

Focus Neurofunktionell (FNF): Tonusdysregulation und Spastizität bei Patienten nach zerebrovaskulärem Insult

Hypothesen und therapeutische Ansätze

Th. Bollinger

Kantonsspital Bruderholz, Schweiz

Zusammenfassung

Ausgehend von der neurophysiologischen Tatsache, daß es Muskelfasern verschiedenen Typs mit unterschiedlichen Stoffwechselmechanismen gibt, kann ein Modell der Reorganisation des neuromuskulären Systems nach zerebrovaskulärem Insult aufgestellt werden. Wir beobachten das klinische Phänomen von Hyperaktivität auf der ipsilateralen Seite des Insults und des beginnenden Hypertonus von phasischer Muskulatur auf der kontralateralen Seite. Als Erklärung postulieren wir einen kompensatorischen efferenten Overflow nach dem Insult. Dieser Overflow trifft auf der kontralateralen Seite mehr Motoneurone von phasischer Muskulatur, weil ihre neuronale Repräsentanz im Rückenmark größer ist als jene der tonischen.

Schlüsselwörter: Spastizität, Hypertonus, zerebrovaskulärer Insult, therapeutische Konzepte bei Hemiplegie

Focus Neurofunktionell (FNF): Hypothesis and therapeutical approach about muscular hypertonus after stroke

Th. Bollinger

Abstract

Based on the neurophysiological fact of different musclefibers, phasic and tonic with different metabolic mechanisms, we can construct a model of reorganization of the neuromuscular system after stroke. We observe the clinical phenomena of hyperactivity on the ipsilateral side of stroke and the beginning of hypertonus in muscle groups with more phasic functions on the contralateral side. We postulate a compensatory efferent overflow. This overflow hits more neurons of phasic muscles on the contralateral side, because their neuronal representation is larger than that of the tonic muscles.

Key words: spasticity, hypertonus, stroke, therapeutical concepts after stroke

Neurol Rehabil 2002; 8 (1): 35-39

Einführung

Focus Neurofunktionell ist eine von uns entwickelte Systematik, welche es Ergotherapeuten, Physiotherapeuten und anderen Rehabilitationsfachleuten ermöglichen soll, Probleme von Patienten mit neuromuskulären und/oder muskuloskelettalen sowie mit neuropsychologischen Funktionsstörungen systematisch zu erfassen. Sie soll einerseits den Einsatz von vorhandenen Behandlungskonzepten wie Bobath, PNF, Perfetti, FBL, Cyriax etc. gezielt und indikationengerecht ermöglichen. Andererseits haben wir – ausgehend von medizinisch-therapeutischen Grundlagen wie Neurophysiologie, Biomechanik, topographischer und funktioneller Anatomie sowie der Neuropsychologie – eigene Hypothesen und Behandlungsansätze für einige klinische Phänomene entwickelt.

Eine in der Rehabilitation sowohl quantitativ als auch qualitativ wichtige Fragestellung ist die Therapie der Tonusdysregulation bei Patienten nach zerebrovaskulärem Insult.

Aktuelle Behandlungsstandards

Der klinische Nachweis, daß sich Spastizität durch extrinsische Intervention im Sinne einer Annäherung an physiologische Haltungs- und Bewegungsmuster beeinflussen läßt, haben *Karel* und *Berti Bobath* geliefert [1]. Durch hervorragende TherapeutInnen wie *Pat Davies*, *Gisela Rolf*, *Violette Meili* und viele andere, welche diesen Weg beschritten und weiterentwickelt haben, hat sich das Bobath-Konzept zu einem Standard in der Behandlung von Patienten mit Hemiplegie etabliert [3, 4, 5, 10]. Trotzdem wäre es falsch, das Bobath-Konzept quasi zum »Goldstandard« zu erheben. Dazu fehlt einerseits der wissenschaftliche Nachweis klinischer Evidenz, andererseits bleiben trotz beachtlicher therapeutischer Resultate Schwachstellen im Konzept bestehen. Die Schwachstellen liegen in der oft engen Sicht der Hemiplegie als »Tonusproblem« und der daraus resultierenden relativen Vernachlässigung biomechanischer, muskelphyysiologischer und neuropsychologischer

