

Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia

Band: 30 (1994)

Heft: 11

Artikel: Fonction normale du tissu conjonctif, sa réaction à l'effort physique et à l'immobilisation après un traumatisme

Autor: Morree, J.J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-929354>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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

P
RAXIS

Fonction normale du tissu à l'effort physique et à l'immobilité

L'article ci-dessous n'utilise que la forme masculine pour désigner aussi bien les femmes que les hommes.

Résumé

Cet article aborde certains aspects de la structure basique du tissu conjonctif, sa réaction à l'effort physique, son évolution pendant l'immobilisation consécutive à un traumatisme et l'incidence de la rééducation. Ce thème présente sans conteste un intérêt particulier pour les physiothérapeutes, car la plupart d'entre eux sont amenés à traiter le tissu conjonctif du patient au cours de la thérapie somatique. L'auteur insiste sur l'importance que revêt le besoin de mobilité quotidienne et l'effort à fournir pendant la convalescence consécutive à une blessure. Les modifications du tissu qui apparaissent pendant l'immobilisation peuvent en grande partie se prévenir par la mobilité pendant la période de guérison.

En prodiguant leurs soins, les physiothérapeutes traitent une grande variété de tissus conjonctifs tels la peau, les composants conjonctifs des muscles et des tendons, les articulations, os y compris, les cartilages, les capsules, les ligaments et la synovie.

Les tissus conjonctifs servent de cadre et de guide aux forces mécaniques. Essentiellement, un tissu conjonctif contient toujours quatre composantes:

- des cellules;
- des fibres;

- un gel colloïdal ou substance fondamentale;
- de l'eau.

Comme tous les tissus présents dans l'organisme, les tissus conjonctifs contiennent d'une part des cellules, appelées fibroblastes, qui produisent les fibres, et, d'autre part, un gel colloïdal intercellulaire ou substance fondamentale. L'eau physiologique constitue l'élément principal dans lequel se déposent ces substances.

Les fibres de collagène apparaissent dans l'organisme lorsque celui-ci doit résister à la traction et à l'élongation, comme dans les tendons et les ligaments. Les propres fibroblastes sont très fragiles et absolument incapables de transporter des forces mécaniques. La force du tissu conjonctif dépend de la quantité de fibres de collagène et de gel colloïdal qu'il contient. Le tendon calcanéen, par exemple, peut porter 10 000 N/cm².

Les tendons et les ligaments transmettent la force musculaire par une ou plusieurs articulations sans majeure déformation élastique. Dans les tendons et les ligaments normaux, les fibres de collagène peuvent s'allonger de 5% avant de se déchirer. Des tendons qui pourraient se distendre comme le caoutchouc utilisé dans le saut à l'élastique nuiraient fortement aux mouvements volontaires.

Les fibres élastiques sont déposées dans des tissus capables de s'étirer facilement et qui doi-

vent reprendre rapidement leur forme originale. L'élastine est une molécule complexe qui peut s'étirer de 150%. La peau, le ligament jaune de la colonne vertébrale et le cartilage élastique du nez sont de bons exemples d'endroits où se déposent les fibres élastiques. Voyons tout d'abord de plus près les fibres de collagène. La figure 1a montre une image microscopique tridimensionnelle d'une petite partie de peau. Les faisceaux de collagène sont ordonnées dans toutes les directions. Elles se composent de fibres et de fibrilles. Quelques fibroblastes peuvent s'apercevoir entre elles, mais ils ne forment qu'une partie minime du tissu. La peau peut se tirer, se tendre et se comprimer dans toutes les directions, et les faisceaux de collagène doivent conduire et absorber les forces de manière appropriée.

Dans les tendons et les ligaments, les forces s'exercent de manière plus unidirectionnelle et les fibres de collagène sont ordonnées en faisceaux parallèles pour diriger les forces comme le montre la figure 1b. Les fibres de collagène présentent une apparence ondulée caractéristique qui n'est pas un artefact de la préparation technique, mais une adaptation biomécanique normale.

Les faisceaux de collagène se composent de nombreuses fibres qui forment des bandes typiques. Cette forme est due à l'arrangement régulier des molécules qui produisent les fibroblastes. Ceux-ci ne peuvent fabriquer de longs

fil de collagène comme les araignées faisant leur toile, mais produisent de petites protéines appelées collagène «figuré» qu'elles déposent dans l'espace intercellulaire. Ces diverses unités sont liées entre elles pour former des fibres au moyen d'enzymes à travers la charge électrique qui se développe sur leur surface moléculaire.

Il convient d'ajouter que le collagène récemment constitué ne résiste pas à l'élongation parce que le lien chimique entre les molécules de collagène dans les fibres est limité. Dans un tissu fonctionnel, la résistance des fibres de collagène augmente très lentement. Au bout de quelques semaines, voire des mois, les molécules, les fibres, et les tissus par voie de conséquence, accroissent leur résistance à la traction par les multiples réactions croisées qui se produisent dans le collagène.

La résistance du tissu conjonctif ne dépend pas uniquement du collagène. La substance fondamentale joue aussi un rôle primordial avec les molécules complexes appelées protéoglycannes. L'espace intercellulaire rempli de substance fondamentale forme un système très organisé. Il existe divers types de protéoglycannes qui exercent un effet spécifique sur le dépôt et le diamètre du collagène dans le tissu. Comme leur nom l'indique les protéoglycannes consistent en une longue chaîne de protéines contenant des bandes de glucides spéciaux. Ceux-ci, tels les chon-

Le tissu conjonctif, sa réaction à la cicatrisation après un traumatisme

PRAXIS

droïtine-sulfates et le dermatan-sulfate, possèdent une charge électrique négative due au groupement d'hydroxyle et de sulfate. Dans l'eau, des nuages importants de charge négative sur la surface moléculaire font se déplier les protéoglycanes. Les charges négatives attirent aussi les fibres de collagène par effet électrostatique, car le collagène est chargé positivement.

Les protéoglycanes négatives attirent l'eau pour former un gel colloïdal semblable à la gelée. Ce processus empêche l'eau de couler vers les extrémités inférieures du corps, comme par exemple les mains et les pieds.

La figure 2 montre les contacts entre fibres de collagène et protéoglycanes. L'interaction des charges électriques entre le collagène, le gel colloïdal et l'eau renforce la résistance du tissu conjonctif à l'effort mécanique. L'ajout de matière fondamentale renforce le tissu par l'intensification du lien entre celle-ci et les fibres de collagène – comme lorsque vous ajoutez une sauce bien épaisse pour lier les aliments d'un même plat. Par contre, la destruction métabolique des composantes de la substance fondamentale ou du collagène affaiblit la structure affectée.

Par quel procédé les fibroblastes produisent-ils du collagène? Ces cellules résistent à la distorsion du tissu. Le glissement du collagène dans la substance fondamentale à l'intérieur d'un tissu soumis à l'effort physique provoque un déplacement des

charges électriques moléculaires. Plus le déplacement est grand, plus forte est la modification de charge électrique. Les fibroblastes détectent l'altération. L'adaptation se traduit principalement par une réaction locale. Toutefois, certaines hormones ont une incidence sur le tissu conjonctif. L'hormone de croissance et la testostérone stimulent les fibroblastes, tandis que le cortisol (γ compris les corticoïdes de synthèse) inhibent la formation de collagène et de matière fondamentale.

En cas d'élongation inhabituelle du tissu conjonctif, lorsqu'un sportif intensifie son entraînement par exemple, les fibroblastes produisent plus de collagène et de substance fondamentale pour protéger le tissu contre l'accentuation de l'effort. Étonnamment, les fibroblastes sont capables de déposer les fibres de collagène parallèlement à la direction de la force exercée.

Dans un organisme en croissance ou pendant la cicatrisation d'une plaie, la lente augmentation de la résistance du collagène et la difficulté croissante de le réduire (enzymes) reflètent des adaptations fonctionnelles. Au début de la croissance du fœtus, la modification du tissu est rapide et les dimensions du corps changent à une vitesse élevée. Le collagène déposé peut devenir superflu la semaine suivante. Il doit être éliminé et remplacé par du collagène dans un plus grand nombre de directions fonctionnelles. Chez l'adulte, par

contre, le collagène a une durée de vie de plusieurs années.

Aspects biomécaniques du tissu conjonctif

Les tendons, les ligaments et l'os doivent résister à l'élongation et à la déformation. Néanmoins, le tendon ou le ligament s'étire un peu pendant un effort physique ordinaire (marche, course et saut). La figure 3 montre un tendon composé de faisceaux de collagène. Un faisceau contient principalement des fibres de collagène et quelques fibroblastes (appelés ténoblastes dans le tendon) déposées entre les fibres. Sur la partie gauche, nous pouvons observer l'apparence ondulée des fibres de collagènes disposées de manière parallèle. L'effort physiologique étire les fibres et l'ondulation disparaît. L'énergie est absorbée par la substance fondamentale et les fibres de collagène ne s'étirent qu'à la suite d'un effort physique intense.

