

· 临床研究 ·

区级医院开展经尿道 450 nm 蓝激光前列腺汽化切除术的学习曲线分析

李 涛, 陈礼达, 王忠义, 田永峰, 曹琦瑞, 聂杨波

(西安市长安区医院, 西北大学长安医院, 西安市第十二医院泌尿外科, 陕西西安 710100)

Analysis of the learning curve of transurethral 450 nm blue light vaporization of the prostate in a district hospital

LI Tao, CHEN Lida, WANG Zhongyi, TIAN Yongfeng, CAO Qirui, NIE Yangbo

(Department of Urology, Chang'an District Hospital, Northwest University Chang'an Hospital, Xi'an 12th Hospital, Xi'an 710100, China)

ABSTRACT: Objective To explore the learning curve of transurethral 450 nm blue light vaporization of the prostate (TUBVP) in a district hospital, in order to provide reference for clinicians who plan to perform TUBVP. Methods The clinical data of 56 patients with benign prostatic hyperplasia (BPH) who received TUBVP performed by the same group of surgeons in Chang'an District Hospital during Jun. and Dec. 2023 were retrospectively analyzed. Cumulative sum (CUSUM) was used to fit the learning curve of ratio of volume to operating time (RVOT) of prostate volume /450 nm blue light. The learning curve was divided into different stages according to the inflection points, and the clinical data of patients operated at different stages were analyzed and compared. Results The learning curve of TUBVP was 21 cases, including 1—21 cases in the learning stage, 22—38 cases in the improvement stage and 39—56 cases in the maturity stage. With the increase of cases, the postoperative bladder irrigation time reduced [40.00 (26.00, 44.50) h vs. 23.00 (20.50, 34.00) h vs. 23.50 (14.75, 40.75) h], with statistical difference ($P < 0.05$). The surgical efficiency increased [(0.51 ± 0.14) vs. (0.55 ± 0.17) vs. (0.63 ± 0.23)], while the reduction of hemoglobin [(6.43 ± 7.35) g/L vs. (5.65 ± 10.91) g/L vs. (2.61 ± 7.36) g/L], catheter indwelling time [70.0 (66.0, 106.0) h vs. 71.0 (66.0, 89.0) h vs. 66.0 (58.5, 78.5) h], and incidence of complications (9.5% vs. 5.9% vs. 0) in the three stages showed a gradually decreasing trend, but with no statistical significance ($P > 0.05$). Conclusion The learning curve of TUBVP is 21 cases. For clinicians in district hospitals, TUBVP is a worthy choice.

KEY WORDS: benign prostatic hyperplasia; 450 nm blue laser; transurethral vaporization of the prostate; district hospital; learning curve

摘要: 目的 探讨区级医院开展经尿道 450 nm 蓝激光前列腺汽化切除术(TUBVP)的学习曲线,为拟开展 TUBVP 的医师提供参考。方法 回顾性分析 2023 年 6—12 月西安市长安区医院泌尿外科接受由同一组医师完成的 TUBVP 手术治疗的 56 例良性前列腺增生(BPH)患者的临床资料,采用累积和方法(CUSUM)对前列腺体积/蓝激光出光时间比值(RVOT)的学习曲线进行拟合。根据曲线的拐点数据,将术者的学习曲线分为不同的学习阶段,对不同学习阶段进行手术的患者临床资料进行比较。结果 TUBVP 的学习曲线手术例数为 21 例。术者的学习曲线分为 3 个阶段:1~21 例为学习阶段,22~38 例为提高阶段,39~56 例为成熟阶段。随着手术例数增加,3 个阶段的术后膀胱冲洗时间呈现逐渐下降趋势[40.00(26.00, 44.50)h vs. 23.00(20.50, 34.00)h vs. 23.50(14.75, 40.75)h],差异有统计学意义($P < 0.05$),手术效率呈逐渐上升趋势[(0.51 ± 0.14) vs. (0.55 ± 0.17) vs. (0.63 ± 0.23)],血红蛋白下降值[(6.43 ± 7.35)g/L vs. (5.65 ± 10.91)g/L vs. (2.61 ± 7.36)g/L]及留置尿管时间[70.0(66.0, 106.0)h vs. 71.0(66.0, 89.0)h vs. 66.0(58.5, 78.5)h]呈逐渐下降趋势,但组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。3 个阶段患者术后并发症发生率差异无统计学意义(9.5% vs. 5.9% vs. 0, $P > 0.05$)。结论 TUBVP 的学习曲线手术例数为 21 例,对于区级医院医生而言,TUBVP 是一种值得选择的 BPH 治疗术式。

