

Aus der Klinischen Abteilung für Neonatologie der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Graz

# Ursachen der Zerebralparese und klassische Behandlungsmöglichkeiten

Ute Maurer

**Schlüsselwörter:** Zerebralparese – Therapie – zystische periventriculäre Leukenzephalomalazie.

**Keywords:** Cerebral palsy – therapy – cystic periventricular leukomalacia.

**Zusammenfassung:** Die infantile Zerebralparese ist als eine nicht-progressive Erkrankung des unreifen Gehirns definiert, der verschiedene Ätiologien der prä-, peri- und postnatalen Periode zugrunde liegen können. Die wichtigste dieser Erkrankungen ist die zystische periventriculäre Leukenzephalomalazie (PVL), in weiterer Folge kommen intra- und periventriculäre Hirnblutungen, hypoxische Schädigungen, Gefäßprozesse, Infektionen oder Hirnmißbildungen in Frage. Ursächlich besteht immer eine Schädigung des ersten motorischen Neurons.

Die Prävalenz der Zerebralparese liegt europaweit bei 2–3 auf 1000 Lebendgeburten mit starken Streuungsbereichen in den einzelnen Gewichtsklassen. Unsere eigenen Zahlen, die sich ausschließlich auf intensivgepflegte Frühgeborene unter 1500 g Geburtsgewicht (VLBW) beziehen, liegen bei 10% – 20%.

Etablierte klassische Therapiemöglichkeiten umfassen neurophysiologische physiotherapeutische Therapien (*Bobath, Vojta, Hippotherapie*), ganzheitliche Methoden (*Petö*), logopädische und ergotherapeutische Maßnahmen (*Castillo-Morales, sensorische Integration*) sowie heilpädagogische Konzepte (*Affolter, Frostig*).

(Wien. Med. Wschr. 2002;152:14–18)

## Cerebral Palsy – Etiology and Therapy

**Summary:** Cerebral palsy is a non-progressive disorder of the developing brain with different etiologies in the pre-, peri- or postnatal period. The most important of these diseases is cystic periventricular leukomalacia (PVL), followed by intra- and periventricular hemorrhage, hypoxic-ischemic encephalopathy, vascular disorders, infections or brain malformations. The underlying cause is always a damage of the first motor neuron.

Prevalence of cerebral palsy in Europe is 2–3 per 1000 live births with a broad spectrum in different birth weight groups. Our own data concerning only pre-term infants in the NICU with birth weight below 1500 g (VLBW) are between 10% – 20%.

Established classical treatment methods include physiotherapy (*Bobath, Vojta, Hippotherapy*), methods of speech and occupational therapists (*Castillo-Morales, Sensory Integration*) and other therapeutical concepts (*Petö, Affolter, Frostig*).

Korrespondenzanschrift: Dr. Ute Maurer, Klinische Abteilung für Neonatologie, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Auenbruggerplatz 30, A-8036 Graz.

Fax: ++43/3 16/3 85-26 78

E-mail: ute.maurer@kfunigraz.ac.at

## Grundlagen

Obwohl schon lange als eigenständiges Krankheitsbild bekannt, grenzte sich die infantile Zerebralparese als eigenständiges klinisches Erscheinungsbild erst Mitte des 19. Jahrhunderts vor allem von der damals weit verbreiteten Polyomyelitis ab. Der englische Orthopäde *Little* war der erste, der sich mit der Erforschung und Behandlung dieser Krankheit beschäftigte. Die ersten Arbeiten über die Behandlung von Fußfehlstellungen nach Asphyxie und Frühgeburtlichkeit stammen von ihm (1861), die Krankheit wurde primär nach ihm benannt. Nach dem 2. Weltkrieg war durch die Verbesserung der Geburtshilfe und der Möglichkeit, neugeborene Kinder intensivmedizinisch behandeln zu können, die Notwendigkeit entstanden, das Krankheitsbild neu zu definieren. Hierbei war vor allem die AACP (American Academy for Cerebral Palsy) führend, die 1957 eine erste Definition veröffentlichte. Diese wurde 1966 von der Spastic Society noch etwas verändert und hat seither Gültigkeit. Die Definition lautet:

