

**PHYSIOTHERAPIE AUF NEUROPHYSIOLOGISCHER GRUNDLAGE NACH
BOBATH UND VOJTA BEI KINDERN MIT ZEREBRALEN
BEWEGUNGSSTÖRUNGEN (UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG VON
INFANTILEN ZEREBRALPARESEN)**

Stellungnahme der Gesellschaft für Neuropädiatrie und der Deutschen Gesellschaft für
Sozialpädiatrie und Jugendmedizin

D. Karch, E. Boltshauser, G. Göhlich-Ratmann, G. Gross-Selbeck, J. Pietz, H-G. Schlack

(Kommission der Gesellschaft für Neuropädiatrie zu Behandlungsverfahren bei

Entwicklungsstörungen und zerebralen Bewegungsstörungen unter Mitwirkung der DGSPJ)

Einleitung

Bei Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen gilt die Physiotherapie als ein zentraler Bestandteil der Behandlung, auch wenn sich Therapietechniken und Therapieziele ändern. In den vergangenen Jahrzehnten wurde Physiotherapie vor allem unter dem Aspekt durchgeführt, dass die neurophysiologischen Bedingungen, welche für die abnormen Bewegungs- und Haltungsmuster verantwortlich sind, beeinflusst werden müssten. Im Mittelpunkt stand die Generierung von möglichst normalen Bewegungsabläufen und die Vermeidung von abnormen Bewegungsmustern bzw. „Ersatz-Mustern“. Verschiedene Vorgehensweisen wurden einerseits aufgrund von klinischen Beobachtungen bei Kindern und Erwachsenen mit zerebralen Bewegungsstörungen und andererseits aufgrund von Hypothesen über die neurophysiologischen Folgen bei Läsionen des zentralen Nervensystems, insbesondere bei frühkindlichen Hirnschäden, entwickelt. Ziel der Therapie war es, weitgehend normale Bewegungsabläufe und Körperhaltungsmuster im Gehirn zu speichern, um sie bei eigenständigen Handlungsabläufen zu nutzen. Diese Grundidee findet sich bei der Physiotherapie nach dem Bobath- ebenso wie nach dem Vojta-Konzept. Es wurde der Begriff „Krankengymnastik (oder Physiotherapie) auf neurophysiologischer Grundlage“ geprägt. Die Therapietechniken wurden nicht nur bei Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen bei frühkindlichen Hirnläsionen oder angeborenen ZNS-Malformationen eingesetzt, sondern auch bei Bewegungsstörungen nach späteren Hirnverletzungen bzw. erworbenen ZNS-Erkrankungen. An der Effektivität dieser Behandlungskonzepte wurden in den letzten Jahren zunehmend Zweifel geäußert, da wissenschaftliche Evaluationsstudien keine eindeutigen

Therapieerfolge nachweisen konnten, neue Therapiekonzepte angeblich bessere Erfolgsaussichten haben und die theoretischen Grundlagen der Therapien umstritten sind. In der vorliegenden Stellungnahme sollen Theorie und Praxis beider Methoden, ihre Gemeinsamkeiten und ihre Unterschiede bei der Behandlung von zerebralen Bewegungsstörungen, insbesondere bei infantilen Zerebralpareesen, und ihre Bedeutung im Rahmen einer umfassenden Betreuung („management“) dargestellt und kritisch bewertet werden. Sie beruht unter anderem auf der Vorarbeit der Arbeitsgemeinschaft “Bobath/Vojta - Konsens/Dissens” (Karch et al. 2002).

Definition der zerebralen Bewegungsstörungen

Die zerebralen Bewegungsstörungen werden als Oberbegriff für alle Störungen von Körperhaltung und Bewegung verstanden, die auf einer Erkrankung, Schädigung oder Aufbaustörung (Anomalie) des Gehirns beruhen. Dazu gehören die infantilen Zerebralpareesen (ICP), eine Gruppe von Syndromen mit nichtprogredienter Grunderkrankung aber sich änderndem klinischen Bild (sensomotorischen Störungen), die sich in der frühen Kindheit manifestieren. Bei der ICP ist der spastisch erhöhte Muskeltonus oft das führende klinische Symptom. Aber auch ataktische und dyskinetische Bewegungsstörungen oder Mischbilder gehören zu dieser Krankheitsgruppe (Michaelis und Niemann 1999, Cans 2000). Der Schweregrad ist sehr variabel und fast immer sind zusätzliche Störungen assoziiert.

Physiotherapie bei zerebralen Bewegungsstörungen

Physiotherapie soll Bewegung, Haltung und Stabilität sowie Bewegungsablauf und Muskelkräfte anregen und unterstützen. Dabei wird nicht nur auf das Muskelskelettsystem eingewirkt, sondern auch auf sensible/ sensorische und vegetative Funktionen und die psychische Situation Einfluss genommen. Es sollen Funktionseinschränkungen gemindert oder ihre Verschlimmerung vermieden sowie die Mobilität und Leistungsfähigkeit gesteigert werden mit dem Ziel, eine grössere Selbstständigkeit und eine Integration in die Familie und Gesellschaft zu erreichen.

Wesentliche Techniken sind die Anregung von aktiven Bewegungen mit und ohne unterstützende Geräte und von Halten, von Gehen (Gangschulung) und Atemfunktion. Aber

auch passive Techniken der Lagerung, der Mobilisierung oder der Traktion gehören zu den allgemeinen Behandlungstechniken.

Die Behandlung ist zu ergänzen durch eine sinnvolle Beratung der Bezugspersonen und des Kindes selbst über die Art der bestehenden Erkrankung, die Ziele und Grenzen therapeutischer Interventionen, die Möglichkeiten der Integration in Kindergarten, Schule und Beruf und Freizeit. Hierzu gehört nicht nur eine spezielle Weiterbildung und Berufserfahrung der Physiotherapeutin oder des Physiotherapeuten, sondern auch eine enge Zusammenarbeit mit speziell erfahrenen Personen anderer Berufsgruppen (Medizin, Ergotherapie, Logopädie, Pädagogik, Orthopädiotechnik usw.).

Ein weiteres Ziel der Therapie ist es, geeignete Orthesen und Hilfsmittel (von einfachen Hilfen bei der Lagerung bis hin zur geeigneten Rollstuhlversorgung) zu finden, welche die Mobilität und Selbstständigkeit im täglichen Leben verbessern können, und die Kinder dabei anzuleiten.