Aspekte. Deshalb haben sich in der Folge eine Vielzahl anderer Autoren in die Diskussion eingebracht:

- Das St. Galler Modell (Affolterkonzept) [4, 10] betont den Aspekt von Wahrnehmungsproblemen neurologischer Patienten. Zu Recht wird darauf hingewiesen, daß Patienten mit weitgehend intakten sensomotorischen Funktionen trotzdem in gezielten Bewegungsabläufen, welche mit alltäglichen Verrichtungen einhergehen, stark eingeschränkt sein können.
- *H. Kabat*, der Begründer der propriozeptiven neuromuskulären Fazilitation (PNF), und seine Nachfolger haben aufgezeigt, daß neuromuskuläre Aktivität an die Anordnung der die Gelenke bewegenden Muskulatur gekoppelt ist und dem neurophysiologischen Prinzip von Aktivität und reziproker Relaxation folgt.
- *Susanne Klein-Vogelbach* [9] hat unter anderem auf die Zusammenhänge von konstitutionellen Faktoren und Bewegungsmöglichkeiten hingewiesen und wichtige Zusammenhänge zwischen Stabilität und Mobilität im muskuloskeletalen System aufgedeckt.
- *Cyriax* [2] hat in Weiterentwicklung der »klassischen« manuellen Therapie (*Maitland, Kaltenborn*) die biomechanischen Gesetze von Gelenken und periartikulären Strukturen beschrieben. Seine Diagnostik erlaubt uns, Gelenk- und Weichteilprobleme genauer zu differenzieren. Zudem hat das Cyriax-Konzept den dreidimensionalen Aspekt von Gelenkmechanik betont.
- *Ch. Larsen* weist in seinem »Spiraldynamik-Konzept« auf wichtige funktionell-anatomische Faktoren hin. Die »spirale Verschraubung«, welche muskel- und gelenkmechanisch angelegt ist, bildet in der spiraldynamischen Sicht einen wesentlichen Faktor für Ökonomie und Physiologie von Haltung und Bewegung
- Das Perfetti-Konzept betont die Notwendigkeit der Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsleistungen in der sensomotorischen Rehabilitation und die Schädlichkeit zu früher und unkontrollierter Bewegung. Spezielle Übungen mit dafür entwickelten Geräten sollen unerwünschte »Irradiation« von abnormem Tonus verhindern helfen.

Diese Liste ließe sich noch weiter verlängern, und die Inhalte der einzelnen Konzepte sind verkürzt wiedergegeben. Trotzdem spiegelt sich darin die ganze Vielfalt der Behandlungsansätze, ihre Schwerpunkte, ihre Sichtweisen, aber auch ihre Beschränkungen.

Focus-Neurofunktionell (FNF) will nun nicht eine weitere »Schule« begründen. FNF plädiert für eine pragmatische und problemorientierte Herangehensweise an die therapeutischen Probleme. Ausgehend von fundierten medizinischen Grundlagen sehen wir menschliche Haltung, Bewegung und menschliches Handeln als eine Interaktion verschiedener Subsysteme und Funktionseinheiten. Im therapeutischen Befund sind die Schlüsselprobleme zu identifizieren und den Subsystemen Konstitution (Statik), Kondition (neuromuskuläre Funktionseinheiten), Perzeptokognition (neuropsychologische Funktionseinheiten) und Sozioemotion (psychologische Funktionseinheiten) zuzuordnen. Dieser Ansatz öffnet den Weg zu gezielter, indikationengerechter Behandlung.

Tonusdysregulation aus neurofunktioneller Sicht

Nach einem zerebrovaskulären Insult bietet sich uns phänomenologisch häufig das Bild einer Tonusdysregulation im Sinne einer Plegie oder Parese auf der kontralateralen Seite des Insults.

Es sei hier betont, daß wir im folgenden unser Augenmerk dem Subsystem »Kondition« zuwenden und die anderen Subsysteme erst einmal »ausblenden«.

Im weiteren Verlauf (Tage, Wochen) ist in der Regel auf der ipsilateralen Seite des Insults eine verstärkte motorische Aktivität zu beobachten, die sich mehr oder weniger stark von der plegischen oder paretischen kontralateralen Seite abhebt. Wie können wir dieses Phänomen interpretieren?

