

近视人群角膜生物力学特性的变化及其影响因素

邓铮铮 李仕明 周跃华 张晶

100730 北京,首都医科大学附属北京同仁医院 北京同仁眼科中心 北京市眼科学与视觉科学重点实验室(邓铮铮,现在高碑店明仁眼科医院)

通信作者:周跃华,Email:YH0220@yahoo.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2016.09.014

【摘要】 背景 角膜屈光手术会对角膜生物力学产生显著影响,然而目前对角膜屈光手术前近视人群的角膜生物力学仍然研究较少,缺乏大样本人群报道。目的 使用眼反应分析仪(ORA)分析单纯近视眼角膜生物力学参数,即角膜滞后量(CH)和角膜阻力因子(CRF)的特性及其影响因素。方法 采用前瞻性队列研究设计,收集2010年4月至2011年1月在北京同仁医院眼科中心拟行角膜屈光手术的单纯近视患者896例1792眼,按受检眼等效球镜度(SE)不同分为-0.25~-3.0 D组、-3.0~-6.0 D组、-6.0~-9.0 D组、-9.0~-12.0 D组、-12.0~-15.0 D组和 ≥ -15.0 D组;按受检眼中央角膜厚度(CCT)不同分为 $<500 \mu\text{m}$ 组、 $500 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 550 \mu\text{m}$ 组、 $550 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 600 \mu\text{m}$ 组和 $\text{CCT} \geq 600 \mu\text{m}$ 组。所有受检眼均经过常规眼科检查;采用ORA测定受检眼CH值和CRF值,比较不同SE组或CCT组间受检眼CH值和CRF值的差异,采用Pearson直线相关分析法评估近视眼CH和CRF的影响因素。结果 受检眼CH和CRF值平均为 $(9.84 \pm 1.52) \text{mmHg}$ ($1 \text{mmHg} = 0.133 \text{kPa}$)和 $(10.46 \pm 1.71) \text{mmHg}$ 。-0.25~-3.0 D组、-3.0~-6.0 D组、-6.0~-9.0 D组、-9.0~-12.0 D组、-12.0~-15.0 D组 ≥ -15.0 D组受检眼CH值分别为 (10.35 ± 1.53) 、 (10.07 ± 1.55) 、 (9.81 ± 1.46) 、 (9.71 ± 1.59) 、 (9.35 ± 1.55) 和 $(9.23 \pm 1.28) \text{mmHg}$,总体比较差异有统计学意义($F = 20.69, P < 0.01$),其中-6.0~-9.0 D组、-9.0~-12.0 D组、-12.0~-15.0 D组 ≥ -15.0 D组受检眼CH值均明显低于-0.25~-3.0 D组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$),而不同SE组CRF值的总体比较差异无统计学意义($F = 0.65, P = 0.49$)。 $<500 \mu\text{m}$ 组、 $500 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 550 \mu\text{m}$ 组、 $550 \sim < 600 \mu\text{m}$ 组和 $\geq 600 \mu\text{m}$ 组受检眼随着CCT的增加CH值和CRF值逐渐增加,总体比较差异均有统计学意义(CH: $F = 110.99, P < 0.01$; CRF: $F = 84.35, P < 0.01$),其中 $550 \sim < 600 \mu\text{m}$ 组和 $\geq 600 \mu\text{m}$ 组受检眼CH值和CRF值明显高于 $<500 \mu\text{m}$ 组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.01$)。受检眼CH值与SE间呈弱的正相关($r = 0.24, P < 0.01$),CRF与SE间无明显相关($r = 0.03, P = 0.20$);受检眼CH值和CRF值与CCT值间均呈中等正相关($r = 0.42, 0.57$,均 $P < 0.01$);CH和CRF值随着SE、角膜曲率(CC)、CCT的增加而增加,回归方程为 $\text{CH} = -7.87 + 0.08\text{SE} + 0.16\text{CC} + 0.02\text{CCT}$ ($R^2 = 0.26, P < 0.01$)和 $\text{CRF} = -11.42 + 0.14\text{CC} + 0.03\text{CCT}$ ($R^2 = 0.34, P < 0.01$),受检者的CH值和CRF值不随年龄和性别的变化而变化。结论 近视眼角膜生物力学的改变与CCT、CC和SE有关,其CH和CRF值随着CCT和CC值的增加而增加,CH值与SE之间呈显著正相关。

