

Ertong Zaoqi Jingxi Dongzuo Jineng yu Renzhi Fazhan de Guanxi

Geng, Da; Zhang, Xingli; Shi, Jiannong

Published in:
Xinli Kexue Jinzhan

Publication date:
2015

Document Version
Early version, also known as pre-print

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Geng, D., Zhang, X., & Shi, J. (2015). Ertong Zaoqi Jingxi Dongzuo Jineng yu Renzhi Fazhan de Guanxi. *Xinli Kexue Jinzhan*, 23(2), 261-267. http://118.145.16.229:81/Jweb_xlkxjz/CN/10.3724/SP.J.1042.2015.00261

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

儿童早期精细动作技能与认知发展的关系*

耿 达^{1,2} 张兴利^{1,3} 施建农^{1,2,3,4}

(¹ 中国科学院心理研究所, 北京 100101) (² 中国科学院大学, 北京 100049) (³ 中国科学院行为科学重点实验室, 北京 100101) (⁴ Department of Learning and Philosophy, Aalborg University, Denmark)

摘 要 精细动作技能指个体主要凭借手以及手指等部位的小肌肉或小肌肉群而产生的运动, 它可以为个体提供认知经验, 丰富认知对象, 进而促进个体对事物本质的认识。当个体需要将认知资源-注意在两个或多个任务之间进行分配时, 熟练的精细动作可以节省注意资源, 为高级的认知任务更好地服务; 精细动作与认知在发展中不断相互促进, 有些动作是某些认知习得或认知练习的先决条件; 精细动作技能可以预测小学低年级的学业成绩, 尤其是阅读和数学成绩。精细动作技能和认知发展的关系具有大脑神经发育基础, 它们在某种程度上共享相同的脑区, 如小脑和前额叶。因此, 某些认知损伤的病症可以通过精细动作的训练而得到改善和治疗。

关键词 精细动作能力; 认知; 关系; 发展; 儿童

分类号 B844

1 引言

精细动作技能指个体主要凭借手以及手指等部位的小肌肉或小肌肉群的运动, 主要反映了在感知觉、注意等多方面心理活动的配合下完成特定任务的能力(李蓓蕾, 林磊, 董奇, von Hofsten, 2002)。一个简单的精细动作的执行, 需要意识的参与, 大脑中的计划, 然后依靠肌肉的协调以及力量的控制, 同时加之感知觉的参与协调完成。

手的动作可能促进个体大脑皮层相应区域认知能力的发展, 身体的发展在某种程度上可以被视为认知的发展程度, 认知依赖于我们的感知和动作系统(曲方炳, 殷融, 钟元, 叶浩生, 2012)。手在婴幼儿认识事物的各种属性和联系、知觉的完整性和具体思维能力的发展方面起到至关重要的作用(李红, 何磊, 2003; 曲方炳等, 2012)。孩子获得知识的最好的方式是动手操作周围的环境, 以此来锻炼小肌肉技能, 同时为日后的学习奠定良

好的认知基础(Grissmer, Grimm, Aiyer, Murrah, & Steele, 2010)。

儿童的精细动作发展开始于先天性条件反射, 如抓握反应, 然后经过一系列的过程逐渐发展到握笔书写。随着大脑的成熟及年龄的增长, 精细动作技能出现渐趋提高的现象 (Ulrike & Markus, 2012)。在 3~6 岁期间, 出现“操作技能”的飞速发展, 如双手技能、手的灵巧性、手眼协调能力、物品操作能力等迅速提高(Siu, Lai, Chiu, & Yip, 2011); 对个体大脑及相关骨骼、肌肉的发育分析表明, 4~8 岁是个体生理发展成熟最快的时期之一, 神经细胞髓鞘化在这一时期内基本完成(李蓓蕾, 林磊, 董奇, von Hofsten, 2003)。这说明, 动作能力与认知的关系早在 6 岁前就已经建立起来了(Pangelinan et al., 2011)。