„Die infantile Zerebralparese ist eine bleibende, aber nicht unveränderbare Haltungs- und Bewegungsstörung in Folge einer prä-, peri- oder postnatal entstandenen zerebralen Funktionsstörung, die entstanden ist, bevor das Gehirn seine Reifung und Entwicklung abgeschlossen hat.“

Seither sind fast 40 Jahre vergangen und für die Erfassung epidemiologischer Daten verschiedener Länder war eine Neufassung und Vereinheitlichung der Definition notwendig. Das internationale Netzwerk „Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE)“ erfaßt Daten von 14 Zentren in 8 Ländern Europas und veröffentlichte im Jahr 2000 die folgende, fünf Punkte umfassende Definition.

Die infantile Zerebralparese ist:

- Ausdruck verschiedener Störungen,
- sie ist bleibend, aber nicht unveränderbar,
- sie ist eine Störung von Haltung und/oder Bewegung und motorischer Funktion,
- sie wird verursacht durch eine nicht progrediente Störung/Läsion/Abnormität,
- die im unreifen Gehirn entsteht.

Diese recht ähnliche Definition ermöglicht eine kurze gesonderte Betrachtung der einzelnen Punkte:

Die infantile Zerebralparese ist Ausdruck verschiedener Störungen: Kein einheitliches Krankheitsbild, sondern verschiedenartige prä-, peri- oder postnatal auftretende Störungen, die das Gehirn betreffen, können zugrunde liegen. Dies führt uns zu Ursache und Ätiologie dieser Krankheit.

Die infantile Zerebralparese ist bleibend, aber nicht unveränderbar: die Schädigung des Gehirns ist ein bleibender eingetretener Schaden, das klinische Erscheinungsbild kann sich aber durchaus wandeln: Von einer unbehandelten Zerebralparese, die (auch aufgrund sekundärer Deformitäten) zum schlechter werden tendiert bis zu Besserungen unter gezielter Therapie und Förderung.

Die infantile Zerebralparese ist eine Störung von Haltung und/oder Bewegung und motorischer Funktion:

Also nicht nur einzelne Muskeln, sondern vor allem auch Körperhaltung und Bewegung und somit sämtliche motorische Funktionen sind gestört. Das veränderte Zusammenspiel verschiedener Muskelgruppen zur Ausführung einer gezielten Bewegung oder zur Körperkontrolle ist also einer der wichtigen Faktoren, der das so eindrückliche klinische Bild prägt.

Die infantile Zerebralparese wird verursacht durch eine nicht-progrediente Störung, Läsion oder Abnormalität: Es handelt sich also um ein nicht-fortschreitendes Leiden durch einen bleibenden, einmal eingetretenen Defekt. Dies unterscheidet die Krankheit von allen degenerativen Leiden und/oder Stoffwechselerkrankungen.

Die infantile Zerebralparese entsteht im unreifen Gehirn: Diese Unreife des Gehirns wird meist mit dem Ende des ersten bis maximal des zweiten Lebensjahres begrenzt. Schädigungen, die das unreife Gehirn in diesem begrenzten Zeitrahmen betreffen, führen also zum klinischen Bild einer infantilen Zerebralparese. Neben der Tatsache, daß es von unterschiedlicher Bedeutung ist, ob Bewegungen „nur“ wieder erlernt oder aber völlig neu erlernt werden müssen, ist aber auch die Zeit begrenzt, die dem zerebralparetischen Kind zur Verfügung steht um neue Bewegungsmuster zu erlernen, da es eine Eigenschaft unseres Zentralnervensystems ist, potentiell Verfügbares durch Nichtgebrauch zu verlieren (Caesar 1983).

