

Zeitschrift: Physiotherapie = Fisioterapia
Herausgeber: Schweizerischer Physiotherapeuten-Verband
Band: 34 (1998)
Heft: 6

Artikel: Koordinationsdynamik-Training : "Wiedererlernen des Rennens und der Kontinenz bei ZNS-Verletzung" (Teil 2)
Autor: Schalow, G. / Molnar, G. / Røyttä, M. / Zäch, G.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-929273>

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: 15.04.2026

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

Koordinationsdynamik- Training

«Wiedererlernen des Rennens und der Kontinenz bei ZNS-Verletzung» (Teil 2)

G. Schalow, Schweizer Paraplegiker-Zentrum Nottwil, 6207 Nottwil

G. Molnar, Neurologie und Rehabilitation, Universitätsspital Tampere, Finnland

M. Røyttä, Neuropathologie, Universitätsspital Turku, Finnland

G. A. Zäch, G.A. Schweizer Paraplegiker-Zentrum Nottwil, Klinikdirektor, 6207 Nottwil

Das Koordinationsdynamik-Training stellt eine Weiterentwicklung des Oszillatorformations-Trainings (siehe «Physiotherapie» Nr. 3 und 4/98, Lit. [30]) dar. Bei der Reorganisation des zentralen Nervensystems (ZNS) werden neben den oszillatorisch feuernden neuronalen Teilnetzwerken auch jene Neurone eingeschlossen, die bei der kohärenten Organisation des ZNS nicht oder nur wenig rhythmisch feuern. Die bei der Kopplung und Koordination aktivierten neuronalen Netzwerke sollten möglichst ausgedehnt sein. Gekoppelte Arm- und Beinbewegungen sollen mit supraspinalen Zentren koordiniert werden, um das ZNS möglichst integrativ reorganisieren zu können. Durch stärkere Kopplung von somatischen und vegetativen Funktionen sollen auch Atem- und Harnblasenfunktionen verstärkt verbessert werden können. Unter Einschluss neuerer Erkenntnisse über genetische Reparaturmechanismen bis hin zur Neubildung von Neuronen im ZNS, einschliesslich Mensch, werden erfolgreich durchgeführte Reorganisationen des ZNS nach Verletzung verständlich (speziell die Therapie von jenen Verletzungen, die schon viele Jahre zurückliegen). Die Annahme, dass gewisse Ähnlichkeiten zwischen der Entwicklung des Kindes (Ontogenese) und der Reorganisation des ZNS nach Verletzung bestehen, erlaubt bei der Neurorehabilitation, Parallelen zur Ontogenese zu ziehen und sie bei den Therapiekonzepten zu berücksichtigen.

Falldarstellungen

a. Hirn- und Rückenmarkverletzung

Bei einem Patienten mit einer Frontalhirnverletzung und einer paraparetischen Rückenmarkverletzung sub L1 wurde 15 Monate nach dem Unfall ein Koordinationsdynamik-Training begonnen (siehe Oszillator-Formationstraining, Abb. 9, 13C, 15). Die ersten 60 Tage der Behandlung waren stationär, dann ambulant (Abb. 25). Die Muskel-

statuswerte von 34 Muskeln waren zu Beginn der Re-Rehabilitation zwischen 3 und 5 (5 = höchste Werte, für Erklärung siehe Tabelle 1 bei Oszillator-Formationstraining); 11 Muskeln konnten wegen Spastik nicht gemessen werden. Nach Abschluss seiner früheren Rehabilitationszeit konnte der Patient wegen seiner ausgeprägten Spastik seinen Rollstuhl nicht verlassen. Zu Beginn des Koordinationsdynamik-Trainings konnte der Patient, gestützt vom Trainer (Autor G. S.)

mit überstrecktem Knie gehen. Während 20tägigem Training verbesserte sich das Gehen (Abb. 25). Um das ZNS so umzuorganisieren, so dass das Gehen ohne Knieüberstreckung möglich wird, wurde dann das Gehen mit gebeugten Knien trainiert, und zwar mit abnehmender Beugung bei fortschreitender Therapie. Nach etwa 130 Tagen war das Gehen ohne Knieüberstreckung erreicht. Der Patient konnte wieder mit Stützen gehen. Nun wurde das freie Gehen trainiert. Unter Einsatz des Laufbandes und des Striders, neben dem Springen auf dem Sprungbrett, Krabbeln und Rennen in der Rennanlage, zeigten sich wieder nach etwa 130 Tagen wesentliche Verbesserungen beim Gehen, gemessen an den Gezeiten für eine 13-m-Strecke. Der Strider wurde eingesetzt, da der Patient beim Gehen nur sehr schlecht die Arm- und Beinbewegungen koordinieren konnte. Das freie Gehen (ohne Stöcke) war bis zum Ende der Therapiezeit in Abb. 25 noch immer nicht ganz möglich. Die Harnblasenfunktion verbesserte sich wahrscheinlich wegen der zu hohen Spastik bisher kaum. Das Umorganisieren des ZNS gestaltete sich schwierig (siehe lange Therapiezeiten), wahrscheinlich weil das Rückenmark und supraspinale Zentren verletzt waren. Wegen Verletzung des Rückenmarks und des Gehirns war es nicht möglich, mit gesunden Rückenmarksfunktionen supraspinale Zentren zum Umlernen zu zwingen, noch konnte das Rückenmark mittels gesunder supraspinaler Funktionen zum Umlernen gezwungen werden.

b. Kompressionsverletzung des Conus medullaris

Schnelle Fortschritte dagegen können bei Kompressionsverletzungen des Rückenmarkes erreicht werden. Die Verbesserungen sind aber davon abhängig, wie hoch der Druck war und wie lange er anhielt. Eine 15jährige Patientin erlitt bei der Dekompensation eines Ependymoms eine Kompressionsverletzung des Conus medullaris. Die Schmerzen der letzten fünf Jahre erlaubten kein Rennen. Bei der Druckbelastung gingen zuerst die Beinfunktionen ganz verloren und dann drei Tage später auch die Kontinenz. Am 5. Tag wurde eine Laminotomie L1 bis L5 mit Entfernung des Tumors vorgenommen. Die intramedullären Cysten Th4 bis Th12 wurden belassen.

Nach drei Monaten wurde unter Anleitung des Autors G. S. eine Koordinationsdynamik-Therapie begonnen (Abb. 26, 27), um die Lokomotion und die Kontinenz zu verbessern. Das zweimal täglich vorgenommene Training umfasste Streckübungen, Krabbeln, freies Gehen (Abb. 27), Springen auf dem Sprungbrett (Abb. 26B, C), Air-walking (Abb. 24A, 26D), unterstütztes Rennen und schliesslich freies Rennen. Wegen schneller

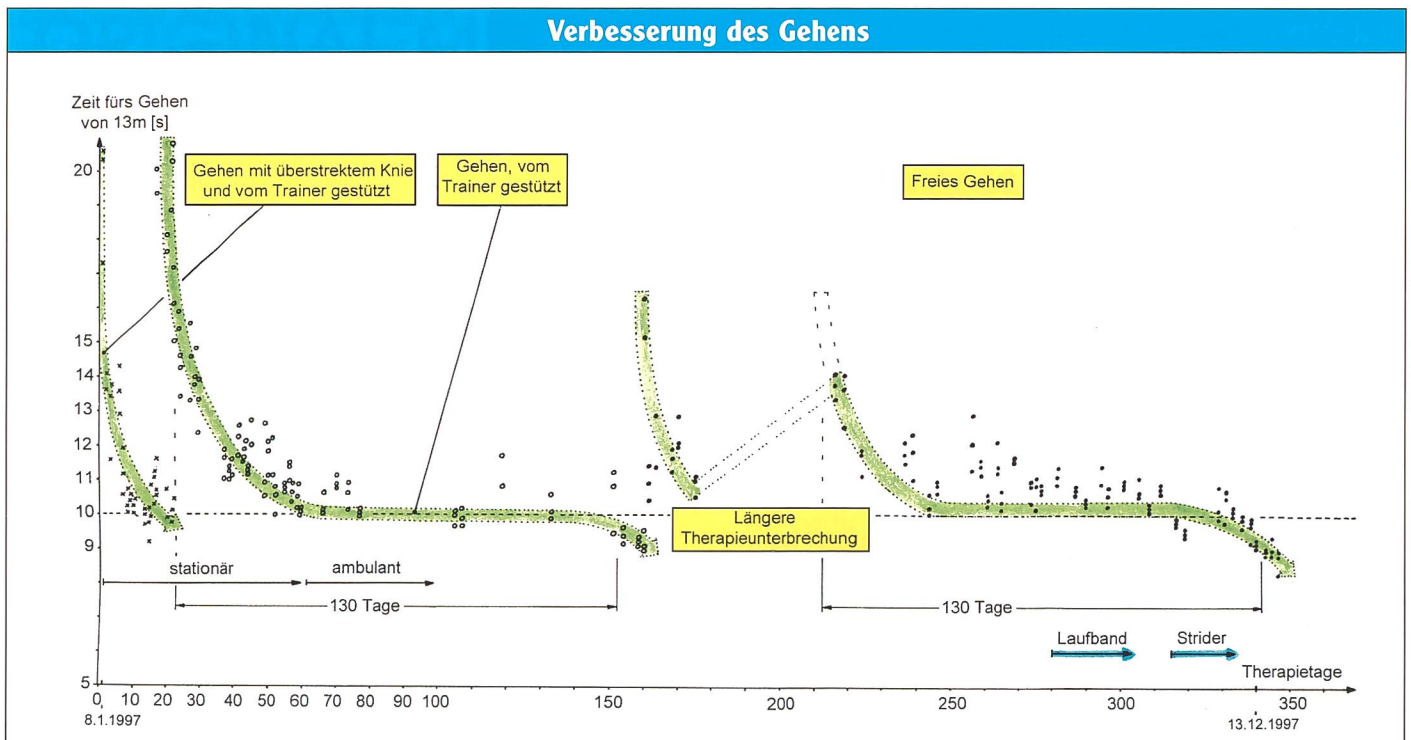


Abb. 25: Verbesserung des Gehens eines 25jährigen Patienten mit Hirnverletzung und paraparetischer Rückenmarkverletzung sub Th12. Therapiebeginn 1½ Jahre nach dem Unfall.

Fortschritte konnte auf das Laufband verzichtet werden. Die örtliche Variabilität des Trainings mit Sprungbrett und «Air-walker» ist in Abb. 26 gezeigt. Der Strider und das Sprungbrett können zum Training in einer angenehme Umgebung, z. B. im Freien, aufgebaut (Abb. 26A) und benutzt werden (Abb. 26D).

Die Therapie der Patientin wurde vom älteren Bruder unter Anleitung durchgeführt. Das freie Gehen in der Wohnung (Abb. 27) verbesserte sich schnell, und das freie Rennen wurde erreicht (Abb. 26G, 27). Die Therapie mit dem Bruder wurde nach zehn Tagen wegen zu starker Schmerzen im Lumbalbereich unterbrochen. Der Trainer konnte den Schmerz der Patientin beseitigen, indem er sie mehrere hundertmal auf dem Sprungbrett in rechts-links-Drehung (Rotation) in der Wohnung springen liess. Damit konnte die

Anmerkung zu Abb. 25: Aufgetragen sind die Kurven vom Gehen (13-m-Strecke) mit überstrecktem Knie und vom Trainer gestützt, vom Gehen vom Trainer gestützt ohne Knieüberstreckung und vom freien Gehen. Therapiezeit 350 Tage, dann aus organisatorischen Gründen abgebrochen. Die ersten 60 Tage war die Therapie stationär, dann kam der Patient ambulant, 2- bis 3mal wöchentlich zur Therapie zum Autor G.S. Verbesserungen der Gehzeiten zeigen sigmoide Verlauf. Nach einer Plateauphase kommt nach etwa 130 Tagen die Verbesserung. Eine längere Therapieunterbrechung bei 200 Tagen verlängert wieder die Gehzeiten und wirft den Patienten um etwa 50 Tage zurück in der Therapie. Unklar ist, ob die Verbesserung nach 340 Tagen durch das zusätzliche Laufband- und Stridertraining verursacht worden ist (wahrscheinlich) oder die Verbesserung durch den generellen sigmoide Verlauf zu begründen ist.

Therapie wieder aufgenommen und das Gehen, Rennen und Springen in «Gegenphase» schmerzlos weiter trainiert werden. Der Schmerz rührte damit nicht von der Operationsstelle her, sondern von der ausgeprägten Skoliose. Durch Springen in Rotation von Einheiten mit mindestens 200 Sprüngen, vormittags und nachmittags, trat im folgenden kein Schmerz mehr auf, trotz zunehmender stärkerer Belastung durch das Training. Da die Patientin in den letzten fünf Jahren nicht mehr richtig gehen und natürlich auch nicht rennen konnte, glaubte sie anfangs, dass sie nicht rennen könne. Die Angst vor dem Rennen konnte ihr relativ schnell genommen werden. Nach ein paar Tagen gestütztem Rennen (Abb. 26E, F) wurde das freie Rennen erreicht (Abb. 26G, Abb. 18 rechts). Die Ausführung des Rennens war immer besser als die des Gehens. Nach weiterem intensiven Training (6mal in der Woche, 2mal am Tag) konnte die Vitalität des Rennens stark gesteigert werden (Abb. 26I), so dass jetzt zusätzlich nichtrhythmische Bewegungen trainiert werden konnten (Abb. 26K). Das Wandern im Gebirge (Abb. 26L, M) sollte zum Training der Veränderbarkeit von stereotypen Bewegungsmustern geeignet sein.

Eine Extrapolation der Rennzeitenkurve rückwärts deutet auf eine starke Ähnlichkeit vom Gehen und Rennen hin, da die Geh- und Rennzeitenkurven den gleichen Ursprung zu haben scheinen (Abb. 27), als wenn das Gehen und Rennen vom gleichen Netzwerk und sehr ähnlichen Netzwerkzuständen generiert werden

würde. Die Geh- und Rennkurven während der Reorganisation zeigen in diesem Fall Ähnlichkeiten zur Ontogenese (Abb. 16), was die frühere Annahme stützt, dass gewisse Ähnlichkeiten zwischen der Ontogenese und der Reorganisation nach ZNS-Verletzung bestehen.

Die Koordination der Armbewegung mit der Beinbewegung bereitete der Patientin anfangs Schwierigkeiten beim Gehen, beim Rennen aber nicht. Die Patientin sagte selbst: «Die Arme bewegen sich beim Rennen ja von alleine richtig!» Das Rennen bereitete der Patientin jetzt viel Freude (Geschwindigkeitsrausch) und führte auch schneller zur verbesserten Ausführung des Gehens und einer verbesserten Lebensqualität. Das Hauptproblem ist zurzeit die Kontinenz. Aufgrund der Schädigung des Conus medullaris liegt eine schlaflaffe Blasenlähmung vor. Ein Harnblasentraining (siehe unten) wird versucht. Erste Anzeichen einer Beckenbodenerholung sind vorhanden, was sich mit den Sensibilitätsausfällen deckt (rechts Sensibilitätsverlust in den Derma-

Anmerkung zu Abb. 26 (nächste Seite): A: Der Air-walker wird vom Vater und vom Bruder montiert. – B, C: Springen auf dem Sprungbrett in Gegenphase. Statt Sprossenwand kann sich die Patientin beim Trainer (Autor G.S.) (B) oder beim Air-walker abstützen. – D: Air-walking am Meer (Thrakikon Pelagos, Griechenland). – E, F: gestütztes Rennen in Koordination «auf den Dächern von Alexandroupolis» (Griechenland) (E) und am Meer (F). – G: Patientin beim freien Rennen. – H: Rötung im Gesicht durch Antibiotikaunverträglichkeit. – I: Rennen, 2 Monate später als in E–G und Abb. 18; die Vitalität des Rennens ist gestiegen. – K: Training nicht rhythmischer Bewegungen.

