

角膜塑形术后地形图的傅立叶分析

梁莉, 温跃春, 顾永昊, 周末, 鲍建, 董琼

摘要 目的 运用傅立叶分析地形图观察角膜塑形术对角膜表面光学特性的影响, 探索这一定量分析方法是否可以作为术前术后动态评估的有效模式。方法 选取 38 例患者 (75 眼), 平均等效屈光度范围为 $-0.75 \sim -6.00$ D。采用夜戴型角膜塑形镜矫治近视, 分别在配戴角膜塑形镜前、戴镜后 1 个月进行角膜地形图检查, 通过 Fourier Map 模式对 Fourier index (傅立叶指数) 的 0 次球面部分 (Spherical)、1 次非对称性部分 (Asymmetry)、2 次规则散光部分 (Reg. Astig) 和 3 次以上高次非规则散光部分 (Higher order) 等 4 种组成部分数据进行对比分析。结果 戴镜 1 个月后, 角膜中央 3.6 mm 范围 Spherical 的平均值与基线水平相比, 差异有统计学意义 ($t = 19.19, 18.745, P < 0.01$)。角膜中央 3.6 mm 范围 Reg. Astig 的平均值与基线水平相比, 差异无统计学意义 ($t = 1.909, 0.773, P > 0.05$)。角膜中央 3.6 mm 范围 Asymmetry 的平均值与基线水平相比, 差异有统计学意义 ($t = -6.289, -9.436, P < 0.01$)。角膜中央 3.6 mm 范围 Higher order 的平均值与基线水平相比, 差异有统计学意义 ($t = -3.248, -4.909, P < 0.01$)。结论 傅立叶分析模式反映了角膜塑形术后角膜中央 3.6 mm 区域光学特性的变化, 是角膜塑形术有效的定量分析模式。

关键词 角膜塑形术; 角膜地形图; 傅立叶分析

中图分类号 R 778.3; R 770.4

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2014)12-1759-03

近视已成为全球性的严重公共卫生和社会问题, 角膜塑形术作为一种非手术矫正近视的方法, 近年来应用日益广泛。角膜塑形术的推广应用, 不仅是因为其独特的屈光矫正效应, 更多的是被证明能够控制青少年近视的发展, 虽然机制还不明确, 研究^[1]表明重塑角膜表面形态, 使中央角膜变平、中周部角膜变陡, 从而使周边屈光度发生近视性漂移是主要作用因素。角膜地形图检查是获取角膜表面信息的重要检测手段, 能够正确的反映角膜表面的整个形态变化, 尤其是对角膜塑形镜的设计、配戴者

配适前参数的选定, 以及配戴后的角膜变化的动态评价等具有非常重要的临床意义。但到目前为止, 甚少有关于角膜塑形术前后角膜不同区域光学指数特征性改变定量分析方法的报道。该研究运用傅立叶分析地形图观察角膜塑形术对角膜表面屈光状态的影响, 探索这一定量分析方法是否可以作为术前术后动态评估的有效模式。

1 材料与方法

1.1 病例资料 收集 2012 年 3 月 ~ 2013 年 9 月在安徽医科大学附属省立医院眼科成功验配角膜塑形镜的屈光不正患者, 选取屈光状态范围: 等效球镜为 $-0.75 \sim -6.00$ DS; 顺规散光 ≤ -2.00 DC, 逆规散光 ≤ -1.50 DC, 且均不超过近视度数的 1/2; 角膜曲率范围 38.00 ~ 46.00 D; 最佳矫正视力均 ≥ 5.0 ; 双眼除屈光不正之外, 无眼部及全身系统其他异常或疾病者入选进行自身对照研究。入选对象此前均未经过角膜塑形术治疗和佩戴过其他任何类型角膜接触镜, 纳入对象均在充分了解角膜塑形术后签署知情同意书。共计 38 例患者 75 眼, 年龄 8 ~ 26 (12.66 ± 4.19) 岁。男 18 例, 女 20 例。

