

# 眼轴与眼球生物学相关参数的分析

杨学秋<sup>1</sup>, 李珊珊<sup>2</sup>, 赵静静<sup>3</sup>, 庄文娟<sup>4</sup>

基金项目: 宁夏回族自治区卫生厅特殊人才项目 (No. XT201014)

作者单位:<sup>1</sup>(250021) 中国山东省济南市, 山东省眼科医院 山东省眼科研究所 山东省医学科学院;<sup>2</sup>(750004) 中国宁夏回族自治区银川市卫生监督所;<sup>3</sup>(261000) 中国山东省潍坊市眼科医院;<sup>4</sup>(750004) 中国宁夏回族自治区银川市, 宁夏医科大学总医院眼科

作者简介: 杨学秋, 女, 硕士, 研究方向: 屈光学。

通讯作者: 庄文娟, 女, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 屈光学及眼遗传病学. zh\_wenj@163.com

收稿日期: 2013-03-23 修回日期: 2013-08-05

## Relation between axial length and ocular parameters

Xue-Qiu Yang<sup>1</sup>, Shan-Shan Li<sup>2</sup>, Jing-Jing Zhao<sup>3</sup>, Wen-Juan Zhuang<sup>4</sup>

**Foundation item:** Special Talent Project of Ningxia Hui Autonomous Region Health Department, China (No. XT201014)

<sup>1</sup>Shandong Eye Hospital, Shandong Eye Institute and Shandong Academy of Medical Sciences, Jinan 250021, Shandong Province, China; <sup>2</sup>Yinchuan City Health Supervision Institute, Yinchuan 750004, Ningxia Hui Autonomous Region, China; <sup>3</sup>Weifang Eye Hospital, Weifang 261000, Shandong Province, China; <sup>4</sup>Department of Ophthalmology, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, Ningxia Hui Autonomous Region, China

**Correspondence to:** Wen - Juan Zhuang. Department of Ophthalmology, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, Ningxia Hui Autonomous Region, China. zh\_wenj@163.com

Received: 2013-03-23 Accepted: 2013-08-05

## Abstract

• **AIM:** To investigate the relation between axial length (AL), age and ocular parameters.

• **METHODS:** A total of 360 subjects (360 eyes) with emmetropia or myopia were recruited. Refraction, center corneal thickness (CCT), AL, intraocular pressure (IOP) were measured by automatic-refractor, Pachymeter, A-mode ultrasound and non-contact tonometer, respectively. Corneal curvature (CC), anterior chamber depth (ACD) and white-to-white distance (WWD) were measured by Orbscan II. Three dimensional frequency domain coherent optical tomography (3D-OCT) was

used to examine the retinal nerve fiber layer thickness (RNFLT). The Pearson correlation coefficient ( $r$ ) and multiple regression analysis were performed to evaluate the relationship between AL, age and ocular parameters.

• **RESULTS:** The average AL was  $24.15 \pm 1.26$  mm. With elongation of the AL, spherical equivalent (SE) ( $r = -0.742$ ,  $P < 0.01$ ), CC ( $r = -0.395$ ,  $P < 0.01$ ) and RNFLT ( $r = -0.374$ ,  $P < 0.01$ ) all decreased, while the mean ACD ( $r = 0.411$ ,  $P < 0.01$ ) increased. On the contrary, there was not statistical significance with CCT ( $r = 0.099$ ,  $P = 0.060$ ) and WWD ( $r = 0.061$ ,  $P = 0.252$ ). There was also a significant correlation between AL and age ( $P = 0.001$ ), SE ( $P < 0.001$ ), ACD ( $P < 0.001$ ), CC ( $P < 0.001$ ) in Multiple linear regression analysis.

• **CONCLUSION:** In longer eyes, there is a tendency toward myopia, a flatter cornea, a deeper ACD and a thinner RNFLT. Age is an influencing factor for the AL as well.

