

Vergleich der Effektivität der Constraint-Induced Movement Therapie (CIMT) und der Bimanuellen Therapie in der Behandlung von Kindern und Jugendlichen mit unilateraler Zerebralparese: Literaturübersicht

C. BRAUNER¹, B. REICHERT², R. LAMPE³

¹ Präventions-, Therapie-, Rehabilitationswissenschaften, AGAPLESION-Diakonissenkrankenhaus, D-60322 Frankfurt am Main

² Kompetenzzentrum für Gesundheitswissenschaften und Medizin, Dresden International University, D-01067 Dresden

³ Markus Würth Stiftungsprofessur, Forschungseinheit der Buhl-Strohmaier-Stiftung für Kinderneuroorthopädie und Cerebralpareesen, Klinikum r.d. Isar der Technischen Universität München, D-81675 München

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel der Arbeit: Die Effektivität von zwei unterschiedlichen Methoden, die „Constraint-Induced-Movement-Therapie“ und die „Hand-Arm Bimanual-Intensive-Therapie“, sollte ermittelt werden, um eine mögliche physiotherapeutische Handlungsempfehlung auszusprechen. Die beiden Behandlungsmethoden basieren auf den Prinzipien des motorischen Lernens und werden bei hemiplegischer Zerebralparese verwendet.

Methodik: 14 Publikationen, die zwei obengenannte Therapien gegenüberstellen oder eine der Behandlungsmethoden mit einer alternativen Therapie vergleichen, wurden ausgewertet.

Ergebnisse: Alle Autoren berichten über signifikante Verbesserungen durch beide Therapien, wobei keine der anderen überlegen scheint. Beide Interventionen können als Therapiestrategie bei unilateraler Zerebralparese empfohlen werden. Je nach Zielsetzung muss jedoch differenziert werden. Die Constraint-Induced-Movement-Therapie erreicht hauptsächlich strukturelle Verbesserungen, während im Bereich Alltagsaktivität beide gleiche Erfolge erzielen.

Schlussfolgerung: Weiterer Forschungsbedarf besteht vor allem hinsichtlich der neurophysiologischen Auswirkungen und der Evaluierung des Therapieerfolges nach gleichen Bewertungsmethoden.

Schlüsselwörter

Zerebralparese – Hemiparese – Constraint-Induced-Movement-Therapie – bimanuelle Therapie

Comparison of the Effectivity of the Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) and the Bimanual Therapy in the Treatment of Children and Youths with Unilateral Cerebral Palsy: Review of the Literature

Abstract

Background and objective: The effectiveness of two different methods, the "Constraint-Induced Movement Therapy" and the "Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy", should be determined to suggest a potential physiotherapeutic treatment advice. Both therapy methods are based on principles of motor learning

and are applied in patients with hemiplegic cerebral palsy.

Methods: 14 Publications that compare between these two methods or between one of these methods and some alternative therapy were evaluated.

Results: All authors report significant improvements due to both therapies. However, none of the treatments can be considered as superior to another. Both methods can be recommended as a therapy strategy for unilateral cerebral palsy patients. Nevertheless, there must be differentiated according to the objective of the therapy. The constraint-induced movement therapy is mainly effective for structure improvements whereas both therapies are equally successful for enhancement of daily activity.

Conclusion: Further research is necessary to evaluate the neurophysiological therapy effect of both rehabilitation treatments under using the same assessment methods.

Keywords

cerebral palsy – hemiparesis – constraint-induced movement therapy – hand-arm bimanual intensive therapy

Bibliography

Neuropaediatrie 2014; 13: 28-32, © Schmidt-Roemhild-Verlag, Luebeck, Germany: ISSN 1619-3873; NLM ID 101166293; OCoLc 53801270

