

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.08.016
文章编号: 1005-8982 (2023) 08-0093-06

临床研究·论著

良性前列腺增生微创术后尿道狭窄的危险因素分析*

牛明, 赵治坚, 夏浩, 陈铁峰

(天水市第二人民医院 泌尿外科, 甘肃 天水 741020)

摘要: **目的** 基于列线图分析良性前列腺增生(BPH)微创术后尿道狭窄(US)的危险因素。**方法** 选取2019年1月—2022年1月在水市第二人民医院行微创术的BPH患者162例, 术后随访6个月, 统计US发生情况, 分为US组、无US组。比较两组患者一般资料; 采用多因素Logistic逐步回归模型分析BPH微创术后US的危险因素; 建立BPH微创术后US的列线图风险模型, 并评估其效能及预测价值。**结果** 随访6个月后, BPH行微创术患者US发生率为18.52%(30/162)。US组与无US组患者尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间>14 d构成比比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。多因素Logistic逐步回归分析结果显示, 尿路感染[$\hat{OR}=6.521(95\% CI: 4.568, 8.474)$]、手术操作不规范[$\hat{OR}=3.789(95\% CI: 1.254, 6.323)$]、术中行尿道扩张[$\hat{OR}=2.818(95\% CI: 1.986, 3.650)$]、术后导尿管留置时间>14 d [$\hat{OR}=2.683(95\% CI: 1.365, 4.001)$]为BPH微创术后US的危险因素($P<0.05$)。将上述风险因素作为预测变量, 建立列线图预测模型, 总分0~45分, 对应概率为0.03~0.99, 总分越高, BPH微创术后US发生风险越高。绘制Calibration曲线, 校正曲线与理想曲线, 差异无统计学意义($P>0.05$), 显示校正曲线与理想曲线是拟合的。采用Bootstrap法内部验证, C-index指数为0.789(95% CI: 0.714, 0.864), 区分度良好; 以风险总分为自变量, 是否发生US为因变量, 受试者工作特征曲线分析结果显示, 列线图风险模型预测BPH微创术后US的敏感性为86.42%(95% CI: 74.54%, 98.30%), 特异性为70.37%(95% CI: 65.21%, 75.53%), 曲线下面积为0.729(95% CI: 0.653, 0.795), 该模型预测效能良好。**结论** 尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间>14 d均为BPH微创术后US的危险因素, 列线图风险模型预测效能良好, 可为评估BPH微创术后US的发生风险提供可靠的预测方式。

关键词: 良性前列腺增生; 经尿道双极等离子前列腺电切术; 尿道狭窄; 列线图

中图分类号: R697.3

文献标识码: A

Analysis of risk factors for urethral stricture after minimally invasive treatment of benign prostatic hyperplasia*

Niu Ming, Zhao Zhi-jian, Xia Hao, Chen Tie-feng

(Department of Urology, Tianshui Second People's Hospital, Tianshui, Gansu 741020, China)

Abstract: **Objective** To analyze the risk factors for urethral stricture (US) after minimally invasive treatment of benign prostatic hyperplasia (BPH) based on nomogram. **Methods** A total of 162 BPH patients who underwent minimally invasive treatment in our hospital from January 2019 to January 2022 were selected, and they were followed up for 6 months after surgery. According to the occurrence of US, the patients were divided into US group and non-US group. The general data of the two groups were compared. The multivariable stepwise Logistic regression model was adopted to analyze the risk factors of US after minimally invasive treatment of BPH. A risk

收稿日期: 2022-09-15

* 基金项目: 甘肃省自然科学基金(No: 20JR10RA677)

