

学龄期外斜视儿童视空间记忆特征研究

徐小雨¹, 申涛², 颜建华², 孙涛¹, 哈靓¹, 王忠浩², 李秀红¹

1. 中山大学公共卫生学院妇幼卫生学系, 广东 广州 510080; 2. 中山大学眼科中心

【摘要】 目的 探索学龄期外斜视儿童的视空间短时和工作记忆特征, 为制定相关临床干预措施提供参考。**方法** 采用病例对照研究法, 于 2017—2019 年从中山大学中山眼科中心斜视弱视专科预约斜视矫正手术的患者中招募 45 名 8~12 岁外斜视学龄儿童和 45 名正常儿童, 采用“方块敲击试验(tapping test)”评估儿童视空间短时记忆和视空间工作记忆。**结果** 外斜视组与对照组儿童视空间短时记忆得分差异无统计学意义[(7.64±1.69)(8.00±1.66), $t=-1.00$, $P=0.32$]; 视空间工作记忆得分外斜视组儿童低于对照组儿童, 差异有统计学意义[(5.98±1.23)(6.80±1.53), $t=-2.81$, $P=0.01$]。多元线性回归分析发现, 在倒序敲击试验中, 近立体视越好, 得分越高($B=0.78$, 95% $CI=0.23\sim1.33$, $P=0.01$), 恒定性外斜视儿童的得分高于间歇性外斜视($B=1.25$, 95% $CI=0.16\sim2.34$, $P=0.03$)。**结论** 学龄期外斜视儿童视空间工作记忆受损, 外斜视儿童的视空间工作记忆受近立体视和斜视恒定性的影响。

【关键词】 外斜视; 记忆; 病例对照研究; 回归分析; 儿童

【中图分类号】 R 779.7 R 179 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)09-1295-04

Visuospatial memory of school-age children with exotropia/XU Xiaoyu^{*}, SHEN Tao, YAN Jianhua, SUN Tao, HA Liang, WANG Zhonghao, LI Xiuhong. ^{*} Department of Maternal and Child Health, School of Public Health, Sun Yat-Sen University, Guangzhou (510080), China

【Abstract】 Objective To explore the visuospatial memory characteristics of school-age children with exotropia and to analyze associated factors. **Methods** Based on a case-control study, 45 exotropia children aged 8–12 years and 45 normal control children were recruited from 2017–2019. The "tapping test" was used to evaluate the visuospatial short-term and working memory of children. **Results** There was no significant differences in the scores of visuospatial short-term memory between the exotropia group and the control group [(7.64±1.69)(8.00±1.66), $t=-1.00$, $P=0.32$]. The scores of visuospatial working memory in the control group were higher than those in the exotropia group [(5.98±1.23)(6.80±1.53), $t=-2.81$, $P=0.01$]. In the reverse tapping test, the better the near stereopsis was, the higher the score was ($B=0.78$, 95% $CI=0.23\sim1.33$, $P=0.01$), and the constant exotropia children performed better than the intermittent exotropia children($B=1.25$, 95% $CI=0.16\sim2.24$, $P=0.03$). **Conclusion** Visuospatial working memory is impaired in school-age children with exotropia, and the visuospatial working memory of exotropia children is affected by the near stereopsis and exotropia constancy.

【Key words】 Exotropia; Memory; Case-control studies; Regression analysis; Child

外斜视是以眼球向外侧倾斜为特征的常见儿童眼科疾病, 亚型主要包括间歇性外斜视和恒定性外斜视^[1]。西方国家外斜视患病率约为 1.2%^[2], 中国儿童患病率为 1.82%~3.24%^[3-4], 高于西方国家。且外斜视患病率会随年龄增加而增加^[2]。外斜视会导致