**Prävalenz**

Das oben erwähnte Zerebralpareseregister in Europa (SCPE) erfaßt etwa 300 000 Geburten pro Jahr in 14 Zentren und 8 Ländern. Aus den Zahlen dieses Registers geht hervor, daß die Prävalenz in der Gesamtpopulation nach wie vor 2–3 auf 1000 Lebendgeburten beträgt. An dieser Gesamtzahl hat sich in den letzten Jahren nichts geändert. Veränderungen und Verbesserungen in Geburtshilfe und Neonatologie werden erst sichtbar, wenn man die Zahlen auf das Geburtsgewicht bezieht:

Naturgemäß schwanken die Angaben stark je nach Zentrum, insbesondere für Kinder mit einem Geburtsgewicht von unter 1500 g. Für diese Kinder werden Inzidenzen von 6% – 10% angegeben. Bei einem Geburtsgewicht von 1500 g – 2500 g geben alle Zentren Zahlen zwischen 0,7% und 1,4% an. Erst ab einem Geburtsgewicht von über 2500 g beträgt die Inzidenz einheitlich 0,1 Promille.

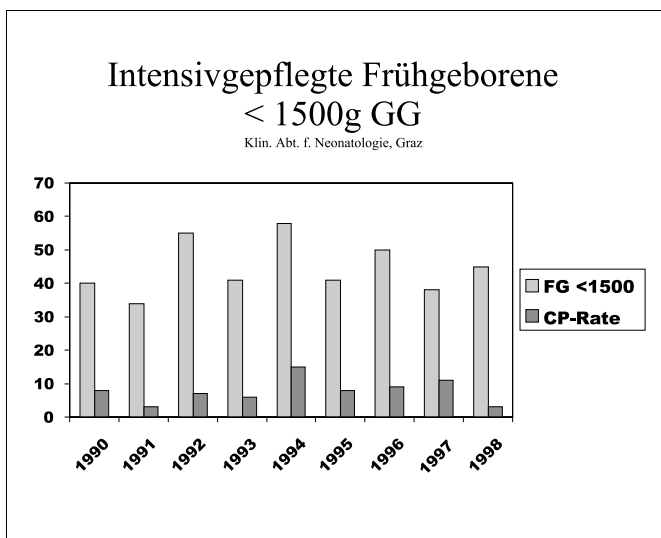


Abb. 1. Inzidenz der infantilen Zerebralparese bei ausschließlich intensivgepflegten Frühgeborenen unter 1500 g Geburtsgewicht an der klinischen Abteilung für Neonatologie, Graz.

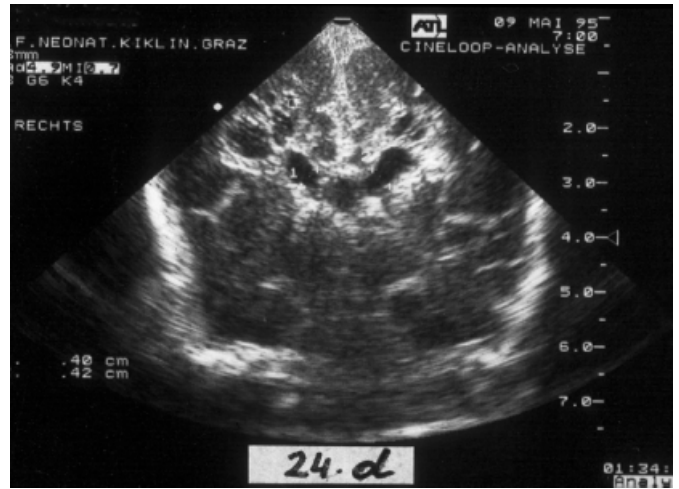


Abb. 2. Ultraschallbild einer zystischen periventriculären Leukenzephalomalazie (Grad III) in Koronarschnitt.

Unsere eigenen Daten sollen einen Überblick über die Hochrisikogruppe der Kinder mit Geburtsgewicht unter 1500 g in den Jahren 1990 bis 1998 geben. An der klinischen Abteilung für Neonatologie Graz werden pro Jahr zwischen 40 und 60 Frühgeborene unter 1500 g Geburtsgewicht intensivmedizinisch betreut. Unsere Zahlen beziehen sich ausschließlich auf intensivgepflegte (also im wesentlichen beatmungspflichtige) Frühgeborene, stellen also keine epidemiologischen Daten dar. Die Häufigkeit von Kindern mit Zerebralparese liegt in diesem vorselektionierten Krankheitsgut zwischen 10% und 20% (Abb. 1).