Hintergrund

In Deutschland kann man aufgrund eines fehlenden zentralen Registers die Prävalenz der infantilen Zerebralparese nur auf 2-3 von 1.000 Lebendgeburten schätzen. Sie ist damit eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen im Kindesalter. Bei den Subtypen stellt die spastische Zerebralparese mit circa 85% die häufigste Form dar. Die spastische Hemiplegie wiederum ist mit circa 33% eine ihrer häufigsten Ausprägungen [1]. Für Patienten mit Zerebralparesen bestehen bis zum jetzigen Zeitpunkt nur wenige medizinische Möglichkeiten. Die physiotherapeutische Behandlung spielt deshalb eine entscheidende Rolle. Sie soll es ermöglichen, in jeder Phase den höchstmöglichen Entwicklungsstand zu erreichen und die Sekundärschäden auf ein Minimum zu begrenzen. Dem Alter des Patienten und der Art der Ausprägung der Zerebralparese entsprechend, stehen dabei unterschiedliche Schwerpunkte im Vordergrund. Bei Kindern und Jugendlichen mit unilateraler Zerebralparese, spielt dabei vor allem die Förderung der Handfunktion sowie deren Einsatz bei der Bewältigung von Alltagsaufgaben eine große Rolle.

De Luca entwickelte 2002 den Begriff „developmental disregard“ [2], den man mit „entwickelte Missachtung“ übersetzen kann, auf der Grundlage der Annahme, dass ein Kind mit hemiplegischer Zerebralparese im Laufe seiner Entwicklung „lernt“, seine betroffene Extremität zu missachten. Im Gegensatz zu einem Erwachsenen mit einer Hemiplegie nach Schlaganfall, hat ein solches Kind gar nicht erst die Erfahrung gemacht, eine „normale“ motorische Funktion der betroffenen Seite zu entwickeln. Somit darf die therapeutische Intervention nicht prinzipiell darauf aufgebaut sein, einen „erlernten Nichtgebrauch“ und eine „erlernte“ gehemmte motorische Funktion zu überwinden. Vielmehr sollte eine Therapie für die Kinder und Jugendlichen durch einen gezielten Einsatz von Umwelt und Aktivitäten Situationen schaffen, in denen sie lernen ihren betroffenen Arm einzusetzen. Diese Funktion können möglicherweise die Constraint-Induced Movement Therapie (CIMT) und die bimanuelle Therapie erfüllen. Die Befürworter der CIMT sehen in dieser eine Möglichkeit, das Gehirn zu zwingen, neue motorische Strategien zu

finden. Wie in Abb.1 zu sehen ist, wird die paretische Hand von der kontralateralen gesunden Gehirnhälfte mitgesteuert. Dies wiederum könnte langfristig zu verbesserter motorischer Funktion im betroffenen Arm/Hand führen. Kritiker warnen jedoch vor einer möglichen Verschlechterung des nicht betroffenen Armes durch das Wegbinden während der Therapie. Vertreter der bimanuellen Therapie, vor allem die des Konzeptes HABIT (Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy), werfen der CIMT mangelnden Alltagsbezug vor. Da die meisten Aktivitäten im Alltag, wie zum Beispiel Anziehen, Essen und Haarewaschen bimanuelle Aktivitäten sind, sollten diese auch gezielt und beidhändig trainiert werden.

Die Absicht dieser Literaturarbeit war es deshalb, die Effektivität beider Interventionen bei diesem Krankheitsbild mit spastischer Hand (vgl. Abb. 2) zu vergleichen und somit mögliche physiotherapeutische Handlungsempfehlungen auszusprechen.

Methoden

Als methodische und inhaltliche Basis dieser Literaturarbeit dient ein Cochrane-Review [2] zum Thema Constraint-induced movement therapy in der Behandlung der oberen Extremität bei Kindern mit hemi-

plegischer Zerebralparese, das die bestehende Literatur zum Thema bis September 2006 analysiert. Hoare et al. [2] schlossen ihr Review mit der Erkenntnis ab, dass der Einsatz der CIMT in der Therapie der hemiplegischen Zerebralparese als experimentell anzusehen ist. Sie konnten bis September 2006 drei passende Studien identifizieren. Nur eine von ihnen berichtete von signifikanten Verbesserungen durch die CIMT, die anderen beiden beschrieben nur einen positiven Trend. Ungefähr zur gleichen Zeit stellten Gordon et al. [3] ihr Gegenkonzept zur CIMT, die hand-arm bimanual therapy vor. Sie gehen davon aus, dass eine bimanuelle Therapie, die auf denselben Prinzipien wie eine pädiatrische CIMT basiert, sie in ihrer Effektivität übertrumpfen kann. Aus diesen Gründen führten die Autoren dieser Übersichtsarbeit ihre Recherche auf allen Datenbanken (Cinahl, Cochrane, Pedro, Pubmed, Google Scholar) mit der zeitlichen Limitierung September 2006 bis September 2012 durch.