【关键词】 生物力学现象/生理;角膜/生理病理;眼科诊断技术/仪器;弹性/生理;屈光手术;近视;人

基金项目:吴阶平医学基金项目(320.6750.10003);北京市科委2012培育项目

Change in corneal biomechanical properties and influence factors in population with myopia Deng

Zhengzheng, Li Shiming, Zhou Yuehua, Zhang Jing

Beijing Ophthalmology & Visual Science Key Laboratory, Beijing Tongren Eye Center, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China (Deng ZZ, Now in Mingren Eye Hospital of Gaobeidian)

Corresponding author: Zhou Yuehua, Email: YH0220@yahoo.com

【Abstract】 **Background** Corneal refractive surgery has significant effects on corneal biomechanical properties. However, there are few study on large scale population with corneal biomechanical properties in the myopic population before corneal refractive surgery. **Objective** This study was to evaluate the change of corneal biomechanical properties and influence factors in myopic eyes using ocular response analyzer (ORA). **Methods** A prospective cohort study was carried out in Beijing Tongren Eye Center from April 2010 to January 2011. Corneal hysteresis (CH) and corneal resistance factor (CRF) were detected using ORA in 1792 eyes of 896 myopic subjects

who were going to receive corneal refractive surgery under the informed consent. According to different spherical equivalent (SE) the eyes were grouped into $-0.25 \sim -3.0$ D group, $-3.0 \sim -6.0$ D group, $-6.0 \sim -9.0$ D group, $-9.0 \sim -12.0$ D group, $-12.0 \sim -15.0$ D group and ≥ -15.0 D group and according to different central corneal thickness (CCT), the eyes were grouped into $<500 \mu\text{m}$ group, $500 \sim <550 \mu\text{m}$ group, $550 \sim <600 \mu\text{m}$ group and $\geq 600 \mu\text{m}$ group. The CH value and CRF value in different SE groups or different CCT groups were compared, and the factors influencing CH and CRF were analyzed by Pearson correlation analysis. **Results** The mean CH and CRF value were (9.84 ± 1.52) mmHg ($1 \text{ mmHg} = 0.133 \text{ kPa}$) and (10.46 ± 1.71) mmHg, respectively in the myopic eyes. The CH values were (10.35 ± 1.53) , (10.07 ± 1.55) , (9.81 ± 1.46) , (9.71 ± 1.59) , (9.35 ± 1.55) and (9.23 ± 1.28) mmHg in the $-0.25 \sim -3.0$ D group, $-3.0 \sim -6.0$ D group, $-6.0 \sim -9.0$ D group, $-9.0 \sim -12.0$ D group, $-12.0 \sim -15.0$ D group and ≥ -15.0 D group, respectively, showing a significant difference among the groups ($F = 20.69, P < 0.01$), and the CH values in the $-6.0 \sim -9.0$ D group, $-9.0 \sim -12.0$ D group, $-12.0 \sim -15.0$ D group and ≥ -15.0 D group were significantly lower than those in the $-6.0 \sim -9.0$ D group, $-9.0 \sim -12.0$ D group (all at $P < 0.01$). There was no significant difference in the CRF values among different SE groups ($F = 0.65, P = 0.49$). CH and CRF values were increasing with the raise of CCT, with evidently differences among the $\text{CCT} < 500 \mu\text{m}$ group, $500 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 550 \mu\text{m}$ group, $550 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 600 \mu\text{m}$ group and $\text{CCT} \geq 600 \mu\text{m}$ group (CH: $F = 110.99, P < 0.01$; CRF: $F = 84.35, P < 0.01$), and the CH and CRF values were significantly higher in the $550 \mu\text{m} \leq \text{CCT} < 600 \mu\text{m}$ group and $\text{CCT} \geq 600 \mu\text{m}$ group than those in the $\text{CCT} < 500 \mu\text{m}$ group (all at $P < 0.01$). CH showed a positive correlation with SE ($r = 0.24, P < 0.01$), and no significant correlation between CRF and SE ($r = 0.03, P = 0.20$). The CH and CRF showed the positive correlations with the CCT ($r = 0.42, 0.57$, both at $P < 0.01$). In addition, CH and CRF values increased as the increases of SE, corneal curvature (CC) and CCT values, with the regression equation of $\text{CH} = -7.87 + 0.08\text{SE} + 0.16\text{CC} + 0.02\text{CCT}$ ($R^2 = 0.26, P < 0.01$) and $\text{CRF} = -11.42 + 0.14\text{CC} + 0.03\text{CCT}$ ($R^2 = 0.34, P < 0.01$), respectively. The CH and CRF did not change with the age and gender in the subjects. **Conclusions** Corneal biomechanical properties including CH and CRF were positively correlated with CCT, CC and SE.