1.2 材料 采用欧普康视科技股份有限公司提供的角膜塑形用硬性透气性角膜接触镜, 材料为美国博士顿公司生产的 Boston XO (主要成份氟硅丙烯酸酯), 透氧系数 DK 值为 100, $\phi 10.4 \sim 10.8$ mm, 光学中心厚度 0.24 mm, 折射率为 1.415, 内表面为 7 个弧段的 4 区反转几何设计。

1.3 主要检查仪器 对数视力表、TMS-4 角膜地形图检查仪、裂隙灯显微镜、带状光检影镜、TOPCON_VT10 综合验光仪、荧光素钠试纸、验光试片箱。

1.4 镜片配适及随访 采用标准片试戴法。在戴上第 1 片标准片后等待 15 ~ 20 min 后点适量的荧光素钠, 在裂隙灯钴蓝光下观察镜片的位置和活动度, 观察角膜塑形镜各弧段的显影情况, 评估镜片的配适情况。根据患者的配适情况看是否需要调适镜片, 理想的镜片配适要求镜片有良好的中心定位, 中央有 3.0 ~ 4.0 mm 的平坦接触区; 反转弧处有 1.0 ~ 2.0 mm 的较厚的泪液层, 染色后呈浓绿的 360° 荧光充盈环; 定位弧与角膜平行接触, 染色后呈淡绿

2014-08-07 接收

基金项目: 安徽省自然科学基金 (编号: 1208085QH167)

作者单位: 安徽医科大学附属省立医院眼科, 合肥 230001

作者简介: 梁莉, 女, 硕士研究生, 副主任医师;

温跃春, 男, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-mail:

fangmangban@126.com

或淡黑状态;周边有 0.4~0.6 mm 宽边翘,染色后呈 360°浓绿色荧光亮环。镜片与角膜之间没有大的气泡,眨眼时镜片的活动度 0.5~1.0 mm。戴镜视力达到 1.0 及以上。全部采用夜戴方式,戴镜时间为 8~10 h/每夜,戴镜 1 个月后记录早上取镜后 2 h 内角膜地形图情况,观察角膜形态变化。

1.5 角膜地形图检查 将患者在 TMS-4 角膜地形图仪中的角膜图像打开,在地形图上的任意位置,点击鼠标右键,出现 Map Option Menu(地形图选项菜单),选择 Fourier Map 模式显示 Fourier Map 图形。记录角膜 ϕ 3 mm 和 6 mm 区域的 0 次球面部分(Spherical)、1 次非对称性部分(Asymmetry)、2 次规则散光部分(Regular astigmatism, Reg. Astig)和 3 次以上高次非规则散光部分(Higher order irregularity, Higher order)等 4 类数据并进行分析研究。

1.6 统计学处理 采用 SPSS 19.0 统计软件分析,戴镜前后 4 组 Fourier index(傅立叶指数)数据与原始数据的比较采用配对的 t 检验,对 3、6 mm 角膜曲率变化值与待矫正的等效球镜度数采用 Spearman 秩相关分析。

2 结果

2.1 一般情况 戴镜 1 个月后,随访病例裸眼视力均在 0.8 以上,无明显眼部并发症。经 TMS-4 角膜地形图 Fourier Map 分析,戴镜前与戴镜 1 个月后角膜 3、6 mm 区域各部分指数均有不同程度变化,见表 1。

2.2 戴镜前后 3 mm 与 6 mm Spherical 平均差值变化情况 戴镜前 3 mm 与 6 mm Spherical 平均差值 0.258 ± 0.200 ,戴镜后 3 mm 与 6 mm Spherical 平均差值 -0.847 ± 0.495 ,两组差值比较,差异有统计学意义($t = 17.917$, $P = 0.000$),见图 1。Spearman 秩相关分析显示 3 mm 戴镜前后差值与球镜度数呈负相关性($r_s = -0.707$, $P = 0.000$);6 mm 戴镜前后

