

数学不良儿童的书写运动控制特征

许锦民 郑希付 宫火良

(华南师范大学心理系, 广州 510631)

摘要 选取小学生 47 名, 其中 23 名为数学不良, 24 名为一般儿童, 使用数码写字板, 测试二者在自然和双任务条件下, 书写一条横线的速度、加速度。结果发现: (1) 自然条件下书写, MD 儿童的速度、加速度与一般儿童相一致, 两者的差异均不显著。(2) 双任务条件下书写, MD 儿童的总体平均速度、加速度明显慢于一般儿童的, 两者的差异均显著。

关键词 书写运动, 书写运动控制, 数码写字板, 数学不良儿童, 双任务。

分类号 B842.9

1 引言

运动控制处在运动技能与认知机制的结合点上, 运动控制领域越来越受到心理学界的重视, 并且正在成为心理研究的热点。书写运动属于人体的精细运动技能, 这种运动技能是通过一定时间的学习和练习, 逐渐形成的相对稳定的运动技能, 在一定的运动控制条件下, 书写运动过程中所测得的速度、加速度, 可以反映人体特定的精细运动控制特征^[1]。

数码写字板是研究书写运动的工具, 它即时记录书写运动过程中的速度、加速度等, 它在心理研究领域有着比较广泛的应用, 例如, 用它探讨正常人群的精细运动控制特征、异常人群的精细运动控制特征失调、药物对人体精细运动控制特征的影响等诸多方面^[1,2]。

数学不良 (mathematical disabilities, MD) 是学习困难的一种主要类型。研究者通常将 MD 儿童与一般儿童或数学优秀儿童比较, 采用认知操作任务对 MD 儿童进行了大量的探讨, 并且取得了许多研究成果^[3], 另外, 研究者也从精细运动能力的角度, 即采用精细运动的精确性、稳定性和时间性等测量操作结果的指标, 通过测试被试的线条填画、图形临摹、筷子使用、抓握运动、书写 (画画) 等, 探讨了精细运动能力与学习不良的关系^[4,5]。

从书写运动控制的角度, 取得书写运动的速度、

加速度等测量运动过程的指标, 探讨 MD 儿童的书写运动控制特征。目前, 未检索到这方面的文献, 本研究测试 MD 儿童与一般儿童在自然和精细运动双任务条件下, 书写一条横线的速度、加速度, 探讨 MD 儿童的开环和双任务条件下的书写运动控制特征, 此探讨在教育理论上有助于了解 MD 儿童学习不良的发生机制, 在教育实践上有助于为 MD 儿童的早期辅助诊断和人才测评等提供客观的依据。

2 方法

2.1 被试

一所普通小学五、六年级中选择 MD 儿童。参照 Geary 选择 MD 儿童的临床诊断标准^[6]: 根据标准数学、阅读测验成绩, 以及标准智力测验分数选择被试, 数学标准测验分数位于年级末位的 30% 以内, 语文标准测验分数位于年级末位的 30% 以外, 以及标准智力测验分数在正常范围以内, 符合以上三个条件的确定为 MD 儿童。结合我国的实际情况^[7], 本研究选择被试的标准为, 使用张厚粲等人修订的《瑞文标准推理测验》测验被试的智力, 所选被试的智商均在 90 以上, 根据儿童上一个学年语文和数学成绩, 以及最近一次测验的语文和数学成绩, 儿童数学成绩在全年级末 30% 以内, 语文成绩在 30% 以外作为 MD 儿童的入选标准, 同时选取年级里性别、年龄匹配、语文和数学成绩在

收稿日期: 2008-04-07

作者简介: 许锦民, 男, 华南师范大学心理系博士生。

通讯作者: 郑希付, 男, 华南师范大学心理系教授, 博士生导师, Email: zhengxf@scnu.edu.cn

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

30%以外的儿童作为一般儿童组, 排除感官缺陷和情绪障碍儿童。选择了 47 名被试, 所选儿童均为右利手并且视力或矫正视力正常, 其中 MD 儿童 23 名 (男 12 名, 女 11 名, 年龄 11.18 ± 0.71 岁), 占总人数的 5.2%。一般儿童 24 名 (男 13 名, 女 11 名, 年龄 11.07 ± 0.68 岁), 占总人数的 5.4%。

