

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2017.04.03

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2017.04.03>

## 汕头地区城乡中小學生双眼水平融合力的横断面调查

林世斌, 公为芬, 黄晓丹, 杨帆

(汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心斜视与小儿眼科, 广东 汕头 515041)

**[摘要]** 目的: 通过三棱镜融合储备力试验检查了解正常青少年的双眼水平融像性聚散范围。方法: 横断面研究, 随机分层整群抽样调查。在汕头地区调查9所城乡中小学校, 共7 537人。从体检学生中抽取双眼正常学生4 012名, 用排状三棱镜检查双眼近距离水平聚散力, 在融像破裂点记录三棱镜度数。按集合与散开、年龄、性别等因素对结果作分层统计分析。结果: 总体检人数7 464人, 其中双眼裸眼视力 $\geq 0.8$ 为4 012人, 占体检人数的53.75%; 研究对象的双眼散开运动范围平均为 $15.87^{\Delta} \pm 10.74^{\Delta}$ , 双眼集合运动范围平均为 $26.41^{\Delta} \pm 12.04^{\Delta}$ ; 4~8岁组及9~11岁组的双眼集合与散开运动范围均高于12~20岁组, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); 女性的双眼集合能力高于男性。结论: 在本调查人群中, 双眼集合运动的储备力高于散开运动; 年龄越小, 双眼异向运动的储备力越强。

**[关键词]** 双眼融合力; 横断面研究; 学生

## Cross-sectional study of youth fusional range among school children in Shantou District

LIN Shibin, GONG Weifen, HUANG Xiaodan, YANG Fan

(Strabismus and Pediatric-ophthalmology Department, Joint Shantou International Eye Center of Shantou University and the Chinese University of Hong Kong, Shantou Guangdong 515041, China)

**Abstract** **Objective:** To investigate the fusional range by using prism bar among students in Shantou City of Guangdong Province, China. **Methods:** This was a cross-sectional study that included 4 012 normal eye subjects among randomly selected 7 537 students aged 6 to 19 years from 9 schools in Shantou City. Horizontal fusional range measured with prism bar. Statistical analyses were performed using SPSS statistical software to investigate the association of age, gender, vergence and divergence. **Results:** A total of 7 464 students were examined, including 3 928 boys and 3 536 girls, mean age 11 years. The number of students with binocular vision  $\geq 0.8$  was 4 012, accounting for 53.75% of the number of fusional examination; the mean vergence range was  $15.87^{\Delta} \pm 10.74^{\Delta}$ , and the mean divergence range was  $26.41^{\Delta} \pm 12.04^{\Delta}$ . The vergence and divergence range group of 4 to 8 years and 9 to

收稿日期 (Date of reception): 2017-04-11

通信作者 (Corresponding author): 林世斌, Email: bob239@163.com

基金项目 (Foundation item): 广东省医学科研基金 (A2014462)。This work was supported by Science and Technology Planning Project of Guangdong Province, China (A2014462).

11 years students was higher than the group of 12 to 20 years, the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The vergence range of female students was higher than that of male students. **Conclusion:** In this study, the vergence range is higher than divergence. With an increase in ages, the range of vergence and divergence decreases.

**Keywords** fusional range; cross-sectional study; students

三棱镜因能使穿过的光线向其基底方向折射, 使物像移位, 而常被用于眼位的检查与矫正; 人双眼存在融合力, 以水平方向明显, 通过三棱镜检查能够发现双眼的融合储备力大小, 对眼位的矫正效果以及复视的出现起到参考作用<sup>[1]</sup>。我们近年承担广东省教育厅中小學生近视防控调查项目, 先后对汕头地区9所城乡中小学校共7 537名學生进行眼位现况调查, 现将人群双眼融合储备力方面的调查报告如下。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

从汕头地区城乡302所中小学校中分层抽取具有一定代表性的学校9所; 年级设置完善、在当地有10年以上办学历史和學生规模(小学学校6个年级设置, 學生人数800~1 000人, 初高中人数分别为500~700人), 选取学校偏向关注小學生; 总共7 537名中小學生纳入调查范围(男3 968人, 女3 569人), 年龄范围6~19岁(表1)。本研究项目通过汕头大学·香港中文大学联合汕头国际眼科中心伦理与学术委员会审查, 研究遵守《赫尔辛基宣言》, 检查前由学校通知學生与监护人并共同签署知情同意书。

