

Die CoMiK-Studie (Cognition and Motor activity in Kindergarten)

Entwicklung und Evaluation eines Bewegungsförderungsprogramms zur Verbesserung motorischer und kognitiver Fähigkeiten bei Kindergartenkindern

Einleitung

Die Frage nach den Zusammenhängen von Kognition und Motorik stellten sich bereits die griechischen Philosophen. Dabei stand die Dualismus Theorie (Körper und Geist sind voneinander getrennt zu sehen) der holistischen Sichtweise (Körper und Geist sind eine Einheit) gegenüber. Neue bildgebende Verfahren (fMRT) erlauben seit Ende der 90er Jahre erstmals Einblicke in die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns vor während und nach körperlicher Aktivität (vgl. Hollmann & Strüder, 2003). Ergebnisse aus Studien unter Verwendung motorischer und kognitiver Testverfahren stellen zunehmend positive Zusammenhänge zwischen Motorik und Kognition fest (vgl. Sibley & Etnier, 2003). Es eröffnen sich damit neue Perspektiven für die interdisziplinäre Forschung zum Themenfeld Motorik und Kognition.

Dieser Beitrag untersucht, ob durch eine tägliche Förderung koordinativer Fähigkeiten, in besonderem Maße der Gleichgewichtsfähigkeit, über einen Zeitraum von 3 Monaten bei Kindergartenkindern positive Transfereffekte auf kognitiver Ebene erzielt werden.

Motorik und Kognition

Es konnten mehrere physiologische Mechanismen festgestellt werden, die sich als Auswirkung körperlicher Aktivität im Gehirn nachweisen lassen. Aerober dynamische Arbeit und koordinative Beanspruchungen führen nach Untersuchungen von Hollmann und Strüder (2003) zu einem *regionalen Anstieg der Gehirndurchblutung* und zu einer hoch signifikanten *Zunahme der Produktion neurotropher Faktoren* (BDNF) speziell im Hippocampus, Cortex und Cerebellum. Die Langzeitpotenzierung (LTP), und damit das „synaptische Analogon zum Lernen und Gedächtnis“ (Hollmann & Strüder, 2003, 265), hängt in entscheidendem Maße von der vorhandenen Menge an BDNF ab. Körperliche Aktivität führt als stimulativer Faktor zu *Synapsen- und Spinesbildung* sowie zur *Neurogenese* (vgl. Hollmann & Strüder, 2003). Bei Mäusen erhöhte sich mit zunehmender Intensität der körperlichen Beanspruchung die Neurogenese im *Hippocampus* und damit in einer für das Gedächtnis wichtigen Struktur (vgl. Van Praag, Christie & Sejnowski et al., 1999). Im Vorschulalter intensivieren koordinative Beanspruchungen die Synapsenbildung und ermöglichen hierdurch vermutlich eine bessere kognitive Entwicklung (vgl. Hollmann, Strüder & Tagarakis, 2003). Als weiterer ursächlicher Mechanismus wird die veränderte Zusammensetzung der *Neurotransmitter* angenommen. Im Tierversuch zeigten Mäuse bei erhöhtem norepinephrin Wert eine *bessere*

Gedächtnisleistung. Es kommt zudem zu strukturellen Veränderungen des Gehirns aufgrund körperlicher Aktivität. Im Tierversuch kam es zu erhöhter *Vaskularisierung* im Bereich des cerebralen Cortex sowie *kürzeren Diffusionswege* (Studienübersicht: Etnier, Salazar & Landers et al., 1997). Ergebnisse aus Studien unter Verwendung motorischer und kognitiver Testverfahren weisen ebenfalls in zunehmendem Maße positive Zusammenhänge zwischen motorischer und kognitiver Leistungsfähigkeit auf. Studien, die sich auf das Kindesalter beziehen stellen dabei einen hohen Zusammenhang zwischen den *koordinativen Fähigkeiten* (besonders *Gleichgewichtsfähigkeit*) (z.B. Bittmann, Gutschow & Luther et al., 2005) und kognitiven Leistungen fest. Auf kognitiver Ebene scheint besonders zwischen der *Konzentrationsleistung* und der motorischen Leistung eine enge Verbindung zu bestehen (z.B. Graf, 2003). Zudem zeigt sich, dass auch geringe *Altersunterschiede* der Kinder, vor allem in der Vorschulzeit, einen großen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit im motorischen und kognitiven Test haben (z.B. Ahnert, Bös & Schneider, 2003) und der *Zusammenhang sich mit steigendem Lebensalter verringert* (z.B. Voelcke-Rehage, 2005).

