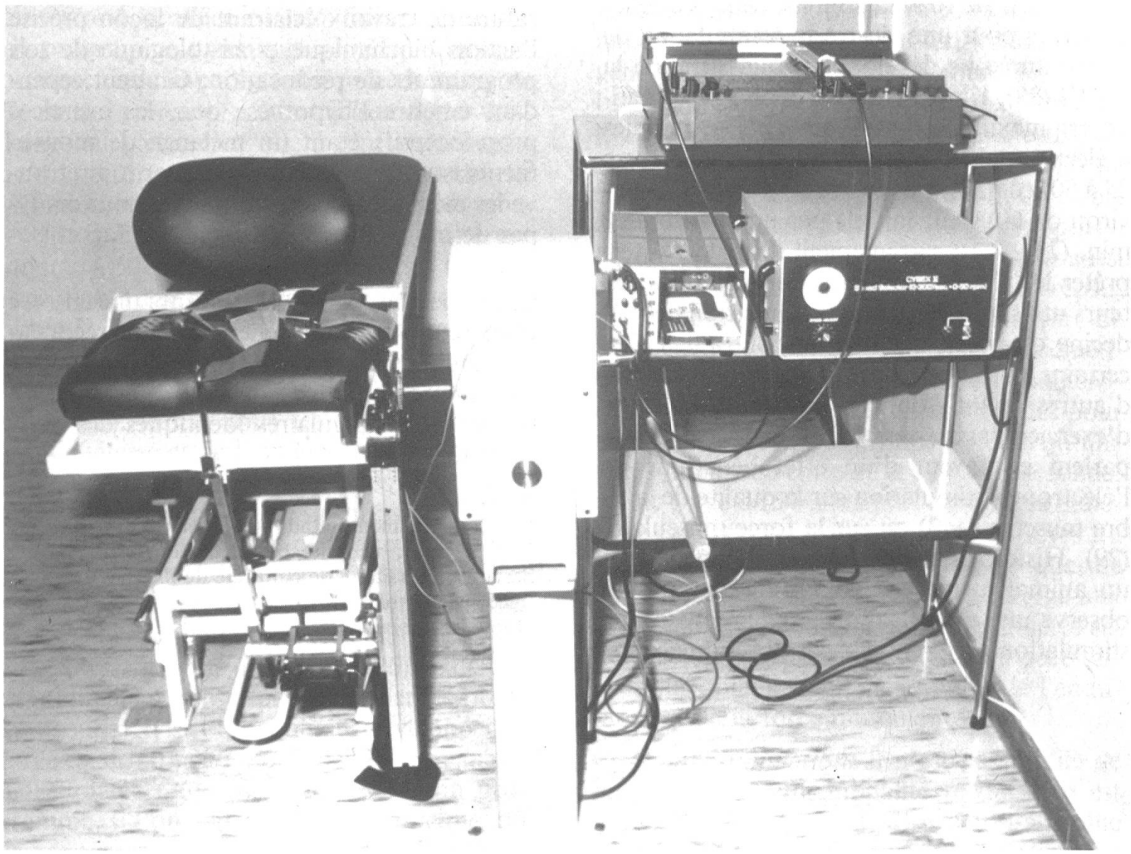
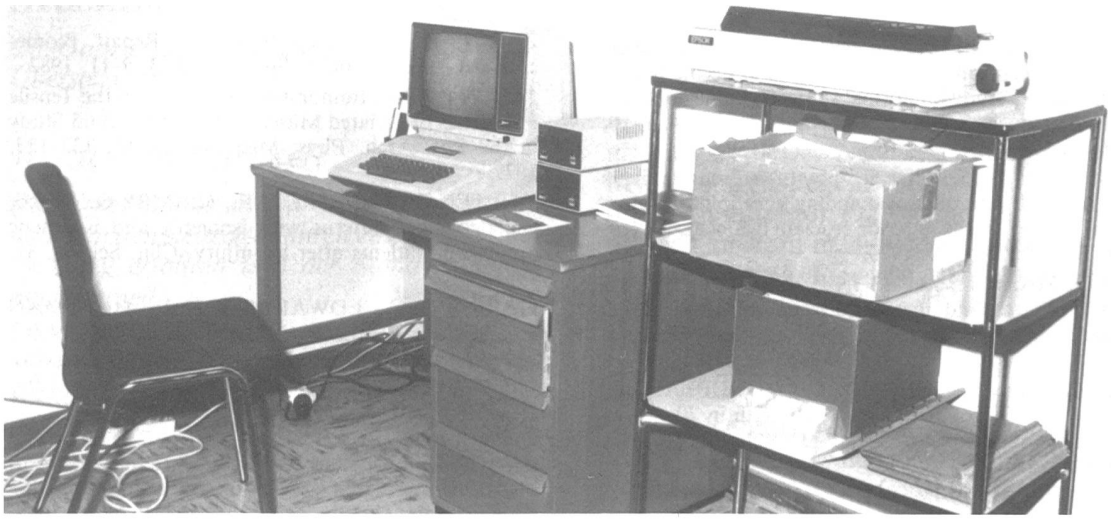


Fig. 2: Appareillage d'enregistrement de la force isocinétique.
Immage du haut: ordinateur Apple II avec programme d'analyse instantanée de la force isocinétique.
Image du bas: transcription graphique sur un plotter Bryans. Module de décodage.