Der Insult schädigt an unterschiedlichen Orten und in unterschiedlichem Ausmaß die Funktionsweise zerebraler Regelkreise. Die daraus folgende Plegie oder Parese bedeutet für das neuromuskuläre System eine Deprivation sensorischer Reize. Ein wesentlicher Faktor für die Versorgung des neuromuskulären Systems mit Reizen ist Bewegung. Deshalb sprechen wir auch von »Sensomotorik«, weil der sensorische Input (Afferenz) für gezielten motorischen Output, welcher über efferente exzitatorische und inhibitorische Efferenzen gesteuert wird, notwendig ist.

Die verstärkte motorische Aktivität (Hyperaktivität) kann also als Versuch des neuromuskulären Systems gesehen werden, sich über verstärkte efferente Aktivität sensorischen Input zur Reorganisation der gestörten Sensomotorik auf der paretischen oder plegischen Seite zu holen.

Mit der Hyperaktivität der ipsilateralen Seite geht in der Regel die Entwicklung von Tonus auf der kontralateralen Seite einher, welcher als »Spastizität«, »Hypertonus« oder als »assoziierte Reaktionen« definiert wird. Dabei folgt diese Tonusentwicklung mehr oder weniger stark einem bestimmten Bild, welches immer noch gerne als »spastisches Muster« bezeichnet wird und an den oberen Extremitäten von Flexion, Adduktion, Innenrotation, an den unteren Extremitäten von Extension, Außenrotation und Abduktion dominiert wird. Wie sollen wir nun dieses Phänomen, welches der Rehabilitation häufig enge Grenzen setzt, interpretieren? Dafür muß sich der Fokus auf einige neuromuskuläre und biomechanische Besonderheiten richten:

Phasische und tonische Muskulatur und ihre neuronale Repräsentanz

R. F. Schmidt (1993) [11] beschreibt grundsätzlich zwei Typen von Muskelfasern: »langsame, ausdauernde mit viel Myoglobin und einem daher vorwiegend aeroben Stoffwechsel und schnelle, rasch ermüdbare mit wenig Myoglobin und daher vor allem aneroben Stoffwechsel«. Weiter werden kleine motorische Einheiten (z. B. äußere Augenmuskeln) und große motorische Einheiten (z. B. Rückenmuskulatur) beschrieben [11].

Es scheint sowohl funktionell sinnvoll, daß Haltemuskulatur vor allem Fasern des langsamen, tonischen Typs und umgekehrt Bewegungsmuskulatur überwiegend Fasern des

schnellen phasischen Typs enthält, als auch, daß Bewegungsmuskulatur, welche differenziert steuerbar sein muß, eher kleine motorische Einheiten aufweist, während Haltemuskulatur eher große besitzt.

Daraus müssen wir schließen, daß die neuronale Repräsentanz (d. h. die relative Anzahl von Motoneuronen im Rückenmark) bei phasischen Muskeln größer und bei tonischen kleiner ist. Folglich muß die Anzahl Motoneuronen im Rückenmark von phasischer Muskulatur viel größer sein als diejenige von tonischer.

Efferenter Overflow und neuronale Repräsentanz

Wir haben postuliert, daß nach einem zerebrovaskulären Insult grundsätzlich eine verstärkte efferente Aktivität über absteigende Bahnen von zerebralen sensomotrischen Zentren nach spinal stattfindet. Auf der ipsilateralen Seite des Insults wirkt sich dies in einer verstärkten motorischen Aktivität aus. Auf der kontralateralen Seite ist die Wirkung des efferenten Overflows, bedingt durch die Läsion, geringer. Da nun die neuronale Repräsentanz der phasischen Muskeln größer ist als diejenige der tonischen, kommt es primär erst einmal in diesen Muskeln zur Entwicklung von Tonus.

Phasische Muskulatur, welche funktionell die Gelenke bewegen sollte, wird also innerviert. Da jedoch die tonische Muskulatur nur in viel geringerem Maße innerviert wird, kommt es zu einer mehr oder weniger starken Dysbalance zwischen tonischer und phasischer Muskulatur (Abb. 1).

