

· 临床研究 ·

前列腺穿刺活检术后感染的危险因素分析及预测模型建立

孙朋浩, 宋 伟

(山东第一医科大学附属省立医院泌尿外科, 山东济南 250000)

Analysis of risk factors and establishment of a prediction model for infection after prostate biopsy

SUN Penghao, SONG Wei

(Department of Urology, Shandong Provincial Hospital Affiliated to Shandong First Medical University, Jinan 250000, China)

ABSTRACT: **Objective** To analyze the risk factors leading to infection after prostate biopsy, establish a nomogram prediction model and verify it. **Methods** Clinical data of 523 patients who underwent ultrasound-guided prostate biopsy at our hospital during Jan.2023 and Jul.2024 were retrospectively analyzed. Patients were divided into an infection group and a non-infection group. Independent risk factors for infection after prostate biopsy were identified with univariate and multivariate binary logistic regression analyses, and a nomogram prediction model was constructed, which was validated with receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve, and decision curve analysis (DCA). **Results** Infection occurred in 54 cases (10.3%). Univariate and multivariate logistic regression analyses showed that age >65 years ($OR = 3.535, P = 0.003$), diabetes ($OR = 5.693, P < 0.001$), hypoproteinemia ($OR = 8.936, P < 0.001$), preoperative urinary tract infection ($OR = 6.153, P < 0.001$), puncture needles >12 ($OR = 4.347, P < 0.001$), and transrectal puncture ($OR = 3.701, P < 0.001$) were independent risk factors for infection. Based on the multivariate logistic analysis results, a risk prediction nomogram model was constructed, with an area under the ROC curve (AUC) of 0.894. The calibration curve and DCA both indicated that the model had high predictive accuracy and clinical decision-making efficiency. **Conclusion** Age >65 years, diabetes, hypoproteinemia, preoperative urinary tract infection, puncture needles >12 , and transrectal puncture are independent risk factors for infection after prostate biopsy. The nomogram prediction model based on these factors helps identify high-risk patients, thereby enabling individualized treatment plans to reduce the incidence of infection.

KEY WORDS: prostate cancer; prostatic biopsy; postoperative infection; nomogram prediction model

摘要: **目的** 分析前列腺穿刺活检术(PB)患者术后发生感染的危险因素,建立列线图预测模型并进行验证。 **方法** 收集2023年1月—2024年7月于山东第一医科大学附属省立医院泌尿外科行超声引导下PB的523例患者的临床资料。根据术后是否出现感染将患者分为感染组和未感染组。采用单因素及多因素二元logistic回归分析筛选影响PB术后感染的独立危险因素,并构建列线图预测模型。采用受试者工作特征(ROC)曲线、校准曲线和决策曲线分析(DCA)评估与验证该列线图模型的预测效能。 **结果** 523例行PB的患者中有54例(10.3%)发生术后感染。单因素和多因素logistic回归分析显示, >65 岁($OR = 3.535, P = 0.003$)、糖尿病($OR = 5.693, P < 0.001$)、低蛋白血症($OR = 8.936, P < 0.001$)、术前尿路感染($OR = 6.153, P < 0.001$)、穿刺针数 >12 针($OR = 4.347, P < 0.001$)、经直肠穿刺($OR = 3.701, P < 0.001$)是PB术后感染的独立危险因素。基于多因素logistic回归分析结果构建PB术后感染的风险预测列线图模型,该模型ROC曲线下面积(AUC)为0.894,校准曲线和DCA均表明该模型具有较高的预测精度和临床决策效率。 **结论** >65 岁、有糖尿病、低蛋白血症、术前尿路感染、穿刺针数 >12 针、经直肠穿刺是PB术后感染的独立危险因素。基于上述因素构建的列线图预测模型有助于筛选出PB术后感染的高危患者,从而制定个体化治疗方案,降低PB术后感染的发生率。

