

飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术中患者的心率变化

赵艳,周堃,才俊,解偲媛,申笛,张嘉倩,韦伟

引用:赵艳,周堃,才俊,等.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术中患者的心率变化.国际眼科杂志,2025,25(4):685-688.

基金项目:西安市科技计划项目(No.23YXYJ0010)

作者单位:(710002)中国陕西省西安市第一医院激光近视治疗中心

作者简介:赵艳,毕业于上海交通大学,本科,副主任护师,护士长,研究方向:屈光手术配合与屈光患教。

通讯作者:韦伟,毕业于西安交通大学,博士,主任医师,主任,研究方向:屈光手术、近视防控.32691402@qq.com

收稿日期:2024-11-19 修回日期:2025-02-21

摘要

目的:通过监测飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(SMILE)手术中不同时机心率的变化趋势,探究术中心率变化的影响因素。

方法:前瞻性队列研究。选取2024-04/05在西安市第一医院激光近视治疗中心接受SMILE的手术患者69例(均取右眼数据),术前邀请患者填写状态焦虑问卷S-AI(1-20题),收集患者应对次日手术的焦虑评分。使用医用脉搏血氧仪记录患者术前基础心率,同时记录接受SMILE手术时患者在摆放体位、透镜扫描、透镜分离取出、术毕点眼的实时心率。

结果:患者摆放体位时心率为 83.61 ± 13.87 次/分,与基础心率(77.52 ± 10.88 次/分)、透镜分离取出时心率(75.54 ± 12.52 次/分)、术毕点眼时心率(76.65 ± 10.54 次/分)相比有差异(均 $P<0.001$)。根据年龄中位数分层后比较术中心率变化,年龄较大组(>26 岁)患者透镜分离取出时心率为 76.27 ± 9.93 次/分,与摆放体位时心率(84.82 ± 14.10 次/分)、透镜扫描时心率(82.76 ± 13.72 次/分)相比有差异(均 $P<0.005$)。根据性别分层后比较心率变化,男性患者摆放体位时心率(85.31 ± 16.61 次/分)最高,与基础心率(78.26 ± 12.63 次/分)、透镜分离取出时心率(77.14 ± 14.59 次/分)、术毕点眼时心率(77.11 ± 12.49 次/分)相比有差异(均 $P<0.005$)。术中摆放体位心率与术前状态焦虑评分结果无相关性($r=0.124, P=0.418$)。

结论:SMILE术中患者随着不同手术操作进程呈现不同的心率变化,心率在摆放体位时最高,透镜分离取出时最低。年龄较大组患者在摆放体位时心率较高,男性患者在摆放体位时心率较高。

关键词:飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术;心率;紧张焦虑;眼心反射

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2025.4.30

Heart rate changes in patients during small incision lenticule extraction surgery

Zhao Yan, Zhou Kun, Cai Jun, Xie Caiyuan, Shen Di, Zhang Jiaqian, Wei Wei

Foundation item: Xi'an Science and Technology Plan Project (No. 23YXYJ0010)

Laser Myopia Treatment Center, Xi'an No. 1 Hospital, Xi'an 710002, Shaanxi Province, China

Correspondence to: Wei Wei. Laser Myopia Treatment Center, Xi'an No. 1 Hospital, Xi'an 710002, Shaanxi Province, China. 32691402@qq.com

Received:2024-11-19 Accepted:2025-02-21

Abstract

• **AIM:** To explore the factors influencing heart rate (HR) changes during small incision lenticule extraction (SMILE) surgery by monitoring HR trends at different time points of the procedure.

• **METHODS:** Prospective cohort study. A total of 69 patients who underwent SMILE surgery at the Laser Vision Correction Center of Xi'an No.1 Hospital from April to May 2024 were enrolled. Before the surgery, patients completed the State Anxiety Inventory (S-AI, questions 1-20) to assess their preoperative anxiety scores related to the next day's surgery. Baseline HR was recorded using medical pulse oximeter, and real-time HR was recorded during patient positioning, lenticule scanning, lenticule separation and extraction, and the application of postoperative eye drops.