关键词: 良性前列腺增生; 450 nm 蓝激光; 经尿道前列腺汽化切除术; 区级医院; 学习曲线

中图分类号: R697.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1009-8291.2025.03.010

收稿日期: 2024-06-17

修回日期: 2024-08-20

通信作者: 陈礼达, 主治医师。E-mail: 530648034@qq.com

作者简介: 李涛, 硕士研究生, 主治医师。研究方向: 泌尿系肿瘤及前列腺增生。E-mail: litao_keai@163.com

良性前列腺增生(benign prostatic hyperplasia, BPH)是引起老年男性排尿不畅的常见疾病^[1]。经尿道前列腺电切术(transurethral resection of the prostate, TURP)是梗阻症状严重、保守治疗效果差的 BPH 患者的标准手术方式^[2]。然而, TURP 术后的并发症如出血、逆行射精等严重影响手术效果及患者生活质量, 且对于合并心脑血管等基础疾病的 BPH 患者风险更大。因此, 探究更为微创且疗效确切的 BPH 治疗术式成为临床迫切需求。经尿道 450 nm 蓝激光前列腺汽化切除术(transurethral blue light vaporization of prostate, TUBVP)是一种新型的 BPH 治疗方式, 可以很好地改善患者排尿症状、保留性功能且安全高效^[3]。本研究回顾性分析西安市长安区医院泌尿外科(后文简称“本团队”)接受 TUBVP 治疗的 BPH 患者的临床资料, 拟合并分析该术式在本区级医院的学习曲线, 为拟开展 TUBVP 的医师提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2023 年 6—12 月于本团队接受 TUBVP 治疗的 56 例 BPH 患者的临床资料。患者年龄(70.05 ± 7.31)岁, 前列腺体积(52.00 ± 25.46)mL。纳入标准: 符合《中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南(2022 版)》中 BPH 诊断^[4]; B 超提示 BPH 并接受 TUBVP 治疗。排除标准: 前列腺特异性抗原(prostate-specific antigen, PSA)异常, 可疑前列腺肿瘤者; 神经源性膀胱、尿道狭窄者; 既往尿道、前列腺手术者; 合并膀胱结石者; 临床资料不完整者。本研究已通过西安市长安区医院伦理委员会审批(2023-YNKT-11)。

1.2 手术方法 选用 150 W 蓝激光半导体治疗机(西安蓝极医疗电子科技有限公司, 型号: BR6600), 手术功率设定为 150 W, 止血功率设定为 50 W。手术过程采用 TUBVP 标准操作流程^[5], 所有手术均由同一组医师完成。

1.3 学习曲线的拟合及分析指标 采用累积和方法(cumulative sum, CUSUM)计算前列腺体积/蓝激光出光时间的比值(ratio of volume to operating time, RVOT)与目标值之间的偏离程度, 计算方法为: $CUSUM_n = RVOT_n - RVOT_{mean} + CUSUM_{n-1}$ (n 为手术顺序编号, $RVOT_n$ 为编号患者的 RVOT, $RVOT_{mean}$ 为所有患者的平均 RVOT)^[6], 使用 CUSUM 对 RVOT 学习曲线进行拟合, 根据曲线的拐点数据, 将术者的学习曲线分为不同的学习阶段。比较不同学习阶段患者的临床资料, 如国际前列腺症

状评分(international prostate symptom score, IPSS)、生活质量评分(quality of life score, QoL)、手术效率(蓝激光出光时间/手术操作时间)、血红蛋白下降值(术前与术后当日血红蛋白差值)、术后膀胱冲洗时间、留置尿管时间及并发症(如尿潴留、膀胱黏膜损伤等)发生情况。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析, 对符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 采用方差分析或 t 检验; 不服从正态分布的计量资料, 采用中位数(四分位间距)表示, 采用非参数检验; 计数资料用例(%)表示, 采用 χ^2 检验; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 采用 CUSUM 拟合 BPH 患者 RVOT 的学习曲线 56 例患者手术均顺利完成。随着手术例数增加, RVOT 呈整体上升趋势, CUSUM 对 RVOT 的拟合曲线见图 1, 拟合曲线拐点对应手术例数在第 21 例, 从第 38 例开始进入平稳期。根据 RVOT 拟合的学习曲线拐点, 将术者的学习曲线分为: 学习阶段(1~21 例)、提高阶段(22~38 例)及成熟阶段(39~56 例)。