关键词: 前列腺癌;前列腺穿刺活检术;术后感染;列线图预测模型

中图分类号:R619.3

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-8291.2025.02.006

前列腺癌(prostate cancer, PCa)是男性泌尿系

统常见的恶性肿瘤,根据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)2020年的统计数据,PCa在全球男性恶性肿瘤发病率中排名第2位^[1]。近年来,我国PCa的发病率呈显著上升趋势,2022年PCa年龄标化的总发病率位居我国男性泌尿生殖系

收稿日期:2024-08-10

修回日期:2024-10-28

基金项目:山东省自然科学基金项目(No.ZR2021MH283)

通信作者:宋伟,主任医师。E-mail:sss16273@126.com

作者简介:孙朋浩,硕士研究生在读。研究方向:前列腺癌诊治。

E-mail:sph1627@163.com

肿瘤第1位^[2]。前列腺穿刺活检术(prostate biopsy, PB)是确诊PCa的一个“金标准”^[3]。感染是PB术后的常见并发症,包括尿路感染、血行感染、精囊炎、附睾炎等,严重者可致感染性休克甚至死亡^[4]。文献报道,经直肠PB(transrectal prostate biopsy, TR-PB)术后感染发生率为1.2%~5.6%,经会阴PB(transperineal prostate biopsy, TP-PB)术后感染发生率为0.8%~3.3%^[5]。本研究通过单因素、多因素logistic回归分析影响PB术后感染的危险因素并构建列线图预测模型,以期帮助临床医生筛选出高风险患者,更好地防范PB术后感染的发生。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集2023年1月—2024年7月山东第一医科大学附属省立医院(下文简称“本中心”)行超声引导下PB的523例患者的临床资料。本研究由2位医师收集资料,以保证数据和资料的准确性。纳入标准:①在超声引导下行PB;②行PB的同期未行其他泌尿系手术;③临床资料完整。排除标准:①穿刺前处于急性感染期、发热期;②患者内痔、外痔、肛周或直肠病变。本研究经山东第一医科大学附属省立医院伦理委员会审批通过(No.SWYX2024-401)。

1.2 纳入分析的指标及定义 通过分析既往研究并结合临床经验来确定预测变量^[6-11]。临床资料主要包括:年龄、糖尿病史、高血压史;术前总前列腺特异抗原(total prostate-specific antigen, tPSA)、游离前列腺特异性抗原(free prostate-specific antigen, fPSA)、fPSA与tPSA比值(f/t PSA)、血白蛋白、血总蛋白、血白细胞计数、前列腺体积(经腹前列腺超声或核磁共振检查计算前列腺体积,前列腺体积 $\approx$ 横径 $\times$ 上下径 $\times$ 前后径 $\times 0.52$)、穿刺针数、穿刺病理结果、穿刺手术方式。

PB术后感染的界定标准为术后2周内出现全身炎症反应综合征(systemic inflammatory response syndrome, SIRS)。SIRS诊断标准:①体温 $<36^{\circ}\text{C}$ 或 $>38^{\circ}\text{C}$;②心率 >90 次/min;③呼吸 >20 次/min;④血白细胞计数 $>12\times 10^9$ 个/L或白细胞计数 $<3\times 10^9$ 个/L。满足其中任何2个条件即被确诊。高血压诊断标准:在未使用降压药物的情况下,非同日3次测量肱动脉血压,收缩压 ≥ 140 mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)和/或舒张压 ≥ 90 mmHg。术前尿路感染诊断标准:①有尿频、尿急、尿痛等尿路感染症状;②清洁中段尿液菌落计数 $>10^5$ 个/mL;③离心尿液白细胞数 >5 个/高倍视野;④尿液细菌培养结果为

阳性。若穿刺术前1个月内出现上述1种或多种情况则被诊断为术前尿路感染。术前存在尿路感染的患者症状轻微且已得到有效控制后(如尿常规检查白细胞计数接近正常,无发热、尿频、尿急、尿痛等明显症状),可考虑在严格的无菌操作下进行PB。