• **RESULTS:** The HR during patient positioning was 83.61 ± 13.87 bpm, which was significantly different from the baseline HR (77.52 ± 10.88 bpm), HR during lenticule separation and extraction (75.54 ± 12.52 bpm), and HR during postoperative eye drop application (76.65 ± 10.54 bpm; all $P<0.001$). When stratified by median age, older patients (>26 years) had the HR during lenticule separation and extraction 76.27 ± 9.93 bpm, which differed from the HR at positioning (84.82 ± 14.10 bpm) and at lens scanning (82.76 ± 13.72 bpm; all $P<0.005$). Stratified by gender, the HR of male patients at positioning was the highest (85.31 ± 16.61 bpm), which differed significantly from the baseline HR (78.26 ± 12.63 bpm), HR during lenticule separation and extraction (77.14 ± 14.59 bpm), and HR during postoperative eye drop application (77.11 ± 12.49 bpm; all $P<0.005$). There was no correlation between HR during positioning and preoperative anxiety scores ($r=0.124, P=0.418$).

• **CONCLUSION:** HR changes during SMILE surgery vary with different procedural stages, peaking during patient positioning and reaching the lowest point during lenticule separation and extraction. Older patients showed higher HR during positioning, and male patients exhibited higher HR during positioning.

• **KEYWORDS:** small incision lenticule extraction; heart rate; tension and anxiety; oculocardiac reflex

Citation: Zhao Y, Zhou K, Cai J, et al. Heart rate changes in patients during small incision lenticule extraction surgery. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)*, 2025, 25(4): 685-688.

0 引言

近年来,飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术(small incision lenticule extraction, SMILE)应用无瓣微创术式,逐渐成为主流近视矫治技术^[1-3]。SMILE手术在制作基质透镜时对眼球产生负压为35 mmHg^[4],对比飞秒激光辅助的准分子激光原位角膜磨镶术(femtosecond laser *in situ* keratomileusis, FS-LASIK)制作角膜瓣时对眼球产生的负压60 mmHg,SMILE手术施压更小,患者术中体验感更优,但是SMILE手术在制作角膜基质透镜过程中建立负压时长为23 s,较FS-LASIK在角膜瓣制作中的负压时长(仅为6 s)持续时间更长,患者易发生因精神紧张导致的固视不佳或眼球突然转动,出现扫描角膜基质透镜期间负压丢失所致的失吸风险,以及飞秒激光扫描区黑斑等术中并发症的发生^[5-6],从而增加手术操作难度,甚至面临需要更改手术方案、暂停手术的潜在风险。因此SMILE手术一方面取决于医生熟练的操作手法和手术经验,另一方面得益于患者在术中稳定的配合状态。手术作为应激源刺激机体分泌大量去甲肾上腺素,引起心率增快、血压增高、精神紧张及感觉过敏等躯体反应。本研究通过监测SMILE手术中患者心率的实时变化,探究患者在全飞秒手术中不同时机的心率变化趋势,以及影响心率变化的相关因素。

1 对象和方法

1.1 对象 前瞻性队列研究。纳入2024-04/05在西安市第一医院激光近视治疗中心接受SMILE手术的近视患者69例(均取右眼数据)。根据年龄不同分为两组:≤26岁为年龄较小组(36例),>26岁为年龄较大组(33例)。纳入标准:按照《我国飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术规范专家共识(2016)》^[7]纳入≥18岁的近视患者。排除标准:存在圆锥角膜、重度干眼,焦虑、抑郁等严重心理疾患等绝对和相对禁忌证。本研究已通过医院伦理委员会审批[审批号(2021)伦审(9)号],所有参与者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 术前检查 所有患者均进行屈光手术前常规检查;眼前节三维成像分析系统获取患者角膜曲率及动态瞳孔变化,完成术前手术参数设计。