Auffällig ist beim derzeitigen Forschungsstand vor allem die geringe Menge an kontrollierten Interventionsstudien, die sich auf Transfereffekte von Motorik und Kognition im Vorschulalter beziehen. Ein Forschungsdefizit existiert auch hinsichtlich Umfang, Inhalt und Intensität einer Bewegungsförderung, die für das Erreichen von Transfereffekten notwendig ist. Die CoMiK-Studie soll einen Beitrag zur Beantwortung dieser Fragen leisten.

Methoden

Design: Die CoMiK-Studie ist als Längsschnitt- und Interventionsstudie mit quasi-experimentellem Design angelegt. Hierfür wurden zunächst 2 Kindergärten aus Konstanz ausgewählt. Drei Auswahlkriterien wurden hierfür herangezogen: Stadtteil, Größe und Konzept. Die Kindergärten liegen im gleichen Stadtteil und werden von Kindern der sozialen Mittelschicht besucht, die Größe beider Kindergärten ist mit je 75 Kindern, verteilt auf 3 Gruppen, identisch. Beide Kindergärten arbeiten in Gruppen und nicht mit einem offenen Konzept, so dass die Einteilung in Interventions- und Kontrollgruppen ermöglicht wurde. Diese erfolgte über eine Parallelisierung anhand des Testitems „Balancieren rückwärts“ aus der MoMo-Testbatterie (MoMo-Testmanual, Bös, K., Worth, A. & Heel et al., 2004). Zusätzlich wurde ein dritter Kindergarten in einem anderen Stadtteil involviert, in ihm wurde die dritte „externe“ Kontrollgruppe, ohne parallele Interventionsgruppe, mit 20 Kindern gebildet. Der Prä-Test erfolgte im September 2006, im Dezember 2006 wurden die Post-Test Daten erhoben. Die Follow-up Testung wird im März 2007 folgen.

Stichprobe: Das Testinstrumentarium ist für 4-6jährige Kinder konzipiert, die 3-Jährigen nahmen an der Intervention zwar teil, die Testverfahren konnten aber bei Ihnen nicht gewertet werden. Insgesamt nahmen an den Testungen 110 Kinder teil (n=61 weiblich und n=49 männlich) und davon bildeten n=45 Kinder die Interventions- und n= 65 Kinder die Kontrollgruppe („externe“ und „interne“ Kontrollgruppe). Das Alter der Kinder betrug zum ersten Messzeitpunkt $4,91 \pm 0,57$ Jahre.

Untersuchungsablauf: Es absolvierten 75 Kindergartenkinder (6 Gruppen mit durchschnittlich 12 Kindern, verteilt auf 2 Kindergärten) in der Interventionsgruppe täglich eine Stunde das von „Mentoren“ durchgeführte Bewegungsprogramm. „Mentoren“ sind qualifizierte Sportfachkräfte, die an einer 2tägigen Fortbildung teilgenommen und Schulungsmaterialien zur CoMiK-Studie erhalten haben. Die Inhalte des Interventionsprogramms richten sich nach den Erkenntnissen vorangegangener Studien von z.B. Bittmann, Gutschow & Luther et al. (2005) und Graf (2003). Ein Schwerpunkt des Interventionsprogramms liegt auf der Schulung der Gleichgewichtsfähigkeit. Es fanden pro Woche zwei Einheiten mit dem Schwerpunkt Gleichgewichtsfähigkeit statt und je eine Einheit mit dem Schwerpunkt Rhythmisierungs-, Reaktions- und Differenzierungsfähigkeit. Die Gesamtdauer des Interventionsprogramms betrug 12 Wochen. Die Aktivitäten der Interventions- und Kontrollgruppen wurden über Tagebücher erfasst.