• **KEYWORDS:** axial length; age; ocular parameter; refractive error

**Citation:** Yang XQ, Li SS, Zhao JJ, *et al.* Relation between axial length and ocular parameters. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2013;13(9):1938-1942

## 摘要

**目的:** 探讨眼轴长度 (axial length, AL) 与年龄、屈光状态及眼球生物学相关参数的关系。

**方法:** 对 360 例 360 只右眼正视及近视受试者采用全自动电脑验光仪、A 超、角膜厚度测量仪、非接触式眼压计、Orbscan II 及 3D-OCT 分别测量屈光状态、AL、角膜厚度 (center corneal thickness, CCT)、眼压 (intraocular pressure, IOP)、前房深度 (anterior chamber depth, ACD)、白对白距离 (white-to-white distance, WWD)、角膜曲率 (corneal curvature, CC) 及视网膜神经纤维层厚度 (retinal nerve fiber layer thickness, RNFLT), 用 Pearson 相关系数及多元回归方法评估 AL 与年龄、屈光状态及眼球生物学相关参数的关系。

**结果:** AL 均值为  $24.15 \pm 1.26$  mm, Pearson 相关性分析显示 AL 与年龄 ( $r = -0.238$ ,  $P < 0.01$ )、等值球镜度数 ( $r = -0.742$ ,  $P < 0.01$ )、CC ( $r = -0.395$ ,  $P < 0.01$ ) 及 RNFLT ( $r = -0.374$ ,  $P < 0.01$ ) 成负相关, 而与 ACD ( $r = 0.411$ ,  $P < 0.01$ ) 呈正相关, 与 CCT ( $r = 0.099$ ,  $P = 0.060$ ) 及 WWD ( $r = 0.061$ ,  $P = 0.252$ ) 无相关性。将 AL 及与其具有相关性的参数进一步行多元线性回归分析, AL 与年龄 ( $P = 0.001$ )、SE ( $P < 0.01$ )、ACD ( $P < 0.01$ ) 及 CC ( $P < 0.01$ ) 具有相关性。

结论:AL 随着年龄增长表现为逐渐变短的趋势。眼轴越长,近视屈光度越高,角膜越扁平,前房越深,RNFLT 越薄。

关键词:眼轴长度;年龄;眼部生物学参数;屈光度

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2013.09.68

引用:杨学秋,李珊珊,赵静静,等.眼轴与眼球生物学相关参数的分析.国际眼科杂志 2013;13(9):1938-1942

## 0 引言

屈光状态按照成像焦点与视网膜的位置关系可以分为:近视、正视、散光及远视。近视又可以分为轴性近视及屈光性近视,轴性近视是由于眼轴的延长所致。Vohra 等<sup>[1]</sup>认为高度近视的眼球主要是轴向延伸而非全球扩张;Zhou 等<sup>[2]</sup>报道正视眼的眼球通常具有相近的长度及宽度,但随着近视度数的增加,眼球长度的增加幅度远远高于宽度的增加幅度;Atchison 等<sup>[3]</sup>在最近的一项研究中利用核磁共振成像技术(magnetic resonance imaging, MRI)来调查正视眼及近视眼的眼球形状,他们将眼球形状的改变分为赤道部延伸、后极部延伸及全球扩张,研究结果表明虽然存在一定的个体差异,但大部分近视眼眼轴长度的增加幅度大于高度,而宽度的增加幅度相对更低。当然屈光不正还受多个眼部生物学参数的影响如:角膜曲率、前房深度、晶状体厚度及玻璃体腔的深度等。本研究通过对 360 例正视眼及近视眼生物学参数的研究,探讨眼轴长度与年龄、屈光状态及其它眼部生物学参数的关系,并探讨各眼部生物学参数与眼轴的相关性。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 收集 2012-01/06 宁夏医科大学总医院准分子激光治疗中心就诊的近视患者 325 例(其中中高度近视 264 例),及于门诊就诊的正视眼 35 例,共 360 例。患者 360 例中,男 168 例,女 192 例,均选取右眼,患者平均年龄为  $27.89 \pm 7.06$  (16~50)岁,所有入选眼均排除存在眼部屈光介质混浊、弱视、屈光参差、视网膜病理改变、有眼部手术史及眼压高于 18mmHg 的受试者。