1.2.2 调查问卷 与术前通过患教群发布调查问卷,邀请患者填写S-AI(状态焦虑量表)1-20题。此问卷为自评量表,用于描述被调查者短期内的主观感受及负面情绪^[8],即对次日实施手术这一特定事件本人的心理状态,

如紧张、恐惧、忧虑等不良情绪。该问卷采用4级评分法(1-4分),分数越高焦虑程度越高,其特点为可有效区分状态焦虑和特质焦虑,亦被称为测量焦虑的金标准,按照中国常模结果,标准分(分界值)在50分以下为正常状态,50-59分为轻度焦虑,60-69分为中度,69分以上为重度。总发放问卷80份,有效回收69份,有效回收率86%。

1.2.3 围手术期健康教育服务 对全飞秒手术患者实施围手术期健康教育服务,模拟术中进行注视训练、双眼睁开训练、不躲避训练、畏光训练等增强手术配合能力,观看术中配合视频^[9],使患者提前预知手术步骤并熟悉手术室环境。手术当日由医生开展手术重点环节宣教,护士对患者进行面对面固视功能演练,测量患者基础心率(T1)并记录。手术全程由同一手术经验丰富的高年资医生引导患者进行眼球定位——激光扫描——透镜分离取出。

1.2.4 测量仪器及方法 考虑到Holer(24 h动态心电图)测量的可行性和SMILE手术时长的特殊性(每台手术约7-8 min),故采用医用脉搏血氧仪进行患者心率测量,该设备为指夹式设计,使用便捷,可实时监测心率变化。手术当日由巡回护士对符合入排标准的手术患者佩戴医用脉搏血氧仪,依照手术步骤连续监测患者摆放体位时(T2)、右眼扫描透镜时(T3)、右眼分离取出透镜时(T4)、术毕点眼时(T5)的心率作为统计指标^[10]。

统计学分析:采用SPSS29.0软件对数据进行统计分析。采用Kolmogorov-Smirnov检验所有参数是否符合正态分布,数据采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示基线年龄、各时机心率,采用重复测量数据的方差分析比较不同时机心率随时间变化趋势;采用皮尔逊相关分析进行相关性分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用Bonferroni方法对检验水准 $\alpha = 0.05$ 进行校正后进行两两比较,校正后的检验水准为 $\alpha' = 0.005$ 。

2 结果

2.1 一般情况 手术患者69例,其中男34例,女35例;年龄18-43(27.57±6.52)岁,基础心率为52-108(77.52±10.88)次/分,S-AI为8-63(33.56±10.01)分。

2.2 手术各时间点心率变化 患者在SMILE手术T1、T2、T3、T4、T5的心率分别为77.52±10.88、83.61±13.87、80.62±14.22、75.54±12.52、76.65±10.54次/分,不同时间点的心率差异具有统计学意义($F = 13.01, P < 0.001$)。与T1心率相比,T2心率明显加快,差异有统计学意义($P < 0.001$);与T2、T3心率分别相比,T4和T5心率呈下降趋势,差异有统计学意义(均 $P < 0.001$)。术中T2心率与术前状态焦虑评分无相关性($r = 0.124, P = 0.418$)。

2.3 年龄分层及性别分层的心率比较

2.3.1 年龄分层时和性别分层时主效应检验 年龄较小组和年龄较大组患者治疗期间不同时间点的心率比较,时间效应有统计学意义($F = 15.641, P < 0.001$),组间效应、交互效应差异无统计学意义($F = 1.058, P = 0.307; F = 0.760, P = 0.555$),这表明两组患者治疗期间心率随时间变化而变化。男性和女性患者治疗期间不同时间点的心率比较,时间效应、交互效应差异有统计学意义($F = 15.722, P < 0.001; F = 0.179, P = 0.030$),组间效应差异无统计学意义($F = 0.352, P = 0.555$),这表明两组患者治疗期间心率随时间变化而变化,说明时间因素对心率的影响因性别的不