TABELLE 1:

Ziele der Physiotherapie bei Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen

- Anregung motorischer Lernprozesse
- Vermeidung oder Linderung von Kontrakturen des Muskel- Bindegewebssystems
- Mobilisierung der Gelenke
- Vermeidung oder Linderung einer skoliotischen Fehlstellung der Wirbelsäule
- Vermeidung einer Hüftgelenksluxation
- Kraftförderung
- Förderung einer grösstmöglichen Selbstständigkeit
- Anpassung von und Anleitung im Umgang mit technischen Hilfsmitteln (Orthesen, Stützen, Fahrzeuge einschliesslich Rollstuhl u.a.)
- Unterstützung bei der sozialen Integration und Partizipation

Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage

Das Verständnis für die Konzepte einer „Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage“ erschließt sich am besten aus einer historisch orientierten Darstellung. In den 50-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts hatte man die Vorstellung, die pathophysiologischen Mechanismen der zerebralen Bewegungsstörung, d.h. die sog. neurologische Organisation, positiv beeinflussen zu können und zwar durch:

- passive und aktive Übungs- und Trainingsprogramme mit dem Ziel, durch motorische und sensorische Reize das ZNS stimulieren zu können und damit
- die Schädigung der zerebralen Funktionen zu beseitigen, indem mit dem Training zunächst auf der untersten Stufe der motorischen Entwicklung begonnen wurde (hierzu gehört das Kriechen oder das „Patterning“). Man nahm an, dass bei „Überspringen“ einer oder mehrerer Entwicklungsstufen die spätere Ausbildung der „neurologischen Organisation“ mangelhaft sei (vgl. Stellungnahme der Gesellschaft für Neuropädiatrie, Karch et al. 1997).

Die Konzepte der „krankengymnastischen Behandlung auf neurophysiologischer Grundlage“ unterstellen, dass es möglich sei, die Zentren der motorischen Steuerung nachhaltig beeinflussen zu können. Durch spezielle aktive und passive Bewegungsabläufe und Änderungen der Körperhaltung sollten Entstehung und Einfluß der abnormen Bewegungsabläufe vermindert und eine bessere Koordination der willkürlichen oder Spontanmotorik erreicht werden. Ein wichtiger Aspekt war dabei die Annahme, dass die Reifung des ZNS in den ersten Lebensmonaten relativ einheitlich und deterministisch verläuft, d.h. die genetisch vorgegebene Reifung des zentralen Nervensystems für die Entwicklung verantwortlich ist und die motorische Kontrolle auf einem hierarchisch geordneten System basiert. Die vorbestimmte Reihenfolge der motorischen Entwicklungsschritte sollte bei der Behandlung daher als Leitlinie dienen.

Physiotherapie nach dem Vojta-Konzept

Vojta entwickelte seine Therapie bei normalbegabten, gehfähigen Schulkindern mit infantilen Zerebralpareesen (Vojta 1968, Karch et al. 2002, S.249 ff). Er beobachtete, dass (definierte) Veränderungen der Kopfhaltung (gegen Widerstand) konstant bestimmte Bewegungen der Extremitäten provozierten und umgekehrt. Er fand heraus, dass verschiedene Ausgangsstellungen spezielle Haltungsänderungen und phasische Bewegungen facilitierten und dass durch Stimulation bestimmte Bewegungsmuster ausgelöst werden können. Daraus schloss er, dass es komplexe Reaktionsmuster des ganzen Körpers gäbe, die sich provozieren ließen. Er bezeichnete sie als „Koordinationskomplexe“.

Vojta versuchte, die typischen pathologischen Haltungsstereotypien bei Menschen mit spastischer Bewegungsstörung zu verändern. Durch zunehmend bessere Kenntnis der Reizantworten konnte auf die anfangs gesetzten Stimuli verzichtet und statt dessen der bewegungsführende Widerstand an den Extremitäten mit den gleichen Ergebnissen eingesetzt werden. Die regelmässig provozierbaren Koordinationskomplexe wurden als Teilfunktionen der Lokomotion angesehen. So lag der Begriff der Reflexlokomotion nahe. Vojta publizierte zwei definierte Koordinationskomplexe aus der Bauchlage (Reflexkriechen, Vojta 1965 u. 1968) und aus der Rückenlage (Reflexumdrehen, 1970). Entscheidend für das Verständnis der Therapie als auch der postulierten Resultate bei Patienten mit CP war nach Vojta die Annahme einer „Blockierung“ der posturalen Ontogenese und der damit verbundenen Haltungssteuerung durch die Hirnschädigung, und zwar auf dem funktionellen Niveau eines Säuglings von sechs Wochen. Ein schwer zerebral geschädigter Säugling entwickle sich hinsichtlich seiner lokomotorischen Ontogenese nicht darüber hinaus. Die z.B. für das Greifen, die Aufrichtung und Fortbewegung notwendigen Haltungs- und Bewegungsmuster stünden ihm nicht oder nur begrenzt zur Verfügung. So weiche er während der Entwicklung seiner motorischen Kommunikation mit der Umwelt auf sog. „Ersatzmuster“ aus.

Physiotherapie nach dem Bobath-Konzept

In den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts beobachtete die Physiotherapeutin Berta Bobath bei der Behandlung eines erwachsenen Patienten mit einer spastischen Hemiparese stereotype, kaum variierte Beugemuster des spastischen Armes, die bei willkürlichen Bewegungsversuchen und bei psychischen und physischen Belastungssituationen auftraten. Die spastischen Bewegungsmuster ließen sich aus bestimmten „reflexhemmenden“ Körperstellungen verändern. Bei der Therapie wurde daher versucht, von definierten „Schlüsselpunkten“ aus abnorme Bewegungsmuster zu hemmen und gleichzeitig variabelere Bewegungen anzubahnen (fazilitieren). Die stereotypen Haltungen der Gelenke bei spastischer Hemiparese (assoziierte Reaktionen) konnten z.B. am effektivsten von der Schulter aus therapeutisch verändert werden. Neben einer Reduktion des erhöhten Muskeltonus veränderte sich in einer Therapiesitzung auch die Haltung der Hand, es konnten minimale Willkürbewegungen der Finger beobachtet werden, der Patient spürte eine verbesserte Empfindung in seiner Hand. Die spastische Bewegungsstörung wurde als sensomotorische und nicht nur motorische Störung erkannt (Bobath 1967, Bobath 1980, Bobath u. Bobath 1984, Bobath 1986, Bobath 1990, Karch et al. 2002 S.254 ff).

Berta und Karel Bobath orientierten ihr therapeutisches Vorgehen an der normalen sensomotorischen Entwicklung und bezeichneten ihr Konzept deshalb als „entwicklungsneurologische Behandlung“. Da bei jungen Kindern mit infantiler Zerebralparese die notwendige motorische Vorerfahrung fehlt, sollte der Ablauf der normalen motorischen Entwicklung als Leitlinie für die Behandlungsziele dienen: zunächst Kontrolle der Kopfhaltung, dann Drehen, Sitzen, Vierfüßlerstand, Kniestand, Stehen und schließlich Gehen („Neurodevelopmental Treatment“, Bobath u. Bobath 1984).