### 1.2 方法

横断面研究, 随机分层整群抽样调查。视力检查采用国际标准视力表, 眼位检查采用33 cm角膜映光法, 视远视近遮盖去遮盖与交替遮盖法判定斜视类型; 融合储备力试验检查由两位医师进行: 采用水平方向排状(串状三棱镜), 具有15个棱镜值: 分别为2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45棱镜度, 检查时嘱被检者注视眼前33 cm处灯光, 然后在一眼前增加底朝内(base in, BI)三棱镜至前方灯光看成双影时(破裂点: 被检者用尽所有的辐辏能力也不能保持双眼单视)的棱镜度数为分开储备力; 再增加底朝外(base out, BO)三棱镜至将灯光看成双影时(破裂点)的棱镜度数为集合储备力; 预检查中两位医师的检查结果经Kappa检验具有高度一致性。

### 1.3 实施观察对象

对象纳入标准: 中小學生, 双裸眼视力均 $\geq 0.80$ (户外放置视力表), 眼位正常, 经裂隙灯及眼底镜检查无其他器质性眼病, 无神经精神性疾病等全身性疾病, 无近期使用影响眼部的药物史。

表1 汕头地区9所学校参与调查的男、女學生人数及年龄情况

Table 1 Demographic information of the participants in terms of age, gender and area of residence

地区	学校	性别			年龄 / 岁
		女	男	合计	
乡村	小学一	444	465	909	9.3 ± 1.9 (6~15)
	小学二	552	633	1 185	8.9 ± 1.8 (6~13)
	初中	335	294	629	13.9 ± 1.1 (11~17)
	高中	204	306	510	17.1 ± 1.1 (15~19)
城市	小学一	495	614	1 109	9.2 ± 1.8 (6~15)
	小学二	460	505	965	9.3 ± 1.8 (6~13)
	小学三	480	471	951	9.2 ± 1.8 (6~13)
	初中	297	309	606	13.8 ± 1.0 (12~16)
	高中	302	371	673	16.9 ± 1.0 (13~19)

## 1.4 统计学处理

采用 SPSS 17.0 for windows 软件; 将研究对象按年龄分布的三分位数(8岁和11岁)分为4~8岁组、9~11岁、12~20岁三组, 总体数据呈偏态分布, 故采用秩和检验法分别比较年龄组间、不同性别间的双眼散开运动(BI)范围分布差异与集合运动(BO)范围分布差异。以 $\alpha=0.05$ 为检验水准。

## 2 结果

### 2.1 研究对象的基本特征

本研究总调查人数是7 537人, 其中有7 464人完成全部检查, 有73人未完成, 按标准纳入4 012名研究对象, 男2 182名(54.39%), 女1 830名(45.61%), 年龄6~19( $10.16\pm 3.02$ )岁。研究对象的对BI三棱镜平均融像破裂点值为 $4\sim 40^\Delta$ ( $15.87^\Delta\pm 10.74^\Delta$ ), 对BO三棱镜平均融像破裂点值为 $4\sim 40^\Delta$ ( $26.41^\Delta\pm 12.04^\Delta$ )。

### 2.2 年龄组间差异比较

剔除少部分检查结果缺失值后, 共纳入3 990名(99.45%)对象进行年龄组间的BI三棱镜融像破裂点值比较, 结果显示三组间的分布差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 进一步两两比较发现4~8岁组及9~11岁组的BI三棱镜平均融像破裂点均高于12~20岁组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ , 表2)。

表2 年龄组间的BI三棱镜融像破裂点值分布比较

Table 2 Comparison of BI break between different age group

年龄组	n	BI 三棱镜融像破裂点值 / $^\Delta$
4~8 岁组	1 353	14 (12~20)*
9~11 岁组	1 492	14 (12~18) <sup>§</sup>
12~20 岁组	1 145	12 (10~16) <sup>†</sup>
合计	3 990	14 (12~18)