[Key words] Biomechanical phenomena/physiology; Cornea/physiopathology; Diagnostic techniques, ophthalmological/instrumentation; Elasticity/physiology; Refractive surgical procedures; Myopia; Humans

Fund program: Wu Jieping Medical Fund Project (320.6750.10003); 2012 Breeding Program of Beijing Science and Technology Commission

随着角膜屈光手术的发展,临床医师对角膜生物力学特性的关注度逐渐增加。研究表明,眼反应分析仪(ocular response analyzer, ORA)在测量角膜生物力学特性、评估角膜屈光手术前后的生物力学变化、对圆锥角膜进行鉴别诊断以及监测青光眼的病情进展方面具有重要的临床价值^[1-4]。已有研究发现,准分子激光角膜原位磨镶术(laser assisted in-situ keratomileusis, LASIK)手术前后角膜生物力学可发生显著变化^[5]。然而,关于近视人群角膜生物力学的分布特点及其影响因素的研究目前仍然较少。本研究观察近视人群的角膜生物力学特点,旨在为近视患者角膜屈光手术的设计提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用前瞻性队列研究设计。纳入 2010 年 4 月至 2011 年 1 月北京同仁医院眼科中心屈光专科就诊的近视患者 896 例 1 792 眼,其中男 302 例,女 594 例;年龄 18 ~ 46 岁,平均 (28.23 ± 7.58) 岁;受检眼等效球镜度(spherical equivalent, SE)为 $-0.50 \sim -28.75$ D,平均 (-8.06 ± 4.84) D。纳入标准:屈光度数稳定 2 年以

上;无角膜接触镜佩戴史或至少停戴 2 周以上;停戴 3 周以上硬性角膜接触镜或 3 ~ 6 个月角膜矫形镜。排除标准:圆锥角膜及疑似圆锥角膜者;有角膜营养不良、青光眼、糖尿病、瘢痕体质及全身系统性病变者;有其他眼部手术及眼部外伤史。

受检眼按 SE 值分为 $-0.25 \sim -3.0$ D 组、 $-3.0 \sim -6.0$ D 组、 $-6.0 \sim -9.0$ D 组、 $-9.0 \sim -12.0$ D 组、 $-12.0 \sim -15.0$ D 组和 $\text{SE} \geq -15.0$ D 组;按中央角膜厚度(central corneal thickness, CCT)分为 $<500 \mu\text{m}$ 组、 $500 \sim <550 \mu\text{m}$ 组、 $550 \sim <600 \mu\text{m}$ 组和 $\geq 600 \mu\text{m}$ 组。

1.2 方法

1.2.1 受检眼常规眼科检查 受检眼接受常规眼科检查,包括裸眼视力(uncorrected visual acuity, UCVA)和最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)检查、眼前节检查、非接触眼压计眼压测量、间接检眼镜检查、电脑验光、显然验光和扩瞳验光、角膜曲率(corneal curvature, CC)、CCT 测定和角膜地形图检测。