**1.2 方法** (1)A 超(OPTIKON 2000)测量眼轴长度,所测量的眼轴长度是从前角膜顶点到视网膜色素上皮层之间的距离,测量 5 次并取平均值;(2)全自动电脑验光仪(Canon RK-F1)测量屈光度(近视、散光),并将其换算为等效球镜度数(spherical equivalent, SE, SE = 球镜 + 1/2 柱镜);(3)Orbscan II 角膜地形图(BAUSCH&LOMB)测量最小和最大角膜屈光力(K1, K2 值),前房深度及角膜白对白距离。角膜平均曲率  $K_{mean} = (K1 + K2) / 2$ ;前房深度为角膜内皮层到晶状体前表面的距离。(4)3D-OCT(TOPCON 3D-OCT TM1000)采用视乳头环扫技术测量四象限及 12:00 位 RNFLT,取四象限 RNFLT 平均值;(5)角膜厚度测量仪(Pachymeter SP-3000)测量中央角膜厚度,测量 3 次并取平均值;(6)非接触眼压计(Canon TX-F)测量 IOP,测量 3 次取平均值。(7)最后散瞳用三面镜行眼底检查。所有检查在上午 9:00 至中午 12:00 之间进行并且均由同一有经验的技师完成。

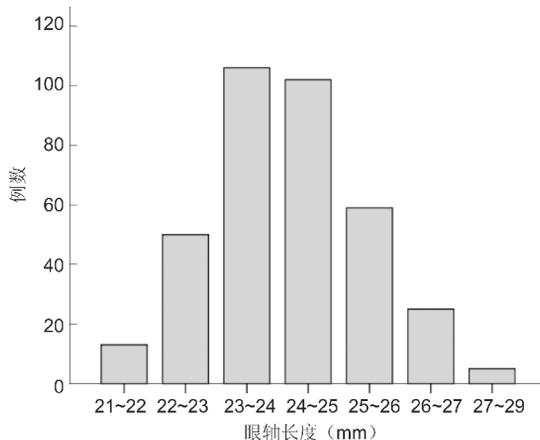


图 1 眼轴长度的样本分布图。

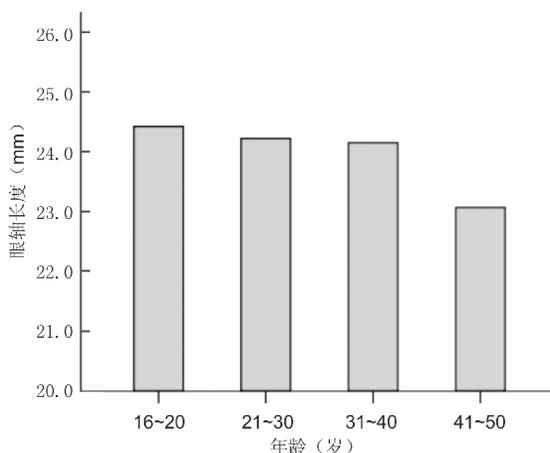


图 2 不同眼轴长度的年龄分布图。

统计学分析:由于受试者左右眼的生物学测量参数具有高度的相关性,其结果没有统计学差异( $P > 0.05$ ),因此本研究均采用右眼数据做统计学分析;所有数据采用 SPSS 15.0 统计软件进行处理,利用 Pearson 相关分析及多元回归分析方法分析各相关变量值。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

本研究共收集正视及近视患者 360 例(男 168 例,女 192 例,共 360 只右眼),屈光度等效球镜度  $+1.13 \sim -15.88$  (平均  $-4.85 \pm 3.02$ ) D,平均年龄为  $27.92 \pm 7.076$  (16~50)岁。各眼部参数测量结果见表 1,其中 AL 为 21.14~28.65 (平均  $24.15 \pm 1.26$ ) mm,符合正态分布(图 1)。

Pearson 相关性分析显示 AL 随着年龄的增长具有变短的趋势(图 2,3),并与 SE( $r = -0.742, P < 0.01$ ;图 4)、CC( $r = -0.395, P < 0.01$ ;图 5)及 RNFLT( $r = -0.374, P < 0.01$ ;图 6)成负相关,而与 ACD( $r = 0.411, P < 0.01$ ;图 7)呈正相关,与 CCT( $r = 0.099, P = 0.060$ )及 WWD( $r = 0.061, P = 0.252$ )无相关性。