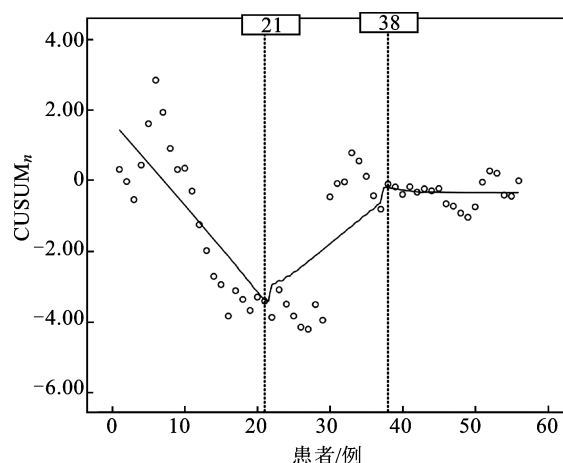


图 1 采用累积和方法(CUSUM)拟合良性前列腺增生患者前列腺体积/蓝激光出光时间比值的学习曲线

2.2 TUBVP 不同学习阶段下进行手术患者的临床资料比较 学习阶段、提高阶段及成熟阶段患者的临床资料数据见表 1。3 个阶段患者的年龄、IPSS、QoL 比较, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 学习阶段和提高阶段前列腺体积的差异有统计学意义($P < 0.05$)。随着手术例数增加, 3 个阶段的术后膀胱冲洗时间呈逐渐下降趋势, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 手术效率呈逐渐上升趋势, 留置尿管时间及血红蛋白下降值呈逐渐下降趋势, 但组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

表1 TUBVP不同学习阶段良性前列腺增生患者的临床资料比较

($\bar{x} \pm s$)

指标	学习阶段($n=21$)	提高阶段($n=17$)	成熟阶段($n=18$)	F/χ^2 值	P 值
年龄/岁	70.67 $\pm$ 9.03	71.35 $\pm$ 6.36	68.11 $\pm$ 5.72	0.976	0.383
前列腺体积/mL $^{\Delta}$	61.08(35.18,83.61)	38.19(24.85,50.20)	48.96(28.92,63.10)	5.699	0.058 ^r
IPSS/分	20.43 $\pm$ 2.77	20.47 $\pm$ 3.18	21.89 $\pm$ 2.54	1.583	0.215
QoL/分	4.43 $\pm$ 0.98	4.24 $\pm$ 1.09	4.72 $\pm$ 1.07	0.970	0.386
手术效率	0.51 $\pm$ 0.14	0.55 $\pm$ 0.17	0.63 $\pm$ 0.23	2.200	0.121
术后膀胱冲洗时间/h $^{\Delta}$	40.00(26.00,44.50)	23.00(20.50,34.00) [*]	23.50(14.75,40.75) [#]	7.839	0.020 ^r
留置尿管时间/h $^{\Delta}$	70.0(66.0,106.0)	71.0(66.0,89.0)	66.0(58.5,78.5)	3.080	0.214 ^r
血红蛋白下降值/(g/L)	6.43 $\pm$ 7.35	5.65 $\pm$ 10.91	2.61 $\pm$ 7.36	1.036	0.362

^{*} 学习阶段 vs. 提高阶段, $P=0.011$; [#] 学习阶段 vs. 成熟阶段, $P=0.026$; ^r 非参数检验; $^{\Delta}$ 以中位数(四分位间距)表示; IPSS: 国际前列腺症状评分; QoL: 生活质量评分; TUBVP: 经尿道 450 nm 蓝激光前列腺汽化切除术。

2.3 TUBVP不同学习阶段BPH患者的术后并发症比较 学习阶段出现1例尿潴留、1例膀胱黏膜损伤; 提高阶段出现1例膀胱黏膜损伤; 成熟阶段无并发症发生; 3个阶段并发症发生率(9.5% vs. 5.9% vs. 0)比较, 差异无统计学意义($\chi^2=1.747$, $P=0.417$)。

3 讨论

据报道经尿道前列腺激光剜除术, 如绿激光(green laser enucleation of the prostate, GreenLEP)、钬激光(thulium laser enucleation of the prostate, ThuLEP)及半导体激光(diode laser enucleation of the prostate, DiLEP)、钬激光(holmium laser enucleation of the prostate, HoLEP)能够取得理想的手术效果且安全性高^[7-8], 然而开展前列腺剜除术需要熟练的外科解剖理论和娴熟的腔内操作技术, 学习曲线较长, 限制了其在基层医院的推广应用。据报道, TUBVP能有效改善BPH患者的客观症状(最大尿流率、残余尿量)及主观症状(IPSS、QoL)^[9-11], 操作简单且安全有效, 有望成为BPH治疗的主要手术方式。