Die methodologische Bewertung erfolgte mithilfe der Pedro-Scale [4] und AMSTAR [5]. Der inhaltliche Vergleich der Studien beinhaltete die Kriterien Fallzahl, Einschlusskriterien, Interventionen, Zeit und Intensitäten, Messzeitpunkte und Messmethoden sowie die wichtigsten Ergebnisse.



Abb. 2: Patient mit spastischer Hemiparese und Handbeugekontraktur rechts.

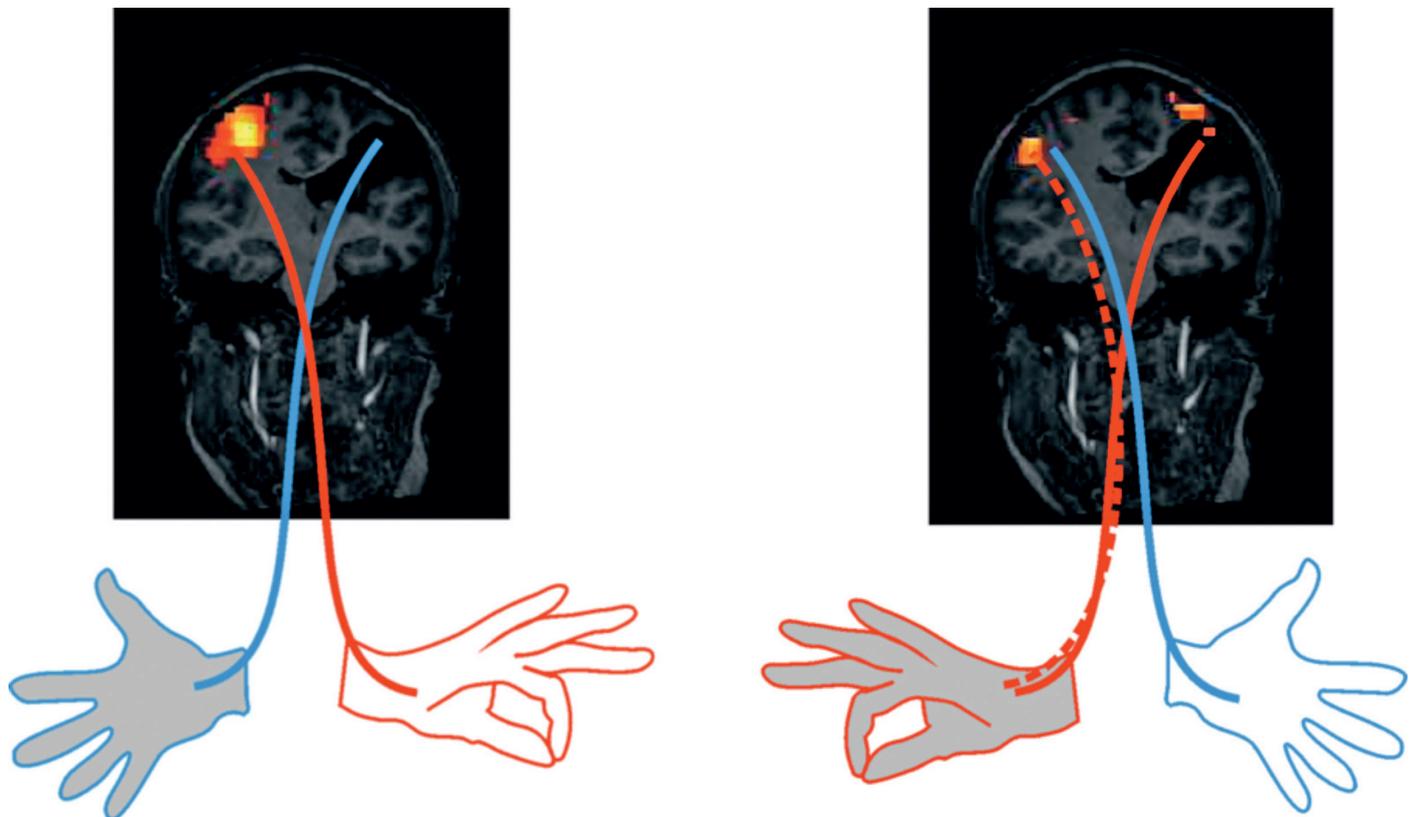


Abb. 1: Gehirnaktivität bei Fingerbewegungen mit der linken gesunden Hand (links) und bilaterale Aktivierung in beiden Gehirnhälften bei Bewegung der gelähmten Hand (rechts).