1.2.2 受检眼角膜生物力学参数的测定 由同一检查医师采用眼反应分析仪(ocular response analyzer, ORA)(美国 Reichert 公司)测定受检眼角膜滞后量(corneal hysteresis, CH)和角膜阻力因子(corneal

resistance factor, CRF)。测定时嘱患者放松并注视绿灯固视目标,测压头对准角膜后立即发出一股柔和的脉冲气流作用于角膜,3 ms 后关闭脉冲气流,得到 1 个测量的波形图和 1 组测定值。每眼测定 4 次,取其平均值。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 16.0 统计学软件进行统计分析。本研究中测量指标的数据资料经 Kolmogorov-Smirnov 检验,符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用均衡分组试验设计,不同 SE 组和不同 CCT 组受检眼角膜参数的总体差异比较均采用单因素方差分析,组间多重比较采用 Dunnett *t* 检验。不同性别间角膜各测量参数的比较采用独立样本 *t* 检验。采用 Pearson 线性相关分析法评估 CH 和 CRF 与 SE、CC、CCT 的相关性;采用多元线性回归法评估 CH 和 CRF 依据 SE、CC、CCT 变化而发生的改变,分别对相关系数和回归方程进行假设检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 受检眼角膜生物力学指标测定值

受检眼平均 CH 值为 (9.84 ± 1.52) mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa), CRF 为 (10.46 ± 1.71) mmHg, CCT 为 (541 ± 33) μm , CC 为 (43.78 ± 1.35) mm。

2.2 不同屈光度组受检眼 CH 和 CRF 变化

不同 SE 组间受检眼 CC、CRF 和 CCT 测定值的总体比较差异均无统计学意义 ($F = 1.38, P = 0.23; F =$

$0.65, P = 0.49; F = 0.41, P = 0.98$), 而随着受检眼 SE 的增加, CH 值逐渐降低, 各组间 CH 值的总体比较差异有统计学意义 ($F = 20.69, P < 0.01$), 其中与 $-0.25 \sim -3.0$ D 组受检眼比较, $-6.0 \sim -9.0$ D 组、 $-9.0 \sim -12.0$ D 组、 $-12.0 \sim -15.0$ D 组和 ≥ -15.0 D 组受检眼 CH 值均明显降低, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 而 $-3.0 \sim -6.0$ D 组受检眼 CH 值与 $-0.25 \sim -3.0$ D 组差异无统计学意义 ($P > 0.05$) (表 1)。

2.3 不同角膜厚度组受检眼 CH 和 CRF 变化

不同 CCT 组间 SE 的总体比较差异无统计学意义 ($F = 1.83, P = 0.14$), 而随着受检眼 CCT 的增加, CC 值逐渐降低, 总体比较差异有统计学意义 ($F = 8.67, P < 0.01$); CH 和 CRF 值均逐渐增加, 各组间总体比较差异均有统计学意义 ($F = 110.99, 84.35$, 均 $P < 0.01$), 其中与 $< 500 \mu\text{m}$ 组比较, $550 \sim 600 \mu\text{m}$ 组和 $\geq 600 \mu\text{m}$ 组受检眼 CC 值均明显下降, 而 CH 和 CRF 值均明显升高, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.01$), 但 $500 \sim 550 \mu\text{m}$ 组受检眼与 $< 500 \mu\text{m}$ 组比较, CC、CH 和 CRF 值的差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 2)。

2.4 不同性别患者受检眼角膜各参数的比较

与女性患者受检眼比较, 男性患者受检眼 CCT 值升高, CH 值下降, 差异均有统计学意义 ($t = 4.36, P = 0.04; t = 16.00, P < 0.01$), 而不同性别间 CC 值和 CRF 值的差异均无统计学意义 (均 > 0.05) (表 3)。