差值与球镜度数呈负相关性($r_s = -0.642$, $P = 0.000$)。

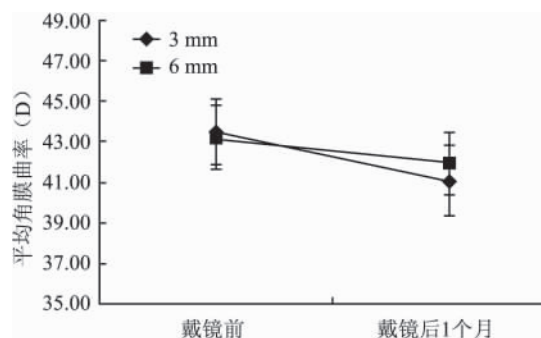


图1 研究对象戴镜1个月前后角膜曲率变化情况

3 讨论

计算机辅助的角膜地形图分析系统由于能一次性完成角膜表面各项参数的测量,目前已显示出其在接触镜验配领域重要的应用价值。在 TMS 角膜地形图仪中傅立叶分析将 4 种组成部分的谐波以三角函数的和的形式展开,得到角膜各次部分的值,是一种用于分析角膜光学特性的方法。无论对于正常角膜、病态角膜及手术后角膜状态,角膜地形图傅立叶分析都是一种非常实用的定量分析手段^[2]。

张纓等^[3]研究发现角膜塑形镜在治疗约 1 个月后可基本达到稳定的效果,通过对比戴镜 1 个月前后的傅立叶角膜地形图,分析傅立叶指数各部分的变化情况,评估角膜塑形术对角膜表面形态及光学特性的影响。角膜曲率变平坦是评估角膜塑形术效果的关键指标之一^[4],是角膜塑形镜暂时降低近视度数的关键因素。本研究显示,在配戴角膜塑形镜后 3、6 mm 区域角膜曲率均呈下降趋势,这与中央压平区指镜片基弧区作用范围结果一致。在比较角膜中央 ϕ 3、6 mm 角膜曲率的变化与待矫正的等效屈光度关系中 3 mm 的数值变化相关性更高,

表1 研究对象戴镜1个月前后傅立叶指数变化情况($n = 75$, $\bar{x} \pm s$)

项目	傅立叶指数	戴镜前	戴镜1个月	差值	t 值	P 值
3 mm	Spherical	43.49 \pm 1.60	41.07 \pm 1.72	2.42 \pm 1.090	19.190	<0.001
	Reg. Astig	0.56 \pm 0.24	0.51 \pm 0.24	0.04 \pm 0.20	1.909	0.060
	Asymmetry	0.28 \pm 0.17	0.57 \pm 0.37	-0.28 \pm 0.39	-6.289	<0.001
	Higher order	0.10 \pm 0.06	0.14 \pm 0.08	-0.04 \pm 0.10	-3.248	0.002
6 mm	Spherical	43.23 \pm 1.56	41.91 \pm 1.50	1.31 \pm 0.61	18.745	<0.001
	Reg. Astig	0.57 \pm 0.20	0.56 \pm 0.19	0.01 \pm 0.14	0.773	0.442
	Asymmetry	0.40 \pm 0.18	0.89 \pm 0.48	-0.49 \pm 0.45	-9.436	<0.001
	Higher order	0.12 \pm 0.06	0.17 \pm 0.07	-0.05 \pm 0.08	-4.909	<0.001

表明角膜塑形术后近视度数的下降主要取决于中央 3 mm 区域的角膜曲率变平,两者呈负相关性。同时本研究中戴镜前 3 mm 与 6 mm 球面部分角膜曲率的差值在戴镜后由正向负的转化趋势进一步证实了角膜塑形术后角膜中央变平,中周部相对变陡的理论依据,为解释角膜塑形术即通过矫正中央部屈光不正,又造成了周边部的近视漂移,减少了周边部的远视性离焦的作用机制^[5]提供了理论依据。