Messinstrumente: zur Ermittlung der allgemeinen motorischen Leistungsfähigkeit wurde die MoMo-Testbatterie ($r > .80$) für den Vorschulbereich verwendet (MoMo-Testmanual, Bös, K., Worth, A. & Heel et al., 2004), sowie ein Test zur gesonderten Erfassung der Gleichgewichtsfähigkeit (GKS-1000 light, IMM Elektronik, 2005). Auf kognitiver Seite wurde der K-ABC ($r_{tt} = .83-.98$) zur Ermittlung der allgemeinen kognitiven Leistungsfähigkeit eingesetzt (K-ABC, Kaufmann & Kaufmann, 1999) und der DL-KE ($r_{tt} = .86$ für quantitative Leistung) zur Messung der Leistung unter konzentrierter Tätigkeit verwendet. Dieser Test beinhaltet eine A und B Version und enthält keinen „Gedächtniseffekt“ (DL-KE, Kleber & Kleber, 1974). Zur Verhaltensbeurteilung der Kinder wurde der VBV-EL ($r_{tt} = .51-.62$), ein an die Eltern gerichteter Fragebogen verwendet (VBV-EL 3-6, Döpfner, Berner & Fleischmann et al., 1993). Fragen zum sozioökonomischen Status und zum Aktivitätsverhalten der Eltern und Kinder wurden über eine modifizierte Version des Fragebogens der MoMo-Testbatterie erhoben (modifiziert aus MoMo-Testmanual, Bös, K., Worth, A. & Heel et al., 2004).

Ergebnisse

Erste Teilergebnisse bestätigen eine hoch signifikante (***) Verbesserung sowohl der Interventions- als auch der Kontrollgruppe in der quantitativen Leistung im

Konzentrationstest (siehe Tabelle 1). Dabei ist das Ausgangsniveau der Interventionsgruppe zu T1 niedriger als das der Kontrollgruppe. Zum Zeitpunkt T2 liegt der Mittelwert der Interventionsgruppe höher als der Mittelwert der Kontrollgruppe. Die Interaktion Gruppe x Zeit verfehlt jedoch die Signifikanzgrenze. Die qualitative Leistung (Fehler in %) beim Konzentrationstest ist zu T1 bei beiden Gruppen vergleichbar, eine signifikante Verbesserung (*) tritt zu T2 lediglich bei der Interventionsgruppe auf, wobei wiederum die Signifikanzgrenze der Interaktion verfehlt wird. Die ersten Teilergebnisse zur Bestimmung der Gleichgewichtsfähigkeit lassen tendenzielle Verbesserungen bei beiden Gruppen erkennen, diese lassen allerdings auf keine signifikanten Unterschiede zwischen Interventions- und Kontrollgruppe schließen. Bei der Betrachtung der prozentualen Veränderung über die Zeit zeigt sich, dass bei der Interventionsgruppe tendenziell größere Steigerungen zu verzeichnen sind als bei der Kontrollgruppe. Zur Untersuchung langfristiger Auswirkungen des Interventionsprogramms erfolgt die Evaluation von T3.

Tab. 1. Konzentration: Konzentration quantitative Leistung (DL-KE) und Gleichgewicht (GKS)

Test	Gruppe	T1		T2		T1-T2 Veränderung	
		M ± SD	P	M ± SD	p	Prozent	p
Konzentration quant. Leistung	Kontrollgr (n= 49)	42,14 ± 19,59	,328	56,38 ± 20,82	,936	↑13,4%	,000***
	Intervention (n= 25)	37,76 ± 14,80		56,80 ± 22,48		↑15,0%	
Konzentration Fehler in %	Kontrollgr (n= 49)	2,05 ± 2,98	,880	1,71 ± 2,83	,144	↑16,6%	,483
	Intervention (n= 25)	2,16 ± 3,13		0,93 ± 1,73		↑56,9%	
Gleichgewicht (GKS)	Kontrollgr (n= 50)	5,21 ± 8,38	,260	2,85 ± 1,82	,082	↑45,3%	,055
	Intervention (n= 34)	8,17 ± 13,4		4,52 ± 5,24		↑55,3%	
Test	Gruppe	Zeit Haupteffekt		Gruppe Haupteffekt		Interaktion GruppexZeit	
		t-Wert	P	t-Wert	P	t-Wert	p
Konzentration quant. Leistung	Kontrollgr (n= 49)	3,238	,001*	-,857	,393	,757	,450
	Intervention (n= 25)						
Konzentration Fehler in %	Kontrollgr (n= 49)	-,809	,420	,777	,438	-,809	,420
	Intervention (n= 25)						
Gleichgewicht (GKS)	Kontrollgr (n= 50)	-1,623	,106	1,605	,110	-5,15	,607
	Intervention (n= 34)						

