

## · 临床研究 ·

# 眼压在儿童不同程度近视和眼轴变化中的作用

杨铮 雷方 周瑞雅 陈彬川

450014 郑州大学第二附属医院眼科(杨铮、周瑞雅、陈彬川);471003 洛阳,河南科技大学(雷方)

通信作者:雷方,Email:leifang1618@163.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.07.013

**【摘要】** 背景 近视的进展与眼轴扩张引起的生物力学改变有关,近视患者眼底和巩膜的伸长性改变使眼球壁的厚度和弹性模量减小,从而更易受到眼压的影响。目的 对不同程度近视儿童屈光度、眼轴长度(AL)和眼压(IOP)进行分析,探讨IOP在儿童屈光状态和AL变化中的作用。方法 采用前瞻性病例对照研究设计,纳入2014年2—12月于郑州大学第二附属医院眼科就诊的不同屈光状态儿童428例428眼,年龄4~14岁,根据扩瞳验光后测得屈光状态分为4个组,远视及正视组患者93例93眼,等效球镜度(SE)为(1.81±2.32)D;低度近视组192例192眼,屈光度为(-1.43±0.74)D;中度近视组83例83眼,屈光度为(-4.09±0.89)D;高度近视组60例60眼,屈光度为(-8.02±2.61)D。每个受检眼采用IOL Master测量AL;采用iCare回弹式眼压计测量受检眼IOP,并采用OCT测量中央角膜厚度(CCT),根据 $IOP_{校正} = IOP_{GAT} + (544 - CCT)/37.03$ 的公式获得 $IOP_{校正}$ 。将测量结果进行组间比较,并分析 $IOP_{校正}$ 与不同程度屈光度和AL的关系。结果 远视及正视组、低度近视组、中度近视组和高度近视组患者AL分别为(22.44±1.32)、(23.89±1.09)、(25.05±0.89)和(26.47±1.20)mm,组间总体比较差异有统计学意义( $F=177.336, P=0.000$ )。远视及正视组、低度近视组、中度近视组和高度近视组患者 $IOP_{校正}$ 分别为(15.24±2.73)、(17.51±2.98)、(17.94±2.34)和(18.49±2.90)mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa),总体比较差异有统计学意义( $F=22.104, P=0.000$ ),其中低度、中度、高度近视组 $IOP_{校正}$ 均明显高于远视及正视组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ),高度近视组 $IOP_{校正}$ 明显高于低度近视组,差异有统计学意义( $P=0.018$ )。受检眼 $IOP_{校正}$ 与屈光度呈负相关( $r=-0.384, P<0.01$ ),而与AL呈正相关( $r=0.377, P<0.01$ )。结论 儿童屈光不正患者 $IOP_{校正}$ 值随着近视程度的增加和AL的增长而增加,发育期儿童眼压偏高可能促进近视进展和眼轴增长。

**【关键词】** 眼压;近视/生理病理;眼屈光/生理;眼轴;儿童

基金项目:河南省科技厅重大攻关项目(122102310238);郑州市科技局创新团队(121PCXTD523)

**Roles of intraocular pressure in different degree of myopia and axial elongation in children Yang Zheng, Lei Fang, Zhou Ruiya, Chen Binchuan**

Department of Ophthalmology, Affiliated Second Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450014, China

Corresponding author: Lei Fang, Email: leifang1618@163.com

**[Abstract]** **Background** The development and progression of myopic eyes is biomechanical and dominated by axial elongation. The biomechanics change of stretching of the fundus and sclera appears to reduce its thickness and elastic modulus, which make eyeballs more susceptible to the distending forces of intraocular pressure (IOP).

