

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2019.04.02

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2019.04.02>

纵向观察儿童近视发展的危险因素

梁小红¹, 林智¹, 王子轩², 肖勉丽¹, 曾阳发^{1,2}

(1. 中山大学中山眼科中心, 中山大学眼科学国家重点实验室, 广州 510060;

2. 中山大学中山眼科中心附属验光配镜中心, 广州 510060)

[摘要] **目的:** 探讨近视与双眼视功能状态以及用眼时间的关系。**方法:** 对广州市花都区219名10~12岁的学生进行纵向队列研究, 研究对象均于2016年基线检查时进行了眼部生物测定、散瞳下自动验光、主观验光、配镜, 并在戴镜2周后测量散瞳验光结果, 2017年11月再次重复上述检查。同时做调查问卷收集户外、户内活动时间, 进一步比对。**结果:** 219名学生1年后近视度数加深值为 -1.05 ± 0.44 ($P < 0.001$), 眼轴长度1年后增长 0.44 ± 0.31 , 两者呈正相关 ($P < 0.001$); 近视度数与调节滞后、调节幅度有相关性, 同时与周一至周五户外活动时间呈负相关。**结论:** 近视加深速度与调节滞后、调节幅度有关。在用眼时间方面, 户外活动时间越短, 近视加深越快; 户内活动时间越长, 近视加深越快。

[关键词] 近视; 调节; 眼轴; 户外活动

Investigation of risk factors for myopia development in children

LIANG Xiaohong¹, LIN Zhi¹, WANG Zixuan², XIAO Mianli¹, ZENG Yangfa^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060;

2. Optometry Service Center, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China)

Abstract **Objective:** To evaluate the relationship between myopia progression and binocular vision functions and the relationship between myopia progression and outdoor/indoor activities. **Methods:** A 1-year longitudinal study was carried out and 219 subjects were included. Subjects lived in Huadu District, Guangzhou, China. Binocular functions measurements, ocular biometry measurements and cycloplegic refraction were done at the first visit in 2016. Cycloplegic refraction were done 2 weeks after dispensing. The measurements were repeated in November 2017 and information about outdoor activities and indoor activities was gathered by questionnaires for comparison. **Results:** The myopia progression was measured to be -1.05 ± 0.44 ($P < 0.001$) in 219 subjects, which was positively correlated with axial length elongation for 0.44 ± 0.31 ($P < 0.001$) and correlated with accommodative lag and accommodative amplitude. Myopia progression was observed to be negatively related to outdoor activity

收稿日期 (Date of reception): 2019-02-14

通信作者 (Corresponding author): 曾阳发, Email: zengyangfa@qq.com

time. **Conclusion:** Myopia progression rate is related to accommodative lag and accommodative amplitude. Outdoor activities could be a protective factor for myopia progression.

Keywords myopia; accommodation; axial length; outdoor activity

儿童青少年近视的严重程度目前已成为一个关系国家和民族未来的大问题。习近平总书记为此做出重要指示,教育部联合国家卫生健康委等八部门已印发《综合防控儿童青少年近视实施方案》,力争在2023年前实现全国儿童青少年总体近视率在2018年的基础上每年降低0.5个百分点以上,近视高发省份每年降低1个百分点以上。近视作为危害青少年视力最主要的病因,通常被认为是遗传易感性和环境暴露之间复杂相互作用的结果。全球各个地区针对近视发生的危险因素进行了大量的流行病学研究,但不同研究在某些危险因素上还具有争议性^[1-5]。

目前针对引起近视度数加深的危险因素的研究热点包括眼调节功能的状态及户内户外活动时间两方面。一直以来,眼调节功能,特别是近距离工作时眼调节滞后的存在,被认为与近视发生和发展高度相关。研究^[1-2]证明:各项调节功能与近视进展具有相关性,然其因果顺序存疑。而用眼习惯(近距离阅读时间以及户外活动时间)也被证明与近视的发生发展具有相关性,增加户外活动时间,学生群体近视眼发病率相对降低25%,可预防1/4儿童近视眼的发生^[3]。户外活动时间与近视进展相关^[4],也有研究^[5]证明户外活动时间与近视进展并无相关性。