Weil Bewegung ohne Stabilität nicht möglich ist, kompensiert die phasische Muskulatur die mangelnde Stabilisation durch einen fixierenden Dauertonus. Da aber phasische Muskeln wegen ihres vorwiegend anaeroben Stoffwechsel diese Arbeit nicht leisten können, werden sie ischämisch, verkürzt und kontrakt.

Die Gelenke wiederum können durch die muskulären Kontrakturen nicht bewegt werden, und damit fehlt der adäquate Reiz für die tonische Muskulatur, dynamisch-stabilisierenden Tonus aufzubauen.

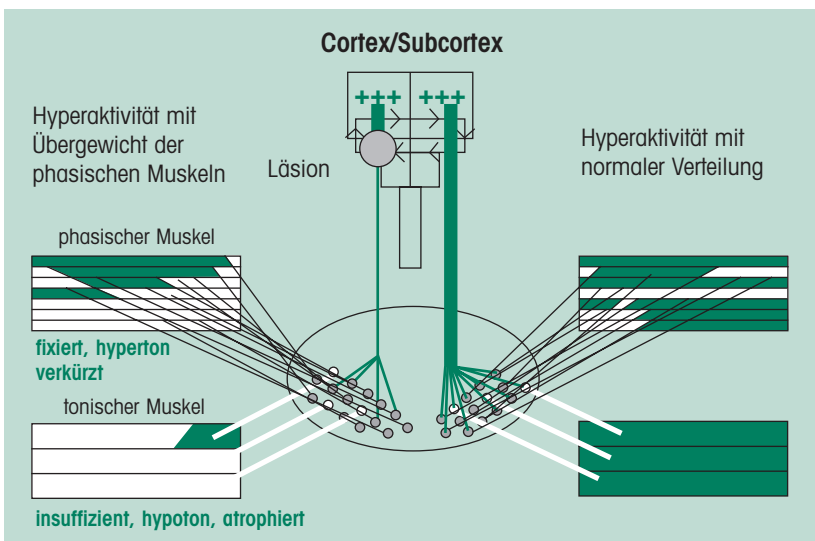


Abb. 1: Wirkungsmodell des efferenten Overflows nach zerebrovaskulärem Insult

Die bewegende, phasische Muskulatur steht für differenzierte Bewegung nicht mehr zur Verfügung, sie ist in ihrer Bewegungsamplitude massiv eingeschränkt und reagiert auf passive Dehnung mit reflektorischer Gegenspannung. Spastizität kann somit als kompensatorische Fixation phasischer Muskulatur gesehen werden.

Welche Muskeln sind tonisch, welche phasisch?

Öfter treffen wir in der Literatur auf die Einteilung in Haltemuskulatur und bewegende Muskulatur. Meistens werden gewisse Muskeln der einen oder anderen Gruppe zugeordnet, ohne daß jedoch diese Zuordnung näher begründet oder untersucht wurde. Wir haben für phasische und tonische Muskulatur neben den rein metabolischen Kriterien ein funktionelles »Anforderungsprofil« formuliert und danach die Muskeln eingeteilt (Tab. 1).

| tonische Muskulatur | phasische Muskulatur |
|--|----------------------|
| gelenknah | gelenküberspannend |
| eingelenkig | mehrgelenkig |
| Beeinflussung der Kapselbandstrukturen | – |
| tiefenliegend | oberflächlich |
| kleine Amplitude | große Amplitude |

Tab. 1: Funktionelles Anforderungsprofil tonischer und phasischer Muskulatur

Mit diesen Kriterien ist es nun möglich, für jedes Bewegungssegment phasische und tonische Muskulatur zu definieren und dies auch mit den Gelenkstellungen des »spastischen Musters« zu vergleichen, welches nach einem zerebrovaskulären Insult häufig ist. Am Beispiel des Schultergürtels soll dies verdeutlicht werden (Tab. 2).

Wir können daraus den Schluß ziehen, daß die kompensatorische Fixation der phasischen Muskeln die Gelenke in das »spastische Muster« zieht – daß also die funktionelle Einteilung in phasische und tonische Muskulatur dem klinischen Bild entspricht. Wir sehen keine hypertonen tonischen Muskeln. Die tonische Muskulatur zeigt die für eine Minderinnervation typischen Zeichen von Atrophie – am Schultergürtel deutlich zu sehen in der Atrophie der Mm. supra-infraspinatus und des teres minor.