Die erwartete Normalisierung von Haltung, Empfindung und Bewegung gelang allerdings außerhalb der „statischen“ Therapiesituation nur unvollständig, d.h. ein ausreichender Transfer in die Willkürmotorik gelang meist nicht. Frau Bobath und ihre Mitarbeiter beobachteten, dass eine dynamische Gestaltung der Therapie oft wesentlich besser zum Ziel führte. Die Therapie wurde daher zunehmend in alltagsnahen und funktionell orientierten

Bewegungsabfolgen durchgeführt, um so die zugrundeliegenden Mechanismen der Haltungskontrolle zu erarbeiten.

Das „Handling“ gilt als ein integraler Bestandteil der Therapie. Man versteht darunter das Einbeziehen therapeutischer Prinzipien in den Alltag sowie alle Massnahmen, die zur Erleichterung im Umgang der Eltern und Therapeuten mit den Patienten dienen. Bei der Pflege (z.B. beim Lagern, Wickeln, Anziehen oder Baden) beim Essen, bei der Selbstversorgung sowie im Spiel sollen pathologische Bewegungsabläufe möglichst vermieden oder in ihrer Ausprägung gemildert werden.

In den letzten Jahren rücken Motivation und Anregung der Eigenaktivität des Kindes bei der Regulierung von Gleichgewicht und Bewegung immer mehr in den Vordergrund und der Interaktion zwischen Therapeut/Therapeutin und Kind wird ein immer grösserer Stellenwert beigemessen, gleichzeitig wird direkte und stark kontrollierende therapeutische Einflußnahme bei der Behandlung zunehmend reduziert.

Stellungnahme zu den theoretischen Grundlagen

Die früheren theoretischen Grundlagen zur motorischen Kontrolle und neurologischen Entwicklung unterschieden sich zwischen beiden Konzepten weit weniger, als dies allgemein angenommen wird. Beiden liegt ein hierarchisch-reflektorisch orientiertes Modell der motorischen Kontrolle zugrunde, das sich unmittelbar auf das therapeutische Vorgehen bei der zerebralen Bewegungsstörung auswirkt. Beide Konzepte wurden entwickelt unter der Vorstellung, daß die Physiotherapie sich nicht nur auf die Vermeidung und Reduktion von sekundären Komplikationen wie Muskelschwäche, Kontrakturen, Gelenkfehlstellung, Wirbelsäulenasymmetrie oder Hüftgelenksluxation beschränken dürfe. Es bestand die Hoffnung, ja Zuversicht, die pathophysiologischen Mechanismen im zentralen Nervensystem durch sensible und sensomotorische Reize so beeinflussen zu können, daß Schritt für Schritt eine zumindest annähernd normale Entwicklung stimuliert und damit eine einigermaßen adäquate Steuerung und Kontrolle der Motorik erreicht werden könne.

Die Vorstellungen zur Steuerung der Motorik und zur psychomotorischen Entwicklung haben sich in den letzten Jahrzehnten erheblich gewandelt (Horak 1992, Mattiello u. Woolacott 1997, Übersicht in Karch 2002 und Galea 2004). Damit sind die theoretischen Grundlagen der „Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage“ nicht mehr haltbar.

Dennoch wird nach den Konzepten der Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage noch immer von folgenden Annahmen ausgegangen (nach Karch et al. 2002, S. 258):

- Die abnormale motorische Kontrolle ist unmittelbare Folge der Hirnläsion und führt zu einer Enthemmung von Reflexen bzw. Reaktionsmustern der unteren Ebenen des Zentralnervensystems. Die motorischen Äusserungen des CP-Kindes werden mehr oder weniger durch die Aktivität niederer Reflexe und Reaktionen sowie unreifer Bewegungsmuster bestimmt ("Ersatzmuster", "assozierte Reaktionen und Bewegungen");
- Die Motorik verbessert sich nur dann, wenn höhere Zentren ihre „Kontrollfunktionen“ wiedererlangen und keine weiterreichenden Veränderungen auf spinaler Ebene oder sekundäre Veränderungen des Bewegungsapparates eingetreten sind.
- Von einem bestimmten Alter an ist es nicht mehr möglich, relevante Symptome einer infantilen Zerebralparese nachhaltig zu beeinflussen.

Ob die von Vojta beschriebenen Koordinationskomplexe den von Grillner und Wallen (1985) tierexperimentell nachgewiesenen „central pattern generators (CPG)“ entsprechen, ist eine offene Frage. Angeborene stereotype Bewegungsschablonen werden spinal und im Hirnstamm generiert und im Laufe der kindlichen Entwicklung unter supraspinaler Kontrolle modifiziert und so den konkreten Anforderungen der Lebensumwelt und der Entwicklung angepasst (Forsberg und Dietz 1997). Nach dem heutigen Verständnis ist es kaum vorstellbar, dass die repetitive Auslösung von Koordinationskomplexen weitergehende Auswirkungen hat als auf die Biomechanik und/oder die Regelkreise des „peripheren“ Muskelskelettsystems (zweites motorisches Neuron). Die berichteten Veränderungen von Muskelspannung, Gelenkbeweglichkeit und Eigenaktivität können daher am ehesten durch biomechanische

Veränderungen (Muskelaufbau) und die erhöhte Muskelkraft, z. B. auch im Bereich der Wirbelsäule, erklärt werden (Karch und Glauche-Hiegeler 1993).

Aufgrund der neuen Erkenntnisse im Hinblick auf die motorische Steuerung bei zerebralen Bewegungsstörungen muss bezweifelt werden, dass eine vorwiegend auf Funktionsstörungen (impairment) ausgerichtete Therapie wirklich effektiv sein kann (Horak 1992, Mattiello und Woolacott 1997, Helders et al. 2003). Es spricht vieles dafür, dass eine Förderung und aufgabenorientierte Therapie, evtl. mit psychologischer und pädagogischer Unterstützung von Kind und Familie, die besseren Effekte bringt (Dunst et al. 1989, Schlack 1994, 2000 u. 2003, Helders et al. 2003). Die Therapieziele sollen sich an den Vorstellungen der WHO nach den Vorgaben des neuen Klassifikationssystems der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit ICF (WHO 2001, Gemeinsamer Bundesausschuss 2004) orientieren. Im Mittelpunkt stehen dabei der Erwerb von Fähigkeiten, die für den Alltag relevant sind, und die Förderung der Teilhabe am sozialen Leben.

