

飞秒激光辅助 LASIK 制瓣术中发生前房气泡的影响因素和处理

李仲佶, 段宇辉, 米生健, 高 玮, 李金科

作者单位: (710054) 中国陕西省西安市, 武警陕西省总队医院眼科

作者简介: 李仲佶, 女, 毕业于哈尔滨医科大学, 硕士, 住院医师, 研究方向: 眼视光学、角膜屈光手术。

通讯作者: 米生健, 男, 主任医师, 研究方向: 眼视光学、角膜屈光手术. shengjian.mi@163.com

收稿日期: 2017-07-20 修回日期: 2017-10-24

The influence factors and management of anterior chamber gas bubble emergence during femtosecond flap creation for LASIK

Zhong - Ji Li, Yu - Hui Duan, Sheng - Jian Mi, Wei Gao, Jin - Ke Li

Department of Ophthalmology, People's Armed Police Corps Hospital of Shaanxi Province, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Sheng-Jian Mi. Department of Ophthalmology, People's Armed Police Corps Hospital of Shaanxi Province, Xi'an 710054, Shaanxi Province, China. shengjian.mi@163.com

Received: 2017-07-20 Accepted: 2017-10-24

Abstract

• AIM: To study the influence factors and management of anterior chamber gas bubble during femtosecond flap creation for laser-assisted *in situ* keratomileusis (LASIK).

• METHODS: Totally 9 671 eyes of 4 859 patients with femtosecond LASIK were included in this study. Preoperative, intraoperative and postoperative parameters of anterior chamber gas bubble patients were analyzed and compared.

• RESULTS: A total of 51 cases (0.53%) occurred anterior chamber gas bubble during femtosecond flap creation. There was no statistical difference between uncorrected visual acuity of postoperative 1mo (-0.076 ± 0.09) and preoperative best corrected visual acuity (-0.08 ± 0.04 ; $t = -0.34$, $P = 0.74$). And 33 eyes (65%) did not affect the pupil tracking, but there were 18 eyes (35%) unable to track the pupil successfully. There was no statistical difference in uncorrected visual acuity of postoperative 1mo between trace group (-0.06 ± 0.08) and no trace group (-0.11 ± 0.09 ; $t = 1.82$, $P = 0.07$). The highest incidence of anterior chamber gas bubble was at 9 point, followed by 3 point. There were no statistical differences in spherical equivalent refraction, corneal curvature, corneal diameter, anterior chamber volume, anterior chamber depth and intraoperative femtosecond laser

energy between anterior chamber gas bubble eyes and the contralateral eyes ($P > 0.05$).

• CONCLUSION: Anterior chamber gas bubble formation during femtosecond flap creation for LASIK is an uncommon event. It may affect the eye tracking. There is no obvious effect on early postoperative visual acuity if intraoperative disposed properly. The direct or indirect factors of anterior chamber gas bubble formation are unclear.

• KEYWORDS: femtosecond laser; anterior chamber gas bubble; laser-assisted *in situ* keratomileusis

Citation: Li ZJ, Duan YH, Mi SJ, *et al.* The influence factors and management of anterior chamber gas bubble emergence during femtosecond flap creation for LASIK. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2017;17(12):2363-2366

摘要

目的: 探讨飞秒激光辅助 LASIK 制瓣术中发生前房气泡的影响因素和处理方法。

方法: 飞秒激光辅助 LASIK 手术患者 4 859 例 9 671 眼, 回顾性分析比较其中发生前房气泡眼的术前、术中及术后各参数。

结果: 患者 51 眼发生前房气泡, 发生率为 0.53%。术后 1mo 裸眼视力 (-0.076 ± 0.09) 与术前最佳矫正视力 (-0.08 ± 0.04) 相比差异无统计学意义 ($t = -0.34$, $P = 0.74$)。33 眼 (65%) 不影响瞳孔跟踪, 18 眼 (35%) 在去红外跟踪模式下完成手术。跟踪组 (31 例 33 眼) 术后 1mo 裸眼视力为 -0.06 ± 0.08 , 去跟踪组 (18 例 18 眼) 术后 1mo 裸眼视力为 -0.11 ± 0.09 , 两组相比差异无统计学意义 ($t = 1.82$, $P = 0.07$)。前房气泡在角膜缘 9:00 位发生率最高, 其次为 3:00 位。其中 47 例双眼手术单眼发生前房气泡, 发生前房气泡眼与其对侧眼各参数 (术前等效球镜、角膜曲率、角膜直径、前房容积、前房深度、前房角度和术中飞秒激光能量等) 差异均无明显统计学意义 ($P > 0.05$)。