学习曲线是术者掌握一项术式所需的阶段过程, 通过初步阶段学习后术者的手术技巧趋于稳定^[12], 较长的学习曲线是影响术式推广应用的重要因素^[6]。明确TUBVP的学习曲线对于区县级等基层医疗单位开展该术式的医生具有重要的参考意义。BRUNCKHORST等^[13]报道HoLEP的学习曲线为40~60例。SONG等^[14]报道双极等离子前列腺剜除术(bipolar transurethral enucleation of the prostate, TUEB)的学习曲线为70例。一项包含TURP和TUEB的研究显示, TURP的学习曲线为30例, TUEB为50例^[15]。国内一项报道基层医院开展

HoLEP的研究中, 术者需经过500例的累积方能熟练掌握HoLEP^[16]。由此可知, 对于需掌握TURP、HoLEP、TUEB等主流术式的泌尿外科医生, 仍然需要相当数量的学习和训练。本研究中, 术者经过21例TUBVP学习即可度过学习阶段, 完成38例手术后进入熟练阶段, 低于上述文献报道结果。原因可能为: ①术者有一定数量的TURP手术经验, 开展TUBVP的过程即为熟悉激光特性及操作流程的过程; ②术者前期经过TUBVP专业培训, 在开展TUBVP后又反复观看操作视频, 对比TUBVP与TURP操作的异同点, 进行了技术模仿和改进。

手术时间是影响手术效果及安全性的重要因素^[17], 尤其BPH手术中手术时间长短与冲洗液的吸收量明显相关。本团队的前期研究表明, TUBVP手术时间明显短于TURP[(45.11 $\pm$ 22.08)min vs. (81.25 $\pm$ 29.37)min]^[5], 这与450 nm蓝激光高效的汽化效率有关^[18]; 且随着手术例数的累积, TUBVP的手术效率随之提高。TUBVP有较好的止血特性, 因而更适合于合并心脑血管疾病及口服抗凝药物等高危BPH患者的治疗。本文结果显示, 进入成熟阶段后, 术后膀胱冲洗时间较学习阶段明显缩短, 与文献报道基本一致^[11]。原因为血红蛋白对450 nm蓝激光有较高吸收率, 被吸收时可能会发生组织和血管的消融和凝固, 且随着TUBVP手术技巧的提升, 术中操作逐渐娴熟, 手术过程的出血量也随之减少, 术后膀胱冲洗时间亦随之降低。本研究中, RVOT的学习曲线呈现下降后再上升而后趋于平稳, 分析曲线先表现为下降的原因为术者手术操作不熟悉, 处理术中不同部位增生组织生疏, 因而造成操作时间过长; 而后随着处理不同部位及不同程度增生的前列腺组织的操作日趋娴熟, 所需操作时间较之前明显缩短并趋于稳定。

本研究术中出现2例膀胱黏膜损伤病例, 究其原因

因为:1例发生于操作的初始阶段,与蓝激光操作技巧欠熟练有关;另1例为术中发现患者尿道狭窄,遂改用F22膀胱镜进行操作,由于膀胱镜的回流致膀胱未充分充盈所致。由于患者仅为膀胱黏膜的灼烧,均未行进一步处置。

本团队在开展TUBVP操作过程的体会有:①450 nm蓝激光有效做功距离为3 cm以内^[9],手术过程中需保证膀胱充盈以确保有效的安全距离,避免蓝激光灼伤膀胱黏膜。②蓝激光不被水吸收,可保持能量的高效性,汽化效率高。在蓝激光激发过程中,需持续摆动操作套杆,避免对固定区域“打洞”造成汽化过深,尤其是5点、7点富含血管区域,避免引起困难性止血。③处理膀胱颈口组织,尤其中叶过大过宽时,可采用小范围组织汽化方式,使蓝激光作用范围相对变窄,避免损伤两侧输尿管口。④在TUBVP的学习阶段,可反复观看手术视频,并与上级医院有TUBVP经验的医生沟通操作中遇到的问题,以便提升手术技巧。本研究的局限性在于:首先,本研究采用RVOT绘制学习曲线,其未能准确反映单位时间内切除的前列腺组织,势必对结果产生影响;其次,纳入研究的样本量偏少且为单中心,后期还需进一步开展多中心、大样本量的研究验证本文结论。