[通信作者] 陈铁峰, E-mail: ctf_6457@126.com; Tel: 13993806457

nomogram model for US after minimally invasive treatment of BPH was established, and its efficacy and predictive value were assessed. **Results** After 6 months of follow-up, the incidence of US in 162 BPH patients who received minimally invasive treatment was 18.52% (30/162). The composition ratios of preoperative urinary tract infection, non-standard surgical operation, intraoperative urethral dilatation, and the duration of postoperative catheter indwelling > 14 days were different between the US group and the non-US group ($P < 0.05$). Multivariable stepwise Logistic regression analysis revealed that preoperative urinary tract infection [$\hat{OR} = 6.521$ (95% CI: 4.568, 8.474)], non-standard surgical operation [$\hat{OR} = 3.789$ (95% CI: 1.254, 6.323)], intraoperative urethral dilatation [$\hat{OR} = 2.818$ (95% CI: 1.986, 3.650)], and the duration of postoperative catheter indwelling > 14 days [$\hat{OR} = 2.683$ (95% CI: 1.365, 4.001)] were risk factors for postoperative US ($P < 0.05$). Taking the above risk factors as predictors, a nomogram prediction model was established. The total score ranged from 0 to 45 points, and the corresponding probability range was 0.03 to 0.99. The higher the total score, the higher the risk of US after minimally invasive treatment of BPH. The calibration curve was plotted, and there was no significant difference between the calibration curve and the ideal curve ($P > 0.05$), indicating that the calibration curve was well fitted. The Bootstrap method was used for internal validation, and the C-index was 0.789 (95% CI: 0.714, 0.864), which was suggestive of a good degree of discrimination. With the total score as the independent variable and the occurrence of US as the dependent variable, the receiver operating characteristic (ROC) curve analysis demonstrated that the risk nomogram model exhibited a sensitivity of 86.42% (95% CI: 74.54%, 98.30%), a specificity of 70.37% (95% CI: 65.21%, 75.53%), and an area under the ROC curve (AUC) of 0.729 (95% CI: 0.653, 0.795) for predicting US after minimally invasive treatment of BPH, thereby showing excellent predictive performance. **Conclusions** Preoperative urinary tract infection, non-standard surgical operation, intraoperative urethral dilatation, and duration of postoperative catheter indwelling > 14 days are risk factors for postoperative US after minimally invasive treatment of BPH. The risk nomogram model based on these risk factors exhibits good predictive performance, and represents a reliable prediction method for evaluating the risk of US after minimally invasive treatment of BPH.

Keywords: benign prostatic hyperplasia; transurethral plasmakinetic resection of prostate; urethral stricture; nomogram

良性前列腺增生 (benign prostatic hyperplasia, BPH) 是老年男性常见的泌尿系统疾病,也是导致其排尿困难及尿路症状的主要病因^[1-2]。目前经尿道双极等离子前列腺电切术 (transurethral plasmakinetic resection of prostate, PKRP) 是临床治疗 BPH 的常用微创术式,创伤小、操作简单、恢复快,但术后仍面临尿道狭窄 (urethral stricture, US) 的发生风险,以排尿不畅、尿潴留等为主要症状,严重影响患者生活质量^[3-4]。随着行微创手术的 BPH 患者逐渐增加,临床急需提高术后 US 的认知水平^[5-6]。目前国内外已有较多关于 BPH 患者微创术后 US 危险因素的研究成果,但尚无统一定论。孙之勇等^[7]认为,并发糖尿病、腺体大、手术时间长、术前尿白细胞计数高、术后尿管留置时间长及牵拉时间长是术后 US 的独立危险因素。王仕钦等^[8]的研究则显示,尿路感染、手术方式及术后导尿管留置时间延长将显著增加 US 发生风险。本研究选取 162 例行微创治疗术的 BPH 患者,分析术后 US 的危险因素,并纳入筛选出的危险因素建立列线图预测模型。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2019 年 1 月—2022 年 1 月在天水市第二人民医院行微创术的 BPH 患者 162 例,年龄 63 ~ 77 岁,平均 (66.35 ± 8.49) 岁;前列腺体积 33 ~ 72 mL,平均 (54.57 ± 7.85) mL;国际前列腺症状评分 (international prostatic symptom score-voiding, IPSS) 11 ~ 30 分,平均 (18.65 ± 3.75) 分。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有受试者或家属签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合《2014 版中国泌尿外科疾病诊断治疗指南手册》^[9]BPH 诊断标准,经直肠指检、尿常规及泌尿系统超声等确诊;②行 PKRP 微创手术;③术后移除导尿管后排尿通畅、尿线粗且射程远;④精神与沟通能力正常。