组间比较,  $\chi^2=158.27$ ,  $P<0.05$ 。与12~20岁组比较, \* $P<0.05$ ; 与4~8岁组比较, <sup>§</sup> $P<0.05$ ; 与9~11岁组比较, <sup>†</sup> $P<0.05$ 。

Comparison of three groups:  $\chi^2=158.27$ ,  $P<0.05$ ; compared with 12~20-year group, \* $P<0.05$ ; compared with 4~8-year groups, <sup>§</sup> $P<0.05$ ; compared with 9~11-year group, <sup>†</sup> $P<0.05$ 。

剔除少部分检查结果缺失值后, 共纳入3 983名(99.28%)对象, 分析年龄组间的BO三棱镜融像破裂点值, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ); 两两比较发现4~8岁组及9~11岁组的BO三棱镜融像破裂点均高于12~20岁组, 差异有统计学意义( $P<0.05$ , 表3)。

表3 年龄组间的BO三棱镜融像破裂点值分布比较

Table 3 Comparison of BO break between the different age groups

年龄组	n	BO三棱镜融像破裂点值 / $^\Delta$
4~8岁组	1 355	25 (18~40)*
9~11岁组	1 497	25 (18~40) <sup>§</sup>
12~20岁组	1 131	20 (14~30) <sup>†</sup>
合计	3 983	25 (16~35)

组间比较,  $\chi^2=165.99$ ,  $P<0.05$ 。与12~20岁组比较, \* $P<0.05$ ; 与4~8岁组比较, <sup>§</sup> $P<0.05$ ; 与9~11岁组比较, <sup>†</sup> $P<0.05$ 。

Comparison of three groups,  $\chi^2=165.99$ ,  $P<0.05$ ; compared with 12~20-year group, \* $P<0.05$ ; compared with 4~8-year groups, <sup>§</sup> $P<0.05$ ; compared with 9~11-year group, <sup>†</sup> $P<0.05$ 。

### 2.3 性别间差异比较

剔除少部分检查结果缺失值后, 共纳入3 751名(93.49%)对象分析性别间的BI三棱镜融像破裂点值分布, 差异无统计学意义( $P=0.321$ , 表4)。

表4 性别间的BI三棱镜融像破裂点值比较

Table 4 Comparison of BI break between gender

性别	n	BO三棱镜耐受程度 / $^\Delta$
男	2 073	14 (12~18)
女	1 678	14 (12~18)
合计	3 751	14 (12~18)

$\chi^2=0.98$ ,  $P=0.32$ 。

剔除部分检查结果缺失值后, 共纳入3 759名(93.69%)对象分析性别间的BO三棱镜融像破裂点值分布, 差异有统计学意义( $P<0.05$ ), 其中女性BO三棱镜融像破裂点高于男性(表5)。

表5 性别间的BO三棱镜融像破裂点值比较( $n=3\ 759$ )Table 5 Comparisons of BO (base-out) break between gender ( $n=3\ 759$ )

性别	$n$	BO三棱镜耐受程度/ $^{\Delta}$
男	2 075	25 (16~35)
女	1 684	25 (16~40)
合计	3 759	25 (16~40)

$\chi^2=16.56$ ,  $P<0.05$ 。

进一步作分层分析:在两性别组中分别分析3个年龄组的BI三棱镜融像破裂点值和BO三棱镜融像破裂点值差异,结果与总体情况相似。分别分析3个年龄组对象中BI和BO三棱镜融像破裂点值的性别差异,除在4~8岁组中性别间差异不具有统计学意义,另外两年龄组对象的性别差异情况与总体结果相似。

### 3 讨论

双眼单视功能需要双眼共同协调运动行为(主要是同向运动和异向运动)与大脑视觉中枢的融合作用,当观察远距离目标时,双眼视轴处于相对平行的状态;当观察近距离目标时,双眼的视轴能够在目标上形成视轴焦点,双眼会同时向内侧转动,即集合,而当视近向视远转换时双眼会向外展开,即散开运动,集合及散开运动被称为异向运动,异向运动保证了观察不同距离不同方位的目标时,双眼视轴始终在目标上形成视轴焦点,建立正常的双眼单视<sup>[2]</sup>。