Pathophysiologie der phasischen kompensatorischen Fixation

Wir haben dargestellt, welche Mechanismen den Übergang von der sogenannten »schlaffen Phase« in eine zunehmend »spastische Phase« beeinflussen können. Je stärker sich die Spastizität oder der kompensatorische Hypertonus entwickelt, desto schwieriger ist diese Situation thera-

| Bewegungssegment | tonisch | phasisch | »spastisches Muster« |
|------------------|--|--|-------------------------------------|
| scapulo-thorakal | M. serratus ant. M. rhomboideus M. pectoralis minor | M. trapezius alle Teile M. biceps c.b. | Scapula nach kranial-medial stehend |
| gleno-humeral | M. supraspinatus M. infraspinatus M. teres minor M. subscapularis | M. deltoideus alle Teile M. teres major M. pectoralis major M. latissimus dorsi M. coracobrachialis | Humerus adduziert und innenrotiert |

Tab. 2: Phasische und tonische Muskulatur des Schultergürtels

peutisch zu beeinflussen. Bevor eine geeignete Behandlungsstrategie gewählt wird, scheint es sinnvoll, die relevanten neuromuskulären Mechanismen zu analysieren. Gemäß unserer Hypothese sind wir mit folgendem Bild konfrontiert:

- Die muskuläre Stabilisation der Gelenke und Bewegungssegmente ist auf der kontralateralen Seite des Insults insuffizient.
- Kompensatorisch fixieren phasische Muskeln die Gelenke. Sie stehen so für ihren Bewegungsauftrag nicht mehr zur Verfügung. Im Gegensatz zur physiologischen Funktion sind diese Muskeln nicht mehr in der Lage, große Bewegungsamplituden (verlängernd, verkürzend) auszuführen. Sie verharren in angenäherter Position und sind nicht in der Lage, sich aktiv zu verlängern, um eine Bewegungsamplitude der antagonistischen Muskulatur zuzulassen.
- Gelenke und Bewegungssegmente werden nicht mehr aktiv bewegt – es fehlt der physiologische Reiz für die tonische Muskulatur, Gelenke zu stabilisieren – die Atrophie nimmt zu.
- Phasische Muskulatur, welche gegen die Schwerkraft Bewegungen durchführen sollte, bleibt reziprok gehemmt, weil ihre Antagonisten in einem fixatorischen Dauerhypertonus verharren.

Therapeutische Überlegungen und Behandlungsansätze

Vor jeder Behandlung steht der therapeutische Befund. Selbstverständlich gehört neben der Erfassung der sensorischen Situation auch die Berücksichtigung von perzepto-kognitiven Funktionsstörungen (Aphasie, Neglect, Apraxie, Hemianopsie, höhere kognitive Funktionen etc.) zum therapeutischen Befund eines Patienten nach zerebrovaskulären Insult.

Subsystem Kondition: Funktionseinheiten »Nerven und Muskeln«

Unter dem Subsystem »Kondition« verstehen wir das adaptive Verhalten des neuromuskulären Systems an konstitutionelle (statische) Gegebenheiten. Physiologischerweise ist das neuromuskuläre System bestrebt, körpereigene Ge-

wichte mittels Gelenkstellungen so zu verteilen, daß weder zuviel noch zuwenig Muskeltonus aufgebaut werden muß. Gleichgewichtsreaktionen (wie z. B. das reaktive Armpendel) sind typische adaptative Reaktionen des neuromuskulären Systems.

Neuromuskuläre Pathologien können zur Dekompensation des adaptativen Verhaltens führen.

In dieser Situation beginnen kompensatorische Reaktionen, d. h. das neuromuskuläre System büßt mehr oder weniger stark seine adaptativen Möglichkeiten ein. Ein Beispiel ist Fixation von phasischer Muskulatur, welche die durch pathophysiologische Mechanismen bedingte Insuffizienz der tonischen kompensiert. Die Stellung der Gelenke und Bewegungssegmente vor allem auf der plegischen oder paretischen Seite geben uns darüber Aufschluß, welche Muskeln kompensatorischen Tonus entwickelt haben. Gleichzeitig kennen wir auch die tonisch-insuffizienten Muskeln eines Gelenks.