综上所述,TUBVP的学习阶段手术例数为21例,术者通过培训及手术视频的学习,可快速通过学习周期。对于区级医院医生而言,TUBVP不失为一种学习曲线短、安全性高且效果好的BPH手术方式。

参考文献:

- [1] PÖYHÖNEN A, ÅKERLA J, HÄKKINEN JT, et al. Severity and bother of lower urinary tract symptoms among men aged 30-80 years; tampere ageing male urological study (TAMUS)[J]. Scand J Urol, 2018, 52(4): 296-301.
- [2] ALEXANDER CE, SCULLION MM, OMAR MI, et al. Bipolar versus monopolar transurethral resection of the prostate for lower urinary tract symptoms secondary to benign prostatic obstruction[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2019, 12(12): CD009629.
- [3] 徐晓龙, 满超, 岳传超, 等. 蓝激光前列腺汽化切除术对良性前列腺增生患者术后性功能及下尿路症状的影响[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(6): 501-504.
- [4] 谢立平, 刘明, 王忠, 等. 良性前列腺增生诊断治疗指南[M]//黄健, 张旭. 中国泌尿外科和男科疾病诊断治疗指南. 北京: 科学出版社, 2022, 436-439.
- [5] 李涛, 陈礼达, 王忠义, 等. 区级医院开展经尿道450 nm蓝激光前列腺汽化术的初步报道[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(4): 324-326.
- [6] KIM KH, YANG HJ, HEO NH, et al. Comparison study of learning curve using cumulative sum analysis between holmium laser enucleation of the prostate and transurethral resection of the prostate; is holmium laser enucleation of the prostate a difficult procedure for beginner urologists? [J]. J Endourol, 2021, 35(2): 159-164.
- [7] XIAO KW, ZHOU L, HE Q, et al. Enucleation of the prostate for benign prostatic hyperplasia: thulium laser versus holmium laser; a systematic review and meta-analysis[J]. Lasers Med Sci, 2019, 34(4): 815-826.
- [8] YILMAZ M, ESSER J, SUAREZ-IBARROLA R, et al. Safety and efficacy of laser enucleation of the prostate in elderly patients—a narrative review[J]. Clin Interv Aging, 2022, 17: 15-33.
- [9] 凡振伟, 程海峰, 杜泉, 等. 450 nm蓝激光半导体治疗机汽化切除治疗良性前列腺增生100例报告[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(1): 24-28.
- [10] 郝晓航, 李腾, 屠凡倬, 等. 450 nm蓝激光半导体治疗机侧输光治疗前列腺增生的临床疗效观察[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(1): 29-31.
- [11] 屠凡倬, 郝晓航, 胡燕, 等. 450 nm蓝激光半导体治疗机6点位置定位法治疗中叶增生型良性前列腺增生的疗效观察[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(4): 320-323.
- [12] KHAN N, ABOUDI H, KHAN MS, et al. Measuring the surgical ‘learning curve’: methods, variables and competency[J]. BJU Int, 2014, 113(3): 504-508.
- [13] BRUNCKHORST O, AHMED K, NEHIKHARE O, et al. Evaluation of the learning curve for holmium laser enucleation of the prostate using multiple outcome measures[J]. Urology, 2015, 86(4): 824-829.
- [14] SONG B, SONG SH, JEONG SJ. Evaluation of the efficiency of transurethral enucleation with bipolar energy according to prostate volume for patients with benign prostate hyperplasia [J]. Prostate Int, 2023, 11(4): 204-211.
- [15] XIONG W, SUN M, RAN Q, et al. Learning curve for bipolar transurethral enucleation and resection of the prostate in saline for symptomatic benign prostatic hyperplasia: experience in the first 100 consecutive patients[J]. Urol Int, 2013, 90(1): 68-74.
- [16] 杨鸿毅. 县级医院开展前列腺钬激光剜除术的学习体会和经验分享[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(9): 810-812.
- [17] OTTAIANO N, SHELTON T, SANEKOMMU G, et al. Surgical complications in the management of benign prostatic hyperplasia treatment[J]. Curr Urol Rep, 2022, 23(5): 83-92.
- [18] JIANG DL, YANG Z, LIU GX, et al. A novel 450-nm blue laser system for surgical applications: efficacy of specific laser-tissue interactions in bladder soft tissue[J]. Lasers Med Sci, 2019, 34(4): 807-813.

(编辑 闫玉梅)