Des expériences sur la résistance peuvent s'effectuer en plaçant un ligament attaché à son os sur un instrument qui exerce une traction croissante aux extrémités des os. La figure 4 montre les résultats d'un test effectué sur des ligaments croisés du chien. L'information recueillie permet de tracer un graphique: une courbe de la force d'élongation et une courbe de la force de contrainte et de suspension. Verticalement, nous avons la force en

newtons; horizontalement, l'élongation en millimètres. La région d'extrémité à la base de la courbe reflète l'élongation sous des conditions physiologiques. L'ondulation disparaît. A la partie supérieure de la pente accentuée, les fibres de collagène sont étirées excessivement et le dommage causé. Une expérience plus sophistiquée a été réalisée par le professeur Lamontagne qui a implanté in vivo une jauge dans le tendon rotulien humain. L'instrument en question permet de mesurer l'élongation maximum du tendon rotulien sur le quadriceps jusqu'à la contraction volontaire maximale. La figure 6 montre la région d'extrémité et la première partie de la pente accentuée de la courbe d'élongation consécutive à l'effort physique. Apparemment, le tendon ne subit pas une force maximum. le tissu conjonctif est soumis à une force dépassant les capacités physiques uniquement lors d'actions rapides et lorsque des force externes agissent sur le corps humain, lors d'accidents par exemple. Une rupture des fibres de collagène est possible dans ce cas.

L'élongation du tendon peut servir pour les mouvements balistiques ou la course. A l'occasion d'une course rapide ou d'un saut, par exemple, le tendon d'achille s'étire pendant la contraction excentrique exercée sur le talon. La force cinétique du mouvement est enmagasinée dans le tendon comme énergie élastique qui peut s'utiliser immédiatement pour la propulsion

nécessaire au bond suivant. Nous pouvons comparer cet effet à celui du pogo ou des balles rebondissantes. Chez les kangourous, on estime à 60% l'énergie élastique enmagasinée lors de bonds rapides. Chez l'être humain le stockage de la même énergie s'estime entre 10 et 20%.

Fonction sensorimotrice des capsules et des ligaments

Nous devons considérer un autre aspect des ligaments et des capsules dans le squelette et le système musculaire. Outre leur comportement mécanique, les ligaments jouent une importante fonction dans le contrôle sensorimoteur des mouvements. Un grand nombre de senseurs, corpuscules, récepteurs ou terminaisons nerveuses libres informent le cerveau de la progression du mouvement. Les ligaments croisés du genou, les ménisques, les disques intervertébraux et l'articulation cubito-radiale sont bien innervés. Un mouvement peut être corrigé par une série complexe de réflexes cinétiques articulaires dans une phase initiale. Les ligaments ne sont pas faits pour supporter des efforts extrêmes, et des recherches effectuées sur des animaux ont prouvé la faiblesse de la charge supportée par les ligaments durant la marche et le trot. Les ligaments contribuent à informer le système nerveux pour qu'il active les muscles de manière à assouplir et à décomposer correctement le mouvement.

La courbe d'élongation de la figure 4 n'était qu'une projection de la charge que peut supporter un ligament et non pas de l'effort qu'il fournit pendant un mouvement volontaire. Les muscles protègent les

ligaments contre les élongations. Par contre, lorsque qu'une personne est empêchée dans ses mouvements, bousculée par exemple en jouant au football, ou qu'elle rate une marche d'escalier, les ligaments peuvent se déchirer ou même se rompre.

Tissu conjonctif et mouvement articulaire

Le mouvement articulaire ne dépend pas uniquement de la contraction musculaire et de l'action du rôle de guide qu'exercent les ligaments. La forme des surfaces articulaires, la composition du cartilage et la synovie lubrifiante sont aussi essentielles. Le cartilage articulaire constitue un type spécial de tissu conjonctif et il doit résister plus à la compression qu'à la traction comme dans le cas des tendons et des ligaments. Le cartilage est constitué de chondrocytes (l'équivalent des fibroblastes) pendant la croissance et contient d'importantes quantités de protéoglycane et d'eau dans lesquelles reposent les fibres de collagène. La grande quantité d'eau qu'il contient fait du cartilage un très bon amortisseur de chocs. Pendant la compression, le cartilage se déforme et la zone de contact des surfaces articulaires augmente pour réduire la force de compression sur l'os inférieur. Le cartilage le protège donc de forces qui pourraient l'endommager et stimuler la croissance osseuse dans la cavité articulaire. Chez les patients souffrant d'arthrose aux articulations érodées, la fonction d'amortissement n'existe plus. Une déformation désastreuse de l'articulation peut en résulter et même une fusion osseuse des surfaces opposées.

Pendant la croissance, les surfaces articulaires sont formées pour durer une vie entière. Les jeunes cellules cartilagineuses sont nourries par des capillaires provenant de la moëlle os-

seuse. Chez l'adulte toutefois, la zone limite entre os et cartilage se calcifie. Le cartilage de l'adulte n'est pas innervé ou irrigué. Les éléments nutritifs destinés aux chondrocytes sont fournis aux cellules via la membrane synoviale de la capsule. La nutrition est garantie au mieux lorsqu'une personne utilise ses articulations fréquemment. La turbulence produite dans le liquide synovial transporte les éléments nutritifs de la capsule à la cavité articulaire.

Chez l'adulte, les cartilages sont incapables de produire encore du collagène. Toute réparation est donc souvent impossible après un traumatisme. Les cellules produisent seulement des protéoglycane qui ne remédient qu'aux déformations dues aux mouvements quotidiens. L'action de pompage du mouvement favorise le transport des éléments nutritifs dans le cartilage des surfaces articulaires. Les protéoglycane attirent l'eau qui provoquent une dilatation du cartilage. A un certain moment, la dilatation est contenue par suite d'une force opposée exercée par les fibres de collagène tendues.

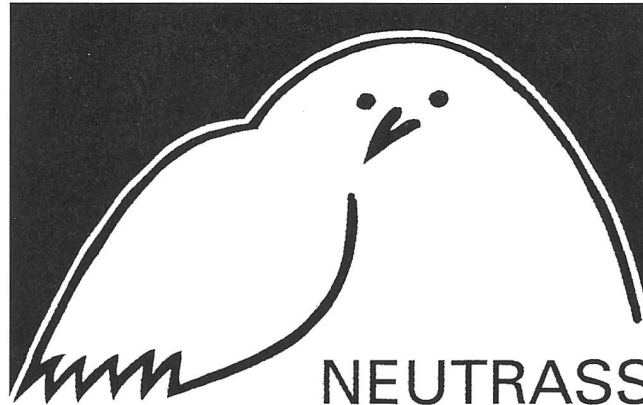
La figure 6 montre une coupe de la couche supérieure du cartilage articulaire. Les cellules cartilagineuses reposant directement sous la surface articulaire sont aplaties et contiennent très peu de plasma et quelques ribosomes. Ce constat histologique révèle que les cellules en question sont inactives. L'idée se trouve confirmée selon laquelle le cartilage normal chez l'adulte demeure intact, très bien lubrifié, et qu'il n'est pas besoin de remplacer une surface érodée.

Beaucoup de personnes âgées parlent de leurs articulations usées. Cette vision des choses ne correspond pas à la réalité chez l'être humain. Les problèmes de mouvement que rencontrent les personnes âgées sont principalement causés par la perte de force musculaire.

La figure 7 montre la surface articulaire chez une jeune fille de 16 ans (agrandissement: 7500 fois). Un érythrocyte accidentel repose à la surface. Alors que l'on pourrait s'attendre à une surface lisse comme un miroir, elle apparaît rêche et présente de petits trous. Comment les articulations peuvent-elles fonctionner sans friction? Pendant le mouvement, l'articulation est lubrifiée par un liquide miracle: la synovie présente dans la cavité articulaire. La synovie contient de l'acide hyaluronique, un hydrate de carbone complexe, dissous dans le fluide qui imprègne le tissu. En position de repos, la synovie doit être très visqueuse ou collante. Les macromolécules de l'acide hyaluronique lient une quantité importante d'eau pour former un gel, de la même manière que les protéoglycane. Ainsi, la synovie peut rapidement glisser des zones de contacts articulaires. Les petits creux à la surface peuvent emprisonner une certaine quantité de synovie visqueuse.

Or, pendant les mouvements, un lubrifiant doit se liquéfier pour réduire la production de chaleur due à la friction. Dans les machines, au contraire du corps humain, les deux propriétés ne sont pas réunies par un seul et unique fluide.

La figure 8 montre deux surfaces articulaires avec la synovie entre elles. Dans la plupart des mouvements, la rotation des deux parties de l'articulation, guidée par les ligaments, produit un mouvement de glissement, plutôt que de roulement. Le mouvement de cisaillement ressenti par la synovie et causé par le glissement, expulse les molécules d'eau de l'acide hyaluronique, rendant la synovie plus fluide pendant un bref moment dans la zone de contact. La synovie demeure visqueuse à l'intérieur des trous en surface. La synovie redevient un gel visqueux au coin relativement stable de la région éloignée des zones de contact.



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

- Ihre direkte Telefonnummer: **045 - 21 91 16**

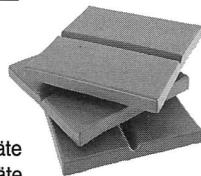
Gestion du bureau des assurances FSP

- 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

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

**Konstante Wärme
garantiert!**

Fango Paraffin von PINIOL



Fango Paraffin F für Auslaufgeräte
Fango Paraffin S für Schöpfgeräte

Für die Durchblutung der Haut
Für die Lockerung der Muskulatur
Für die Stimulation der inneren Organe

Dank sehr hohem Anteil an Paraffin garantierte konstante Wärme über 30 Minuten.