Beispiel: Bei einem Patienten nach zerebrovaskulärem Insult sehen wir im Bereich des Schultergürtels folgendes Bild: Die Scapula steht nach kranial-medial verschoben, der Humerus steht adduziert/innenrotiert und ist subluxiert. Der Schultergürtel kann nur wenig »en bloc« angehoben werden, eine aktive Abduktion des Humerus ist nicht möglich. *Interpretation:* Der M. trapezius pars ascendens fixiert die Scapula gegen die Schwerkraft nach kranial-medial. Er kompensiert damit die Stabilisation der Scapula durch die Mm. rhomboidei und den M. serratus anterior. Die Mm. pectoralis major, teres major, latissimus dorsi fixieren den Humerus in Innenrotation/Adduktion. Sie kompensieren damit die insuffiziente Rotatorenmanschette (Mm. supra- und infraspinatus, teres minor und subscapularis). Die Mm. deltoidei sind durch die in Adduktion tonisierten phasischen Muskeln reziprok gehemmt.

Problemstellung: Dieses klinische Bild stört in dramatischer Weise die Funktion des gesamten Schultergürtels:

- Die Scapula kann nicht oder nur noch geringfügig bewegt werden, weil der Trapezius fixiert.
- Der humero-scapulare Rhythmus ist in dem Sinne gestört, daß die Scapula durch die Fixation vor allem des M. teres major sofort mit dem Humerus mitgeht.
- Dadurch wird der natürliche Reiz für die Scapula-Stabilisation (nämlich eine aktive Verlängerung dieses Muskels im Verlaufe der Humerus-Abduktion) verhindert.
- Die innenrotatorische Fixation des Humerus verhindert die für eine physiologische Abduktion nötige Außenrotation. Jeder Versuch (vor allem auch passiv) der Abduktion muß zu einer subakromialen Kompression führen und damit früher oder später Schulterschmerzen provozieren.

- Eine aktive Bewegung, welche ein Reiz für die glenohumerale Stabilisation durch die Rotatorenmanschette sein könnte, wird verhindert, da die drei Anteile des Deltoideus reziprok gehemmt sind.

Schlüsselprobleme und Behandlungsansatz

Als Schlüsselproblem müssen wir jene phasischen Muskeln sehen, welche kompensatorisch fixieren.

- Ohne aktive Verlängerung dieser Muskeln (exzentrische Muskelarbeit) bekommen wir keine selektive Bewegung, weil die für diese Muskeln typische große Bewegungsamplitude fehlt.
- Ohne aktive Verlängerung bleiben auch die gegen die Schwerkraft wirkenden Antagonisten reziprok gehemmt.
- Ohne Bewegungsmöglichkeiten durch diese Muskeln bekommt die tonische Muskulatur nicht den adäquaten Reiz zur Stabilisation und atrophiert weiter.
- Jeder aktive Bewegungsversuch in einem »fixierten Gelenk« verstärkt mangels Stabilisation die kompensatorische Fixation.
- Jeder unkontrollierte Einfluß der Schwerkraft bedeutet gleichfalls eine Verstärkung der kompensatorischen Fixation.

Das Schlüsselproblem liegt also in der exzentrischen Verlängerung der fixierenden phasischen Muskeln. Wie können wir dies therapeutisch erreichen? Die Physiologie des neuromuskulären Systems zeigt den Behandlungsweg.

Die Muskelspindel als therapeutisches Medium

Physiologischerweise verlängert sich ein Muskel aktiv (d. h. er wird reziprok gehemmt und verlängert sich exzentrisch), wenn die intrafusale Muskulatur gedehnt und diese Dehnung durch Spindelafferenzen (vor allem Ia-Afferenzen) [11] über sensorische Rückkopplung an die extrafusale Skelettmuskulatur weitergeleitet wird. Tatsächlich läßt sich so therapeutisch ein »spastischer« Muskel verlängern. Mit der Verlängerung der fixierenden Muskeln ist der erste Schritt in der Normalisierung der Tonusdysregulation getan. Um bei der nächsten Bewegung nicht sofort wieder kompensatorischen Tonus zu bekommen, muß versucht werden, dem zu behandelnden Bewegungssegment tonische Stabilität zu geben. Im Gegensatz zur phasischen Muskulatur arbeitet tonische mit kleinen Bewegungsamplituden im kurzen Wechsel konzentrisch-exzentrisch: dynamisch-stabilisierend also.