Ergebnisse

Insgesamt erbrachte die Literatursuche eine Gesamttrefferzahl von 638 Studien.

Nach Ausschluss anhand der Überschriften, Beschreibungen und Abstracts sowie von Doppelnennungen, blieben 35 Studien übrig. Diese wurden über die elektronische Zeitschriftenbibliothek herunter geladen. Zudem wurden nicht frei erhältliche Studien über eine Anmeldung bei Medpilot [6] und Subito [7] bestellt.

Es wurden nur Studien eingeschlossen, die folgende Kriterien erfüllten:

1. Es handelt sich um ein klinisches Trial, ein randomisiertes klinisches Trial oder ein Review.
2. Probanden waren Kinder und Jugendliche mit unilateraler/hemiplegischer Zerebralparese und
3. es handelt sich um einen direkten Vergleich der Effektivität der Interventionen Constraint-Induced Movement Therapie mit einer gleich intensiven bimanuellen Therapie oder um den Vergleich einer der beiden Intervention mit einer Kontrollanwendung.

Unter Berücksichtigung aller Ein- und Ausschlusskriterien blieben am Ende vierzehn relevante Studien [10-23] übrig, davon zwölf Trials [10-21] und zwei Reviews [22,23]. Unter den zwölf klinischen Studien sind:

- vier Studien, die eine CIMT-Gruppe mit einer Kontrollgruppe vergleichen
- drei Studien, die eine CIMT-Gruppe mit einer bimanuellen Therapie-Gruppe vergleichen
- zwei Studien, die eine CIMT-Gruppe mit einer bimanuellen Therapie-Gruppe und mit einer Kontrollgruppe vergleichen
- zwei Studien, die unterschiedliche Formen von CIMT-Gruppen miteinander vergleichen (unterschiedliche Intensität; unterschiedlicher Therapieort)
- und eine Studie, die eine bimanuelle Therapie-Gruppe mit einer Kontrollgruppe vergleicht.

Zwei aufgrund ihres Titels eigentlich für diese Arbeit interessante Studien konnten nicht eingeschlossen werden. Eine war zum Zeitpunkt der Erstellung der Arbeit noch nicht veröffentlicht [8] und eine Studie konnte absolut nicht erhalten werden [9]. Die Studie, die die Langzeitergebnisse dieser Arbeit darstellt und Bezug auf die Methodik und Ergebnisse der eigentlichen Studie [9] nimmt, war jedoch erhältlich [10]. Somit entgingen hier keine wichtigen Fakten.

Bei durchschnittlich guter methodologischer Qualität fielen die Studien durch große methodische und inhaltliche Unterschiede auf. Alle Studien jedoch berichteten von positiven Behandlungsergebnissen, unabhängig von ihren Einschlusskriterien.

Diskussion

Die in diese Übersichtsarbeit eingeschlossenen vierzehn Studien bestätigen, dass die CIMT als Intervention im Vergleich zu einer Kontrollanwendung effektiver ist. Auch eine in ihrer Intensität der CIMT entsprechende bimanuelle Therapie, stellt sich im Vergleich zu Kontrollanwendungen als effektiver heraus. Direkte Vergleiche zwischen CIMT und bimanueller Therapie belegen die Effektivität beider Interventionen, aber keine der beiden zeigt sich der anderen gegenüber signifikant überlegen. Diese Aussagen sind jedoch nur eingeschränkt wertvoll. Nur drei Studien [11-13] berichten von einem Vergleich einer der Interventionen mit einer Kontrollanwendung, die in derselben zeitlichen Intensität durchgeführt wurde. Die Aussagen der restlichen Studien sind also nur auf der Grundlage zu betrachten, dass die konventionelle Therapie mit weit weniger Intensität durchgeführt wurde, was wiederum keinen sinnvollen Vergleich erlaubt. Aus diesen Ergebnissen lässt sich also nur schlussfolgern, dass die CIMT und die bimanuelle Therapie aufgrund ihrer Intensität rein allgemein betrachtet gleich effektiv sind.