1.3 PB方法 所有患者经充分评估后行PB,根据患者的年龄、前列腺大小、既往手术史、直肠病变情况以及个人选择等因素决定穿刺方式。TR-PB患者取左侧卧位,臀部朝向术者,碘伏灌洗直肠。TP-PB患者则取截石位,将阴囊托起。常规消毒铺巾,患者均采用局部麻醉。根据患者肿瘤风险、前列腺体积、PSA水平及影像学检查结果综合评估,酌情采用6针法、10针法、12针法或饱和穿刺法,对于可疑处额外增加1~2针。对于高度怀疑前列腺癌且前列腺体积较大的患者,倾向于采用更多的穿刺针数(如10针法、12针法或饱和穿刺法)以提高诊断的准确性;对于肿瘤风险较低或前列腺体积较小的患者,则倾向于采用较少的穿刺针数(如6针法)以减少创伤。术毕,向TR-PB患者肛门内塞入碘伏棉球以消毒止血;TP-PB患者以敷料包扎会阴穿刺处。本研究所有术者均为经验丰富的泌尿外科医生且均可独立完成PB。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)和R语言软件(版本4.4.1)进行统计学分析。计量资料符合正态分布时采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,不符合正态分布的资料则采用中位数(四分位间距)表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。计数资料用例(%)表示,采用 χ^2 检验。将单因素分析结果中差异有统计学意义的变量纳入多因素分析,采用多因素二元logistic回归分析确定PB术后感染的独立危险因素。将多因素分析得到的独立危险因素纳入R语言软件(<https://www.r-project.org/>)建立预测模型。根据独立危险因素的系数和 P 值确定每个危险因素对PB术后感染的贡献,并构建列线图预测模型。使用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线的曲线下面积(area under the curve, AUC)评估列线图预测模型的预测能力,面积越大则列线图模型预测的准确性越高。用校准曲线和决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)验证列线图预测模型的稳定性和可靠性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 PB术后感染的单因素分析 523例PB患者中

发生术后感染 54 例(10.3%)。PB 术后感染组和无感染组间年龄、糖尿病、低蛋白血症、术前尿路感染、穿刺针数、穿刺手术方式的比较差异均有统计学意义($P < 0.05$, 表 1)。术后感染组和未感染组间高血压

病史、tPSA、fPSA、f/t PSA、血白蛋白、血总蛋白、血白细胞计数、前列腺体积及是否穿刺阳性的比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 前列腺穿刺活检术后感染的单因素分析

[例(%)]

指标	术后未感染组($n=469$)	术后感染组($n=54$)	$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
年龄			14.233	<0.001
≤ 65 岁	203(43.28)	9(16.67)		
> 65 岁	266(56.72)	45(83.33)		
糖尿病			37.305	<0.001
否	386(82.30)	25(46.30)		
是	83(17.70)	29(53.70)		
高血压			3.512	0.061
否	304(64.82)	28(51.85)		
是	165(35.18)	26(48.15)		
tPSA/(ng/mL)*	12.40(7.67, 26.40)	12.75(8.26, 33.16)	-0.613	0.540
fPSA/(ng/mL)*	1.69(1.04, 3.59)	1.77(0.92, 4.67)	-0.334	0.739
f/t PSA/%*	13.30(8.68, 18.60)	13.51(9.48, 20.10)	-0.874	0.382
血白蛋白/(g/L)*	41.20(38.80, 43.60)	41.35(36.78, 42.65)	-1.552	0.121
血总蛋白/(g/L) [#]	67.48 $\pm$ 5.38	66.43 $\pm$ 5.93	1.345	0.179
低蛋白血症			27.764	<0.001
否	446(95.10)	41(75.93)		
是	23(4.90)	13(24.07)		
血白细胞计数/(10^9 个/L)*	5.95(4.98, 7.10)	5.73(4.95, 6.89)	-0.807	0.420
术前尿路感染			45.987	<0.001
否	411(87.63)	28(51.85)		
是	58(12.37)	26(48.15)		
前列腺体积/mL*	43.60(30.11, 69.00)	50.67(35.61, 68.99)	-1.507	0.132
穿刺针数			17.930	<0.001
≤ 12 针	264(56.29)	14(25.93)		
> 12 针	205(43.71)	40(74.07)		
穿刺病理结果			1.651	0.199
阳性	199(42.43)	18(33.33)		
阴性	270(57.57)	36(66.67)		
穿刺手术方式			26.321	<0.001
经会阴穿刺	307(65.46)	16(29.63)		
经直肠穿刺	162(34.54)	38(70.37)		