Nach heutigem Wissen gelingt motorisches Lernen am besten bei wiederholtem, eigenmotiviertem Üben von sinnvollen Aufgaben, das für das Kind auch zu einer Verbesserung seiner Fertigkeiten und Fähigkeiten beitragen kann wie z. B. Aufstellen zum Stand, Gehen mit Unterstützung, Greifen nach interessantem Spielzeug oder wichtigen Gebrauchsgegenständen, selbstständiges Trinken oder Essen usw. Beim motorischen Lernen wächst der Lernerfolg mit der Einsicht in den Sinn einer Übung oder eines Lernstoffs (Brooks 1986); der Transfer in den Alltag ist somit begünstigt. Es wird angenommen, dass zum motorischen Lernprozess sowohl die Erstellung eines motorischen Schemas als auch eines motorischen Programms gehören und dass ein psychologisch-pädagogisch geschicktes Vorgehen während des Lernprozesses den Erfolg beeinflusst (Schmidt 1988).

Auch die neueren Erkenntnisse über die therapeutischen Erfolge eines forcierten Trainings der betroffenen Seite bei Hemiparesen (bei ICP und/oder später erworbenen Läsionen) stützen die Hypothese, dass durch repetitives Üben von Bewegungsabläufen und die verstärkte Nutzung im Alltag eine bessere Reorganisation der ZNS-Areale, die für die motorische Steuerung

verantwortlich sind, erreicht werden kann (Bütefisch et al. 1995, Hömberg und Netz 1996, Willis et al. 2002, Winstein et al. 2003, Page 2003, Taub et al. 2004).

Erfolge von Laufbandtraining bei Kindern mit infantiler Zerebralparese, die als Kasuistiken mitgeteilt wurden, sprechen ebenfalls für diese Annahmen. Sie sind bisher allerdings nicht ausreichend evaluiert worden (Hesse und Brandl-Hesse 2000, Schindl et al. 2000).

Das therapeutische Vorgehen

So ähnlich die "ursprünglichen" theoretischen Vorstellungen sind, welche den therapeutischen Konzepten zugrundeliegen, so unterschiedlich war und ist das Vorgehen in der Therapiesituation.

Der gestörte Muskeltonus wird von Vojta als Folge der posturalen Störung angesehen, die sich in der mangelnden Rumpfstabilisierung bei allen Formen der ICP ausdrückt. Die Therapie richtet sich dementsprechend in erster Linie auf die Verbesserung der Wirbelsäulenhaltung ("Aufrichtung" der Wirbelsäule), die wiederum die Basis für eine Verbesserung der Extremitätenfunktion bildet. Die passive Aufrichtung eines Kindes, das postural dazu noch nicht selbst in der Lage ist, wird strikt abgelehnt, da in einer vom Kind nicht kontrollierbaren Haltung vermehrt Ersatzmuster auftreten und so z.B. auch die Hüftluxation gefördert wird.

Im Vojta-Konzept wird davon ausgegangen, dass es dem ZNS gelingt, die angebotenen "idealen" Bewegungsmuster in der freien Spielsituation zu speichern und bei entsprechend häufiger (d.h. mehrfach täglicher) Therapie spontan in die willkürliche Alltagsmotorik zu übernehmen bzw. auf ihnen aufzubauen. Nur falls das Kind keine Bewegungsfreude zeige und sich sehr passiv verhalte oder die Eltern wenig zur Bewegungsmotivation beitragen können, soll die Physiotherapie mit Ergo- bzw. Montessori-Therapie oder psychologischer Therapie kombiniert werden. Stagniere die motorische Entwicklung mehr als ein Jahr, soll die Physiotherapie reduziert werden. Sie diene dann vor allem der Prophylaxe von schweren Sekundärveränderungen am Muskel-Skelettsystem.

Auch Orthesen und Hilfsmittel werden zur Erhaltung des Erreichten, zur Prophylaxe oder Korrektur von Skelettfehlstellungen eingesetzt. Kinder, deren Aufrichtung zum Stand stark verzögert ist, können in der Therapie mit Hilfsmitteln aufgerichtet werden, solange hierdurch pathologische Muster nicht erheblich verstärkt würden.

Nach dem Bobath-Konzept benötigen die Eltern Unterstützung im Alltag für einen adäquaten Umgang mit dem behinderten Kind sowie für die optimale Anregung kindlicher Aktivitäten. Je älter das Kind und je motivierter es ist, desto eher werden auch Bewegungsabläufe geduldet, die das Risiko in sich tragen, dass abnorme "Muster" gespeichert oder automatisiert werden, da der Eigenaktivität eine entscheidende Bedeutung für funktionelle Verbesserungen zugeschrieben wird. Dies gilt u.a. auch für die Unterstützung der Aufrichtung und der Fortbewegung durch Orthesen und Hilfsmittel.

Aufgrund der bereits erwähnten neueren Erkenntnisse wurde das Bobath-Konzept modifiziert. Die Therapie soll dem Kind ermöglichen, die assoziierten Reaktionen und Bewegungen zu verringern und seinen Bewegungs- und Handlungsspielraum zu erweitern. So sollen neue sensomotorische Erfahrungen möglich und eine positiv veränderte Rückmeldung über das jeweils erreichte Ergebnis erzielt werden. Variable Bewegungsabläufe und die entsprechende Haltungskontrolle sollen durch eigenständiges Wiederholen in funktionell sinnvollen Zusammenhängen erlernt und gefestigt werden. Dadurch sind die Unterschiede zwischen den Konzepten nach Vojta und Bobath in Theorie und Praxis größer geworden (Ohr 1996 u. 1999, Karch 2002).

Stellungnahme zum therapeutischen Vorgehen

Das mehrfach täglich geforderte Auslösen von reflektorischen Bewegungsmustern nach dem Vojta-Konzept führt nicht selten zu Protest oder gar Verweigerung bei den Kindern.

In dieser Situation sollten, wie bei allen anderen Interventionen, die Therapeuten zusammen mit den Eltern und dem Arzt entscheiden, ob die Behandlung nach dem Konzept weitergeführt werden soll. In der Regel ist eine Änderung der Vorgehensweise zu empfehlen.

Nach dem Bobath-Konzept wird von den Angehörigen ein grosses Verständnis für die Fertigkeiten oder Fähigkeiten, die von dem Kind im täglichen Umgang erwartet werden können, verlangt. Variable Zielsetzungen entsprechend dem Entwicklungsstand im motorischen, mentalen und psychischen Bereich, die im Alltag zu einer Verbesserung der Selbstständigkeit beitragen sollen, sind unabdingbar.

