

汉语发展性阅读障碍儿童正字法加工研究进展

刘芳芳, 左彭湘, 唐淑婷, 高小焱, 何红瑶

石河子大学医学院护理系, 新疆 832002

【摘要】 发展性阅读障碍可能的机制主要包括语言框架假设和非语言框架假设。语言框架假设发展性阅读障碍者可能在语音意识、快速命名、语音记忆和正字法加工中表现出缺陷。汉语发展性阅读障碍的研究发现正字法缺陷可能是产生阅读障碍的重要原因, 但关于正字法加工的研究观点并不统一。本文对正字法研究的行为学和神经影像学等方面的研究进展进行梳理, 为进一步开展发展性阅读障碍正字法研究加工机制中的加工测试材料、研究方法等方面提供参考。

【关键词】 阅读障碍; 儿童; 儿童语言; 方法; 自然语言处理

【中图分类号】 R 179 R 748 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2021)03-0465-06

Research progress on neural mechanism of orthographic processing in children with Chinese developmental dyslexia/LIU Fangfang, ZUO Pengxiang, TANG Shuting, GAO Xiaoyan, HE Hongyao. Department of Nursing, Medical College of Shihezi University, Shihezi(832002), Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

【Abstract】 Objective The possible mechanisms of developmental dyslexia mainly include the hypothesis of language framework and the hypothesis of non-verbal framework. The language framework assumes that people with developmental dyslexia may exhibit defects in phonetic awareness, rapid naming, phonetic memory, and orthographic processing. Studies of developmental dyslexia in Chinese have found that deficiencies in orthography may be an important cause of dyslexia, but there are diverse views and opinions regarding orthography processing. This article sorts out the research progress in behavioral and neuroimaging aspects of orthography studies, and provides references for further development of processing test materials and methods in the research of processing mechanism of developmental dyslexia orthography.

【Keywords】 Dyslexia; Child; Child language; Methods; Natural language processing

发展性阅读障碍 (developmental dyslexia, DD) 是学习困难儿童面临的最显著问题之一^[1], 主要指个体在智力、动机、生活环境及教育条件等方面与其他个体不存在差异, 也不存在明显的视力、听力、神经系统障碍, 但其阅读能力明显低于相应年龄应有水平, 处于阅读困难的状态^[2]。在表音国家阅读障碍的发生率达到 5.0%~17.5%^[3], 表意国家阅读障碍的发生率为 3.0%~11.7%^[4-5]。发展性阅读障碍作为一种常见的学习障碍, 对个体学习功能的影响具有终身性, 不仅会严重阻碍儿童语言、认知与社会性的发展, 还会引发自卑、焦虑、厌学等一系列心理问题^[6-7]。

发展性阅读障碍的可能机制主要包括非语言框架假设和语言框架假设^[8-9]。非语言框架假设认为发展性阅读障碍源于基本的认知加工功能障碍, 如视觉、听觉加工障碍。语言框架假设则认为发展性阅读障碍可能是由语言层面障碍导致的。虽然针对语言

加工的研究取得了丰富的成果, 但阅读障碍产生的主要原因却仍存在较多争议。语言框架层面主要提出正字法加工、语音意识、快速命名和语音记忆等缺陷均可引起阅读障碍。对于语言层面, 表音阅读国家研究者普遍认为语音加工 (语音意识、快速命名和语音记忆) 缺陷是表音文字阅读障碍的主要原因, 其他缺陷作用其次^[10]。然而对于以汉语为代表的典型表意阅读国家, 何种语言加工技能是汉语发展性阅读障碍的核心缺陷却还有待验证^[11]。有研究者认为正字法加工缺陷与阅读障碍存在关联^[12]。但正字法加工是否为引起汉语阅读障碍的核心缺陷, 广大学者则持不同观点。Ho 等^[13-14]表示正字法加工缺陷是产生汉语阅读障碍的重要原因。孟泽龙等^[15]也发现汉语阅读障碍的正字法缺陷发生率高于语音缺陷。但沈丹丹等^[16-17]研究发现部分汉语阅读障碍对象能够很好地完成正字法加工任务, 即这些对象不存在正字法缺陷。与表音文字的“形-音”对应关系不同, 汉语属表意文字, 汉语的正字法是指儿童对汉字构件组合规则的认识^[18]。正字法加工通常又称字形或词形加工, 指样本对特定语言书写习惯的理解程度, 同时掌握判别书写是否正确知识, 既包括字 (单词) 组合的合理性与不合理性, 也包括判别构成字 (单词) 部件可能出现

【基金项目】 国家自然科学基金项目 (81760597)