* p < 0,05 *** p < 0,001 ↑ = Verbesserung M= Mittelwert SD= Standardabweichung

Diskussion

Die ersten Ergebnisse der CoMiK-Studie können die These, dass sich eine motorische Bewegungsförderung auf die kognitiven Fähigkeiten positiv auswirkt, zumindest tendenziell unterstützen. Betrachtet man die hoch signifikanten Steigerungen beider Gruppen im Konzentrationstest, könnte man auf einen „Lerneffekt“ schließen. Jedoch besteht der Test aus einer A und B Variante und hat keinen „Gedächtniseffekt“. Daraus geht hervor, dass es sich um Verbesserungen handelt, die in entscheidendem Maße mit der natürlichen Entwicklung zusammenhängen und eventuell durch die Intervention zusätzlich positiv beeinflusst wurden. Hierfür spricht, dass die Interventionsgruppe (im Vergleich mit der Kontrollgruppe) zunächst

ein schlechteres Ausgangsniveau besaß, zum Post-Test dann aber sogar leicht bessere Werte als diese aufweist. Für einen statistischen Nachweis der Interventionseffekte wäre eine größere Stichprobe benötigt worden. Die durch Graf (2003) formulierte These einer besonderen Einflussnahme der motorischen Leistung auf die Konzentrationsleistung kann über die derzeitig vorhandenen Daten somit nicht statistisch belegt werden. Die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit lässt sich aus der bisherigen Datenlage nicht eindeutig auf das Interventionsprogramm zurückführen. Eine umfassende Hypothesenüberprüfung kann erst nach Abschluss der Erhebung erfolgen. Hierzu gehört die differenzierte Auswertung der verwendeten Testverfahren, bspw. die Betrachtung stark positiv oder negativ abweichender Werte.

It's a fortunate person whose brain
Is trained early, again and again.
And who continues to use it
To be sure not to lose it
So the brain, in old age, may not wane

(M.R. Rosenzweig, E.L. Bennett, in *Beh. Brain Res.*, 78, 57-65, 1996).

Literatur

- Bittmann, F., Gutschow, S. & Luther, S. et al. (2005). Über den funktionellen Zusammenhang zwischen posturaler Balanceregulierung und schulischen Leistungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56 (10), 348-352.
- Bös, K., Worth, A. & Heel et al. (2004). Testmanual des Motorik-Moduls im Rahmen des Kinder- und Jugendgesundheits surveys des Robert Koch-Instituts. *Haltung und Bewegung*, 24, 6-41.
- Döpfner, M., Berner, W. & Fleischmann, T. et al. (1993). *Verhaltensbeurteilungsbogen für Vorschulkinder (VBV-EL 3-6)*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Graf, C., Koch, B. & Klippel, S. et al. (2003). Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und Konzentration im Kindesalter – Eingangsergebnisse des CHILT – Projektes. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (9), 242-246.
- Etnier, J.L., Salazar, W. & Landers, D.M. et al. (1997). The Influence of Physical Fitness and Exercise Upon Cognitive Functioning : A Meta-Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 19, 249-277.
- Hollmann, W. & Strüder, H.K. (2003). Gehirngesundheit, -leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54 (9), 265-266.
- Hollmann, W., Strüder, H.K. & Tagarakis C.V. (2003). Körperliche Aktivität fördert Gehirngesundheit und- leistungsfähigkeit. *Nervenheilkunde*, 22, 467-474.
- IMM Elektronik (2005). *Gleichgewichts-Koordinations-System GKS für Rehabilitation, Therapie, Fitness und Sport*. Mittweida: IMM Elektronik GmbH.
- Kaufmann, A.S. & Kaufmann, N.L. (1999). *K-ABC, Kaufman-Assessment Battery for Children*, (2., korr. Aufl., dt. Fassung). CA Lisse, Die Niederlande: Swets & Zeitlinger.
- Kleber, E.W. & Kleber, G.(1974). *Differentieller Leistungstest – KE (DL-KE), Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe, Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- Sibley, B.A. & Etnier, J.L. (2003). The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Children : A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.
- Van Praag, H., Christie, B.R. & Sejnowski, T.J. et al. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96 (23), 13427-13431.