

The Current Situation and Prospect of the Research on the Ability of Visual Motor Integration in Early Childhood

Jing Cong

Hangzhou College of Early Childhood Teacher's Education, Zhejiang Normal University, Hangzhou Zhejiang
Email: jean_cong@163.com

Received: May 7th, 2020; accepted: Jun. 8th, 2020; published: Jun. 15th, 2020

Abstract

Visual motor integration refers to the coordination and cooperation ability between visual perception and hand movement in purposeful operation activities, which plays an important role in early children's life and learning. At present, scholars at home and abroad have done extensive research on the development and influencing factors of early children's visual integration ability. This paper summarizes the mechanism of visual integration process from three aspects of informational processing, plan control and behavioral neuroscience by combing through the past research, and summarizes the research status of visual integration process visual integration process: the research methods, development rules and influencing factors of early children's visual integration at home and abroad. On the basis of this, this paper summarizes and proposes three research perspectives: focusing on the development of visual integration ability in the early childhood cohesion period, exploring the influencing factors of visual integration with Chinese characters writing and exploring the mechanism of visual integration with a variety of technologies.

Keywords

Visual Motor Integration, Early Childhood, Development

早期儿童视动整合能力的研究现状及展望

丛 婧

浙江师范大学, 杭州幼儿师范学院, 浙江 杭州
Email: jean_cong@163.com

收稿日期：2020年5月7日；录用日期：2020年6月8日；发布日期：2020年6月15日

摘要

视动整合(Visual Motor Integration)能力是指个体在有目的操作活动中视觉感知和手部运动间的协调与配合能力，在早期儿童的生活学习中发挥着重要作用。目前国内外学者对于早期儿童视动整合能力的发展情况和影响因素有过广泛研究，本文通过对过往研究进行梳理，从信息加工、计划-控制和行为神经科学三个方面说明视动整合过程的机制，从研究方法、发展规律、影响因素三个方面归纳了国内外早期儿童视动整合研究现状，在此基础上进行总结并提出三点研究展望：关注幼小衔接时期视动整合能力的发展、结合汉字书写探究视动整合影响因素和结合多种技术深入探究视动整合机制。

关键词

视动整合，早期儿童，发展

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

视动整合是视知觉与手部动作相协调的过程，在这一过程中，通过视知觉理解并掌握目标刺激的空间结构关系，进行相应反馈并协调动作模式。张华、林磊等(2001)认为，视动整合能力是指个体在有目的操作活动中视觉感知和手部运动间的协调与配合能力。Schneck (2001)进一步细化，提出视动整合能力是利用视觉感知系统(包括视觉精度、视觉适应、双眼融合、立体视觉、聚焦发散等)来协调精细动作(使用手部和腕部肌肉、敏捷且灵巧地协调控制双手等)的能力。视动整合在个体发展中非常重要，因为生活中的许多目的性活动(如抓取、绘画、书写等)都需要这一过程的参与。视动整合具有适应生存与促进发展的双重价值，这一点在儿童期体现尤为明显(张华，林磊等，2001)。个体在儿童期会学习并掌握大量生活所必须的操作技能，视动整合能力作为帮助儿童掌握这些技能的重要能力之一，其发展情况会直接影响个体操作技能，并进一步影响个体的后续发展。

视动整合与早期儿童(3~8岁)学习活动有着密切关系。研究发现，学龄前儿童视动整合的发展水平与其之后的入学准备和适应以及他们的社会情绪功能密切相关(Kurdek & Sinclair 2000; Bart et al., 2010)。当儿童入学后，其视动整合能力可以显著预测个体的书写、阅读和数学等学业成绩，视动整合能力发展越好，个体学业成绩越优秀，通过提高视动整合水平，可以促进儿童的学业成绩(张华，林磊等，2001; Barnhardt et al., 2005)。视动整合与儿童的认知活动同样有着紧密联系，Decker等(2011)研究了4~7岁儿童个体成熟和认知技能对幼儿视觉-运动整合发展的相关贡献，结果发现，非语言推理和视觉空间注意是影响视觉运动整合的重要因素。Becker等(2014)在研究自我管理、执行功能预测视动能力和早期学业成就的研究中发现，年龄和工作记忆与视动整合能力相关，在进行抄写任务时，工作记忆较好的儿童能以更好的尺寸抄写对象的相关信息，且可以更充分得将记忆中对象的表征进行重塑。此外，许多出现发展迟缓、学习困难或患有神经问题的儿童，都伴随有视动整合困难的现象(Kushki et al., 2011; Sutton et al., 2011; Casesmith et al., 2013)。