【作者简介】 刘芳芳 (1995-), 女, 四川南充人, 在读硕士, 主要研究方向为临床护理学及小儿发展性阅读障碍。

【通信作者】 左彭湘, E-mail: zuo_pengxiang@sina.com

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2021.03.034

的序列^[19]。正字法加工技能是影响阅读的重要因素之一,尤其是对无形音对应的规则汉字,是研究汉语阅读的重要内容。且与阅读流畅性紧密相关^[20]。对于基本阅读能力即单词阅读学习、儿童的字词识别、学习生字词和阅读能力发展也起着重要作用^[21]。因此,针对目前正字法加工研究的争议,本文以正字法加工为切入点,对汉语发展性阅读障碍研究文献进行梳理,为以后开展相应研究提供一定参考依据。

1 发展性阅读障碍的正字法加工相关研究

1.1 发展性阅读障碍行为学研究

表音文字国家的正字法加工经常与语音加工同时研究。Bergmann等^[22]对15~18岁的德国阅读障碍者进行语音任务和正字法加工任务测试,发现在单词和伪谐音(明显无意义的读音和不合规则的字母序列)的正字法上存在较大困难,从语音词汇决策任务到正字法词汇决策任务,阅读障碍组的错误率明显高于年龄对照组(chronological age controls, CA),且更倾向于正字法加工速度较低,说明表音阅读障碍者存在正字法加工不足。除了传统的只设置单一年龄对照组, Bryant等^[23]提出,要探讨某种加工技能是否是产生阅读障碍的原因,仅仅依据阅读障碍者表现比智商测试匹配组或CA差是不够的,因为加工缺陷可能是由于阅读障碍者阅读能力水平不同等因素造成的,而不是加工技能本身。所以,为减少混杂因素带来的干扰, Parrila等^[24]采用生理年龄匹配组和阅读水平对照组(reading-level controls, RL)的对照组设计,对四、六年级的希腊语阅读障碍儿童进行语音意识、快速命名、语音记忆和正字法加工测试,发现在测试中阅读障碍者的语音加工任务比正字法加工、快速命名等表现要好。阅读障碍儿童在包括正字法加工的所有任务中正确率和反应时间都比CA组差,但都高于RL组,一定程度说明正字法加工受阅读能力影响。

在汉语阅读障碍研究中也同样存在对正字法加工方面的研究。邹艳春^[25]采用正字法意识、真假字判断和错字识别的正字法加工任务,发现在正字法加工任务中正常对照组成绩明显高于阅读障碍组,阅读障碍者存在严重的正字法加工缺陷,并表明正字法加工缺陷是导致小学三年级学生DD的主要原因之一,且随着年级增加正字法加工技能会得到一定的发展。除了对母语的研究,刘琴^[26]对第二语言阅读障碍者进行研究,发现无论是在母语还是在第二语言中,阅读障碍儿童正字法加工成绩都落后于CA,表现出正字法加工的不足。为进一步探讨正字法加工与阅读能力的关系,以及正字法加工技能是否存在发育延迟现象,部分汉语研究者也增加了RL,但梳理研究后发现,阅读障碍组正字法加工是否低于RL,目前尚存在争

议。刘文理等^[27]对三至五年级汉语阅读障碍儿童进行构件组字的正字法加工测试,发现阅读障碍儿童在判断部件位置、利用部件构造汉字等方面均落后于CA和RL,表现出正字法意识缺陷^[27]。李清等^[19]采用改编的言语认知测验对三至五年级阅读障碍组进行研究后也发现,阅读障碍组在语音意识和正字法加工任务上的成绩同样均明显差于CA和RL,表明阅读障碍组在汉字的组字规则、结构意识和字形结构的精细加工上都存在严重问题;并表明正字法加工缺陷可能也是导致汉语发展性阅读障碍的主要原因之一。但也有些研究者得出了不一样的结果。赵婧等^[17]研究发现二至四年级阅读障碍组和RL均表现出拒绝假字的时间长于拒绝非字,能很好地判断假字和非字,并未表现出正字法加工缺陷,认为可能是此技能在较早的时期已发展成熟,并建议考察低年级阅读障碍儿童或者学前期有阅读障碍风险的儿童。同样,沈丹丹^[16]采用正字法任务对三年级汉语阅读障碍儿童进行研究,也发现阅读障碍儿童的正确率与RL相匹配,表明不存在正字法意识缺陷,该研究者也认为可能是儿童此技能已经发展完善。随着教育的进步,阅读障碍儿童正字法加工可能出现差异不显著,因此,未来可以进一步对低年级儿童正字法加工进行探讨,发现阅读障碍正字法加工的特殊性。除了年级跨度,进一步梳理发现,虽然大部分研究选择的儿童都是小学生,尤其是三至五年级左右^[28]。但不同的是,一部分研究者测试材料选择了具有较高Cronbach α 系数的“香港阅读和书写学习困难测验”(HKT-SpLD)^[29],可信程度高。即使是自编测试材料,部分研究者也进行了“熟悉性”评估,排除“熟悉性”过高/低的试验材料,而另外一部分研究者,即没有得出正字法加工缺陷的研究,文章中大多未见测试材料评估。所以,“熟悉性”可能造成的“天花板/地板效应”等也值得思考。