结论: 前房气泡是飞秒激光辅助 LASIK 手术中少见的并发症, 会干扰准分子激光切削时的眼球跟踪, 如术中妥善处理对术后早期视力无明显影响。发生前房气泡的直接或间接因素尚不清楚。

关键词: 飞秒激光; 前房气泡; 准分子激光原位角膜磨镶术 DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2017.12.46

引用: 李仲佶, 段宇辉, 米生健, 等. 飞秒激光辅助 LASIK 制瓣术中发生前房气泡的影响因素和处理. 国际眼科杂志 2017; 17(12):2363-2366

0 引言

准分子激光原位角膜磨镶术 (laser *in situ* keratomileusis, LASIK) 是目前矫治屈光不正安全、有效的方法之一^[1]。随着设备及其技术的不断进步和发展,飞秒激光凭借其极高的精确性、安全性和预测性,逐步取代已使用近 20a 的机械角膜板层刀,担负起 LASIK 中制作角膜瓣的关键任务,使激光矫治屈光不正手术步入了全激光时代。飞秒激光的应用使得角膜瓣形成不全、角膜瓣游离、上皮植入等瓣相关的手术并发症的发生率大幅降低,但飞秒激光制作角膜瓣过程中一些特有的并发症成为临床研究的热点课题,前房气泡作为其中较少见的并发症受到关注。我们通过回顾性总结,试图研究术中前房气泡的影响因素、发生机制和妥善的处理方法。

1 对象和方法

1.1 对象 2012-07/2014-10 期间在我院近视眼激光部行飞秒激光辅助 LASIK 手术患者 4 859 例 9 671 眼,术中发生前房气泡 49 例 51 眼,其中男 34 例 36 眼,女 15 例 15 眼。2 例双眼发生,47 例单眼发生,单眼发生中右眼 24 例 24 眼,左眼 23 例 23 眼。年龄 22±5 岁,术前平均等效球镜为 -5.42±1.80D,柱镜 0~-2.75D, K1 为 42.31±1.04D, K2 为 43.25±1.16D,角膜厚度为 532.25±26.64μm,角膜直径为 11.42±0.23mm,眼轴长度为 25.63±0.97mm,眼压 14.93±3.15mmHg。

1.2 方法 患者平卧手术床上,4g/L 盐酸奥布卡因表面麻醉 2 次后,常规消毒铺无菌孔巾,开睑器开睑。采用 Alcon Wavelight FS200 飞秒激光制作蒂部位于 55°~125°的角膜瓣,预设蒂角度与患眼散光轴位垂直。术中先校验压平锥镜,放置一次性负压吸引环固定眼球,形成第一负压,归位压平锥并下压压平角膜使压平锥与负压环耦合,形成第二负压。调整隧道长度和瓣的位置,发射激光制作角膜瓣。从开睑器开睑开始至制瓣结束采集视频存档。旋转手术床至 Alcon Wavelight Allegretto Q-eye 准分子激光仪,常规掀瓣进行准分子激光切削,当因为前房气泡不能实现跟踪时,取消跟踪采用显微镜下手动跟踪方法,完毕后 BSS 液冲洗角膜层间,复位角膜瓣,确认角膜瓣无偏位后取出开睑器。点 1g/L 妥布霉素地塞米松滴眼液术眼一次。术毕术眼佩戴透明硬质眼罩。所有手术均由临床经验丰富的两名医师完成。两台激光设备手术均采用先右眼后左眼的顺序。

术中飞秒激光参数:角膜瓣厚度分别为 95μm (7.8%)、100μm (11.8%)、105μm (23.5%)、110μm (56.9%),角膜瓣直径为 8.0~9.0mm,瓣蒂位于角膜上方,蒂宽度为 50°~55°,边切角 70°~120°,隧道长度 0.3~1.0mm,隧道宽度 1.3~1.7mm,飞秒激光能量 0.73~0.84μJ,床切点间距为 8μm,床切线间距为 8μm,边切点间距为 5μm,边切线间距为 3μm。

统计学分析:统计使用 SPSS19.0 统计学软件。视力采用最小分辨角的对数表达 (LogMAR),术后 1mo 视力与术前最佳矫正视力比较采用配对样本 *t* 检验,单眼发生前房气泡眼与其对侧眼比较采用配对样本 *t* 检验,跟踪组与去跟踪组术后 1mo 视力比较采用独立样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