1.2.2 排除标准 ①有手术及麻醉禁忌证;②术前存在 US 或尿道闭锁、尿路畸形;③合并其他泌

尿系统疾病;④神经源性膀胱疾病;⑤主要脏器严重功能不全;⑥术中转开放手术;⑦有泌尿系统手术史;⑧前列腺癌或其他恶性肿瘤。

1.3 US诊断

通过电话、门诊复查或查询病历系统等方式进行为期6个月的随访,主诉尿流无力、尿线变细、排尿不畅及时间延长等症状,返院行逆行尿路造影、排泄性膀胱尿路造影或尿道内镜检查,以确定是否发生US、部位及狭窄程度。

1.4 一般资料收集

通过病案系统收集患者一般资料,包括年龄、体质指数(body mass index, BMI)、病程、吸烟史、饮酒史、糖尿病、高血压、肾功能不全、膀胱结石、慢性前列腺炎、尿路感染、术前IPSS评分、前列腺体积、手术时间、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术中输血、术中保温、切除腺体重量、术后膀胱冲洗时间、术后预防性使用抗生素、导尿管型号、导尿管留置时间。

1.5 统计学方法

数据分析采用SPSS 19.0统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,用 t 检验;计数资料用构成比或率(%)表示,用 χ^2 检验;影响因素的分析用多因素Logistic逐步回归模型;采用R 4.1.0软件建立列线图风险模型,绘制校正曲线,采用Hosmer-Lemeshow检验评估拟合度;绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 BPH微创术后US发生情况

随访6个月,162例接受微创手术的BPH患者中,发生US 30例,发生率为18.52%,其中前US 9例,后US 21例;狭窄长度4~11 mm,平均(7.63 \pm 0.98)mm。将30例发生US的患者作为US组,其余未发生US的患者132例作为无US组。

2.2 两组患者一般资料比较

US组与无US组患者尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间 >14 d构成比比较,经 χ^2 检验,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组患者年龄、BMI、病程、吸烟史、饮酒史、糖尿病、高血压、肾功能不全、膀胱结石、慢性前列腺炎、术前IPSS评分、前列腺体积、手术时间、术中输血、术中保温、切除腺体重量、术后膀胱冲洗时间、术后预防性使用抗生素、导尿管型号、导尿管留置时间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.3 BPH微创术后US的危险因素

以BPH微创术后US(无=0,有=1)为因变量,尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、导尿管留置时间为自变量,赋值见表2,行多因素Logistic逐步回归分析,引入水准为0.05,剔除水准为0.10。结果显示,尿路感染[OR=6.521(95% CI: 4.568, 8.474)]、手术操作不规范[OR=3.789(95% CI: 1.254, 6.323)]、术中行尿道扩张[OR=2.818(95% CI: 1.986, 3.650)]、术后导尿管留置时间 >14 d [OR=2.683(95% CI: 1.365, 4.001)]为BPH微创术后US的危险

表1 两组患者一般资料比较

组别	<i>n</i>	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	病程/(年, $\bar{x} \pm s$)	吸烟史 例(%)	饮酒史 例(%)	糖尿病 例(%)	高血压 例(%)	肾功能不全 例(%)
US组	30	67.52 \pm 8.41	23.01 \pm 0.32	2.67 \pm 0.59	19(63.33)	17(56.67)	18(60.00)	19(63.33)	14(46.67)
无US组	132	66.08 \pm 7.24	22.98 \pm 0.35	2.73 \pm 0.64	66(50.00)	60(45.45)	73(55.30)	72(54.55)	42(31.82)
t/χ^2 值		0.954	0.430	0.470	1.743	1.232	0.219	0.767	2.383
<i>P</i> 值		0.342	0.668	0.639	0.187	0.267	0.640	0.381	0.123

组别	膀胱结石 例(%)	慢性前列腺 炎 例(%)	尿路感染 例(%)	术前IPSS评 分 ($\bar{x} \pm s$)	前列腺体积/ (mL, $\bar{x} \pm s$)	手术时间/ (min, $\bar{x} \pm s$)	手术操作不 规范 例(%)	术中行尿道 扩张 例(%)	术中输血 例(%)
US组	8(26.67)	10(33.33)	8(26.67)	20.74 \pm 4.15	56.95 \pm 7.14	60.32 \pm 7.14	7(23.33)	6(20.00)	2(6.67)
无US组	20(15.15)	25(18.94)	15(11.36)	21.06 \pm 4.07	55.96 \pm 7.02	59.87 \pm 8.05	10(7.58)	9(6.82)	8(6.06)
t/χ^2 值	2.267	2.990	4.699	0.387	0.695	0.282	6.462	5.055	0.016
<i>P</i> 值	0.132	0.084	0.030	0.699	0.488	0.778	0.011	0.025	0.901