1.2 发展性阅读障碍功能性核磁研究

为深入探究阅读障碍的内部神经机制, Desroches等^[30]采用功能性核磁(functional magnetic resonance imaging, fMRI)对9~15岁阅读障碍儿童进行研究后发现,阅读障碍组与CA组比较,表现出左梭状回的激活不足,并认为此区域与正字法处理有关,阅读障碍儿童左梭状回激活程度与非单词阅读呈正相关。同样Boros等^[31]对8~12岁的阅读障碍儿童和CA组进行比较,在完成5个元素的字符串中搜索字母、数字和符号的正字法加工中也发现,阅读障碍者的左梭状回激活低于正常儿童。除了发现梭状回中部的视觉字形区(visual word form area, VWFA)显著的组间差异外,还显示出枕中回的激活不显著。Mark等^[32]的研究也进一步确定了VWFA在文字处理中发挥的特殊作用,且阅读障碍儿童在正字法加工中VWFA和左额下回、左顶下小叶语

言区功能连接减低。Temple 等^[33]对 8~12 岁儿童进行研究,还发现正常儿童在纹状体外皮层激活,且双侧(左大于右)枕中/上回和顶叶激活明显,而阅读障碍儿童却很少激活。表明阅读障碍者阅读过程中,其神经基础可能受到破坏。Backes 等^[34]研究还发现,在正字法加工过程中正常儿童为两侧额下回激活,而 DD 儿童主要显示右前额叶激活,左额下回激活低于正常对照组。此外,在正常儿童组中左前额叶下回(布洛卡区)还被更强烈地激活,而阅读障碍者并未表现激活。和 Temple 研究不一样,Backes 发现在阅读障碍者中左纹状体外皮层也存在一定程度的激活。除了儿童的研究外,Paz 等^[35]还对成人进行了研究,也发现在正字法处理中表现出顶叶、布洛卡区、腹侧枕颞皮层和丘脑激活不足。随着影像学技术的不断发展,从脑部变化验证干预措施的有效性,成为研究热点。Marita^[36]通过调节单词任务难度进行干预,在干预 3 个月后双侧额下叶、双侧脑岛、右顶叶和左小脑的激活程度明显增高。干预验证从行为学进阶到影像学技术,并发现干预措施一定程度上可以改变大脑激活状况。

与此同时,有研究者还发现了额中/下回以及左侧梭状回在正字法加工方面表现的差异。Siok 等^[37]研究发现汉语正常儿童在两侧的额中回、两侧的前额下回及左侧梭状回的激活比阅读障碍者更强,而阅读障碍者的右下颞皮层却比正常读者激活更强,没有表现出左侧颞顶区激活不足。除了区域的激活差异外,还有研究者对不同区域功能连接进行研究,发现阅读障碍组左额下回与左侧枕中回之间的功能连接性较 AC 和 RL 降低,在阅读障碍中观察到正字法加工缺陷可能是由基本视觉缺陷和语言缺陷驱动^[38]。阅读障碍者除了在左额下回激活减少,Liu 等^[39]研究表明,还存在右枕叶回的激活不显著。右侧视觉和左枕颞皮质的任务中均显示较少的激活,也进一步证明了阅读障碍者存在视觉正字法加工不足^[40]。You 等^[41]对第二语言阅读的神经缺陷进行研究,发现母语为汉语的英语阅读障碍儿童在进行字母押韵判断(语音任务)和字母相同/不同判断(正字法加工任务)时,其正字法加工也是枕颞区的活动减少,而语音处理过程中是颞顶区的激活减少。该研究结果也进一步证明了正字法加工与枕颞区有关,而颞顶区还需进一步加以确认。Yang 等^[42]通过正字法加工(组件判断任务)对阅读障碍者进行研究,虽然在行为层面上没有存在差异,但神经机制上表现为左前运动皮层的活动不足。且发现阅读障碍儿童在语音加工的表现更差,而正字法加工尚未表现。表明正字法缺陷可能存在早期阶段,随着教育的开展,大量的汉语写作和拼写练习可能提高加工技能,使行为表现方面不显著,而通过神经成

像技术能揭示其差异。该结果又进一步证明沈丹丹等^[16-17]结论解释,正字法加工与教育水平相关。揭示了影像学技术在阅读障碍中的研究价值。

总之,关于阅读障碍儿童正字法脑功能研究显示,脑功能异常区域广泛,其中梭状回、枕中回、枕颞区、左额叶等脑区与正字法加工密切相关,并在表音和汉语阅读障碍中存在激活不足的现象。