PINIOL AG

Erlstrasse 2, Küssnacht a. R.

Offizieller Ausrüster
des Schweiz. Skiverbandes



O & P BSW

Sitzen Sie eigentlich richtig?



**Der Rücken wird
optimal gestützt
und entlastet.**

Die SPINA-BAC-Rückenstütze ist von medizinischen und therapeutischen Fachleuten als wirksames Hilfsmittel zur Entlastung des Rückens im Kampf gegen Rückenbeschwerden anerkannt.

- Leicht mitzutragen
- Regulierbar in 6 Positionen
- Für alle Stühle geeignet
- Jetzt mit Lammfellüberzug und Wechselmagnet erhältlich

SPINA-BAC

verwöhnt Ihren Rücken

Bitte senden Sie mir unverbindlich:

- Gratisprospekt mit ausführlichen Informationen
- 14 Tage zur Probe** ein SPINA-BAC in folgender Ausführung:
Farbe:
 schwarz blaugrau braun
 grüngrau **NEU:** weinrot
 Lammfell und Magnet

Name: _____

Adresse: _____

Einsenden an: _____

03/94

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

**REGULIERBAR
FÜR JEDEN RÜCKEN**

ORIGINAL MEDAX

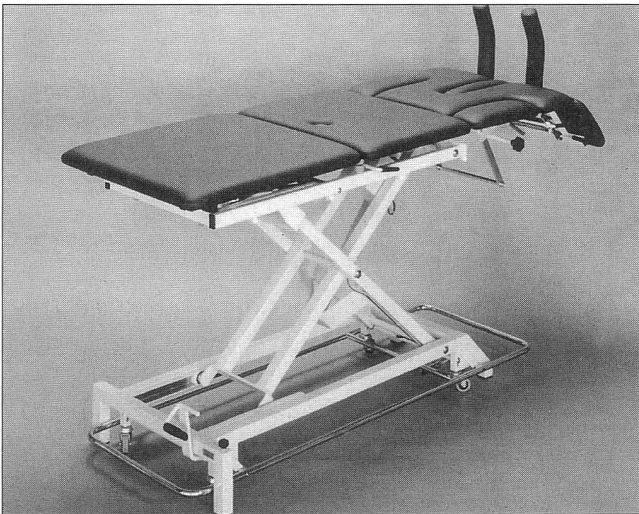
Von uns entwickelt und seit vielen Jahren bewährt.

Machen Sie keine Experimente mit irgendwelchen Kopien!

Unser Fabrikationsprogramm:

- 2-/3-/4-/6teilige Liegen
- Extensionsliegen
- Bobath-Liegen
- Manualtherapie-Liegen
- Kombi-Liegen mit Gynäkologieteil
- CLEWA-Kofferliegen (Import)

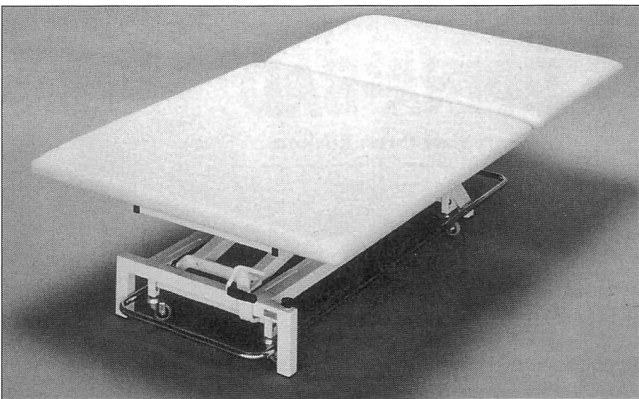
Behandlungsliege MEDAX P 40 A



- Elektrische Höhenverstellung von 44 bis 104 cm mit praktischer Fuss-Schaltstange
- Rückenstütze und Knieflexion mit bequemen Hubhilfen stufenlos verstellbar
- Fahrwerk (Lenkrollen) mit Fusspedal in jeder Position der Höhenverstellung ausfahrbar
- Sehr stabiles Schweizer Fabrikat
- SEV-geprüft
- 2 Jahre Garantie

BOBATH-Liege MEDAX 1- oder 2teilig

IFAS
Halle 6 / Stand 6.143



- Senden Sie uns bitte eine Dokumentation.
 Bitte rufen Sie uns an.

Name: _____

Strasse: _____

PLZ/Ort: _____

Tel.: _____

PH-10/94

**MEDAX AG
MEDIZINTECHNIK**

Schneckelerstrasse 20
CH-4414 Füllinsdorf BL
Tel. 061-901 44 04
Fax 061-901 47 78

Rasch schmerz- frei ohne Nebenwirkungen durch TENS AGAR

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 Fr. 185.-
9 K Fr. 480.-

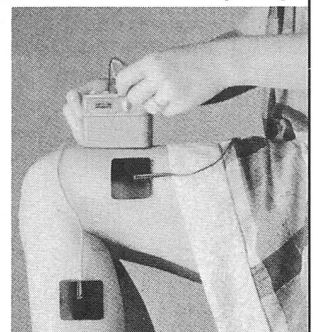
Wirkungsweise (Schleusentheorie):

Das Nervensystem kann pro Zeiteinheit nur eine beschränkte Menge sensorische Informationen verarbeiten. Werden zu viele Informationen gesendet, unterbrechen bestimmte Zellen im Rückenmark 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

Il est facile à comprendre, qu'après un traumatisme, la formation d'hydrops dans une articulation dilue par trop la délicate synovie. Après une opération articulaire comme l'ablation du ménisque, le genou devrait se ménager pendant quelques jours – par la mobilisation sans effort de préférence. Toute contraction musculaire volontaire peut mettre les surfaces des cartilages en contact et causer un dommage irréparable.

La destruction du cartilage est généralement diagnostiquée très tard, en raison du manque d'innervation qui aurait pu signaler le mal. Les caillots de sang présents dans la cavité articulaire après un accident, une hémarthrose aggravent l'usure. Le sang doit être retiré. L'hydrops doit avoir diminué considérablement avant que ne soit permise à nouveau une mobilité intégrale.

Immobilisation

Ayant maintenant passé en revue les tissus conjonctifs, nous allons nous pencher sur l'immobilisation. Nous avons vu que les fibroblastes produisent le gel colloïdal et le collagène pour contrebalancer la déformation mécanique du tissu. Pendant l'immobilisation, au contraire, les fibroblastes manquent de stimulation. Dans tout tissu vivant, il existe un cycle de vie des molécules. En cas d'immobilisation, la production de cellules s'arrête, mais leur élimination continue. Le tissu s'en trouve affaibli. Une baisse notable de la résistance du tissu se constate après quelques semaines.

En guise d'illustration, prenons un accident commun tel que l'entorse du poignet ou de la cheville. Seuls les tissus mous sont concernés, aucune fracture de l'os ou du cartilage ne vient compliquer la blessure. Voici les effets immédiats:

- saignement et coagulation du sang;
- inflammation;
- hydrops (hémarthrose) ou œdème;
- inhibition du réflexe de contraction musculaire en raison de l'étirement de la capsule provoqué par l'hydrops;
- instabilité articulaire (coordinatrice et mécanique) par rupture du ligament.

L'élongation et la rupture des capillaires dans les ligaments et les capsules provoquent une exudation du plasma ou pire encore un saignement. Le refroidissement immédiat peut prévenir l'inflammation, la dilatation excessive et la douleur. A la suite d'une vasoconstriction des vaisseaux, un bandage élastique peut s'appliquer afin d'offrir une résistance susceptible d'endiguer l'écoulement de fluide responsable de l'hématome ou de l'hydrops.

Le froid ne doit cependant s'appliquer que brièvement pour ne pas nuire à la réaction inflammatoire. Les régulateurs locaux tels que les prostaglandines et les bradykinines ne peuvent se développer qu'à la température du corps. Ils stimulent l'entrée de macrophages et de fibroblastes dans le tissu lésionné. Il s'agit d'une étape fondamentale dans le processus de réparation. La dilatation dilue le gel colloïdal et les fibroblastes peuvent se déplacer plus facilement dans l'espace intercellulaire dilaté.

En dehors de l'inflammation, l'inhibition localisée des réflexes musculaires est due à l'élongation de la capsule provoquée par l'hydrops qui se traduit par une réduction de la force musculaire et une instabilité articulaire.

Traditionnellement, le traumatisme d'un tissu conjonctif se traitait par une immobilisation stricte, afin de favoriser la guérison (au moyen d'un plâtre ou d'une écharpe). Sachant l'importance du mouvement pour la stimulation fonctionnelle des fibro-

blastés, c'est là une solution contreproductive. La prise de conscience récente de la nécessité du mouvement pendant la convalescence donne naissance à de nouveaux modèles thérapeutiques. Quels sont les effets néfastes d'une immobilisation à long terme?