Wir empfehlen deshalb, das Gelenk passiv assistiv oder aktiv kontrolliert (je nach funktioneller Möglichkeit und Ausgangsstellung) mit solchen Reizen zu stimulieren. Sobald tonische Aktivität sicht- und spürbar ist, können auch geführte Bewegungen mit größerer Amplitude dazukommen. Die Therapie muß den momentanen Möglichkeiten des Patienten angepaßt werden. Sobald sich kompensatorischer Tonus zeigt, ist dies ein Hinweis dafür, daß die Anforderungen zu hoch sind oder noch zu wenig tonische Aktivität rekrutiert wurde.

Zusammenfassung und Diskussion

Wir haben darzustellen versucht, wie mit der unter dem Begriff »FNF« zusammengefaßten Systematik therapeutische Fragestellungen systematisch erfaßt werden können. Die Hypothese der Tonusdysregulation nach zerebrovaskulärem Insult hat in der therapeutischen Praxis empirisch gute Resultate geliefert. Wie bei allen anderen ergo- oder physiotherapeutischen Behandlungsansätzen fehlt der wissenschaftliche Nachweis therapeutischer Evidenz, d. h. ein signifikanter Unterschied zwischen dieser Behandlungsweise, anderen Behandlungsansätzen und einer spontanen sensomotorischen Erholung. Dies hängt unter anderem mit der Komplexität der Funktionsstörungen nach zerebrovaskulärem Insult zusammen. Wie schon erwähnt, werden im Rahmen der Pathogenese dieses Krankheitsbildes häufig alle Subsysteme und Funktionseinheiten des menschlichen Organismus mitbetroffen. Es ist deshalb hilfreich, im therapeutischen Befund Funktionseinschränkungen der Funktionseinheiten der verschiedenen Subsysteme zu identifizieren, ihre Interaktionen zu erfassen und die Schlüsselprobleme im Sinne einer Arbeitshypothese zu formulieren. Die dargestellten Behandlungsansätze zeigen in dem Sinne gute Resultate, als sie bei guter sensomotorischer Erholung funktionelle Resultate optimieren und der Entwicklung schwerer »spastischer« Bilder effizient entgegenwirken können. Der Vorteil der vorgeschlagenen Befund- und Behandlungssystematik liegt in der guten Nachvollziehbarkeit neurophysiologisch fundierter Hypothesen. Wir sind davon überzeugt, daß eine kritische Auseinandersetzung mit unseren Hypothesen und Behandlungsansätzen der weiteren Entwicklung der Therapie von Patienten nach zerebrovaskulärem Insult förderlich sein wird.

Literatur

1. Bobath B: Die Hemiplegie Erwachsener. 2. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart 1990
2. de Bruijn R: Orthopädische Medizin, Teil 1: Obere Extremitäten. NAOG Verlag, Eersel NL 2000
3. Davies PM: Hemiplegie. Springer, Berlin 1986
4. Davies PM: Im Mittelpunkt. Springer, Berlin 1991
5. Davies PM: Wieder Aufstehen. Springer, Berlin 1995
6. Goldenberg G: Neuropsychologie. G. Fischer Verlag, Stuttgart 1997
7. Hochschild J: Strukturen und Funktionen begreifen Bd. 1, Thieme Verlag, Stuttgart 1998
8. Klein-Vogelbach S: Funktionelle Bewegungslehre. 3. Aufl., Springer, Berlin 1986
9. Lipp B, Schlaegel W: Wege von Anfang an. Frührehabilitation schwerst hirngeschädigter Patienten. Neckar Verlag, Villingen 1996
10. Rohlf's BP: Erfahrungen mit dem Bobath-Konzept. Thieme Verlag, Stuttgart 1999
11. Schmidt RF: Neuro- und Sinnesphysiologie. 3. Aufl., Springer, Berlin 1998
12. Wolf HD: Neurophysiologische Aspekte des Bewegungssystems. 1996

Korrespondenzadresse:
 Thomas Bollinger
 Leitender Ergotherapeut
 Kantonsspital Bruderholz
 CH-4101 Bruderholz