Dieser Anspruch kann nicht von allen Angehörigen oder Bezugspersonen erfüllt und nicht bei jedem Kind umgesetzt werden. Daher wird oft der Wunsch geäussert, dass die Therapeuten spezielle Übungsprogramme vorgeben, die praktikierbar sind. Berücksichtigt man, dass es bei Evaluationsstudien bisher noch nicht möglich war, die Wirksamkeit oder die Effektstärke der Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage ausreichend zu belegen (s. u.), erscheint es bei geringer Compliance nicht sinnvoll, Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage nach Bobath oder Vojta einzusetzen.

Die Behandlung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen muss in ein Gesamtkonzept eingebunden werden, dazu können auch weitere Interventionen (z.B. Ergotherapie, Logopädie, pädagogische Förderung) gehören, wenn nicht nur motorische Funktions- und Fähigkeitsstörungen bestehen (Kennes et al. 2003). Zusätzlich können die Injektion von Botulinumtoxin zur Verminderung und Vermeidung von Gelenkfehlstellungen und/oder operative Eingriffe notwendig werden. Statt der Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage nach den Konzepten von Bobath oder Vojta können andere physiotherapeutische Techniken eingesetzt werden wie aktives und passives Mobilisieren des Bewegungsapparates, manuelle Therapie oder Chirotherapie, Krafttraining, das forcierte Üben der betreffenden Seite bei Hemiparese, Laufbandtraining u.a.

Evaluationsstudien

Bis heute ist ungeklärt, inwieweit durch Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage, insbesondere durch intensive, früh beginnende Physiotherapie langfristig ein bessere Prognose im Bezug auf die motorischen Fähigkeiten und eine Verminderung der Folgeschäden, die oft zu einer operativen Behandlung führen, erreicht werden kann (Goodman et al. 1985, Palmer et

al. 1988, Rothberg et al. 1991, Bower et al. 1996, Bower et al. 2001, Butler u. Darrah 2001, Knox und Evans 2002, Übersicht bei Karch 2003 und Schlack 2003). Fast alle kontrollierten Evaluationsstudien beziehen sich auf das Bobath- Konzept bzw. auf „Neurodevelopmental Treatment“. bei spastischen Zerebralpareesen (sog. infantilen Zerebralpareesen). Kontrollierte Studien mit adäquatem Studiendesign zur Wirksamkeit der Therapie nach dem Vojta-Konzept liegen nicht vor. Aber auch wenn die Evaluationsstudien methodische Mängel aufweisen, die auf verschiedenen Ursache beruhen (Siebes et al. 2002), ist zu vermuten, dass Fortschritte während der Therapien zumindest zum Teil diesen zugeschrieben werden können.

Andererseits werden Ergebnisse von methodisch guten Studien, wie z.B. die von Palmer et al. (1990), z. T. unrichtig interpretiert. Darin sei nachgewiesen worden, dass die Physiotherapie nach dem Bobath-Konzept ohne Effekte sei, zumindest weniger effektiv als Ergotherapie. Bei genauer Analyse des Studiendesigns wird deutlich, dass die Ziele bei der krankengymnastischen Behandlung so vorgegeben wurden, dass man mit diesem Ergebnis rechnen musste (Karch 2003).

Trotz der wissenschaftlich nicht abgesicherten Datenlage werden die Verbesserung der Körperhaltungskontrolle und Verringerung von Sekundärsymptomen wie z.B. Kontrakturen allgemein als Effekte einer Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage angesehen. Die wichtigste Aufgabe ist allerdings die fachliche Anleitung der Angehörigen im Umgang mit den Funktionsstörungen der Betroffenen und die Hilfe bei der Integration in Familie und Gesellschaft (Barry 1996, Harris 1990, 1993).

Indikation zur Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage

Trotz der Skepsis gegenüber der Wirksamkeit einer Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage aus wissenschaftlicher Sicht bleibt die Notwendigkeit einer Behandlung, Förderung und Beratung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen. Die Indikation zur Physiotherapie soll unabhängig von Alter des Kindes und der Ursache gestellt werden, wenn aufgrund eingehender neurologischer Untersuchungen eine zerebrale Bewegungsstörung diagnostiziert wird. Die Diagnostik und Therapie setzt eine qualifizierte Weiterbildung der

Physiotherapeutin/des Physiotherapeuten - und der behandelnden Ärzte - voraus. Im Rahmen dieser Weiterbildung werden spezielle Kenntnisse über Normvarianten der motorischen Entwicklung (insbesondere im Säuglingsalter) sowie über zerebrale Bewegungsstörungen, ihrer neurologischen Symptomatik und ihrer Auswirkung auf die Fähigkeiten und die Entwicklung des Kindes bzw. die langfristige Prognose vermittelt. Diese Kenntnisse und die spezielle Erfahrung sind unerlässlich bei einer sinnvollen Behandlung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen.

Für die klinische Befunderhebung im Säuglingsalter wurde von Vojta ein eigenständiges Untersuchungsschema propagiert, mit dem anhand von sog. „Lagereaktionen“ eine zentrale Koordinationsstörung (ZKS, Vojta 1988) diagnostiziert werden könne. Die Indikation zur Therapie ergibt sich aus der Summe der abnormen Lagereaktionen und den Störungen der interaktiven Spontanmotorik (in Rücken- und Bauchlage) sowie anhand der Primitivreflexe, die ebenfalls befundet werden. Als absolute Indikation zur krankengymnastischen Frühtherapie nach Vojta gelten mittelschwere und schwere ZKS sowie leichte ZKS mit konstanter Haltungsasymmetrie. Die Vojta-Therapie könne vor allem bei Kindern hilfreich sein, die eher antriebschwach und motorisch wenig aktiv sind. Eine Aktivierung der Zwerchfellmuskulatur führe zur Unterstützung der Atemfunktion.

Nach dem Bobath-Konzept soll die Therapie dann erfolgen, wenn eine deutliche motorische oder sensomotorische Entwicklungsstörung festgestellt oder die Diagnose einer zerebralen Bewegungsstörung als wahrscheinlich angesehen wird. Insbesondere bei extrem unreif geborenen Kindern sollen Auffälligkeiten der Körperhaltung und der Bewegungsabläufe, die die Pflege und Nahrungsaufnahme beeinträchtigen, schon in den ersten Lebenswochen- und -monaten eine Indikation zur krankengymnastischen Behandlung sein (Karch et al. 2002). Bei der entwicklungsneurologischen Untersuchung aller Kinder seien nicht nur Muskeltonus, Muskelkraft, Muskeleigenreflexe, Körperhaltung, Funktion der Hirnnerven und Stand der motorischen Entwicklung zu beachten, sondern vor allem folgende Symptome wichtig:

- Auffälligkeiten des Verhaltens wie Bewegungsarmut, Apathie, vermehrte Erregbarkeit, Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus sowie Ess- und Trinkstörungen;
- abnorme Ausprägung der automatischen und auch der primären Reaktionen (in Abhängigkeit vom Lebensalter);
- geringe Variabilität oder gar Stereotypie der Bewegungsabläufe, konstante Asymmetrien, symmetrische Fehlhaltungen, besonders immer wiederkehrende Überstreckung des Rumpfes und des Nackens;
- auffälliges Kommunikations- und Interaktionsverhalten insbesondere mit den nahestehenden Bezugspersonen sowie Hinweise auf eine gestörte auditive, visuelle oder taktile Wahrnehmung.