儿童视野异常、视觉抑制和立体视觉缺陷等问题, 影响对视觉信息的提取和加工, 特别是视空间能力^[5]。

视空间短时记忆和视空间工作记忆都是视空间能力的组成部分, 视空间短时记忆反映了人对视觉信息在短时间内保持的能力, 而视空间工作记忆指暂时储存并控制视觉信息的能力^[6]。视空间工作记忆区别于短时记忆的是其不仅有储存功能, 还有认知控制功能^[7]。童年期是视空间能力发展的关键期, 既往研究显示, 4~8 岁视空间能力发育最快, 在 10 岁左右达到顶峰^[8]。我国学者周征兵等^[9]和外国学者 Gligorovic 等^[5]均发现, 患有斜视的学龄儿童存在视空间短时和工作记忆缺陷。斜视分为内斜和外斜, 有研究发现, 内斜视与外斜视存在认知功能上的差异, 外斜视儿童的视空间记忆特点可能与内斜视儿童不同^[10]。

【基金项目】 国家自然科学基金面上项目(81673197)。

【作者简介】 徐小雨(1996—), 女, 辽宁省人, 在读硕士, 主要研究方向为儿童青少年心理; 申涛(1987—), 男, 吉林省人, 博士, 主治医师, 主要从事斜视与弱视的诊治临床工作及科学研究。

徐小雨与申涛共为第一作者。

【通讯作者】 李秀红, E-mail: lixh@mail.sysu.edu.cn; 王忠浩, E-mail: wangzhonghao@gzoc.com。

而外斜视是我国学龄儿童斜视的主要类型^[4]。本研究旨在确定外斜视对儿童视空间记忆的影响,并探讨外斜视儿童临床特征与视空间记忆的关系,以期为临床干预措施的建立提供参考。

1 对象与方法

1.1 对象 于 2017 年 5 月—2019 年 1 月从中山大学中山眼科中心斜视弱视专科预约斜视矫正手术的患者中招募 8~12 岁的学龄期外斜视儿童 45 名。招募标准:符合《我国斜视分类专家共识(2015 年)》^[11] 诊断标准,诊断为间歇性外斜视或恒定性外斜视;双眼最佳矫正视力 1.0;全身一般情况良好,配合完成所有检查和测试。排除标准:合并青光眼、白内障等其他眼科疾病;存在眼部受伤史或手术史;患有严重急慢性疾病,如恶性肿瘤、哮喘、急性阑尾炎等;患有精神疾病,如精神分裂症、自闭症等。以自愿原则,招募广州市及周边地区的无斜视、视力正常的 8~12 岁学龄期儿童 45 名作为对照组。对照组儿童入组前需进行屈光和眼底检查,并向家长询问眼部疾病史和手术史。入组标准:双眼最佳矫正视力 1.0,无斜视;全身一般情况良好,配合完成所有检查和测试。排除标准与外斜视组相同。两组儿童性别、年龄、父母学历及家庭月收入等基本情况差异无统计学意义(χ^2/t 值分别为 0.18, -0.33, 3.15, 1.19, 5.92, P 值均 >0.05)。受试者及其监护人自愿参加并签署了知情同意书,该研究通过了中山眼科中心伦理委员会的伦理审查(批号:2018KYPJ062)。

1.2 方法

1.2.1 基本情况调查 由家长填写自编问卷,包括儿童年龄、性别、户口性质、父母学历、家庭月收入、是否早产等。

1.2.2 外斜视检查 由 2 名以上斜视专科医生向家长询问儿童的疾病史和眼部手术史,并检查外斜视儿童斜视相关临床指标。(1)症状时长:家长提供斜视儿童眼睛最早出现偏斜的时间,计算到评估日期的时间长短。(2)斜视度:使用三棱镜交替遮盖法(prism and alternative cover test, PACT)^[1] 检查外斜视儿童的斜视度,并选择主斜眼的视远斜视度数作为观测指标。(3)调节性集合与调节比值(accommodative convergence/accommodation, AC/A):AC/A 近反射包括集合、调节和瞳孔收缩,调节性集合与调节比值反映调节性集合与调节的联代运动关系^[1]。高 AC/A 值表明集合过强,低 AC/A 值表明集合不足。本研究使用看远梯度法测量外斜视儿童的 AC/A 值。(4)同时视:使用同视机检查 I 级视功能,即双眼同时视。本研究将一时性抑制、单眼抑制、视网膜对应缺失和交叉