多元回归分析 AL 与年龄及其它眼部参数关系显示,该模型  $R^2 = 0.803$ ,AL 与年龄( $P = 0.001$ )、SE( $P < 0.01$ )、ACD( $P < 0.01$ )及 CC( $P < 0.01$ )具有显著相关性(表 2)。回归方程如下: $Y = 37.554 + 0.016X_1 - 0.305X_2 + 0.767X_3 - 0.388X_4$  ( $Y = AL, X_1 = \text{年龄}, X_2 = SE, X_3 = ACD, X_4 = CC$ )。

表1 眼轴长度与年龄及眼部参数 Pearson 相关分析结果

变量	$\bar{x} \pm s$	范围	眼轴长度	
			r	P
年龄(岁)	24.15±1.26	16.00~50.00	-0.24	<0.01
等效球镜(D)	-4.85±3.02	-15.88~1.13	-0.74	<0.01
中央角膜厚度(mm)	543.97±29.06	428.00~663.00	0.10	0.06
平均角膜曲率(dpt)	43.47±1.53	39.60~47.70	-0.40	<0.01
前房深度(mm)	3.03±0.32	2.11~4.41	0.41	<0.01
白对白距离(mm)	11.42±0.41	10.50~13.10	0.06	0.25
视网膜神经纤维层厚度(μm)	117.46±9.31	91.25~142.17	-0.37	<0.01