视动整合在早期儿童发展中发挥着重要作用，也可以侧面反应儿童发展水平，本文通过对以往文献进行梳理，简要介绍视动整合的机制、并从研究方法、视动整合能力发展及影响因素三个方面探讨早期儿童视动整合能力的研究现状，促进早期儿童视动整合能力发展的解读，为以后深入研究提供一定依据和展望。

2. 视动整合的机制

2.1. 信息加工的观点

信息加工的知觉-动作模型，包含感觉输入、信息接收、动作计划和动作反应四个主要部分。视动整合是视觉输入与运动输出的整合，它贯穿于个体对动作任务的计划、执行、监控和调整之中。视动整合先是基于个体对相关刺激的视觉输入，接着中枢神经系统将所接收的信息转换为认知性表征进行解释、决策并形成动作计划，同时需要执行控制来将视觉刺激保持在工作记忆中，来整合动作要求和抑制不必要的动作(Roebbers & Kauer, 2009)，最后是协调并执行精确的手部肌肉动作(Hammill et al., 1996)。期间，视动整合过程需要对有意注意和动作的反复编码来执行动作活动，编码的速度与效果取决于视动信息匹配的方式(Germano et al., 2013)。

2.2. 计划-控制理论的观点

计划-控制理论最早源于 Woodworth 提出的“两阶段运动单元”，即动作分“最初刺激计划”和“实时控制”两个阶段(Glover & Dixon, 2001; Smyth et al., 1987)。计划-控制理论强调，在动作开始前首先要进行基于知觉加工的动作计划，但这个计划在动作执行中不是不变的，而是由内部反馈回路不断地更新，通过反馈策略实时地调整控制行为动作(Desmurget & Grafton, 2000)。基于计划-控制理论，视动整合过程主要通过前馈控制和反馈控制来实现。前馈控制是在动作执行前被计划的，往往仅根据大脑制定的动作命令来完成。通常，前馈控制是一种不依靠视觉反馈的开放回路系统。在实际任务中，最初的爆发性动作(初级动作)常是基于大脑计划来指导相应的动作朝向实际目标(前馈机制)。反馈控制是将视觉反馈的信息传回大脑，在靠近目标时来根据反馈机制修正动作(二级动作)。反馈控制涉及一个对身体状态进行反馈来引发动作的系统，这个系统被称为闭锁回路系统。完整的视动整合任务是前馈机制(初级动作)和反馈机制(二级动作)的综合体。

2.3. 行为神经科学的观点

行为神经科学认为，后顶叶皮层是与视动整合关联的主要脑区。后顶叶位于视觉皮层(枕叶)和动作皮层(额叶)之间，这种解剖学上的位置结构使后顶叶(中央沟后部)成为视动信息整合的理想区域(Azizzadeh, Wilson, Rizzolatti, & Iacoboni, 2006)。具体而言，后顶叶皮层是负责动作计划与控制的主要区域(Jeanerod, 1997)。在动作产生之前，大脑首先会根据视觉反馈做出一定的计划；随后，动作执行又受到视觉的监控与调节。利用经颅磁刺激(Transcranial Magnetic Stimulation, TMS)的研究也发现，后顶叶皮层是视动整合和控制的基础区域，主要负责对动作的计划与控制(Tunik, Frey, & Grafton, 2005)。此外，后顶叶皮层作为联合皮层的一部分，将动作目标的编码、视动功能的偏侧化等通过胼胝体进行整合。