本文采取前瞻性队列研究的模式,纵向观察一批三、四年级小学生近视的进展情况,收集近视发展的可能环境暴露因素及其导致的眼部功能性改变(例如近距离学习时间、户外活动时间、调节功能状态等),以评估各种危险因素与近视发展的相关性。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究对广州市花都区8所小学三、四年级学生合计3 502人进行一系列的眼科检查。本研究获得中山大学中山眼科中心医学伦理委员会审批,学生及其家属签署知情同意书。纳入标准:无眼部病史、戴镜后单眼最佳矫正视力在

0.63或以上、双眼近视度数在-1.00 DS以上。排除标准:器质性眼病(包含屈光参差 ≥ 1.50 D、散光 ≥ 2.00 D、对托品酰胺等散瞳药物过敏、佩戴过双光镜/渐进镜/OK镜、或目前正在进行视觉训练、斜视/白内障/视网膜疾病及其他原因不符。最终纳入219人。入组学生需按方案要求,全天配戴研究提供的单光眼镜,并参加1年后的复查。

1.2 方法

具体检查方法和流程如下:1)常规视力检查,填写学习生活习惯问卷;2)使用1%盐酸环喷托酯滴眼液进行散瞳;3)对散瞳后瞳孔 ≥ 6 mm且对光反射消失者,进行眼部生物测定、全电脑自动验光、主观验光和配镜;4)裂隙灯进行眼前、后段检查;5)在受试者戴镜两周后,进行戴镜下的调节滞后、集合近点、调节幅度、单眼调节灵敏度(± 2.00 翻转拍)、遮盖试验测量分离性隐斜和近视融合聚散度(阶梯性)检查;6)1年后重复上述检查。

1.3 统计学处理

采用SPSS 21.0统计学软件进行数据分析。使用配对 t 检验的方法比较受试者在基线检查、1年后随访调查时右眼等效球镜、角膜曲率及眼轴长度3个数据,并根据性别(男/女)以及年龄(8~9岁/10~12岁)进行分层分析;使用线性回归的方法分析研究对象室内外活动时间与2次检查等效球镜改变量或眼轴改变量是否存在线性关系(校正基线值后)。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

本项目共纳入的219名学生均参加了基线检查及1年后复查。符合入选标准的219名学生的人口特征、基线屈光不正、学习活动时间等数据见表1。219名学生1年后再次检查的等效球镜跟眼轴长度均有增加,差异有统计学意义($P < 0.001$,表2)。

表1 一般人口特征、屈光不正及室内外活动时间情况
Table 1 Demographic characteristics, refractive error and outdoor/indoor activities duration

| 参数 | 数值 |
|---------------|--------------|
| 年龄/[例(%)] | |
| 8~9岁 | 117 (53.4) |
| 10~12岁 | 102 (46.6) |
| 性别 | |
| 男 | 115 (52.5) |
| 女 | 104 (47.5) |
| 等效球镜(OD)/SE | |
| 男 | -2.33 ± 0.97 |
| 女 | -2.18 ± 1.14 |
| 户内外活动情况/h | |
| 户外活动时间(周一至周五) | 0.87 ± 0.65 |
| 户内活动时间(周一至周五) | 13.7 ± 0.99 |
| 户外活动时间(周末) | 1.74 ± 1.27 |
| 户内活动时间(周末) | 11.9 ± 2.0 |

等效球镜(SE)=球镜+柱镜/2。

Spherical equivalent (SE) = spherical + cylindrical power/2.