动作协调困难的幼儿在执行认知功能任务时, 比如动作抑制、任务切换、工作记忆方面存在困难(Pangelinan et al., 2011)。他们不仅在诸如吃饭、穿衣等日常生活中存在困难, 同时在学习用具(如蜡笔、铅笔、剪刀等)的使用上也存在困难(Rule & Stewart, 2002), 进而影响到对书写的掌握以及学习成绩, 从而对学业成就造成负面的影响(O'Brien, 2004; Stoeger, Ziegler, & Martzog, 2008)。反之, 熟

收稿日期: 2013-12-09

* 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-EW-J-8)资助。

通讯作者: 张兴利, E-mail: zhangxl@psych.ac.cn;

施建农, E-mail: shijn@psych.ac.cn

练掌握精细动作的幼儿,在上述的动作技能任务中可以做到自如操作、灵活运用,具有良好的日常生活自理能力,在学习任务中表现出得心应手,使幼儿产生自我感:感到自己是一个自在的实体(李红,何磊,2003),从而促进其学业上的表现。

2 精细动作能力与认知关系的行为研究

关于精细动作技能与认知关系的研究中,早在10年前,国内研究者通过综述国内外研究发现,儿童手的抓握和手势的发展在儿童与环境的相互作用过程中起到了重要的中介作用,主要表现在对外界事物属性的认识、语言的发展和数能力的发展中起到的积极作用(李红,何磊,2003)。因此,本文将从精细动作与认知基础(注意)、高级认知能力及认知能力表现(学业成绩)三者关系来阐述精细动作技能与认知的关系。

2.1 精细动作能力与认知基础(注意)的关系

注意表现为对一定对象的指向与集中,同时忽略一些干扰因素,在儿童认知发展中起着关键的作用(Ashkenazi, Rubinsten, & Henik, 2009; Trautmann & Zepf, 2012)。注意的分配是指在同时进行两种或几种活动的时候,把注意指向不同的对象。在实际生活中常要求人们将注意很好地分配,例如一边书写一边计算,一边弹奏乐器一边欣赏音乐。注意分配的重要条件之一,就是在同时进行的两种或两种以上活动中只有一种是不熟悉的,需要以集中的注意去观察或思考它,成为注意的中心,而其余的动作都已经达到了相对“自动化”的程度。

精细动作的有些动作过程要求很强的能力,竞争有限的资源,尤其是对注意力、认知和动作资源的竞争(Stoeger et al., 2008)。精细动作能力不足,在执行复杂的新任务时就会出现注意资源分配不足的情况。在精细动作协调方面有困难的孩子,本身精细动作能力较差,完成动作又需要持续性的注意力,精细动作任务对他们就显得比较困难(Meyer & Sagvolden, 2006)。精细动作能力差的孩子在写字的时候,需要将注意力集中到动作监控上来,分散了原本应分配到更高级认知任务的注意力(Stewart, Rule, & Giordano, 2007)。他们在书写时主要依靠动作执行的反馈,而不是运用动作控制进行调整(Smits-Engelsman, Wilson, Westenberg, & Duysens, 2003)。患有 ADHD (Attention Deficit

Hyperactivity Disorder)的孩子注意力持续时间非常短,同时对需要注意力持续一段时间的任务缺乏兴趣,他们很少用视觉去引导手的活动(李惠,王素娟,张建萍,施炳培,2003),这可能是由于他们在手的灵活性上以及动作的协调性上都比较差所致。研究者发现,将注意力、精细动作能力和常识三者放在一起对后来的数学、阅读成就的预测非常有效(Grissmer et al., 2010)。