本研究应用三棱镜的物理特点,通过人为诱导斜视直到双眼失去对物像的融合力,以大规模正常人群为基础,评价视近时双眼融合与分开(集合与散开运动)的储备力,在4 000多名双眼正常的青少年中,发现双眼散开运动范围 $4\sim 40^{\Delta}$ ( $15.87^{\Delta}\pm 10.74^{\Delta}$ ),双眼集合运动范围平均为 $4\sim 45^{\Delta}$ ( $26.41^{\Delta}\pm 12.04^{\Delta}$ );说明人群近双眼集合力大于散开力,近集合力平均约达到26个三棱镜度,国内同类研究报道较少,吴夕等<sup>[3]</sup>作者应用随机立体图检查78例正常成人的近集合与散开力,集合力约为 $25^{\Delta}$ ,散开力约为 $10^{\Delta}$ ,其检查方法与我们传统的三棱镜法不同,样本量也较少,集合范

围相近,但散开运动范围三棱镜检查结果大于随机立体图结果;另一种传统检查法为同视机法,后者的融合范围据杨景存<sup>[4]</sup>报道:正常人的同视机检查的融合范围是 $-4^{\circ}\sim +35^{\circ}$ (散开为 $4^{\circ}\sim 6^{\circ}$ ,集合为 $>25^{\circ}$ ),两者的计算单位不同,同时,两种方法的检查结果也略不同,三棱镜法使用较为便捷,而同视机法是模拟看远的视觉状态,更适用于融合训练。

同时本研究结果也略低于国外同类研究报道<sup>[5-7]</sup>,考虑可能与调查群体的年龄组成相关。同类研究报道多为儿童,本研究虽然小学生约占68%,仍有32%的中学生,且低龄组儿童在本研究中发现双眼集合力强,年龄越大,集合功能减弱;而且中国学生中近视患病率高<sup>[8-9]</sup>,近视会造成双眼调节力减弱,集合力下降<sup>[10-11]</sup>,呈现出人群双眼集合储备力也在下降。我们的前期研究中也报道<sup>[12-13]</sup>,同样的调查人群中间歇性外斜视患病率在所有斜视中患病率最高,这也可能与中小學生普遍近视造成的双眼集合力下降相关。

本研究发现年龄越小,集合和散开运动储备力越强,4~8岁组及9~11岁组的双眼集合与散开能力均高于12~20岁组;人群中年龄小的孩子集合力高属于生理特点,因其生理调节力越强,而调节和集合是一个联动过程,两者保持协同关系<sup>[14]</sup>;另外,低龄组双眼散开的储备能力也高于高龄组,这在以往未见报道,是否也属生理性机制,还有待进一步研究。

本研究显示除4~8岁组外,女性的双眼集合力高于男性,性别间差异的具体机制还有待深入研究,作者推测融像性聚散运动其实是一种与固视点相关的生理性、光学性反射运动,与专心性、注意力程度相关,可能是女学生的专注力更优于男性,故双眼集合力高。总之,我们的大规模横断面研究,描述了目前中小學生中双眼集合力与散开力的现况,机制方面可能与生理性或近视相关,还有待于进一步研究;本研究也存在一些不足之处,比如未比较远距离的双眼集合与散开情况,未查近立体视在集合与散开范围中的梯度变化情况,未结合屈光状态进行分析等,这些因素都有助于描述双眼视功能的相关指标,将在进一步研究中完善。