同而不同。因此两组患者时间效应和组间效应应进行单独效应检验。年龄分层时和性别分层时单独效应检验:采用单因素重复测量方差分析方法,判断年龄分层和性别分层时手术患者心率的变化,结果显示,经 Bonferroni 矫正,矫正后的检验水准 $\alpha'=0.005$ 。

2.3.2 年龄及性别分组时各时间节点变化 年龄较小组患者不同时间节点心率,与 T2 心率相比,T4、T5 心率均降低,差异有统计学意义(均 $P<0.005$);年龄较大组患者不同时间节点心率,与 T2、T3 心率相比,T4 心率明显降低,差异有统计学意义($P<0.005$),见表 1。男性不同时间节点心率,与 T2 心率相比,T1、T4、T5 心率均较低,差异有统计学意义(均 $P<0.005$);女性不同时间节点心率,与 T4 心率相比,T2、T3 心率均升高,差异有统计学意义(均 $P<0.005$),见表 2。

3 讨论

Vetter 等^[11]对四种激光器负压环吸引眼球时产生的眼内压比较一文中阐述:全飞秒使用的 Visumax 飞秒激光器制作 FLAP 时较其他激光器对眼内压波动的影响最小,约为 $47\pm 22(14-78)$ mmHg,同时用时最长 $142\pm 5(135-152)$ s,SMILE 手术使用 Visumax 飞秒激光平台以更短的激光扫描时长(23 s),在获取角膜基质透镜中可建立低负压状态,约为 35 mmHg^[4,12],较小的眼内压波动可以降低对眼底血流及组织结构稳定性的影响^[13],带来舒适的术中体验,同时角膜基质透镜制作时间的相对延长要求患者术中达到更加稳定的固视状态,以减少因眼球漂移或用力挤眼造成的扫描黑斑、失吸甚至手术失败的风险。术前焦虑程度 S-AI 主观反映患者应对手术的负性心理。人体自主神经系统是由与能量动员相关的交感神经以及与营养和恢复功能相关的副交感神经系统共同构成^[14]。正常情况下自主神经系统处于平衡状态,维持机体正常节律、情绪和生理活动。SMILE 手术引发的情绪紧张程度的变化,刺激交感神经和副交感神经出现心脏频率的适应性改变,相比较手术患者焦虑状态的自我报告,心率、血压等生理反应更能真实反馈患者在手术操作过程中的紧张程度,因

此心率变化属于机体自主神经系统参与的生理性调节活动^[14-15],不受机体主观意志所支配,且具备无创和连续测量的优势。

SMILE 手术受众人群为中青年群体,且手术目的为提高生活质量;或军检警校等刚需人群,患者对手术效果期待值较高,术前心理承受较大压力而呈现焦虑倾向^[16-17]。本研究中手术患者由等候区坐位改变为手术仰卧位时^[18]心率出现较大增幅,表明即将开始的手术操作对患者情绪造成了较大波动,由此引发的焦虑紧张激活机体交感神经系统,应激性的出现心率增快和血压升高^[19]。早在 1957 年 Kirsch 等报道并定义了眼心反射(OCR)理论;当眼球受到牵拉、压迫等机械性刺激时,睫状神经产生神经冲动,并延三叉神经眼支传递至延髓迷走神经核,引起迷走神经兴奋性增高,通过心脏副交感神经的调节作用产生抑制性冲动,作用于心肌效应器后出现心率减慢、房室传导阻滞等心血管反应^[20-21]。本研究中监测到患者激光扫描时心率出现降低,不排除由于负压环吸引眼球和牵拉眼球等手术操作触发 OCR 反射,导致患者心率出现减慢的可能性。随着手术进程至透镜分离取出时,机体对刺激反应性降低,副交感神经继续发挥调节功能,心率呈下降趋势并趋于平稳,甚至低于基础心率,此为机体自主神经系统对手术操作的适应性调节过程。