续表 1

组别	术中保温 例(%)	切除腺体重量/ (g, $\bar{x} \pm s$)	术后膀胱冲洗 时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	术后预防性使用 抗生素 例(%)	导尿管型号 例(%)		术后导尿管留置时间 例(%)	
					20 F	22 F	≤ 14 d	> 14 d
US组	25(83.33)	39.15 ± 5.27	2.72 ± 0.51	27(90.00)	11(36.67)	19(63.33)	9(30.00)	21(70.00)
无US组	114(86.36)	40.96 ± 6.08	2.88 ± 0.49	125(94.70)	56(42.42)	76(57.58)	70(53.03)	62(46.97)
t/χ ² 值	0.184	1.506	1.602	0.931	0.334		5.189	
P值	0.668	0.134	0.111	0.335	0.563		0.023	

因素(P < 0.05)。见表 3。

表 2 赋值表

因素	变量	赋值
US	Y	无 = 0, 有 = 1
尿路感染	X ₁	无 = 0, 有 = 1
手术操作不规范	X ₂	否 = 0, 是 = 1
术中行尿道扩张	X ₃	否 = 0, 是 = 1
导尿管留置时间	X ₄	≤ 14 d = 0, > 14 d = 1

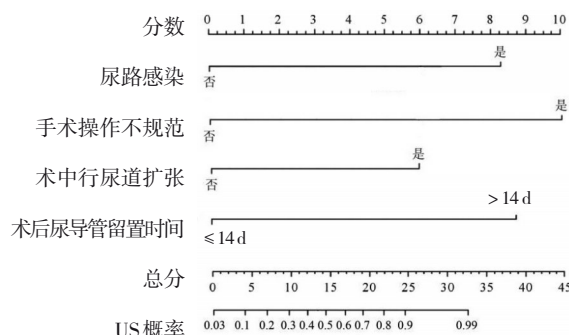


图 1 预测BPH微创术后US发生的列线图风险模型

2.4 BPH微创术后US的列线图风险模型

将尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间 > 14 d 作为预测变量, 建立列线图预测模型。各因素赋分: 尿路感染为 8.25 分, 手术操作不规范为 10 分, 术中行尿道扩张为 6 分, 导尿管留置时间 > 14 d 为 8.5 分, 总分 0 ~ 45 分, 对应概率为 0.03 ~ 0.99, 总分越高, BPH 微创术后 US 发生风险越高。见图 1。

2.5 列线图风险模型的验证及效能评估

绘制 Calibration 曲线, 校正曲线与理想曲线, 经 Hosmer-Lemeshow 检验, 差异无统计学意义 ($\chi^2 = 0.314, P = 0.425$), 显示校正曲线与理想曲线是拟合的。见图 2。

2.6 列线图风险模型的预测价值

采用 Bootstrap 法内部验证, C-index 指数为 0.789 (95% CI: 0.714, 0.864), 区分度良好; 以风险总分为

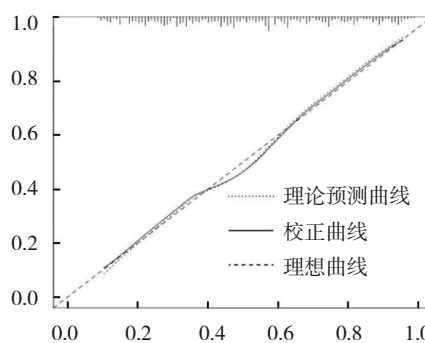


图 2 校正曲线

自变量, 是否发生 US 为因变量, ROC 曲线结果显示, 列线图风险模型预测 BPH 微创术后 US 的敏感性为 86.42% (95% CI: 0.745, 0.983), 特异性为 70.37% (95% CI: 0.652, 0.755), 曲线下面积 (area under curve, AUC) 为 0.729 (95% CI: 0.653, 0.795), 该模型预测效能良好。见图 3。