3. 早期儿童视动整合的研究现状

3.1. 早期儿童视动整合能力的研究方法

视动整合能力的研究方法，按照技术取向，可以分为结果取向和过程取向两种。

结果取向的视动整合能力评估，就是基于视动整合过程产生的结果，即最终的运动输出结果的特征

进行分析,主要通过量表的方式进行评估。目前使用较多的视动整合能力研究方法均是结果导向,实验者运用测验进行的视动整合能力评估,直接对被试的完成结果进行评分,从而确定个体的能力发展状况。视动整合能力的测量量表较多,其中 Bender-Gestalt 测试是最早的一个测量个体视动整合能力的工具,其自 1936 年以来已有两个版本(Beery & Berry, 2010)。除了 Bender-Gestalt 测试,Beery 研发的视动整合能力测试(The Beery-VMI)是目前运用更为普遍的一套量表。该测验具有较高的信效度,广泛运用于神经学、儿科学及儿童发展领域,尤其适用于儿童视动整合能力发展程度及其障碍的诊断、筛选、矫正,且该测验跨文化具有跨文化适用性的优点(张华,林磊等,2001)。此外,还有 TVMS-3 测验与 DTVP-2 测验。在韦氏儿童智力测试中积木图案的 10 个测试题就是针对儿童的视知觉、空间定向能力以及视觉-运动整合的测量(方莹等,2017)。

通过量表进行的结果指向评估方式可以让实验者评估个体的视动整合能力发展水平,探讨个体的视动整合发展与其他能力之间的关系。然而,视动整合是视知觉与手部动作相协调的过程,如果要进一步研究这个过程中个体是如何进行视知觉与动作的协调活动,仅靠测验是无法做到的,就需要运用眼动仪或运动捕捉仪等设备,通过记录个体视动整合的全过程,进行过程指向的探究与分析。过程取向的视动整合研究中,非常重要的两个组成部分就是个体的视觉信息和运动信息加工模式,只有了解被试如何加工视觉信息和运动信息,并且从时间进程上对这两种信息的协调过程进行分析,才能全面了解个体的视动整合过程。其中个体的视觉信息加工可以通过眼动仪获得。Nicholas E. Fears & Jeffrey J. Lockman (2018)研究了儿童书写过程中的视动整合,将书写过程分为书写前和书写后,通过眼动仪捕捉被试在观察刺激材料和书写时的眼动数据,探究了刺激材料熟悉度、注视点和注视时长对书写的影响。关于个体运动信息的加工,现在应用最广泛的主要是光学运动捕捉仪,Gaul 等(2016)研究者运用运动捕捉技术与视觉追踪技术,同步收集伸够抓握动作的视动整合过程。眼动仪可以捕捉到视觉注视线索,动作细节可以运用运动捕捉仪获取,将二者在时间上同步,可以非常简洁探索了单双眼条件下串珠任务中伸够抓握动作的视动整合过程的完整路径。

3.2. 早期儿童视动整合能力的发展

国外研究者很早就开始关注儿童视动整合能力的发展情况,我国较早的研究出现在台湾地区,随后在香港和大陆地区扩展。视动整合能力的发展会受生物成熟、年龄及文化等多种因素的影响(Mao, 1995),而年龄因素常常是儿童早期视动整合能力发展的主要预测因素(Beery & Beery, 2006)。大量研究发现,儿童早期的视动整合能力会随着年龄而逐渐增长。但是也有一些研究发现,儿童在幼儿园中后期至小学初期阶段的视动整合能力发展并不稳定,甚至会出现倒退。

最初,我国学者对台湾 4 岁、7 岁和 10 岁儿童的研究发现,7 岁儿童视动整合能力的标准分数比 4 岁儿童低(Mao, 1995)。由于该研究重在发现文化差异对中、美儿童视动整合能力的影响,所以并未重视上述现象及原因。随后,张华等人对北京 4~8 岁儿童的研究发现,视动整合能力随年龄的增长而提高,其中 6~7 岁发展速度最快,7~8 岁发展速度减缓(张华,林磊等,2001)。针对这种发展特点,研究者提出了两方面原因。一方面是基于 4~7 岁处在个体生理成熟的最快时期且伴随众多生活技能的习得,特别是 6 岁以后的儿童在培养汉字书写技能的过程中提高了视动整合能力。另一方面是由于 7 岁以后的儿童已经发展出了各种日常的操作技能,所以视动整合能力的发展也会减缓。为了更全面地探索儿童视动整合能力的发展特点,Cui 等人(2012)对上海和宁波共 356 名 3~12 岁儿童的研究发现:3~7 岁儿童的视动整合能力逐步发展,其中 4~5 岁发展速度最快;7~12 岁儿童视动整合能力的标准分数呈下降趋势,但年龄间的变化并无显著差异。Ng 等(2015)对 288 名香港儿童的视动整合能力发展情况的研究发现,视动整合能力在 3 岁半~4 岁半呈上升趋势,在 4 岁半~6 岁初出现下降趋势,其中 4 岁半~5 岁半处于稳态阶段,5

