

A Discussion about Children with Refractive Errors of Optical Biological Measure

Jiancun Sun, Tingting Yao

Wuxi Xinshijie Eye Hospital, Wuxi Jiangsu
Email: JianchuSun@163.com

Received: May 22nd, 2017; accepted: Jun. 25th, 2017; published: Jun. 28th, 2017

Abstract

Objective: To study the relationship between the children's eye axis, corneal curvature and refractive errors. **Methods:** By using mydriatic retinoscopy and intraocular len-master, we have a total of 44 cases with 88 eyes of refractive errors degree, eye axis, corneal curvature, anterior chamber depth and other parameters. According to the refractive errors degree, it can be divided into hyperopia group, emmetropia group, and the myopia group, and then we used statistical methods to compare the relationship between the refractive errors and refraction parameters. **Results:** the eye axis: Hyperopia group was 21.58 ± 0.90 mm; emmetropia group was 23.33 ± 0.88 mm; myopia group was 24.62 ± 1.30 mm ($P < 0.05$). Corneal curvature radius: Hyperopia group was 7.90 ± 0.33 ; emmetropia group was 7.77 ± 0.29 ; myopia group was 7.75 ± 0.38 ($P > 0.05$). AL/CR: Hyperopia group was 2.74 ± 0.13 mm; the result is less than 3 ($P < 0.05$); Emmetropia group was 3.00 ± 0.03 ; the result equals to 3; Myopia group was 3.18 ± 0.12 ; the result is more than 3. At the same time, we also found that using AL/CR to assess the sensitivity of refractive errors and specificity degree was better. Youden index is 0.68; it prompts the titer of diagnosis was better. **Conclusion:** Through the detection of AL/CR (≤ 3 or > 3), we can well predict the development trend of refractive errors, and provide prospective for myopia prevention and early intervention of guidance.

Keywords

Refractive Errors, Eye Axis, Corneal Curvature Radius

儿童屈光不正光学生物测量的探讨

孙建初, 姚婷婷

无锡新视界眼科医院, 江苏 无锡
Email: JianchuSun@163.com

收稿日期: 2017年5月22日; 录用日期: 2017年6月25日; 发布日期: 2017年6月28日

摘要

目的: 研究探讨儿童眼轴、角膜曲率与屈光不正的关系。方法: 通过在睫状肌麻痹状态下检影验光及光学生物测量仪—IOL Master获得44例88眼的屈光不正度数、眼轴、角膜曲率、前房深度等参数。按屈光不正度数分为远视组、正视组、近视组, 应用统计学方法比较屈光不正与各屈光参数之间的关系。结果: 受试者眼轴: 远视组为 21.58 ± 0.90 mm, 正视组为 23.33 ± 0.88 mm, 近视组为 24.62 ± 1.30 mm ($P < 0.05$)。角膜曲率半径: 远视组为 7.90 ± 0.33 , 正视组为 7.77 ± 0.29 , 近视组为 7.75 ± 0.38 ($P > 0.05$)。轴率比值: 远视眼组为 2.74 ± 0.13 mm, 其结果小于3; 正视眼组为 3.00 ± 0.03 mm, 其结果约等于3; 近视眼组为 3.18 ± 0.12 mm, 其结果大于3($P < 0.05$); 同时也发现用轴率比指标来评估近视、远视的灵敏度和特异度均较高, Youden指数0.68, 提示诊断效价较好。结论: 检测分析轴率比值(≤ 3 或 > 3)可以很好预测屈光不正的发展趋势, 并为近视的早期预防和干预提供前瞻性的指导。

关键词

屈光不正, 眼轴, 角膜曲率半径

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

学龄前儿童正处在视觉发育可塑性的关键期, 随着年龄的增长屈光状态从生理性远视逐渐向正视甚至近视方向发展, 其眼部屈光结构如眼轴、角膜屈光力、晶状体屈光力、前房深度等也随之而改变, 均有碍于儿童视力和屈光发育的健康发展。在我国以往的研究中, 长期以来主要是对近视的调查大都停留在流行病学特点上, 而对眼生物学参数的特点报道甚少, 因此我们从各屈光参数入手, 通过屈光要素的生物学测量值对屈光不正的发生原因进行研究, 共收集了44例3~15岁儿童的资料, 旨在研究眼轴、角膜曲率、前房深度、年龄与屈光状态之间的关系并进行分析探讨。