抑制归类为同时视异常。(5)近立体视:使用苍蝇立体视锐度测试(Vision Assessment Co, Illinois USA)进行检查。检测板共包含 10 组图案,立体视锐度范围为 20"~400"。如果儿童不能通过 400" 等级的测试记为无近立体视,立体视锐度 $<60''$ 记为近立体视正常,在回归分析中赋值为 0,1,2,立体视锐度在 60"~400" 记为近立体视较差^[12]。(6)远立体视:使用远距离 Randot 测试(Stereo Optical Co, Chicago IL USA)进行检查,立体视锐度分别为 400", 200", 100", 60" 4 个等级,每个等级分为 A、B 两组图案,共 8 组。如果儿童不能通过 400" 等级测试记为无远立体视,通过 60" 等级记为远立体视正常,在回归分析中赋值为 0,1,2,立体视锐度在 60"~400" 记为远立体视较差^[12]。

1.2.3 视空间记忆测试 采用“方块敲击试验(tapping test)”进行评估。该方法由日本的 Igarashi 等^[13] 在 Corsi 方块敲击试验的基础上改进得到,本课题组经允许后引进。有红色正方形的为正向卡,要求被试按照主试的顺序进行敲击;有绿色正方形的为逆向卡,要求被试按主试的相反顺序进行敲击。主试按每秒 1 块的速度敲击方块图。正向卡尝试 14 次,逆向卡尝试 12 次,每尝试 2 次增加 1 个正方形,连续 2 次失败则测试停止。计分方法以正确敲击的次数计分。

1.3 统计分析 数据采用 EpiData 3.1 录入,使用 SPSS 25.0 进行统计分析,使用 χ^2 检验、 t 检验比较两组儿童的基本人口学资料,用 t 检验比较两组儿童的视空间短时记忆与工作记忆。为对临床指征与视空间记忆间的关系进行探索,以外斜视儿童有缺陷的视空间记忆得分为因变量,上述 6 项临床指征以及疾病分类(间歇性/恒定性)为自变量,年龄、性别、父母文化水平以及是否早产作为控制变量进行多元线性回归分析。为考察每个变量的效应,分别将每个自变量与年龄、性别强制纳入模型,剩余自变量及控制变量用 Stepwise 法进行筛选。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象基本情况 外斜视组儿童的平均年龄为 (10.01 ± 1.32) 岁,其中男生 27 (60.00%) 名;正常对照组儿童的年龄为 (9.90 ± 1.85) 岁,其中男生 25 (55.56%) 名。外斜视组儿童包括间歇性外斜视 33 (73.33%) 名,恒定性外斜视 12 (26.67%) 名。同时视正常 16 (35.56%) 名,异常 29 (64.44%) 名。无近立体视 13 (28.89%) 名,较差 10 (22.22%) 名,正常 22 (48.89%) 名。无远立体视 31 (68.89%) 名,较差 11 (24.44%) 名,正常 3 (6.67%) 名。症状时长 (5.04 ± 2.68) 年,斜视度 $(30.37 \pm 8.95)^\Delta$, AC/A 值为 (3.02 ± 2.31) 。

2.2 外斜视组儿童的视空间记忆特点 外斜视儿童在倒序敲击任务中的得分低于对照组[(5.98±1.23) (6.80±1.53) , $t=-2.81$, $P=0.01$] ,而在顺序敲击任务中,两组儿童得分差异无统计学意义[(7.64±1.69) (8.00±1.66) , $t=-1.00$, $P=0.32$]。

2.3 外斜视儿童的临床指标与视空间工作记忆的关系 因外斜视儿童的视空间短时记忆没有明显缺陷,故只分析临床指标与视空间工作记忆的关系。首先将外斜视儿童的各项临床指标逐一与倒序敲击得分