1.3 发展性阅读障碍事件相关电位研究 事件相关电位(event-related potentials, ERP)主要通过分析不同阶段 ERP 波形成分的潜伏期和振幅等参数变化,判断被试大脑在认知过程中是否存在神经生理性改变。近年来,越来越多的研究表明 N400 的词汇效应。N400 是与语言认知加工关系密切的一种 ERP 内源性成分,能敏感地反映词与词、词与上下文在语义上的联系^[43]。N400 振幅与参与者的阅读能力呈正相关,且词汇量与假词引起的 N400 有相关性,假词引起的 N400 比真词要大^[44-45],即假词需要付出更大的努力。Sandra 等^[46]的词汇决策任务中发现表音阅读障碍儿童 N400 水平降低,反应了正字法敏感度降低。左侧枕颞区与表音文字视觉字形密切相关,且在该脑区激活不足。Tzeng 等^[47]采用词汇效应对表音阅读障碍儿童正字法加工中的 N400 进行研究,表明阅读障碍儿童对正字法熟悉度仍然敏感,在掌握正字法知识方面存在不足。也进一步表明词汇能力对 N400 的影响可以作为评估阅读发展中正字法能力的神经标记。

Meng 等^[48]探究汉语阅读障碍儿童与正常儿童在句子阅读过程中正字法和语音加工的差异,发现阅读障碍儿童在实验条件下 P200 和 N400 无差异,提示中国阅读障碍儿童在处理汉字传达的正字法和语音信息方面存在缺陷。Chung 等^[49]对三、四年级儿童正字法结构加工的 N400 效应进行研究,表明阅读障碍儿童和正常儿童对真字、假字、非字都有显著的 N400 效应,但是正常儿童对 N400 有分级词义效应(假字高于真字,两者均高于非字),而阅读障碍儿童在 3 种刺激中没有表现任何差异,说明阅读障碍儿童在处理正字法信息方面有障碍。除了 N400 的变化,罗丹^[50]研究发现错字辨认、真假字辨认以及结构辨认测验都激活了较多的 N170 波幅,即主要激活了枕颞区;正反字辨认测验主要激活了较多的 P1 成分,主要激活了枕区。邝贤杰^[51]采用汉字(真字、假字)及非汉字(电子数字、电子图形)决策任务考察汉语阅读障碍儿童视知觉加工过程中的电位成分,发现阅读障碍儿童在汉字材料上的枕区 P1 波幅激活不足低于正常儿童,阅读障碍儿童枕颞区和额顶区的负波 N170 及额顶区正波(vertex positive potential, VPP)上均表现为波幅增加大于正常儿童。早期 P1 激活不足和 N170、VPP 过度激活,也表明以视觉加工为主的感知觉缺陷一定程度也

影响了视觉正字法加工。

2 结论与展望

综上所述,大部分研究认为阅读障碍者存在正字法加工缺陷,且被试年级、测试材料“熟悉性”和检测方法不敏感等都可能影响正字法加工的结果呈现。在行为学上,阅读障碍儿童正字法加工大多表现为正确率偏低和反应时间较长。但阅读障碍组的正字法加工是否低于 RL,还有争议。在脑功能研究上,阅读障碍者的正字法加工在大脑某些区域的激活程度上也有体现。其中梭状回、枕中回、枕颞区、左额叶等脑区与正字法加工密切相关,并在表音和汉语阅读障碍中存在激活不足。在 ERP 研究上,阅读障碍主要表现在 N400 效应异常。早期 P1 激活不足和 N170、VPP 过度激活,表明以视觉加工为主的感知觉缺陷一定程度影响了视觉正字法加工。

总之,目前正字法加工研究主要集中在行为学方面,随着阅读障碍研究的不断发展,在阅读障碍的神经机制、干预措施等方面还可不断深入。今后的汉语发展性阅读障碍研究还可以从以下几个方面进行,进一步探讨正字法加工的共性及独特性,改善发展性阅读障碍儿童的阅读现状。

2.1 规范正字法加工测试 目前对于正字法加工测试虽然多采用真假非测试范式,但在测试材料上,研究者多采用自行编制,部分研究缺乏信效度检验,降低了测试的可靠程度。且材料“熟悉度”过高或者过低会造成“天花板效应”,需对测试材料进行评估。在试验对象上,除了传统的单一对照组,部分研究者增加了 RL,但是在正字法加工是否低于 RL 还需进一步验证。随着教育的进步,部分阅读障碍儿童正字法加工能力得到发展,正字法加工差异不显著,建议可以选取低年级被试,更准确地发现汉语阅读障碍儿童的正字法加工缺陷特点,为后续的干预措施提供基础。

2.2 探索正字法加工的神经机制 目前汉语发展性阅读障碍的神经心理学机制仍不清楚^[52]。相对于表意文字阅读障碍脑机制的研究,汉语阅读障碍的研究目前还较缺乏。功能磁共振成像和事件相关电位对汉语阅读的脑机制探讨具有重要价值。未来应进一步结合汉字的文字特点,对汉语发展性阅读障碍的正字法加工开展脑功能成像研究。正字法加工涉及多个脑区,脑功能连接的研究将是探究阅读障碍正字法加工缺陷机制的重要手段。