**Objective** This study was to analyze the axial length (AL) and IOP changes in different degree of myopia and investigate the roles of IOP in myopia development and AL elongation. **Methods** A prospective cases-controlled study was performed under the informed consent of patients and custodian. Four hundred and twenty-eight eyes of 428 children aged 4–14 years were enrolled in Affiliated Second Hospital of Zhengzhou University from February to December 2014. The patients were divided into 4 groups based on the refractive status. Ninety-three eyes of 93 patients were in the hyperopic-emmetropia group with the spherical equivalent (SE) of (1.81±2.32)D, 192 eyes of 192 patients were in mild myopia group with the SE of (-1.43±0.74)D, 83 eyes of 83 patients were in the moderate myopia group with the SE of (-4.09±0.89)D and 60 eyes of 60 patients were in the high myopia group with the SE of (-8.02±2.61)D. AL was measured by IOL Master system, IOP was measured by iCare tonometer, and the

central corneal thickness (CCT) was measured by OCT. The corrected IOP was calculated based on  $IOP_{\text{correction}} = IOP_{\text{GAT}} + (544 - CCT) / 37.03$ . The correlations between  $IOP_{\text{correction}}$  and AL or diopter were analyzed. **Results** The AL values were  $(22.44 \pm 1.32)$  mm,  $(23.89 \pm 1.09)$  mm,  $(25.05 \pm 0.89)$  mm and  $(26.47 \pm 1.20)$  mm in the hyperopic-emmetropia group, mild myopia group, moderate myopia group and the high myopia group, showing a significant difference among the four groups ( $F = 177.336, P = 0.000$ ). The  $IOP_{\text{correction}}$  values were  $(15.24 \pm 2.73)$  mmHg,  $(17.51 \pm 2.98)$  mmHg,  $(17.94 \pm 2.34)$  mmHg and  $(18.49 \pm 2.90)$  mmHg in the hyperopic-emmetropia group, mild myopia group, moderate myopia group and the high myopia group, with a significant difference among the four groups ( $F = 22.104, P = 0.000$ ). The  $IOP_{\text{correction}}$  values were significantly lower in the hyperopic-emmetropia group than that in the mild myopia group, moderate myopia group and high myopia group (all at  $P < 0.05$ ), and the mean  $IOP_{\text{correction}}$  value in the high myopia group was significantly higher than that in the mild myopia group ( $P = 0.018$ ). The  $IOP_{\text{correction}}$  was negatively correlated with diopter ( $r = -0.384, P < 0.01$ ) and positively correlated with AL ( $r = 0.377, P < 0.01$ ). **Conclusions** As the increase of myopic diopter and elongation of AL,  $IOP_{\text{correction}}$  is considerably elevated in childhood.  $IOP_{\text{correction}}$  rising in childhood probably promotes the progression of myopia and elongation of AL.

**[Key words]** Intraocular pressure; Myopia/physiopathology; Refraction, ocular/physiology; Axial length; Children

**Fund program:** Key Technologies R & D Program of Henan Province (122102310238); Innovation Project of Zhengzhou Municipal Science and Technology Committee (121PCXTD523)

近视是临幊上常见的屈光不正性眼病。近年来,随着电子产品及视频终端设备的普及和应用以及青少年户外活动的减少,近视的发病率逐渐升高。调查研究表明,中国小学生近视的患病率为 13.7%,初中生为 42.9%,高中生为 69.7%<sup>[1]</sup>,因此近视的防治已成为中国公共卫生工作面临的严重问题。目前,近视的发病机制仍是研究的热点,许多研究证实多种因素参与儿童近视的发生和发展,其中眼压 (intraocular pressure, IOP) 与近视之间的关系对近视形成的影响也受到研究者的关注,但其研究结果仍存在争议。本研究中同时对儿童屈光状态、眼轴长度 (axial length, AL) 和 IOP 进行测量和分析,探讨儿童 IOP 和 AL 在不同程度近视患者中的变化。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

采用前瞻性系列病例对照研究方法,纳入 2014 年 2—12 月于郑州大学第二附属医院眼科就诊的不同屈光状态儿童 428 例 428 眼,年龄 4~14 岁,其中男 232 例,女 196 例,排除圆锥角膜或眼底病变等眼部器质性病变者、近期有角膜接触镜佩戴史者及曾使用降眼压药物者。纳入的患者根据屈光状态分为远视及正视组 (0~+5.00 D)、低度近视组 ( $\leq -3.00$  D)、中度近视组 ( $-3.25 \sim -6.00$  D) 和高度近视组 ( $> -6.00$  D)。本研究中各项检查均获得患者及其监护人口头知情同意。