进行简单线性回归分析,结果均无统计学意义。多元线性回归发现在控制了年龄、性别等协变量后,近立体视与疾病分类均是倒序敲击得分的影响因素(P 值均 <0.05)。此时模型 1 的回归方程有统计学意义($F=4.82$, $P=0.01$) ,模型 2 的回归方程有边缘统计学意义($F=2.59$, $P=0.06$) ,两模型中近立体视与疾病分类的方差膨胀因子均 <2 ,自变量间不存在多重共线性。见表 1。

表 1 外斜视临床指标与顺序、倒序敲击得分多元线性回归分析($\bar{x}\pm s$)

组别		倒序敲击得分	模型 1		模型 2	
			B 值(B 值 95%CI)	P 值	B 值(B 值 95%CI)	P 值
疾病分类	间歇性外斜视($n=33, X_1=0$)	5.91±1.36	1.20(0.15~2.25)	0.03	1.25(0.16~2.34)	0.03
	恒定性外斜视($n=12, X_1=1$)	6.17±0.84				
近立体视	无近立体视($n=13, X_2=0$)	5.77±1.17	0.80(0.26~1.33)	0.01	0.78(0.23~1.33)	0.01
	近立体视较差($n=10, X_2=1$)	5.50±0.85				
远立体视	近立体视正常($n=22, X_2=2$)	6.32±1.36				
	无远立体视($n=31, X_3=0$)	6.03±1.20	-0.29(-0.93~0.34)	0.35	-0.27(-0.96~0.41)	0.42
	远立体视较差($n=11, X_3=1$)	5.91±1.51				
同时视	远立体视正常($n=3, X_3=2$)	5.67±0.58				
	异常($n=29, X_4=0$)	5.93±1.16	-0.57(-0.36~1.51)	0.22	-0.47(-1.47~0.52)	0.34
	正常($n=12, X_4=1$)	6.42±1.38				
症状时长			-0.05(-0.20~0.10)	0.52	-0.05(-0.12~0.10)	0.52
	斜视角		0.01(-0.04~0.05)	0.81	-0.01(-0.04~0.06)	0.71
AC/A 值			0.01(-0.19~0.17)	0.92	-0.02(-0.21~0.17)	0.85

注:分类变量后的括号描述了频数及赋值;模型 1 未控制变量,模型 2 中控制变量包括年龄、性别、父母文化水平以及是否早产,其中年龄、性别强制纳入模型进行控制,其余变量用 Stepwise 法进行筛选。

3 讨论

本研究结果显示,外斜视儿童在顺序敲击测试中得分与对照组儿童差异无统计学意义,而在倒序敲击测试中得分低于对照组儿童。提示外斜视儿童不存在视空间短时记忆缺陷,只存在视空间工作记忆的缺陷。周征兵等^[9]发现,学龄期斜视儿童既存在视空间短时记忆缺陷,又存在视空间工作记忆缺陷。可能是由于研究对象不同,本研究的对象全部是外斜视儿童,而周征兵等研究并未对内外斜视进行区分。既往研究报道,外斜视儿童在视觉记忆任务中的表现较内斜视儿童好^[5]。可能是由于相较内斜视儿童,外斜视儿童的眼球向外侧倾斜,视野和焦点的选择受到的影响较小,此外,外斜视儿童拥有较强的视觉抑制,很少出现复视和混淆视^[14],因此与视知觉关系密切的视空间短时记忆受到影响较小。

视空间工作记忆又称空间模板,它是工作记忆的子系统之一,最早由 Baddeley 于 1974 年提出,负责对视觉信息暂时储存和处理^[7]。本研究中外斜视组的平均倒序敲击得分低于对照组,差异有统计学意义。虽然目前国内外尚无视空间工作记忆缺陷的临床诊断标准,但既往研究发现,方块敲击试验得分每减少 1 分,学龄儿童认知能力测试中非言语推理能力得分便减少 4.05 分^[15]。此外,视空间工作记忆缺陷还可能