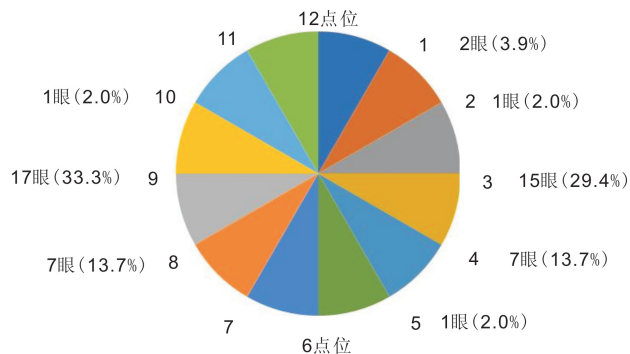


图1 前房气泡各点位发生率。

2 结果

2.1 前房气泡的发生率 所有患者均一次制瓣成功,51 眼发生前房气泡,发生率为 0.53%。

2.2 术后 1mo 裸眼视力与术前最佳矫正视力比较 术后 1mo 裸眼视力 (-0.076±0.09) 与术前最佳矫正视力 (-0.08±0.04) 比较,差异无统计学意义 ($t = -0.34, P = 0.74$),有效性指数 (术后裸眼视力/术前最佳矫正视力) 为 1.01±0.67。

2.3 前房气泡对术中红外瞳孔跟踪的影响 患者 33 眼 (65%) 不影响瞳孔跟踪,掀瓣正常进行准分子激光切削。18 眼 (35%) 经尝试不能实现跟踪,则取消跟踪采用显微镜下手动跟踪方法完成手术。

2.4 跟踪组与去跟踪组术后 1mo 裸眼视力比较 跟踪组 31 例 33 眼术后 1mo 裸眼视力为 -0.06±0.08,去跟踪组 18 例 18 眼术后 1mo 裸眼视力为 -0.11±0.09,两组比较差异无统计学意义 ($t = 1.82, P = 0.07$)。

2.5 前房气泡进入前房位置各点位发生率 前房气泡在角膜缘 9:00 位发生率最高,其次为 3:00 位,除此之外,4:00 位和 8:00 位较其他点位发生率高 (图 1)。

2.6 双眼手术单眼发生前房气泡眼与其对侧眼各参数比较 术前等效球镜、角膜曲率、角膜直径、前房容积、前房深度、前房角度和床切削能量等参数均无明显差异,差异无统计学意义 ($P > 0.05$, 表 1)。

3 讨论

飞秒激光是一种以脉冲形式运转的红外线激光,约几个飞秒 (1 飞秒 = 10^{-15} s),是人类目前在实验条件下所能获得的最短脉冲。飞秒激光高频、低能、高精度、高重复性的特点已在角膜屈光手术特别是 LASIK 中得到广泛应用,明显减少了瓣源性并发症的发生。飞秒激光制作角膜瓣是通过光爆破的原理,在极短的时间内在 1μm 大小的空间区域里产生 CO₂ 和水,这些微小气泡通过隧道排出或引入角膜囊袋,但偶尔气泡会在排出受阻的情况下移行到角膜分割层间的周围组织中,如发生不透明气泡层 (OBL)、上皮下气泡以及前房气泡等。

本研究 9 671 眼中 51 眼发生前房气泡,发生率为 0.53%。51 眼均没有发生角膜瓣和隧道层间 OBL 且均未发现隧道有气泡排出,并看到气泡由房角进入前房。其中有 42 例 42 眼 (82.35%) 出现角膜缘丝状 OBL (图 2),由此我们认为角膜缘丝状 OBL 的产生标志着气泡进入角膜缘的周围组织中,可能是发生前房气泡的先兆。

表1 双眼手术单眼发生前房气泡眼与其对侧眼各参数比较

参数	前房气泡眼组	对侧眼组	<i>t</i>	<i>P</i>	$\bar{x} \pm s$
术前等效球镜(D)	-5.19±1.76	-5.14±1.94	-0.23	0.82	
角膜前表面平坦曲率 K1(D)	42.32±1.02	42.39±1.03	-1.28	0.21	
角膜前表面陡峭曲率 K2(D)	43.28±1.15	43.32±1.24	-0.60	0.55	
角膜厚度(μm)	531.59±27.04	531.22±27.31	0.60	0.55	
角膜直径(mm)	11.42±0.24	11.43±0.27	-0.12	0.91	
眼轴长度(mm)	25.60±1.03	25.57±1.03	0.43	0.67	
眼压(mmHg)	14.88±3.20	14.98±2.96	-0.45	0.65	
前房容积(mm ³)	205.08±29.44	206.06±30.02	-0.67	0.51	
前房深度(mm)	3.19±0.23	3.19±0.23	-0.88	0.38	
前房角度(°)	40.82±4.69	40.24±4.40	1.57	0.12	
预期瓣厚度(μm)	106.25±4.89	106.04±4.94	1.00	0.32	
床切削能量(μJ)	0.79±0.02	0.79±0.02	0.85	0.40	
隧道长度(mm)	0.54±0.15	0.56±0.15	-0.96	0.34	
术后视力	-0.08±0.09	0.09±0.08	0.84	0.41	
术后等效球镜(D)	0.42±0.58	0.40±0.44	0.20	0.84	