岁半~6岁初出现急速下降。近期方莹等(2017)对4~8岁儿童的研究发现,视动整合能力在4~5.5岁快速发展,5.5~6.5岁间急速下降,6.5~7.5岁间保持平稳,7.5岁后再次上升。

国外学者 Kiliç et al. (2010)运用第四版 Berry 视动整合能力测试(VMI-4)对1887名6~15岁个体的视动整合能力发展状况进行研究,发现视动整合能力在6岁~7岁半逐渐上升,在7岁半~7岁8个月出现下降趋势,而后一直上升,到14岁~15岁达到最高,其中6岁~7岁为发展速度最快的时期,之后8岁~13岁发展速度缓步增长,13岁~14岁又呈现一个快速增长期,14岁~15岁保持平稳。而 Memisevic 和 Hadzic (2013)运用 VMI-6 对 276 名 3~6 岁儿童视动整合能力进行研究,发现儿童视动整合能力从 2.8~5.5 岁均匀速上升,但在 5.6~6.5 岁间儿童的视动整合能力增加减缓。

综上所述,多数研究证明儿童的视动整合能力在5岁前会随年龄增长而提高。可见,生物成熟因素是早期视动整合能力发展的主要因素。但是对5~7岁儿童视动整合力发展特点的研究结果却存在较大分歧,比如部分研究发现儿童此阶段的视动整合能力会出现发展减缓、短暂停滞甚至下降等现象,而其他一些研究并非如此。虽然对5~7岁儿童的研究结果不尽一致,但可以肯定的是5~7岁儿童正处在成长发展的复杂多变期。此阶段的明显特征是儿童正经历从幼儿园向小学教育的过渡转变,来自教育内容和学习方式等系列的变化因素叠加在一起。因此,儿童视动整合能力在幼小衔接阶段的发展特点自然也具有复杂多变性,值得进一步详细研究。

3.3. 早期儿童视动整合能力的影响因素

3.3.1. 主体因素

影响早期儿童视动整合能力的主体因素,主要体现在个体的年龄、性别、视觉感知能力、动作能力、持续的注意力和执行功能几个方面。大量研究发现,儿童早期的视动整合能力会随着年龄增长而逐渐发展。在相同年龄段,一些研究发现女孩的视动整合能力普遍高于男孩,但另外部分研究发现性别对视动整合能力没有影响(Mao, 1995; Ng et al., 2015)。

视动整合能力是视觉信息与动作的整合,这个过程中早期儿童的视觉感知能力和动作执行能力的水平至关重要。Beery & Beery (2010)认为视觉感知能力是一种个体的视觉器官(眼睛)对所见到的物体、事件提供的视觉刺激进行接收、认知、解析并赋予其意义的的能力,动作能力则是通过肌肉运动对个体的内部表征进行执行和操作的能力。视觉感知能力越高的儿童,在对视觉信息的提取上就会越快,动作能力越高的儿童,对肌肉的控制和灵活度会越高,良好的视觉和动作能力有助于儿童视动整合的表现(Schultz et al., 1998),否则会影响儿童的表现(Beery, 1997)。在视动整合的过程中,需要个体保持一定的注意力并且根据视觉信息的变化协调动作,良好的视动整合要求持续的注意力和良好的动作控制(Barkley et al., 1990)。

执行功能是指对个体的意识和行为进行监督和控制的各种技能,视动整合涉及执行功能,例如对目标的记忆、抑制非目标刺激的干扰、不同目标之间的转换等。有部分研究者针对执行功能的三个子成分对视动整合能力的影响进行研究,发现抑制控制与认知灵活性均与其无显著相关,而工作记忆则有不同结果。例如 Scott L. Decker 等(2011)人研究4~7岁儿童认知和发展对于视动整合能力影响,发现无论是口头的还是非口头形式的工作记忆对于视动整合能力均无影响。