2.2 精细动作能力与高级认知能力的关系

早期精细运动技能发育与脑认知发育存在时间和空间上的重合,这是精细动作技能与认知发展具有密切关系的强有力证据,早期精细运动技能的顺利发育和有效发展可能利于早期脑结构和功能的成熟,进而促进认知系统发展(李斐,颜崇淮,沈晓明,2005)。研究表明,认知和动作技能以基本相似的方式获得,两者在学习率、学习效果、学习阶段方面都高度相似(Son & Meisels, 2006),例如,有研究发现在顺序任务中智商和动作速度存在正相关,动作熟练度和流体智力正相关,动作表现和工作记忆成正相关(Pangelinan et al., 2011)。人脑的发展变化引起并伴随大范围的动作和认知的变化(Fuchs, Jirsa, & Kelso, 2000),手部肌肉动作与智力发展有着密切的关系,因为手部肌肉动作不但表明了儿童动手的能力、视觉运动协调能力,更主要的是它反映了人的一种精细感觉和对外界刺激分析和综合的能力。对于5~7岁儿童的研究表明,其精细动作和认知技能水平存在共变性关系(李斐等,2005),这和近年来提出的具身认知理论观点一致。实际上,几乎所有的活动都在帮助孩子建构和提高认知技能并锻炼小肌肉的使用。Roebers等人的实验研究表明早期精细动作发展对一年以后的认知发展具有显著的影响,但早期的认知发展并不能影响后来的精细动作技能(Roebers et al., 2014)。早期的动作发展可以作为认知进一步发展的控制参数,有些动作能力是其他功能如知觉或认知练习以及习得的先决条件。同时,高级认知能力(非语言理解、加工速度)较差的孩子,在动作能力方面也较差,尤其在精细动作的表现上较差(Miquelote, Santos, Caçola, Montebelo, & Gabbard, 2012)。

国内研究者陈纬采用纵向研究,通过路径分析中的时序滞后分析(Cross-lagged Analysis)方法考察精细动作与推理能力之间关系的方向(陈纬,

2012)。以半年为周期追踪考察 4~5 岁幼儿精细动作、推理能力与常识水平的发展及其关系的发展, 结果发现 4~5.5 岁幼儿精细动作与推理能力密切相关, 并且推理能力对精细动作有显著的预测作用。然而, 在国外一项新近研究中, 研究者同样采用追踪设计(Roebers et al., 2014), 对 169 名幼儿以一年为周期进行了两次追踪测量, 同样采用时序滞后路径分析发现, 精细动作技能和非言语智力在学前(5~6 岁)具有显著正相关($r=0.37$), 这一时期的精细动作技能能显著预测一年后的(6~7 岁)的智力, 但是反过来, 智力并没有表现出对精细动作的预测作用。这两项追踪研究提示我们精细动作与认知在发展中不断地相互促进; 同时, 这两项研究给后续有关精细动作与认知的关系研究提供了一个新的视角: 儿童早期需要开展年龄跨度大的较长期的追踪研究来探讨精细动作能力和认知的关系, 及其相互影响的方式, 例如, 在今后可能需要开展更小儿童(如婴儿、学步期儿童)直到青少年期甚至是成人期两者的关系发展特点的研究。

2.3 精细动作能力与认知表现(学业成绩)的关系

研究显示, 在幼儿园阶段精细动作能力的评估, 比如握笔能力, 与后来的总体学业成绩相关, 确切地说是与书写和阅读成绩密切相关。精细动作能力的发展可以高度地预测孩子在小学的读写及数学成绩(Son & Meisels, 2006; Wang, Huang, & Lo, 2011)。有研究考察了正常小学 5~7 岁儿童中纯粹动作信号与阅读、语言成绩间的关系, 发现儿童在精细动作能力测试方面的成绩可显著预测其 12 个月 after 阅读和语言成绩的变化(李斐等, 2005)。精细动作能力比较好的孩子在幼儿园以及在小学一年级的阅读成绩好于精细动作能力较差的孩子(Reno, 1995)。精细动作技能及幼儿园阶段的认知对小学一年级的学业成绩具有显著的预测作用(Roebers et al., 2014)。幼儿的写字能力与老师在一年级对他们的阅读、词汇、数学能力的评估紧密相关(Grissmer et al., 2010)。书写强的孩子比书写差的孩子在学习数字、字母及复杂的学习任务方面进步较快, 这反过来也有助于他们在幼儿园期间学习阅读、掌握发音和简单的算术(Cameron et al., 2012)。基础书写技能掌握不好的孩子将影响书写的可认读性以及他们最终的书写表现, 一定程度上精细动作能力可作为学习困难儿童的重