## 参考文献

1. 张方华. 三棱镜在眼科的应用. 国外医学: 眼科学分册, 1979, 3: 14-20.  
ZHANG Fanghua. Application of prism in ophthalmology[J]. Foreign Medical Sciences (Section of Ophthalmology), 1979, 3: 14-20.
2. 李凤鸣. 中华眼科学. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 2666-2674.  
LI Fengming. Chinese ophthalmology[M]. Beijing: People's Publishing House, 2005: 2666-2674.
3. 吴夕, 钱国娟, 牛兰俊, 等. 正常人双眼旋转融合功能的研究[J]. 眼视光学杂志, 2003, 5(1): 35-36.  
WU Xi, QIAN Guojuan, NIU Lanjun, et al. The study of cyclofusion function in normal subjects using the synoptophore for random-dot stereopsis[J]. Chinese Journal of Optometry & Ophthalmology, 2003, 5(1): 35-36.
4. 杨景存. 眼外肌病学. 郑州: 郑州大学出版社, 2003: 316.  
YANG Jingcun. Strabismus and congenital nystagmus[M]. Zhengzhou: Zhengzhou University Press, 2003: 316.
5. Anderson H, Stuebing KK, Fern KD, et al. Ten-year changes in fusional vergence, phoria, and nearpoint of convergence in myopic children[J]. Optom Vis Sci, 2011, 88(9): 1060-1065.
6. Sreenivasan V, Irving EL, Bobier WR. Effect of heterophoria type and myopia on accommodative and vergence responses during sustained near activity in children[J]. Vision Res, 2012, 57: 9-17.
7. Gwiazda J, Thorn F, Held R. Accommodation, accommodative convergence, and response AC/A ratios before and at the onset of myopia in children[J]. Optom Vis Sci. 2005 Apr;82(4):273-8.
8. He M, Zeng J, Liu Y, et al. Refractive error and visual impairment in urban children in southern china[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2004, 45(3): 793-799.
9. 张敏红, 李文军, 许丽芬, 等. 汕头市中小學生2000-2009年视力不良状况分析[J]. 中国学校卫生, 2012, 33(3): 368-369.  
ZHANG Minhong, LI Wenjun, XU Lifen, et al. Investigation of visual activity among children from 2000-2009 in Shantou city[J]. Chinese Journal of School Health, 2012, 33(3): 368-369.
10. Tanaka A, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Prevalence of strabismus in patients with pathologic myopia[J]. J Med Dent Sci. 2010 Mar;57(1):75-82.
11. Ekdawi NS, Nusz KJ, Diehl NN, et al. The development of myopia among children with intermittent exotropia[J]. Am J Ophthalmol, 2010, 149(3): 503-507.
12. 林世斌, 马迪, 黄育强, 等. 汕头地区城乡中小學生间歇性外斜视患病现状及与健康行为间关联研究[J]. 中国实用眼科杂志, 2013, 31(5): 641-648.  
LIN Shibin, MA Di, HUANG Yuqiang, et al. Prevalence of intermittent exotropia associated with health behaviors among urban and rural school children in Shantou District, Southern China[J]. Chinese Journal of Practical Ophthalmology, 2013, 31(5): 641-648.
13. 林世斌, 黄育强, 马迪, 等. 汕头地区城乡中小學生斜视现状(2009 ~ 2010年)横断面研究[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2013, 21(3): 24-31.  
LIN Shibin, HUANG Yuqiang, MA Di, et al. A cross-sectional study of strabismus prevalence in urban and rural primary and secondary school students in shantou city[J]. Chinese Journal of Strabismus & Pediatric Ophthalmology, 2013, 21(3): 24-31.
14. 徐丹, 徐菁菁, 吕帆. 客观调节性集合/调节比率的研究. 眼视光学杂志, 2009, 11(5): 378-381.  
XU Dan, XU Jingjing, LV Fan. Objective analysis of the accommodative convergence/accommodation ratio[J]. Chinese Journal of Optometry & Ophthalmology, 2009, 11(5): 378-381.

本文引用: 林世斌, 公为芬, 黄晓丹, 杨帆. 汕头地区城乡中小學生双眼水平融合力的横断面调查[J]. 眼科学报, 2017, 32(2): 100-104. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2017.04.03

**Cite this article as:** LIN Shibin, GONG Weifen, HUANG Xiaodan, YANG Fan. Cross-sectional study of youth fusional range among school children in Shantou District[J]. Yan Ke Xue Bao, 2017, 32(2): 100-104. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2017.04.03