分析年龄分层与性别分层时手术中心率变化趋势,男性患者心率变化幅度较大,这与本研究不同时间节点患者心率变化规律相似。男性患者与女性患者在术中不同心率变化趋势提示,因男性交感神经张力较高,导致术中心率波动较大,女性迷走神经张力较高则术中心率较为平稳,这与自主神经功能的性别差异相关^[22-23]。曾辉等^[24]相关研究表明心率变化幅度与年龄或性别单一因素有关,并与年龄和性别综合因素相关。

本研究不足之处在于反映患者紧张度的客观指标比较单一,应增加心率变异性(HR variability, HRV)分析以及血压变化等测量指标,以便更加客观地描述 SMILE 手术中患者自主神经系统功能的调节规律。关于 SMILE 手

表 1 不同年龄组 SMILE 术中不同时间心率的变化

($\bar{x}\pm s$,次/分)

组别	T1	T2	T3	T4	T5	F	P
年龄较小组	76.94±12.04	82.50±13.77	78.67±14.57	74.86±14.60 ^a	74.75±10.41 ^a	7.508	<0.001
年龄较大组	78.15±9.61	84.82±14.10	82.76±13.72	76.27±9.93 ^{a,c}	78.73±10.45	8.835	<0.001
F	0.209	0.477	1.435	0.216	2.504		
P	0.649	0.492	0.235	0.643	0.118		

注:年龄较小组为年龄 ≤ 26 岁;年龄较大组为年龄 > 26 岁。T1 为基础心率,T2 为摆放体位时心率,T3 为扫描透镜时心率,T4 为分离取出透镜时心率,T5 为术毕点眼时心率。^a $P<0.005$ vs T2;^c $P<0.005$ vs T3。

表 2 不同性别 SMILE 术中不同时间的心率变化

($\bar{x}\pm s$,次/分)

组别	T1	T2	T3	T4	T5	F	P
男	78.26±12.63	85.31±16.61 ^a	79.83±16.34	77.14±14.59 ^c	77.11±12.49 ^c	7.673	<0.001
女	76.76±8.86	81.85±10.30	81.44±11.84	73.88±9.91 ^{c,e}	76.18±8.24	10.860	<0.001
F	0.321	1.075	0.219	1.173	0.135		
P	0.573	0.304	0.641	0.283	0.715		

注:T1 为基础心率,T2 为摆放体位时心率,T3 为扫描透镜时心率,T4 为分离取出透镜时心率,T5 为术毕点眼时心率。^a $P<0.005$ vs T1;^c $P<0.005$ vs T2;^e $P<0.005$ vs T3。

术激光扫描时的低负压状态(35 mmHg)^[4]是否会出现OCR,还需后期进行对照实验加以印证,同时增加研究样本量,以进一步探究扫描透镜时患者的心率改变。

本研究对SMILE手术中患者心率的变化趋势进行分析,结果表明患者、尤其男性患者在摆放体位时较为紧张;应作为宣教重点,术前可通过观看手术视频使其提前知晓手术步骤,通过注视练习、双眼睁开练习等掌握术中配合要点^[10],降低患者对于手术操作的恐惧心理,主动配合医生操作。同时通过监测心率动态变化,评估患者情绪起伏状态,为医生手术操作提供心理预判,医护人员可在SMILE手术期间的重点环节给予患者心理支持和行为指导,防范手术风险,护士亦可通过心率监测及时发现患者的异常应激反应,观察不同手术时机下心率改变时患者可能伴随的呼吸急促、面色苍白等交感神经兴奋增高表现,为术中特殊情况下的急危救治工作做好充足准备^[25]。

利益冲突声明:本文不存在利益冲突。

作者贡献声明:赵艳论文选题与修改,初稿撰写,数据收集和分析;周堃数据分析及论文关键性讨论修改;才俊、解偲媛数据分析统计;申笛讨论修改;张嘉倩项目实施,数据收集;韦伟选题指导,论文修改及审阅。所有作者阅读并同意最终的文本。

参考文献

[1] 周琳莉,周碧云,叶俏,等.全飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术患者围手术期体验的质性研究.眼科学报,2021,36(2):149-153.