- Atrophie musculaire et atrophie des insertions du tendon.
- Atrophie osseuse.
- Atrophie du cartilage articulaire.
- Baisse de la force des tissus périarticulaires comme les ligaments.

Selon la loi de Wolf (un tissu s'adapte à la force appliquée), toutes ces modifications sont purement physiologiques. L'ensemble des tissus concernés s'adaptent, et l'atrophie est considérable après 4 à 6 semaines. La majeure part de l'atrophie est réversible par rééducation, mais peut largement se prévenir si la mobilisation du patient est garantie. L'atrophie musculaire est due au défaut de contractions musculaires concentriques (pompe musculaire). L'absence de stimulation nerveuse se traduit en outre par une diminution de la masse musculaire. Les insertions du tendon aussi perdent de leur puissance. L'atrophie osseuse et l'ostéoporose, chez les personnes âgées surtout, menacent la solidité des hanches et des jambes.

L'action de compression du mouvement articulaire qui stimule la capacité des chondrocytes à fabriquer le gel colloïdal fait défaut au cartilage. La diffusion d'éléments nutritifs, de la synovie aux cellules sous-jacentes, est rendue difficile aussi, car le balayage de la synovie sur les surfaces articulaires est stoppé. Le cartilage est affaibli principalement au niveau des surfaces en contact continu.

Pour le physiothérapeute, il n'est guère facile de détecter l'af-

PRAXIS

faiblissement du tissu conjonctif périarticulaire tel que les capsules, les ligaments et les tendons. Le tissu conjonctif fibreux perd de sa force. Ce phénomène n'est pas aussi évident que l'atrophie musculaire. Récemment encore, on pensait que le tissu conjonctif périarticulaire devenait rigide et perdait de son élasticité pendant l'immobilisation, réduisant de la sorte le mouvement articulaire.

De nombreuses expériences ont révélé un abaissement considérable de la courbe d'élongation reflétant la charge supportable pour les tendons. Il convient d'ajouter que le tissu périarticulaire non endommagé ne se ratatine pas et ne rétrécit pas pendant quelques semaines d'immobilisation, mais qu'il s'étire au contraire plus facilement.

Chez les lapins en espace libre, le plâtre d'une patte postérieure saine réduit la puissance des ligaments croisés de 25% seulement en 9 semaines. Des résultats similaires ont été obtenus sur des chiens, des singes et des porcs. Chez les chiens, 6 semaines d'immobilisation se soldent par une diminution de la force de 40%.

La baisse de la mobilité d'une extrémité après immobilisation ne peut s'expliquer par une cause unique. Les patients immobilisés longtemps éprouvent des difficultés à diriger leurs mouvements, et de mobilité en général, pour de multiples raisons. L'épaule et le coude par exemple perdent beaucoup de leur mobilité après le port d'une écharpe pendant 5 à 6 semaines.

L'atrophie musculaire combinée à l'affaiblissement des ligaments et à la grande déformation

PRAXIS

des cartilages en surface, résultant de la perte de gel colloïdal et du manque de lubrifiant, jouent ensemble un rôle dans la déficience articulaire motrice. La faiblesse du tissu périarticulaire entraîne une modification du glissement des surfaces articulaires pendant le mouvement de rotation. Les surfaces articulaires opposées se déplacent différemment pendant la progression du mouvement. Lorsqu'un ligament est étiré plus fortement au cours du mouvement articulaire, l'impulsion sensorielle se modifie. Les senseurs articulaires transmettent alors un signal totalement différent dans un angle spécifique. Les signaux en retour changent, et le contrôle du mouvement ne s'en trouve pas facilité.

Chez les personnes en bonne santé, les altérations du tissu conjonctif sont réversibles après quelques jours ou semaines de rééducation.

Par contre, lors d'immobilisations supérieures à deux mois, les fibroblastes ne reçoivent d'autres informations que celles reflétant la position du moment et ajoutent du collagène dans cette même position. Ce processus peut déboucher sur un raccourcissement fonctionnel des capsules et des ligaments.

Néanmoins, en présence d'une forte inflammation, périarthrite huméro-scapulaire, une grande quantité de tissu conjonctif se dépose autour comme à l'intérieur des capsules et des ligaments de l'épaule. L'étroitesse de mouvement en est le résultat. La douleur limite les possibilités motrices du patient jusqu'à ce que l'inflammation cesse après un ou deux ans.

Les physiothérapeutes doivent garder à l'esprit que les altérations musculaires et conjonctives compliquent la situation. Après une longue immobilisation, des mouvements thérapeutiques de mobilisation trop poussés peuvent facilement causer un dommage.

Un muscle sain possède une longueur renflée optimale afin de permettre la flexion et l'extension totale de l'articulation.

La figure 9 montre les modifications du syncytium pendant l'immobilisation. La rangée supérieure montre pour des raisons de simplicité quatre unités structurales seulement sur les 10 000 à 50 000 en série que peut contenir un muscle. Le chevauchement optimal d'actines et de myosines à la moitié du mouvement peut s'y observer, comme par exemple dans le biceps à 90° de flexion. À partir de cette position, le muscle peut se raccourcir et s'allonger. Dans la deuxième rangée, le muscle est raccourci par le glissement d'actines et de myosines après une contraction normale. Pendant l'immobilisation, le muscle fait l'objet d'une adaptation fonctionnelle et adopte une position raccourcie en quelques semaines. Cela provient de l'élimination des unités structurales du syncytium en série aux deux extrémités de la fibre musculaire comme le montre la rangée 3. En l'espace de 2 à 3 semaines, le muscle produit un chevauchement optimal d'unités structurales en position raccourcie. Entretemps quelques nouvelles fibres de collagène se sont déposées sur la partie renflée du muscle.

Après une telle période d'immobilisation, les physiothérapeutes ne devraient pas essayer d'accroître la portée du mouvement trop rapidement. L'étirement dynamique passif du muscle, au moyen de la méthode Janda par exemple, force le muscle raccourci dans une position où il

ne peut produire d'efforts comme le montre la rangée inférieure de la diapositive. Les actines et les myosines présentes dans les unités structurales sont étirées et leur chevauchement se réduit. En position musculaire étirée, le patient ne peut fournir un effort suffisant. Dans un même temps, le collagène et les capillaires sont étirés et peuvent faire l'objet d'un microtraumatisme ou d'une inflammation. Ce type de manipulation doit s'éviter afin de garder intacts les tissus conjonctifs et musculaires.

La thérapie fonctionnelle demande au patient de contracter ses muscles raccourcis de manière isométrique dans une position d'élongation non-douloureuse. Ce procédé crée la stimulation nécessaire à la récupération physique en quelques semaines. Les muscles fabriquent de nouvelles unités structurales pour assurer un chevauchement optimal. Le collagène non-fonctionnel présent dans le renflement musculaire est éliminé. Le tissu conjonctif périarticulaire a le temps de produire plus de substance fondamentale pour accroître sa force.

La meilleure option susceptible de favoriser la récupération fonctionnelle consiste à ne pas immobiliser du tout. De la sorte sont prévenues les atrophies mentionnées précédemment. Pendant ce temps, l'information sur la déformation fonctionnelle communiquée au tissu traumatisé pendant les mouvements de mobilisation contribuera largement à la guérison.

Guérison des blessures

Je n'ai pas encore abordé le processus de guérison d'un tissu lésionné. Je voulais avant tout insister sur l'effet néfaste qu'exerce l'immobilisation sur les tissus sains. Nous devons maintenant nous pencher sur l'évolution du

tissu lésionné, des ligaments et des capsules pendant le processus de guérison.

La guérison comporte plusieurs phases. La phase d'inflammation suit immédiatement la blessure. Le sang remplit la plaie et se coagule pour stopper le saignement. Le tissu est activé, ainsi que des facteurs de plasma. Les macrophages, les granulocytes et les lymphocytes pénètrent dans la région blessée. Les capillaires rompus croissent par prolifération des cellules endothéliales de la paroi des vaisseaux. Cette phase peut durer 3 à 4 jours. Aucun traitement thérapeutique énergique n'est requis pendant cette période. L'objectif thérapeutique prioritaire consiste à réduire la douleur et l'œdème. L'entraînement de la force musculaire est un non-sens, car la douleur causera un réflexe spinal qui entraînera l'inhibition des muscles entourant l'articulation lésionnée.

La phase des fibroblastes est déjà bien avancée après deux jours. Les fibroblastes sont attirés par les substances inflammatoires. Les cellules pénètrent dans la blessure et commencent à se diviser pour former un tissu de réparation. Après une semaine, les fibroblastes produisent une grande quantité de protéoglycane pour stabiliser le liquide physiologique local. Alors que se dissout le caillot de sang, de petites fibres de collagène de type III et une protéine d'adhésion, la fibronectine, sont déposées dans le gel colloïdal de manière aléatoire. La petite structure fibreuse en toile d'araignée qui se développe dans la plaie informe les fibroblastes de la direction dans laquelle s'exerce la tension pendant les mouvements.

Le mouvement est primordial dans cette phase. Dans le cas contraire, les fibroblastes déposeront le collagène fort de type I nouvellement formé de manière

Dynasit®

Der NEUE Schulstuhl.