表 3 BPH 微创术后 US 危险因素的多因素 Logistic 逐步回归分析参数

自变量	b	S _b	Wald χ ² 值	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
尿路感染	1.875	0.652	8.270	0.007	6.521	4.568	8.474
手术操作不规范	1.332	0.254	27.501	0.000	3.789	1.254	6.323
术中行尿道扩张	1.036	0.321	10.416	0.000	2.818	1.986	3.650
导尿管留置时间 > 14 d	0.987	0.298	10.970	0.000	2.683	1.365	4.001

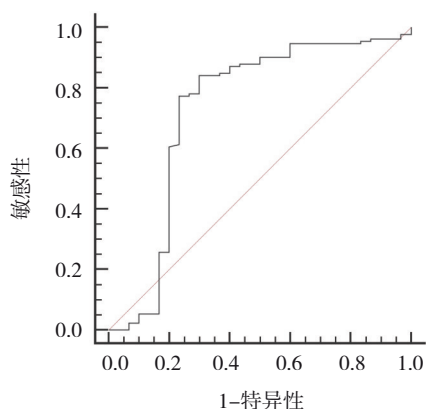


图3 列线图风险模型预测BPH微创术后US的ROC曲线

3 讨论

US是BPH微创术后常见的并发症之一,可发生于多个部位,通常在术后数周至数月出现。本研究统计显示,随访6个月后,162例接受微创术的BPH患者中,US发生率为18.52%,高于GÜR等^[10]的3.9%,分析原因与本研究入组病例数较少、年龄较大、整体健康状况较差等有关。

本研究中多因素Logistic逐步回归分析结果显示,尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间>14d均为术后US的危险因素。①尿路感染将导致局部组织发生炎症黏连,引起US;导致尿道黏膜水肿、肉芽组织增生及黏膜瘢痕化,诱发US。此外,有研究发现,尿道狭窄患者同样面临着较高的耻骨上膀胱造瘘管相关性尿路感染风险,提示两者有相关性^[11]。②行PKRP时手术操作不当。在前列腺体积较大时,如电切镜大小不合适勉强插入将导致前尿道、尿道外口及膜部尿道损伤;电切、电凝时电流设置过大或持续时间过长,导致局部严重损伤;操作不熟练导致前列腺体尖部切除不完全或残留较多,术后易发生US,与冯伟等^[12]观点一致。③术中行尿道扩张整形的原因多为手术器械大小与尿道口直径不完全契合,在插入镜鞘的过程中容易导致尿道黏膜损伤,引发局部组织黏膜缺血坏死,逐渐形成纤维化增生及愈合瘢痕,最终导致US^[13-14]。但颜兵等^[15]认为,充分润滑尿道口后再进行尿道扩张整形,并不一定会增加术后US风险,关于该问题需扩大样本量进一步探究。④导尿管留置时间过长,长时间与尿道组织摩擦,对尿道黏膜形成刺激,导致黏膜水肿、破溃,病原菌易侵入尿道,引流不畅,尿道黏膜坏死后形成瘢痕,导致US。

基于上述危险因素,建立预测BPH微创术后US的列线图风险模型,并对其进行验证,通过绘制Calibration曲线,显示校正曲线与理想曲线基本贴近,提示拟合度良好。采用Bootstrap法内部验证,显示C-index指数为0.789(95%CI:0.714,0.864),区分度良好;ROC曲线结果显示,列线图风险模型预测BPH微创术后US的敏感性为86.42%(95%CI:0.745,0.983),特异性为70.37%(95%CI:0.652,0.755),AUC为0.729(95%CI:0.653,0.795),提示该模型预测效能良好,可为评估BPH微创术后US的发生风险提供可靠的预测方式。

针对以上危险因素,在临床实践中应采取相应的预防措施,以降低术后US发生率。完善术前检查,根据尿路感染患者病原菌培养结果给予抗生素治疗,并嘱患者多饮水,治愈后择期手术;严格按照手术要求进行规范操作,将手术对尿道组织的损伤降至最低;术中选择与尿道口直径契合的手术器械,避免扩张尿道,或在尿道口充分润滑的情况下再行尿道扩张整形;术后尽量缩短导尿管的留置时间,并按规定进行尿管护理,每日清洁会阴区及尿管近段,并配合抗感染措施,减少US^[16-17]。