2.2 实验设备

WACOM- 2005- 1 型数码写字板 (华南师范大学心理应用研究中心与广州智为信息公司合作开发), 笔记本电脑, 写字板 (书写空间为 $9.5\text{cm} \times 12.5\text{cm}$), 数码笔 (普通书写输入笔), 秒表和鼠标 (双任务使用)。

2.3 实验程序

实验在一间安静的课室内逐个儿童进行测试。儿童坐在计算机前面, 笔记本电脑前放置写字板, 主试坐在被试的旁边。指导语为: 同学, 请您做一个书写测试, 按照平时的书写习惯在写字板上书写, 请看我书写。主试在写字板上书写横线、竖线、数字、文字等, 儿童完全明白书写方法后, 练习书写, 正式测试。实验 1, 要求被试书写一条横

线。实验 2, 首先由主试示教, 主试左手食指快速、连续地点击鼠标 (2 次/秒左右, 根据点击鼠标的声音计算次数), 同时右手书写一条横线 (同前), 然后让儿童练习, 当儿童达到要求后, 正式测试。主试要求被试左手食指连续、快速的点击鼠标 (2 次/秒左右), 同时右手书写一条横线。

2.4 数据的获得与分析

书写运动的速度、加速度是通过电脑与写字板的连接直接测得。速度划分为三个阶段: 书写运动按照相同的间隔取 24 个时刻点速度, 前面的 8 个时刻点速度为开始阶段, 中间的 8 个时刻点速度为中间阶段, 后面 8 个时刻点速度为结束阶段。计算机自动计算获得开始平均速度、中间平均速度、结束平均速度和总体平均速度, 同样获得加速度的数据。

使用 SPSS11.5 统计软件, 进行独立样本的 t 检验, 获得检验结果。

3 结果

对 MD 儿童与一般儿童书写的速度和加速度进行了比较, 结果见表 1。

表 1 MD 儿童与一般儿童书写的速度 (mm/s)、加速度 (mm/s²)

项目	MD 儿童组 (n=23)	一般儿童组 (n=24)	t	p
开始平均速度	38.4 \pm 6.3	48.7 \pm 6.7	0.848	0.401
中间平均速度	76.4 \pm 2.8	93.3 \pm 7.1	1.065	0.293
结束平均速度	80.8 \pm 4.0	99.8 \pm 2.2	1.125	0.266
总体平均速度	65.2 \pm 5.3	79.9 \pm 8.2	1.091	0.281
开始平均加速度	285.6 \pm 77.5	394.6 \pm 144.8	0.737	0.465
中间平均加速度	179.1 \pm 93.0	176.7 \pm 90.6	- 0.027	0.979
结束平均加速度	- 99.2 \pm 72.5	- 132.6 \pm 77.0	- 0.662	0.511
总体平均加速度	121.8 \pm 88.2	146.2 \pm 78.0	0.512	0.611
开始平均速度 (双)	41.8 \pm 7.7	98.9 \pm 39.0	1.857	0.070
中间平均速度 (双)	40.3 \pm 38.9	118.2 \pm 27.5	2.861	0.006
结束平均速度 (双)	38.6 \pm 31.5	117.4 \pm 19.4	3.388	0.001
总体平均速度 (双)	40.3 \pm 30.6	111.5 \pm 31.2	2.722	0.009
开始平均加速度 (双)	64.4 \pm 39.6	1142.8 \pm 27.6	1.941	0.058
中间平均加速度 (双)	- 12.2 \pm 5.1	46.2 \pm 34.7	0.387	0.701
结束平均加速度 (双)	- 16.1 \pm 7.9	- 70.5 \pm 1.9	- 0.331	0.742
总体平均加速度 (双)	12.0 \pm 17.7	372.8 \pm 22.3	2.144	0.037