表 1 不同 SE 组受检眼角膜各参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数/眼数	SE (D)	CC (mm)	CCT (μm)	CH (mmHg)	CRF (mmHg)
-0.25 ~ <-3.00 D 组	156/311	-2.19 ± 0.65	43.62 ± 1.35	541.00 ± 28.00	10.35 ± 1.53	10.56 ± 1.83
-3.00 ~ <-6.00 D 组	223/445	-4.56 ± 0.75	43.73 ± 1.30	541.00 ± 32.00	10.07 ± 1.55	10.69 ± 1.96
-6.00 ~ <-9.00 D 组	214/428	-7.32 ± 0.79	43.84 ± 1.45	541.00 ± 35.00	9.81 ± 1.46 ^a	10.44 ± 1.63
-9.00 ~ <-12.00 D 组	143/286	-10.11 ± 0.83	43.89 ± 1.30	539.00 ± 35.00	9.71 ± 1.59 ^a	10.48 ± 1.73
-12.00 ~ <-15.00 D 组	98/196	-13.05 ± 0.80	43.83 ± 1.35	540.00 ± 32.00	9.35 ± 1.55 ^a	10.30 ± 1.71
≥ -15.00 D 组	103/205	-18.02 ± 2.81	43.75 ± 1.27	541.00 ± 34.00	9.23 ± 1.28 ^a	10.38 ± 1.48
<i>F</i>		5.62	1.38	0.14	20.69	0.65
<i>P</i>		<0.01	0.23	0.98	<0.01	0.49

注:与各自的 $-0.25 \sim -3.0$ D 组比较, ^a $P < 0.05$ (单因素方差分析, Dunnett *t* 检验) SE:等效球镜度;CC:角膜曲率;CCT:中央角膜厚度;CH:角膜滞后量;CRF:角膜阻力因子

表 2 不同 CCT 组受检眼的角膜各参数值比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数/眼数	CCT (μm)	SE (D)	CC (mm)	CH (mmHg)	CRF (mmHg)
<500 μm 组	88/176	483 ± 14	-8.41 ± 4.44	44.20 ± 1.31	8.78 ± 1.30	8.90 ± 1.39
500 ~ <550 μm 组	475/950	527 ± 14	-8.00 ± 4.88	43.87 ± 1.42	9.57 ± 1.38	10.12 ± 1.49
550 ~ <600 μm 组	329/658	569 ± 13	-8.04 ± 5.07	43.63 ± 1.43 ^a	10.33 ± 1.51 ^a	11.25 ± 1.51 ^a
$\geq 600 \mu\text{m}$ 组	44/ 88	616 ± 15	-6.93 ± 4.40	43.59 ± 1.63 ^a	11.54 ± 1.57 ^a	12.76 ± 1.82 ^a
<i>F</i>		308.00	1.83	8.67	110.99	84.35
<i>P</i>		<0.01	0.14	<0.01	<0.01	<0.01

注:与各自的 <500 μm 组比较, ^a $P < 0.01$ (单因素方差分析, Dunnett *t* 检验) CCT:中央角膜厚度;SE:等效球镜度;CC:角膜曲率;CH:角膜滞后量;CRF:角膜阻力因子

表 3 不同性别间角膜生物力学参数比较($\bar{x}\pm s$)

性别	例数/眼数	CCT(μm)	SE(D)	CC(mm)	CH(mmHg)	CRF(mmHg)
男	302/604	545 \pm 36	-7.70 \pm 5.14	43.48 \pm 1.44	9.80 \pm 1.68	10.58 \pm 1.82
女	594/1188	540 \pm 33	-8.22 \pm 4.71	44.03 \pm 1.47	9.90 \pm 1.46	10.49 \pm 2.88
<i>t</i>		4.36	5.04	0.10	16.00	0.37
<i>P</i>		0.04	0.03	0.75	<0.01	0.54

注:CCT:中央角膜厚度;SE:等效球镜度;CC:角膜曲率;CH:角膜滞后量;CRF:角膜阻力因子(独立样本 *t* 检验)