2.3 强化正字法加工干预 大脑的可塑性决定了大脑活动状态可以经过学习和训练而提升。目前,国外研究者已采用功能性核磁进行干预验证^[36],而汉语阅读障碍干预却多集中于行为学改变为主的干预验证。建议可以借鉴国外的干预措施,从脑部变化证明干预

策略的有效性。周湾^[53]采用结合汉字特点的结构意识教学法对汉语阅读障碍儿童进行干预。已取得较好成果,对于正字法研究可以提供部分借鉴作用。此外,正字法意识还与家庭环境有关,还应注意家长的干预,创造良好的家庭阅读环境。

3 参考文献

- [1] 薛琦,宋然然.从公共卫生政策入手 关注儿童阅读障碍[J].中国学校卫生,2019,40(8):1131-1133.
XUE Q, SONG R R. Focus on children dyslexia, starting with public health policy[J]. Chin J Sch Health, 2019, 40(8): 1131-1133.
- [2] MOLL K, KUNZE S, NEUHOF N, et al. Specific learning disorder: prevalence and gender differences [J]. PLoS One, 2014, 9(7): e103537.
- [3] SNOWLING M J. Early identification and interventions for dyslexia: a contemporary view [J]. J Res Spec Educ Needs, 2013, 13(1): 7-14.
- [4] 伊力扎提·麦麦提,买合甫来提·坎吉.小学四年级维吾尔文阅读障碍儿童检出率及其阅读水平研究[J].兰州教育学院学报,2020,36(2):85-87.
YILIZHATI M M T, MAIHEFULAITI K J. A study of Uyghur dyslexia in primary school children [J]. J Lanzhou Inst Educ, 2020, 36(2): 85-87.
- [5] 钱丽竹.5-6 年级汉语阅读障碍儿童自尊、孤独感和社交焦虑的关系研究[D].兰州:西北师范大学,2017.
QIAN L Z. The research on the relationship between the self-esteem of dyslexic children and loneliness and social anxiety [D]. Lanzhou: Northwest Normal University, 2017.
- [6] 美国精神医学学会.精神障碍诊断与统计手册[M].张道龙,等,译.北京:北京大学出版社,2016.
American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Translated by Zhang Daolong et al [M]. Beijing: Peking University Press, 2016.
- [7] 王文静.阅读困难儿童语言认知缺陷的干预研究及发展趋势[J].教育学报,2010,6(1):77-81.
WANG W J. Intervention research on the linguistic cognitive deficits of children with dyslexia and its developmental trends [J]. J Educ, 2010, 6(1): 77-81.
- [8] MENG X, CHENG L A, ZENG B, et al. Dynamic visual perception and reading development in Chinese school children [J]. Annals Dyslex, 2011, 61(2): 161-176.
- [9] WANG Z, ALICE C, SONG Y, et al. A perceptual learning deficit in Chinese developmental dyslexia as revealed by visual texture discrimination training [J]. Dyslexia, 2014, 20(3): 280-296.
- [10] BIRCH S L. Prevalence and profile of phonological and surface subgroups in college students with a history of reading disability [J]. J Learn Disabil, 2014, 49(4): 339-353.
- [11] 潘宁,李秀红.汉语发育性阅读障碍儿童母语和英语的语言加工技能[J].中国学校卫生,2019,40(10):1588-1592.
PAN N, LI X H. Chinese developmental dyslexia: language processing skills in native language and English [J]. Chin J Sch Health, 2019, 40(10): 1588-1592.
- [12] GEORGE K G, TIMOTHY C P, ELENA Z, et al. Are auditory and visual processing deficits related to developmental dyslexia? [J]. Dyslexia, 2012, 18(2): 110-129.
- [13] HO C, CHAN D, LEUNG P, et al. Reading-related cognitive deficits in