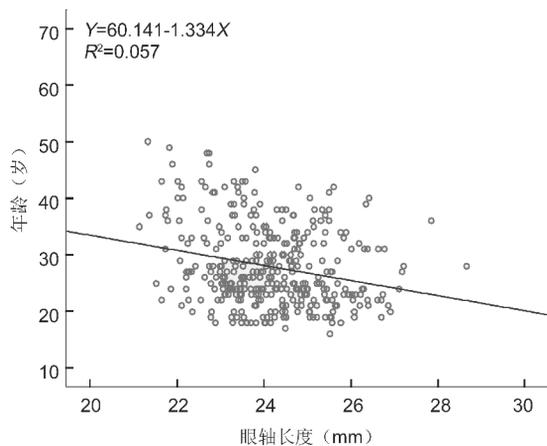


图3 年龄与AL关系散点图。

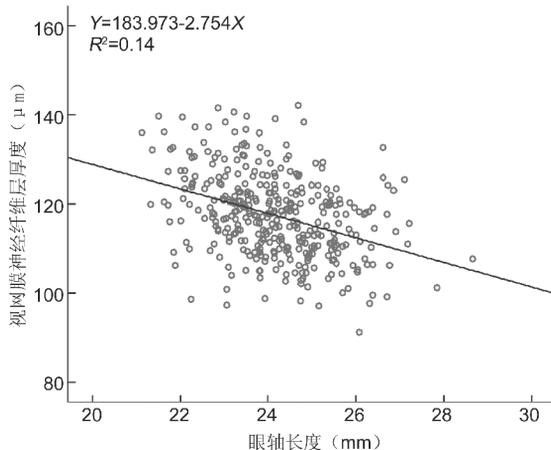


图6 RNFLT与AL关系散点图。

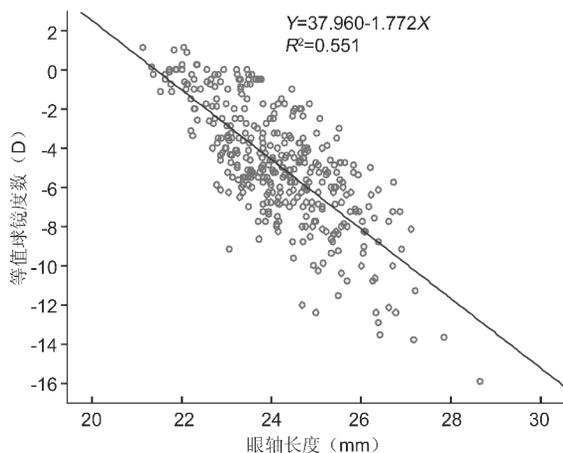


图4 SE与AL关系散点图。

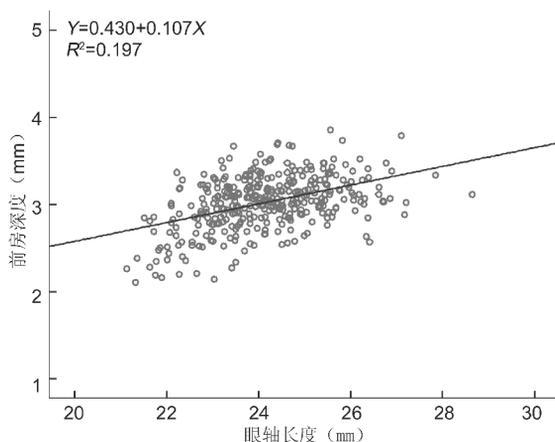


图7 ACD与AL关系散点图。

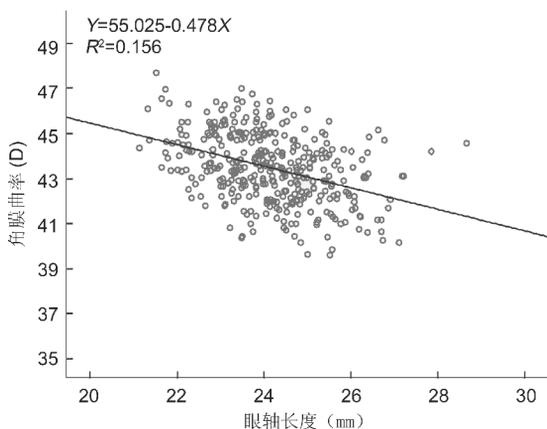


图5 CC与AL关系散点图。

### 3 讨论

我们的研究结果表明随着眼轴延长,近视的屈光度数越高,CC越小,ACD越深,RNFLT越薄,并且轴长随着年龄的增加表现为变短的趋势。Wong等<sup>[4]</sup>通过对居住在新加坡的40~81岁中国人群眼部参数进行对比研究后发现老年人眼轴长度相对于年轻人变短,他们认为这种变短亦或是确实由于随着年龄的增加而导致轴长的变短,亦或是由于多种因素的共同作用比如说老年人的营养不良、全身健康状况欠佳或其它未知因素等有关。关于年龄与AL关系,在有部分研究认为AL随着年龄的增加逐渐变短<sup>[5,6]</sup>的同时也有研究认为AL这一参数在青少年中是恒定不变的<sup>[7,8]</sup>。本研究中AL均值为24.15±1.26mm,较Jivrajka等<sup>[9]</sup>(23.46±1.03mm)及Norrby等<sup>[10]</sup>(23.44±1.33mm)

表2 多元回归分析眼轴长度与年龄及眼部参数的关系

变量	非标准化回归系数		标准化	t	P
	偏回归系数 B	标准误	回归系数		
年龄(岁)	0.016	0.005	0.090	3.662	0.001
等效球镜(D)	-0.305	0.011	-0.729	-27.445	<0.001
平均角膜曲率(dpt)	-0.388	0.021	-0.470	-18.611	<0.001
前房深度(mm)	0.767	0.106	0.193	7.266	<0.001
视网膜神经纤维层厚度( $\mu\text{m}$ )	-0.007	0.003	-0.049	-1.910	0.057

研究结果略长,但40岁以上受试者的AL均值为 $23.20 \pm 1.27\text{mm}$ ,与目前大部分研究结果相似。由于我们所纳入的受试对象大部分来自于准分子激光屈光手术术前检查的患者,360例中有244例受试者年龄低于30岁,因此我们认为受试者的相对低龄化可能是导致AL结果相对较长的原因。