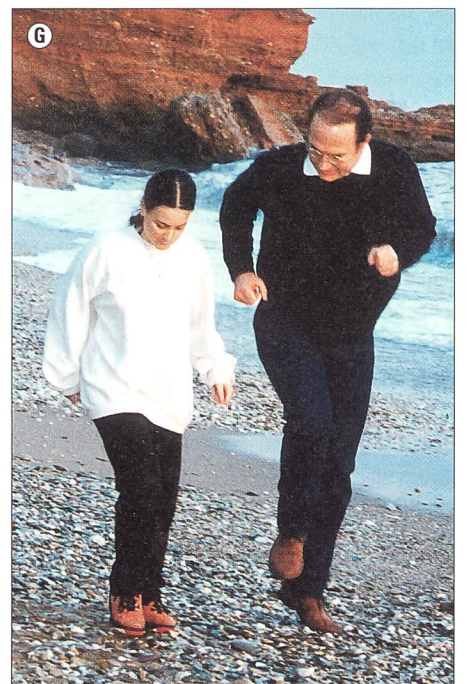
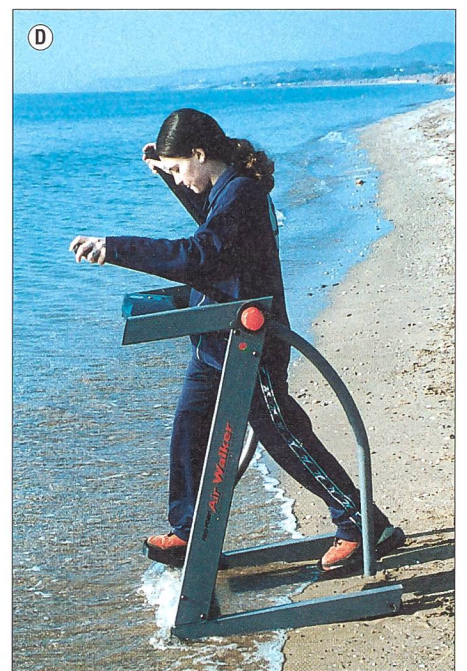


Abb. 26: Koordinationsdynamik-Training im Freien zur Motivationsteigerung mit einer 15jährigen Patientin nach Conus medullaris Kompression.

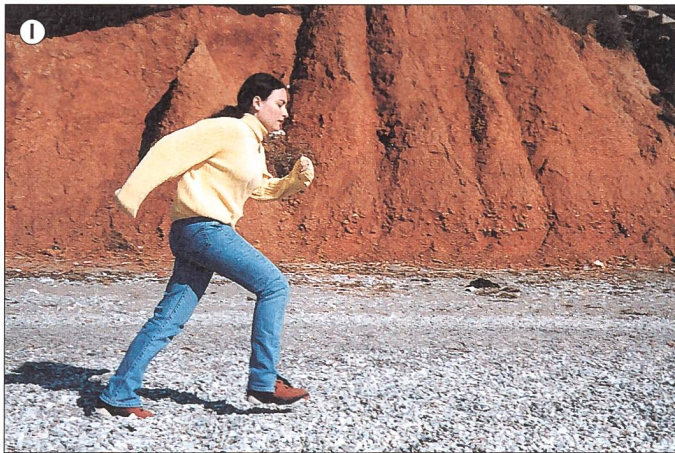


Abb. 26I: Rennen am Strand (allein).

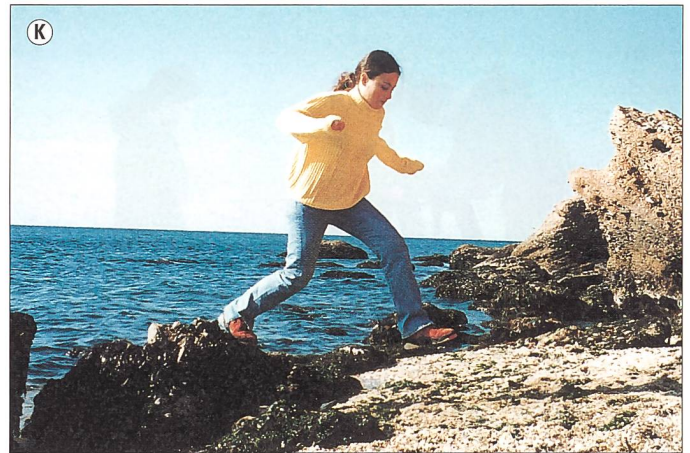


Abb. 26K: Springen am Strand.



Abb. 26L, M: Patientin beim Wandern im Gebirge zum Training von nicht rhythmischen Bewegungen.

tomen S2–S4; links Sensibilität erhalten, bis auf einen kleinen Streifen (nicht so dermatomtypisch), obwohl motorische und sensible Ausfälle sich selten decken. Eine schnelle Reorganisation des sakralen Miktionszentrums ist notwendig, um den wiederkehrenden Blaseninfektionen die anatomische Grundlage zu nehmen (schlechte oder keine Funktion von Beckenboden und Sphinkteren, keine vollständige Blasenentleerung, Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie), damit ihre Antibiotika-Unverträglichkeit nicht ihre Gesichtshaut zerstört (Abb. 26 H, rötliche Färbung) und damit Bakterien sich nicht in Nischen des Blasenepithels festsetzen und zu fortwährenden Blaseninfektionen Anlass geben können. Aufsteigende Niereninfektionen waren früher der lebensbegrenzende Faktor bei Rückenmarkverletzten. Der Verlust der Kontinenz, gefolgt vom Verlust der Sexualität und der Lokomotion und das Auftreten von Schmerzproblemen, wurde von Rückenmarkverletzten als grösster Einschnitt in ihre Lebensqualität empfunden.

c. Schlaganfall

Ein jetzt 82jähriger Patient erlitt vor etwa sieben Jahren in Spätfolge einer Schussverletzung des

Zweiten Weltkrieges einen Gefässverschluss im Gehirn (genaue Stelle des Gefässverschlusses unklar). Da der intelligente Patient die Schwachstelle dieser Gefässregion kannte und fühlte, hielt er sich in den vielen Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg in sehr gutem körperlichen Zustand und bestellte bei drohendem Gefässverschluss den Krankenwagen. Er erlitt aber trotzdem einen Gefässverschluss und fiel auf den Intelligenzgrad eines Kleinkindes zurück und konnte sich kaum noch bewegen. Der Autor traf den Patienten fünf Jahre nach dem Schlaganfall. Der Patient war sehr kooperativ. Das Springen in Gegenphase konnte der Patient nicht ausführen, oder er verstand die Aufgabe nicht. Schnelles Gehen gelang mit Unterstützung. Der Autor traf den Patienten des Bekanntenkreises jetzt wieder nach weiteren zwei Jahren. Die Intelligenz des Patienten schien stark verbessert. Als der Autor den Patienten zwei Tage nach einer Augenoperation (Staroperation einseitig) mit dem Stock bei seinem morgendlichen Spaziergang traf, versuchte er mit ihm das gestützte Rennen (ähnlich Abb. 26F). Mit dem Rhythmusgeben eins – zwei – eins – zwei – und direkter interpersoneller Koordination (siehe unten) ging das «Joggen»

gut. Der Autor forderte den Patienten nun auf, alleine zu rennen. Der mit dem Stock langsam gehende Patient (Abb. 28A) nahm den Stock hoch, gab sich selbst den Rhythmus vor (Selbstinstruktion) und rannte ohne Gleichgewichtsprobleme (Abb. 28B, C). Wie bei anderen Patienten mit ZNS-Verletzungen konnte der ältere Herr also besser rennen als gehen. Das Rennen scheint, wie früher schon angedeutet, therapeutisch wichtiger zu sein als das Gehen. Dem Rennen als schnelle Fortbewegung (Fluchttreflex) kommt daher bei der Therapie eine besondere Bedeutung zu (sofern das Rennen aufgrund der Verletzung durchgeführt werden kann).

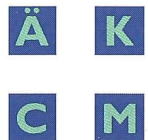
d. Schwere Hirnschäden: Die Herausforderung

I. Eine jetzt 18jährige Patientin erlitt mit 4½ Jahren durch eine Keuchhusten-Infektion (Pertussis) trotz Schutzimpfung eine schwere Hirnschädigung. Trotz der starken motorischen Störungen an Händen, Armen, Beinen und Füßen besucht sie die letzte Klasse des Lizeums. Sie hat fast keine Kontrolle über Hände und Arme. Nicht nur, dass sie die Hände in sehr ungewöhnlicher Position hält, nein, die Hände und Arme bewegen



Gratis Starthilfe- Angebot.

Sie haben also einen neuen Computer? Prima. Und Sie managen nun die ganze Praxisadministration im Alleingang. Mit links. Die Buchhaltung samt Treuhandwesen, das Ausstellen und Verschicken der Rechnungen, das Mahnen und Betreiben und das lästige Inkasso. Hut ab! Wir wissen, wovon Sie reden, schliesslich nutzen über 3000 Mitglieder der Ärztekasse unsere verschiedenen Computer- und Handabrechnungssysteme und profitieren darüber hinaus auch noch von einer ganzen Reihe betriebswirtschaftlicher Massnahmen. Zugegeben, wir haben vielleicht einen etwas anderen Computer als Sie.



Wir führen verschiedene Hilfsmittel von bester Qualität von der **schwedischen Firma ETAC**, zum Beispiel **Rollatoren** für den täglichen Gebrauch sowie **Rollstühle**, z. B. das Modell **CROSS**, an viele Körpergrößen anpassbar (mehrfach verstell-/einstellbar sind Rücken, Räder, Bein- und Fussstützen, Schiebegriffe, usw.) oder den soliden, leichten, faltbaren und handlichen Transportrollstuhl **TRANSIT**, sehr sicher dank Trommelbremsen.

Die ETAC-Produkte sind CE-Konform.

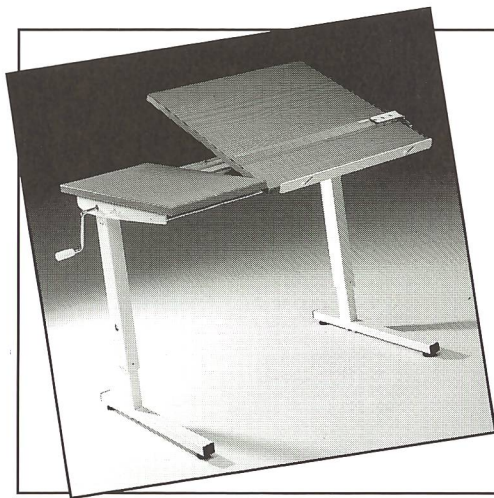


H. FRÖHLICH AG • Medizintechnik
Zürichstrasse 148 • 8700 Küsnacht ZH
Tel. 01/910 16 22 • Fax 01/910 63 44



Notre assortiment comprend divers moyens auxiliaires de grande qualité de la maison **suédoise ETAC**, p. ex. des **Déambulateurs** vous facilitant la vie de tous les jours, ainsi que plusieurs **fauteuils roulants**, p. ex. le modèle **CROSS**, facilement adaptable (avec dossier, hauteur et inclinaison de l'assise, appuie-jambes, repose-pieds et poignées à multiples réglages, assurant une parfaite ergonomie) ou le fauteuil de transport **TRANSIT**, maniable, très stable mais néanmoins léger et sûr, grâce aux freins tambours. Les moyens auxiliaires ETAC sont conformes aux normes CE.

Bureau d'information pour la Suisse romande:
H. Fröhlich AG • Rte de Neuchâtel 4^{bis} • C. P.
1032 Romanel s/lsne • Tél/Fax: 021/731 54 72



Wenn Ergotherapeutische, dann von ROPOX

Rollstuhlgängige Einzeltische,
Gruppentische, Bobathtische,
PC-Tische

Verkauf für die Schweiz:

medExim
Sportmedizin & Rehabilitation

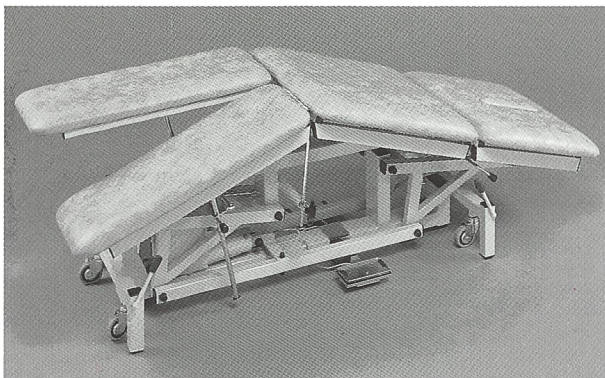
Solothurnstrasse 180, 2540 Grenchen
Tel. 032 645 22 37 / Fax 032 645 27 08

Verlangen Sie den Gesamtkatalog

stabil • bewährt • preiswert • praktisch

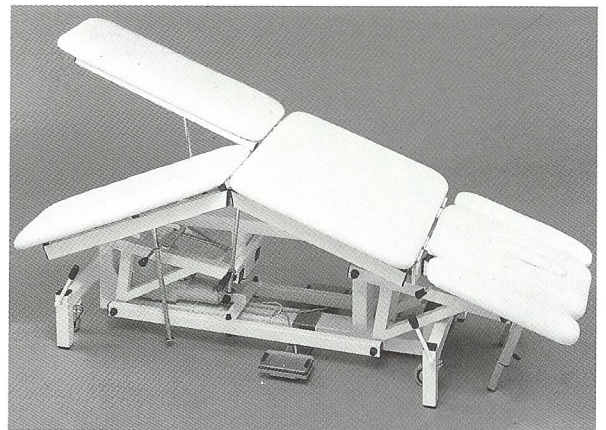
PRACTICAL

- elektrisch- oder hydraulisch höhenverstellbar von 46 bis 95 cm
- als normale Behandlungsliege
- als Manipulationsliege mit Steckhorn für Hüft- und Schulter
- als Extensionsliege mit rollendem Unterteil und ankoppelbarem Gerätewagen
- Polster- und Gestellfarbe nach Wunsch



PRACTICAL 3E split section

NEU als Option:
elektromotorische Verstellung in Drainageposition



PRACTICAL 5E split section

GENERALVERTRETUNG FÜR DIE SCHWEIZ



FRITAC MEDIZINTECHNIK AG
8031 Zürich
Hardturmstrasse 76
Telefon 01/271 86 12

BON

Bitte ausschneiden und einsenden an

FRITAC AG
Postfach
8031 Zürich

Bitte senden Sie mir/uns Unterlagen

- Liegen
- Therapiegeräte
- Gesamtdokumentation

Name _____

Strasse _____

Plz./Ort _____

sich meist bei kleiner Erregung unkontrolliert in verschiedene Richtungen von alleine. Damit sie bei einem Gespräch ruhig sitzen kann, versucht sie oft mit der einen Hand die andere Hand festzuhalten. Den Alltag kann sie nicht alleine bewältigen. Schreiben und zeichnen kann sie in stehender, gebeugter Stellung, indem sie mit dem Mund die rechte Hand führt. Durch starke Konzentration kann sie für einige Sekunden die Spastik senken und schreiben. Dann ruht sie sich aus. Mit erneuter Konzentrationsarbeit schafft sie wieder ein paar Buchstaben oder ein Stück Zeichnung. Das Hauptproblem ist offensichtlich das Zurückdrängen der Spastik. Die Therapiestrategie ist klar. Da das Rückenmark nicht verletzt ist, müssen rhythmisch dynamisch stereotype Bewegungen des Rückenmarks dazu genutzt werden, um das Gehirn umzuorganisieren, so dass die im gesamten ZNS erzeugten Bewegungen wieder physiologischer werden. Die Willkürkontrolle muss soweit verbessert werden, dass

die Patientin in die rhythmischen Bewegungen hineinkommt. Mit der Verbesserung der «sinnvollen» Bewegungen sollte die Spastik zurückgedrängt werden, weil jene von den gleichen neuronalen Netzwerken erzeugt werden (Abb. 24C). Vorgenommene Übungen sind zurzeit Strecken, Krabbeln, schnelles freies Gehen mit interpersoneller Koordination (Abb. 29B), Gehen und Rennen auf dem Laufband, Air-walking auf dem Strider (Abb. 29C), Springen in Drehbewegung auf dem Sprungbrett und Übungen zur Erhöhung der Willkürkontrolle. Die Hauptprobleme sind die fehlende physiologische Koordination der Gliedmassen, Schmerz von orthopädischen Operationen und Muskelschmerzen von Muskelteilen, die jetzt durch die mehr physiologischen Bewegungen überbeansprucht werden. Eine Sehnenverletzung an der linken Hand brachte statt Funktion Schmerz und Unförmigkeit des Handrückens. Das Krabbeln verbessert sich schnell, obwohl sie Schwierigkeiten bei der Ausführung hat. Bei

gestreckten Ellenbogen (ähnlich wie in Abb. 17A,B) bekommt sie starke Schmerzen in der linken Hand, herrührend von der Operation. Das Krabbeln auf den Ellenbogen ist wegen der Streckspasmen in den Armen noch nicht möglich. Beim schnellen Gehen orientiert und koordiniert