### 1.2 方法

为避免 IOP 波动对分析的影响,所有患者均于

8:00~11:00 测量 IOP。初诊时每个受检眼于自然瞳孔状态下用 iCare 回弹式眼压计(芬兰 Tiolatoy 公司)重复测量 IOP 3 次,取其平均值,30 d 后复诊时再次以同样的方法测量 IOP,取初诊和复诊时测量的平均 IOP 值。每个受检眼采用 IOLMaster(德国 Zeiss 公司)测量 AL 3 次,取其平均值。以上每项仪器操作及结果分析均由同一医师完成。12 岁以下患儿应用质量分数 1% 阿托品眼用凝胶(沈阳兴齐制药公司)点眼,每日 2 次,连续 5 d;12 岁以上受检者用复方托吡卡胺滴眼液点眼 6 次以扩大瞳孔并充分麻痹睫状肌,由同一验光师进行检影验光,记录受检眼屈光度及散光轴位,并将柱镜度转化为等效球镜度。采用 Cirrus HD-OCT 测量仪(德国 Zeiss 公司)测量受检眼中央角膜厚度 (central corneal thickness, CCT),参照文献[2]的标准对 IOP 进行校正,即 CCT 每变化 10 μm, IOP 变化 0.41 mmHg ( $1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$ ),同时根据文献[3]证实 iCare 回弹式眼压计与 Goldmann 压平式眼压计 (Goldmann applanation tonometry, GAT) 测量眼压在 10~60 mmHg 时具有好的一致性,参照  $IOP_{\text{校正}} = IOP_{\text{GAT}} + (544 - CCT) / 37.03$  公式<sup>[4]</sup>对受检眼 IOP 进行校正。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 19.0 统计学软件进行统计分析。本研究中测量指标的数据资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。采用均衡分组多水平试验设计,远视及正视组、低度近视组、中度近视组和高度近视组间受检者  $IOP_{\text{校正}}$  值、屈光度和 AL 值的总体差异比较采用单因素方差分析,组间多重比

较采用 LSD-t 检验。受检眼 IOP<sub>校正</sub> 值与屈光度和 AL 的关系分析采用 Pearson 直线相关分析，并对相关系数进行假设检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各组受检眼屈光度和 IOP<sub>校正</sub> 值的比较

远视及正视组、低度近视组、中度近视组和高度近视组间屈光度、AL 和 IOP<sub>校正</sub> 值的总体比较差异均有统计学意义 ( $F = 522.611, 177.336, 22.104$ , 均  $P = 0.000$ ), 其中远视及正视组受检眼 AL 值和 IOP<sub>校正</sub> 值均明显低于低度近视组、中度近视组和高度近视组, 差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ), 随着近视程度的增加, AL 值逐渐增加, IOP<sub>校正</sub> 值增大; 高度近视组 IOP<sub>校正</sub> 值明显高于低度近视组, 差异有统计学意义 ( $P = 0.018$ ), 但中度近视组与低度近视组间和高度近视组间 IOP<sub>校正</sub> 值的差异均无统计学意义 ( $P = 0.241, 0.249$ ) (表 1)。

表 1 不同屈光度组间屈光度、AL 和 IOP<sub>校正</sub> 的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	眼数	屈光度 (D)	AL (mm)	IOP <sub>校正</sub> (mmHg)
远视及正视组	93	1.81 ± 2.32	22.44 ± 1.32	15.24 ± 2.73
低度近视组	192	-1.43 ± 0.74 <sup>a</sup>	23.89 ± 1.09 <sup>a</sup>	17.51 ± 2.98 <sup>a</sup>
中度近视组	83	-4.09 ± 0.89 <sup>ab</sup>	25.05 ± 0.89 <sup>ab</sup>	17.94 ± 2.34 <sup>a</sup>
高度近视组	60	-8.02 ± 2.61 <sup>abc</sup>	26.47 ± 1.20 <sup>abc</sup>	18.49 ± 2.90 <sup>ab</sup>
<i>F</i>		522.611	177.336	22.104
<i>P</i>		0.000	0.000	0.000