Bei der bimanuellen Therapie zeigt sich die Anwendung eines festen Konzeptes wie des HABIT (Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy) in einem Vergleich zur CIMT als besonders sinnvoll [13,14]. Dieses

wird, teilweise im Gegensatz zu anderen bimanuellen Therapien, nicht nur in gleicher Intensität durchgeführt, sondern basiert auch auf Prinzipien des motorischen Lernens (vor allem Wiederholung und Feedback), die auch bei der CIMT als erfolgsversprechende Faktoren gehandelt werden.

Um eine wirkliche Aussage über die therapeutische Signifikanz dieser Effektivität zu bekommen, muss beachtet werden, was die einzelnen Autoren als effektiv definieren und wie sie auf diese Ergebnisse kommen. Die große Menge an verwendeten unterschiedlichen Messmethoden, erschwert dies erheblich. Von den zwölf in dieser Arbeit eingeschlossenen Trials, verwendeten sechs Publikationen [10,12,15-17] mehr als eine Messmethode. Hoare et al [2] beschrieben in ihrem Review spezielle Methoden, wie die Effektivität eines CIMT-Programmes bei Kindern beurteilt werden kann. Fünf Studien [14,18-21] verwendeten zumindest eine dieser Methoden, um ihre Ergebnisse zu erfassen. Eine Studie [11] verwendete komplett selbst erfundene, nicht wissenschaftlich untersuchte Tests. Eine klinisch wertvolle Effektivität der Therapien kann damit nur eingeschränkt als gegeben beschrieben werden.

Große Unterschiede bestehen auch im Vergleich der einzelnen Interventionsprotokolle der eingeschlossenen Trials und derer, die in die Reviews eingeschlossen wurden. Case-Smith et al. [10] und Gordon et al. [14] führten eine „originale“ CIMT-Behandlung durch. Sakzewski et al. [16,17] sind die einzigen, die den Gesamtumfang der Therapie auf zehn Tage reduzierten und dafür das tägliche Training auf sechs Stunden erweiterten. Alle anderen Trials führten eine „modifizierte“ CIMT durch. Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der CIMT ist natürlich die Zeit, in der der nicht betroffene Arm der Kinder und Jugendlichen weggebunden wird. Leider bestehen hierüber in einigen Trials nicht immer eindeutige Angaben. Die Restriktionszeiten scheinen zwischen drei Stunden pro Tag und Restriktion über die gesamte Zeit zu variieren. Auch die Art und Weise, wie die Restriktion durchgeführt wird, ist unterschiedlich und reicht von sanften Stoffschlingen, bis hin zur Restriktion mit einem Gips über den ganzen Arm.

Bei der Frage, ob eine modifizierte CIMT über mehrere Wochen hinweg langfristige Erfolge aufweist, als eine über einen kürzeren Zeitraum durchgeführte, widersprechen sich Aarts et al. [15] und Fedrizzi et al. [20] in ihren Ergebnissen. Der positive Trend nach zehn Wochen bei Aarts et al. konnte dabei von

Fedrizzi et al. nicht bestätigt werden. Unklar bleibt, ob eine „klassische“ CIMT über einen längeren Zeitraum als zwei Wochen hinweg effektiver wäre. Positiv scheint sich zudem eine Therapie zu Hause, aber unter Anleitung eines Therapeuten, auszuwirken. Taub et al. [12] berichten davon und Rostami et al. [21] belegen es im direkten Vergleich mit einer „CIMT-Klinik“-Gruppe. Dass eine höhere Dosierung (sechs Stunden pro Tag anstatt drei) zu mehr motorischen Verbesserungen führen könne, widerlegten Case-Smith et al. [10] in ihrer Studie. Sie halten ein Protokoll, wie es Sakzewski et al. [16,17] (zehn Tage sechs Stunden täglich Therapie) beschreiben außerdem nicht für effektiv, da es schnell zu einer Demotivierung und Überbelastung der Kinder führen könne.

Es bleibt festzuhalten, dass die wirklich erfolgsversprechenden Faktoren beider Therapien, der CIMT und der bimanuellen Therapie, noch nicht eindeutig geklärt sind.

