

Diana HENZ, Mainz; Wolfgang I. SCHÖLLHORN, Mainz

Förderung mathematischer Lösungskompetenz durch Bewegung bei ADHS-Patienten im Jugendalter

Mathematikunterricht bei Patienten mit Aufmerksamkeits-Defizit/Hyperaktivitäts-Syndrom (ADHS) im Jugendalter stellt besondere Anforderungen an MathematiklehrerInnen und gestaltet sich oftmals als eine Herausforderung in der alltäglichen Unterrichtspraxis. Eines der charakteristischen Probleme ist die Kernsymptomatik der oberflächlichen Aufmerksamkeit bei ADHS-Patienten, die bei der Bearbeitung von Mathematikaufgaben zu Flüchtigkeitsfehlern, Schwierigkeiten bei der Lösung von Mathematikaufgaben mit inkonsistenter Aufgabenstellung, sowie Verständnisfehlern bei der Lösung von komplexen Textaufgaben führt. In diesem Kontext ist es wichtig, zwischen Defiziten in der mathematischen Lösungskompetenz bei ADHS-Patienten im Jugendalter, die aus fehlender fachdidaktischer Anpassung des Unterrichts an die Bedürfnisse dieser Patienten resultieren und Defizite in der kognitiven Verarbeitungskapazität, die aus einer neurobiologischen Störung resultieren, zu unterscheiden.

Aktuelle Studien aus dem Bereich der Kognitions- und Neurowissenschaft zeigen Zusammenhänge von körperlichen Bewegungen und kognitiven Verarbeitungsprozessen bei gesunden Personen. Angelehnt an diese Erkenntnisse erfährt das Konzept der bewegten Schule seit einigen Jahren größere Aufmerksamkeit, wobei körperliche Bewegungen im Unterricht und während der Schulpausen gezielt zur Förderung der schulischen Leistungen eingesetzt werden (z. B. Högger, 2013). Für den mathematischen Bereich finden sich Hinweise auf einen Zusammenhang von körperlicher Bewegung und mathematischen Fertigkeiten (Correa-Burrows, Burrows, Orellana & Ivanovic, 2014). Der Einsatz von Gesten im Unterricht zur Vermittlung mathematischer Lerninhalte im Bereich Algebra hat sich als förderlich erwiesen (Alibali et al., 2013).

Das Lösen von Mathematikaufgaben hat starke Anforderungen an die exekutive Kontrolle. Bei ADHS-Patienten zeigt sich meist ein neurobiologisches Defizit in der Verarbeitungskapazität der exekutiven Kontrolle. Das Arbeitsgedächtnismodell von Baddeley (1986) postuliert, dass das hypothetische Konstrukt der Zentralen Exekutive kognitive Ressourcen, insbesondere Aufmerksamkeit für die Verarbeitung von visuell-räumlicher und sprachlicher Information in die jeweils dafür vorgesehenen Subsysteme verteilt. Diese Ressourcen sind notwendig, um mathematische Operationen zu lösen, da Informationen im Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten werden müssen, um diese zu verändern bzw. zu manipulieren.

Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

In einer Studie von Maus, Henz und Schöllhorn (2013) konnte gezeigt werden, dass die kurz- und langfristige Aufmerksamkeitsfähigkeit durch bewegtes Sitzen gefördert wird. Ein objektiver neurophysiologischer Indikator in Form einer Aktivierung des Beta-2 Bandes im Elektroenzephalogramm (EEG) während der Bearbeitung von Konzentrationstests konnte aufgezeigt werden, der Aufmerksamkeitsprozesse indiziert. Die Ergebnisse legen nahe, dass eine Förderung exekutiver Funktionen und Verbesserung der Aufmerksamkeitsleistung durch Bewegung erfolgt.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde in der vorliegenden Studie die Wirkung von bewegtem Sitzen bei ADHS-Patienten im Jugendalter auf die Lösungskompetenz bei mathematischen Aufgaben getestet. Die Probanden lösten Algebra-, Geometrie-, und Numerikaufgaben unter zwei Sitzbedingungen (statisch, bewegt). Die vorliegende Studie schließt inhaltlich und methodisch an Studien von Henz et al. (Henz, Oldenburg, & Schöllhorn, 2014, 2015a, 2015b) an, in denen die Wirkung von bewegtem Sitzen auf die mathematische Leistung in den Bereichen Algebra, Arithmetik und Geometrie untersucht wurde.