tPSA:总前列腺特异性抗原;fPSA:游离前列腺特异性抗原;f/t PSA:游离前列腺特异抗原与总前列腺特异抗原比值;* 以中位数(四分位间距)表示;[#] 以 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2.2 PB 术后感染的多因素 logistic 回归分析 对单因素分析中差异有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析,变量赋值中年龄(0= ≤ 65 岁、1= $>$

65 岁),糖尿病(0=否、1=是),低蛋白血症(0=否、1=是),术前尿路感染(0=否、1=是),穿刺针数(0= ≤ 12 针、1= > 12 针),穿刺手术方式(0=经会阴穿

刺、1=经直肠穿刺),结果显示年龄(>65 岁)、糖尿病、低蛋白血症、术前尿路感染、穿刺针数>12 针、穿刺手术方式

表 2 前列腺穿刺活检术后感染的多因素 logistic 回归分析

因素	β	Wald χ^2	OR 值	95%CI	P 值
年龄	1.263	8.647	3.535	1.524~8.200	0.003
糖尿病	1.739	22.937	5.693	2.794~11.601	<0.001
低蛋白血症	2.190	19.707	8.936	3.398~23.501	<0.001
术前尿路感染	1.817	23.008	6.153	2.929~12.927	<0.001
穿刺针数	1.469	14.059	4.347	2.016~9.370	<0.001
穿刺手术方式	1.309	12.513	3.701	1.792~7.641	<0.001
常量	-6.035	89.653	0.002	—	<0.001

2.3 列线图预测模型的建立 将多因素 logistic 回归分析中得到的 6 个独立危险因素(年龄、糖尿病、低蛋白血症、术前尿路感染、穿刺针数、穿刺手术方式)纳入 R 语言软件建立预测模型列线图(图 1)。每位接受 PB 的患者,预测模型总分越高术后发生感染的可能性越大。

2.4 列线图预测模型的验证 该列线图预测模型的 AUC 为 0.894(95%CI:0.855~0.934),表明其具有良好的预测效能(图 2A)。该列线图预测模型的校准曲线接近对角线,表明其预测情况与实际观察情况具有良好的一致性(图 2B)。DCA 表明该模型具有极高的临床决策能力(图 2C)。

刺手术方式(经直肠穿刺)是 PB 术后感染的独立危险因素($P<0.05$,表 2)。

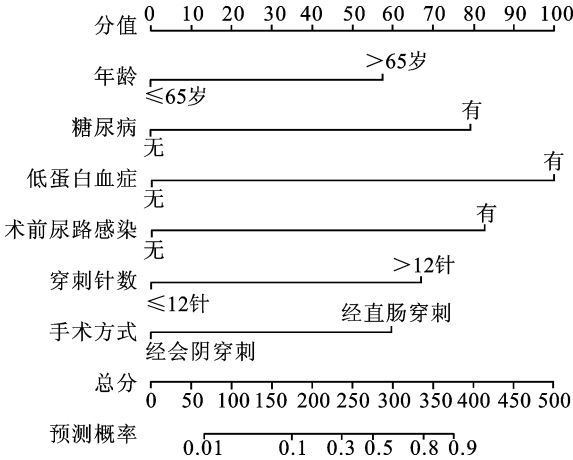
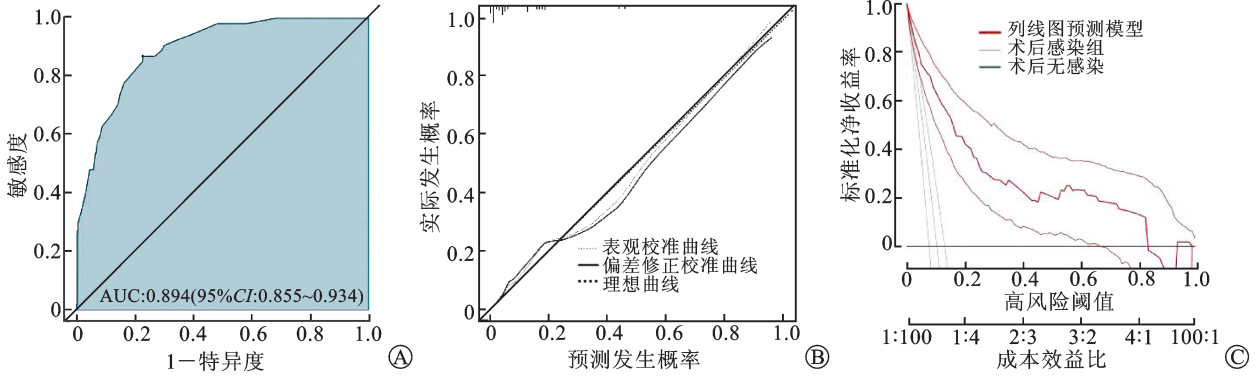