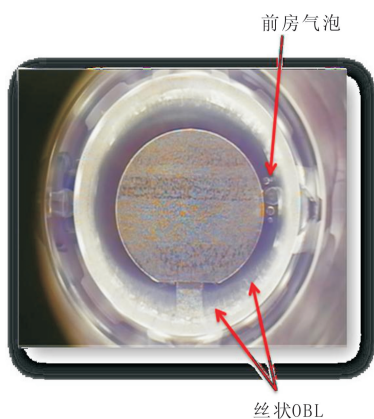


图2 角膜缘丝状 OBL。

2011 年有学者应用 Intralase FS 60kHz 制作角膜瓣发现^[2],在 2 438 眼中 7 眼(0.29%)术中发生前房气泡。2015 年 Robert 等^[3]应用 Intralase 飞秒激光辅助 LASIK 手术发现,5 158 眼中 54 眼(1.05%)术中发生前房气泡。就前房气泡发生率的不同,我们分析主要有以下几点原因:(1)种族原因。Rush 等^[4]学者发现,在接受飞秒激光辅助 LASIK 术中发生前房气泡的患者中,亚洲人发生率明显较非亚洲人高($P=0.0055$)。(2)设备原因。不同的飞秒激光设备对角膜瓣的设计不同,包括激光能量等参数、制作方式和气体排出方式不同,故术中前房气泡的发生率有所不同。(3)手术医生操作技巧原因。2011 年雷玉琳等^[2]研究报道,应用 Intralase FS 60kHz 辅助 LASIK 手术早期(开展手术后的前 6mo)517 例 1 026 眼中,32 眼(3.12%)发生前房气泡,后期手术 1 069 例 2 026 眼中,23 眼(1.14%)发生前房气泡。因为在制瓣过程中,负压环必须处于水平位,压平锥镜需要垂直进入负压环中心,而在开展手术的早期,医生手法可能不熟练,导致压平锥镜进入环中时,产生一定的挤压和偏心,因此发生前房气泡的几率较高。

我们分析认为前房气泡产生的原因可能是由于角膜基质间的气泡向减压隧道排放时,由于隧道外口阻塞,气泡在高压力的驱动下经角膜缘组织至外集液管再到

Schlemm 管进入前房的。隧道外口阻塞的原因可能有:(1)外口位于角膜缘结膜组织中,没有切开或结膜组织堆积,角膜直径较小的患者容易发生这种情况。(2)隧道过长或过短。隧道外口没有位于角膜压平面与负压环之间的空隙中。(3)制作隧道的飞秒激光设置能量不足。Lifshitz 等^[5]报道 1 例 48 岁女性患者在接受飞秒激光制瓣时发生了前房气泡,30min 后消失,除此之外未发现其他并发症,并分析发生前房气泡可能有 2 个原因:(1)气泡经过连接不紧密的角膜后基质或者内皮细胞进入前房。(2)角膜周围的气泡逆行通过小梁网进入前房。Srinivasan 等^[6]则认为前房气泡的发生是通过口袋或角膜周边基质通过小梁网进入前房,他反对认为气泡可以通过角膜后基质和内皮细胞进入前房的说法,因为在深板层角膜移植中,前房注入气泡其角膜后基质和后弹力层仍然保持了很好的完整性。另有研究^[5,7]报道前房气泡发生的同时,角膜内皮细胞计数未见减少及角膜内皮形态无明显改变。我们观察发现,飞秒激光辅助 LASIK 术中发生前房气泡眼,术后角膜后基质和内皮均完整无异常,所有病例均看到气泡由房角进入前房,则我们分析前房气泡可能是经外集液管到 Schlemm 管而形成的。