3.3.2. 客体因素

影响早期儿童视动整合能力的客体因素主要体现在任务难度和文化背景两方面。任务难度越高,对于个体的视动整合能力要求却高, Noémi Cantin 等(2014)通过对发展协调障碍儿童研究发现,在简单任务中,发展协调障碍儿童与典型发展儿童的视动整合表现无显著差异,但在较难的任务中则出现差异,这一结果表明动作协调控制能力在任务难度上对视动整合表现的影响中会起调节作用。文化背景方面,对

于中国和新加坡等地的研究表明, 亚洲地区儿童的视动整合能力发展普遍高于美国常模(Cui et al., 2012; Ng et al., 2015; Lim et al., 2015), 这可能因为文化背景不同, 具体表现在民族文化和教育模式。首先是民族文化, 作为中国文化衍生物的汉字, 具有复杂独特的字形结构, 因此相比于英文, 书写汉字会为儿童视动整合能力的发展提供更多经验(Lim et al., 2015), 此外, 在幼儿时期学习使用筷子也会促进儿童的精细动作发展(Ng et al., 2015)。其次是教育模式, 大多数中国的父母和老师会很早就让儿童识字并练习书写汉字, 这使得中国儿童有较多的机会在这一过程中发展锻炼个体的视知觉和视动整合能力。

4. 总结与展望

通过对过往文献进行梳理, 从信息加工、计划-控制和行为神经科学三个方面说明视动整合过程的机制, 简要介绍视动整合的两种研究取向及其对应研究工具, 并归纳国内外研究者对于儿童视动整合能力发展的研究和早期儿童视动整合能力的影响因素。总结发现, 对于早期儿童视动整合的研究基本以结果取向为主, 通过视动整合量表测量不同年龄儿童的视动整合发展水平, 并且探究其相关影响因素, 视动整合能力会受主体(年龄、性别、视知觉能力、动作能力、持续注意力、执行功能)和客体(任务难度、文化背景)多种因素影响, 在5岁前, 视动整合能力随着年龄的增长不断提高, 但5岁~7岁间, 视动整合能力的发展的研究结果具有分歧, 证明这阶段是该能力发展的复杂多变期。未来研究可以关注以下三个方面: (1) 在研究对象上, 研究者可以关注5~7岁视动整合能力发展的复杂多变期, 这一时期正好是幼小衔接的关键时期, 儿童要为之后的学习生活做准备, 鉴于视动整合和学业成就之间的密切联系, 该阶段视动整合的发展就更加重要, 所以需要研究者进一步的研究, 并探讨该阶段视动整合能力复杂发展背后的原因以及相关影响因素, 从而使儿童的视动整合能力在该阶段得到最优发展。(2) 在影响因素上, 可以结合中国独特的文化因素对早期儿童的视动整合进行探究。早期儿童在生活和学习中非常基础且重要的一个任务就是学写汉字, 而学习的方式主要是通过抄写, 抄写就是一个视动整合的过程, 在这一过程中儿童首先需要对所抄汉字中所包含的视觉信息进行提取并加工, 这一部分涉及到早期儿童的视知觉能力, 之后儿童需要将汉字进行书写, 书写的结果就涉及动作协调和运动执行能力。其中书写与视动整合能力联系紧密, 书写的过程可以促进视动整合能力的发展, 视动整合能力发展好的个体书写表现较好。汉字, 由于其独特的文字结构和笔画特征使其对个体的视知觉和运动执行能力有更高的要求, 研究者可以结合汉字, 探究汉字抄写过程中早期儿童的视动整合能力。并且进行跨文化研究, 探究不同文化被试书写中英文中的视动整合情况。(3) 在研究取向和方法上, 视动整合作为一个动态的过程, 其中涉及到很多能力的协调和反馈, 关于其具体成分和机制也有待进一步的研究, 后续的研究者们可以更多关注个体视动整合的过程取向研究, 将眼动、动作捕捉、脑电技术相结合, 从空间和时间进程上全面深入探究个体视动整合的全过程, 验证视动整合的作用机制; 此外, 单一的研究取向在问题的解释力度上也有所折扣, 可以将结果取向和过程取向进行结合, 多角度全面探索视动整合能力的动态变化, 为早期儿童视动整合能力的发展和培养提供依据。