ER MACHT ALLES MIT.
Sitz- und Rückenfläche sind **ergonomisch** geformt und neigen sich dank dem **patentierten Kippmechanismus** um 11° vor und zurück.



ER BEKENNT FARBE.
In 185 RAL-Farben erhältlich.

Was den Dynasit® sonst noch so **einzigartig** macht, erfahren Sie mit diesem **Coupon**.

- Prospekt Dynasit®
- Medizinischer Prüfbericht
- Katalog Möbel für den Unterricht
- Erfahrungen von Lehrerinnen und Lehrern

Schule _____
Name _____
PLZ/Ort _____

Einsenden an: ZESAR AG, Möbel für den Unterricht, Gurnigelstrasse 38, 2501 Biel

LEBENDIGE STÜHLE UND TISCHE

ZESAR

phy

HAI fit mit HAI-KNORPELPULVER

Das Lebensmittel für Menschen mit schmerzhaften Beschwerden von Sehnen, Muskeln, Knochen und Gelenken



Arthrosen
Kurpackung für 30 Tage Fr. 150.-
Vertrieb: Ottikur-Meditech
Dorfstrasse 142, 8439 Mellikon
Tel. 056 53 15 74 Fax 056 53 16 69
Das Wunder aus dem Meer

24 Wirbel ergeben die Wirbelsäule. Tragen Sie Sorge dazu!

Die Voraussetzungen für einen guten und gesunden **Schlaf** und rückenfreundliches **Ruhen** erfahren Sie aus unserem **Gratis-Bettbüchlein**.

Verlangen Sie es – Ihrem Wohlfinden zuliebe.

Hüsler Nest AG
4538 Oberbipp
Tel. 065-76 37 37

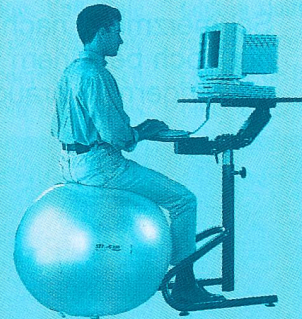
HÜSLER NEST®
Das Schweizer Naturbett

PH-08/94

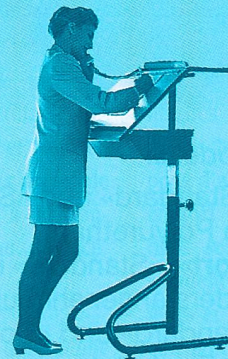
MIT UNSEREN DYNAMISCHEN



PRODUKTEN LÄSST'S SICH IN DER



SCHULE UND IM BÜRO BEWEGT



SITZEN! SCHON PROBIERT?



Bitte senden Sie mir Ihre Unterlagen inkl. die Broschüre "on the move" von Dr. med Bruno Baviera

Name.....
Adresse.....
Tel.....

VISTA WELLNESS

GYMNIC LINE

RITMOBIL

Vista Wellness AG • Langendorfstasse 2 • 4513 Langendorf • Tel: 065/ 382914

Ihre Zervikalpatienten brauchen



Kopf und Nacken in Rücken- und Seitenlage in der Körperachse.



bewirkt eine schonende HWS-Extension.



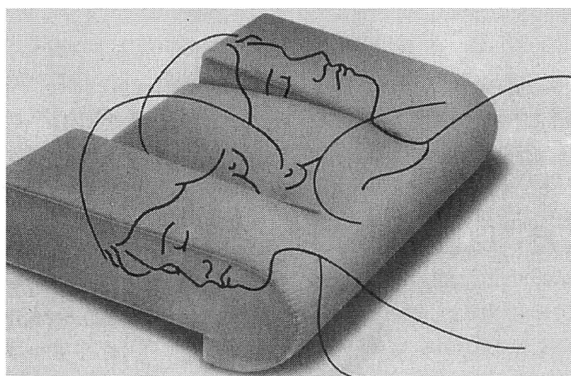
eingehend klinisch getestet.



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

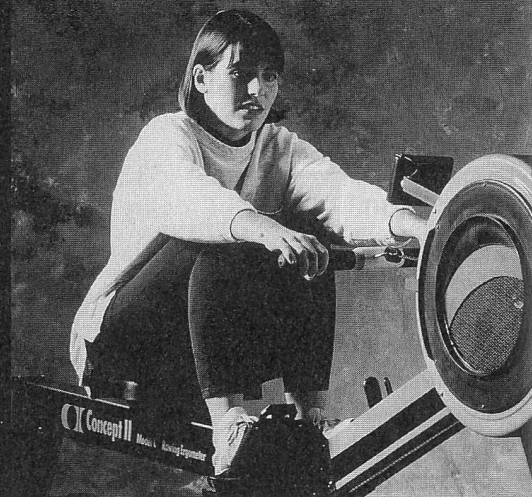
Stempel:

BERRO AG
Postfach
4414 Füllinsdorf

PH-9/93

Jetzt können Sie Ihren Patienten noch besser den Rücken stärken

Concept II C



Setzen Sie Ihre Patienten ruhig ein bisschen unter Druck. Mit **Concept II C**. Weltweit die No.1 unter den Ruderergometern. Erstens stärkt es schonend die gesamte Muskulatur und gibt Wirbelsäulen so den nötigen Halt für lange Arbeitstage im Büro. Zweitens sorgt es für eine gesunde Herz-Kreislauf-Funktion. Und drittens sind Sie jederzeit voll im Bild: das Display informiert Sie über Belastungsstärke, Leistungszuwachs und vieles mehr. Wenn Sie jetzt wissen möchten, wie gut **Concept II C** Ihr Therapie-Konzept ergänzt, rufen Sie uns an: 01 713 10 12.



Ursula Wehrli
SPORTARTIKEL

Weidbrunnenstrasse 5 • CH - 8135 Langnau a. A.
Tel. 01 713 10 12/17 • Fax 01 713 10 21 • Natel 077 64 82 97

Neu: Med-Modul 6 ist einsatzbereit:
die Zukunft der Reizstrom- und Ultraschall-Therapie



Med Modul 6V: 18 Stromformen, grossflächiger, beleuchteter LCD-Bildschirm, Standard-Speicherkarte für 100 eigene Therapie-Einstellungen.

Med-Modul 6VU: Kombinationstherapie mit Ultraschall, 14 Stromformen. Neu: Multifrequenzköpfe, 1 und 3 MHz Behandlung mit gleichem Kopf. Mit Standard-Speicherkarte.

Ausführliche Unterlagen erhalten Sie bei Ihrem BOSCH-DIMEQ-Fachhändler oder direkt beim Generalvertreter für die Schweiz

MEDICARE AG

Mutschellenstr. 115, 8038 Zürich
Tel. 01 482 482 6, Fax 01 482 74 88

aléatoire et produiront éventuellement une cicatrice fibreuse inappropriée ne correspondant pas au ligament d'origine. C'est exactement ce qui arrive avec le plâtre. Chez les patients non limités dans leurs mouvements, le tissu en voie de guérison reçoit l'information adéquate. Dans les traitements accompagnés d'une armature ou de taping, l'articulation est protégée sélectivement contre tout mouvement traumatisant. La plupart des mouvements demeurent possibles cependant.

La force des tissus conjonctifs croît pendant la phase de remodelage. La quantité de collagène n'augmente plus, mais du collagène nouveau se forme à un rythme accéléré, tandis que le collagène accumulé dans les régions moins fonctionnelles s'élimine. Le remodelage correspond à une phase active. Il commence au bout d'un mois et peut durer une année ou plus. La force du collagène s'accroît par liaison multiple des molécules présentes dans les fibres de collagène. Habituellement, le patient jouit de la mobilité et le remodelage se produit en situation fonctionnelle.

Lors de la réparation de tendons glissant dans la gaine synoviale, comme par exemple les tendons des flexeurs de la main, une attention particulière doit s'accorder au rôle que joue la gaine synoviale du tendon. Dans une situation normale, la synovie présente dans la lumière de la gaine prévient la friction entre le tendon et les tissus environnants.

Lorsque le tendon et la gaine sont sérieusement lésionnés, les fibroblastes de la gaine émigrent dans la plaie, remplissant aussi le compartiment synovial. Si le mouvement est bloqué les premières semaines, le tissu fibreux qui se développe pour former la cicatrice peut faire adhérer le tendon aux membranes synoviales, aux «mésotendons» (vincula des tendons courts et longs), aux muscles et à la peau. Dans ce cas,

la flexion active du doigt n'est plus possible. La meilleure solution consiste à placer une petite éclipse dynamique contenant une bande élastique allant de la pointe du doigt à la paume de la main. L'extension active du doigt convalescent peut s'entraîner toute la journée, car les extenseurs demeurent intacts. Le tendon du flexeur convalescent glisse le long de la gaine convalescente sans effort et sans être étiré par son propre muscle. De cette manière, la guérison fonctionnelle est stimulée, en évitant l'adhésion aux tissus environnants.

Le tissu de la cicatrice tend à se contracter après deux semaines sous l'action de fibroblastes modifiés de manière spécifique pour former ladite cicatrice: les myofibroblastes. Ceux-ci établissent le contact avec le collagène déposé à travers les molécules de fibronectine. En tirant le collagène, les fibroblastes essaient de minimiser la région de cicatrification dans le tissu en réparation.