**Ursache und Ätiologie**

Die morphologische Ursache der infantilen Zerebralparese ist immer eine Schädigung des ersten motorischen Neurons. In erster Linie und in den meisten Fällen (85%) betrifft dies die Pyramidenbahn (Tractus corticospinalis), es kommen aber auch extrapyramidale Bahnen (Basalganglienschädigung) oder Kleinhirnbahnen (Schädigung des Tractus corticopontocerebellaris) in Betracht. Primär oder sekundär kommt es jedenfalls auch zur Schädigung

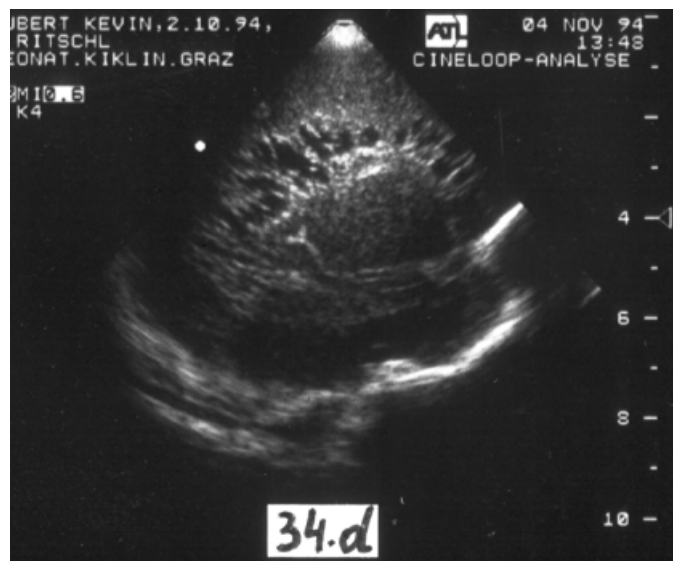


Abb. 3. Ultraschallbild einer zystischen periventriculären Leukenzephalomalazie (Grad III) im Parasagittalschnitt.

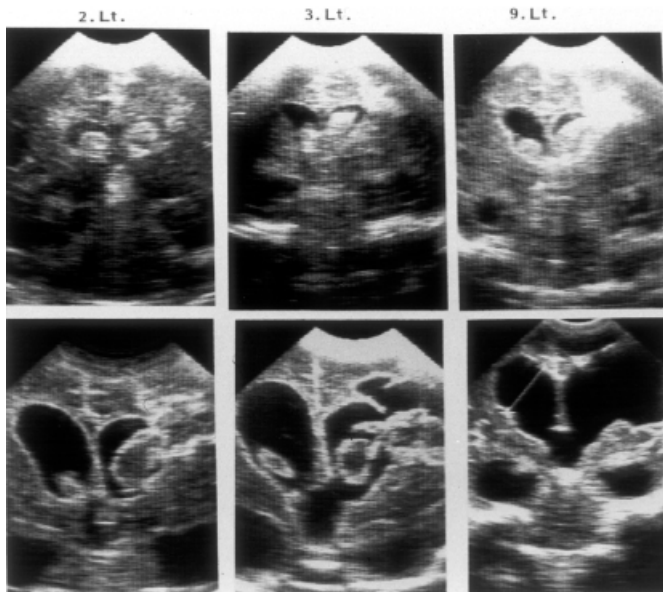


Abb. 4. Intraventrikuläre Hirnblutung Grad III und periventrikuläre Blutung im Verlauf mit Entstehung einer porencephalen Zyste.

kortikaler Anteile. Magnetresonanz-Untersuchungen haben gezeigt, daß bei betroffenen Kindern nicht nur die Hirnbahnen (weiße Substanz) geschädigt sind, sondern auch die Hirnrinde (graue Substanz) gegenüber jener gesunder Kinder verschmälert ist.