参考文献

- 方莹, 薛超, 秦金亮(2017). 发展幼儿的精细动作——从素养视角看幼儿的书写入学准备. *幼儿教育·教育科学*, (10), 15-18.
- 张华, 林磊, 陶沙, 董奇(2001). 4-8岁儿童视动整合能力发展及其与学业成绩关系的研究. *心理发展与教育*, 17(3), 5-8.
- Azizzadeh, L., Wilson, S. M., Rizzolatti, G., & Iacoboni, M. (2006). Congruent Embodied Representations for Visually Presented Actions and Linguistic Phrases Describing Actions. *Current Biology*, 16, 1818-1823.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.07.060>
- Barkley, R. A., Fischer, M., Edelbrock, C. S., & Smallish, L. (1990). The Adolescent Outcome of Hyperactive Children Di-

- agnosed by Research Criteria: I. An 8-Year Prospective Follow-Up Study. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 29, 546-557. <https://doi.org/10.1097/00004583-199007000-00007>
- Barnhardt, C., Borsting, E., Deland, P., Pham, N., & Vu, T. (2005). Relationship between Visual-Motor Integration and Spatial Organization of Written Language and Math. *Optometry and Vision Science*, 82, 138-143. <https://doi.org/10.1097/01.OPX.0000153266.50875.53>
- Bart, O., Hajami, D., & Bar-Haim, Y. (2010). Predicting School Adjustment from Motor Abilities in Kindergarten. *Infant & Child Development*, 16, 597-615. <https://doi.org/10.1002/icd.514>
- Becker, D. R., Miao, A., Duncan, R., & McClelland, M. M. (2014). Behavioral Self-Regulation and Executive Function Both Predict Visuomotor Skills and Early Academic Achievement. *Early Childhood Research Quarterly*, 29, 411-424. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2014.04.014>
- Beery, K. E. (1997). *The Developmental Test of Visual-Motor Integration* (2nd ed.). Minneapolis, MN: NCS Pearson.
- Beery, K. E., & Beery, N. A. (2006). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration with Supplemental Developmental Tests of Visual Perception and Motor Coordination for Children and Adults and Stepping Stones Age Norms from Birth to Age Six: Administration, Scoring and Teaching Manual* (5th ed.). Minneapolis, MN: NCS Pearson, Inc.
- Beery, K. E., & Beery, N. A. (2010). *The Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery VMI): Administration, Scoring, and Teaching Manual* (6th ed.). Minneapolis, MN: NCS Pearson. <https://doi.org/10.1037/t48947-000>
- Cantin, N., Ryan, J., & Polatajko, H. J. (2014). Impact of Task Difficulty and Motor Ability on Visual-Motor Task Performance of Children with and without Developmental Coordination Disorder. *Human Movement Science*, 34, 217-232. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.02.006>
- Casesmith, J., Frolek Clark, G. J., & Schlabach, T. L. (2013). Systematic Review of Interventions Used in Occupational Therapy to Promote Motor Performance for Children Ages Birth-5 Years. *American Journal of Occupational Therapy*, 67, 413-424. <https://doi.org/10.5014/ajot.2013.005959>
- Cui, Y., Zhu, Y., Laukkanen, H., & Rabin, J. (2012). Evaluation of Visual-Motor Integration Skills in Preschool and Elementary School-Aged Chinese Children. *Journal of Behavioral Optometry*, 23, 123-128.
- Decker, S. L., Englund, J. A., Carboni, J. A., & Brooks, J. H. (2011). Cognitive and Developmental Influences in Visual-Motor Integration Skills in Young Children. *Psychological Assessment*, 23, 1010-1016. <https://doi.org/10.1037/a0024079>
- Desmurget, M., & Grafton, S. (2000). Forward Modeling Allows Feedback Control for Fast Reaching Movements. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 423-431. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01537-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01537-0)
- Fears, N. E., & Lockman, J. J. (2018). How Beginning Handwriting Is Influenced by Letter Knowledge: Visual-Motor Coordination during Children's Form Copying. *Journal of Experimental Child Psychology*, 171, 55-70. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.01.017>
- Gaul, D., Mat, A., O'Shea, D., & Issartel, J. (2016). Impaired Visual Motor Coordination in Obese Adults. *Journal of Obesity*, 2016, Article ID: 6178575. <https://doi.org/10.1155/2016/6178575>
- Germano, G. D., Pinheiro, F. H., Okuda, P. M. M., & Capellini, S. A. (2013). Visual-Motor Perception in Students with Attention Deficit with Hyperactivity Disorder. *CoDAS*, 25, 337-341. <https://doi.org/10.1590/S2317-17822013000400007>
- Glover, S. R., & Dixon, P. (2001). Dynamic Illusion Effects in a Reaching Task: Evidence for Separate Visual Representations in the Planning and Control of Reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 560-572. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.27.3.560>
- Hammill, D. D., Pearson, N. A., & Voress, J. K. (1996). *Test of Visual-Motor Integration*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Jeannerod, M. (1997). The Cognitive Neuroscience of Action. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 238. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)80013-8](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)80013-8)
- Kiliç, A. T., Elmastas-Dikeç, B., & Can, H. (2010). Evaluation of Visual-Motor Integration Functions in Children between 6-15 Years of Age. *Turkish Journal of Psychiatry*, 21, 97-104.
- Kurdek, L. A., & Sinclair, R. J. (2000). Psychological, Family, and Peer Predictors of Academic Outcomes in First- through Fifth-Grade Children. *Journal of Educational Psychology*, 92, 449-457. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.3.449>
- Kushki, A., Chau, T., & Anagnostou, E. (2011). Handwriting Difficulties in Children with Autism Spectrum Disorders: A Scoping Review. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, 41, 1706-1716. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1206-0>
- Lim, C. Y., Tan, P. C., Koh, C., Koh, E., Guo, H., & Yusoff, N. D. (2015). Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery-VMI): Lessons from Exploration of Cultural Variations in Visual-Motor Integration Performance of Preschoolers. *Child: Care, Health and Development*, 41, 213-221. <https://doi.org/10.1111/cch.12190>