要鉴别指标(李蓓蕾等, 2002)。

精细动作能力比较强的孩子在小学低年级可能取得更好的数学成绩, 在数学上取得更大的进步(Luo, Jose, Huntsinger, & Pigott, 2007), 动作协调自动化的孩子有更强的处理复杂概念的能力, 如字母、符号的意义(Cameron et al., 2012)。与之相反, 精细动作差的儿童可能存在学习困难。Marr(2002)选取 9~11 岁儿童为被试, 根据平时的学业成绩将他们分成学业成绩优秀和学业成绩差的两组, 考察两组儿童的书写能力。结果发现, 学业成绩差的儿童中 75% 的孩子书写较差。同时发现尽管有相同的学习能力可以掌握学业知识, 但是书写差的孩子通常被老师给出较低的成绩分数(Marr, 2002), 这和日常教学中教师要求学生注意卷面整洁是相一致的。同样, 一项以 4 年级智力超常的学生为被试的研究发现, 学业成绩差的超常学生和学业成绩好的超常学生的差距可以用精细动作能力及其与专注力的相互关系进行解释(Stoeger et al., 2008)。精细动作能力的不足可以用来预测超常儿童较差的学业成绩。因此, 研究者提出精细动作可以运用于对低学业成就的超常儿童的鉴别上来。

最近有研究对以上现象进行了深入地探讨: 握笔有困难的孩子, 就必须在具体的写字动作上花心思, 消耗了较多的注意资源, 因此在认读复杂的字、阅读理解、字的发音等方面的进步较慢(Cameron et al., 2012)。综上所述我们可以看出, 精细动作技能不仅是预测孩子将来学业成绩的指标, 也是预测孩子课堂参与程度的方法, 比如专注在一项任务上的能力, 以及对任务的坚持性和完成任务的自制性。

3 精细动作能力与认知发展关系的大脑神经基础

儿童早期精细动作发展伴随着神经系统的成熟而出现, 神经系统的成熟来自于丰富的动作体验(李红, 何磊, 2003)。从大脑的发展来看, 出生后随着年龄增长, 突触及灰质的数量会因具体的经验而出现修剪而下降, 进而出现白质数量的增加, 在感官和运动区增加的较早, 在前额和颞顶叶联合区较晚, 白质的增加会出现儿童早期的精细动作提高的现象(Ulrike & Markus, 2012)。但随着年龄的增长, 大脑皮层萎缩, 前额皮层似乎最

受影响,首先出现下降,感觉运动皮层其后出现下降,总体变化遵循后进先出的规律。最后发展的脑区先行开始萎缩,这样感觉运动区相对受损较晚,当主要运动皮层萎缩时,我们才看到了随年龄,动作开始缓慢的现象(Rachael et al., 2010)。有研究发现精细动作技能的下降和很多认知老化也表现出上述的同步化。Lacreuse 等人(2014)首次对雌性大猩猩展开3年的追踪研究来探讨动作和认知老化的关系(Lacreuse, Russell, Hopkins, & Herndon, 2014)。在该项研究中,以38只成年雌性大猩猩(10~54岁)为被试,要求他们用手(不能用嘴)卸走柱子上的螺丝帽作为对精细动作技能的测量,结果发现,有4只50岁以上的大猩猩在3年后表现出社会认知、注意获得和注视追随任务成绩的显著下降,同时发现了年老大猩猩的精细动作技能显著低于年幼大猩猩。

精细动作技能主要依靠大脑前额叶和小脑区域,小脑被认为是精细运动的控制中枢,参与动作的预测,对于动作表现和动作过程至关重要。小脑在降低运动表象精确性方面发挥着重要的作用,小脑主要负责编码内模,复现动作表现的基本特质(Carl, Priscila, & Tatiana, 2011)。一项动手敲击学习与观察敲击学习的对比实验表明,小脑与动作执行高度相关,主要负责后期学习阶段的动作执行(Nyberg, Eriksson, Larsson, & Marklund, 2006)。但同时日益增多的证据表明,小脑在高级认知功能方面也起到了重要作用,比如视觉空间能力、非文字的流畅性、工作记忆、内隐学习与外显学习、语言等(Anja et al., 2010)。