Ätiologisch liegen verschiedene Schädigungen und Krankheitsbilder zugrunde:

- periventrikuläre Leukenzephalomalazie (PVL) (Abb. 2 und 3),
- Intra- und periventrikuläre Hirnblutungen (Abb. 4),
- Hypoxisch-ischämische Enzephalopathien,
- Arterielle oder venöse Gefäßverschlüsse (Abb. 5),



Abb. 5. Infarkt der A. cerebri media (MR-Bild).

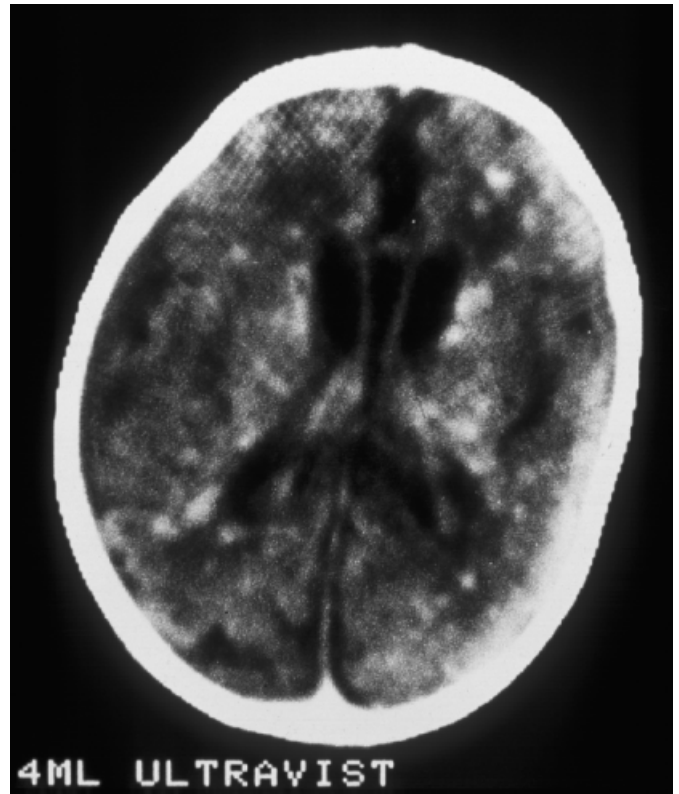


Abb. 6. Candida-Enzephalitis bei einem Neugeborenen (CT-Bild).

- Prä- oder perinatale Infektionen (Abb. 6) sowie
- Hirnmißbildungen.

Die aus heutiger Sicht sicherlich wichtigste Erkrankung in dieser Gruppe ist die periventrikuläre Leukenzephalomalazie (PVL), die auch zahlenmäßig den größten Anteil stellt, während die Zahl der durch intra- und periventrikuläre Hirnblutungen verursachten Zerebralpareesen deutlich zurückgegangen ist. Der schwerste Ausprägungsgrad der periventrikulären Leukenzephalomalazie (PVL III) bedingt in fast 100% die Entstehung der spastischen Form der Zerebralparese.

Nach einer Metaanalyse über 236 Arbeiten zu diesem Thema aus dem Jahr 2000 zur Ursache der periventrikulären Leukenzephalomalazie korreliert eine in der Schwangerschaft durchgemachte Chorioamnionitis hochsignifikant mit der zystischen periventrikulären Leukomalazie, die ebenfalls wiederum hochsignifikant mit der spastischen Zerebralparese korreliert.

### Klinisches Bild

Im klinischem Bild einer Zerebralparese findet sich **immer** eine Störung von Haltung und Bewegung.

Bei der **spastischen Form** der Zerebralparese geht dies einher mit einem erhöhten Muskeltonus und pathologischen Reflexen. Dieser Krankheitstyp findet sich bei 85% aller betroffenen Kinder.

Bei **dyskinetischer Zerebralparese** (Hauptform ist die Athetose) besteht zusätzlich eine Hyperkinesie mit unkontrollierbaren unwillkürlichen Bewegungen und eine Hypotonie.

Die **ataktische Form** der Zerebralparese ist zusätzlich gekennzeichnet durch einen Verlust der Muskelkoordination.