图 1 预测模型列线图



A:受试者工作特征(ROC)曲线;B:校准曲线;C:决策曲线;AUC:ROC 曲线下面积。

图 2 前列腺穿刺术后感染风险的列线图预测模型的验证

3 讨论

PCa 的确诊主要依赖于 PB 术后病理。感染是 PB 常见的并发症,表现为围术期发热性尿路感染、脓毒血症或败血症等^[12]。研究发现 PB 术后再次入院的患者中术后感染者约占 95%,其中 80%以上为脓毒血症引起的感染^[13-14]。临床医生应充分了解 PB 术后感染的危险因素,准确地筛选高危患者并予以个体化治疗以降低术后感染的发生率,避免脓毒性休

克、器官衰竭等严重并发症发生。

PB 是一种有创检查方法,有经直肠穿刺、经会阴穿刺 2 种途径。既往研究发现 2 种不同穿刺途径术后感染的潜在危险因素大致相同^[15-19],因此本研究尝试将 2 种不同的穿刺途径数据合并分析,并将穿刺途径视为 PB 术后感染的潜在危险因素之一,以全面了解所选相关因素的综合作用。

本研究共收集 523 例进行 PB 的患者,术后感染 54 例(10.3%)。单因素和多因素 logistic 回归分析

发现,年龄(>65 岁)、糖尿病、低蛋白血症、术前尿路感染、穿刺针数 >12 针、穿刺手术方式(经直肠穿刺)是PB术后感染的独立危险因素($P<0.05$)。LOEB等^[17]发现,糖尿病和前列腺增大是PB术后感染的危险因素。TSU等^[18]发现糖尿病与TR-PB术后感染相关。HALPERN等^[15]对10 073例接受PB的患者资料进行分析发现,糖尿病与术后感染显著相关。糖尿病是慢性内分泌性疾病和代谢疾病,高龄及糖尿病患者的免疫调节能力及对外部刺激的防御能力均较弱,术后应激能力比较差,更容易发生术后感染。高血糖为细菌增殖提供了丰富的营养物质,亦会增加糖尿病患者术后感染的风险。因此,对于合并糖尿病的PB患者,术前应关注血糖情况,严格控制血糖水平,以降低围术期感染率。术前合并尿路感染患者的尿液中已有细菌,在手术过程中细菌可通过创面进入血管,沿着穿刺后形成的通道扩散,进一步引起脓毒血症和感染。

穿刺针数对于围术期感染的影响目前存在争议,理论上穿刺针数的增加会导致手术时间延长和穿刺针道增多,增加细菌进入血液、前列腺、尿道的概率,进而增加感染的风险。JEON等^[16]分析879例接受TR-PB患者的临床资料发现,感染组的平均穿刺针数高于未感染组(7.8针 vs. 6.8针, $P=0.038$),表明增加穿刺针数是导致术后感染的危险因素。DAS等^[20]发现随着穿刺针数增加至12~14针时,感染发生率没有显著增加,但穿刺针数超过14针以后,围手术期感染发生率成比例增加。本研究发现,感染组与未感染组平均穿刺针数差异有统计学意义(14.3针 vs. 12.9针, $P=0.002$)。基于上述研究结果,建议对患者术前定制个体化的穿刺方案以减少穿刺针数,可缩短手术时间,减少患者的创伤、疼痛及围术期感染风险。