表2 两次眼科检查的结果及对比($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Results and comparison of twice eye examinations ($\bar{x} \pm s$)

| 检查指标 | 基线 | 1年后随访值 | 1年改变值 | P |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------|
| 总人数 | 219 | 219 | | |
| OD等效球镜 | -2.26 ± 1.05 | -3.30 ± 1.12 | -1.05 ± 0.44 | <0.001 |
| OD眼轴长度 | 24.4 ± 0.8 | 24.8 ± 0.8 | 0.44 ± 0.31 | <0.001 |
| 男/例 | 112 | 106 | | |
| OD等效球镜 | -2.33 ± 0.97 | -3.27 ± 1.02 | -0.94 ± 0.45 | <0.001 |
| OD眼轴长度 | 24.6 ± 0.7 | 25.0 ± 0.8 | 0.40 ± 0.32 | <0.001 |
| 女/例 | 102 | 102 | | |
| OD等效球镜 | -2.18 ± 1.14 | -3.35 ± 1.22 | -1.17 ± 0.39 | <0.001 |
| OD眼轴长度 | 24.1 ± 0.7 | 24.6 ± 0.8 | 0.48 ± 0.31 | <0.001 |
| 年龄8~9岁/例 | 112 | 111 | | |
| OD等效球镜 | -2.15 ± 0.96 | -3.23 ± 1.03 | -1.09 ± 0.44 | <0.001 |
| OD眼轴长度 | 24.3 ± 0.73 | 24.8 ± 0.79 | 0.47 ± 0.31 | <0.001 |
| 年龄10~12岁/例 | 102 | 97 | | |
| OD等效球镜 | -2.38 ± 1.14 | -3.40 ± 1.21 | -1.01 ± 0.43 | <0.001 |
| OD眼轴长度 | 24.5 ± 0.8 | 24.9 ± 0.8 | 0.40 ± 0.32 | <0.001 |

2.2 近视进展与双眼视功能状态的关系

右眼近视进展与集合近点、调节灵敏度、近视融合聚散度(阶梯性)、近距离正向融合(positive fusional vergence, PFV)等差异均无统计学意义($P>0.05$);与调节滞后、调节幅度、近距离负向融合(negative fusional vergence, NfV)恢复点的差异有统计学意义($P<0.05$, 表3)。

2.3 近视进展与用眼时间的关系

让学生填写学习生活习惯问卷,收集基线时学生平日、周末时间里户内学习及使用电子产品(含看电视、玩手机、玩iPad、玩电脑)时间、户外活动时间等分析户内、外活动时间与近视进展的关系见表4:户外活动时间与眼轴变化的差异有统计学意义($P<0.05$),眼轴变化与周一至周五每天户外活动时间呈负相关($\beta>0$);户内活动时间与眼轴变化的差异有统计学意义($P<0.001$),眼轴变化与周一至周五每天户内活动时间呈正相关($\beta<0$);眼轴变化与户外活动时间的差异有统计学意义,与周一至周五每天户外活动时间呈负相关($\beta=-0.035$, $r=0.144$, $P=0.049$)。眼轴变化与户内活动时间的差异有统计学意义,与周一至周五每天户内活动时间呈正相关($\beta=0.033$, $r=0.216$, $P=0.003$; 表4)。

表3 等效球镜变化与眼部检查指标的关联

Table 3 Relationship between spherical equivalent changes and examination results

| 指标 | 等效球镜变化 | | |
|--------------|---------|-------|----------|
| | β | SE | <i>P</i> |
| 调节滞后 | -0.965 | 0.077 | <0.001 |
| 集合近点-破裂点 | 0.034 | 0.027 | 0.202 |
| 集合近点-恢复点 | 0.025 | 0.023 | 0.289 |
| 调节幅度 | -0.031 | 0.015 | 0.04 |
| 调节灵敏度 | 0.019 | 0.017 | 0.265 |
| 近距离融合-NFV模糊值 | -0.004 | 0.014 | 0.745 |
| 近距离融合-NFV破裂值 | -0.013 | 0.007 | 0.082 |
| 近距离融合-NFV恢复值 | -0.018 | 0.009 | 0.042 |
| 近距离融合-PFV模糊值 | -0.003 | 0.007 | 0.667 |
| 近距离融合-PFV破裂值 | 0.002 | 0.005 | 0.634 |
| 近距离融合-PFV恢复值 | 0.001 | 0.005 | 0.825 |

线性回归结果：在线性回归模型中校正了等效球镜基线值。

Linear regression results: the equivalent spherical mirror baseline values were corrected in the linear regression model.