**Spastische Zerebralparese:** Am auffälligsten sind der Hypertonus und die Hyperreflexie der unteren Extremitä-

ten als Teil eines ganz spezifischen Musters. Dieses Muster besteht in der bekannten muskulären Hypertonie an den Extremitäten, die sich in einem verstärkten Streckertonus an den unteren Extremitäten und einem verstärkten Beugertonus an den oberen Extremitäten äußert. Gleichzeitig besteht jedoch immer eine muskuläre Hypotonie im gesamten Rumpfbereich (Bauch- und Rückenmuskulatur), welche die Aufrichtung massiv erschwert. Zusätzlich bestehen gesteigerte Muskeleigenreflexe sowie eine Persistenz von Neugeborenenreflexen (Abb. 8). Es kann sowohl der asymmetrisch tonische Nackenreflex (ATNR) als auch der symmetrische Nackenreflex (SNR) bestehen bleiben und das Bewegungsmuster vor allem der schwerer betroffenen Kinder über lange Zeit beherrschen bzw. beeinträchtigen. Zum Vollbild gehört auch eine Hyperexzitabilität.

### **Klinische Problematik**

Die Problematik ist auf mehreren Ebenen angesiedelt, die sich gegenseitig ergänzen und verstärken.

- Es besteht ein muskuläres Problem, d. h. der Muskeltonus ist wie oben beschrieben im spastischen Muster verändert mit erhöhtem Streckertonus an den Beinen und erhöhtem Beugertonus an den Armen.
- Dadurch besteht eine Bewegungsstörung und zwar ist nicht nur die Ausführung, sondern bereits die Planung der Bewegung verändert. Ein Bewegungsablauf, der nie gekannt wurde, muß vor einem veränderten Bewegungshintergrund (spastischer Muskeltonus) neu gelernt und erfahren werden.
- Es handelt sich auch um eine Wahrnehmungsstörung, da neben den motorischen immer auch die sensiblen Funktionen beeinträchtigt sind (sensomotorische Bahn). Durch die veränderte Sensorik ist die Wahrnehmung der gestörten Extremitäten herabgesetzt und auch die Begrenzung des eigenen Körpers wird nicht so deutlich wahrgenommen wie uns das selbstverständlich erscheint.
- Nicht vergessen sollte man auch psychische Probleme, die man in ihrer stärksten Ausprägungsform als Intentionssparese bezeichnen kann. Man versteht darunter den sehr frühzeitigen Verlust von Freude an einer Bewegung und den Verlust von Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten und Möglichkeiten. Dies kann bis zu einer symbiotischen Verschmelzung mit der Mutter führen, da das Kind einen Großteil der von ihm gewünschten Handlungen und Aktionen über die Mutter ausführt, sozusagen ein Teil seines Lebens durch die Mutter lebt. Dies führt zu einer noch engeren Mutter-Kind-Beziehung, die lange Zeit keine Trennung zuläßt und so die soziale Integration erschwert. Letztendlich führt es dazu, daß das Kind noch weniger bereit ist, motorische Leistungen zu erbringen, als es ohnehin aufgrund seiner Behinderung kann. Diese Kinder sind oft in der Therapie nur schwer zu motivieren.

### **Therapien**

Erfreulicherweise wird heute nur mehr vereinzelt ganz streng nach einzelnen Therapiekonzepten gearbeitet, vielmehr kommt es in der überwiegenden Mehrzahl zur Kombination verschiedener Therapiekonzepte zum Vorteil des Kindes.

#### **Bobath-Konzept**

Diese Methode war nach dem zweiten Weltkrieg das erste durchgehende Therapiekonzept für Kinder mit infantiler Zerebralparese. Im Vordergrund des Bobath-Konzeptes steht das Hemmen pathologischer Bewegungen und das Bahnen physiologischer Bewegungen in Alltagssituationen. Eine Mitarbeit des Kindes ist in gewissem Maße Vorbedingung. Besonderen Stellenwert hat das sogenannte

Handling. Es beinhaltet die richtige Handhabung des Kindes (Säuglings) in Alltagssituationen wie Aufnehmen, Füttern, Niederlegen, Schlafen legen und Herumtragen. Damit sollen alle diese Handlungen, welche die Mutter naturgemäß sehr oft am Tag macht, von vornherein so durchgeführt werden, daß physiologische Bewegungen angebahnt werden. Auch bei allen anderen Therapieformen sollte das Handling als grundlegender Umgang mit dem behinderten Säugling seinen Stellenwert haben.