Anmerkung zu Abb. 27: 20 m Laufstrecke bildet der 10 m lange Flur in der Wohnung mit einer Wende. Therapiebeginn 3 Monate nach Tumorentfernung und Laminotomie. Die Gehzeiten (Kreuze) verbessern sich schnell. Eine Therapieunterbrechung von 8 Tagen, wegen starker Schmerzen im Lumbalbereich, wirft die Patientin um 4 Tage im Erfolg zurück (wie die gestrichelten Linien andeuten), abgesehen von den verlorenen 8 Tagen. Mit der Schmerz beseitigung durch Springen in Drehbewegung auf dem Sprungbrett wird die Therapie fortgesetzt. Nach einigen Tagen gestützten Rennens (Abb. 26E,F) wird das freie Rennen erreicht (Abb. 26G). Die Extrapolation der Rennkurve rückwärts führt zur Verschmelzung mit der Gehkurve. Dies deutet darauf hin, dass beide Kurven den gleichen Ursprung hatten, was eine Ähnlichkeit der Reorganisation zur Ontogenese (Abb. 16) nahelegt.

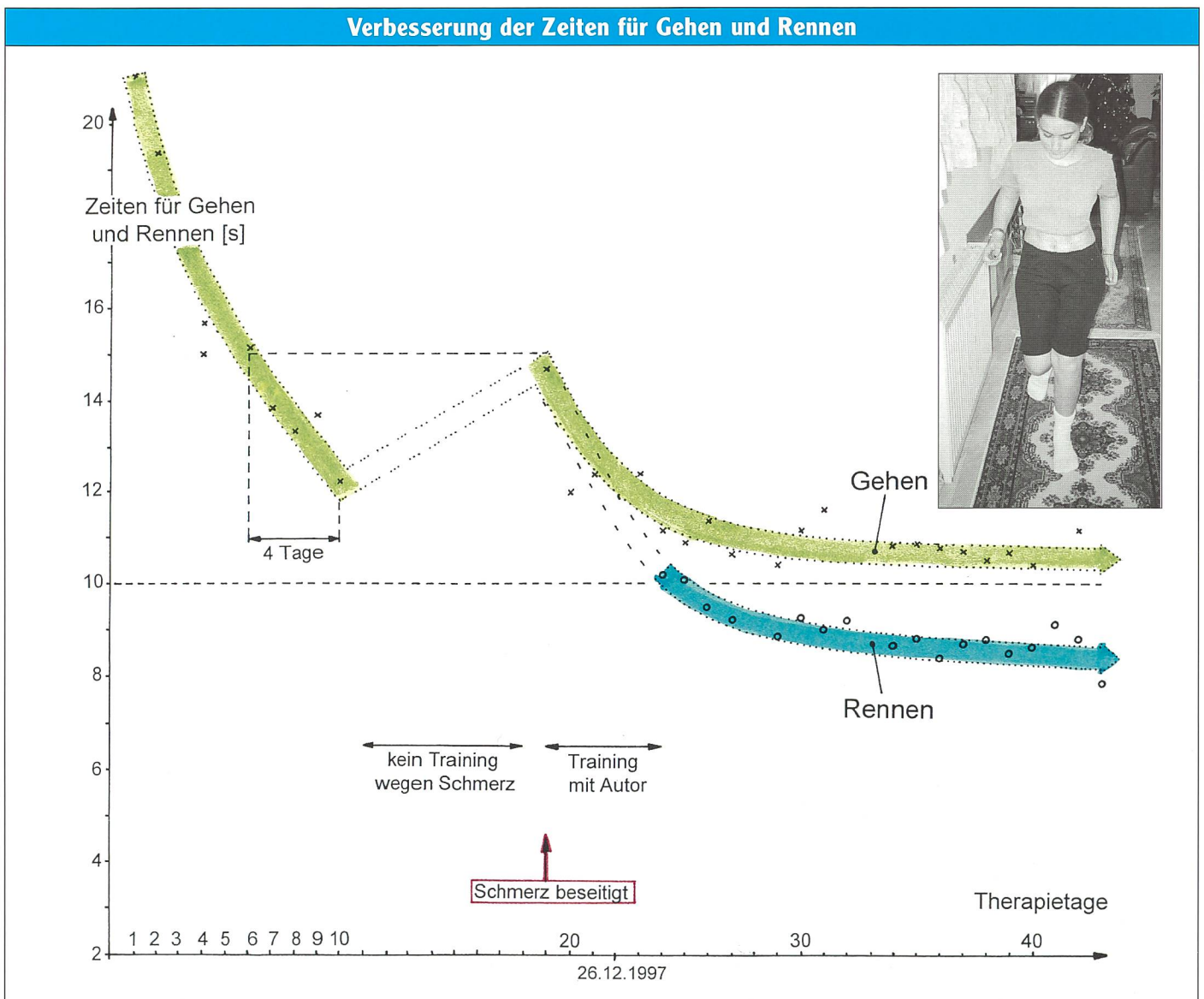


Abb. 27: Verbesserung der Zeiten für das Gehen und das Rennen bei einer 15jährigen Patientin nach Conus medullaris Kompression.

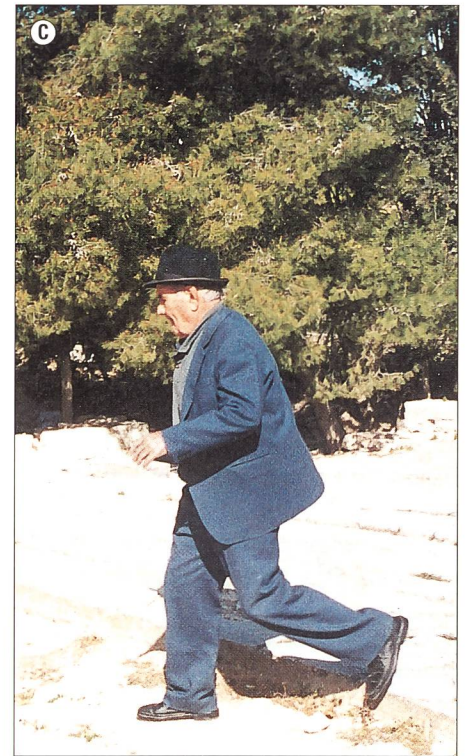
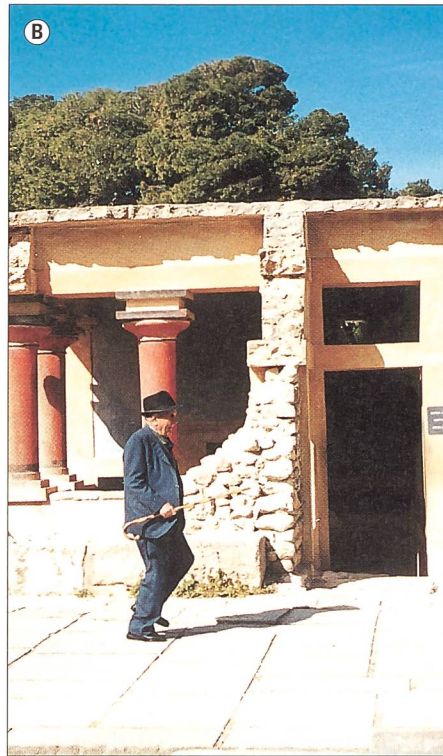
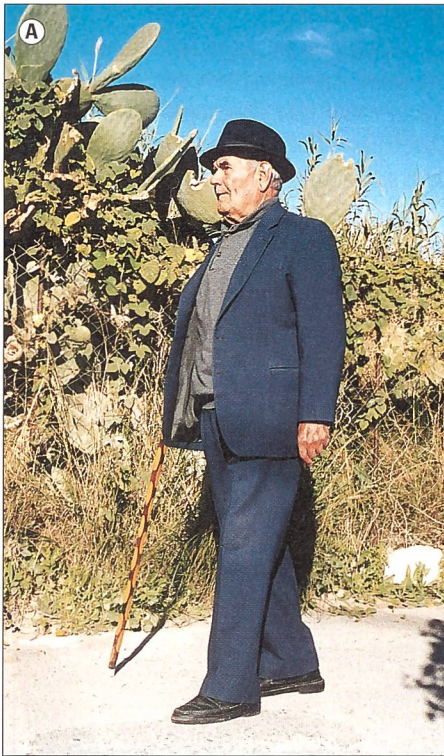


Abb. 28: 82-jähriger Patient nach schwerem Schlaganfall und einseitiger Staroperation. A: Patient beim Gehen; benutzt den Stock zur Sicherheit. B, C: Patient beim Rennen auf (B) und über minoischer Kultur (C). Knossos, Kreta, Griechenland.

die Patientin ihre Bewegungen ohne Aufforderung mit denen des Trainers (Autor G.S.). Während des zügigen Gehens (Abb. 29B) sind die Arme in Streckspasmus vorwärts gerichtet. Die rechte Hand ist im pathologischen Greifreflex, und die linke Hand ist schwer zu beurteilen wegen der Operation. Auch wenn die Arme unphysiologischerweise vorwärts gehalten werden, so bleiben sie doch zumindest in einer festen Stellung, statt sich unkoordiniert in alle Richtungen zu bewegen. Die beste und fast physiologische natürliche Bewegung erreicht die Patientin beim schnellen Gehen und Rennen auf dem Laufband (Abb. 29D). Das nur kurzzeitige Rennen wird bisher begrenzt durch Angst, Erschöpfung, aufkommenden Streckspasmus im rechten Bein und die Wut und Enttäuschung über die Fehlorganisation in ihrem ZNS, die sie dann weinen lässt. Manuelle Hilfe bei der Fussführung bringt vorübergehend eine physiologischere Beinbewegung, erzeugt dann aber einen Streckspasmus im linken Bein (Abb. 29D). Das Air-walking zum Erlernen der Koordination von Arm- und Beinbewegungen (Füße fixiert) ist fast physiologisch (Abb. 29C). Schmerzen in der linken Hand (von der Operation) und Muskelkater in der Wadenmuskulatur begrenzen noch lange Serien. Probleme bereitet das Aufstehen vom Stuhl in den Air-walker. Zwei gleichzeitige verschiedene Bewegungen schafft ihr ZNS noch nicht. Da die spezifischen Hirnareale untergegangen sind und die Ersatzorganisation wahrscheinlich grosse Er-

satzhirnareale benötigt, ist keine Kapazität vorhanden für eine zweite gleichzeitige Willkürbewegung. Also konzentriert sich die Patientin während 3 bis 5 Sekunden und kann dann vom Stuhl aus den rechten Stridergriff greifen. Dann konzentriert sie sich wieder, greift den linken Stridergriff und richtet sich dann über die fixierten Beine auf, wenn es der Schmerz in der rechten Hand zulässt. Da die Ersatzorganisation der Willkürkontrolle gerade für eine gezielte Hand- und Armbewegung reicht, passiert es oft, dass wenn sie den linken (zweiten) Stridergriff greift, die rechte Hand den rechten Griff wieder loslässt. Das Weiterhalten des rechten Stridergriffes beim Zugreifen des linken ist auch fast eine zweite unabhängige Bewegung. Das synchrone Zugreifen beider Hände nach den Stridergriffen ist meist erfolgreich. Es sind dann die beiden Bewegungen durch Kopplung auf eine Bewegung reduziert worden, also reicht die Hirnkapazität. Die Patientin trainiert täglich das Greifen der Stridergriffe mit steigendem Erfolg. Ist die Patientin dann aber erst einmal beim Air-walking, dann sind die motorischen Probleme vorüber wie auch ihr entspannter Gesichtsausdruck andeutet (Abb. 29C), weil dann das gesunde Rückenmark im wesentlichen die Funktion für die stereotype Bewegung «Air-walking» übernommen hat. Sie lässt die Stridergriffe auch nicht mehr los. Die neuronalen Netzwerke der Intumescentia cervicalis arbeiten normal. Ihre Willkürkontrollkraft reicht, um den Air-walker-Rhythmus

anzustossen, am laufen zu halten und zu beenden, obwohl der supraspinale «drive» wohl nicht physiologisch sein wird. Aber bei starker Rückenmarksaktivierung wirkt sich der unphysiologische descendierende «drive» anscheinend nur wenig aus.

Das Springen auf dem Sprungbrett in Phase und in Gegenphase ist wegen eines sich einstellenden Streckspasmus mit Spitzfuss im rechten Fuss zurzeit nicht möglich. Mittels Hilfe aber kann die Patientin rechts-links-Drehbewegungen auf dem Sprungbrett springen. Die Drehsprünge wirken auch bei ihr spastiklösend. Begrenzende Faktoren sind beim Springen Erschöpfung und Angst. Ihre Angst ist zu verstehen. In ihrem Leben hat sie diese und andere Bewegungen noch nie ausgeführt und gedacht, sie könne sie auch nie mehr ausführen. Sie hatte bisher in einem «Körper gelebt», den sie kaum kontrollieren konnte. Nach sieben Tagen Training mit dem Autor, der älteren Schwester (Gymnastiklehrerin) und anderen Angehörigen sagt sie, dass sie jetzt viel leichter gehen könne (das Potential der Willkürbewegung hat sich vertieft und das Spastiktal ist flacher geworden (ähnlich Abb. 24C)). Zum ersten Mal in ihrem Leben konnte sie ein Glas Coca-Cola alleine trinken!

Eine andere (15-jährige) Patientin erlitt eine schwere Hirnschädigung wegen einer Virusinfektion während der Schwangerschaft der Mutter. Zwei Jahre nach der Geburt wurde eine geistige Behinderung diagnostiziert. Die Motorik ist viel

Nur was Erfolg hat, wird nachgeahmt.
®Voltaren® Emulgel – das Original.



Schmerzfrei beweglich mit ®Voltaren® Emulgel – kühlend wie ein Gel
und pflegend wie eine Creme. 50 g Tube kassenzulässig.

Zusammensetzung: Diclofenac diethylamin, in einer Emulsion von Lipiden in einem wässrigen Gel zu 1,16%, entsprechend 1% Diclofenac Natrium. Propylenglykol, Isopropanol, Aromatika. **Indikationen:** Lokalisierte Formen des Weichteilrheumatismus, wie z.B. Tendovaginitis, Schulter-Hand-Syndrom, Bursitis; Periarthropathien. Lokalisierte rheumatische Erkrankungen, wie z.B. Arthrosen peripherer Gelenke und der Wirbelsäule. Traumatisch bedingte Entzündungen der Sehnen, Bänder, Muskeln und Gelenke, wie z.B. Verstauchungen, Prellungen, Zerrungen. **Dosierung:** Je nach Grösse der zu behandelnden schmerzhaften Stelle werden 2–4 g ®Voltaren® Emulgel (kirsch- bis walnussgrosse Menge, ausreichend zur Behandlung einer Fläche von etwa 400–800 cm²) 3–4x tgl. auf die betroffenen Körperpartien aufgetragen und leicht eingerieben.