Stellungnahme zur Indikation

Jede Therapie setzt eine Diagnosestellung voraus. Insofern ist die Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage nur bei gesicherter Diagnose einer ICP oder zumindest bei erheblichem Verdacht darauf indiziert. Ausser in schweren Fällen mit ausgeprägter neurologischer Symptomatik ist die Frühdiagnose einer infantilen Zerebralparese in den ersten Lebensmonaten vielfach noch nicht möglich, bei diskreter Symptomatik kann sie auch im 2. Halbjahr noch unsicher sein. Bei Säuglingen mit generalisierter Muskelhypotonie ergibt sich neben der Zerebralparese (als Frühsymptom z.B. bei Athetose und/oder Ataxie) ein breites differentialdiagnostisches Spektrum von der konstitutionell bedingten Hypotonie bis zur Myopathie; auch bei Säuglingen mit mentalen Entwicklungsstörungen findet man nicht selten eine erhebliche Muskelhypotonie einhergehend mit motorischer Entwicklungsverzögerung. In diesen Fällen kann eine Physiotherapie, auch eine Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage, unabhängig von der Ätiologie unterstützend hilfreich sein (Karch 1998), die Ziele sollten dann entsprechend formuliert werden.

Für jede therapeutische Intervention sollte das Therapieziel angegeben und die Intensität und Dauer der Behandlung festgelegt werden. Dabei ist es wichtig, dass der Therapeut/die Therapeutin zusammen mit den Bezugspersonen möglichst konkrete, realistische und für den

Alltag des Kindes relevante Ziele setzt, die kurz- oder mittelfristig erreichbar erscheinen, ständig überprüft und bei Bedarf modifiziert, d.h. der Entwicklung angepasst werden müssen. Therapiepausen können hilfreich sein, um sich über den Spontanverlauf zu informieren. Für die Effektivität einer Therapie ist die Interaktion zwischen Therapeut, Eltern und Kind von grosser Bedeutung.

Bei manchen Kindern mit infantilen Zerebralpareesen kann eine begleitende Physiotherapie über viele Jahre, in Einzelfällen lebenslang erforderlich sein (Anderson et al 2001, Bode 2003). Die langfristigen Ziele (siehe Tabelle 1) sind besonders dann wichtig, wenn sich Hinweise auf den Verlust erworbener Funktionen und Fähigkeiten ergeben (Murphy et al 1996, Bottos und Gericke 2003).

Zusammenfassende Stellungnahme zur Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage

Die Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage kann zur Behandlung von zerebralen Bewegungsstörungen einen wichtigen Beitrag leisten. Sie beruht auf entwicklungsneurologischen Vorstellungen der 40er und 50er Jahre. Das Bobath-Konzept wurde in den letzten Jahren wesentlich modifiziert; danach sollen vor allem eigenständige motorische Lernprozesse angeregt werden. Das Vojta-Konzept geht davon aus, dass nur die Grundlage für die weitere Entwicklung gelegt wird, indem sie Blockaden beseitigen hilft oder zumindest verringert und daß danach eine selbständige Weiterentwicklung erfolgen soll. Dieses Grundkonzept entspricht nicht mehr den heutigen Vorstellungen zur motorischen Entwicklung. Beide Konzepte gehen weiterhin davon aus, dass eine noch nicht voll ausgeprägte Symptomatik bei infantiler Zerebralparese durch früh beginnende Therapie i.S. einer Kompensation deutlich beeinflussbar sei. Schliesslich muss bezweifelt werden, dass eine vorwiegend auf Funktionsstörungen (impairment) ausgerichtete Therapie wirklich effektiv sein kann. Die Wirksamkeit konnte auch bisher durch Evaluationsstudien nicht ausreichend belegt werden.

Nach heutigem Wissen gelingt motorisches Lernen am besten bei wiederholtem, eigenmotiviertem Üben von sinnvollen Aufgaben, was beim Kind auch zu einer Verbesserung

seiner Fertigkeiten und Fähigkeiten beitragen kann. Die Ergebnisse der „Forced Use-Therapie“, des forcierten Trainings der betroffenen Seite bei Hemiparese sowohl bei infantiler Zerebralparese als auch nach später erworbenen Läsionen zeigen, dass durch repetitives Üben von Bewegungsabläufen insbesondere durch ständigen Einsatz der betroffenen Extremität im Alltag eine bessere Reorganisation der ZNS-Areale, die für die motorische Steuerung verantwortlich sind, erreicht werden kann.

Erwachsene mit Zustand nach Schlaganfällen oder SHT profitieren von einem Laufbandtraining. Ähnliche Erfolge wurden auch bei Kindern mit ICP mitgeteilt, sind aber bisher nicht ausreichend evaluiert worden. Diesen neuen Erkenntnissen trägt das modifizierte Bobath-Konzept insofern Rechnung, indem durch Alltagsaktivitäten entsprechend dem Entwicklungsstand motorische Lernvorgänge angeregt und damit neue sensomotorische Erfahrungen ermöglicht werden. Insbesondere bei jungen Kindern ist dies statt vorgegebener und zeitlich limitierter „Programme“ die eindeutig sinnvollere Vorgehensweise. Nur ständige, d.h. eigenmotivierte motorische Aktivitäten unterstützen eine zentralnervöse Reorganisation und tragen gleichzeitig zu einer Verbesserung der Fertigkeiten und Fähigkeiten des Kindes bei.

Zu den wichtigsten Aufgaben der Physiotherapeutin/ des Physiotherapeuten gehört die eingehende Beratung der Angehörigen über die Möglichkeiten zur Förderung der motorischen Entwicklung ebenso wie über die Grenzen therapeutischer Maßnahmen, zur Vermeidung von Sekundärfolgen wie z.B. Haltungsschäden, die Anpassung und Anleitung im Umgang mit technischen Hilfsmitteln (Orthesen, Stützen, Rollstuhl) u.a.