2. 资料和方法

对象

2016年10月至2017年2月来我院就诊, 疑有屈光不正的儿童44例88只眼, 其中男21例42只眼, 女23例46只眼, 年龄3~15岁。

1) 对象本研究所采用的受试者为2016年10月~2017年3月在本院就诊的儿童, 年龄3~15(平均 9.04 ± 2.39)岁, 共44例88眼, 其中男21例, 女23例。所有受试者均接受裂隙灯检查、眼底检查, 排除眼部器质性疾病、屈光参差、斜视者; 并告知本研究目的, 征得家长的同意后再行检查。

3. 测量方法

1) 采用国际标准对数视力表对所有儿童均进行裸眼及验光矫正视力, 受检距离5 m, 照度值(160 cd/m^2) [1], 先右眼后左眼, 直至看清最小视标记录检查结果; 选用日本Topcon公司生产的RM-8000电脑验光仪进行电脑验光, 测量3次, 取平均值。

2) 对11岁以下儿童用1%阿托品凝胶慢散扩瞳, bid \times 3d; 12岁以上儿童用美多丽(复方托品酰胺滴

眼液, Mydrin, Sentan, 日本)快散扩瞳, 10 min/1次 × 4次, 后隔 20 min; 均在暗室检影验光, 确定屈光状态结果、眼底及注视性质、眼位及眼球运动检查, 排除眼部器质性病变、既往眼部手术史者。

3) 采用德国 Zeiss 公司生产的光学生物测量仪—IOL-Master 进行检查。受检者下颌置于仪器的下颌托上, 令其注视仪器中的视标, 当仪器的探头离受检者大约 5.5 cm 时进行对焦, 然后分别测量双眼的眼轴长度(axial length, AL)、前房深度(anterior chamber depth, ACD), 均重复测量 5 次并取平均值; 角膜曲率(corneal curvature, CC), 均重复 3 次并取其平均曲率。

4) 本研究所有操作均由专业检查者操作完成, 并严格遵守操作标准。

4. 统计学方法

数据处理采用 SPSS17.0 统计软件, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。根据公式角膜曲率均值 $K = (K1 + K2)/2$ [2]、角膜曲率半径(CR) = $1000(n2 - n1)/K$ [3] [4], 计算出轴率比(AL/CR)。AL、CR、睫状肌麻痹状态下的等效球镜(SE)等定量数据, 均需提前进行正态性检测。研究 AL/CR 与 SE 间数据的相关性采用 SPEARMAN 相关分析; 不同条件下同组数据的差异性应用单因素方差分析法; 计算轴率比诊断儿童近视的真实可靠性, 根据近视的真阳性 a 与假阳性 b, 假阴性 c 与真阴性 d, 再运用公式灵敏度 = $a/(a + c)$, 特异度 = $d/b + d$, Youden 指数 = 灵敏度 + 特异度 - 1 算得。

5. 结果

5.1. 一般资料

受试者 44 例 88 眼, 其中男 21 例, 女 23 例, 年龄 3~15 (平均 8.95 ± 2.96) 岁, 等效球镜(SE) -10.00~10.00 D; 远视组 13 眼, 男 7 眼, 女 6 眼, 平均年龄 8.07 ± 2.14 岁, 平均 SE 为 $+3.65 \pm 2.88$ D; 正视组 20 眼, 男 8 眼, 女 12 眼, 平均年龄 8.83 ± 2.28 岁, 平均 SE 为 $+0.04 \pm 0.31$ D; 近视组 55 眼, 男 27 眼, 女 28 眼, 平均年龄 10.58 ± 2.54 岁, 平均 SE 为 -3.80 ± 1.88 D (见表 5)。

5.2. 眼轴、角膜曲率半径、前房深度和轴率比, 及睫状肌麻痹状态下等效球镜

5.2.1. 眼轴(AL)

正态分布试验 $P < 0.05$, 呈非正态分布; 远视组 AL(21.58 ± 0.90) mm, 正视组 AL(23.33 ± 0.88) mm, 近视组 AL(24.62 ± 1.30) mm, $P < 0.01$ (见表 1)。

5.2.2. 角膜曲率半径(CR)

正态分布试验 S-W 检验, 远视组 $P = 0.672$, 正视组 $P = 0.58$, 近视组 $P = 0.496$, $P > 0.05$, 呈正态分布。因考虑三种屈光状态下 CR 是否存在显著差异的问题, 通过单因素方差分析, $F = 0.983$, $P > 0.05$ 。即儿童眼屈光由远视到近视的发展过程中 CR 变化不大, 主要以增长 AL 为主, 即轴性近视居多(见表 2)。

5.2.3. 前房深度(ACD)

平均值为 3.60 ± 0.25 mm, 其中远视组为 3.64 ± 0.20 mm, 正视组为 3.73 ± 0.19 mm, 近视组为 3.52 ± 0.31 mm, $P > 0.05$ (见表 3)。