Kontraindikationen: Überempfindlichkeit auf Diclofenac, Acetylsalicylsäure und andere nichtsteroidale Antiphlogistika sowie auf Isopropanol oder Propylenglykol. **Vorsichtsmassnahmen:** ®Voltaren® Emulgel soll nur auf intakte Hautflächen, nicht auf Hautwunden bzw. offene Verletzungen aufgetragen werden. Augen und Schleimhäute sollen nicht mit dem Präparat in Berührung kommen. Nicht einnehmen. Wenn ®Voltaren® Emulgel auf grösseren Flächen und während längerer Zeit angewandt wird, ist das Auftreten von systemischen Nebenwirkungen nicht völlig auszuschliessen. **Unerwünschte Wirkungen:** Gelegentlich: Allergisch oder nicht allergisch bedingte Kontaktdermatitis. Vereinzelt generalisierter Hautausschlag, Überempfindlichkeitsreaktionen, Photosensibilisierung. **Packungen:** Tuben zu 50 g und 100 g. **Hinweis:** ®Voltaren® Emulgel ist ohne Rezept in Apotheken erhältlich. Für ausführliche Informationen verweisen wir auf das Arzneimittel-Kompodium der Schweiz. Liste C.

 **NOVARTIS**

Novartis Consumer Health SA
Swiss Market, CH-1260 Nyon

weniger gestört als bei obiger 18-jährigen Patientin. Mit einem 5- bis 7-tägigen Koordinationsdynamik-Training pro Woche ist die Motorik stark verbesserbar, was erste Trainingsversuche zeigen. Zurzeit bekommt sie ein- bis zweimal Physiotherapie pro Woche, was bei bester Strategie für eine Verbesserung der Motorik nicht reicht. Nach Meinung des Autors G. S. sollte versucht werden, die Situation von geistig behinderten Kindern allgemein, mittels einer Therapie, die ein Koordinationsdynamik-Training einschliesst, zu verbessern. Vielleicht ist in leichteren Fällen die geistige Behinderung mehr eine Fehlfunktion der verbliebenen supraspinalen ZNS-Zentren als der Verlust oder eine Veränderung der Hirnmasse an sich. Vor der Einführung der

Psychopharmaka wurden bei Nervenkranken Arbeitstherapien teilweise erfolgreich eingesetzt. Die geistige Potenz des älteren Herrn von oben verbesserte sich auch nach dem Schlaganfall. Die 18-jährige Patientin nahm entspanntere Gesichtszüge an bei den physiologischen Bewegungen auf dem Strider. Darüberhinaus versucht ein gesunder Mensch ja auch die Übererregung des vegetativen Nervensystems, beispielsweise vor einer Prüfung, durch ein Rhythmus-Training zu normalisieren, nämlich durch Hin- und Hergehen (Adrenalinabbau wird nicht der einzige Grund sein). Die Anhebung der geistigen Potenz eines behinderten Kindes würde eine grosse Hilfe sein für das Kind und die Angehörigen. Die körperlich und geistig behinderten Kinder, die der Autor

bisher kennenlernte, schienen alle bedeutend verbesserbar zu sein durch den Einsatz neuester Erkenntnisse auf dem Gebiet der Organisation und Reorganisation des menschlichen ZNS. Neuronale Netzwerke sind umorganisierbar. Jedenfalls vom theoretischen Standpunkt aus, basierend auf Messungen am Menschen, sollten sich motorische Fehlorganisationen des ZNS entscheidend verbessern lassen. Vegetative Funktionen (siehe Atmung und Kontinenz) und die geistige Potenz sollten zumindest in einigen Fällen verbesserbar sein.

Bei Kleinkindern sollte die Umorganisierbarkeit des ZNS am grössten sein, wahrscheinlich weil dann die genetischen Reparaturmechanismen (Abb. 18) noch am effektivsten sind. Wenn ein Kleinkind von zwei Jahren etwa nach einer Encephalitis nur noch einen Arm und eine Hand gut bewegen kann, dann sollte es aufgrund der Theorie des Koordinationsdynamik-Trainings möglich sein, das Kleinkind übers Erlernen des Kriechens, Krabbelns, Gehens und Rennens zur Bewegung aller vier Gliedmassen bringen zu können, denn das Rückenmark zur Erzeugung dieser rhythmischen Bewegungen der vier Gliedmassen ist

Anmerkung zu Abb. 29: A: Hände in untypischer Position vor dem Start zum schnellen Gehen; Patientin kopiert willentlich (ohne Aufforderung) die Startstellung des Trainers (Autor G.S.). – B: Beim schnellen Gehen; Arme in Streckspasmus vorwärts, sie bewegen sich nicht in alle Richtungen wie beim langsamen Gehen; rechte Hand im pathologischen Greifreflex, linke Handstellung durch orthopädische Operation verändert. – C: Air-walking in fast physiologischer Position. – D: Patientin beim schnellen Gehen auf dem Laufband; linkes Bein geht allmählich in einen Streckspasmus über. Die ältere Schwester im Vordergrund (Gymnastiklehrerin) hält die Hände der Patientin, um ihr die Angst zu nehmen und versucht sie zum schnelleren Gehen und zum Rennen zu motivieren.

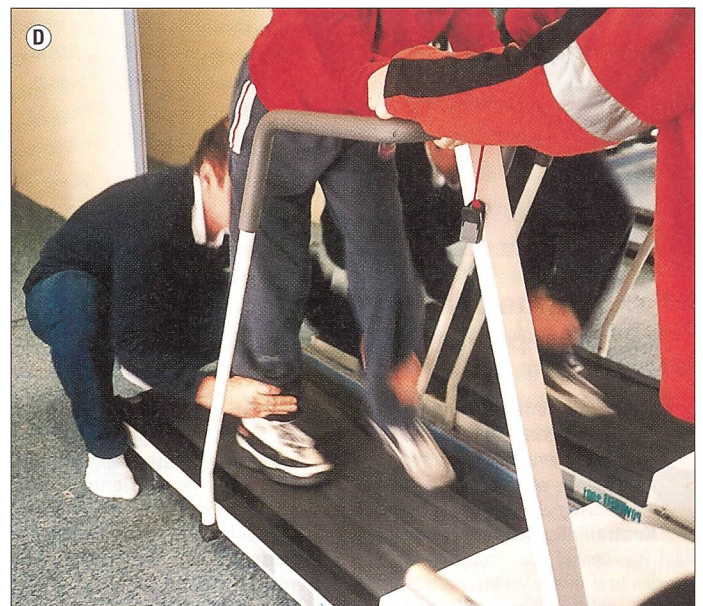
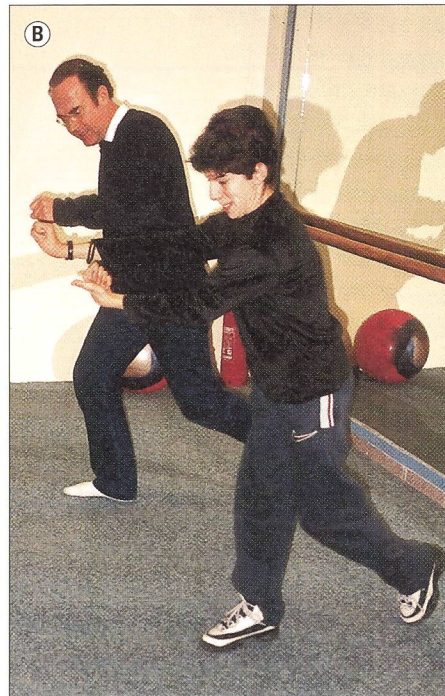
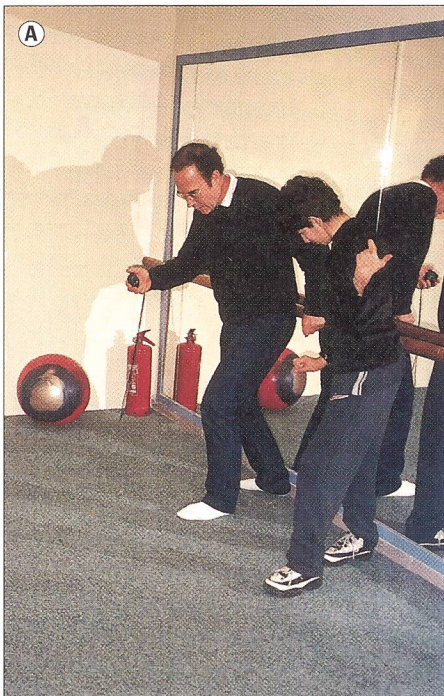


Abb. 29: Verbesserung der Lokomotion bei einer 18-jährigen Patientin.



Abb. 30A: 2½ Jahre alter Patient mit Cerebralparese beim Training auf dem Strider. Hände und Beine werden von Physiotherapeutinnen gehalten bzw. geführt. Trotz Umbau ist der Strider zu gross für das Kind. Einzige aufrechte rhythmisch-dynamisch stereotype Bewegung, die der Patient ausführen kann.

nicht verletzt, und wenn noch ein Arm und eine Hand voll bewegt werden können, dann stehen noch ausreichend deszendierende Fasern zur Verfügung, um das gesamte Rückenmark zu aktivieren. Auf keinen Fall darf den Kleinkindern das erlaubt werden, was die Tiere tun, nämlich nicht oder nur schwer benutzbare Glieder nicht zu benutzen, worauf Bobath schon hingewiesen hat. Das Wissen, dass das menschliche ZNS um-

organisierbar ist, muss genutzt werden. Die Möglichkeiten, die das Oszillator-Formationstraining und das Koordinationsdynamik-Training bei Cerebralparesen bieten, soll an einigen weiteren Fallbeispielen gezeigt werden.

II. Auch bei einem Kleinkind können koordinierte Arm- und Beinbewegungen trainiert werden. In *Abb. 30A* ist ein 2½ Jahre alter Patient mit Hirnschädigung beim Rhythustraining gezeigt. Manuelle Hilfe wird benötigt.

III. Die 9jährige Patientin Nathalie mit schwerer Cerebralparese kann nicht sprechen und sich nur wenig bewegen. Sie besucht keine Schule, ist aber nach Aussage der Mutter geistig normal. Sie «wohnt» in einem Körper, den sie nur sehr wenig kontrollieren kann. Das «Air-walking» (*Abb. 30B*) bereitet ihr grosse Freude. Obwohl die koordinierten Bewegungen von Armen und Beinen auf dem Strider mit manueller Hilfe nur mässig funktionieren, so lacht sie trotzdem, auch wenn sie die aufrechte Stellung nicht mehr halten kann und langsam nach unten sinkt (*Abb. 30C*). Ist doch das Air-walking die einzige aufrechte koordinierte Bewegung, die sie ausführen kann. Für die anstrengende manuelle Hilfe wird der Therapeut immer mit einem Lächeln oder Anlachen belohnt.

IV. Die 10jährige Griechin Maria ist eine gute Schülerin in einer Normalschule und versteht sich mit dem Autor G. S. auf Englisch. Durch den schweren Hirnschaden während der Geburt wurde eine Cerebralparese diagnostiziert und den Eltern gesagt, ihre Tochter würde nie gehen kön-

nen. Die Patientin wurde daher im wesentlichen getragen, das Gehen wurde nicht versucht. Die Patientin hat eine Art Mororeflex. Bei einem ersten gestützten Gehversuch mit dem Trainer (Autor G. S.) schafft sie drei Schritte. Nach 2 bis 3 Tagen schafft sie schon 6 bis 8 Schritte. Die ersten Gehversuche werden von ihr mit einem Lächeln belohnt (*Abb. 30E*). Nach zweiwöchigem zusätzlichen Training auf dem Strider (*Abb. 30F*) und dem Sprungbrett (*Abb. 30G*) schafft sie jetzt schon zu Hause mit ihrem Vater 20 Schritte bei grösserer Geschwindigkeit, grösserer Schrittlänge und verbesserter Ausführung. Krabbeln kann die Patientin noch nicht; Ansätze des Rennens sind vorhanden. Das Gehen und Rennen muss auf dem Laufband unbedingt trainiert werden. In 1 bis 2 Jahren wird Maria voraussichtlich gehen können.

V. Der 12jährige Konstantinos kann trotz der Hirnschädigung mit schlechtem Gangbild gehen. Die Armbewegungen sind mit den Beinbewegungen nicht koordiniert (*Abb. 30H*). Einige Rennversuche zeigen, dass der Patient rennen kann. Der Gewinn an Mobilität bereitet dem Patienten Freude, wie man seinem Lächeln entnehmen kann (*Abb. 30I*). Nach einem intensiven, zweiwöchigem zusätzlichen Training von Air-walking, Springen auf dem Sprungbrett und vor allem Rennen (nach Aussage der Mutter rennt der Junge jetzt jede freie Minute), zeigen sich beim Rennen (viel physiologische Bewegung aus dem Rückenmark, wenig pathologische Bewegung von supraspinalen Zentren) schon wesentliche Verbesserungen (*Abb. 30K*). Der Patient läuft weniger gebeugt, vor allem der Quadriceps femoris ist stärker ge-

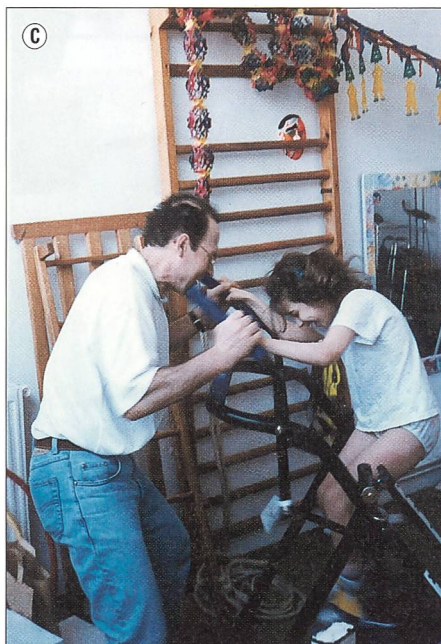


Abb. 30B, C, D: 9jährige Patientin mit schwerer Cerebralparese beim Air-walking; einzige aufrechte koordinierte Bewegung, die sie mit Hilfe ausführen kann. In B und D ist die Mutter mit im Bild.

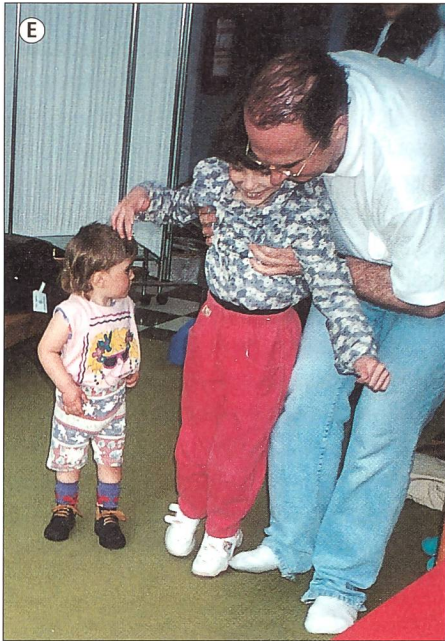


Abb. 30E, F, G: 10jährige Patientin mit Cerebralparese bei ersten Gehversuchen (E), beim Air-walking (F, Vater links im Bild) und beim Springen in Gegenphase (G, die Mutter stützt den Rumpf) auf dem Sprungbrett. Die rechte Hand der Patientin löst sich von der Sprossenwand. Sie hat Schwierigkeiten bei der Ausführung von zwei gleichzeitigen willkürlichen Bewegungen. Die Ersatzorganisation der neuronalen Netzwerke des Grosshirns reicht noch nicht ganz für zwei unabhängige willkürliche Bewegungen.

worden, hat einen besseren «Lift-off» der Füße, eine physiologische Vorwärtsneigung und die Koordination der Armbewegungen ist in *Abb. 30K* fast physiologisch geworden, obwohl die Physiotherapeutin in *Abb. 30K* nicht ideal synchron läuft zur optimalen interpersonellen Koordination. In *Abb. 30I* sind die Armbewegungen noch nicht richtig korreliert zu den Beinbewegungen (siehe rechter Arm), obwohl der Trainer eine

nahezu ideale interpersonelle Koordination (siehe unten) hergestellt hat, das heisst er versucht, den Patienten in eine bessere Bewegung zu ziehen. Bei höheren Laufgeschwindigkeiten wird es immer schwieriger für den Trainer, synchron zu laufen bei gleichzeitigen rhythmischen Anfeuerungsrufen. Mit dem verbesserten Rennen hat sich auch das Gehen verbessert (und das Springen auf dem Sprungbrett), aber das

schnelle Rennen ist in seiner Ausführung physiologischer als das Gehen. Die verkürzten Sehnen der Kniegelenke werden nachts beim Schlafen mit einer Vorrichtung gedehnt.