注: 与各自的远视及正视组比较, <sup>a</sup> $P < 0.05$ ; 与各自的低度近视组比较, <sup>b</sup> $P < 0.05$ ; 与各自的中度近视组比较, <sup>c</sup> $P < 0.05$  (单因素方差分析, LSD-t 检验) AL: 眼轴长度; IOP: 眼压

### 2.2 受检者 IOP<sub>校正</sub> 与 AL 及屈光度的关系

受检眼 IOP<sub>校正</sub> 与屈光度呈负相关 ( $r = -0.384, P < 0.01$ )。IOP<sub>校正</sub> 较高的受检眼屈光度较大, 而远视及正视组 IOP<sub>校正</sub> 最低。IOP<sub>校正</sub> 较高的受检眼 AL 值较长, IOP<sub>校正</sub> 与 AL 间呈正相关 ( $r = 0.377, P < 0.01$ ) (图 1)。

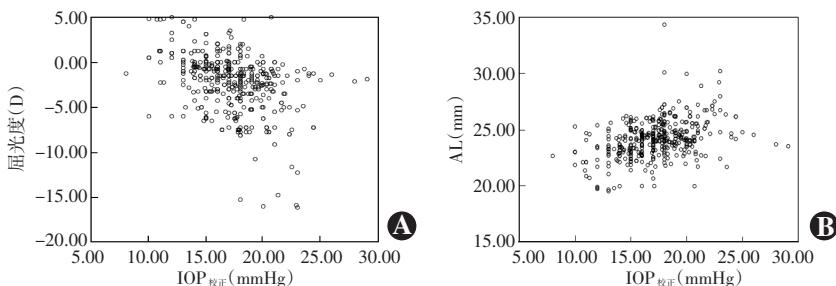


图 1 IOP 与屈光度及 AL 相关关系散点图 A: 受检眼 IOP 与屈光度呈负相关 ( $r = -0.384, P < 0.01$ ) B: 受检眼 IOP 与 AL 呈正相关 ( $r = 0.377, P < 0.01$ ) (Pearson 直线相关分析,  $n = 428$ ) IOP: 眼压; AL: 眼轴长度

## 3 讨论

目前, 近视的发病呈现低龄化趋势, 研究青少年近视的发生机制及其相关危险因素已成为热点。近视的发生与 IOP 的关系以及遗传和环境因素对近视发生和发展的影响仍在研究中。但有研究发现, IOP 与近视屈光度之间存在正相关<sup>[5]</sup>, 还有研究发现中高度近视组屈光度与 IOP 的关系更为明显。这些研究均未考虑角膜的生物力学特性, 如 CCT 和角膜屈光力等, 且这些研究的对象均为近视患者, 他们对 IOP 和屈光度进行相关性分析时, 使用的是近视屈光度的绝对值, 故而得出  $r > 0$  的结果<sup>[6]</sup>。曾有报道显示, 角膜屈光力与近视程度间并无相关性<sup>[7]</sup>, 近视程度不同的原因并非在于眼前节, 而主要与 AL 有关<sup>[8]</sup>, 而 CCT 对 IOP 的影响已得到证实。本研究中通过测量 CCT 得到 IOP<sub>校正</sub>, 排除了 CCT 的影响, 且本研究中研究对象除近视患者外, 还包括了远视及正视眼, 并未使用屈光度绝对值表示, 通过相关分析发现随着 IOP 的增加, 屈光度由远视向近视方向进展。Kamiya 等<sup>[9]</sup> 应用降 IOP 药物对 LASIK 术后屈光回退进行控制, 取得了一定效果, 但其相关机制仍不十分明确, 考虑与 IOP 降低后对巩膜壁压力减小, 屈光度不再增加有关。最近的研究显示, 脉络膜厚度与 IOP 呈显著负相关, 提示脉络膜随着 IOP 的降低而增厚, 因此推测降低 IOP 可能能够逆转脉络膜厚度的变化, 改善视网膜血流供应, 减轻病理性近视对眼后段组织所造成的损害<sup>[10]</sup>。