PB手术方式的不同会影响术后感染的发生率,PRADERE等^[21]研究发现,TR-PB术后感染率高于TP-PB。一项包括165项研究、162 577例患者的研究发现,TR-PB和TP-PB术后脓毒血症发生率分别为0.9%和0.1%^[22]。另外,BERRY等^[23]研究发现TP-PB较TR-PB术后脓毒血症的再入院率低(1.0% vs. 1.4%)。因此有学者提出应首选TP-PB来确诊PCa^[21],但相较于TP-PB,TR-PB对麻醉、超声及穿刺器械要求较低、手术步骤简单、手术时间短、学习曲线短,因此TR-PB仍然被临床广泛应用。一项包含1753例患者的Meta分析发现,术前给予抗生素药物可显著降低TR-PB术后的感染率^[24]。然而相反的是,越来越多的证据表明TP-PB可能不需要术前预

防性使用抗生素,CASTELLANI等^[25]的Meta分析显示,使用预防性抗生素组与未使用组在TP-PB术后感染、发热、败血症及再入院率方面差异无统计学意义;BASOURAKOS等^[26]研究发现,使用抗生素组脓毒血症发生率与未使用组相似,但仍需更多的随机对照试验验证结论。

综上所述,本研究建立了一个用于预测PB术后感染发生风险的模型,该模型的AUC为0.894,提示其具有良好的预测效能,且校准曲线和DCA均证实该模型的一致性和临床决策能力均较高。临床医生可以使用该列线图预测模型评估PB术后感染的发生风险,并采取相应措施降低术后感染的发生率。本研究还存在一定的局限性:本研究为单中心研究,纳入的患者数量相对较少,所建立的模型并未进行外部验证。后续还需要扩大研究样本量,将该列线图预测模型在多区域医疗中心进一步验证。

参考文献:

- [1] SUNG H, FERLAY J, SIEGEL RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries [J]. CA Cancer J Clin, 2021, 71(3): 209-249.
- [2] ZHENG R, ZHANG S, ZENG H, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016 [J]. J Natl Cancer Cent, 2022, 2(1): 1-9.
- [3] 周凌, 朱江. 超声引导下前列腺穿刺活检方法学研究进展 [J]. 中华超声影像学杂志, 2019, 28(5): 458-461.
- [4] 中华医学会泌尿外科学分会, 中国前列腺癌研究协作组. 前列腺穿刺中国专家共识(2022年版) [J]. 中华泌尿外科杂志, 2022, 43(11): 801-806.
- [5] JAGER A, VILANOVA JC, MICHI M, et al. The challenge of prostate biopsy guidance in the era of mpMRI detected lesion: ultrasound-guided versus in-bore biopsy [J]. Br J Radiol, 2022, 95(1131): 20210363.
- [6] SHAHAIT M, DEGHEILI J, EL-MERHI F, et al. Incidence of sepsis following transrectal ultrasound guided prostate biopsy at a tertiary-care medical center in Lebanon [J]. Int Braz J Urol, 2016, 42(1): 60-68.
- [7] ROBERTS MJ, BENNETT HY, HARRIS PN, et al. Prostate biopsy-related infection: a systematic review of risk factors, prevention strategies, and management approaches [J]. Urology, 2017, 104: 11-21.
- [8] LISS MA, EHDAIE B, LOEB S, et al. An update of the american urological association white paper on the prevention and treatment of the more common complications related to prostate biopsy [J]. J Urol, 2017, 198(2): 329-334.
- [9] WU X, YU C, LI T, et al. Obesity was an independent risk factor for febrile infection after prostate biopsy: a 10-year single center study in south China [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97