- developmental dyslexia, attention-deficit/hyperactivity disorder, and developmental coordination disorder among Chinese children[J]. *Read Res Quart*, 2011, 40(3): 318-337.
- [14] PERFETTI C A, TAN L H, SIOK W T. Brain-behavior relations in reading and dyslexia: implications of Chinese results[J]. *Brain Lang*, 2006, 98(3): 344-346.
- [15] 孟泽龙, 张逸玮, 毕鸿燕. 发展性阅读障碍亚类型研究进展[J]. *心理发展与教育*, 2017, 33(1): 113-121.
- MENG Z L, ZHANG Y W, BI H Y. Advances in research on subtypes of developmental dyslexia[J]. *Psychol Dev Educ*, 2017, 33(1): 113-121.
- [16] 沈丹丹. 语音意识和正字法意识对汉语发展性阅读障碍儿童的阅读能力的影响[D]. 南京: 南京师范大学, 2017.
- SHEN D D. The influence of phonological awareness and orthographic awareness on reading ability of children with developmental dyslexia [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2017.
- [17] 赵婧, 毕鸿燕, 杨扬. 汉语发展性阅读障碍儿童的快速命名与正字法加工技能[J]. *中国心理卫生杂志*, 2012, 26(1): 36-40.
- ZHAO J, BI H Y, YANG Y. Rapid naming and orthographic processing skill in children with Chinese developmental dyslexia[J]. *Chin J Mental Health*, 2012, 26(1): 36-40.
- [18] 张勇, 杨亦松. 表音文字与表意文字的阅读障碍特征的比较研究[J]. *牡丹江大学学报*, 2017, 26(4): 6-8.
- ZHANG Y, YANG Y S. A comparative study on the characteristics of dyslexia in ephonics and ideograms[J]. *J Mudanjiang Univer*, 2017, 26(4): 6-8.
- [19] 李清, 王晓辰. 语音加工抑或是正字法加工缺陷? ——汉语阅读障碍的认知特点与缺陷[J]. *心理研究*, 2015, 8(2): 32-39.
- LI Q, WANG X C. Phonetic processing or orthographic processing deficit? ——a study on the cognitive processing and its deficit of Chinese reading disability[J]. *Psychol Res*, 2015, 8(2): 32-39.
- [20] RAKHLIN N V, MOURGUES C, CARDOSO M C, et al. Orthographic processing is a key predictor of reading fluency in good and poor readers in a transparent orthography[J]. *Contemp Educat Psychol*, 2019, 56: 250-261. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2018.12.002.
- [21] 陈昌明. 文盲的正字法意识和语音意识及其在阅读能力获取过程中的发展[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- CHEN C M. Chinese illiterates' orthographic awareness and phonological awareness and their development during reading ability acquisition [D]. Chongqing: Southwest University, 2010.
- [22] BERGMANN, JVRGEN, WIMMER H. A dual-route perspective on poor reading in a regular orthography: evidence from phonological and orthographic lexical decisions[J]. *Cogn Neuropsychol*, 2008, 25(5): 653-676.
- [23] BRYANT P, GOSWAMI U. Strengths and weaknesses of the reading level design: a comment on Backman, Mamen, and Ferguson[J]. *Psychol Bull*, 1986, 100(1): 101-103.
- [24] PARRILA R, GEORGIU G K, PAPADOPOULOS T C. Dyslexia in a consistent orthography: evidence from reading-level match design[J]. *Dyslexia*, 2020. DOI: 10.1002/dys.1650
- [25] 邹艳春. 汉语学生发展性阅读障碍的信息加工特点研究[D]. 广州: 华南师范大学, 2003.
- ZOU Y C. Information processing of developmental dyslexia in Chinese children[D]. Guangzhou: South China Normal University, 2003.
- [26] 刘琴. 维吾尔族汉语发展性阅读障碍儿童的语言加工技能研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2012.
- LIU Q. Language processing skills in Uyghur children with Chinese developmental dyslexia[D]. Urumqi: Xinjiang Normal University, 2012.