表4 等效球镜及眼轴变化与学生活动时间的关联

Table 4 Relationship between SE changes, AL changes and outdoor/indoor activity time

| 活动时间 | 等效球镜变化 | | | 眼轴变化 | | |
|---------------|---------|-------|----------|---------|-------|----------|
| | β | SE | <i>P</i> | β | SE | <i>P</i> |
| 周一至周五每天户外活动时间 | 0.016 | 0.051 | 0.758 | -0.035 | 0.018 | 0.049 |
| 周一至周五每天户内活动时间 | -0.023 | 0.032 | 0.487 | 0.033 | 0.011 | 0.003 |
| 周末每天户外活动时间 | -0.003 | 0.033 | 0.920 | 0.001 | 0.012 | 0.936 |
| 周末每天户内活动时间 | 0.011 | 0.020 | 0.577 | -0.001 | 0.007 | 0.884 |

线性回归结果：在线性回归模型中校正了等效球镜基线值。

Linear regression results: the equivalent spherical mirror baseline values were corrected in the linear regression model.

3 讨论

眼轴的增长随发育过程而产生变化，大部分青少年在7~10岁时已接近成人眼球的长度^[6]。燕广利^[7]研究发现：屈光度数与眼轴长度呈正相关，与本研究结果相一致：近视度数加深均值为 -1.05 ± 0.44 ，眼轴长度1年后增长 0.44 ± 0.31 ，两者呈正相关。多数研究^[4]认为性别与近视增长无关，但本研究中，女生近视加

深及眼轴增长幅度均比男生稍快，可能与8~9岁青少年中各自发育速度不同、女生较男生爱学习、用眼较多有关^[8]，提示要额外留意女性儿童的近视眼发生发展情况。

在近距离工作时，近视眼比非近视眼存在更多的调节滞后^[1,9-12]。调节滞后会使物象在视网膜后聚焦，从而影响近视的发生发展。调节的其他功能也被认为可导致近视的发生发展^[13]。研究^[13-15]表明：近视眼的调节灵敏度有减弱的趋势，眼调节系统

对正负离焦的反应也偏慢。同时, 也有学者发现两者的差异并不具有统计学意义。本研究收集了双眼视功能状态的部分数据, 经统计分析发现: 近视进展与调节滞后、调节幅度具有相关性, 提示调节的正确使用以及调节功能的异常对近视加深有显著影响, 日常门诊中应留意学龄儿童的调节状态。

户外活动与近视高度相关^[16-19], 参加户外活动时间多的孩子近视发生的比例会较低^[2,18,20]。有研究^[21]表明眼轴增长速度与户外活动时间呈负相关, 但同时也有学者^[2]发现眼轴增长速度与户外活动时间的关系并不明显。有观点^[22]认为户外活动对预防近视有效, 但对近视进展无效。本研究结果显示: 周一至周五活动时间与眼轴变化速度有关, 户外活动时间越长, 眼轴长度增长越慢。同时近视的变化也与周一至周五每天户内活动时间有关, 户内活动时间越长, 近视加深越快, 提示小学生处于身体发育阶段, 长时间近距离户内活动或户外活动时间太少都容易促使眼轴增长。由于条件所限, 本研究仍存在一些提升空间。目前普遍认为用眼习惯(户内外活动)与近视有关^[16-19], 但其机理仍不明确, 若可以进一步细分问卷, 或进行人为干涉下的对照研究, 有可能会对户内外各项活动影响近视加深的机理有进一步认知。本研究为纵向队列研究, 进一步探讨了调节功能与近视发展、户内外活动时间的关系, 发现近视的加深与调节功能、户外活动时间具有一定的相关性。近视加深度数与眼轴长度增长呈正相关, 与调节滞后、调节幅度具有相关性, 同时与周一至周五户外活动时间呈负相关。提示为减少近视发生率, 减慢近视加深速度, 需要注意青少年的调节情况, 帮助其养成良好的用眼习惯, 增加户外活动时长。