Au bout de quelques mois, la cicatrice d'un ligament ressemble au tissu original du ligament par sa composition biochimique, mais n'en possède pas les propriétés biomécaniques originales. Dans la vie quotidienne et pendant la thérapie, il ne faut pas oublier que le tissu cicatrisé ne peut posséder la même résistance que le tissu original, mais seulement 70% de celle-ci comme l'ont démontré les expériences réalisées sur des singes, des lapins et des chiens.

La notion de la fonction sensorimotrice des ligaments explique que la fonction protectrice des ligaments réparés devrait suffire aux activités quotidiennes, une fois la régénération nerveuse achevée.

La mobilité: un facteur essentiel de guérison

La recherche a prouvé que des lapins auxquels on avait rom-

pu expérimentalement les ligaments croisés du genou récupèrent au mieux leur potentiel lorsqu'ils ne sont ni immobilisés, ni traités d'une quelconque manière. Chez l'homme, il apparaît qu'une rupture ancienne non traitée des ligaments croisés chez des patients à faible risque ne produit guère d'instabilité au niveau du genou lorsque les muscles sont convenablement entraînés. Une de mes collègues s'est gravement abîmé le genou en faisant du ski à Morgins il y a deux ans. Ses ligaments croisés et le ligament collatéral médial se sont rompus. Au bout d'un an, cette personne, âgée de 50 ans, avait recouvré toutes ses fonctions sans opération. Une seule restriction: elle ne peut plus courir le marathon comme elle en avait l'habitude. Pour les athlètes de haut niveau, une opération de reconstruction s'avère plus appropriée, car ils veulent recommencer l'entraînement dès que possible et n'ont pas la patience pour arrêter toute activité sportive pendant des mois. L'ambition et l'argente prévalent.

Afin de montrer que l'être humain réagit comme l'animal, la figure 10 présente les résultats des travaux de recherche effectués par Van Moppes et Van den Hoogenband sur trois types de traitements appliqués à un traumatisme consécutif au déplacement de la cheville.

Verticalement, le diagramme montre le nombre de patients de retour au travail et horizontalement le nombre de semaines écoulées après le traumatisme. Les patients du premier groupe (A) ont eu leur ligament suturé et subi une immobilisation dans le plâtre pendant 6 semaines. Le second groupe (B) a reçu un plâtre seulement. Le troisième groupe (C) a fait l'objet d'un taping, selon Coumans, pour stabiliser la cheville blessée.

Comme chacun peut le constater, les patients du groupe C ont

P RAXIS

repris leur travail avant les patients des deux groupes dans le plâtre. Au bout de 6 semaines, la majeure part d'entre eux avaient repris leurs activités. Le taping, conjugué à la mobilité, a accru la sensation de bien-être chez les patients, stimulé la réparation fonctionnelle (cicatrice) et prévenu l'atrophie. Un paramètre supplémentaire: la reprise des activités sportives présente un tableau similaire. Nous avons ici la confiance dans la stabilité recouvrée de la cheville. Le groupe objet de taping obtient d'excellents résultats. Au bout de 9 semaines, 68% des membres de ce groupe étaient capables de faire du sport contre 12% et 7% dans les autres groupes.

Un grand nombre d'expériences ont prouvé le bien fondé d'une mobilisation rapide après un traumatisme. Nous devrions tous témoigner une plus grande confiance dans les capacités naturelles de guérison de l'organisme humain. Le taping et la pose d'armatures souples offrent confort et sécurité au patient dans ses mouvements. Ils préviennent des traumatismes ultérieurs et favorisent la mobilité. Il convient de noter que le patient traité par ces moyens possède une plus grande responsabilité. Il faut donc l'informer en détail sur les avantages et les dangers de ce traitement pendant la convalescence.

De nombreuses connaissances théoriques sur fondements de la fonction et de la guérison ont été acquises ces 15 dernières années. Il apparaît évident et digne d'intérêt que l'organisme humain peut faire preuve d'une grande faculté d'adaptation si nécessaire.

Bibliographie/Literatur:

Alexander, R.M.: *Elastic mechanisms in animal movement*. Cambridge Univ. press 1988.

Bloom, W.; Fawcett, D.W.: *A textbook of histology*. Saunders company, last edition.

Debne, E.: *The rationale of early functional loading in the healing of fractures*. Clin. Orthop. & rel. Res., vol. 146, p. 18-26, 1980.

Frankel, V.M.; Nordin, M. (edit.): *Basic biomechanics of the skeletal system*. Lea & Febinger, Philadelphia 1980.

Fung, Y.C.: *Biomechanics. Mechanical properties of living tissues*. 2nd ed. Springer Verlag 1993.

Ghadially, F.N.: *Fine structure of synovial joints*. Butterworth, London 1983.

Harris, E.D.: *Rheumatoid arthritis*. Medcom press 1974.

Homminga, G.N.: *Perichondrial arthroplasty of the knee*. Thesis Rijksuniversiteit, Limburg 1989.

Huiskes, R.: *Biomechanica. Aspecten van het bewegingsapparaat*. Stafleu 1987.

van Ingen Schenau, G.J.: *From rotation to translation: constraints on multi-joint movements and the unique action of bi-articular muscles*. Human Movement Science 8, 301-337, 1989.

Kessel, R.G.; Kardon, R.H.: *Tissues and organs: a text atlas of scanning electron microscopy*. Freeman, San Francisco 1979.

Knese, K.-H.: *Stützgewebe und Skelettsystem*. Springer Verlag, Berlin 1979.

McLatchie, G. R.; Lennox, C.M.E. (edit.): *The soft tissues. Trauma and sports injuries*. Butterworth Heinemann, Oxford 1993.

van Moppes, F. F.; van den Hoogenband, C.R.: *Diagnostic and therapeutic aspects of inversion trauma of the ankle joint*. Thesis Maastricht. Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht 1982.

de Morree, J. J.: *Dynamiek van het menselijk bindweefsel*. Bohn, Stafleu Van Loghum, Houten 1993.

Noyes, F. R.: *Functional properties of knee ligaments and alterations induced by immobilization*. Clin. Orthop. & rel. Res. 123, p. 210-242, 1977.

Piper, T. L.; Whiteside, L.A.: *Early mobilization after knee ligament repair in dogs*. Clin. Orthop. & rel. Res., vol. 150, p. 277, 1980.

Rubin, E.; Farber, J. L.: *Pathology*. Lippincott 1988.

Stokes, M.; Young, A.: *Investigations of quadriceps inhibition: implications*

for clinical practice. Physiotherapy, vol. 70, p. 425-428, 1984.

Tardieu, C.; Tabary, J.C.; Tabary, C.; Tardieu, G.: *Adaptation of connective tissue length to immobilization in the lengthened and shortened positions in cat soleus muscle*. J. Physiol., vol. 78, p. 214-220, 1982.

Williams, P. E.; Goldspink, G.: *Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle*. J. Anat., vol. 127, p. 459-468, 1978.

Williams, P. E.; Goldspink, G.: *Connective tissue changes in immobilized muscle*. J. Anat., vol. 138, p. 343-350, 1984.

Woo, S. L. Y.; Buckwalter, J.A.: *Injury and repair of musculoskeletal soft tissues*. Park Ridge Illinois. Am. Acad. of Orthopaedic Surgeons 1988.

Viidik, A.: *Functional properties of collagenous tissues*. Int. Ref. of Conn. Tissue Res., vol. 6, p. 127-215, 1973.

Fonction normale du tissu conjonctif, sa réaction à l'effort physique et à l'immobilisation après un traumatisme. Normale Funktion des Bindegewebes und seine Reaktion auf physische Belastung und auf Ruhigstellung nach Trauma.

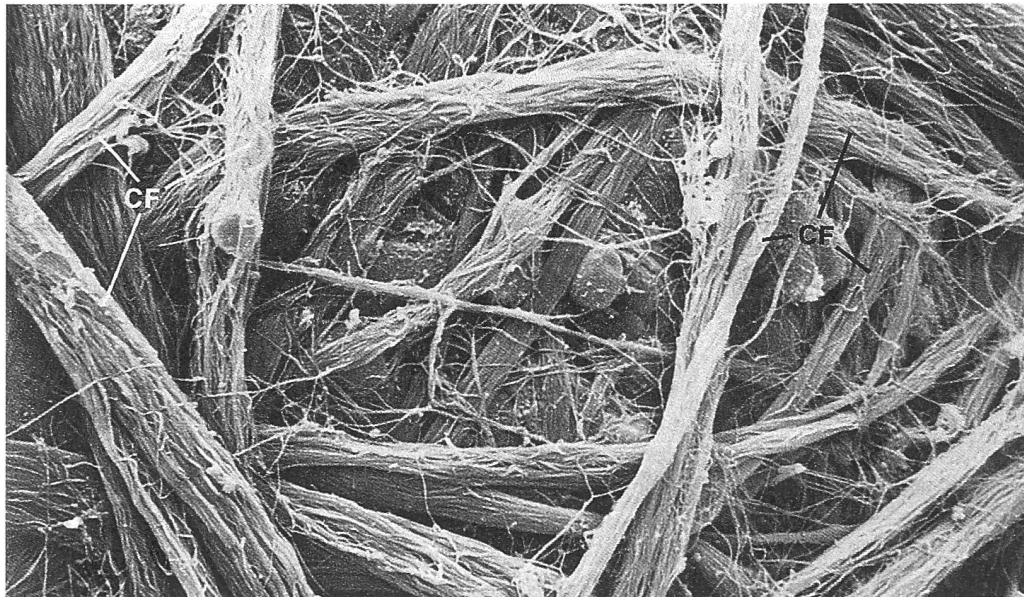


Fig. 1 a: Dans la peau, les faisceaux de collagène sont diversement orientés.