2.5 影响受检眼角膜生物力学参数的相关因素

对影响受检眼 CH 值和 CRH 值的有关因素进行直线相关分析,受检眼 CH 值与 SE 呈较弱正相关($r=0.24, P<0.01$),而 CRF 值与 SE 无明显相关性($r=0.03, P=0.20$);受检眼 CH 值和 CRF 值与 CCT 值间均呈中等正相关($r=0.42, 0.57$, 均 $P<0.01$)(图 1)。分别以 CRF 和 CH 为应变量,以 SE、CC、CCT、性别和年龄为自变量进行多元线性逐步回归分析,多元回归方程为 $CH=-7.87+0.08SE+0.16CC+0.02CCT(R^2=0.26, P<0.01)$,即 SE 每增加 0.08 D,CC 每增加 0.16 D,CCT 每增加 0.02 μm ,CH 则增加 1 mmHg; $CRF=-11.42+0.14CC+0.03CCT(R^2=0.34, P<0.01)$,即 CC 和 CCT 每增加 0.14 D 和 0.03 μm ,CRF 则增加 1 mmHg。此外受检患者的 CH 值和 CRF 值与年龄和性别均无明显相关性。

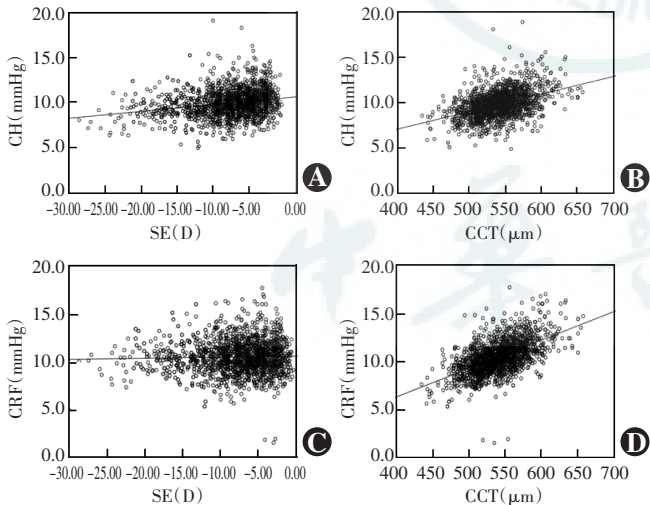


图 1 受检眼 CH 和 CRF 与 SE 和 CCT 的关系(Pearson 直线相关分析, $n=896$) A:受检眼 CH 值与 SE 间呈弱正相关($r=0.24, P<0.01$) B:受检眼 CH 值与 CCT 间呈中等正相关($r=0.42, P<0.01$) C:受检眼 CRF 值与 SE 无明显相关性($r=0.03, P=0.20$) D:受检眼 CRF 与 CCT 呈中等正相关($r=0.57, P<0.01$) CH:角膜滞后量;SE:等效球镜度;CCT:中央角膜厚度;CRF:角膜阻力因子

3 讨论

近年来,随着角膜屈光手术技术和设备的不断进

步与发展,近视患者的矫治效果逐渐改善,但仍然存在潜在的威胁视力的手术风险,如角膜屈光术后可导致角膜生物力学稳定性的改变^[6]。研究发现,LASIK 中角膜瓣的制作和角膜基质的切削可致术后角膜变薄,造成术后角膜生物力学的稳定性降低,而高度近视眼的角膜屈光矫正手术需要切削更多的角膜基质,增加了术后角膜扩张的风险^[5-8]。因此,了解近视眼的角膜生物力学特性对 LASIK 术后的可预测性和安全性的判断具有重要的临床意义。目前,关于近视患者角膜生物力学特性评估的研究鲜见报道,且各研究中样本量均较小。本研究中应用 ORA 对近视眼角膜生物力学进行大样本的观察,分析其特点及影响因素,为近视患者角膜屈光手术的术前整体评估提供临床参考。