VI. Bei der 17jährigen Patientin Helen (besucht eine Normalschule, aber aufgrund mehrerer orthopädischer Operationen eine niedrigere Klasse) ziehen aufgrund der Hirnschädigung die

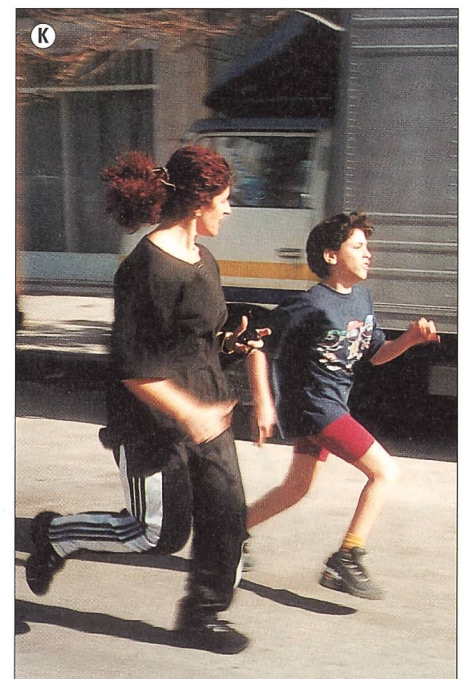
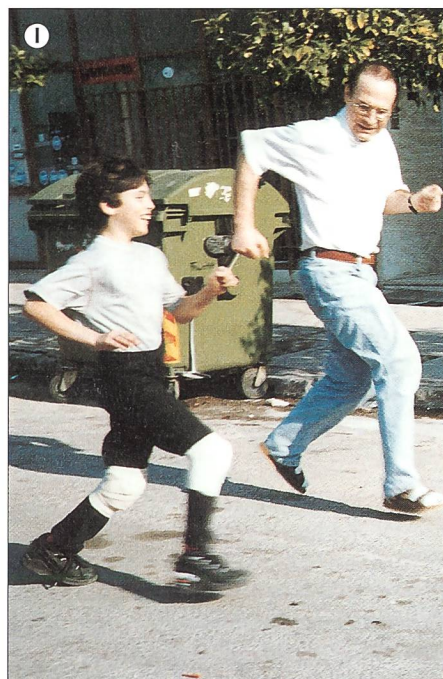


Abb. 30H, I, K: 12jähriger Patient mit Cerebralparese beim Gehen (H) und Rennen (I) zu Beginn der zusätzlichen Therapie und beim Rennen nach zweiwöchigem Koordinationsdynamik-Training (K). Das Rennen in K ist aufrechter, vorgeneigter und die Arme bewegen sich mit den Beinen koordinierter als in I. Das Rennen in K ist fast physiologisch, obwohl die Physiotherapeutin nicht in optimaler interpersoneller Koordination zum Patienten läuft.

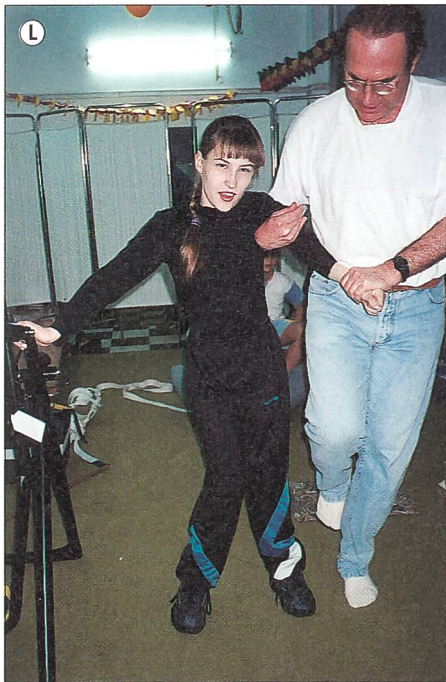


Abb. 30L, M, N: 17-jährige Patientin mit Cerebralparese (sehr starke Adduktion der Beine) bei ersten Gehversuchen (L), Air-walking ohne Korrektur der Adduktion (M) und mit manueller Korrektur (N).

Beinmuskeln falsch. Die Oberschenkel-Adduktion ist so stark (Abb. 30L), dass die Knie beim Gehen und beim Air-walking (Abb. 30M) sich um-

einander bewegen und so nur schwer eine Schreitbewegung möglich ist. Durch mechanische Abduktion (Abb. 30N), die z. B. mit elastischen

Binden fixiert werden kann, können freie alternierende Beinbewegungen beim Springen auf dem Sprungbrett, beim Air-walking und beim Laufen auf dem Laufband ermöglicht werden, so dass wieder physiologische Bewegungen des Rückenmarks herangezogen werden können, um das geschädigte Grosshirn zu «instruieren», dass es sich umzuorganisieren hat, damit wieder physiologische Beinbewegungen resultieren. Die durch fehlende Aktivität zurückgebildeten Muskeln könnten durch Muskel-Elektrostimulation gestärkt werden. Aber warum dem ZNS unphysiologische Impulsmuster anbieten, wenn die Rückenmarksbewegungsmuster mit etwa zweiwöchiger Verspätung das Gleiche erreichen, ohne dabei dem verletzten ZNS «unverständliche» Impulsmuster anzubieten! Im Zusammenhang mit Abb. 6 war daraufhingewiesen worden, dass die neuronalen Netzwerke des ZNS physiologische Impulsmuster benötigen, um sich richtig zu organisieren. Der richtige afferente Input zum richtigen Zeitpunkt, von der richtigen Region (physiologische räumlich-zeitlich koordinierte Impulsmuster) zusätzlich zur Willkür, kann Rückenmarksbewegungsmuster einleiten, erhalten und terminieren. Durch die Verletzung des ZNS und durch verlorene Willkürkontrolle reagiert der Körper sehr empfindlich auf den unterschiedlichen afferenten Input. Bei dieser Patientin bewirkte das Führen bei der Hand die besten Geh-Bewegungen und nicht die starke Führung wie in Abb. 30L. Bei der Patientin der Abb. 29 wurde dagegen das beste Bewegungsmuster beim freien Gehen und auf dem Laufband erreicht, wenn sie überhaupt nicht berührt wurde.

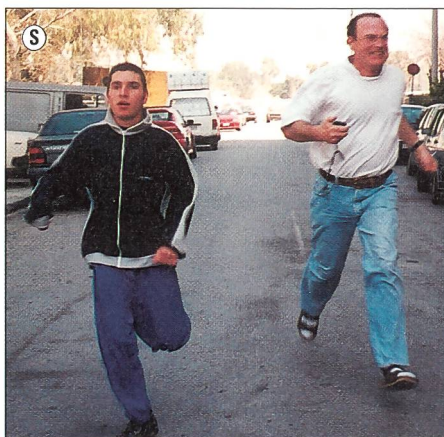
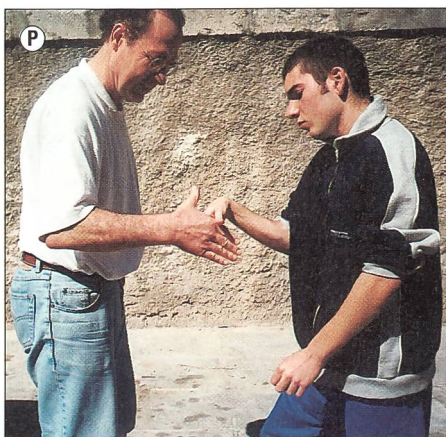
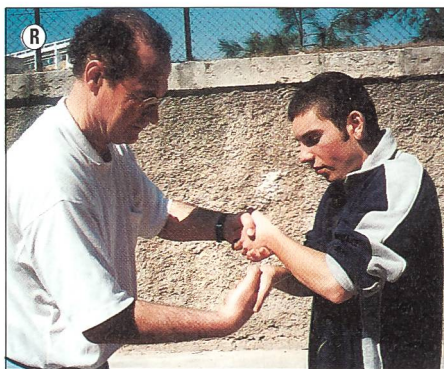


Abb. 30O, P, R, S: 18-jähriger Patient mit Cerebralparese beim Händeschütteln (O, P, R) und Rennen (S). In O versucht der Patient, die rechte Hand zu geben. Die Händeberührung in P löst sehr starke Spastik aus, so dass ein Händeschütteln unmöglich wird. Wenn aber erst die linke Hand gegeben wird und dann die rechte, dann ist durch leichte symmetrische Schüttelbewegungen beider Hände die Spastik der rechten Hand voll zu lösen, so dass ein richtiges beidseitiges Händeschütteln möglich wird (R) durch Kopplung der «schlechten» rechten Hand an die «gute» linke Hand (Mitbewegung). Beim Rennen in S bewegt der Patient den rechten Arm kaum. Der Trainer hat eine Stoppuhr zur Leistungskontrolle in der Hand.

VII. Bei einem 18jährigen Patienten sind durch die Hirnschädigung die Arm- und Beinbewegungen gestört. Die rechte Seite ist stärker betroffen; die rechte Hand und der rechte Arm am stärksten. Versucht man dem Patienten die Hand zu geben (Abb. 300), dann kontrahiert sich die Hand des Patienten im Augenblick der Berührung so stark (Abb. 30P), dass die Begrüssungshand nicht zwischen Daumen und Zeigefinger kommt. Mit diesen Spasmen ist die Hand kaum nützlich. Wird dem Patienten aber erst die «bessere» linke Hand und dann zusätzlich die rechte gegeben, dann ist mit leichtem symmetrischen Schütteln beider Hände die Spastik in der rechten Hand voll lösbar, so dass ein richtiges Händeschütteln mit beiden Händen möglich wird (Abb. 30R). Die «schlechte» rechte Hand ist durch den symmetrischen gleichzeitigen afferenten Input an die linke «gute» Hand gekoppelt worden (Mitbewegung), so dass sie sich in ihrer Funktion verbessert hat. Da diese Verbesserung im Kurzzeitgedächtnis möglich war, sollte auch im Langzeitgedächtnis (Reorganisation des ZNS) bei obigem beidseitigen Händeschütteln die Funktion der linken Hand verbessert werden können. Der Hauptangriffspunkt zur Funktionsverbesserung des rechten Armes und der rechten Hand sollte aber die Umorganisation des gesamten ZNS sein durch möglichst ausgedehnte koordinierte Bewegungen. Beim schnellen Rennen (85m in 17s) bewegen sich die Beine und der linke Arm relativ gut koordiniert, aber der rechte Arm bewegt sich kaum (Abb. 30S). Beim Springen auf dem Sprungbrett in Gegenphase ist bei manueller Hilfe gut zu spüren, dass der Patient nicht in der Lage ist, gleichzeitig abzuspringen und aufzusetzen. Beim Springen ohne manuelle Hilfe in Gegenphase wechselt der Patient anscheinend statistisch, speziell kurz vor der Erschöpfungsphase, vom «Gegenphase» springen zum «in Phase» springen und Abduktionsspringen (aber nicht zu Drehspringen). Die ausgedehnte Fehlorganisation des ZNS wird therapiert durch Springen auf dem Sprungbrett (Gegenphase, in Phase, rechts-links-Drehung), Air-walking, Rennen, Marschieren und gekoppelte Bewegungen beider Arme und Hände. Die beste Koordination des «schlechten» rechten Armes wird erreicht durch zügiges Marschieren mit betonten Armbewegungen und interpersoneller Koordination mit dem Trainer und zusätzlichen koordinierten suggestiven Anfeuerungsrufen: rechter Arm – rechter Arm – rechter Arm.

VIII. Bei schwerer körperlicher und geistiger Behinderung durch die ZNS-Verletzung war das Air-walking die erste unter starker manueller Hilfe ausführbare koordinierte Bewegung von Armen und Beinen. Dass von den Patienten diese koordinierten Bewegungen als angenehm im

Nervensystem empfunden wurden, konnte daran gemessen werden, dass sie anfangen sich zu freuen oder zu lachen. Eine 23jährige Patientin mit dem Friedreichs Syndrom beschrieb das Gefühl in ihrem ZNS der koordinierten Bewegungen beim Air-walking mit «leichter fühlen» und «abheben». Die rückenmarkverletzte Patientin der Abb. 13B hatte den Übergang vom Gehen zum Rennen wie folgt beschrieben: «Wenn ich gehe, dann ist es mühsam und zäh, aber wenn ich renne, dann hebe ich ab». Vielleicht ist das Gefühl der verbesserten Koordination und damit Organisation des ZNS dem leichter empfinden ähnlich, welches ein Bergsteiger oder Wanderer empfindet, wenn er seinen 20 kg schweren Rucksack abgibt und ohne weiter wandert.

IX. Bei einer 27jährigen Patientin führte eine Hirnschädigung unter der Geburt zu einer schweren geistigen Behinderung (IQ = 30). Da die Vigilanz und der Antrieb stark gemindert sind, ist ihr Einsichtsvermögen in eine Therapie unklar. Der 11jährige Besuch einer Behindertenschule in Athen brachte nach Angaben der Eltern kaum eine Verbesserung. Die geballte Faust als suggestive Motivation für ein intensives Training versteht sie aber sehr gut, denn die vorgehaltene geballte Faust imitiert sie immer sofort. Nach einem dreiwöchigen Koordinationsdynamik-Training zeigten sich erste Verbesserungen der langsamen Bewegungen und beim Halten des Gleichgewichtes. Bei hoher Erregung nach einem intensiven Training scheinen ihr Lernwille und ihre Vigilanz vorübergehend erhöht zu sein. Es wird vermutet, dass Synchronisationen von individuellen Rhythmen der *Formatio reticularis* des Mittelhirns die Vigilanz verändern können [31]. Neurone der *Formatio reticularis* des unteren Hirnstammes bilden ein gemeinsames System für die Regulation und Integration des visceralen und somatotischen Systems und der Vigilanz [19]. Es erscheint also auch theoretisch möglich, die Wachheit eines geistig Behinderten durch ein dynamisches Rhythmus-Training verbessern zu können.

e. Multiple Sklerose

Eine zum Stillstand gekommene Multiple Sklerose (MS) sollte als eine Verletzung des ZNS durch eine Reorganisation des ZNS besserbar sein, wie alle anderen ZNS-Verletzungen. Aber neue Schübe könnten den Gewinn an Funktion wieder vernichten. Vielleicht könnte eine moderne Pharmakotherapie (Interferontherapie) gekoppelt mit diesem Koordinationsdynamik-Training, welches auch die Genexpression verändert (Abb. 18), die MS zum Stillstand bringen, notwendige Neurone aus Stammzellen in einem kritischen Bereich nachbilden und gleichzeitig das ZNS umorganisieren, so dass wichtige Funktionen wie Bewe-

gungen und Kontinenz wiedererlangt werden. Es wäre sinnvoll, einen solchen Therapieversuch kontrolliert durchzuführen. Die 23jährige Patientin der Abb. 31 hat seit drei Jahren MS. Die regelmässig bewegten Gliedmassen scheinen in der Funktion besser zu sein als die nicht trainierten.

f. Trisomie 21 (Down-Syndrom)

Beim Koordinationsdynamik-Training resultieren verbesserte ZNS-Funktionen aus der Wechselwirkung von äusserer und innerer Koordinationsdynamik und genetischen Reparaturmechanismen (Abb. 18). Die ZNS-Funktionen sollten bei Kindern mit dem Down-Syndrom daher verbessert werden können. Bei diesen Kindern wird auch erfolgreich das ZNS in seiner Funktion durch Lernen, einschliesslich motorischem Lernen, verbessert. Durch ein effizienteres motorisches Lernen sind sicherlich die motorischen Funktionen schneller und weitergehender zu verbessern. Der 5jährigen Patientin mit Down-Syndrom (siehe Titelseite) schien das Koordinationsdynamik-Training jedenfalls zu gefallen.