Abb. 1a: Die Kollagenbündel (CF) verlaufen in der Haut in verschiedenen Richtungen.

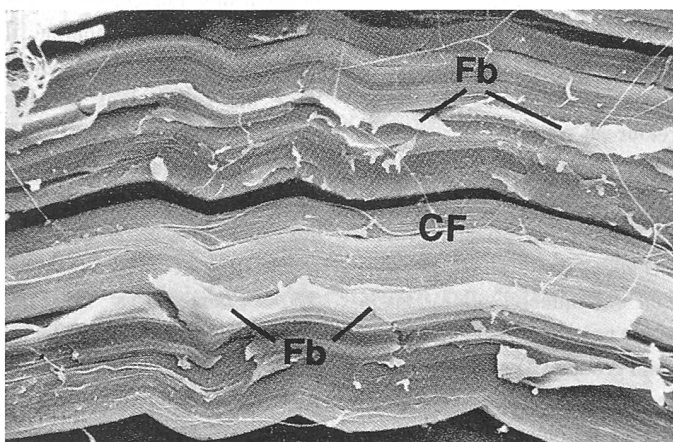


Fig. 1 b: Dans les tendons, les fibres de collagène sont déposées dans la direction de l'effort musculaire que subit le tendon (Kessel et Kardon).

Abb. 1b: In Sehnen werden die Kollagenfasern in der Richtung der auf die Sehne ausgeübten Muskelkraft eingelagert (Kessel und Kardon).

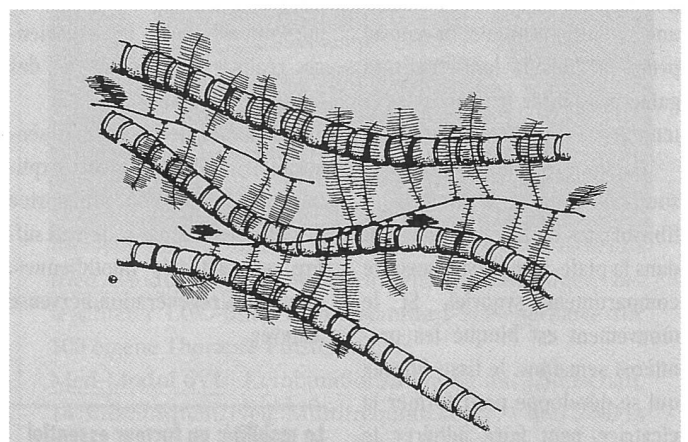


Fig. 2: Interaction entre les fibres de collagène et les protéoglycannes complexes de la substance fondamentale.

Abb. 2: Interaktion zwischen Kollagenfasern und den komplexen Proteoglykanen der Grundsubstanz.

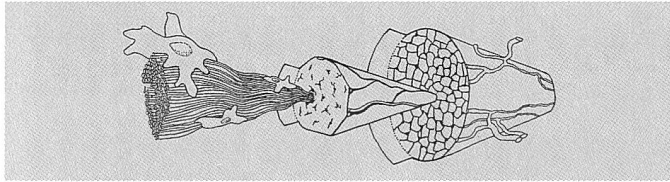


Fig. 3: Schéma du tendon. Les nombreux faisceaux du tendon se composent de fibres de collagène ondulées; 3 fibroblastes reposent sur les fibres de collagène d'un des faisceaux.

Abb. 3: Schematische Darstellung einer Sehne. Die zahlreichen Sehnenbündel setzen sich aus Kollagenfasern zusammen, die einen wellenförmigen Verlauf aufweisen. 3 Fibroblasten, die auf den Kollagenfasern eines dieser Bündel liegen.

Force/élongation du tendon rotulien in vivo (jauge de contrainte au mercure).
Kraft/Dehnung der Patellarsehne in vivo (Mercury- Dehnungsvorrichtung)

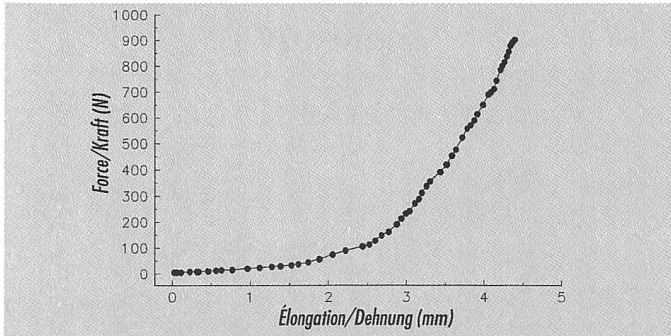


Fig. 5: Courbe d'élongation du tendon rotulien humain in vivo (avec l'aimable autorisation de M. Lamontagne).

Abb. 5: Belastungs-/Dehnungs-Kurve einer menschlichen Patellarsehne in vivo (mit Erlaubnis von M. Lamontagne).

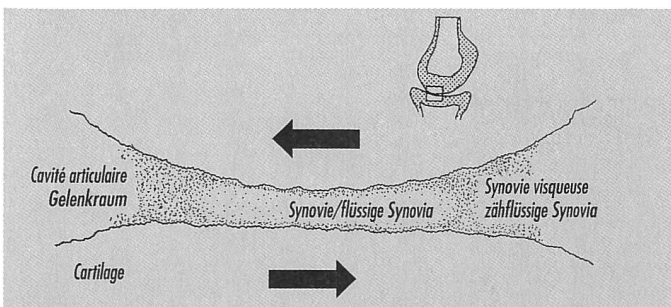


Fig. 8: Dilution de la synovie entre les surfaces articulaires glissant sous l'effet du mouvement.

Abb. 8: Die dünner werdende Synovialflüssigkeit zwischen den rutschenden Gelenkoberflächen während einer Bewegung.

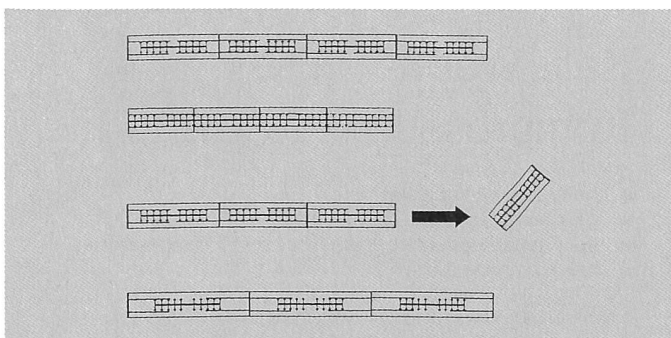


Fig. 9: Durant l'immobilisation du muscle en position raccourcie, le nombre d'unités structurales en série évolue (voir le texte pour l'explication).

Abb. 9: Während der Ruhigstellung eines Muskels in verkürzter Position passt sich die Zahl der Sarkomere in einer Reihe an (Erklärung s. Text).

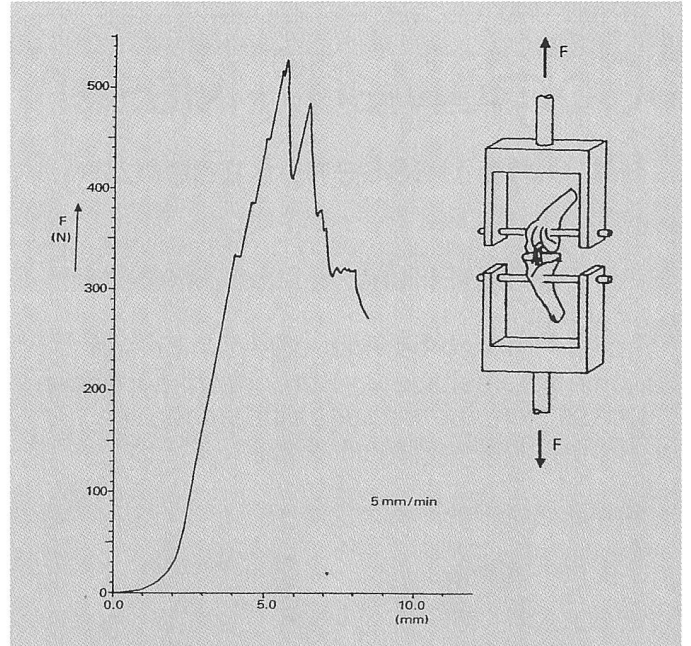


Fig. 4: Courbe d'élongation d'un ligament croisé du genou d'un chien (Huskies).
Abb. 4: Belastungs-/Dehnungs-Kurve eines Kreuzbands bei einem Hundeknie (Huskies).