本研究中依据近视患者的 SE 不同进行分组,发现不同程度近视组间近视患者 CC 和 CCT 无显著差异,但随近视度数的加深,近视患者 CH 值逐渐降低,而不同程度近视组受检眼 CRF 值间差异无统计学意义。对近视患者 CH 和 CRF 值的影响因素进行分析发现,近视患者 CH 与 SE 间呈正相关,而 CRF 与 SE 无明显相关性。Shen 等^[9]研究发现,高度近视眼的 CH 值较低,其自身角膜的生物力学稳定性降低,与本研究结果一致。研究表明,高度近视眼的 LASIK 术中要切削更多的角膜基质,而 LASIK 术后角膜 CRF、CH 的降低与切削深度均呈负相关^[10],这提示我们在角膜屈光手术中要考虑术后患者角膜生物力学的变化对角膜稳定性的影响。

在角膜的生物力学参数中,CCT 是影响角膜硬度的重要因素,个体间角膜硬度的差异与 CCT 密切相关,因此 CCT 被认为是衡量角膜硬度的重要指标^[11]。本研究中依据受检眼 CCT 分组后进行研究,发现近视患者 CH 和 CRF 值均随 CCT 增加而增加,且近视患者 CH 和 CRF 值的增加与 CCT 逐渐增厚有关。

我们进一步在角膜生物力学参数与近视人群角膜各参数之间进行了多元线性逐步回归分析,从回归方程中可以看出,近视患者 CH 值随着 CCT 的增加、CC 的增加和 SE 的增加而增加,而 CRF 值也随着 CCT 的增厚和 CC 的增大而增加,故 CCT 和 CC 成为同时影响 CRF 和 CH 的主要因素,而 CC 的变化影响较小,这与 Shah 等^[12]和 Lam 等^[13]的研究结论一致,即角膜越厚,测得的 CRF 和 CH 值也较高,这预示着近视患者 CCT 值大者角膜弹性和 CRF 较大。

一般认为,性别对角膜生物力学没有显著影响。本研究中对不同性别间近视患者 CRF 值和 CH 值进行了比较,发现不同性别间近视患者 CRF 值和 CH 值无明显差别,这与 Shah 等^[12]的研究结果吻合,表明近视眼的角膜生物力学特性与性别无关。此外,本研究中发现年龄与 CH 和 CRF 之间也无明显的相关性,这可能与本研究中纳入的个体年龄较为集中有关。

Lim 等^[14]研究发现,角膜较平坦者 CH 值较低,与本研究结果一致。本研究中还发现近视眼 CC 与 CRF 和 CH 值间均呈正相关,提示近视度数高的角膜需要更大的力量来压平,导致测得的眼压偏高,而近视度数低的角膜测得的眼压偏低,因此,在近视患者的眼压测量过程中,尤其是角膜屈光手术后 CCT 和角膜屈光力均降低的条件下,要考虑到 CCT 对角膜生物力学稳定性的影响,还要考虑到 CC 的影响。另有研究表明,角膜的生物力学特性还与角膜的胶原纤维直径及其排列方式、角膜的水和状态等因素有关^[15]。因此,在角膜屈光手术中应综合术前的术前角膜生物力学参数、非球性参数、角膜切削量和术后角膜屈光力改变等因素进行手术设计,以确保角膜屈光手术的安全性。