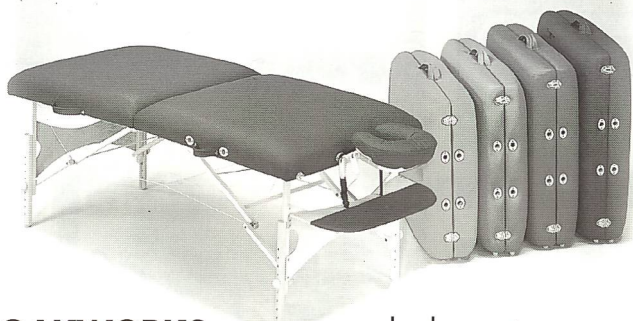
Rhythmus-Training bei nicht verletztem ZNS

Wenn verletzte neuronale Netzwerke reorganisierbar sind, dann werden auch nicht verletzte rhythmisch schwingende neuronale Teilnetzwerke veränderbar und in ihrer Funktion normalisierbar sein. Diese Eigenschaft der Veränderbarkeit der Funktionsweise der neuronalen Netzwerke des ZNS sollte unter anderem auch beim Leistungssport, Fitness-Training, Schwangerschaftsturnen, Antistress-Training genutzt werden können.



Abb. 31: 23jährige Patientin mit Multipler Sklerose beim Air-walking. Einzige aufrechte koordinierte Arm-Bein-Bewegung, die sie ausführen kann.

BEHANDLUNGSTISCHE UND PRAXISZUBEHÖR



OAKWORKS – zusammenlegbare, transportable oder stationäre Massagetische aus Holz in verschiedenen Modellen, Breiten und Farben.

Ideal für alle Formen der Körpertherapie, Naturheilkunde und privaten Gebrauch.

Informationsmappe und Besichtigungstermin bei:



OAKWORKS - G.Dawson
Berninstr. 9+11
CH - 8057 Zürich
Tel. /Fax: 01 - 312 26 07

BESUCHSZEITEN (bitte nur nach vorheriger Anmeldung)
Mo-Di-Fr-Sa 9-12 u. 14-18 Uhr (Mi + Do geschlossen)

LASER-THERAPIE

Der LASER für schwierige Fälle

Neu
Kurse für
Laser-Anwender.
Verlangen
Sie unseren
Kursprospekt.

Tel 041 768 00 33
Fax 041 768 00 30

LASOTRONIC-Laser
gibt es seit mehr
als 10 Jahren.
Profitieren Sie von
unserer Erfahrung.
Verlangen Sie Unterlagen
und eine unverbindliche
Vorführung

Weitere Modelle
von 10 - 50mW
rot und infrarot
Pocket-Therapy-
Laser
Akupunktur-Laser
Komplett-Systeme
mit Scanner
bis 400mW
Dental-Laser
60-300mW

*Analgesie
Regeneration
Immuno-Stimulation
Entzündungshemmung*



MED-2000
120mW-830nm

LASOTRONIC®

LASOTRONIC AG Blegistrasse 13 CH-6340 Baar-Zug

Gute Therapie-Liegen haben einen Namen...



Praktiko

Made in Switzerland by **HESS**
CH-Dübendorf

- Elektrische Höhenverstellung mit Fussbügel von ca. 42 - 102 cm
- Polstervarianten: 2-/3-/4-/5-/6-/7-/8teilig
- Polsterteile beidseitig mit Gasdruckfeder stufenlos verstellbar
- Fahrgestell mit Rollen Dm 80 mm, Gummi grau und Zentral-Total-Blockierung
- Alle Liegen können mit Armteilen, Gesichtsteil, Seitenschiene und Fixationsrolle ausgerüstet werden

HESS-Dübendorf: Für perfekte Therapie-Liegen

- Senden Sie uns bitte eine Gesamtdokumentation
Physikalische Therapie
- Unterlagen *Praktiko*-Liegen
- Bitte rufen Sie uns an

6/98

Name: _____ **HESS-Dübendorf**
Strasse: _____ Im Schossacher 15
PLZ/Ort: _____ CH-8600 Dübendorf
Tel: _____ Tel: 01 821 64 35
Tel: _____ Fax: 01 821 64 33

50 Jahre
HESS
CH-Dübendorf
1946 - 1996

a. Leistungssport

Beim Sport sind sicherlich die Leistungen verbesserbar durch eine Optimierung der Funktionen des ZNS, speziell bei rhythmischen Bewegungen. Will ein Leistungssportler beispielsweise 100 m in 9,8 statt in 10,0 s laufen, so könnte er versuchen, seine spinalen Oszillatoren und deren relative Koordination durch ein Gezogenwerden während des Rennens auf 9,8 s zu optimieren. Beim wirklichen Wettkampf dann, wenn er nicht gezogen wird, könnte er dann durch eine zusätzliche Motivation diesen optimierten Rennrhythmus für 9,8 s Rennzeiten erreichen. In der Sportmedizin wird angenommen, dass Personen besonders schnell laufen können, wenn ihr Prozentsatz an schnellen Muskelfasern höher als durchschnittlich ist. Da aber die α_1 -Motoneurone mit ihren prämotorischen Oszillatoren diese Muskelfasern (Typ IIB, ATPase-Färbung; weiss) treiben und kontrollieren (Abb. 7, Teil Oszillator-Formationstraining), ist vielleicht die Aussage treffender, dass bei guten Läufern der Prozentsatz der schnell schwingenden neuronalen Teilnetzwerke, die über die α_1 -Motoneurone die schnell kontrahierenden IIB-Muskelfasern aktivieren, höher ist.

b. Training der Beckenbodenmuskulatur

Bei Frauen ist das Training der Beckenbodenmuskulatur (und der Rumpfmuskulatur) wichtig bei Kontinenzproblemen (40% von erstgebärenden Frauen erleiden Beckenbodenstörungen bei der Geburt, woraus öfters eine Stressinkontinenz resultiert) und beim Schwangerentraining. Wichtig sind bei den Muskeln, die das Gewicht halten müssen, die langsamen kontraktionshaltenden Muskelfasern (Typ I, ATPase-Färbung; rot), die von den α_2 -Motoneuronen innerviert werden (Abb. 7, Teil Oszillator-Formationstraining). Durch rhythmische Beinbewegungen können die α_3 -Oszillatoren und deren relative Koordination trainiert werden, welche diese Muskelfasern aktivieren. Die optimalen Frequenzen der Beinbewegungen oder der koordinierten Arm- und Beinbewegungen beim Liegen auf dem Rücken, der Seite oder auf dem Bauch liegen im Frequenzbereich von 0,8 bis 1,1 Hz und damit im Bereich der relativ frequenzvariablen prämotorischen α_3 -Oszillatoren (Abb. 7, [11]). Solche rhythmischen Bewegungen im Frequenzbereich der α_3 -Oszillatoren könnten vielleicht schneller als nur ein reines statisches Krafttraining Beckenbodenfunktionen verbessern, weil der Körper nicht nur die Muskelfasern für hohe Erregung rhythmisch aktiviert, sondern weil der Körper sicherlich auch einen Teil der Ernährungsprozesse, Flüssigkeitsdrainagen, Gefäßaktivierungsrhythmen für die Frequenzen der Oszillatoren optimiert hat. Kurzhubige Liegestütze mit einer Frequenz von etwa 1 Hz könnten auch förderlich sein für ein von den lumbosacra-

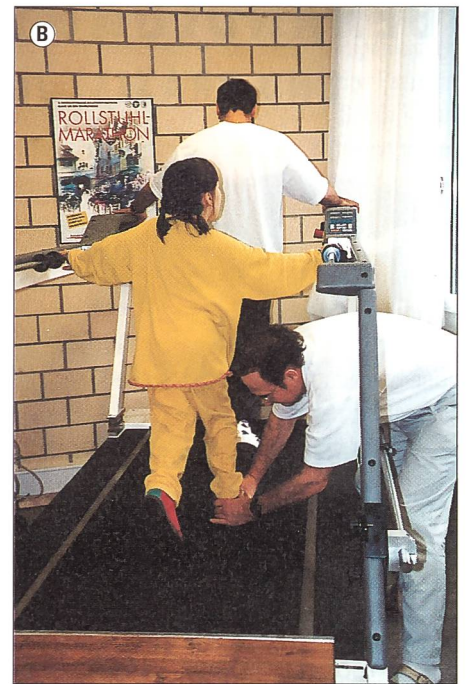


Abb. 32: A, B: Interpersonelle Koordination zwischen zwei Patienten beim Gehen auf dem Laufband. Der rechte Fuss wird alternierend bei beiden Patienten durch den Autor G.S. geführt. – C: An zwei Armen geführtes Rennen (direkte, visuelle und auditive interpersonelle Koordination).

len neuronalen Netzwerken des Rückenmarkes aus gesteuerter Stärkung der Beckenbodenmuskulatur. Bezüglich subharmonischer and superharmonischer Aktivierungen von Oszillatoren siehe [17] (Seite 167) und [18].

c. Antistress-Training

Wenn ein Rhythustraining zur verbesserten Funktion des parasympathischen Nervensystems führt, dann müsste eine Fehlfunktion des Sympathicus durch ein Rhythustraining auch verbesserbar sein. Dauernde Überaktivierungen des sympathischen Nervensystems, die motorisch nicht ausgelebt werden können, könnten zu einer Fehlorganisation und Fehlfunktion des Sympathicus führen, welche das Herz auf lange Sicht in Mitleidenschaft ziehen kann. Neben der Beseitigung von Stressauslösefaktoren sollte ein tägliches Rhythustraining (Joggen) bei der Normalisierung der Sympathikusfunktionen förderlich sein.

Interpersonelle Koordination

Es ist gemessen worden, dass die interpersonelle Koordination, das heisst die Koordination zwischen den Bewegungen zweier (oder mehrerer) Menschen der relativen Koordination im Menschen, ähnlich ist [6]. Es wurde daher vom Trainer versucht, wenn immer möglich, die Bewegung betont stark parallel zum Patienten auszuführen, um ihm zu zeigen, womit er seine Bewegungen zu koordinieren und was er zu lernen hat. Zusätzlich zur visuellen Koordination wurde eine audi-

tore Koordination durch Mitzählen der Schritte oder betontes Rechts-Links-Rufen hergestellt, wobei der Trainer sich an den Rhythmus des Patienten zwar anpasste, aber immer versuchte, den Patienten in einen physiologischeren Rhythmus zu ziehen. Wenn beispielsweise das rechte Bein hinterherhinkte, dann wurde beim Ansagen das «Rechts» suggestiver ausgesprochen als das «Links».

Mit der direkten Berührung ist eine zusätzliche starke interpersonelle Koordination der rhythmischen Bewegungen möglich (siehe z.B. Abb. 26E, F), weil das Fühlen wohl ein direkterer «Input» für die Bewegung ist als das Sehen. Hilft man beispielsweise einem Kind beim Schaukeln auf der Schaukel, dann kann man den Schub zum richtigen Zeitpunkt (koordinierter Schub), den man der Schaukel geben muss, besser fühlen als sehen. Beim freien Gehen und Rennen kann die direkte interpersonelle Koordination leider nicht eingesetzt werden.

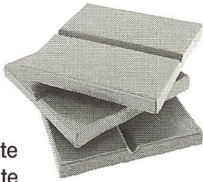
Das Rennen mit der 9jährigen Patrizia bei Führung mit beiden Händen (Abb. 32C) war günstig bezüglich des Ausgleichens des Hinkens und machte ihr grosse Freude. Angst hatte sie nicht bei dieser Art des Rennens. Wenn das Geschwindigkeits- oder Erschöpfungslimit überschritten wurde, dann liess sich die Kleine einfach auf die Knie fallen (Boden war nicht ganz hart) und wurde dann ein paar Meter mitgezogen, was ihr besonderen Spass bereitete. Die gesunde Schwester Alexandra wollte diesen Spass des beidhändig geführten Rennens auch haben. Da sie nicht an die Grenzen der möglichen Ge-



Konstante Wärme garantiert!

O&P BSW

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
Erlistrasse 2, Küssnacht a. R.

Offizieller Auswärtiger des Schweiz. Skiverbandes



Seit 1900 Mitglied der Schweizerischen Eidgenossenschaft

Die individuelle Einrichtung

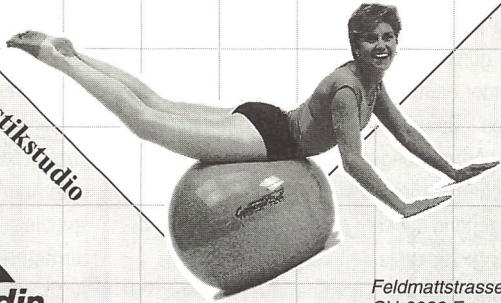
Sauna und Solarium

Physikalische Therapie

- Gymnastik-Training
- Therapie- und Massageleie
- 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. 041-260 11 80
Fax 041-260 11 89

keller

Simon Keller AG



ANATOMISCHE MODELLE LEHRTAFELN

sind eine unentbehrliche Ausbildungshilfe. Naturgetreu bis ins kleinste Detail dargestellt, machen sie funktionelle Zusammenhänge und Abläufe leichter erklärbar und verständlicher.