综上所述,尿路感染、手术操作不规范、术中行尿道扩张、术后导尿管留置时间>14d均为BPH微创术后US的危险因素,列线图风险模型预测效能良好,可为评估BPH微创术后US的发生风险提供可靠的预测方式。

参考文献:

- [1] LANGAN R C. Benign prostatic hyperplasia[J]. Prim Care, 2019, 46(2): 223-232.
- [2] DEVLIN C M, SIMMS M S, MAITLAND N J. Benign prostatic hyperplasia - what do we know? [J]. BJU Int, 2021, 127(4): 389-399.
- [3] MIERNIK A, GRATZKE C. Current treatment for benign prostatic hyperplasia[J]. Dtsch Arztebl Int, 2020, 117(49): 843-854.
- [4] CHUNG J H, KIM K S, CHOI J D, et al. Effects of poloxamer-based thermo-sensitive sol-gel agent on urethral stricture after transurethral resection of the prostate for benign prostatic hyperplasia: a multicentre, single-blinded, randomised controlled trial[J]. BJU Int, 2020, 125(1): 160-167.
- [5] DORNBIER R, PAHOJJA G, BRANCH J, et al. The new American Urological Association benign prostatic hyperplasia clinical guidelines: 2019 update[J]. Curr Urol Rep, 2020, 21(9): 32.
- [6] MANOV J J, MOHAN P P, KAVA B, et al. Benign prostatic

- hyperplasia: a brief overview of pathogenesis, diagnosis, and current state of therapy[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2020, 23(3): 100687.
- [7] 孙之勇, 梁朝朝, 张贤生, 等. 经尿道前列腺等离子电切术后发生尿道狭窄的危险因素分析[J]. *中国男科学杂志*, 2020, 34(6): 48-51.
- [8] 王仕钦, 黄卫, 黄辉虎, 等. 良性前列腺增生患者行经尿道手术后发生尿道狭窄的危险因素分析[J]. *微创泌尿外科杂志*, 2019, 8(4): 271-275.
- [9] 那彦群, 叶章群, 孙颖浩, 等. 2014 版中国泌尿外科疾病诊断治疗指南手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 24-25.
- [10] GÜR A, SÖNMEZ G, DEMIRTAŞ T, et al. Risk factors for early urethral stricture after mono-polar transurethral prostate resection: a single-center experience[J]. *Cureus*, 2021, 13(11): e19663.
- [11] 林家豪, 苑炜, 梁涛, 等. 尿道狭窄患者的耻骨上膀胱造瘘管相关性尿路感染的危险因素[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2022, 27(6): 483-488.
- [12] 冯伟, 朱笑丛, 胡雅芳. 经尿道前列腺等离子电切术后尿道狭窄发生率及危险因素分析[J]. *河北医学*, 2020, 26(7): 1195-1200.
- [13] OJIMA K, KUSHIBIKI T, MAYUMI Y, et al. Ability of photocurable gelatin to prevent stricture recurrence after urethral dilation in rabbits[J]. *Int J Urol*, 2022, 29(2): 170-175.
- [14] de ROOIJ F P W, FALCONE M, WATERSCHOOT M, et al. Surgical outcomes after treatment of urethral complications following metoidioplasty in transgender men[J]. *J Sex Med*, 2022, 19(2): 377-384.
- [15] 颜兵, 赵娜, 康元朝. 不同术式尿道扩张治疗经尿道前列腺电切术后前尿道狭窄的效果[J]. *宁夏医科大学学报*, 2021, 43(10): 1079-1083.
- [16] 涂洋, 刘相臣, 皇甫雪军, 等. 尿管源性尿道狭窄的病因分析及预防对策[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2020, 35(10): 846-850.
- [17] van DECKER S G, BOSCH N, MURPHY J. Catheter-associated urinary tract infection reduction in critical care units: a bundled care model[J]. *BMJ Open Qual*, 2021, 10(4): e001534.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 牛明, 赵治坚, 夏浩, 等. 良性前列腺增生微创术后尿道狭窄的危险因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(8): 93-98.

Cite this article as: NIU M, ZHAO Z J, XIA H, et al. Analysis of risk factors for urethral stricture after minimally invasive treatment of benign prostatic hyperplasia[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(8): 93-98.