引起学习障碍^[16],影响情绪识别和社会认知能力^[17]。提示在对外斜视儿童进行治疗时,应关注视空间工作记忆的干预治疗。

本研究结果发现,近立体视越好的外斜视儿童视空间工作记忆越好。立体视觉指人类通过双眼融合获得物体的三维立体形状,准确判断物体三维空间位置的高级视觉功能^[18]。Sawamura 等^[19]发现没有立体视的斜视患者三维图像感知整合能力明显较有立体视的斜视患者与正常对照组差,而个体在处理视空间工作记忆任务时通常采取对视觉信息整合加工的策略^[20-21]。此外,视觉系统在保持深度较近物体的工作记忆上更具优势^[21],提示相比远立体视,近立体视更多地参与视空间工作记忆的处理,与本研究结果相符。

本研究还发现,恒定性外斜视儿童的视空间工作记忆好于间歇性外斜视儿童。间歇性外斜视患者可以间歇地通过融合补偿机制控制眼位正位,当会聚力不足时会表现为外斜视,而恒定性外斜视患者常伴有融合功能损坏甚至无法形成融合^[1]。既往研究报道,双眼会聚与抑制控制能力有关,且会调用额顶叶注意网络的资源^[22-23]。与恒定性外斜视相比,间歇性外斜视儿童在视空间工作记忆任务中可能需要额外的注意资源用于融合会聚,使得他们分配给任务本身的注

意减少,进而影响表现^[24]。值得注意的是,该结果是在控制了近立体视后得出的,在综合考虑近立体视影响后,2 种外斜视儿童的视空间工作记忆差异无统计学意义,在临床上对 2 种外斜视儿童的视空间工作记忆缺陷都应给予关注。

本研究的局限性主要包括:样本量偏小,可能影响结果的稳定性;本研究为病例对照研究,不能证明斜视与视觉工作记忆缺陷的因果关系。

综上所述,外斜视学龄儿童的视空间工作记忆存在缺陷,近立体视和斜视的恒定性与视空间工作记忆有关。在今后的研究中应增大样本量,采用前瞻性队列研究,进一步验证外斜视及其临床特征与视空间工作记忆的因果关系,并明确其可能机制。

4 参考文献

- [1] 赵堪兴.斜视弱视学[M].2 版.北京:人民卫生出版社,2018:100-107.
- [2] HASHEMI H,PAKZAD R,HEYDARIAN S,et al. Global and regional prevalence of strabismus: a comprehensive systematic review and meta-analysis[J]. Strabismus,2019,27(2):54-65.
- [3] PAN C W,ZHU H,YU J J,et al. Epidemiology of intermittent exotropia in preschool children in China[J]. Optom Vis Sci,2016,93(1):57-62.
- [4] 李建华,张乾,张扬. 西双版纳傣族自治州青少年儿童斜视弱视的流行病学调查[J]. 国际眼科杂志,2019,19(2):302-306.
- [5] GLIGOROVIC M,VUCINIC V,ESKIROVIC B,et al. The influence of manifest strabismus and stereoscopic vision on non-verbal abilities of visually impaired children[J]. Res Dev Disabil,2011,32(5):1852-1859.
- [6] JONIDES J,LEWIS R L,NEE D E,et al. The mind and brain of short-term memory[J]. Ann Rev Psychol,2008,59(1):193-224.
- [7] BADDELEY A D. Is working memory still working? [J]. Am Psychol,2001,56(11):851-864.
- [8] WIMMER M C,MARAS K L,ROBINSON E J,et al. How visuo-spatial mental imagery develops: image generation and maintenance[J]. PLoS One,2015,10(11):e142566.
- [9] 周征兵,武雨杰,徐进,等. 学龄期斜视儿童认知能力的病例对照研究[J]. 中国行为医学科学,2008,17(10):891-892.
- [10] BIRNBAUM M H. Esotropia, exotropia and cognitive/perceptual style [J]. J Am Optom Assoc,1981,52(8):635-639.
- [11] 赵堪兴,王利华,亢晓丽,等.我国斜视分类专家共识(2015 年)

[J].中华眼科杂志,2015,51(6):408-410.