Wir sind spezialisiert auf moderne Einrichtungen und Fachbedarf für:
• Physiotherapie • Massage • Fitness • Besonnung • Riesenauswahl Fachbücher

Unser aktuelles Lieferangebot:
Kofferliegen, Massageliegen, Gymnastikliegen, Therapieliegen, Vojta/Bobath-Liegen, Decken-Schlingen-Geräte, Rollen, Keile, Kissen, Überzüge, Papierauflagen, Massagegerätee, Elektrotherapiegeräte, UV/IR-Bestrahlungsgeräte, Fitness-, Gymnastik- und Rehabilitationsgeräte, Saunas, Solarien, Hypermiefang, Wärme- und Kältepakungen, Massage- und Einreibemittel, Heilbäder, Ölbäder, Bade-Extrakte, Saunakonzentrate, Reinigungs- und Desinfektionsmittel, Kabinenwäsche, Berufskleider und NEU: individuelle und praxisingerechte Einrichtungen für Empfang, Warteraum, Behandlungs- und Besprechungszimmer

keller

Simon Keller AG

Massage/Physio 034 - 423 08 38
CH-3400 BURG DORF, Lyssachstrasse 83
Tel. 034-422 74 74+75
Fax 034-423 19 93
E-mail: simonkeller@compuserve.com

Ihre direkte Nummer für

- Ich besichtige Ihren Show-Room am
- Ich bitte um Beratung durch Aussendienstmitarbeiter
- Ich bitte um Zustellung
- Gesamtkatalog Lehrmaterialkatalog
- Meine Adresse und Telefonnummer:

schwindigkeit oder Erschöpfung zu bringen war, liess sich Alexandra am Ende der Rennstrecke auf die Knie fallen, um auch den Spass des Gezogenwerdens zu haben. Das Rennen mit der gesunden Schwester hatte den Nutzen, dass die kranke Patrizia sich bei der Schwester das gesunde Rennen ansehen konnte (wichtig zum Aufnehmen des Wettbewerbs mit anderen Kindern) und dass der Trainer den Vergleich von gesund und krank hatte. Auch fühlte sich die gesunde Schwester nicht vernachlässigt wegen zu wenig Zuwendung. Kinder mit motorischen Schäden müssen durch Hilfestellung dazu gebracht werden, dass sie den Konkurrenzkampf mit den anderen Kindern aufnehmen. Darüber hinaus nahm das motorische Lernen etwas den Charakter des Spielens an, was der Motivation zum Lernen förderlich war. Das Lernen in kleinen Gruppen mit Patienten und Angehörigen erwies sich als günstig. Einerseits konnte man sich untereinander beim Ausführen von gestützten oder geführten Bewegungen helfen, andererseits dienten Anfeuerungsrufe, die Motivation zum motorischen Lernen zu steigern. So konnte dann vorübergehend die sehr ernste Erkrankung «ZNS-Verletzung» für kurze Zeit vergessen werden. Die interpersonelle Koordination zwischen Patienten motivierte auch zu stärkerem Training. Auf dem Laufband synchronisierte Patrizia ihr Gehen mit dem Patienten vor ihr und schaffte so längere Serien. «Ach», sagt die Kleine doch am Anfang trocken, «beim Markus geht das rechte Bein aber auch nicht richtig». Zusätzlich zur interpersonellen Koordination zwischen den Patienten kann der Trainer alternierend bei beiden Patienten auf dem Laufband den «schlechten» Fuss setzen fürs instruktive Lernen (*Abb. 32A,B*).

Wiedererlernen von vegetativen Funktionen (Verbesserung der Harnblasenfunktion)

Vegetative Funktionen können ebenso umgelernt werden wie motorische Funktionen. Oben war sogar angedeutet worden, dass beim geschädigten menschlichen ZNS möglicherweise auch die geistige Potenz gesteigert werden könne. Im Vordergrund stehen dabei das Wiedererlernen der Atemfunktion (siehe oben) nach Hirnstammverletzungen oder Entzündungen und das Wiedererlernen der Speicher- und Kontrollfunktion von Dickdarm und Harnblase (Kontinenz), welches das Hauptproblem Rückenmarkverletzter ist.

Die Blasenfunktion wird hauptsächlich bestimmt durch den quergestreiften externen Sphinkter (innerviert durch das somatische Nervensystem) und den Blasenholmuskel, dem Detrusor (innerviert durch das parasympathische Nervensystem). Bei Verletzung des ZNS können das somatische

und das parasympathische Nervensystem gestört sein und die Kopplung zwischen beiden (Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie) [14–16, 20, 24]. Es ist im Zusammenhang mit den *Abb. 19–22* gezeigt worden, dass die Motoneurone, die die Sphinkteren innervieren, für hohe Erregung rhythmisch feuern, wenn die Sphinkteren zum Erhalt der Kontinenz sich kontrahieren sollen. Die neuronalen Netzwerke, die die Sphinkteren aktivieren, sollten daher ihre Funktion bei einem Rhythustraining verbessern. Es gibt Anzeichen dafür, dass die parasympathischen Efferenzen, die den Detrusor innervieren, auch rhythmisch feuern [15]; also könnten auch die parasympathischen neuronalen Netzwerke durch ein Rhythustraining verbesserbar sein. Die Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie (d. h. dass sich der externe Blasen sphinkter zusammen mit dem Blasenholmuskel (Detrusor) kontrahiert, statt sich zu öffnen, um Flüssigkeit aus der Blase zu lassen) könnte auch durch ein Rhythustraining verbesserbar sein. Zwar ist durch Reflexmessungen gezeigt worden [5], dass die Koordination von externem Blasen sphinkter und Detrusor in supraspinalen Zentren angelegt ist, aber bei einem Hirntoten konnte dies nicht bestätigt werden. Auch haben Kleinkinder, die die Blase noch nicht willkürlich kontrollieren können, keine Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie. Eine reine Reflexbogenklärung erklärt die diesbezüglich komplizierte Organisation des ZNS nicht.

Die Blasenfunktion sollte durch ein Rhythustraining verbesserbar sein. Unklar ist, wie das Training auszusehen hat. Bei paraparetischen Rückenmarkverletzten, die wieder gut gehen können, verbesserte sich auch die Blasenfunktion [17]. Urologen schlagen vor, dass der Beckenboden und die Sphinkteren gestärkt werden können, wenn der Patient durch Kontraktion der Sphinkteren versucht, Gewichte zu halten. Dies stärkt noch aktivierbare Sphinkteren, reorganisiert aber nur wenig die neuronalen Netzwerke des sakralen Miktionszentrums (\approx Rückenmarkssegmente S2–S5) und supraspinale Zentren. Vielleicht hilft das «Air-walking» auf dem Strider mit, die neuronalen Netzwerke für die Harnblasenfunktion zu reorganisieren, denn Rumpf- und Beckenbodenmuskulatur sollten bei diesem Training gestärkt werden. Wenn die Reorganisationswirkung auch unspezifisch sein wird, so ist die Anzahl der Bewegungen pro Kraftaufwand gross. Rennen und Springen auf dem Sprungbrett sollten wegen der hohen Aktivierung des Rückenmarkes während des Trainings auch förderlich sein. Das Problem ist, dass der innere Blasen sphinkter den hohen Druckspitzen der Flüssigkeit beim dynamischen Training nicht standhalten kann und der externe Sphinkter nicht oder nicht ausreichend funktioniert, so dass Flüssigkeitsverlust aus der Blase eintritt. Stimulierte (rudimentäre) Blasenreflexe können den Verlust von Blasenflüssigkeit unterstützen.

Die Trainingsvorschläge des Autors für die Reorganisation der neuronalen Netzwerke für die Miktions (Wasserlassen) ähneln denen für die Erhöhung des Harndranges beim Gesunden:

1. Entleerung bei voller Harnblase, d. h. wenn grosser Harndrang entsteht oder indirekte vegetative Zeichen eine volle Blase signalisieren.
2. Anschliessend Bewegungen auf dem Strider durchführen oder umhergehen und dann schnell aufs WC gehen, bevor die erhöhte Netzwerkaktivität wieder abgeklungen ist. Eine Miterregung der parasympathischen neuronalen Netzwerke mit denen der somatischen wird dabei angenommen.
3. Vorgestellte Miktions in Analogie zur vorgestellten Bewegung, weil dann supraspinale Zentren für die Miktions stärker aktiviert werden und das gestörte sakrale Miktionszentrum mehr deszendierende Impulse bekommt.
4. Den Wasserhahn aufdrehen, damit das Geräusch des Wasserplätschens den Blasenentleerungsreflex stärkt. Nach ungenügender Blasenentleerung sollte dann die Blase durch starke Bauchpresse oder Katheterisierung ganz entleert werden (wegen sonst zu grosser möglicher Bakterienvermehrung in der Blase).

In *Abb. 33A* ist ein Harnblasenfunktionsstest (Urodynamik) einer 30jährigen Patientin gezeigt, welcher drei Monate nach der Querschnittslähmung sub Th12 durchgeführt wurde. Der Detrusor (Pdet) zeigt keine klare Aktivität. Die kleinen wiederkehrenden Druckspitzen können irgendwo im Abdomen erzeugt worden sein. Zwölf Monate nach dem Unfall war die Patientin dann sub L3 paraplegisch. Der Detrusordruck (*Abb. 33B*) zeigt jetzt bei retrograder Blasenfüllung bei etwa 400 ml Blasenfüllung eindeutig Aktivität. Die Patientin fühlt 5 bis 10 Minuten vor diesem Füllungszustand bei natürlicher Blasenfüllung eine Art Harndrang und entleert dann durch Bauchpresse die Blase. Der Detrusor wird bei der Bauchpresse direkt mitaktiviert oder indirekt durch einen ausgelösten Blasenreflex. Die Blasenfunktion hatte sich in den vergangenen neun Monaten klar verbessert. Unklar ist, wieviel das Training und wieviel die genetischen Reparaturmechanismen zur Verbesserung beitrugen (*Abb. 18*). Da das Beckenboden-EMG (EMG1) zurzeit der Detrusor-Druckspitzen Aktivität zeigt, liegt eine Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie vor (*Abb. 33B*). Bei einer Synergie würde sich die Beckenbodenaktivität verringert statt erhöht haben [24]. Mit der Bauchpresse kann die Patientin nach einer Speicherphase die Harnblase durch direkte Detrusoraktivierung oder indirekt durch den Blasenreflex entleeren, nur die gleichzeitige

Harnblasenfunktionstest

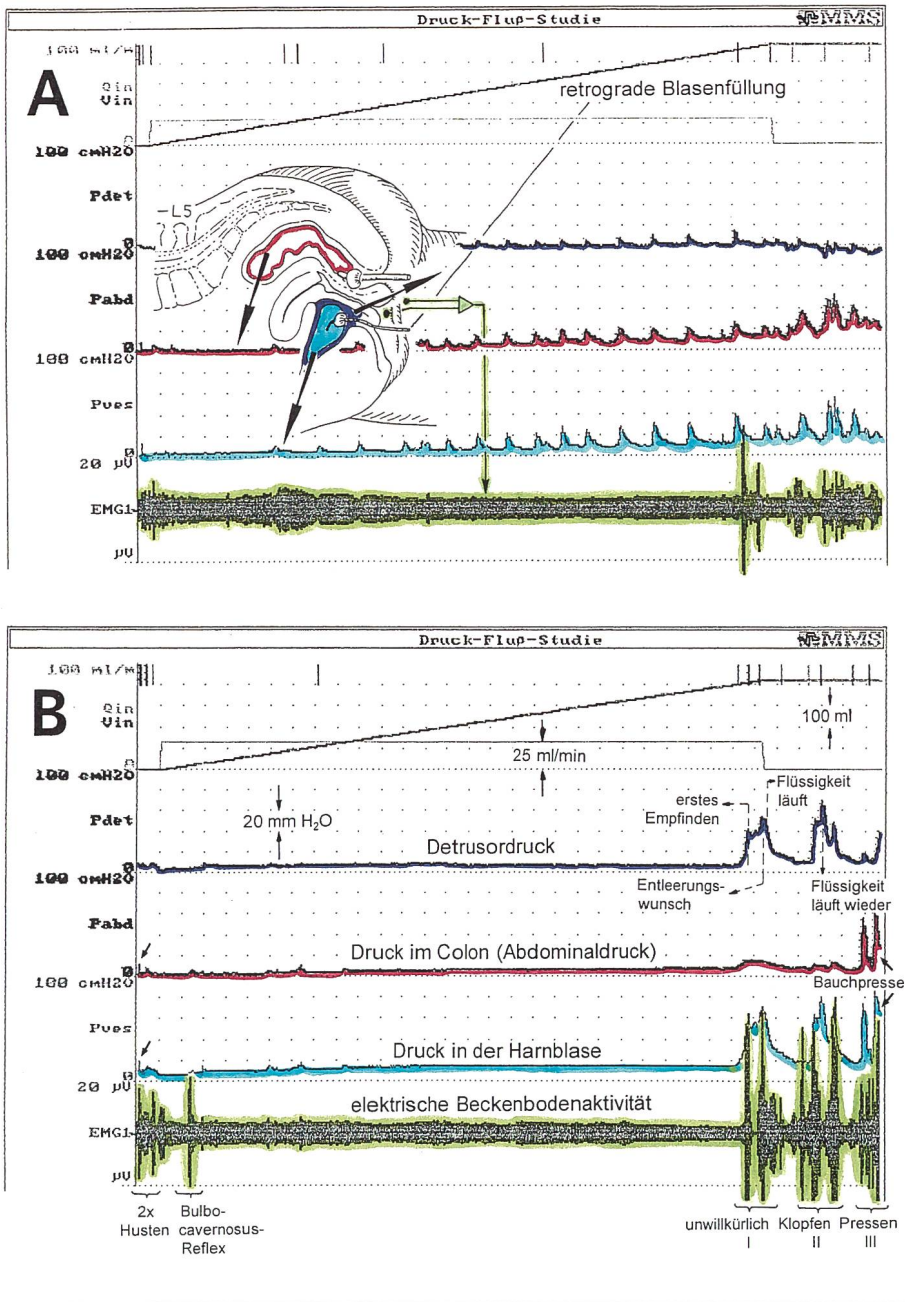


Abb. 33: Verbesserung der Harnblasenfunktion durch Training bei einer 30jährigen Patientin, quantifiziert durch die Urodynamik, 3 Monate nach der durch einen Gebirgsunfall erworbenen Paraplegie sub Th12 (A) und 12 Monate nach dem Unfall (B) (jetzt Paraplegie sub L3).

Aktivierung von Sphinkteren und Detrusor lässt einen hohen Blasendruck entstehen, der auf Dauer zu einem Reflux in die Niere führen kann. Hoffentlich ist bei einem weiteren Koordinationsdynamik-Training unter Berücksichtigung der Reorganisation der neuronalen Netzwerke für die Miktion auch noch die richtige Koordination von Blasenholmmuskel- und Sphinkteraktivität zu erreichen. Wenn auch noch unbefriedigend, so gibt es also belegbare Anzeichen dafür, dass sich die Harn-

blasenfunktion mit einem Koordinationsdynamik-Training verbessern lässt.

Training von Stellreflexen und Automatismen

Beim Training von rhythmisch-dynamisch stereotypen symmetrischen Bewegungen sollen möglichst die ausgedehnten integrativen Funktionen des ZNS verbessert werden, obwohl auch Muskeln und durch pathologische Bewegungen

«vernachlässigte» Muskelgruppen durch das Koordinationsdynamik-Training gestärkt werden. Ein reines Krafttraining andererseits zielt primär auf die Stärkung von Muskelkräften ab, während die Beeinflussung des ZNS nur zweitrangig ist. Zusätzlich zu den ausgedehnten Netzwerkfunktionen können noch besondere Schwachstellen der funktionellen Organisation der neuronalen Netzwerke gestärkt werden durch ein zusätzliches Training von Reflexen und Automatismen. Um Patienten mit extremen Verletzungen in rhythmisch-dynamisch stereotype Bewegungen zu bringen, muss der Erfahrungsschatz der Physiotherapie genutzt werden, um beispielsweise Streck- und Beugespasmen zu lösen (eventuell durch Drehbewegungen), Schmerz zu beseitigen oder Muskeln einer fast funktionslosen Körperhälfte mitzubewegen durch ausgelöste «Mitbewegung».