- [27] 刘文理, 刘翔平, 张婧乔. 汉语发展性阅读障碍亚类型的初步探讨[J]. *心理学报*, 2006, 35(5): 681-693.
- LIU W L, LIU X P, ZHANG J Q. A Preliminary study subtypes of Chinese developmental dyslexia[J]. *Acta Psychol Sin*, 2006, 35(5): 681-693.
- [28] 朱一红. 国内阅读障碍研究现状与热点: 基于 CNKI 研究性论文的实证分析[J]. *河北科技图苑*, 2018, 31(4): 89-93.
- ZHU Y H. Research status and hotspot of dyslexia in China: empirical analysis based on CNKI research papers[J]. *Hebei Sci Technol Garden*, 2018, 31(4): 89-93.
- [29] HO C, LAW T, NG P. The phonological deficit hypothesis in Chinese developmental dyslexia[J]. *Read Writ*, 2000, 13(1/2): 57-79.
- [30] DESROCHES A S, CONE N E, BOLGER D J, et al. Children with reading difficulties show differences in brain regions associated with orthographic processing during spoken language processing[J]. *Brain Res*, 2010, 1356(1): 73-84.
- [31] BOROS M, ANTON J L, PECH C, et al. Orthographic processing deficits in developmental dyslexia: beyond the ventral visual stream[J]. *Neuroimage*, 2016, 128: 316-327. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2016.01.014
- [32] MARK S V D, KLAVER P, BUCHER K, et al. The left occipitotemporal system in reading: disruption of focal fMRI connectivity to left inferior frontal and inferior parietal language areas in children with dyslexia[J]. *Neuroimage*, 2011, 54(3): 2426-2436.
- [33] TEMPLE E, POLDRACK R A, SALIDIS J, et al. Disrupted neural responses to phonological and orthographic processing in dyslexic children: an fMRI study[J]. *Neuroreport*, 2001, 12(2): 299-307.
- [34] BACKES W, VUURMAN E, WENNEKES R, et al. Atypical brain activation of reading processes in children with developmental dyslexia[J]. *J Child Neurol*, 2002, 17(12): 867-871.
- [35] PAZ A P M, MYRIAM O, GARIKOITZ L U, et al. Neural correlates of phonological, orthographic and semantic reading processing in dyslexia[J]. *Neuroimag Clin*, 2018, 20: 443-447. DOI: 10.1016/j.nicl.2018.08.018.
- [36] MARITA, PARTANEN, LINDA, et al. Effect of reading intervention and task difficulty on orthographic and phonological reading systems in the brain[J]. *Neuropsychologia*, 2018. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2018.07.018.
- [37] SIOK W T, PERFETTI C A, JIN Z, et al. Biological abnormality of impaired reading is constrained by culture[J]. *Nature*, 2004, 431(7004): 71-76.
- [38] CAO F, YAN X, SPRAY G J, et al. Brain mechanisms underlying visuo-orthographic deficits in children with developmental dyslexia[J]. *Front Human Neurosci*, 2018, 12: 1-13. DOI: 10.3389/fnhum.2018.00490.
- [39] LIU L, YOU W, WANG W, et al. Altered brain structure in Chinese dyslexic children[J]. *Neuropsychologia*, 2013, 51(7): 1169-1176.
- [40] LIU L, WANG W, YOU W, et al. Similar alterations in brain function for phonological and semantic processing to visual characters in Chinese dyslexia[J]. *Neuropsychologia*, 2012, 50(9): 2224-2232.
- [41] YOU H, GAAB N, WEI N, et al. Neural deficits in second language reading: fMRI evidence from Chinese children with English reading impairment[J]. *Neuroimage*, 2011, 57(3): 760-770.
- [42] YANG J, TAN L H. Whole-brain functional networks for phonological