参考文献

- Goss DA, Rainey BB. Relationship of accommodative response and nearpoint phoria in a sample of myopic children[J]. *Optom Vis Sci*, 1999, 76(5): 292-294.
- Lan WZ, Yang ZK, Liu W, et al. A longitudinal study on the relationship between myopia development and near accommodation lag in myopic children[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2008, 28(1): 57-61.
- He M, Xiang F, Zeng Y, et al. Effect of time spent outdoors at school on the development of myopia among children in China: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2015, 314(11): 1142-1148.
- Guo Y, Liu LJ, Tang P, et al. Outdoor activity and myopia progression in 4-year follow-up of Chinese primary school children: the Beijing children eye study[J]. *PLoS One*, 2017, 12(4): e0175921.
- Guo K, Yang DY, Wang Y, et al. Prevalence of myopia in schoolchildren in Ejina: the Gobi Desert Children Eye Study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(3): 1769-1774.
- 李凤鸣. 眼科全书(下)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 2546-2558.
- LI Fengming. System of ophthalmology (volume 3)[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1996: 2546-2558.
- 燕广利. 眼轴长度和角膜曲率与青少年近视屈光度的关系[J]. *中国眼镜科技杂志*, 2017(9): 137-138.
- YAN Guangli. Relationship between axial length, corneal keratometry and teenager refractive error[J]. *China Glasses Science-Technology Magazine*, 2017(9): 137-138.
- 高凡, 徐燕, 叶剑. 重庆市城区1880名小学生近视状况及其影响因素分析[J]. *第三军医大学学报*, 2013, 35(11): 1137-1140.
- GAO Fan, XU Yan, YE Jian. Myopia and influence factors among 1880 pupils in Chongqing[J]. *Acta Academiae Medicinae Militaris Tertiae*, 2013, 35(11): 1137-1140.
- Rosenfield M, Gilmartin B. Accommodative error, adaptation and myopia[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 1999, 19(2): 159-164.
- Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2004, 45(7): 2143-2251.
- Nakatsuka C, Hasebe S, Nonaka F, et al. Accommodative lag under habitual seeing conditions: comparison between myopic and emmetropic children[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2005, 49(3): 189-194.
- Langaas T, Riddell PM, Svarverud E, et al. Variability of the accommodation response in early onset myopia[J]. *Optom Vis Sci*, 2008, 85(1): 37-48.
- 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, 82(4): 273-278.
- Hazel CA, Strang NC, Vera-Diaz FA. Open and closed-loop regressions compared in myopic and emmetropic subjects[J]. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2003, 23(3): 265-270.
- Pandian A, Sankaridurg PR, Naduvilath T, et al. Accommodative facility in eyes with and without myopia[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2006, 47(11): 4725-4731.
- Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, et al. Parental myopia, near

- work, school achievement, and children's refractive error[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2002, 43(12): 3633-3640.
17. Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, et al. Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2007, 48(8): 3524-3532.
 18. Rose KA, Morgan IG, Ip J, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children[J]. Ophthalmology, 2008, 115(8): 1279-1285.
 19. Jones-Jordan LA, Sinnott LT, Cotter SA, et al. Time outdoors, visual activity, and myopia progression in juvenile-onset myopes[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2012, 53(11): 7169-7175.
 20. Morgan IG, Xiang F, Zeng Y, et al. Increased outdoor time reduces incident myopia-the Guangzhou Outdoor Activity Longitudinal study[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2014, 55: 1272.
 21. Dirani M, Tong L, Gazzard G, et al. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children[J]. Br J Ophthalmol, 2009, 93(8): 997-1000.
 22. Xiong S, Sankaridurg P, Naduvilath T, et al. Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review[J]. Acta Ophthalmol, 2017, 95(6): 551-566.

本文引用: 梁小红, 林智, 王子轩, 肖勉丽, 曾阳发. 纵向观察儿童近视发展的危险因素[J]. 眼科学报, 2019, 34(2): 74-79. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2019.04.02

Cite this article as: LIANG Xiaohong, LIN Zhi, WANG Zixuan, XIAO Mianli, ZENG Yangfa. Investigation of risk factors for myopia development in children[J]. Yan Ke Xue Bao, 2019, 34(2): 74-79. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2019.04.02