#### **Vojta-Konzept**

Dem Neugeborenen stehen mit Reflexkriechen und Reflexumdrehen zwei angeborene Koordinationsmechanismen zur Verfügung, die mit Hilfe von Reizen an bestimmten Zonen abrufbar sind. Therapeutisch werden nun über Reize an diesen Zonen (Druckpunkte) in genau vordefinierten Ausgangsstellungen diese reflexartigen Bewegungen ausgelöst, die dann die normale Spontanmotorik bahnen sollen. Diese Therapie erfordert keine Mitarbeit des Kindes, jedoch muß das Kind in den Ausgangsstellungen fixiert werden, was gelegentlich zu Abwehrreaktionen führt.

#### **Hippotherapie**

Unter Hippotherapie versteht man die physiotherapeutische Behandlung am Pferd, wobei vor allem an Haltung, Aufrichtung und Gleichgewichtsreaktionen des Kindes gearbeitet wird. Unerläßlich dabei ist eine Pferdeführerin sowie eine ausgebildete Physiotherapeutin, die am Pferd mit dem Kind arbeitet.

#### **Kraniosakral-Therapie**

Die Kraniosakral-Therapie ist eine relativ neue physiotherapeutische Methode, die dem Formenkreis der manuellen Therapie angehört. Ihre vordergründigste Aufgabe ist die Entspannung der kranialen und spinalen Dura, somit eine Entspannung des gesamten Bindegewebsystems, das bei zerebralparetischen Kindern ja so gut wie immer in einer Fehllage fixiert ist. Sie wird meist mit anderen Therapieformen kombiniert.

#### **Castillo-Morales-Therapie**

Bei uns bekannt ist vor allem die oro-faziale Regulations-therapie. In einer motorischen Ruhehaltung wird an der Tonusregulierung im Mundbereich gearbeitet. Kieferkontrolle, Aktivierung der mimischen Muskulatur von Lippen, Wangen und Zunge sowie Sensibilisierung bzw. Desensibilisierung des Mundbereiches (verstärkter Würgereflex) sind wichtige Aufgabengebiete. Diese Therapie wird meist von Logopädinnen durchgeführt.

#### **Petö-Therapie**

Diese Therapie ist eine ganzheitliche Methode und zählt nicht zum Formenkreis der Physiotherapie, sondern ist eine konduktive Mehrfachtherapie, die eine pädagogische Methode darstellt. Die Therapie wird von Konduktorinnen durchgeführt, die das Kind durch den Alltag begleiten, das Erlernen von Fertigkeiten des täglichen Lebens hat großen Stellenwert. Die Therapie beinhaltet sehr viel Gruppenarbeit, es wird auch mit Konditionierungen gearbeitet. Meist werden diese Therapien mit einer Physiotherapie kombiniert.

#### **Sensorische Integration nach Ayres**

Stimulation der verschiedenen Sinneseindrücke (taktile-kinästhetische Wahrnehmung, Gleichgewicht) soll helfen, eine bessere Integration und Verarbeitung von Wahrnehmungen zu erzielen. Besonders räumliche Wahrnehmungen sollen besser strukturiert und damit zugeordnet werden können. Diese Therapie wird meist von Ergotherapeuten durchgeführt.

### Therapie nach Affolter und Frostig

Dies sind wahrnehmungsfördernde Therapien bei älteren Kindern, welche die taktil-kinästhetische Wahrnehmung in den Vordergrund stellen. Viele Lernprogramme beruhen auf den Arbeiten von Affolter. Frostig stellt in den Mittelpunkt die Visuomotorik und die visuelle Wahrnehmung. Sehr viele Lern- und Förderprogramme, die zum Teil auch im schulischen Alltag Einzug gehalten haben, gehen auf Marianne Frostig zurück.