Abb. 2: Messgerät der isokinetischen Kraft
Oberes Bild: Appel-II-Computer mit einem Programm der sofortigen Analysierung der isokinetischen Kraft.
Unteres Bild: graphische Aufzeichnung auf einem «Bryans» plotter



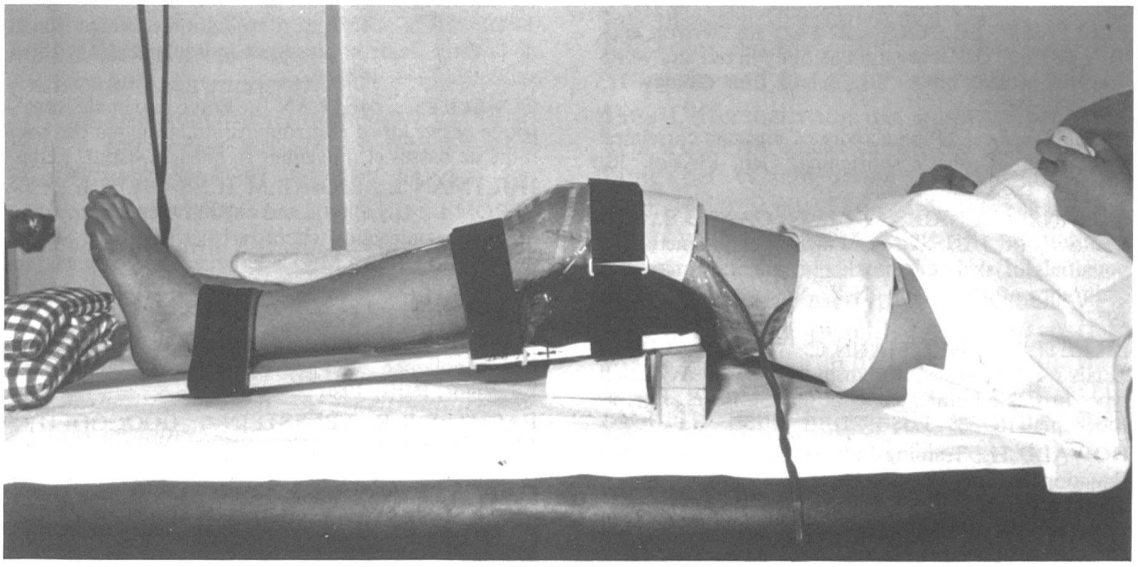


Abb. 3: Lagerung des Patienten für eine Elektrostimulation (2500 Hz auf 50 Hz moduliert) mit Hilfe eines Apparates Elektrostim[R].

Fig. 3: Installation du patient pour une stimulation électrique (2500 Hz modulé à 50 Hz) au moyen d'un appareil

Bibliographie

BERGSTRÖM J.: Muscle electrolytes in man: determined by neutron activation analysis in needle biopsy specimens; a study on normal subjects, kidney patients with diarrhoea. Scand. J. Clin. Lab. Invest 14, 1-10, 1962.

EDSTRÖM L.: Selective atrophy of red muscle fibers in the quadriceps on long-standing knee joint dysfunction: injuries to the anterior cruciate ligament. J. Neurol. Sci. 11, 551-559, 1970.

HÄGGMARK T., JANSSON E., ERIKSSON E.: Fiber type area and metabolic potential of the thigh muscle in man after knee surgery and immobilisation. Int. J. Sports Med. 2, 12-17, 1981.

ANIANSSON A., GRIMBY G., RUNDBLAD A.: Isometric and isokinetic muscle strength in 70 - year-old men and women. Scand. J. Rehab. Med. 12, 161-168, 1980.

RANVIER M. C.: Des muscles rouges et des muscles blancs chez les rongeurs. Comptes rendus de l'académie des sciences de Paris. 77, 1030-1034, 1873

GUNTHER L.: Über den Pen Muskelfarbstoff. Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medizin. 230, 146-178, 1921

PELLEGRINO C., FRANZINI C.: An electron microscope study of denervation atrophy in red and white skelettal muscle fibres. Journal of Cell Biology 17, 324-341, 1963.