-
- Mao, H. F. (1995). Performance of Chinese Children in Taiwan on Beery's Developmental Test of Visual-Motor Integration. *Journal of Taiwan Occupational Therapy Association, 13*, 13-24.
- Memisevic, H., & Hadzic, S. (2013). Development of Fine Motor Coordination and Visual-Motor Integration in Preschool Children. *Journal of Special Education & Rehabilitation, 14*, 45-53. <https://doi.org/10.2478/v10215-011-0032-4>
- Ng, M., Chui, M., Lin, L., Fong, A., & Chan, D. (2015). Performance of the Visual-Motor Integration of Preschool Children in Hong Kong. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy, 25*, 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.hkjot.2015.06.002>
- Roebbers, C. M., & Kauer, M. (2009). Motor and Cognitive Control in a Normative Sample of 7-Year-Olds. *Developmental Science, 12*, 175-181.
- Schneck, C. M. (2001). Visual Perception. In J. Case-Smith (Ed.), *Occupational Therapy for Children* (pp. 382-412). Toronto: Mosby.
- Schultz, R. T., Carter, A. S., Gladstone, M., Scahill, L., Leckman, J. F., Peterson, B. S. et al. (1998). Visual-Motor Integration Functioning in Children with Tourette Syndrome. *Neuropsychology, 12*, 134-145. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.12.1.134>
- Smyth, M. M., Morris, P. E., Levy, P., & Ellis, A. W. (1987). *Cognition in Action*. London: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Sutton, G. P., Barchard, K. A., Bello, D. T., Thaler, N. S., Ringdahl, E., Mayfield, J., & Allen, D. N. (2011). Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration Performance in Children with Traumatic Brain Injury and Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Psychological Assessment, 23*, 805-809. <https://doi.org/10.1037/a0023370>
- Tunik, E., Frey, S. H., & Grafton, S. T. (2005). Virtual Lesions of the Anterior Intraparietal Area Disrupt Goal-Dependent On-Line Adjustments of Grasp. *Nature Neuroscience, 8*, 505-511. <https://doi.org/10.1038/nn1430>