本研究中发现, IOP<sub>校正</sub> 与屈光度和 AL 之间存在相关性, 正视与远视眼的 IOP<sub>校正</sub> 低于近视眼, 但不同程度近视组间 IOP 并无显著性差异, 究竟是 IOP 增高引起了近视度数和 AL 增加, 还是近视患者更容易出现高 IOP 仍存在争论。研究发现, 不同程度近视患者间 IOP 并无明显差异, 随着近视的进展, 前房加深, 睫状体增厚, 位置后移<sup>[11-12]</sup>。也有研究表明, 高度近视与

原发性青光眼关系密切, 屈光度  $> -5$  D 患者中青光眼的发病率较正常人高 3~5 倍, 57.3% 的青少年开角型青光眼可合并近视<sup>[13]</sup>。IOP 增加对脉络膜、巩膜的压力增加, 促使眼球容积增大, 眼轴伸长, 从而导致近视的发生; 而近视患者视物时为了确保视网膜的清晰成像必然使用集合与调节, 使睫状肌松弛, 晶状体前后径增加, 前房变浅, 从而使得 IOP 升高, 同时由于集合加强, 睫状肌代偿性增厚, 睫状体位置后移, 可能导致开角型青

光眼的发生<sup>[14-15]</sup>。IOP 升高与屈光度和 AL 的增长之间可能互为因果,这需进一步的研究和论证。本研究中受检眼 IOP<sub>校正</sub>与屈光度和 AL 均呈低度相关,故推除 IOP 外,还有多种因素与近视的形成有关,如遗传、环境、性别、饮食、种族、地域等因素<sup>[16]</sup>。

由于一天中 IOP 有波动性,本研究中虽取 2 次不同时段 IOP 的平均值,但仍不能完全反映受检眼的真实情况,此外高度近视组样本量偏小,故本研究也一定程度上存在测量偏倚。本研究中发现 IOP<sub>校正</sub>与近视虽呈弱相关,但个体化眼压也许是近视发生和发展的重要因素之一。临床工作中,对青少年屈光不正者要考虑个体化 IOP,提倡 IOP 测量应作为青少年就诊的基本检查项目。对 IOP 偏高而近视度数进展较快的患者应该给予高度重视,必要时可应用降低 IOP 药物进行干预,或许可以减缓近视的进展。