有学者^[5-6,8]认为在行准分子激光过程中,前房气泡干扰了瞳孔跟踪,可能对术后效果产生一定的影响。本研究中,发生前房气泡的 51 眼于术后 1mo 裸眼视力均达到或超过术前最佳矫正视力,有效性指数为 1.01 ± 0.67 。我们认为飞秒激光制瓣中如果发生少量前房气泡现象,其总面积明显小于瞳孔直径或仅遮盖部分瞳孔缘时,尽量调暗手术室和显微镜照明灯光,必要时调暗红色聚焦灯,以期望瞳孔扩大而实现正常的红外跟踪,并进行准分子激光切削。如几经尝试仍然不能跟踪,为防止角膜过度干燥以确保手术安全,手术医生可在去跟踪模式下手术,此时手术医生的经验和患者的配合尤其重要。对于切削中心的确定,手术医生将气泡(或气泡群)与角膜交点(即气泡或气泡群的顶点)作为切削中心,从而完成准分子激光切削。我们研究发现,在去跟踪模式下完成手术的 18 眼与在自动跟踪模式下完成手术的 33

眼相比,术后1mo视力和有效性指数无明显差异。当然,最安全的处理方法是等待前房气泡完全吸收后再掀开角膜瓣完成手术。

通过本研究我们发现,前房气泡在9:00位发生率最高,其次为3:00位,除此之外,4:00位和8:00位较其他点位发生率高。我们总结前房气泡在角膜水平方向上发生率较高(鼻侧最高),其次为角膜下方,该分布情况可能与Schlemm管和房角的解剖状况相关,也可能是Schlemm管内充气时对管壁的压力分布不均(在鼻侧和颞侧处较小),但真正的原因尚不得而知。我们通过比较发现,前房气泡眼与其对侧眼术前等效球镜、角膜曲率、角膜直径、前房容积、前房深度、前房角度和术中飞秒激光能量等参数均无明显差异,因此飞秒激光辅助LASIK制瓣过程中引发前房气泡的直接或间接因素尚不明确。

为了预防前房气泡的发生,我们可以尝试以下几个方面:(1)对于角膜直径偏小、结膜松弛、睑裂偏小的患者,建立第一负压时,尽量展平结膜并不发生偏中心。(2)术中嘱患者尽量放松,不要闭眼,因为在闭眼的过程中眼球上转,可能会造成角膜缘上方的结膜组织堆积,致使隧道外口阻塞。(3)提高手术医生技巧,防止压平锥进入负压环耦合建立第二负压时偏心挤压。(4)手术助手根据情况合理调整隧道长度,使隧道外口位于角膜压平面与负压环之间的空隙中。

虽然本研究对于飞秒激光辅助LASIK制瓣过程中引发前房气泡的直接或间接因素做了一定程度地观察并分析了发生机制,但还有以下几方面不足:(1)对手术前后房角的解剖形态及变化观察还不够仔细。(2)对发生前房气泡眼与正常手术人群手术前的角膜大小和形态等眼表参数没有做详细的对比。(3)对发生前房气泡眼手术

中正常跟踪和手动跟踪以及正常手术人群的手术后屈光度、安全性、预测性、视觉质量等方面有必要进一步更深入的对比分析。

随着科技的进步及患者对视觉质量要求的提高,屈光手术中使用的设备正在逐渐改进和完善,临床医生对于手术的设计和考量也在逐步追求完美,但对术中并发症的发生仍需给予高度重视并妥善处理。飞秒激光辅助LASIK制瓣手术中前房气泡的发生机制、相关影响因素和术后远期影响等问题仍需进一步研究,以便预防其发生,为确保手术安全提供参考。

参考文献

- 1 王勤美. 屈光手术学. 北京:人民卫生出版社 2004:100
- 2 雷玉琳,郑秀云,侯杰,等. 飞秒激光制瓣发生前房气泡的处理探讨. 临床眼科杂志 2011;19:272
- 3 Robert MC, Khreim N, Todani A, et al. Anterior chamber gas bubble emergence pattern during femtosecond LASIK - flap creation. *Br J Ophthalmol* 2015;99(9):1201-1205
- 4 Rush SW, Cofoid P, Rush RB. Incidence and Outcomes of Anterior Chamber Gas Bubble during Femtosecond Flap Creation for Laser - Assisted *In Situ* Keratomileusis. *J Ophthalmol* 2015;2015:542127
- 5 Lifshitz T, Levy J, Klempner I, et al. Anterior chamber gas bubble safter corneal flap creation with a femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg* 2005;31(11):2227-2229
- 6 Srinivasan S, Rootman DS. Anterior chamber gas bubble formation during femtosecond laser flap creation for LASIK. *J Refract Surg* 2007;23(8):828-830
- 7 李海燕,孙同,余克明,等. 应用飞秒激光制作角膜瓣的准分子激光角膜原位磨镶术的初步临床研究. 中国实用眼科杂志 2007;25(8):866-870
- 8 Kuo AN, Kim T. Persistent anterior chamber gas bubbles during Intra LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(6):1134-1135