Studiendesign

In der vorliegenden Studie wurden $n = 42$ ADHS-Patienten im Jugendalter im Alter von 11.2 bis 13.7 Jahren getestet. Die Probanden führten die Mathematikaufgaben während dynamischem Sitzen auf Stühlen mit beweglicher Sitzoberfläche (LeitnerWipp) und statischem Sitzen auf Stühlen mit unbeweglicher Sitzoberfläche durch. Zur Erfassung der mathematischen Leistung wurde ein Arithmetiktest (Num) eingesetzt, der ad hoc, aber theoriebasiert (vgl. Padberg, 2007) entwickelt wurde, sowie ein Algebratest (Alg) zur Lösung linearer Gleichungen, die auf Niveau 1 und 2 rein arithmetisch durch Rückwärtsrechnen gelöst werden konnten, während auf Niveau 3 die Unbekannte beidseitig auftritt, so dass sie mental von einer Seite der Gleichung zur anderen bewegt werden muss. Das Raumvorstellungsvermögen (Geo) wurde mit dem Bausteine-Test (Birkel, Schein & Schumann, 2002) erfasst. In einem 2 (körperliche Haltungskontrolle im Sitzen: statisch und dynamisch) x 3 (mathematischer Teilbereich: Num, Alg, Geo) x 3 (Schwierigkeitsniveau: leicht, mittel, schwer) Design wurden die Testaufgaben im Multiple-Choice-Format für die Kombinationen von Aufgabentyp und Niveau geblockt am PC bearbeitet, wobei die Blöcke randomisiert dargeboten wurden. Nach jedem Aufgabenblock wurden die Lösungsstrategien über ein Kurzinterview erfasst.

Die Gesamtbearbeitungsdauer, die Anzahl der erzielten korrekten Antworten in den mathematischen Tests sowie die Anzahl der Strategien, die visuell-räumliche Verarbeitung beinhalten, wurden Varianzanalysen mit Bon-

ferroni-korrigierten post-hoc Tests unterzogen.

Ergebnisse

Die Verhaltensdaten belegen eine längere Gesamtbearbeitungsdauer unter bewegtem Sitzen, $F(1, 41) = 7.02, p < .01$, bessere Leistungen in allen mathematischen Teilbereichen unter bewegtem Sitzen, $F(1, 41) = 4.78, p < .05$, sowie einen größeren Prozentsatz in der Verwendung von visuell-räumlichen Lösungsstrategien, $F(1, 41) = 5.16, p < .05$, bei der Bearbeitung von Algebra, $p < .05$, und Geometrie, $p < .05$.

Diskussion

Die Ergebnisse belegen, dass dynamisches Sitzen die mathematische Lösungskompetenz bei ADHS-Patienten im Jugendalter fördert. Verglichen mit statischem Sitzen fällt zunächst auf, dass bewegtes Sitzen eine längere Gesamtbearbeitungsdauer bei den Probanden förderte, d.h. eine größere Bereitschaft, sich mit den mathematischen Aufgaben auseinanderzusetzen. Die Probanden gaben zudem an, dass durch die Bewegungen während des Sitzens die Bearbeitung der mathematischen Aufgaben als Herausforderung empfunden wurde und die Motivation, sich mit den mathematischen Aufgaben auseinanderzusetzen größer war als bei statischem Sitzen. Ein höherer Prozentsatz an visuell-räumlichen Verarbeitungsstrategien bei Algebra und Geometrie unter bewegtem Sitzen zeigt an, dass bewegtes Sitzen visuell-räumliches Denken fördert. Die Ergebnisse legen den Einsatz von visuell-motorischen Lern- und Vermittlungsstrategien nahe, da das Gehirn eine physiologische Bereitschaft für eine visuell-räumliche Verarbeitung bei Algebra und Geometrie aufweist. Die Ergebnisse regen an, im Algebra- und Geometrieunterricht mit ADHS-Patienten Lernumgebungen einzusetzen, die Bewegungen und somit eine visuell-räumliche Verarbeitung fördern.

