

基于倾向性评分匹配分析的经皮肾镜取石术后尿路感染的危险因素探讨

夏金生¹ 李林¹ 洪波¹ 陈先国²

[摘要] 目的:分析经皮肾镜取石术(PCNL)术后发生尿路感染的相关影响因素,为预防和治疗 PCNL 术后发生尿路感染提供依据。方法:纳入 2017 年 1 月—2021 年 6 月于我院泌尿外科行 PCNL 治疗的 467 例患者作为研究对象,根据术后是否出现尿路感染将全部患者分为尿路感染组($n=63$)和非感染组($n=404$)。运用倾向性评分匹配法(PSM)对尿路感染组和非感染组进行 1:1 匹配。匹配后进行组间单因素分析,然后将单因素分析有意义者进一步行非条件二分类 logistic 回归分析。结果 PSM 成功匹配 61 对病例。单因素分析显示年龄、合并糖尿病、结石最大径、术前肾积水、手术时间、术后拔管时间和 PCNL 术后泌尿系感染发生密切相关(均 $P<0.05$)。多因素分析显示年龄($OR=2.061, 95\%CI: 1.633\sim 4.755, P=0.003$)、糖尿病($OR=1.950, 95\%CI: 1.038\sim 3.690, P=0.020$)以及术后拔管时间($OR=4.585, 95\%CI: 2.189\sim 6.847, P<0.001$)是 PCNL 术后发生尿路感染的独立影响因素。结论:PCNL 术后尿路感染发生率较高,经 PSM 控制混杂因素影响后显示老年患者、合并糖尿病以及术后拔管时间延长能独立影响术后尿路感染的发生,应针对相关影响因素加强干预。

[关键词] 经皮肾镜碎石术;尿路感染;倾向性评分匹配法;logistic 回归分析;危险因素

DOI:10.13201/j.issn.1001-1420.2021.12.007

[中图分类号] R692.4 [文献标志码] A

Risk factors of urinary tract infection after percutaneous nephrolithotomy based on propensity score matching analysis

XIA Jinsheng¹ LI Lin¹ HONG Bo¹ CHEN Xianguo²

(¹Department of Urology, Lujiang County People's Hospital of Anhui Province, Hefei, 231500, China; ²Department of Urology, First Affiliated Hospital of Anhui Medical University)

Corresponding author: XIA Jinsheng, E-mail: hfcx1977@yeah. net

Abstract Objective: To analyze the related factors of urinary tract infection after percutaneous nephrolithotomy (PCNL), and provide evidence for the prevention and treatment of urinary tract infection after PCNL. **Methods:** A total of 467 patients who underwent PCNL in our hospital's urology department from Jan. 2017 to Jun. 2021 were enrolled in this study. All patients were divided into urinary tract infection group ($n=63$) and non-infection group ($n=404$) according to whether there was postoperative urinary tract infection. Propensity score matching (PSM) was used to match urinary tract infection group and non-infection group. After matching, univariate analysis was performed between groups, and then unconditional binary logistic regression analysis was performed for those with significant univariate analysis. **Results:** Sixty-one pairs of cases were successfully matched. Univariate analysis showed that age, diabetes mellitus, stone diameter, preoperative hydronephrosis, operative time, postoperative extubation time were closely related to the incidence of postoperative urinary tract infection ($P<0.05$). Multivariate analysis showed that age ($OR=2.061, 95\%CI: 1.633-4.755, P=0.003$), diabetes ($OR=1.950, 95\%CI: 1.038-3.690, P=0.020$) and postoperative extubation time ($OR=4.585, 95\%CI: 2.189-6.847, P<0.001$) were independent factors affecting urinary tract infection after PCNL. **Conclusion:** The incidence of urinary tract infection after PCNL is relatively high. After controlling the influence of confounding factors by PSM, it has been shown that elderly patients, diabetes mellitus, and prolonged extubation time can independently affect the occurrence of postoperative urinary tract infection. Intervention measures should be strengthened according to related influencing factors.