BARANY M.: ATPase activity of myosine correlated with speed of muscle shortening. Gen. Physiol. 50, 197-216, 1967.

SALTIN B., HENRIKSSON J., NYGAARD E., ANDERSON P., JANSSON J.: Fiber types and metabolic potentials of skelettal muscles in sedentary man and endurance athletes. Ann. N.Y. Acad. Sci. 301, 3-29, 1977.

BILLETER R., HEIZMANN C. W., HOWALD H., JENNY E.: Analysis of myosin light and heavy chain types in single human skelettal muscle fibers. Eur. J. Biochem. 116, 389-395, 1981.

HOWALD H.: Training-Induced Morphological and Functionnal Changes in Skelettal Muscle. Int. J. Sports Med. 3, 1-12, 1982

DUBOWITZ V.: Infantile Muscular Atrophy - A broad Spectrum. Clinical Proceedings of the Children's Hospital (Washington) 23, 223, 1967.

GOLLNICK P. D.: Relationship of Strength and Endurance with Skelettal Muscle Structure and Metabolic Potential. Int. J. Sports Med. 3, 26-32, 1982.

GOLLNICK P. D., KARLSSON J., PIEHL K., SALTIN B.: Selective glycogen depletion in skelettal muscle fibres of man following sustained contractions. J. Physiol (London) 241, 59-67, 1974.

GRIMBY G.: Isokinetic training. Int. J. Sports Med. 3, 61-64, 1982.

ECCLES J. C., ECCLES R. M., LUNDBERG A.: The action potentials of the alpha motoneurones supplying fast and slow muscles. J. Physiol. (London) 142, 275-291, 1958.

HÄGMARK T., JANSSON E., SAVANE B.: Cross sectionnal area of the thigh muscle in man measured by computed tomography. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 38, 355-360, 1978.

COYLE E., COSTILL D., LESMES G.: Leg extension power and muscle fiber composition. Med. Sci. Sports 11, 12-15, 1979.

THORSTENSSON A., GRIMBY G., KARLSSON J.: Force - velocity relations and fibre composition in human knee extensor muscle. J. Appl. Physiol. 40, 12-16, 1976.

ZARINS B.: Soft Tissue Injury and Repair. Biomechanical Aspects. Int. J. Sports Med. 3, 9-11, 1982.

JÄRVINEN M.: Immobilization Effect on the Tensile Properties of Striated Muscle: An Experimental Study in the Rat. Arch. Phys. Med. Rehab. 58, 123-127, 1977

HULTEN B., RENSTRÖM P., GRIMBY G.: Glycogen depletion patterns with isometric and isokinetic exercise in patients after leg injury. Clin. Sci. 61, 35, 1981.

HARRIS R. C., EDWARDS R. H. T., HULTMAN E., NORDESJÖ L. O., NYLIND B., SAHLIN K.: The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. Pflügers Arch. Eur. J. Physiol. 367, 137-142, 1976.

Gollnick P. D., PIEHL K., SALTIN B.: Selective glycogen depletion pattern in human skelettal muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. J. Physiol. (London) 241, 45-57, 1974.

ANDERSEN P., SJOGAARD G.: Selective glycogen depletion in the subgroups of type II muscle fibres during intense submaximal exercise in man. Acta Physiol. Scand. 96, 26A, 1976

TROISIER O.: Méthode d'évaluation et renforcement de la force de de la puissance musculaire. Cah. Kinesithé. 93, 7-44, 1982.

GOBELET C., MEYLAN F.: Force maximale isométrique pasive lors d'électromyostimulation par des courants de basses et moyennes fréquences. Com. Pers.

HULTMAN E., SJÖHOLM H., SAHLIN K., EDSTRÖM L.: Glycoltytic and oxydative energy metabolism and contraction characteristics of intact human muscle: In: Human Muscle Fatigue: Physiological mechanisms pp. 19-40. Ciba Foundation Symposium 82 - Pitman Medical London 1981.

PORTMAN M.: Electromyostimulation dans: Physiologie appliquée de l'activité physique. pp 255-258 Ed. Vigot, Paris, 1980

PACHTER B. R., EBERSTEIN A., GOOGGOLD J.: Electrical stimulation Effect on Denervated Skelettal Myofibers in Rats: A Light and Electron Microscopic Study. Arch. Phys. Med. Rehab. 63, 427-430, 1982.

SALMONS S., HENRIKSSON J.: The adaptative response of skelettal muscle to increase use. Muscle Nerve 4, 94-105, 1981.

GOBELET C., MEYLAN F., ALTHAUS P., JORNOD J.-F., SENGELEN J., TROILLET J., VEYRES J.-M.: Amélioration de la force musculaire par électromusculation. Com. Pers.

GOBELET C.: Force musculaire du quadriceps après entorse du genou rééduqué par proprioception. Com. Pers.