Die Behandlung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen muss in ein Gesamtkonzept eingebunden sein. Hierzu gehören u.a. weitere Therapien wie Ergotherapie und Logopädie, orthopädische Maßnahmen einschliesslich Hilfsmittelversorgung, manualmedizinische oder andere mobilisierende Techniken, pädagogisch orientierte Fördermaßnahmen, medizinische Behandlung wie die Injektion von Botulinumtoxin u.a. Zu berücksichtigen ist dabei immer auch die Persönlichkeit des Kindes, nicht zuletzt um frühzeitig (meist reaktive)

Verhaltensprobleme zu erkennen bzw. Verhaltensstörungen vorzubeugen, die Interaktion von Therapeut, Kind und Eltern u.a.m.

Physiotherapie hat einen hohen Stellenwert in der Behandlung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen und wird ihn auch zukünftig behalten müssen. Die kritische Einstellung zu den speziellen Therapieverfahren wie die nach den Konzepten von Bobath und Vojta heisst nicht, dass keine wichtigen Anstöße zur motorischen Entwicklung gegeben und eine Verringerung von Folgeschäden erreicht werden können. Im Rahmen der qualifizierten Weiterbildung in diesen Behandlungstechniken werden die notwendigen Kenntnisse hinsichtlich der neurologischen Symptomatik einschließlich ihrer Auswirkungen auf die Funktions- und Fähigkeitsstörungen sowie die psychomotorische Entwicklung der Kinder vermittelt, die für die Behandlung von Patienten mit infantilen Zerebralparese unabdingbar sind.

Literatur

Anderson C, Mattsson E (2001) Adults with cerebral palsy: a survey describing problems, needs, and resources, with special emphasis on locomotion. *Dev Med Child Neurol* 43:76-82

Barry MJ (1996) Physical interventions for patients with movement disorders due to cerebral palsy. *J Child Neurol* 11, Suppl. 1: S51-S60.

Bobath B (1967) The very early treatment of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 9:373-390.

Bobath K (1980) A neurophysiological basis for the treatment of cerebral palsy. *Spastics Int Med Publ Heinemann, London.*

Bobath B (1983) Die motorische Entwicklung bei Cerebralparesen. Thieme Stuttgart.

Bobath K, Bobath B (1984) Management of the motor disorders of children with cerebral palsy. Mc Keith Press London.

Bobath B (1986) Abnorme Haltungsreflexe bei Gehirnschäden. 4. Aufl. Thieme, Stuttgart

Bobath K (1990) Das Bobath Konzept. Grundsätzliches zum theoretischen Hintergrund in der Behandlung von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen und sonstigen zentral-neurologischen Erkrankungen. *der kinderarzt* 21:863-870.

Bode H (2003) Spättherapie der infantilen Zerebralparese (ICP) – Resultate wissenschaftlicher Studien. In: Korinthenberg R (Hrsg) Aktuelle Neuropädiatrie 2002, 217-224. Novartis Pharma Verlag, Nürnberg

Bottos M, Gericke C (2003) Ambulatory capacity in cerebral palsy: prognostic criteria and consequences for intervention. *Dev Med Child Neurol* 45:786-790

Bower E, Mc Lellan DL, Arney J Campbell MJ (1996) A randomised controlled trial of different intensities of physiotherapy and different goal-setting procedures in 44 children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 38:226-237.

Bower E, Michel D, Burnett M, Campbell MJ, McLellan DL (2001) Randomized controlled trial of physiotherapy in 56 children with cerebral palsy followed for 18 months *Dev Med Child Neurol* 43:4-15

Brooks VB. Motor Control. In: Brooks VB: *The Neural Basis of Motor Control*. New York, Oxford: Oxford Uni Press 1986

Bundesausschuss der Ärzte und Krankenkassen (2004) Beschluss einer Neufassung der Richtlinien des Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen über die Bewertung ärztlicher Untersuchungs- und Behandlungsmethoden (BUB-Richtlinien) gemäß §135 Abs 1 SGB V -vom Dezember 2003-. *Dt Ärztebl* 101 Heft 17 B992 – B995

Bütefisch C, Hummelsheim H, Denzler P, Mauritz K-H (1995) Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 130:59-68

Butler C, Darrah J (2001) Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: AACPM evidence report. *Dev Med Child Neurol* 43:55-59

Cans C (2000) Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol* 42: 816-824

Dunst CJ, Snyder SW, Mankinen M (1989) Efficacy in early intervention. In: Wang MC, Reynolds MC, Walberg HJ (eds) *Handbook of special education Vol 3: 259-294*. Pergamon, Oxford

Forssberg H, Dietz V (1997) Neurobiology of normal and impaired locomotor development. In: Conolly KJ, Forssberg H (eds) *Neurophysiology and Neuropsychology of Motor Development. Clinics in Developmental Medicine No 143/144: 78-100*. Mac Keith Press, London

Galea M (2004) Neural plasticity and learning: the potential for change. In: Scrutton D, Damiano D, Mayson M (eds) Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy, 2nd Edition. Mac Keith Press London. Distributed by Cambridge University Press

Gemeinsamer Bundesausschuss (2004) Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses zur medizinischen Rehabilitation (Rehabilitations-Richtlinien) nach § 92 Abs, 1 Satz 2 Nr. 8 SGB V in der Fassung vom 16. März 2004 (BAnz. S.6769): Anlage 3 Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF). Dt. Ärzteblatt 101, Heft 17 B990-B992

Goodman M, Rothberg AD, Houston-Mc-Millan JE, Cooper PA, Cartwright JD, van de Velde MA (1985) Effect of early developmental therapy in normal and at-risk survivors of neonatal intensive care. Lancet II 1327-1330.

Grillner S, Wallen P (1985) Central pattern generation for locomotion, with special reference to vertebrates. Ann Rev Neurosci 8:233-262

Harris SR (1990) Efficacy of physical therapy in promoting family functioning and functional independence for children with cerebral palsy. Ped Phys Ther 2:160-164.

Harris SR (1993) Evaluating the effects of early intervention. AJDC 147:12-13

Helders PJM, Englebert RHH, Custers JWH, Gorter JW, Takken T, Net J vd (2003) Creating and being created: the changing panorama of paediatric rehabilitation. Pediatric Rehabilitation 6:5-12

Hesse S, Brandl-Hesse B (2000) Gangrehabilitation hemiparetischer Patienten und mögliche Ansätze in der Behandlung von CP-Kindern. Kinderärztliche Praxis 71:227-232

Hömberg V, Netz J (1996) Rehabilitation motorischer Störungen: Plastizität oder Kompensation? In: Gross-Selbeck G (Hrsg) Aktuelle Neuropädiatrie 1995, 150-161. Ciba-Geigy Verlag, Wehr

Horak FB (1992) Motor control models underlying neurologic rehabilitation of posture in children. In Forssberg H, Hirschfeld H (eds) Movement Disorders in Children. Karger, Basel Freiburg Paris.