- (1):e9549.
- [10] ERUZ ED, YALCI A, OZDEN E, et al. Risk factors for infection development after transrectal prostate biopsy and the role of resistant bacteria in colonic flora[J]. *J Infect Dev Ctries*, 2017, 11(2):188-191.
- [11] PARK J, CHO SY, LEE SB, et al. Obesity is associated with higher risk of prostate cancer detection in a biopsy population in Korea[J]. *BJU Int*, 2014, 114(6):891-895.
- [12] BORGHESI M, AHMED H, NAM R, et al. Complications after systematic, random, and image-guided prostate biopsy[J]. *Eur Urol*, 2017, 71(3):353-365.
- [13] WOMBLE PR, DIXON MW, LINSELL SM, et al. Infection related hospitalizations after prostate biopsy in a statewide quality improvement collaborative[J]. *J Urol*, 2014, 191(6):1787-1792.
- [14] STEENSELS D, SLABBAERT K, DE WEVER L, et al. Fluoroquinolone-resistant *E. coli* in intestinal flora of patients undergoing transrectal ultrasound-guided prostate biopsy—should we reassess our practices for antibiotic prophylaxis? [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2012, 18(6):575-581.
- [15] HALPERN JA, SEDRAKYAN A, DINERMAN B, et al. Indications, utilization and complications following prostate biopsy: New York State analysis[J]. *J Urol*, 2017, 197(4):1020-1025.
- [16] JEON SS, WOO SH, HYUN JH, et al. Bisacodyl rectal preparation can decrease infectious complications of transrectal ultrasound-guided prostate biopsy[J]. *Urology*, 2003, 62(3):461-466.
- [17] LOEB S, VAN DEN HEUVEL S, ZHU X, et al. Infectious complications and hospital admissions after prostate biopsy in a European randomized trial[J]. *Eur Urol*, 2012, 61(6):1110-1114.
- [18] TSU JH, MA WK, CHAN WK, et al. Prevalence and predictive factors of harboring fluoroquinolone-resistant and extended-spectrum β -lactamase-producing rectal flora in Hong Kong Chinese men undergoing transrectal ultrasound-guided prostate biopsy[J]. *Urology*, 2015, 85(1):15-21.
- [19] LEI H, DONG X, LI L, et al. Retrospective study of the etiology and risk factors of systemic inflammatory response syndrome after systematic transrectal ultrasound-guided prostate biopsy[J]. *Infect Drug Resist*, 2020, 13:3187-3193.
- [20] DAS CJ, RAZIK A, SHARMA S, et al. Prostate biopsy: when and how to perform[J]. *Clin Radiol*, 2019, 74(11):853-864.
- [21] PRADERE B, VEERATTERAPILLAY R, DIMITROPOULOS K, et al. Nonantibiotic strategies for the prevention of infectious complications following prostate biopsy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Urol*, 2021, 205(3):653-663.
- [22] BENNETT HY, ROBERTS MJ, DOI SA, et al. The global burden of major infectious complications following prostate biopsy[J]. *Epidemiol Infect*, 2016, 144(8):1784-1791.
- [23] BERRY B, PARRY MG, SUJENTHIRAN A, et al. Comparison of complications after transrectal and transperineal prostate biopsy: a national population-based study[J]. *BJU Int*, 2020, 126(1):97-103.
- [24] PILATZ A, DIMITROPOULOS K, VEERATTERAPILLAY R, et al. Antibiotic prophylaxis for the prevention of infectious complications following prostate biopsy: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Urol*, 2020, 204(2):224-230.
- [25] CASTELLANI D, PIROLA GM, LAW YXT, et al. Infection rate after transperineal prostate biopsy with and without prophylactic antibiotics: results from a systematic review and meta-analysis of comparative studies[J]. *J Urol*, 2022, 207(1):25-34.
- [26] BASOURAKOS SP, ALSHAK MN, LEWICKI PJ, et al. Role of prophylactic antibiotics in transperineal prostate biopsy: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Urol Open Sci*, 2022, 37:53-63.

(编辑 闫玉梅)