5.2.4. 眼轴与角膜曲率半径的比值(轴率比值, AL/CR)

对于三种不同屈光状态的 AL/CR 正态分布试验 $P < 0.05$, 呈非正态分布; 远视 AL/CR 2.74 ± 0.13 , 正视 AL/CR 3.00 ± 0.03 , 近视 AL/CR 3.18 ± 0.12 , $P < 0.01$ (见表 4)。

5.2.5. 睫状肌麻痹状态下等效球镜(SE)

对于三种不同屈光状态的 SE, 正态分布试验 $P < 0.05$, 呈非正态分布(见表 5)。

Table 1. The relationship between the children's eye axis and eye refractive states between the ages of 3 and 15
表 1. 3 岁~15 岁儿童眼轴与眼屈光状态的关系

屈光类型	眼数	AL 平均值	标准差
远视	13	21.58	0.90
正视	20	23.33	0.88
近视	55	24.62	1.30

Table 2. The relationship between the children's corneal radius and eye refractive states between the ages of 3 and 15
表 2. 3 岁~15 岁儿童角膜曲率半径与眼屈光状态的关系

屈光类型	眼数	CR 平均值	标准差
远视	13	7.90	0.33
正视	20	7.77	0.29
近视	55	7.75	0.38

注: 角膜曲率半径(corneal radius, CR) = $1000(n_2 - n_1)/K$ (K 为平均角膜曲率、 n_2 为角膜曲率指数 1.3375、 n_1 为空气屈光指数 1.0000)

Table 3. The relationship between the children's anterior chamber depth and eye refractive states between the ages of 3 and 15
表 3. 3 岁~15 岁儿童前房深度与眼屈光状态的关系

屈光类型	眼数	ACD 平均值	标准差
远视	13	3.64	0.20
正视	20	3.73	0.19
近视	55	3.52	0.31

Table 4. The relationship between the children's ratio of the eye axis to the corneal radius and eye refractive states between the ages of 3 and 15
表 4. 3 岁~15 岁儿童眼轴与角膜曲率半径的比值与屈光状态的关系

屈光类型	眼数	AL(mm)	CR(mm)	AL/CR
远视	13	21.58 ± 0.90	7.90 ± 0.33	2.74 ± 0.13
正视	20	23.33 ± 0.88	7.77 ± 0.29	3.00 ± 0.03
近视	55	24.62 ± 1.30	7.75 ± 0.38	3.18 ± 0.12

Table 5. The equivalent spheres of 3 - 15-year-olds with different refractive status

表 5. 3 岁~15 岁青少年不同屈光状态等效球镜(SE)

屈光类型	眼数	SE 平均值	标准差
远视	13	3.65	2.88
正视	20	0.04	0.31
近视	55	-3.80	1.88

5.3. 轴率比值与等效球镜的关系

因 AL/CR 与 SE 两组数据均为非正态分布数据, 所以两组数据的相关性采用 SPEARMAN 秩相关分析。本研究获得轴率比与 SE 的相关系数为-0.765, $P < 0.05$, 具有统计学意义, 显示了两组良好的负相关性, 即轴率比比值越大, SE 越大, 近视度数越高。

5.4. 实验数据可信度分析

根据计算 Youden 指数的公式算得: 灵敏度为 0.96, 特异度 0.72, Youden 指数为 0.68, 表明该试验真实可靠性较高。

6. 讨论

光学生物测量仪—IOL Master 是一种先进的非接触性的生物测量技术, 可对眼轴、角膜曲率、前房深度和角膜直径进行精确测量, 为儿童屈光不正的研究提供了一种新方法。光学生物测量仪, 其测量原理基于穿透性强的 780 nm 半导体激光部分相干干涉理论, 只需要屈光介质有一定的透光能力并且患者能够固视就可完成测量, 不会因为光学通路中介质的物理特性产生测量误差, 还可根据信噪比(signal to noise ratio, SNR)来确认检查的准确性。相比 A 超测量角膜前表面到玻璃体后界膜之间的距离, IOL Master 测量的是泪膜前表面和视网膜色素上皮之间的距离, 是真正意义上的视轴, 它的测量范围为 14 mm~40 mm, 其测量精度为 0.01 mm, 远高于传统超声测量的 0.1 mm 精度[5], 准确性可以是传统超声检查的 10 倍[6]; 且其重复性极佳, 对操作人员要求低, 患者只需固视 0.3~0.4 s, 整个测量时间 1 只眼只需 1 min±, 而用超声波等检查尚需 5 min±, 充分体现了它的高效性, 因此儿童也易接受。