Karch D, Glauche-Hiegeler A (1993) Neurophysiologische Grundlagen krankengymnastischer Behandlung bei infantilen Zerebralpareesen. – Ist ein Methodenstreit noch zeitgemäss? Krankengymnastik 45:1211-1224

Karch D, Gross-Selbeck G, Schlack H-G, Ritz A, Hanefeld F (1997) Behandlung von Entwicklungs- und Bewegungsstörungen nach den Methoden von Doman und Delacato. In: Boltshauser E, Schmitt B, Steinlin M (Hrsg) Aktuelle Neuropädiatrie 1996. Novartis Pharma Verlag Nürnberg

Karch D (1998) Indikation zur Behandlung von Entwicklungsstörungen. pädiat. prax. 54:49-56

Karch D (2002) Aktuelle Konzepte zur motorischen Entwicklung und motorischen Kontrolle. In: Aksu F (Hrsg) Aktuelle Neuropädiatrie 2001, 691-699. Novartis Pharma Verlag, Nürnberg.

Karch D, Schulz P, Haberfellner H, Berger W (2002) Bobath und Vojta –Dissens und Konsens- Krankengymnastik auf neurophysiologischer Grundlage zur Frühbehandlung von zerebralen Bewegungsstörungen. In: Voß v H (Hrsg) Sozialpädiatrie aktuell S. 227 – 284 Kirchheim Mainz

Karch D (2003) Jenseits wissenschaftlicher Studien – die Notwendigkeit der Behandlung von zerebralen Bewegungsstörungen. In: Korinthenberg R (Hrsg) Aktuelle Neuropädiatrie 2002, 217-224. Novartis Pharma Verlag, Nürnberg.

Kennes J, Rosenbaum P, Walter S, Russel D, Raina P, Bartlett D, Galuppi B (2002) Health status of school-aged children with cerebral palsy; information from a population-based sample. Dev Med Child Neurol 44:240-247

Knox V, Evans AL (2002) Evaluation of the functional effects of Bobath therapy in children with cerebral palsy: a preliminary study. Dev Med Child Neurol 44:447-460

Matiello D, Woolacott M (1997) Postural control in children: Development in typical populations and children with cerebral palsy and Down syndrome. In: Conolly KJ, Forssberg H (eds) Neurophysiology and Neuropsychology of Motor Development. Clinics in Developmental Medicine No. 143/144: 54-75. Mac Keith Press Londondn

Michaelis R, Niemann G (1999) Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie. 2. Auflage. Thieme Stuttgart New York

Murphy KP, Molnar GE, Lankasky E (1995) Medical and functional status of adults with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 37: 1075-1084

Ohr B (1996) Die cerebrale Organisation der Sensomotorik als Hintergrund für den Ansatz einer Therapie mit entwicklungsgestörten Kindern. In: Viebrock H, Brandl U (Hrsg) Neurophysiologie cerebraler Bewegungsstörungen und Bobath Therapie, 53-56. Vereinigung der Bobath Therapeuten Deutschlands e.V. Bremen

Ohr B (1999) Die Wurzeln des Bobath-Konzepts. Krankengymnastik - Zeitschrift für Physiotherapeuten 3:395-402

Page SJ (2003) Intensity versus task-specificity after stroke: how important is intensity? Am J Phys Med Rehab 82:730-732

Palmer FE, Shapiro BK, Wachtel RC, Allen MC, Harryman SE, Mosher BS, Meinert CL, Capute AJ (1988) The effects of physical therapy on cerebral palsy. A controlled trial in infants with spastic diplegia. N Engl J 318:803-808

Rothberg AD, Goodman M, Jacklin LA, Cooper PA (1991) Six year follow-up of early physiotherapy intervention in very low birth weight infants. *Pediatr.* 88:547-552

Schindl MR, Forstner C, Kern H, Hesse S (2002) Treadmill training with partial body weight support in nonamulatory patients with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 81:301-306

Schlack HG (1994) Interventionen bei Entwicklungsstörungen. *Monatsschr Kinderheilkd* 142:180-184

Schlack HG (2000) Entwicklungsstörungen und Behinderungen. In: Schlack HG (Hrsg) *Sozialpädiatrie*. Urban und Fischer, München Jena

Schlack HG (2002) Was ist erwiesen in der Frühtherapie der ICP ? In: Korinthenberg R (Hrsg) *Aktuelle Neuropädiatrie 2002*, 209-206. Novartis Pharma Verlag, Nürnberg

Schmidt RA (1988) *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis*. (2. ed.) Human Kinetics Publisher, Champaign (Illinois)

Shumway-Cook A, Woolacott M (1995) *Motor Control. Theory and Practical Applications*. Williams & Wilkins Baltimore, Philadelphia, Hong-Kong

Siebes RC, Wijnroks L, Vermeer A (2002) Qualitative analysis of therapeutic motor intervention programmes for children with cerebral palsy: an update. *Dev Med Child Neurol* 44:593-603

Taub E, Landesman Ramey S, DeLuca S Echols K (2004) Efficacy of constraint-induced movement therapy for children with cerebral palsy with asymmetric motor impairment. *Pediatrics* 113:305-312

Vojta V (1965) Rehabilitation des spastischen infantilen Syndroms. Eigene Methodik. *Orthop Traumat* 12:557-562.

Vojta V (1968) Reflexkriechen und seine Bedeutung für die krankengymnastische Behandlung. *Z Kinderheilkd* 104:319-330.

Vojta V (1970) Reflexumdrehen als Bahnungssystem in der menschlichen Fortbewegung. *Z Orthop* 108:446-452.

Vojta V (1988) *Die zerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter. Frühdiagnose und Frühtherapie*. 5. Aufl. Enke Stuttgart.

Vojta V (1989) Die posturale Ontogenese. *der kinderarzt* 20:669-674.

Willis JK, Morello A, Davie A, Rice JC, Bennett JT (2002) Forced use treatment of childhood hemiparesis. *Pediatrics* 110:94-96

Winstein CJ, Miller JP, Blanton S, Taub E, Uswatte G, Morris D, Nichols D, Wolf S (2003) Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 17:137-152

World Health Organization (2001) ICF, International classification of function, disability and Health. WHO Genf (www.DIMDI.de).

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dieter Karch
Klinik für Kinderneurologie und Sozialpädiatrie
Kinderzentrum Maulbronn gGmbH
Knittlinger Steige 21
D-75433 Maulbronn