Alle diese Therapien können und sollen dazu beitragen, zerebralparetischen Kindern, bei denen keine kurative Therapie möglich ist, im Alltag gute Bedingungen zur Verfügung zu stellen, um das ihnen mögliche körperliche Ziel zu erreichen.

### Literatur

- (1) Bobath B: Abnorme Haltungsreflexe bei Gehirnschäden. Stuttgart, Thieme, 1986.
- (2) Bobath B, Bobath K: Motor development in the different types of cerebral palsy. London, Heinemann Medical, 1975.
- (3) Cans C: Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Develop Med and Child Neurol* 2000;42:816-824.
- (4) Ferrari A, Cioni G: Infantile Zerebralparese. Berlin, Springer, 1988.
- (5) Huppi PS, Murphy B, Maier SE, Zientara GP, Inder TE, Barnes PD, Kikinis R, Jolesz FA, Volpe JJ: Microstructural brain development after perinatal cerebral white matter injury assessed by diffusion tensor magnetic resonance imaging. *Pediatrics* 2001;107:455-460.
- (6) Hüter-Becker A, Schewe H, Heipertz W: Physiotherapie – Pädiatrie. Stuttgart, Thieme, 1999.
- (7) Inder TE, Huppi PS, Warfield S, Kikinis R, Zientara GP, Barnes PD, Jolesz F, Volpe JJ: Periventricular white matter injury in the premature infant is followed by reduced cerebral cortical gray matter volume at term. *Ann Neurol* 1999;46:755-760.
- (8) Little J: On the influence of abnormal parturition, difficult labours, premature birth and asphyxia neonatorum on the mental and physical condition of the child, especially in relation to deformities. *Trans Obstet Soc London* 1861;3:293-344.
- (9) Little Club Clinics: Memorandum on terminology and classification of cerebral palsy. *Cerebral Palsy Bull* 1959;1/5,27.
- (10) Michaelis R, Niemann G: Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie. Stuttgart, Hippokrates, 1995.
- (11) Mutch L, Albermann E, Hagberg B, Kodama K, Velickovic M: Cerebral palsy epidemiology: Where are we now and where are we going?. *Develop Med and Child Neurol* 1992;34:547-555.
- (12) Vojta V: Die zerebralen Bewegungsstörungen im Säuglingsalter. Enke 1988.
- (13) Volpe JJ: Neurology of the Newborn. Saunders, 1994.
- (14) Wu YW, Colford JM: Chorioamnionitis as a risk factor for cerebral palsy. *JAMA* 2000;284:315-335.

### Mitteilungen

An der medizinischen Fakultät der Universität Wien wurde entsprechend den Bestimmungen des Universitätsorganisationsgesetzes die Lehrbefugnis erteilt als Universitätsdozent für



Anästhesiologie und Intensivmedizin  
Dr. med. univ. Claus-Georg Krenn,

Augenheilkunde  
Dr. med. univ. Stefan Pieh,  
Dr. med. univ. Talin Barisani-Asenbauer,

Chirurgie  
Dr. med. univ. Bruno K. Podesser,

Frauenheilkunde  
Dr. med. univ. Christian Schatten,

Hals-, Nasen-, Ohren-Krankheiten  
Dr. med. univ. Wolf-Dieter Baumgartner,

#### Innere Medizin

Dr. med. univ. Michael E. Gschwandtner,  
Dr. med. univ. Martina Franz,  
Dr. med. univ. Wolfgang R. Sperr,  
Ao. Univ.-Prof. Dr. med. univ. Markus Müller,  
Dr. med. univ. Michael Hejna,

#### Medizinische Biochemie

Mag. rer. nat, Dr. rer. nat. Christian Schneeberger,

#### Medizinische Biologie

Mag. Dr. rer. nat. Martin Schreiber,

#### Neurologie

Dr. med. univ. Walter Pirker,

#### Nuklearmedizin

Dr. med. univ. Shuren Li,

#### Unfallchirurgie

Dr. med. univ. Christian Gäbler.