儿童双眼的屈光状态伴随着眼部各结构的发育逐渐趋于正视化, 而人眼的正视化也是各种屈光成分平衡之后的结果, 其屈光状态取决于眼轴长和屈光系统中各屈光力之间的相互关系[7]。决定眼屈光力的屈光成分有 14 种, 其中眼轴长和角膜曲率的变化尤为重要[8]。当眼的屈光力和眼轴长度均在正常范围且相互匹配, 方可产生正视, 使物象焦点刚好落于视网膜上。而在所有的屈光要素中, 眼轴和角膜曲率的变化被认为是对屈光状态影响最显著的因素。本研究发现随着年龄增长, 眼轴逐渐延长, 但角膜曲率变化不大。通过对角膜曲率半径进行单因素方差分析, $F = 0.983, P > 0.05$, 结果表示在三种不同的屈光状态下, 角膜曲率半径值并不存在明显差异, 从而可得在儿童眼屈光由远视到近视的发展过程中, 角膜曲率半径变化不大, 主要以增长眼轴为主, 即轴性近视居多。

轴率比是近年来提出的一个屈光不正的敏感指标[9], 即眼轴长度与平均角膜曲率半径的比值(axial length/corneal radius, AL/CR)。Blanco 等[10]研究发现, 为了保持正视状态, 眼轴延长起初可以由角膜曲率半径的增长而代偿, 但是由于基因或者环境因素的影响, 当角膜无法代偿眼轴过分的延长时, 眼球就会由正视向近视转化。Blanco 和 Fernandez [11]在研究中提出轴率比 = 3 是平均角膜曲率半径代偿极限的临界点。Goss 等[12]同样发现轴率比 > 3 儿童易发生近视。本研究也发现轴率比在反映眼球屈光发展趋势方面具有重要的意义, 将轴率比与等效球镜两组数据进行 SPEARMAN 秩相关分析 $r = -0.765, P < 0.05$, 具有统计学意义, 显示了两者的负相关性, 即轴率比比值越大, SE 越大, 近视度数越高。结合样本所得正视眼轴率比为 3.00 ± 0.03 , 因此本研究选择轴率比 = 3 作为判断屈光不正的临界值, 即轴率比 > 3 是近视眼发展的高危指标。评估其准确度, 结果发现经检影验光为近视的患者 IOL Master 检出的轴率比均 > 3; 检影验光为远视的患者 IOL Master 检出的轴率比均 < 3; 同时也发现用轴率比指标来评估近视、远视的灵敏度和特异度均较高, Youden 指数 0.68, 提示诊断效价较好。而且轴率比的测量相对客观, 受主观因素干扰少, 能够相对客观地反映出屈光不正的阳性率。Goss 等[13]研究进一步证明较大的角膜屈光力和轴率比是儿童近视形成的敏感指标和危险因素。因此分析人群中轴率比 > 3 人数的比值, 可以很好预测近视的发展趋势, 并为近视的早期预防和干预提供前瞻性的指导。

人的屈光状态随着眼球的生长发育而在不断变化, 从出生到青少年时期, 屈光状态由远视逐渐变化为正视。长期以来我国对近视的调查大都停留在流行病学特点上, 而对眼生物学参数的特点报道甚少。本研究发现从出生到 3 岁, 眼轴快速生长, 3 岁以后眼轴呈缓慢增长; 至 7 岁时儿童眼轴约为 23 mm [14], 屈光状态接近近视; 至 15、16 岁大致接近于成人眼轴为 24 mm [15] [16]。在不同年龄组, 随着年龄的增

长, 轴率比不断增大, 7~11 岁时是轴率比值接近 3 并且逐渐过渡的年龄。本研究结果与国内相关调查结果相同[17], 显示 12~14 岁年龄段轴率比值 ≤ 3 人数所占占比显著低于 3~6 岁年龄段; 而轴率比 > 3 人数所占占比显著高于 4~6 岁年龄段($Y_2 = 644.929, P = 0.000$)。说明随着学龄的增长, 学业负担的不断加重和不良用眼习惯的累积, 以及电视、手机等电子产品的普及、户外活动的减少致视觉功能开发提早, 导致正视化过程提前, 儿童眼轴发育过度加速, 从而导致儿童患近视的危险性相应的增高。因而提示开展护眼健康知识的宣传和防控屈光不正的干预措施应该重点放在低龄阶段, 以有效控制其眼轴向近视发展和远视力进一步损害的趋势。