- [12] 刘红,徐昭旭. 不同年龄组立体视阈值的检测与分析[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志,2004,12(4):153-155.
- [13] IGARASHI K,KATO M,MIYAO M. A developmental study of executive function and working memory with ADHD high function autism and Asperger's disorder[J]. Ann Bull Clin Dev Dis,2007(7):12-16.
- [14] WALLACE D K,CHRISTIANSEN S P,SPRUNGER D T,et al. Esotropia and exotropia preferred practice pattern(R) [J]. Ophthalmology,2018,125(1):P143-P183.
- [15] OWENS M,STEVENSON J,NORGATE R,et al. Processing efficiency theory in children: working memory as a mediator between trait anxiety and academic performance[J]. Anx Stress Cop,2008,21(4):417-430.
- [16] MAMMARELLA I C,GIOFRE D,FERRARA R,et al. Intuitive geometry and visuospatial working memory in children showing symptoms of nonverbal learning disabilities[J]. Child Neuropsychol,2013,19(3):235-249.
- [17] YE C,XU Q,LIU Q,et al. The impact of visual working memory capacity on the filtering efficiency of emotional face distractors[J]. Biol Psychol,2018,138(1):63-72.
- [18] FUJITA I, DOI T. Weighted parallel contributions of binocular correlation and match signal to conscious perception of depth [J]. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci,2016,371(1697):20150257.
- [19] SAWAMURA H,GILLEBERT C R,TODD J T,et al. Binocular stereo acuity affects monocular three-dimensional shape perception in patients with strabismus[J]. Br J Ophthalmol,2018,102(10):1413-1418.
- [20] SAIKI J. Feature integration in visual working memory [J]. Brain Nerv,2018,70(7):733-743.
- [21] QIAN J,LI J,WANG K,et al. Evidence for the effect of depth on visual working memory[J]. Sci Rep,2017,7(1):6408.
- [22] DANIEL F,KAPOULA Z. Binocular vision and the stroop test [J]. Optom Vis Sci,2016,93(2):194-208.
- [23] ALVAREZ T L,JASWAL R,GOHEL S,et al. Functional activity within the frontal eye fields, posterior parietal cortex, and cerebellar vermis significantly correlates to symmetrical vergence peak velocity: an ROI-based, fMRI study of vergence training[J]. Front Integr Neurosci,2014,8(1):50.
- [24] SOUZA A S,OBERAUER K. The contributions of visual and central attention to visual working memory [J]. Atten Percept Psychophys,2017,79(7):1897-1916.

收稿日期:2020-07-27;修回日期:2020-08-12

(上接第 1294 页)

- [23] 徐扬,吕若然. 2016—2017 年度北京市中小学生视力不良现状 [J]. 首都公共卫生,2018,12(6):292-293.
- [24] LI S M, LI S Y, LIU L R, et al. Full correction and undercorrection of myopia evaluation trial: design and baseline data of a randomized, controlled, double-blind trial [J]. Clin Exper Ophthalmol,2013,41(4):329-338.
- [25] 宋逸,胡佩瑾,董彦会,等. 2014 年全国各省、自治区、直辖市汉族学生视力不良现状分析 [J]. 北京大学学报(医学版),2017,49(3):433-438.

- [26] WANG J,YING G, FU X,et al. Prevalence of myopia and vision impairment in school students in Eastern China [J]. BMC Ophthalmol,2020,20(2):335-344.
- [27] 张振峰,杨超,高飞,等. 哈尔滨市中小学生近视及相关因素调查 [J]. 中国公共卫生管理,2020,36(1):70-73.
- [28] 赵丽莉,宋海清,何刊印,等. 铜川市 2005—2009 年高考学生体检结果分析 [J]. 中国学校卫生,2012,33(10):1256-1257.

收稿日期:2020-04-01;修回日期:2020-05-10