Polyarthrite rhumatoïde/Rheumatoide Arthritis

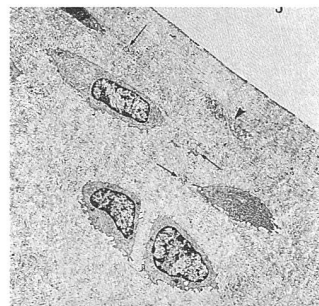


Fig. 6: Coupe dans la couche supérieure du cartilage articulaire (Ghadially).

Abb. 6: Querschnitt durch die oberste Schicht eines Gelenkknorpels. J ist der Gelenkraum (Ghadially).



Fig. 7: Surface du cartilage chez une jeune fille de 16 ans. Le petit navire sur les vagues est un globule rouge (agrandissement 7500 fois) (Harris).

Abb. 7: Die Knorpeloberfläche eines 16jährigen Mädchens. Das kleine Boot auf den Wellen ist ein roter Blutkörper (Vergrößerung 7500 x) (Harris).

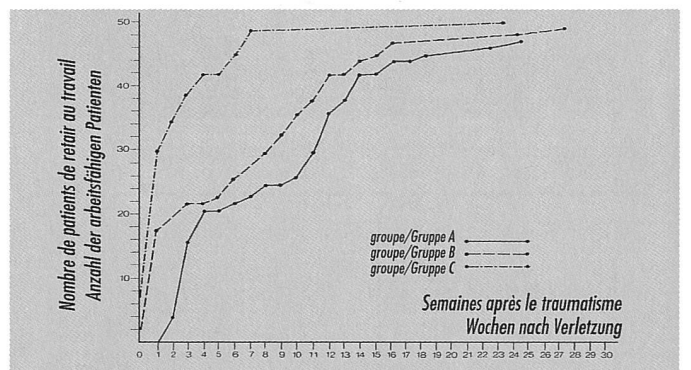


Fig. 10: Le tableau montre 3 groupes expérimentaux après un traumatisme de la cheville. Courbe A: opération et plâtre. Courbe B: plâtre. Courbe C: taping de la cheville (voir le texte pour l'explication).

Abb. 10: Die Studie zeigt drei verschiedene Probandengruppen nach Knöchelverletzung. Kurve A ist Operation und Gips, B ist Gips, und C ist Taping am Knöchel (Erklärung s. Text).

CorpoMed®-Kissen für eine bessere Lagerung

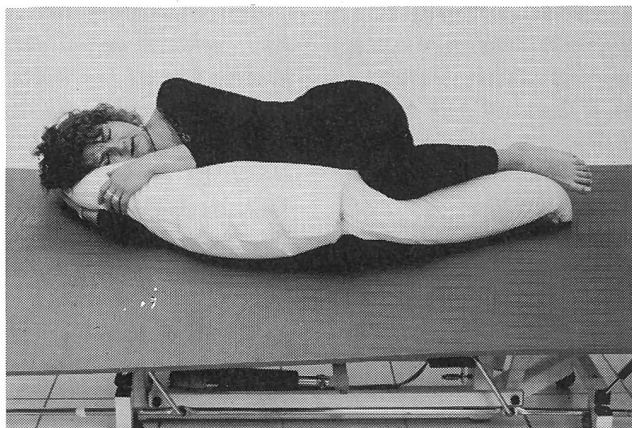
- vielseitig verwendbar in der Physiotherapie
- einzigartige Füllung: mit Luft gefüllte Mini-Kügelchen
- diese Füllung bewirkt, dass die Kissen sich einerseits jeder Körperform anpassen, dass sich andererseits eine gegebene Form nicht ungewollt ändert.



Die Schnecke: zur Entlastung der Lendenwirbelsäule



Zur Entlastung des Nacken- und Schultergürtels



Seitenlage ohne Rotation in der Wirbelsäule

Senden Sie mir bitte:

- Prospekte
- Preise, Konditionen

Stempel:

BERRO AG

Postfach, 4414 Füllinsdorf, Telefon 061 - 901 88 44

7-G

Die individuelle Einrichtung

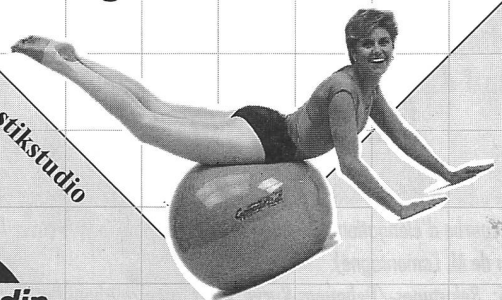
Sauna und Solarium

Physikalische Therapie

Gymnastik-Training
Therapie- und Massageliege
Lagerungshilfen • Polster • Wäsche
Reinigungs-, Desinfektions-Pflegeprodukte
Thermo-Therapie – kalt/warm • Massagematerial
Vorhänge • Mobiliar • Stühle • Extension-Manipulation
Infrarot-Solarien • Sauna • Dampfbadprodukte • Hydro-Therapie
Badezusätze • Elektro-Therapie • Geräte-Zubehör • US-HF-Therapie
Puls-, Blutdruck-Messgeräte • Anatomisches Lehrmaterial

Innovativ
in
Planung • Verkauf • Service

Gymnastikstudio

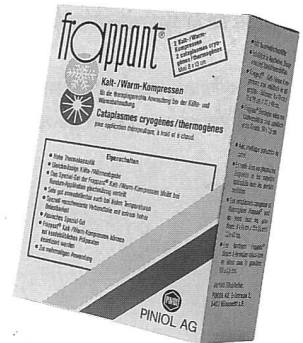


**Jardin
Medizintechnik ag**

Feldmattstrasse 10
CH-6032 Emmen
Tel. 041-55 11 80
Fax 041-55 11 89

Die moderne Kältetherapie

frappant®
Kalt-/Warm-
Kompressen



- hohe Thermokapazität
- gleichmässige Kälte-/Wärmeabgabe
- sehr gut anmodellierbar auch bei tiefen Temperaturen
- wiederverwendbar

frappant Kalt-/Warm-Kompressen - ideal für die therapiegerechte Anwendung bei der Kälte- und Wärmebehandlung.

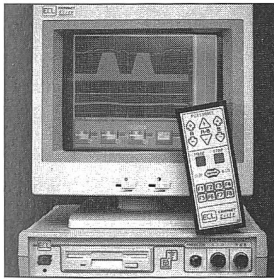
Offizieller Anwärter
des Schweiz. Skiverbandes

PINIOL AG
Erlistrasse 2, Küssnacht a. R.

O & T BSW

NEW COMPACT ELITE

232 programmes préétablis
Stimulation et Biofeedback



- Traumatologie
- Sport
- Antalgie
- Rhumatologie
- Urogynécologie
- Lipolyse
- Ano-rectal

En plus:
Programmation des courants

NEW COMPACT BIO

Biofeedback und Ihr Elektrotherapiegerät
Biofeedback pour votre stimulateur



DIE EINFACHE ART, INKONTINENZ ZU BEHANDLEN!

Testen Sie uns unverbindlich:

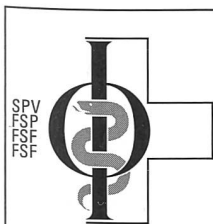
ELEKTROMEDIZIN + LIEGEN
Daniel Siegenthaler
Warpel 2, CH-3186 Düringen
Tel. 037-43 37 81, Fax 037-43 37 82

MANIPULATION SUPER-SIMPLE!

Essayez-nous! Sans engagement:

FELLER MÉDICAL
Ch. Valmont 306, CH-1260 Nyon
Tél. 022-361 50 37, Fax 022-362 66 42

PH-04/94



**BITTE BERÜCKSICHTIGEN
SIE BEIM EINKAUF
UNSERE INSERENTEN**

PH-11/94

LEVO®



**Aufstehen im
LEVO-Rollstuhl
steigert die
Unabhängigkeit**

- ✓ vielseitige und sichere Anwendung
- ✓ einfache Bedienung
- ✓ verschiedene Modelle

LEVO AG
CH-8605 Dottikon
Tel. 057/24 37 82

ot

Ich wünsche Ihre Dokumentation:

Name: _____

Strasse: _____

PLZ/Ort: _____

3

BÜCK DICH NICHT!

«Ärztliche Anleitung
für die richtige Haltung und Bewegung
der Wirbelsäule»

Dr. Peter Schleuter

Broschüre mit 40 Seiten Inhalt. In dieser Broschüre wird deutlich gemacht, dass vor allem Belastungen des Alltags und banale Alltagsbewegungen in ihrer Summation zu Rückenbeschwerden führen.

Anhand von Beispielen werden falsche Bewegungen erklärt und die richtigen Bewegungen aufgezeigt. SFr. 21.50

Einsenden an:
Remed Verlags AG, Postfach 2017
CH - 6302 Zug / Schweiz

2/93

Senden Sie mir gegen Nachnahme

Anzahl _____ Broschüren SFr. 21.50
+ Verpackung und Versandkosten

Name/Vorname _____ Land _____
Strasse _____ Ort _____
PLZ _____

PARAFANGO BATTAGLIA®

FANGO PHYSIO SERVICE

FISCHMARKTPLATZ 9 - CH-8640 RAPPERSWIL - 055/27 88 77 - RUE DES ALPES 51 - CH-1023 CRISSIER - 021/635 24 61