- and orthographic processing in Chinese good and poor readers[J]. *Front Psychol*, 2019, 10. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.02945.
- [43] 梁莉, 章勇, 王权红. 语言事件相关电位 N400; 词汇加工与语义加工的交互[J]. *心理学进展*, 2018, 8(12): 1868-1873. LIANG L, ZHANG Y, WANG Q H. Language event related potential N400; word processing and semantic processing interact[J]. *Adv Psychol*, 2018, 8(12): 1868-1873.
- [44] COCH D, BENOIT C. N400 event-related potential and standardized measures of reading in late elementary school children; correlated or independent[J]. *Mind Brain Educ*, 2015, 9(3): 145-153.
- [45] BORGSTR M K, TORKILDSEN J V K, LINDGREN M. Substantial gains in word learning ability between 20 and 24 months; a longitudinal ERP study[J]. *Brain Lang*, 2015, 149(1): 33-45.
- [46] SANDRA H, KATARINA G, JENNIFER B, et al. The time course of reading processes in children with and without dyslexia; an ERP study [J]. *Front Human Neuroenc*, 2013, 7: 570-576. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00570.
- [47] TZENG Y L, HSU C H, LIN W H, et al. Impaired orthographic processing in Chinese dyslexic children; evidence from the lexicality effect on N400[J]. *Scient Stud Read*, 2018, 22(1): 85-100.
- [48] MENG X, TIAN X, JIAN J, et al. Orthographic and phonological processing in Chinese dyslexic children; an ERP study on sentence reading[J]. *Brain Res*, 2007, 1179: 119-130. DOI: 10.1016/j.brainres.2007.08.046.
- [49] CHUNG K K H, TONG X, MCBRIDE C C. Evidence for a deficit in orthographic structure processing in Chinese developmental dyslexia; an event-related potential study [J]. *Brain Res*, 2012, 1472: 20-31. DOI: 10.1016/j.brainres.2012.06.010.
- [50] 罗丹. 阅读障碍儿童字形加工的神经心理测验的编制[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2017. LUO D. Development of dyslexia children's glyph processing neuropsychological test [D]. Changsha: Hunan Normal University, 2017.
- [51] 邝贤杰. 汉语阅读障碍儿童视知觉加工的 ERP 研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2016. GU X J. An ERP research of the visual perception on the children with chinese reading disabilities [D]. Changsha: Hunan Normal University, 2016.
- [52] 李秀红, 潘宁. 揭示儿童发育性阅读障碍发病机制 发展本土化诊断与干预体系[J]. *中国学校卫生*, 2019, 40(10): 1445-1448. LI X H, PAN N. Uncovering the etiology of developmental dyslexia and sights for localized diagnosis and intervention system [J]. *Chin J Sch Health*, 2019, 40(10): 1445-1448.
- [53] 周湾. 汉语发展性阅读障碍儿童语音意识和正字法意识干预研究 [D]. 南京: 南京师范大学, 2018. ZHOU W. A study of phonological awareness and orthographic awareness in children with developmental Chinese dyslexia [D]. Nanjing: Nanjing Normal University, 2018.
- 收稿日期: 2020-08-21 修回日期: 2020-12-25 本文编辑: 王苗苗
- +++++
- (上接第 464 页)
- [14] 邓世佑, 彭健雄, 王艺蓓, 等. 江苏某大学医学生与非医学生健康素养的比较[J]. *环境与职业医学*, 2018, 35(4): 347-351. DENG S J, PENG Y J, WANG Y B, et al. Comparison of health literacy between medical and non-medical students in a university in Jiangsu [J]. *J Environ Occup Med*, 2018, 35(4): 347-351.
- [15] 卫薇, 李英华, 李方波, 等. 我国 15~24 岁居民健康素养现状分析 [J]. *中国健康教育*, 2015, 31(2): 125-128, 146. WEI W, LI Y H, LI F B, et al. Health literacy condition analysis on 15-24 years old Chinese residents [J]. *Chin J Health Educ*, 2015, 31(2): 125-128, 146.
- [16] 李凤霞, 孙桐, 刘永娟, 等. 山东青少年健康素养水平及其影响因素分析[J]. *中国健康教育*, 2018, 34(2): 105-109. LI F X, SUN T, LIU Y J, et al. A study on adolescent health literacy level and its influencing factors in Shandong Province [J]. *Chin J Health Educ*, 2018, 34(2): 105-109.
- [17] 刘海田, 丁瑞英, 初永华, 等. 2014 年潍坊市青少年健康素养现状及影响因素研究[J]. *中国卫生产业*, 2016, 13(30): 41-43. LIU H T, DING R Y, CHU Y H, et al. Research on health literacy status of teenagers and related factors in weifang in 2014 [J]. *China Health Industry*, 2016, 13(30): 41-43.
- [18] 郭帅军, 余小鸣, 潘勇平, 等. 北京市高中生健康素养水平及影响因素分析[J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(10): 1480-1482, 1486. GUO S J, YU X M, PAN Y P, et al. A cross-sectional study on health literacy and its influential factors among high school students in Beijing [J]. *Chin J Sch Health*, 2016, 37(10): 1480-1482, 1486.
- [19] 程丽楠, 李娟, 崔文香. 青少年健康素养研究现状与进展[J]. *中国学校卫生*, 2015, 36(6): 954-958. CHENG L N, LI J, CUI W X. Research status and progress of adolescent health literacy [J]. *Chin J Sch Health*, 2015, 36(6): 954-958.
- [20] 胡琼伟, 裴秀梅, 盖若琰, 等. 留守与非留守儿童监护人健康素养比较分析[J]. *中国公共卫生*, 2014, 30(6): 764-766. HU Q W, PEI X M, GAI R Y, et al. Comparative analysis on health literacy in guardians of left-behind and unleft-behind children [J]. *Chin J Public Health*, 2014, 30(6): 764-766.
- [21] 吴瑞龙, 史慧静, 贝品联, 等. 2012—2013 年上海市普陀区初一学生健康素养调查[J]. *环境与职业医学*, 2015, 32(10): 941-944. WU R L, SHI H J, BEI P L, et al. Survey on health literacy among grade seven students in putuo district of Shanghai in 2012-2013 [J]. *J Environ Occup Med*, 2015, 32(10): 941-944.
- [22] 新华社. 中共中央国务院印发《“健康中国 2030”规划纲要》[EB/OL]. [2016-12-25]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5133024.htm. The Xinhua News Agency. The Central Committee of the Communist Party of China issued outline of "Healthy China 2030" [EB/OL]. [2016-12-25]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2016/content_5133024.htm.
- [23] 周薇薇, 罗春花, 范存欣, 等. 广州市大学生健康素养现状及影响因素分析[J]. *中华疾病控制杂志*, 2014, 18(7): 654-658. ZHOU W W, LUO C H, FAN C X, et al. A study on the status and influential factors of health literacy among undergraduate students in Guangzhou City [J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2014, 18(7): 654-658.
- [24] 陈连生, 黄明豪, 李小宁, 等. 江苏省健康教育工作发展报告 (2008—2015 年) [J]. *江苏预防医学*, 2016, 27(2): 170-172. CHEN L S, HUANG M H, LI X N, et al. Report on the development of health education in Jiangsu Province (2008-2015) [J]. *Jiangsu J Prev Med*, 2016, 27(2): 170-172.
- 收稿日期: 2020-09-30 修回日期: 2020-11-02 本文编辑: 顾璇