## 参考文献

- [1] 谢红莉,谢作楷,叶景,等.我国青少年近视现患率及相关因素分析[J].中华医学杂志,2010,90(7):439-442. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2010.07.003.  
Xie HL, Xie ZK, Ye J, et al. Analysis of correlative factors and prevalence on China's youth myopia [J]. National Med J Chin, 2010, 90(7): 439-442. DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2010.07.003.
- [2] 王卫群,张幼梅,史苏爱,等.中央角膜厚度的测量及与眼压的关系[J].眼科研究,2004,22(5):529.  
Wang WQ, Zhang YM, Shi SA, et al. Measurement of central corneal thickness and its relationship with intraocular pressure [J]. Chin Ophthalmic Res, 2004, 22(5): 529.
- [3] 张顺华,刘小力,赵家良.iCare 回弹式眼压计测量的重复性及与 Goldmann 压平式眼压计测量值间的一致性研究[J].中华实验眼科杂志,2011,29(1):73-77. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2011.01.019.  
Zhang SH, Liu XL, Zhao JL. Reproducibility and tolerability of Icare rebound tonometer and its agreement evaluation with Goldmann applanation tonometry [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2011, 29 (1) : 73-77. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2011.01.019.
- [4] 罗晓阳.中央角膜厚度与眼压测量的关系的研究[D].广州:南方医科大学,2008.  
Luo XY. Study of central corneal thickness and intraocular pressure measurement [D]. Guangzhou: Southern Medical University, 2008.
- [5] 王智,邸悦,荣华,等.儿童屈光不正与眼压的相关性分析[J].中国临床医学,2008,15(2):234-235.  
Wang Z, Di Y, Rong H, et al. Relationship between children ametropia and intraocular pressure [J]. Chin J Clin Med, 2008, 15 (2) : 234-235.
- [6] 薛雨顺,李裕钦,石蕊,等.青少年近视眼屈光度与眼轴长度及眼内压的相关性分析[J].国际眼科杂志,2008,8(9):1847-1849.  
Xue YS, Li YQ, Shi R, et al. Relationship of diopter, axial length and intraocular pressure for teenagers with myopia [J]. Int J Ophthalmol, 2008, 8 (9) : 1847-1849.
- [7] 邓铮铮,张晶,周跃华.近视性屈光参差患者双眼角膜生物力学及眼压特点的研究[J].眼科,2011,20(2):116-120.  
Deng ZZ, Zhang J, Zhou YH. Corneal biomechanical properties and intraocular pressure in myopic anisometropia [J]. Ophthalmol Chin, 2011, 20 (2) : 116-120.
- [8] Saka N, Ohno-Matsui K, Shimada N, et al. Long-term changes in axial length in adult eyes with pathologic myopia [J]. Am J Ophthalmol, 2010, 150 (4) : 562-568. DOI:10.1016/j.ajo.2010.05.009.
- [9] Kamiya K, Aizawa D, Igarashi A, et al. Effects of antiglaucoma drugs on refractive outcomes in eyes with myopic regression after laser in situ keratomileusis [J]. Am J Ophthalmol, 2008, 145 (2) : 233-238. DOI:10.1016/j.ajo.2007.09.036.
- [10] 李敏,程慧勤,苑影,等.近视人群脉络膜厚度与屈光度及眼压的关系[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2014,16(6):350-353. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.06.007.  
Li M, Cheng HQ, Yan Y, et al. The relationship between choroidal thickness and equivalent power and intraocular pressure in a myopic population [J]. Chin J Opt Ophthalmol Vis Sci, 2014, 16 (6) : 350-353. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2014.06.007.
- [11] 刘新敏,李思珍,王大博,等.近视眼房角及相关组织结构形态的生物测量和分析[J].中华实验眼科杂志,2015,33(6):525-530. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.06.010.  
Liu XM, Li SZ, Wang DB, et al. Biomeasurement and analysis of the anterior chamber angle and related tissues in myopia eyes [J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2015, 33 (6) : 525-530. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2015.06.010.
- [12] Hashemi M, Falavarjani KG, Aghai GH, et al. Anterior segment study with the Pentacam Scheimpflug camera in refractive surgery candidates [J]. Middle East Afr J Ophthalmol, 2013, 20 (3) : 212-216. DOI:10.4103/0974-9233.114793.
- [13] Qiu M, Wang SY, Singh K, et al. Association between myopia and glaucoma in the United States population [J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2013, 54 (1) : 830-835. DOI:10.1167/iovs.12-11158.
- [14] Jeon S, Lee WK, Lee K, et al. Diminished ciliary muscle movement on accommodation in myopia [J]. Exp Eye Res, 2012, 105 : 9-14. DOI:10.1016/j.exer.2012.08.014.
- [15] Lewis HA, Kao CY, Sinnott LT, et al. Changes in ciliary muscle thickness during accommodation in children [J]. Optom Vis Sci, 2012, 89 (5) : 727-737. DOI:10.1097/OPX.0b013e318253de7e.
- [16] 朱伟,于靖.与青少年近视相关的环境因素分析[J].中华眼视光学与视觉科学杂志,2013,15(3):190-192. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2013.03.016.  
Zhu W, Yu J. An analysis of environmental factors affecting myopia in youths [J]. Chin J Opt Ophthalmol Vis Sci, 2013, 15 (3) : 190-192. DOI:10.3760/cma.j.issn.1674-845X.2013.03.016.

(收稿日期:2016-01-06)

(本文编辑:尹卫靖 杜娟)