近期研究表明,小脑脑量的发展变化对儿童期认知功能的发展有积极的促进作用。总体的认知能力与皮层下的脑结构容量(小脑和尾状叶)有显著相关(Pangelinan et al., 2011)。前额叶不仅是记忆等多种认知功能的基础,同时在运动技能学习过程中也有一定作用(李斐等, 2005)。神经解剖表明前额区和小脑区在正常情况下是相互依赖的,对大脑皮层的研究也发现,精细运动过程中大脑皮层除运动区、感觉区激活外,与认知发育密切相关的前额叶也同时激活(Cameron et al., 2012)。

通过fMRI和PET等脑成像技术手段的研究显示,手的各部分在大脑皮层有相应固定的投射区,随着手的精细运动技能提高,皮层相应代表区扩大,同时皮层发生功能重塑(孙贵新, 徐文东,

顾玉东, 2002),皮层的厚度与认知能力密切相关(Pangelinan et al., 2011),因此,对幼儿精细动作的训练可能会对幼儿的大脑神经系统的发育起到重要的促进作用。同时也有研究显示,通过精细动作的训练可以有效地提高老年人脑部灰质和白质的数量,而灰质和白质的数量与认知密切相关(Pangelinan et al., 2011),认知的改善可以提高其身体平衡性和稳定性。在帕金森病人中,患者表现出明显的前额叶和枕叶的灰质减少,使得病人的精细动作速度下降,这表明精细动作速度和情景切换与前额皮层的灰质量相关(Lee et al., 2013)。

4 精细动作技能与认知损伤的相互关系

有研究显示,运用精细动作,比如书写的动作速度指标,可以诊断个体是否患有阿尔茨海默氏症(痴呆)或其他认知功能损伤(记忆减退、动作不足)的疾病。痴呆和认知损伤患者在动作速度控制的时间一致性上较差,表明个体的感官动作功能受损,在执行复杂的书写任务时会出现多关节协调困难,关节的协调困难引起书写障碍(Yan, Rountree, Massman, Doody, & Li, 2008)。同时包括精细运动在内的动作发育迟缓通常也与某种程度的认知损伤有关(Anna, 2009)。患有脑水肿的孩子,在精细动作如书写和绘画的动作协调方面较差,在一些要求较快的临时组织动作的任务表现上也有同样的问题。其总体智商与简单的精细动作表现相关不显著,但与复杂的视觉动作表现显著相关(Anja et al., 2010),这可能是因为复杂精细动作需要更多的认知能力参与。同样,来自染色体缺失综合征及低智商儿童的研究表明,因注意力的欠缺而对大脑的执行功能如选择、抑制与处理能力的方面要求较高,从而导致视觉动作结合困难及动作速度缓慢,从而在某些精细动作控制上表现不佳,在画形状方面呈现的与正常个体的差异可能与染色体缺失综合征及低智商儿童的手的握的力量不足、冲动、智商较低呈现的个性因素有关(Howley, Prasad, Pender, & Murphy, 2012)。

如今,越来越多的动作领域专家(如体育、音乐等)及特殊群体的证据表明,认知和感觉运动系统的活动和功能连接受到专业技能的调节(Tomasino, Maieron, Guatto, Fabbro, & Rumati, 2013)。同时,精细动作技能发展不良和认知损伤的关系越来越多地受到临床康复领域的研究者关注,某些认知

损伤的病症也可以通过精细动作的训练得到改善和提高。国内研究者运用精细动作训练来提高智力落后儿童的认知能力(罗苏群, 2009); 运用康复训练对唐氏综合症患儿精细运动功能发育进行干预, 从而提高大脑神经的发育进而改善唐氏患儿的认知表现(刘绍云, 钟宁, 黄华玉, 施炳培, 史惟, 2012); 运用作业训练治疗精神发育迟滞患儿精细运动障碍, 从而更好地促进他们认知发育水平(李惠, 王素娟, 张建萍, 施炳培, 2003)等。以上都是在行为层面通过对精细运动改善来提高认知的发育水平及能力。