AL在出生后迅速增长,3岁时可达正视眼水平约23mm,此后以每年约0.1mm的速度生长,13~14岁即可达到成人水平,若发育时期AL增长过快即成为向近视发展的趋向因素<sup>[11,12]</sup>。本研究显示较长的眼轴具有向近视发展的趋势,AL与SE呈显著负相关( $r = -0.742, P < 0.01$ ),这与目前国内外大部分学者研究结果一致<sup>[11,13]</sup>,AL的改变为影响近视屈光度的主要因素,并且随着眼轴的延长,近视屈光度也有增加的趋势。

人眼是由多种屈光体的结合来完成视觉功能的,目前普遍认为在所有屈光成份中影响屈光最重要的两个要素是AL和CC。本研究与近年许多关于近视的屈光成份相关性研究相一致<sup>[14]</sup>,CC随着AL的增长而变小( $r = -0.395, P < 0.01$ )。这可能是人眼在AL延长后防止向近视发展的一种代偿性保护机制,即通过角膜屈光力的改变来协调由于眼轴增长所造成的屈光度的增加。不同量的角膜曲率改变和不同量的眼轴增长互相配合,可以形成不同程度的近视。但是随着AL的延长所表现出来的CC的改变并不影响CCT的改变,即CCT不随AL的延长而变化,提示在近视发生的过程中随着眼轴长度的增加,角膜组织所表现的仅是曲率的变平,而不是厚度的扩张变薄。

目前测量ACD的方法众多,本研究我们利用Orbiscan II角膜地形图进行测量,我们的结果提示ACD与AL成正相关( $r = 0.411, P < 0.01$ ),即随着AL的延长,ACD逐渐加深,这与Hosny等<sup>[15]</sup>及Chang等<sup>[16]</sup>的研究结果一致。Hosny等<sup>[15]</sup>并指出ACD还与年龄成负相关,他们认为由于晶状体随着年龄增长逐渐增厚而造成中央前房变浅。本研究中由于受试对象年龄相对低龄化,因此降低了年龄对ACD的影响。关于ACD随着AL的延长而逐渐加深的现象,有些学者提出了这样的假设,他们认为随着眼轴的延伸,悬韧带被拉伸并牵引晶状体,使得晶状体前表面变扁平并且晶状体屈光力降低,导致ACD变深;或者可能是由于导致晶状体向后方的移动而造成ACD加深,但遗憾的是目前这些假设很难通过组织学证据来得到验证。

病理学研究虽然已经证实近视眼患者视网膜感觉层和脉络膜会发生萎缩,其厚度相应变薄<sup>[17]</sup>,然而用于测量

视网膜厚度的组织学标本对各项实验条件(如水合作用等)非常敏感,因此可以导致很大的测量误差。近年来随着利用光学干涉法的OCT作为一种非侵入性成像技术在临床的不断应用,使得对视网膜厚度进行精确测量成为可能。本研究利用三维频域OCT对四象限RNFLT测量后得出RNFLT均值并与AL进行相关性研究,结果与Budenz等<sup>[18]</sup>及Leung等<sup>[19]</sup>的研究结果相似,即随着眼轴的增长及近视度数的增加,RNFLT均值变薄( $r = -0.374, P < 0.01$ )。Rauscher等<sup>[20]</sup>研究得出AL与RNFLT具有较强的相关性( $r = -0.71, P < 0.001$ ),认为眼轴延长是轴性近视RNFLT均值变薄的重要决定因素之一,同时Atchison等<sup>[3]</sup>证实近视患者眼轴的延伸为以赤道部及后极部为主的轴向延伸,我们考虑眼轴延长时视网膜和巩膜延伸变薄,使一定数量的视网膜神经节细胞轴突排列在更大的面积上,导致RNFL变薄。另有学者通过对更多RNFL参数进行对比研究证实颞侧RNFLT随AL的延长而增厚,但RNFLT均值随之变薄<sup>[21,22]</sup>,推测当AL延长时后极部的机械牵拉使RNFL发生了重新分配:当眼轴延长时视网膜向颞侧水平线方向牵拉,在此过程中水平合缝上的RNFL重叠,结果导致颞侧RNFLT变厚而鼻侧RNFLT受到拉伸变薄。Quigley等<sup>[23]</sup>研究得出人类视网膜神经纤维层在50岁以前每年将丢失约2500个神经轴突,50岁以后每年将丢失约5000个神经轴突,提示RNFLT受年龄因素的影响。本研究虽然相关性分析中AL与RNFLT呈较为显著的负相关,但多元回归分析中AL与RNFLT失去显著相关性,考虑可能由于年龄因素及其它因素的混杂性影响所致。