In Hinblick auf die Einschlusskriterien, die ihre Probanden erfüllen mussten, variieren die Studien stark. Hier muss eindeutig gesagt werden, dass die Studien, die höhere Voraussetzungen an ihre Probanden stellten, nicht von einer signifikant höheren Effektivität berichten können. Es konnten keine prognostischen Faktoren identifiziert werden, die zu einem Mehrerfolg der Therapie führen würden. Es scheint also, dass alle Kinder und Jugendlichen, die die Mindestvoraussetzungen „Diagnose hemiplegische Zerebralparese“, „Fähigkeit einfache Anweisungen zu verstehen“ und „Fähigkeit vorgegebene Aktivitäten durchzuführen“ erfüllen, von einer CIMT und/oder einer bimanuellen Therapie profitieren.

Schlussfolgerung

Sowohl die CIMT, als auch die intensive bimanuelle Therapie, können als Therapieoption bei unilateraler Zerebralparese empfohlen werden. Ob die Therapie dabei als effektiv bewertet wird, ist abhängig von den individuellen Zielen, die zusammen mit den Betroffenen identifiziert und formuliert werden sollten. Bei beiden Interventionen sollte zudem auf ein motivierendes Umfeld, den Einbezug des Umfeldes und einen hohen Alltagsbezug geachtet werden, um das höchste Ziel, die Förderung der Selbstständigkeit, anzustreben. Zukunftsfähig und erfolgsversprechend in Hinblick auf die Umsetzung beider Interventionen sind auch Modelle, die beide Interventionen altersentsprechend spielerisch über Camps mit Themen wie „Piraten“ [15] oder „Zirkus“

[16,17] umsetzen. Die Durchführung wäre zum Beispiel in den Schulferien ähnlich den Städtekonzepten „Kid City“ oder der „Stadtranderholung“ für Kinder ohne Handicap möglich.

Um Verbesserungen auf rein struktureller Ebene, wie zum Beispiel dem Bewegungsausmaß zu erzielen, kann eine CIMT mehr empfohlen werden. Vielversprechend kann zudem eine Kombination aus beiden Methoden sein. Eine kompakte, intensive Ausführung beider Interventionen ist gerade bei langjähriger Therapie guten Gewissens zu empfehlen, um neuen Schwung in die Therapie zu bringen und die Patienten über die schnellen Ergebnisse neu zu motivieren. Beide Methoden sollten dabei nicht nur als einmalige Interventionen gesehen werden. Die Vorteile beider Therapien überwiegen die Nachteile.

Weiterer Forschungsbedarf besteht jedoch in erster Linie hinsichtlich der erfolgsversprechenden Faktoren der Therapien. Vor allem bei der CIMT stellt sich weiterhin die Frage, ob ihre Effektivität mehr auf der Intensität der Therapie oder der Restriktion des funktionstüchtigen Armes basiert. Dafür müssten beide Interventionen aber auch mit Kontrollinterventionen mit der gleichen Intensität verglichen werden. Auch die Frage nach dem besten Interventionsprotokoll ist noch nicht ausreichend geklärt. Hierbei sollte in Zukunft jedoch mehr auf die Individualität der Betroffenen und ihrer Ziele geachtet werden. Eine Option, an die man sofort denkt, ist die Kombination aus CIMT und bimanueller Therapie. Einige Studien probierten sich bereits an diesem Modell [10,12,15,18], allerdings sollte es in Zukunft auch mit den alleinigen Interventionen in gleicher Intensität verglichen werden.

Der größte Forschungsbedarf besteht auf der Ebene der neurophysiologischen Effekte der Interventionen. Untersuchungen mit bildgebenden und darstellenden Verfahren aus dem Bereich der Neurologie müssen die Basis für die Entwicklung einer aus den Erkenntnissen abgeleiteten optimalen Therapie sein. Hinweisen darauf, dass der Reorganisationstyp des Cortex nach der frühkindlichen Schädigung auf die Effektivität beider Therapien Einfluss nehmen kann und je nach kortikaler Struktur eine der Therapien möglicherweise mehr oder weniger empfohlen werden kann, muss nachgegangen werden. Eine Anpassung der Therapie an die Individualität der Betroffenen, auch in kortikaler Hinsicht, ist die Voraussetzung für optimale nachhaltige Ergebnisse und die Entwicklung evidenter Therapieverfahren.