5 研究小结与展望

综上所述, 精细动作能力的发展标志着儿童操作环境的能力, 影响儿童认识事物、概念形成及理解等认知能力, 这些能力的习得直接关系到其学业表现。精细动作能力是儿童认知提高与进一步发展的基础, 精细动作的获得是其他高级认知活动的前提, 足够的动作经验积累, 形成了高级的认知活动, 同时精细动作的发展与认知的发展相互作用, 提高精细动作可以改善注意力, 提高大脑的执行功能。

纵观全文, 我们发现在儿童早期发展领域的研究开展年龄跨度大的多时间点的追踪研究, 采用时序交叉滞后路径分析和成长模型已成为今后的设计和分析趋势, 这样才能更好地厘清两种或多种心理特质的关系发展特点。同时, 在追踪设计中需要加入脑功能连接方面的技术, 才能更好地从行为和神经基础角度来阐释某心理特质发展的机制问题。

最后, 在诸多研究中, 发现了认知损伤对个体精细动作发展的影响; 那么精细动作较为熟练的个体是否对认知的发展有积极作用呢? 比如天才钢琴家、雕塑家、手工艺家等, 他们熟练的精细动作能力, 对认知的发展起什么样的作用呢? 来自早期教育领域的成果也表明, 早期的动作训练可以使得神经传导时间减少, 并出现如反应时间减少、精细动作提高、动作速度加快和侧抑制能力增加的现象(Watanabe, Savion-Lemieux, & Penhune, 2007)。这一时期进行相应的动作训练, 会收到事半功倍的效果, 而且会让孩子记忆深刻, 为以后其他技能的学习奠定良好的基础。Knudsen证明了个体早期体验形成的脑回路塑造了以后体

验的反应模式, 早期的动作塑造及感觉动作的体验为以后奠定了良好的反响回路基础, 并可以通过后来的学习机制得到优化, 使得我们一生保持可塑性(Knudsen, 2004)。幼儿早期, 有意识地进行精细动作的训练是否可以让孩子在早期的学习当中获得一定的优势? 这种优势对今后的认知能力发展、学业表现又起什么样的作用呢? 这一系列问题都需要在今后的实证研究和教育研究中做出回答, 以期对儿童早期发展的特点做出更深入的理论探讨, 继而对儿童早期发展的教育方案和内容提出指导。

精细动作技能和认知关系发展的影响因素(如家庭环境、早期教育等), 以及关系发展的理论模型如何, 在本文中并没有回顾, 但这是非常重要的两个理论问题, 这都需要在今后的研究中展开实证研究并进行模型的实践和理论探索。

致谢: 感谢杭州师范大学认知与脑疾病研究中心陈伟博士和审稿人的宝贵意见和建议。

参考文献

- 陈伟. (2012). 4~5.5 幼儿精细动作与推理能力、常识水平的关系及注意力在其中的作用(博士学位论文). 中国科学院心理研究所, 北京.
- 李蓓蕾, 林磊, 董奇, von Hofsten, C. (2002). 儿童精细动作能力的发展及其与学业成绩的关系. *心理学报*, 34(5), 494-499.
- 李蓓蕾, 林磊, 董奇, von Hofsten, C. (2003). 儿童筷子使用技能特性的发展及其与学业成绩的关系. *心理科学*, 26(1), 87-89.
- 李斐, 颜崇淮, 沈晓明. (2005). 早期精细动作技能发育促进脑认知发展的研究进展. *中华医学杂志*, 85(30), 2157-2159.
- 李红, 何磊. (2003). 儿童早期的动作发展对认知发展的作用. *心理科学进展*, 11(3), 315-320.
- 李惠, 王素娟, 张建萍, 施炳培. (2003). 作业训练治疗精神发育迟滞患儿精细运动障碍 28 例. *临床研究*, 8, 438-439.
- 刘绍云, 钟宁, 黄华玉, 施炳培, 史惟. (2012). 康复训练对唐氏综合征患儿精细运动功能的影响. *中国康复理论与实践*, 18(7), 681-682.
- 罗苏群. (2009). 智力落后儿童的精细动作训练. *中国康复理论与实践*, 15(3), 291-292.
- 曲方炳, 殷融, 钟元, 叶浩生. (2012). 语言理解中的动作知觉: 基于具身认知的视角. *心理科学进展*, 20(6), 834-842.
- 孙贵新, 徐文东, 顾玉东. (2002). 手部相关脑功能可塑性的研究进展. *实用手外科杂志*, 16(3), 159-161.