综上所述,我们测量的眼部生物学参数中CCT及WWD与AL无相关性,RNFLT随AL的延长逐渐变薄,其它参数均随着AL的延长而增加。

#### 参考文献

- Vohra SB, Good PA. Altered globe dimensions of axial myopia as risk factors for penetrating ocular injury during peribulbar anaesthesia. *Br J Anaesthesiol* 2000;85(2):242-245
- Zhou XD, Wang FR, Zhou SZ, et al. A computed tomographic study of the relation between ocular axial biometry and refraction; in Tokoro T (ed): *Myopia Updates: Proceedings of the 6th International Conference on Myopia*. New York; Springer 1998:112-115
- Atchison DA, Jones CE, Schmid KL, et al. Eye Shape in Emmetropia and Myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45(10):3380-3386
- Wong TY, Foster PJ, Ng TP, et al. Variations in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42(1):73-80

- 5 Grosvenor T. Reduction in axial length with age: an emmetropizing mechanism for the adult eye? *Am J Optom Physiol Opt* 1987; 64(9):657-663
- 6 Leighton DA, Tomlinson A. Changes in axial length and other dimensions of the eyeball with increasing age. *Acta Ophthalmol* 1972;50:815-826
- 7 Ooi CS, Grosvenor T. Mechanisms of emmetropization in the aging eye. *Optom Vis Sci* 1995;72(2):60-66
- 8 Koretz JF, Kaufman PL, Neider MW, et al. Accommodation and presbyopia in the human eye: aging of the anterior segment. *Vision Res* 1989;29(12):1685-1692
- 9 Jivrajka R, Shammas MC, Boenzi T, et al. Variability of axial length, anterior chamber depth, and lens thickness in the cataractous eye. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(2):289-294
- 10 Norrby S, Lydahl E, Koranyi G, et al. Comparison of 2 A-scans. *J Cataract Refract Surg* 2003;29(1):95-99
- 11 Park SH, Park KH, Kim JM, et al. Relation between Axial Length and Ocular Parameters. *Ophthalmologica* 2010;224(3):188-193
- 12 Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(6):2510-2519
- 13 林琳, 宋宗明, 游逸安. 近视屈光度与眼轴长度的相关性分析. *浙江临床医学* 2007;9(2):173-174
- 14 李辉, 阎洪欣, 刘玉华. 青少年单纯性近视眼屈光度与角膜曲率及眼轴的相关性. *眼视光学杂志* 2005;7(2):105-109
- 15 Hosny M, Alio JL, Claramonte P, et al. Relationship between anterior chamber depth, refractive state, corneal diameter, and axial length. *J Refract Surg* 2000;16(3):336-340
- 16 Chang SW, Tsai IL, Hu FR, et al. The cornea in young myopic adults. *Br J Ophthalmol* 2001;85(8):916-920
- 17 Grossniklaus HE, Green WR. Pathologic findings in pathologic myopia. *Ophthalmology* 1992;12(2):127-133
- 18 Budenz DL, Anderson DR, Varma R, et al. Determinants of normal retinal nerve fiber layer thickness measured by Stratus OCT. *Ophthalmology* 2007;114(6):1046-1052
- 19 Leung CK, Mohamed S, Leung KS, et al. Retinal nerve fiber layer measurements in myopia: An optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(12):5171-5176
- 20 Rauscher FM, Sekhon N, Feuer WJ, et al. Myopia affects retinal nerve fiber layer measurements as determined by optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2009;18(7):501-505
- 21 Kim MJ, Lee EJ, Kim TW. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness profile in subjects with myopia measured using the Stratus optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2010;94(1):115-120
- 22 Choi SW, Lee SJ. Thickness changes in the fovea and peripapillary retinal nerve fiber layer depend on the degree of myopia. *Korean J Ophthalmol* 2006;20(4):215-219
- 23 Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1989;107(5):453-464