Literatur

1. Heinen H, Bartens W. Das Kind und die Spastik-Erkenntnisse der Evidence-based Medicine zur Cerebralparese. 1.Auflage. Verlag Hans Huber; 2001
2. Hoare BJ, Wasiak J, Imms C. et al. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy (Review). The Cochrane Library. 2009; Issue 1
3. Gordon AM, Charles J. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006; 48(11): 931-6
4. Download PEDro Scale von http://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_german.pdf. September 2012
5. Download AMSTAR Checklist von http://amstar.ca/Amstar_Checklist.php. September 2012
6. Medpilot. Download Studien. <https://www.medpilot.de/>. Ende September 2012
7. Subito. <http://www.subito-doc.de/index.php>. Ende September 2012
8. Dong VA, Tong IH, Siu HW et al. Studies comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with unilateral cerebral palsy: A systematic review. *Dev Neurorehabil.* 2012 Sep 4. [Epub ahead of print]
9. DeLuca SC, Case-Smith J, Stevenson R et al. Constraint-induced movement therapy (CIMT) for young children with cerebral palsy: effects of therapeutic dosage. *J Pediatr Rehabil Med.* 2012; 5(2): 133-42
10. Case-Smith J, deLuca S, Stevenson R et al. Multicenter randomized controlled trial of pediatric constraint-induced movement therapy: 6-month follow-up. *The American Journal of Occupational Therapy.* 2012; 66(1): 15-23
11. Smania N, Aglioti S M, Cosentino A et al. A modified constraint-induced movement therapy (CIT) program improves paretic arm use and function in children with cerebral palsy. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2009; 45: 493-500
12. Taub E, Griffin A, Uswatte G et al. Treatment of congenital hemiparesis with pediatric constraint-induced movement therapy. *Journal of Child Neurology.* 2011; 26(9): 1163-1173
13. Gordon AM, Schneider JA, Chinnan A et al. Efficacy of a hand-arm bimanual intensive therapy (HABIT) in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2007; 49: 830-838
14. Gordon AM, Hung YC, Brandao M et al. Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2011; 25(8): 692-702
15. Aarts PB, Jongerius PH, Geerdink YA et al. Effectiveness of constraint-induced movement therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2010; 24(6): 509-518
16. Sakzewski L, Ziviani J, Abbott DF et al. Randomized trial of constraint-induced movement therapy and bimanual training on activity outcomes for children with congenital hemiplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology.* 2011, 53: 313-320
17. Sakzewski L, Ziviani J, Abbott DF et al. Equivalent retention of gains at 1 year after training with constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair.* 2011; 25(7): 664-671
18. De Brito Brandao M, Mancini MC, Vaz DV et al. Adapted version of constraint-induced movement therapy promotes functioning in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation.* 2010; 24: 639-647
19. Facchin P, Rosa-Rizzotto M, Visona Dalla Pozza L et al. Multisite Trial Comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy with that of bimanual intensive training in children with hemiplegic cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2011; 90(7): 539-553
20. Fedrizzi E, Rosa-Rizzotto M, Turconi AC et al. Unimanual and bimanual training in children with hemiplegic cerebral palsy and persistence in time of hand function improvement: 6-Month Follow-Up Results of a Multisite Clinical Trial. *Journal of Child Neurology.* 2012; 00(0): 1-15
21. Rostami HR, Malamiri RA. Effect of treatment environment on modified constraint-induced movement therapy results in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation.* 2012; 34(1): 40-44
22. Nascimento LR, Gloria AE, Habib ES. Effects of constraint-induced movement therapy as a rehabilitation strategy for the affected upper limb of children with hemiparesis: systematic review of the literature. *Rev Bras Fisioter.* 2009; 13(2): 97-102
23. Huang HH, Fetters L, Hale J et al. Bound for success: A systematic review of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy supports improved arm and hand use. *Physical Therapy.* 2009; 89: 1126-1141

Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. med. Renée Lampe
 Markus Würth Stiftungsprofessur
 Forschungseinheit der Buhl-Strohmaier-Stiftung für Kinderneuroorthopädie und Cerebralparesen
 Klinikum r. d. Isar der Technischen Universität München
 Ismaninger Str. 22
 D-81675 München
 Tel.: +49 (0) 89/4140-6360
 E-Mail: renee.lampe@lrz.tu-muenchen.de

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.