[2] Kang DSY, Lee H, Reinstein DZ, et al. Comparison of the distribution of lenticule decentration following SMILE by subjective patient fixation or triple marking centration. J Refract Surg, 2018, 34(7):446-452.

[3] 林燕,吕洋.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术后并发症.国际眼科杂志,2024,24(8):1229-1233.

[4] Liu ML, Wang JC, Zhong W, et al. Impact of suction loss during small incision lenticule extraction (SMILE). J Refract Surg, 2016, 32(10):686-692.

[5] 黄青,张奕霞.SMILE术中失吸发生原因及处理的研究进展.实用防盲技术,2024,19(2):89-92.

[6] 苏才培,杨亚波.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术操作要点及并发症的预防和处理.山东大学耳鼻喉眼学报,2020,34(2):13-16.

[7] 瞿佳,王雁,张丰菊,等.我国飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术规范专家共识(2016).中华眼科杂志,2016,52(1):15-21.

[8] 乐霄,赵体玉,旷婉.术前焦虑测评量表的研究进展.护理学报,2017,24(9):26-30.

[9] 计岩,郑克,李莹,等.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术患者沟通专家指导意见.中国耳鼻咽喉科杂志,2022,22(6):661-664.

[10] Hollander MHJ, Schortinghuis J, Vissink A. Changes in HR during third molar surgery. Clin Paper Oral Surg, 2016, 45(12):1652-1657.

[11] Vetter JM, Holzer MP, Teping C, et al. Intraocular pressure during corneal flap preparation: comparison among four femtosecond lasers in porcine eyes. J Refract Surg, 2011, 27(6):427-433.

[12] Krueger RR, Meister CS. A review of small incision lenticule extraction complications. Curr Opin Ophthalmol, 2018, 29(4):292-298.

[13] 梁涛,刘胜男,刘美光,等.飞秒激光小切口角膜基质透镜取出术后眼压波动的范围与校正.国际眼科杂志,2022,22(1):14-21.

[14] 王昊,王文迪,吴东哲,等.心率变异性生物反馈调节自主神经系统的机制及应用.中国组织工程研究,2024,28(26):4257-4264.

[15] 蒋学琴,彭瑞华,白梅,等.正常人心率昼夜节律及心率变异性的变化规律.临床心电学杂志,2024,33(2):94-97.

[16] 姜华敏,杨彦平.准分子激光角膜屈光手术前病人抑郁、焦虑影响因素分析.循证护理,2024,10(11):2064-2069.

[17] 刘畅,王娇,张丽玲,等.择期外科手术患者焦虑抑郁情绪的危险因素及对应激反应的影响.河北医药,2024,46(13):1970-1973.

[18] 王亚飞,王于领,梁崎,等.不同体位和阻力运动对健康人心血管反应的影响.中国康复,2014,29(1):24-28.

[19] Xu Y, Wang H, Yang MJ. Preoperative nursing visit reduces preoperative anxiety and postoperative complications in patients with laparoscopic cholecystectomy: a randomized clinical trial protocol. Medicine (Baltimore), 2020, 99(38):e22314.

[20] 董兆,孙建宁.眼科手术与眼心反射.东南大学学报(医学版),2007,26(2):148-151.

[21] Arnold RW. The Oculocardiac Reflex: A Review. Clin Ophthalmol, 2021, 15:2693-2725.

[22] 孟召峰,钱永东,张勇.中等强度有氧运动心脏自主神经调控能力的性别差异.浙江师范大学学报,2024,47(3):337-344.

[23] Geovanini GR, Vasques ER, De Oliveira AR, et al. Age and sex differences in HR variability and vagal specific patterns-baependi heart study. Glob Heart, 2020, 15(1):71.

[24] 曾辉,蔡静怡,王静,等.不同年龄和性别短程心率变异性对比分析.临床心电学杂志,2008,17(2):108-110.

[25] 杨松萍.眼科手术心电图监测及眼心反射预防的观察.心电图杂志(电子版),2016,5(1):5-6.