- Anja, V., Maria, W. G., Nijhuis-van der, S., Nel, J. A. R., Reinier, A. M., Jan, J. R., & Ben, A. M. M. (2010). Motor profile and cognitive functioning in children with spina bifida. *European Journal of Paediatric Neurology*, 14, 86–92.
- Ashkenazi, S., Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Attention, automaticity, and developmental dyscalculia. *Neuropsychology*, 23(4), 535–540.
- Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., & Morrison, F. J. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child Development*, 83(4), 1229–1244.
- Carl, G., Priscila, C., & Tatiana, B. (2011). Examining age-related movement representations for sequential (fine-motor) finger movements. *Brain and Cognition*, 77, 459–463.
- Fuchs, A., Jirsa, V. K., & Kelso, J. A. S. (2000). Theory of the relation between human brain activity (MEG) and hand movements. *Neuroimage*, 11(5), 359–369.
- Grissmer, D., Grimm, K. J., Aiyer, S. M., Murrah, W. M., & Steele, J. S. (2010). Fine motor skills and early comprehension of the world: Two new school readiness indicators. *Developmental Psychology*, 46(5), 1008–1017.
- Howley, S. A., Prasad, S. E., Pender, N. P., Murphy, K. C. (2012). Relationship between reaction time, fine motor control, and visual-spatial perception on vigilance and visual-motor tasks in 22q11.2 Deletion Syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33, 1495–1502.
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425.
- Lacreuse, A., Russell, J. L., Hopkins, W. D., & Herndon, J. G. (2014). Cognitive and motor aging in female chimpanzees. *Neurobiology of Aging*, 35(3), 623–632.
- Lee, E. Y., Sen, S., Paul, J. E., Daymond, W., Michele, L. S., Lan, K., Huang, X. (2013). Early cortical gray matter loss and cognitive correlates in non-demented Parkinson's patients. *Parkinsonism and Related Disorders*, 19, 1088–1093.
- Luo, Z., Jose, P. E., Huntsinger, C. S., & Pigott, T. D. (2007). Fine motor skills and mathematics achievement in East Asian American and European American kindergartners and first graders. *British Journal of Developmental Psychology*, 25(4), 595–614.
- Marr, D.A. (2002). *Fine motor skill in young children* ((Doctorial dissertation). Boston University.
- Meyer, A., & Sagvolden, T. (2006). Fine motor skills in South African children with symptoms of ADHD: Influence of subtype, gender, age, and hand dominance. *Behavioral and Brain Functions*, 2: 33, doi: 10.1186/1744-9081-2-33.
- Miquelote, A. F., Santos, D. C., Caçola, P. M., Montebelo, M. I., Gabbard, C. (2012). Effect of the home environment on motor and cognitive behavior of infants. *Infant Behavior & Development*, 35, 329–334.
- Nyberg, L., Eriksson, J., Larsson, A., & Marklund, P. (2006). Learning by doing versus learning by thinking: An fMRI study of motor and mental training. *Neuropsychologia*, 44(5), 711–717.
- O'Brien, J. C. (2004). *Mechanisms underlying fine motor eye-hand coordination in children with developmental coordination disorder* (Doctorial dissertation). University of South Carolina, Columbia.
- Pangelinan, M. M., Zhang, G., VanMeter, J. W., Clark, J. E., Hatfield, A. J., & Hauffler, B. D. (2011). Beyond age and gender: Relationships between cortical and subcortical brain volume and cognitive-motor abilities in school-age children. *NeuroImage*, 54, 3093–3100.
- Rachael, D. S., Jessica, A. B., Taritonye, B. B., Brett, W. F., Mark, T. G., Joseph, T., ... David, B. L. (2010). Motor control and aging: Links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 721–733.
- Reno, M. J. (1995). *Fine motor ability and reading achievement of young children: A correlational Study* (Doctorial dissertation). University of Cincinnati.
- Roebbers, C. M., Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P., Michel, E., & Jäger, K. (2014). The relation between cognitive and motor performance and their relevance for children's transition to school: A latent variable approach. *Human Movement Science*, 33, 284–297.
- Rule, A. C., & Stewart, R. A. (2002). Effects of practical life materials on kindergartners' fine motor skills. *Early Childhood Education Journal*, 30(1), 9–13.
- Siu, A. M. H., Lai, C. Y. Y., Chiu, A. S. M., & Yip, C. C. K. (2011). Development and validation of a fine-motor assessment tool for use with young children in a Chinese population. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 107–114.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Wilson, P. H., Westenberg, Y., & Duysens, J. (2003). Fine motor deficiencies in children with developmental coordination disorder and learning disabilities: An underlying open-loop control deficit. *Human Movement Science*, 22(4), 495–513.
- Son, S. -H., & Meisels, S. J. (2006). The relationship of young children's motor skills to later school achievement. *Merrill-Palmer Quarterly*, 52(4), 755–778.
- Stewart, R. A., Rule, A. C., & Giordano, D. A. (2007). The effect of fine motor skill activities on kindergarten student attention. *Early Childhood Education Journal*, 35(2), 103–109.
- Stoeger, H., Ziegler, A., & Martzog, P. (2008). Deficits in fine motor skill as an important factor in the identification of gifted underachievers in primary school. *Psychology*