Literatur

- Alibali, M.W., Young, A.G., Crook, N.M., Yeo, A., Wolfgram, M.S., Ledesma, I.M., Nathan, M.J., Church, R.B. & Knuth, E.J. (2013). Students learn more when their teacher has learned to gesture effectively. *Gesture*, 13(2), 210–233.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G.J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Birkel, P., Schein, A. & Schumann, H. (2002). *Bausteine-Test*. Hogrefe. Göttingen.
- Correa-Burrows, P., Burrows, R., Orellana, Y. & Ivanovic, D. (2014). Achievement in mathematics and language is linked to regular physical activity: a population study in Chilean youth. *Journal of Sports Sciences*, 32(17), 1631-1638.
- Deyer, F., Henz, D. & Oldenburg, R. (2015). Wirkung bewegungsinduzierender Sitzmöbel im Unterricht auf die Lösungsfähigkeit bei Algebra und die Befindlichkeit. In

- H. Linneweber-Lammerskitten (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2015*. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Filloy, E., Puig, L. & Rojano, T. (2008). *Educational Algebra*. New York: Springer.
- Henz, D., Oldenburg, R. & Schöllhorn, W.I. (2015a). Does bodily movement improve mathematical performance? Behavioral and neurophysiological evidence. *Proceedings of the 9th Conference on Research in Mathematical Education CERME 2015*.
- Henz, D., Oldenburg, R. & Schöllhorn, W.I. (2015b). Förderung visuell-räumlicher Lösungsstrategien bei Algebra und Geometrie durch Bewegung. In H. Linneweber-Lammerskitten (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2015*. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Henz, D., Schöllhorn, W.I. & Oldenburg, R. (2014). Bessere Mathematikleistungen durch bewegtes Sitzen? Eine EEG-Studie. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 523–526). Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Hewitt, D. (2014). A symbolic dance: the interplay between movement, notation, and mathematics on a journey toward solving equations. *Mathematical Thinking and Learning*, 16(1), 1–31.
- Högger, D. (2013). *Körper und Lernen. Wie Bewegung, Körperwahrnehmung und Raumorientierung das Lernen unterstützen*. Bern: Schulverlag.
- Lakoff, G. & Núñez, R. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
- Logie, R.H. & Della Sala, S. (2005). Disorders of visuo-spatial working memory. In A. Miyake & P. Shah (Hrsg.), *The Cambridge handbook of visuospatial thinking* (pp. 81–121). New York: Cambridge University Press.
- Maus, J., Henz, D. & Schöllhorn, W.I. (2013). Increased EEG-beta activity in attentional tasks under dynamic postural control. In U. Ansorge, E. Kirchner, C. Lamm & H. Leder (Eds.), *TeaP 2013. Abstracts of the 55th Conference of Experimental Psychologists* (p. 396). Lengrich: Pabst Science Publishers.
- Nemirovsky, R., Kelton, M.L. & Rhodehamel, B. (2013). Playing mathematical instruments; Emerging perceptuomotor integration with an interactive mathematics exhibit. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(2), 372–415.
- Padberg, F. (2007). *Didaktik der Arithmetik*. München: Spektrum.
- Wittmann, M.C., Flood, V.J. & Black, K.E. (2012). Algebraic manipulation as motion within a landscape. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 169–181.