综上所述本研究进一步分析了不同年龄和不同屈光状态情况的儿童轴率比(≤ 3 或 > 3)比例的分布情况, 证明随着年龄的不断增长和远视力的逐渐损害, 轴率比值 > 3 人数的比例越来越高, 近视患病的几率也越来越大。因此建议在儿童视力普查时可增加对眼球轴率比的筛查, 以轴率比 > 3 作为近视眼发展的高危指标, 然后后续结合专业医学验光等手段对儿童近视进行早期预防与干预。但由于我们观察研究的时间较短、样本量不是很大, 今后将继续扩大样本量、不断完善资料, 做进一步的研究与探讨。

参考文献 (References)

- [1] Ferris, F.L. and Sperduto, R.D. (1982) Standardized Illumination for Visual Acuitytesting Inclinicalresearch. *American Journal of Ophthalmology*, **94**, 97-98. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(82\)90198-2](https://doi.org/10.1016/0002-9394(82)90198-2)
- [2] Huyidt, S.C., Kifley, A., Rose, K.A., et al. (2007) Astigmatism in 12-Year-Old Australian Children: Comparisons with a 6- Year-Old Population. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **48**, 73-82. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-0263>
- [3] Freedman, K.A. and Brown, S.M. (2008) The Effective Corneal Refractive Surface as a Function of Apoint in Visual Space: A Three-Dimensional Analysis. *Ophthalmic Physical Opt*, **28**, 584-594. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2008.00602.x>
- [4] Tang, M., Chen, A., Li, Y., et al. (2010) Corneal Power Measurement with Fourier-Domain Optical Coherence Tomography. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **36**, 2115-2122.
- [5] 龚莉, 华夏伟. 儿童近视屈光度和眼轴、角膜屈光度的测定分析[J]. 中国斜视与小儿眼科杂志, 2012, 20(3): 122-123.
- [6] Holladay, J.T. and Prager, T.C. (1986) Improving the Predictability of Intraocular Lens Power Calculations. *Archives of Ophthalmology*, **104**, 539-541. <https://doi.org/10.1001/archoph.1986.01050160095020>
- [7] Yasuda, A. and Yamaguchi, T. (2005) Steepening of Corneal Curvature width Contraction of the Ciliary Muscle. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **31**, 1177-1181. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.10.058>
- [8] Sajtoh, K., Yoshida, K. and Hamatsu, Y. (2004) Changes in the Shape of the Anterior and Posterior Corneal Surfaces Caused by Mydriasis and Miosis Detailed Analysis. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, **30**, 1024-1030. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2003.10.040>
- [9] 王凤磊, 肖林, 褚利群, 等. 北京市羊坊店学区两个年级组小学生 AL/CR 分布情况的分析[J]. 国际眼科杂志, 2010, 10(10): 1953-1956.
- [10] 徐光第. 眼科屈光学[M]. 修订版. 北京: 军事医学科学出版社, 2001: 188-307.
- [11] Blanco, F.G. and Fernandez, J.C. (2008) Axial Length, Corneal Radius, and Age of Myopia Onset. *Optometry and Vision Science*, **85**, 89-96.
- [12] Goss, D.A., Van Veen, H.G., Rainey, B.B., et al. (1997) Ocular Components Measured by Keratometry, Etry, Phakometry and Ultrasonography in Emmetropic and Myopic Optometry Students. *Optometry and Vision Science*, **74**, 489-495. <https://doi.org/10.1097/00006324-199707000-00015>
- [13] Goss, D.A. and Jackson, T.W. (1995) Clinical Findings Prior to the Onset of Myopia in Youth: Ocular Optical Components. *Optometry and Vision Science*, **72**, 870-878. <https://doi.org/10.1097/00006324-199512000-00005>
- [14] Larsen, J.S. (1971) The Sagittal Growth of the Eye.3. Ultrasonic Measurement of the Posterior Segment (Axial Length of the Vitreous) from Birth to Puberty. *Acta Ophthalmologica*, **49**, 441-453. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.1971.tb00969.x>
- [15] Ip, J.M., Robaei, D., Kifley, A., et al. (2008) Prevalence of Hyperopia and Associations with Eye Findings in 6- and 12-Year-Olds. *Ophthalmology*, **115**, 678-685. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.04.061>

-
- [16] 蔡达秋, 张加裕, 王强, 等. 学龄儿童眼轴长度与发育状态及屈光参数相关分析[J]. 中国实用眼科杂志, 2015, 33(13): 52-55.
- [17] Fan, D.S., Lain, D.S., Lam, R.F., *et al.* (2004) Prevalence Incidence and Progress Ion of Myopia of Schoolchildren in Hang Kong. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, **45**, 1071-1075. <https://doi.org/10.1167/iovs.03-1151>

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjo@hanspub.org