注: “双” 指精细运动双任务。

由表 1 可知, 自然条件下书写一条横线, MD 儿童的书写运动特征如下: (1) 开始、中间和结束三个阶段, MD 儿童的平均速度均慢于一般儿童

的, 两者的速度差异均不显著。MD 儿童的速度变化趋势与一般儿童的一致, 即开始阶段的速度均比较慢, 中间阶段的速度均比较快, 结束阶段的速度

均最快。(2) 开始阶段, MD 儿童的平均加速度大于一般儿童的, 中间阶段, MD 儿童的平均加速度稍稍大于一般儿童的, 结束阶段, MD 儿童的平均减速度稍稍小于一般儿童的, 两者的差异均不显著, MD 儿童加速度的变化趋势与一般儿童的一致, 即开始阶段的加速度均比较大, 中间阶段的加速度均降低, 结束阶段的加速度均为减速。

由表 1 可知, 精细运动双任务条件下书写一条横线, MD 儿童的书写运动特征如下: (1) 开始阶段, MD 儿童的平均速度慢于一般儿童的, 两者的差异虽然未达到显著水平, 但是, 接近显著水平的临界值; 中间阶段, MD 儿童的平均速度明显慢于一般儿童的, 两者的差异非常显著; 结束阶段, MD 儿童的平均速度也明显慢于一般儿童, 两者的差异非常显著, MD 儿童的总体平均速度慢于一般儿童的, 两者的差异非常显著。(2) 开始阶段, MD 儿童的平均加速度小于一般儿童, 两者的差异虽然未达到显著水平, 但是, 接近显著水平的临界值; 中间阶段, MD 儿童的平均加速度为减速, 一般儿童为加速, 两者的差异不显著; 结束阶段, MD 儿童的平均减速度小于一般儿童的, 两者的差异不显著, MD 儿童总体平均加速度明显小于一般儿童的, 两者的差异显著。

4 讨论

自然条件下书写一条横线, 是指对于书写的内容没有长度、大小等限制, 对于书写者也没有快速、慢速等要求, 这样的书写运动就称为开环书写运动, 例如, 书写一条横线或画一个圆, 其运动控制特征是视觉和本体感觉等感受器在书写运动前就发挥了整体调控功能, 书写过程中不需要视觉反馈和本体感觉反馈进行在线控制, 书写运动的速度、加速度反映人体的开环书写运动控制特征^[8,9]。

实验 1 的结果表明, 自然条件下书写一条横线, MD 儿童与一般儿童的开环书写运动控制特征相同, 分析其主要原因有: 第一, 开环书写运动任务简单, 属于自动化的精细运动, 它是人体长时记忆中书写运动的表征。第二, MD 儿童的智力是在正常范围内。第三, MD 儿童的年龄、性别与一般儿童是匹配的, 这与国外的研究结果一致, 即单纯学习不良儿童的开环精细运动控制特征与一般儿童相同^[10]。

双任务条件下的书写运动, 是要求儿童右手书

写的同时, 左手快速、连续地点击鼠标, 属于双手不对称的精细运动双任务。根据 Baddeley 提出的工作记忆的概念和模型^[11], 工作记忆是一种对信息进行同时加工和存储的容量有限的记忆系统。这一概念包括三个要点, 第一, 信息包括认知信息或运动技能信息等; 第二, 强调信息的同时储存和加工; 第三, 强调同时储存和加工信息的容量是有限的, 那么, 精细运动双任务的执行过程, 是由中央执行协调两个同时进行的精细运动, 书写运动的速度、加速度反映的精细运动控制特征, 其实质是反映中央执行的协调功能。

实验 2 的结果表明, 双任务条件下书写一条横线, MD 儿童的书写运动控制特征降低, 结合实验 1 的实验结果, 进一步的分析说明, MD 儿童中央执行的协调功能存在不足, 这一现象与采用认知操作任务, 探讨 MD 儿童工作记忆的执行功能的研究结论相一致^[3,6,7], 即 MD 儿童工作记忆的执行功能存在不足。