参考文献

- [1] Terai N, Raikup F, Hausteim M, et al. Identification of biomechanical properties of the cornea: the ocular response analyzer [J]. *Curr Eye Res*, 2012, 37(7): 553-562. DOI: 10.3109/02713683.2012.669007.
- [2] De Medeiros FW, Sinha-Roy A, Alves MR, et al. Differences in the early biomechanical effects of hyperopic and myopic laser in situ keratomileusis [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2010, 36(6): 947-953. DOI: 10.1016/j.jcrs.2009.12.032.
- [3] Cohen EJ, Myers JS. Keratoconus and normal-tension glaucoma: a study of the possible association with abnormal biomechanical properties as measured by corneal hysteresis [J]. *Cornea*, 2010, 29(9): 955-970. DOI: 10.1097/ICO.0b013e3181ca363e.
- [4] Park JH, Jun RM, Choi KR. Significance of corneal biomechanical properties in patients with progressive normal-tension glaucoma [J]. *Br J Ophthalmol*, 2015, 99(6): 746-751. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2014-305962.
- [5] Chen S, Chen D, Wang J, et al. Changes in ocular response analyzer parameters after LASIK [J]. *J Refract Surg*, 2010, 26(4): 279-288. DOI: 10.3928/1081597X-20100218-04.
- [6] Kirwan, CM, O'Keefe. Corneal hysteresis using the Reichert ocular response analyzer: findings pre-and post-LASIK and LASEK [J]. *Acta Ophthalmol*, 2008, 86(2): 215-218. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2007.01023.x.
- [7] Qazi, MA, Sanderson JP, AM, et al. Postoperative changes in intraocular pressure and corneal biomechanical metrics laser in situ keratomileusis versus laser-assisted subepithelial keratectomy [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2009, 35(10): 1774-1788. DOI: 10.1016/j.jcrs.2009.05.041.
- [8] Xu S, Xu A, Tao A, et al. Corneal biomechanical properties and intraocular pressure in high myopic anisometropia [J]. *Eye Contact Lens*, 2010, 36(4): 204-209. DOI: 10.1097/ICL.0b013e3181e4a60a.
- [9] Shen M, Fan F, Xue A, et al. Biomechanical properties of the cornea in high myopia [J]. *Vision Res*, 2008, 48(21): 2167-2171. DOI: 10.1016/j.visres.2008.06.020.
- [10] Chen MC, Lee N, Bourla N, et al. Corneal biomechanical measurements before and after laser in situ keratomileusis [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2008, 34(11): 1886-1891. DOI: 10.1016/j.jcrs.2008.06.035.
- [11] Wasielica-Poslednik J, Berisha F, Aliyeva S, et al. Reproducibility of ocular response analyzer measurements and their correlation with central corneal thickness [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2010, 248(11): 1617-1622. DOI: 10.1007/s00417-010-1471-1.
- [12] Shah S, Laiquzzaman M, Yeung I, et al. The use of the ocular response analyzer to determine corneal hysteresis in eyes before and after excimer laser refractive surgery [J]. *Cont Lens Anterior Eye*, 2009, 32(3): 123-128. DOI: 10.1016/j.clae.2009.02.005.
- [13] Lam A, Chen D, Chiu R, et al. Comparison of IOP measurements between ORA and GAT in normal Chinese [J]. *Optom Vis Sci*, 2007, 84(9): 909-914. DOI: 10.1097/OPX.0b013e3181559db2.
- [14] Lim L, Gazzard G, Chan YH, et al. Cornea biomechanical characteristics and their correlates with refractive error in Singaporean children [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2008, 49(9): 3852-3857. DOI: 10.1167/iov.07-1670.
- [15] Allam RS, Khalil NM. Evaluation of sex differences in corneal hysteresis [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2015. DOI: 10.5301/ejo.5000572.

(收稿日期: 2016-02-21)

(本文编辑: 尹卫靖 杜娟)

消息

《图解青光眼手术操作与技巧》新书速递

由张秀兰、王宁利著,葛坚、叶天才审校,中国著名青光眼专家李美玉、蒋幼芹、葛坚、叶天才和彭大伟教授亲笔作序,国家科学技术学术著作出版基金资助出版的《图解青光眼手术操作与技巧》已于 2016 年 8 月由人民卫生出版社正式出版并发行。该书大 16 开本,98.2 万字,收录 2 500 余幅精美图片,回答了 350 个与手术相关的临床问题,输入网络增值码可观看 108 个手术视频,扫描封底二维码可查看手术视频目录,系统、全面地介绍了青光眼手术操作与技巧。该书写作风格独特,表述细腻,极具特色,为大 16 开本,98.2 万字,为《图解临床青光眼诊治》姊妹篇,适合青光眼专业医师、医学生、研究生、各级眼科医师阅读。购书途径:人民卫生出版社销售部(电话:13910668535,010-59787226);或登录人民卫生出版社官网(www.pmph.com)在线购书;全国各大新华书店及京东、当当、亚马逊等均有售;可联系中山眼科中心郭老师(电话:020-87334247)。零售价:398 元(10 本以上可获 6.5 折优惠)。

(本刊编辑部)