Key words percutaneous nephrolithotomy; urinary tract infection; propensity score matching; logistic regressive analysis; risk factor

尿石症是一种常见的泌尿系疾病,随着社会发
展程度增高以及人口老年化进展,尿石症发病率也

有所增加^[1-2]。近年来,随着手术器械与影像导航
技术地不断改进与创新,经皮肾镜取石术(percuta-
neous nephrolithotomy, PCNL)在微创治疗尿路结
石以及术后快速康复方面取得了长足的进步,已成
为上尿路结石尤其是肾结石,特别是长径大于 2 cm

¹安徽省庐江县人民医院泌尿外科(合肥,231500)

²安徽医科大学第一附属医院泌尿外科

通信作者:夏金生, E-mail: hfcx1977@yeah. net

结石以及鹿角形结石的首选治疗方式^[3]。出血和感染是 PCNL 术后常见的并发症,尤其是尿路感染能显著延长患者康复时间、增加治疗成本、造成患者脏器功能受损、严重者甚至可能危及患者的生命^[4]。本文对 2017 年 1 月—2021 年 6 月安徽省庐江县人民医院泌尿外科行 PCNL 治疗的 467 例尿路结石症患者进行回顾性分析,考虑到患者的年龄、性别、发病程度等人口学资料和一般临床表现都可能对 PCNL 术后发生泌尿系感染有一定影响,为了均衡不同组别之间协变量的分布,减少选择性偏倚,本研究进行了倾向性评分匹配(propensity score matching,PSM)以均衡相关混杂因素,进而比较尿路感染和非感染组患者之间疾病和手术特点的差异。旨在阐明 PCNL 术后发生尿路感染的影响因素,并提出相应的预防和控制措施,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本组患者 467 例,年龄 20~90 岁,平均(50.6±6.5)岁;男 270 例,女 197 例;肾结石 426 例,输尿管上段结石 41 例。纳入标准:①所有患者均为首次行 PCNL 治疗;②诊断明确,感染均经微生物学检查确定;③病史完善、相关社会学资料准确完整。排除标准:①入院时或手术前已合并急慢性感染;②合并恶性肿瘤、免疫系统疾病;③心、肝、肺等重要脏器功能严重异常;④妊娠期妇女。本研究所有患者和(或)其授权委托人均签署知情同意书,研究内容经庐江县人民医院伦理委员会批准。

1.2 操作方法

全身麻醉,常规消毒后患者取膀胱截石位,使用输尿管镜经患侧逆行性置留末端开口的 F6 输尿管导管至肾盂,灌注生理盐水形成人工肾积水。随后,患者改为俯卧位,使用 B 超进行定位结石并选择目标肾盏,在 B 超引导下使用带有针芯的 18G 肾穿刺针进行经皮肾盏穹窿部穿刺,至尿液流出表示穿刺成功并将安全导丝导入肾脏集合系统。使用筋膜扩张器将孔道依次扩张至 24F,扩张时从 6F 开始,以 2F 逐次递增。经通道置入经皮肾镜后使用气压弹道碎石术将结石击碎,术中同时用高压脉冲水流将较小的碎石冲出,较大的碎石用钳夹取出。手术结束前再次用 B 超检查有无结石残留,必要时多通道手术。结石清除后,入镜至输尿管上段,直视下将斑马导丝逆行送达膀胱,同时拔除逆行插入的输尿管导管,再沿斑马导丝放置双 J 管。术后常规留置肾造瘘管,严密监测生命体征,对有发热的患者及时复查尿常规、血常规、尿培养等。