- Science*, 50(2), 134–146.
- Tomasino, B., Maieron, M., Guatto, E., Fabbro, F., & Rumiati, R. I. (2013). How are the motor system activity and functional connectivity between the cognitive and sensorimotor systems modulated by athletic expertise? *Brain Research*, 1540, 21–41.
- Trautmann, M., & Zepf, F. D. (2012). Attentional performance, age and scholastic achievement in healthy children. *PLoS ONE*, 7(3), e32279. doi: 10.1371/journal.pone.0032279.
- Ulrike, B., & Markus, H. (2012). Menstrual cycle-related changes of functional cerebral asymmetries in fine motor coordination. *Brain and Cognition*, 79, 34–38.
- Wang, H. -Y., Huang, T. -H., & Lo, S. -K. (2011). Motor ability and adaptive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 27(10), 446–452.
- Watanabe, D., Savion-Lemieux, T., & Penhune, V. B. (2007). The effect of early musical training on adult motor performance: Evidence for a sensitive period in motor learning. *Experimental Brain Research*, 176(2), 332–340.
- Yan, J. H., Rountree, S., Massman, P., Doody, R. S., & Li, H. (2008). Alzheimer's disease and mild cognitive impairment deteriorate fine movement control. *Journal of Psychiatric Research*, 42, 1203–1212.

The Development of Fine Motor Skills and its Relation to Cognitive Development in Young Children

GENG Da^{1,2}; ZHANG Xingli^{1,3}; SHI Jiannong^{1,2,3,4}

(¹ Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China) (² University of Chinese Academy of Science, Beijing 100049, China) (³ Key Laboratory of Behavioral Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

(⁴ Department of Learning and Philosophy, Aalborg University, Denmark)

Abstract: Fine motor skills refer to any movement where an individual uses the small muscles or muscle areas of the hands and fingers; these movements serve to development of muscle while also improving the cognitive recognition of the object. Automatic fine motor skills can save limited attention resources for advanced cognition tasks as required by an individual; in the development of fine motor skills and cognition, the two abilities interact, some motor skills are the prerequisite for some cognition and the practice of cognition. Fine motor skills also can predict the academic performance of young students. The two abilities are inter-related because they share common areas of the brain: the prefrontal lobe and the cerebellum. As a result, some cognition disorders could be treated through fine motor skill training and exercises.

Key words: fine motor skill; cognition; relation; development; children