国外学者分析了采用简单和复杂工作记忆广度任务的实验研究结果^[12], 目的是探讨工作记忆领域一般性(即中央执行功能)和领域特殊性(言语或视觉空间记忆功能)所占的比重。结果发现, 工作记忆领域一般性所占的功能大约是领域特殊性功能的四倍, 这有力的说明了中央执行功能是工作记忆能力的核心所在。由于工作记忆的中央执行功能具有一般性的特性, 也就是说它不是仅仅针对儿童的数学学习不良, 在高工作记忆负荷条件下, MD 儿童的中央执行功能存在不足, 学业上可以表现为学习效率低下, 这是造成 MD 儿童学业成绩比较差的深层次原因之一, 对于教育工作者、家长和社会的启示是, 应该以宽容和理解的态度对待学习不良儿童; 改善 MD 儿童的中央执行功能, 是提高其学业成绩的内在途径。

5 结论

(1) 自然条件下书写一条横线, MD 儿童书写运动的速度、加速度与一般儿童的一致, 两者的差异均不显著, 表明 MD 儿童与一般儿童的开环书写运动控制特征相同。

(2) 精细运动双任务条件下书写一条横线, MD 儿童书写运动的总体平均速度、加速度均慢于一般儿童, 两者的差异显著, 表明 MD 儿童的书写运动控制特征降低。

参 考 文 献

- 1 Roland M, Peter T, Andreas S et al. Digitized analysis of handwriting and drawing movements in healthy subjects: Methods, results and perspectives. *Journal of Neuroscience Methods*, 1999, 90 (2) : 157-169
- 2 Ruud G J, Arend W A, Van G. Advances in the study of drawing and handwriting. *Human Movement Science*, 2003, 22 (2) : 131-135
- 3 Swanson H L, Jerman O. Math disabilities: A selective meta-analysis of the literature. 2006, 76 (2) : 249-274
- 4 Remi C, Frelicot C, Courtellemont P. Automatic analysis of the structuring of children's drawings and writing. *Pattern Recognition*, 2002, 35 (5) : 1059-1069
- 5 李蓓蕾, 林磊, 董奇. 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*, 2003, 26 (1) : 87-89
- 6 Geary D C, Hoard M K, Byrd-Craven J, et al. Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 2004, 88: 121-151
- 7 刘昌. 数学学习困难儿童的认知加工机制研究. *南京师大学报*, 2004, 3: 81-88
- 8 Richard A M 著, 张忠秋等译. 运动技能学习与控制 (第七版). 北京: 中国轻工业出版社, 2006
- 9 Schenk T, Walther E U, Mai N. Closed- and open-loop handwriting performance in patients with multiple sclerosis. *European Journal of Neurology*, 2000, 7 (3) : 269-279
- 10 Smits-Engelsman B C M, Wilson P H, Westenberg Y. Fine motor deficiencies in children with developmental coordination disorder and learning disabilities: An underlying open-loop control deficit. *Human Movement Science*, 2003, 22 (4-5) : 495-513
- 11 Baddeley A. Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 2003, 4 (10) : 829-839
- 12 Colom R, Rebollo I, Francisco J A, et al. Complex span tasks, simple span tasks, and cognitive abilities: A reanalysis of key studies. *Memory and Cognition*, 2006, 34 (1) : 158-171

HANDWRITING MOTOR CONTROL CHARACTERISTICS OF CHILDREN WITH MATHEMATICAL DISABILITIES

Xu Jinmin, Zheng Xifu, Gong Huoliang

(Department of Psychology, South China Normal University, Guangzhou 510631)

Abstract

23 MD children and 24 average achievements peers were collected. A child wrote a line under spontaneous and dual-task conditions, a digitizing tablet was used to record the handwriting movements velocity and acceleration. Results (1) Writing a line under spontaneous condition, the velocity and acceleration values of the MD children were the same with those of their peers. (2) Writing a line under dual-task condition, the velocity and acceleration values of the MD children were significantly different from those of their peers, and their velocity and acceleration values were decreased remarkably.

Key words handwriting movements, handwriting motor control, digitizing tablet, children with mathematical disabilities (MD), dual-task.