Hiraoka et al^[6]的研究认为,角膜塑形镜在矫正近视的同时,即使是临床配适非常良好,仍会引起角膜不规则散光及高阶像差增加,影响视觉质量。本研究显示在戴镜 1 个月后 3、6 mm Asymmetry 与基线数据相比差异无统计学意义,表明配戴角膜塑形镜后并没有增加规则散光指数,但是与基线数据相比,Reg. Astig 指数和 Higher order 值均有增加,差异有统计学意义,这与研究^[4,7]结果一致。配戴角膜塑形镜后,角膜形态产生非生理性的变化,角膜中央变扁平,相应反转头弧区周边部的屈光力增加,这种形态的改变被认为是造成像差增大的原因。

现代角膜塑形镜直径一般在 10.4 ~ 10.8 mm,光学基弧区直径约 6 mm^[8]。角膜地形图常用定量参数多侧重表达了角膜中央 3 ~ 4 mm 区域的生物特性,而 Fourier Map 显示有角膜中央 ϕ 3 mm 与 ϕ 6

mm 的各部分屈光指数值,以图形和定量形式更加全面显示出角膜有效塑形术前后角膜中周区光学特性的变化,是符合角膜塑形镜设计的一种定量分析模式和评估模式。

参考文献

- [1] 陈 志,瞿小妹,周行涛. 角膜塑形镜对周边屈光度的影响及其作用机制[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2012, 14(2): 74-8.
- [2] 谢培英. 青少年近视、散光的非手术控制与治疗[J]. 眼科, 2006, 15(5): 294-8.
- [3] 张 纓,谢培英. 角膜塑形术后角膜地形图早期改变[J]. 眼视光学杂志 2000, 2(1): 11-3.
- [4] 王 武. 角膜塑形术对角膜表面形态及角膜像差的影响[J]. 中华眼视光学与视觉科学杂志 2011, 13(4): 269-73
- [5] 谢培英. 重新认识角膜塑形术[J]. 眼科 2012, 21(6): 361-5.
- [6] Hiraoka T, Okamoto F, Kaji Y, et al. Optical quality of the cornea after overnight orthokeratology [J]. Cornea, 2006, 25(10 Suppl 1): 59-63.
- [7] Stiltiano I G, Chalita M R, Schor P, et al. Corneal changes and wavefront analysis after orthokeratology fitting test [J]. Am J Ophthalmol 2007, 144(3): 378-86.
- [8] 褚仁远. 现代角膜塑形学[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2006: 70-5.

Fourier analysis of corneal topography after overnight orthokeratology

Liang Li, Wen Yuechun, Gu Yonghao, et al

(Dept of Ophthalmology, The Affiliated Provincial Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230001)

Abstract Objective To investigate optical property changes in corneal surface of orthokeratology lens wearers by using fourier analysis and to explore whether this method can be used to evaluate effectiveness of the treatment.

Methods 38 myopic patients (total of 75 myopic eyes) wore reverse-geometry OK lenses every night for 1 month. Corneal morphology was measured by TMS-4. Baseline and 1 month follow-up data were collected and analyzed. The Fourier indices including Spherical, Asymmetry, Reg. Astig and higher order irregularity were obtained by Fourier Map. **Results** After wearing OK lenses for one month, the mean of spherical average of the central 3 mm and 6 mm corneal declined and both were statistically significant ($t = 19.19, 18.745; P < 0.01$). The average of Reg. Astig of central 3 mm and 6 mm corneal declined and both were not statistically significant ($t = 1.909, 0.773; P > 0.05$). The average of Asymmetry of the central 3 mm and 6 mm corneal increased and both were statistically significant ($t = -6.289, -9.436; P < 0.01$). The average of higher order of the central 3 mm and 6 mm corneal increased and both were statistically significant ($t = -3.248, -4.909, P < 0.01$). **Conclusion** Fourier analysis is an effective method to calculate corneal optical changes of both 3 mm and 6 mm corneal surface areas after orthokeratology treatment.

Key words orthokeratology; corneal topography; fourier analysis