Anmerkung zu Abb. 27: In A wird der Detrusordruck (Pdet), erzeugt durch die Kontraktion der Blasenwand, als Differenzdruck zwischen dem Abdominaldruck (Pabd, gemessen im Colon) und dem Blasendruck (Pves, gemessen in der Blase). Die Oberflächenelektroden für die Sphinkter-Beckenboden-Elektromyographie (EMG) sind gezeichnet (externe Sphinkteren und zugeordnete Beckenbodenareale zeigen ähnliche EMG-Aktivitäten (die rhythmischen Druckschübe in A kommen nicht aus der Blase)). Der Detrusor zeigt in A kaum Aktivität bei retrograder Blasenfüllung mit 25 ml/min, in B zeigt er eindeutig erste Aktivität bei 360 ml Blasenfüllung. Es liegt eine Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie vor, weil sich die Detrusordruckschübe mit den EMG-Aktivitätsspitzen etwa decken (Blase und externer Sphinkter kontrahieren sich gleichzeitig, so dass Flüssigkeit die Blase nur bei hohem Blasendruck verlässt, Gefahr von Ureterreflux). Die EMG-Spitzen sind etwas unregelmäßig, weil die Flüssigkeit, die die Blase verlässt, wahrscheinlich die EMG-Elektroden vorübergehend kurzschließt. Genauere Funktionstestbeschreibung von B: 2x Husten (siehe B unten) erhöht die EMG-Beckenbodenaktivität und passiv den Druck im Abdomen und in der Blase (angedeutet durch kleine Pfeile, physiologisch). Bulbocavernosus-Reflex (Auflösung durch Druck auf die Klitoris) erhöht die EMG-Aktivität der Sphinkteren (physiologisch). Folgerung: Der Reflexbogen ist in Ordnung; Sakralnerven und Sakralwurzeln sind durch Trauma nicht geschädigt. I: Patientin spürt den unwillkürlichen Detrusor-Druckanstieg (erstes Blasenfüllungsempfinden bei 360 ml). Sie versucht durch Kontraktion der Sphinkteren die Blasenentleerung aufzuhalten. Gleich nach dem Entleerungswunsch, beim Detrusordruckabfall, läuft Flüssigkeit aus der Blase. II: Durch Klopfen wird der Blasenreflex aktiviert (Detrusor aktiviert, kaum Abdominaldruck), Flüssigkeit läuft aus der Blase. III: Durch Bauchpresse steigt Druck im Abdomen und damit auch passiv in der Blase (Detrusor nicht aktiviert); Flüssigkeit läuft aus der Blase. Verzögert wird der Detrusor aktiviert über Blasenreflex. – Blase der Patientin funktioniert teilweise. Verbessern muss sich noch, bei der durch Training induzierten Reorganisation des ZNS, das (1) frühere Empfinden der Blasenfüllung, (2) das Vergrößern der Zeit zwischen der Blasenempfindung und der unwillkürlichen Blasenentleerung (jetzt etwa 10 min, abhängig davon, ob die Patientin körperliche Arbeit leistet (z.B. gehen) oder nicht), (3) dass mehr willkürliche Aktivieren des Detrusors und (4) die physiologische Koordinierung zwischen Blase und externe Sphinkteren (Beseitigung der Detrusor-Sphinkter-Dyssynergie). In Zusammenarbeit mit U. Bersch, Urologie, SPZ Nottwil.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Es ist gezeigt worden, dass basierend auf neuen Erkenntnissen auf den Gebieten der theoretischen Neurowissenschaften, der Computerneurowissenschaften [1,6] und der Humanneurowissenschaften [10–17] bei unterschiedlichen Verletzungen des menschlichen ZNS sinnvolle und lebensnotwendige Funktionen wiedererlernt oder verbessert werden können. Durch Verletzung verlorene somatische und vegetative Funktionen wie Gehen, Atmen und Kontinenz können wieder erlernt werden durch eine Reorganisation der neuronalen Netzwerke des ZNS, unterstützt durch genetische Reparaturmechanismen einschliesslich Neurogenese. Die viel geringere regenerative Kraft des menschlichen ZNS, beispielsweise beim Auswachsen von Axonen gegenüber der von Tieren, wie z. B. der Ratte, kann der Mensch kompensieren durch eine viel grössere, durch Lernen ausgelöste neuronale Netzwerkplastizität. Die Überkapazität (Redundanz) an neuronalen Netzwerken und verbindenden Bahnen bildet die Basis für die Möglichkeit, auch noch nach schweren ZNS-Verletzungen wichtige lebensnotwendige Funktionen wieder erlernen zu können. Bei der ungeheuren Komplexität der neuronalen Netzwerkstrukturen des ZNS erscheint es manchmal zum Verständnis sinnvoll, einmal in Reflexen und Automatismen zu denken, welche eine Art Wegabkürzungen durch das ZNS sind, und ein anderes Mal mit neuronalen Netzwerken zu denken, speziell bei integrativen Umlernprozessen. Das Training von Stellreflexen und anderen Übungen sollte unterstützend zum Koordinationsdynamik-Training eingesetzt werden. Es muss aber daran gedacht werden, dass beim Umlernen von ZNS-Funktionen das gesamte ZNS reorganisiert werden muss, um das Gelernte für alle Funktionen nutzbar zu machen. Komplexe Bewegungen, wie das Rennen, aktivieren und reorganisieren das ZNS stärker und allgemeiner als das Training von Stellreflexen, wo nur sehr spezielle Netzwerkstrukturen aktiviert und reorganisiert werden.

Bei der ungeheuren Komplexität der Eigenschaften und Anpassbarkeit an veränderte Gegebenheiten des ZNS wird es viele Zugänge zur Umorganisation des ZNS geben. In dieser Arbeit standen die Rhythmen, die Verarbeitung von gleichzeitigen Nervenimpulsen und die Koordination bei der Organisation und Reorganisation im Vordergrund und dass rhythmisch dynamisch stereotype symmetrische Bewegungen im Rückenmark angelegt sind. Der Physiotherapie

kommt in der Neurorehabilitation die Aufgabe zu, neue theoretische Erkenntnisse bei der Therapie anzuwenden und neue Therapieformen zu entwickeln.

Die Artikel «Oszillator-Formationstraining» («Physiotherapie» Nr.3 und 4/98) sowie «Koordinationsdynamik-Training» («Physiotherapie» Nr.5 und 6/98) können beim Autor (G.S.) als Sonderdruck bestellt werden.

REFERENZEN

- 1) *ARBIB M. A.*: The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, MIT Press, Cambridge, 1995.
- 2) *AUBERT I., RIDET J. L. AND GAGE F. H.*: Regeneration in the adult mammalian CNS: guided by development. *Curr. Opin. Neurobiol.* (England), 5 (5) (1995), 625–635.
- 3) *BOHM E.*: Sacral rhizopathies and sacral root syndromes (SII–SV). *Acta Chirurgica Scandinavica, Suppl.* 216 (1956), 5–48.
- 4) *GAGE F. H. et al.*: Regenerative responses in the spinal cord. *Rev. Neurol. Arg.* 1997; Suplemento 1: page 56.
- 5) *DE GROAT W. C.*: Nervous control of the urinary bladder of the cat. *Brain, Res.*, 87 (1975) 201–211.
- 6) *KELSO J. A. S.*: Dynamic Patterns, The Self-Organization of Brain and Behavior, MIT Press, Cambridge, 1995.
- 7) *LI Y., FIELD P. M. AND RAISMAN G.*: Repair of adult rat corticospinal tract by transplants of olfactory ensheathing cells. *Science* 277 (1997), 2000–2002.
- 8) *MLEDI R., PARKER I. AND SCHALOW G.*: Calcium transients in normal and denervated slow muscle fibres of the frog. *J. Physiol.* 318 (1981), 191–206.
- 9) *SCHALOW G.*: Elektrophysiologische und morphologische Untersuchungen zur Differenzierung der Tonusfasern des Frosches. Inauguraldissertation, Universität des Saarlandes (1983).
- 10) *SCHALOW G.*: Coactivity of secondary spindle afferents and α_2 , α_3 , γ_1 and γ_2 -motoneurons innervating anal and urinary bladder sphincters in humans. *Electromyogr. clin. Neurophysiol.* 31 (1991), 223–241.
- 11) *SCHALOW G.*: Oscillatory firing of single human sphincteric α_2 and α_3 -motoneurons reflexly activated for the continence of urinary bladder and rectum. Restoration of bladder function in paraplegia. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 31 (1991), 323–355.
- 12) *SCHALOW G.*: Recruitment of motoneurons in the occasional firing mode in paraplegics. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 33 (1993), 401–408.
- 13) *SCHALOW G.*: Spinal oscillators in man under normal and pathologic conditions. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 33 (1993), 409–426.
- 14) *SCHALOW G., ZÄCH G. A., WARZOK R.*: Classification of human peripheral nerve fibre groups by conduction velocity and nerve fibre diameter is preserved following spinal cord lesion. *J. Auton. Nerv. Syst.* 52 (1995), 125–150.
- 15) *SCHALOW G., BERSCH U., GÖCKING K., ZÄCH G. A.*: Detrusor-sphincteric dyssynergia in paraplegics compared with the synergia in a brain-dead human by using the single-fibre action potential recording method. *J. Auton. Nerv. Syst.* 52 (1995), 151–180.
- 16) *SCHALOW G., BERSCH U., MICHEL D., KOCH H. G.*: Detrusor-sphincteric dyssynergia in humans with spinal cord lesions may be caused by a loss of stable phase relations between and within oscillatory firing neuronal networks. *J. Auton. Nerv. Syst.* 52 (1995), 181–202.
- 17) *SCHALOW G., ZÄCH G. A.*: Spinal Locomotion: a New Approach to Human Neurophysiology and Treatment in Spinal Cord Lesion. *Gen. Physiol. Biophys.* 15, Suppl. 1, (1996), 5–220.
- 18) *SCHALOW G. UND ZÄCH G. A.*: Neuronal reorganization through oscillator formation training in patients with CNS lesions. *Journal of the Peripheral Nervous System*, 1998. Im Druck.
- 19) *LAMBERTZ M. UND LANGHORST P.*: Simultaneous changes of rhythmic organization in brainstem neurons, respiration, cardiovascular system and EEG between 0.05 Hz and 0.5 Hz. *J. Auton. Nerv. Syst.* 68 (1998), 58–77.
- 20) *STÖRER M., PALMTAG H., MADERSBACHER H.*: Blasenlähmung – Sexualität und Blasenfunktion bei Rückenmarkverletzten und Erkrankungen des Nervensystems. Thieme Verlag, Stuttgart, 1984.
- 21) *TATAGIBA M., BROSAMLE C. AND SCHWAB M. E.*: Regeneration of injured axons in the adult mammalian central nervous system. *Neurosurgery (United States)*, 40 (3) (1997), 541–546.
- 22) *THELEN E., KELSO J. A. S., FOGEL A.*: Self-organizing systems and infant motor development. *Dev. Rev.* 7 (1987), 39–65.
- 23) *THELEN E. AND SMITH L. B.*: A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action, MIT Press, Cambridge, 1994.
- 24) *TORRENS M. AND MORRISON J. F. B.*: The Physiology of the Lower Urinary Tract, Springer Verlag, Berlin, 1987.
- 25) *TUSZYNSKI M. H., GABRIEL K., GAGE F. H., SUHR S., MEYER S. AND ROSETTI A.*: Nerve growth factor delivery by gene transfer differential outgrowth of sensory, motor, and noradrenergic neurites after adult spinal cord injury. *Exp. Neurol.* 137 (1996), 157–173.
- 26) *WEISS S. et al.*: Multipotent CNS stem cells are present in the adult mammalian spinal cord and ventricular neuroaxis. *J. Neuroscience* 16 (23) (1996), 7599–7609.
- 27) *WEISS S.*: Adult forebrain and spinal cord stem cells – Basic biology and implications for cell replacement and regeneration. *Neurol. Arg. Suplemento 1* (1997), page 56.
- 28) *ZENKER W. UND NEUHUBER W. L.*: Feinbau von Rückenmark und Spinalganglien. In: Benninghoff (Hrsg.) Anatomie, 15. Aufl., Bd.II, Lehmann, München, 1994, Seite 866ff.
- 29) *DIETZ V., COLOMBO G., JENSEN L. AND BAUMGARTNER L.*: Locomotor capacity of spinal cord in paraplegic patients. *Annals of Neurology* 37 (1995), 574–582.
- 30) *SCHALOW G. UND ZÄCH G. A.*: Neuronal reorganization through oscillator formation training in patients with CNS lesions. *J. Periph. Nerv. Syst.* 3 (1998), 1–24.
- 31) *OAKSEN G. UND STERIADE M.*: Slow rhythmic rate fluctuations of cat midbrain reticular neurons in synchronized sleep and waking. *Brain Res.* 247 (1982), 277–288.

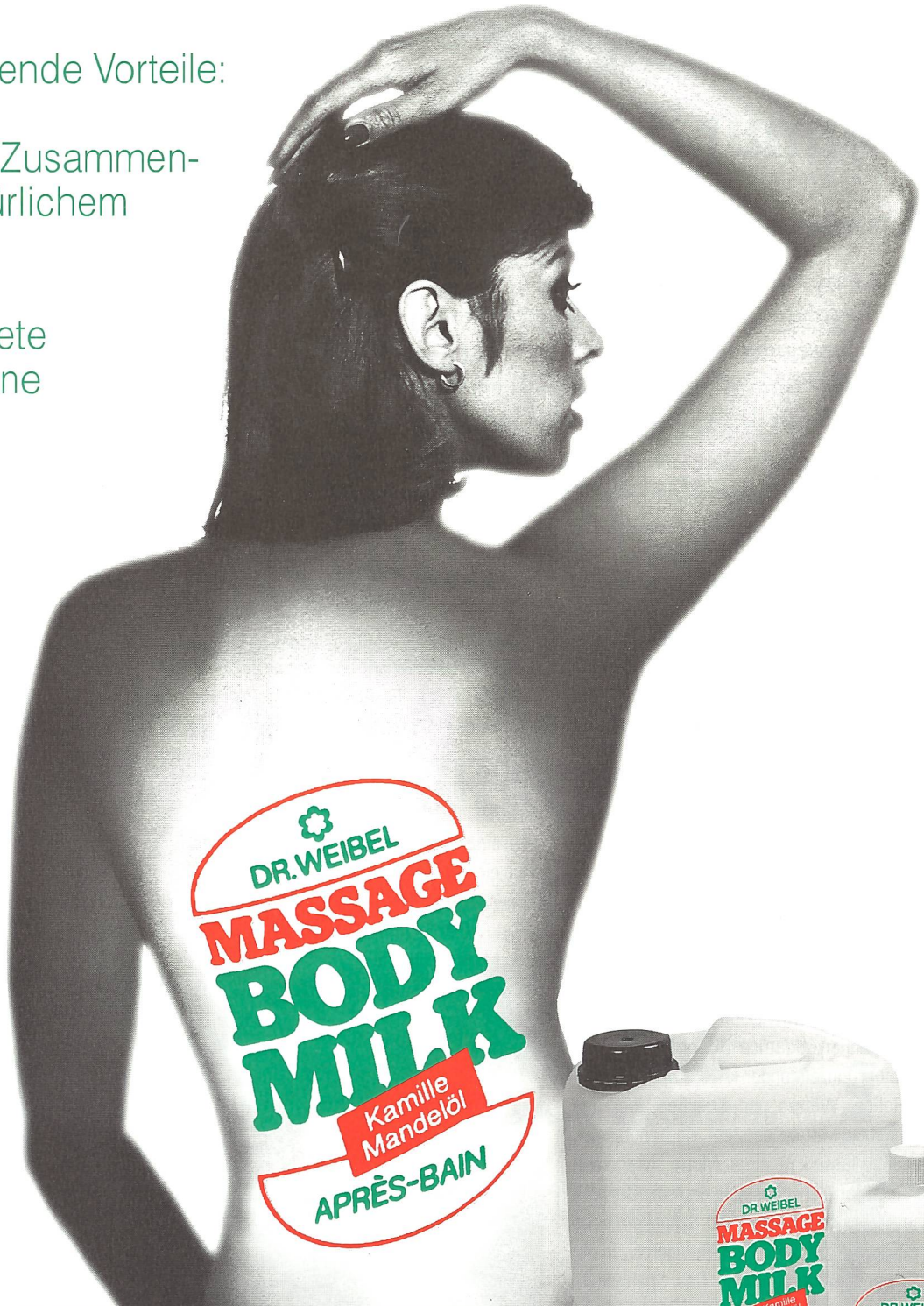


DR. WEIBEL

MASSAGE BODY MILK

bietet entscheidende Vorteile:

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



Dr. Weibel AG
CH-8035 Zürich

Eine Mundipharma
Gesellschaft



Unsere Geschäftspartner in der Schweiz:



Medizin
Therapie
Rehab