无结石残留的 5~7 d 拔除肾造瘘管。

1.3 研究方法

1.3.1 研究设计 基于住院患者电子病历数据库的回顾性队列研究。

1.3.2 研究变量 可能影响患者预后的一些混杂因素,包括年龄、高血压、糖尿病、结石长径、术前是否肾积水、发病情况、手术时间、术后拔管时间等资料。

1.3.3 暴露因素 根据术后是否出现尿路感染将全部患者分为尿路感染组和非感染组。

1.3.4 PSM 匹配 使用最近邻匹配法进行 1:1 PSM 匹配,将患者的性别、年龄、结石部位、住院天数进行配对,匹配容差为 0.1。

1.4 统计学方法

使用 IBM-SPSS 26.0 软件进行数据分析,采用 Kolmogorov-Smirnov 法及 Shapiro-Wilk 法检验判断计量数据是否服从正态分布,均 $P \geq 0.05$,认为服从正态分布。住院时间用中位数(四分位数间距)[M(P25,P75)]描述,使用 Wilcoxon 秩和检验进行统计分析;其他计数资料用构成比或率进行统计描述,并使用 χ^2 检验进行比较分析。多因素分析采用非条件二分类 logistic 回归模型进行分析,并计算比值比(OR)及其 95% 置信区间(CI)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 泌尿系感染发生情况

467 例患者中,共 63 例患者发生 PCNL 术后尿路感染,占比 13.49%。微生物学检查共检出病原菌 94 株,其中革兰阳性菌(金黄色葡萄球菌、肠球菌、溶血葡萄球菌、其他)32 株,革兰阴性菌(大肠杆菌、铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯杆菌、变形杆菌、其他)56 株,真菌(白色念珠菌、光滑假丝酵母菌)6 株,各病原菌详细分布见图 1。

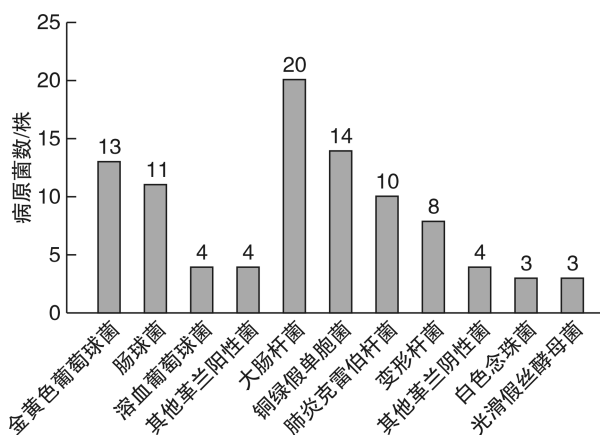


图 1 泌尿系感染中各病原菌分布情况

2.2 PSM 匹配前后两组患者临床资料比较

以性别、年龄、结石部位、住院天数等资料进行倾向性评分匹配,成功配对 61 对(122 例),匹配前后两组患者的一般情况见表 1。匹配前两组患者在性别、年龄、结石部位、住院时间等方面具有显著差异(均 $P < 0.05$),匹配后除年龄外其他因素差异

均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.3 影响 PCNL 术后泌尿系感染的单因素分析

经 PSM 校正混杂因素后,进一步比较感染组和非感染组患者的年龄、高血压、糖尿病、结石长径、术前是否肾积水、发病情况、手术时间、术后拔管时间等临床资料之间的差异。见表 2。

表 1 感染组和非感染组患者匹配前后一般情况比较

例(%)

变量	PSM 前		χ^2/Z	P	PSM 后		χ^2/Z	P
	感染组($n=63$)	未感染组($n=404$)			感染组($n=61$)	未感染组($n=61$)		
男性构成比	27(42.86)	243(60.15)	6.681	0.010	27(44.26)	30(49.18)	0.296	0.586
年龄			50.281	<0.001				
<60 岁	22(34.92)	315(77.97)			22(36.07)	35(57.38)	5.565	0.018
≥ 60 岁	41(65.08)	89(22.03)			39(63.93)	26(42.62)		
结石部位			4.576	0.032			1.438	0.230
肾脏	53(84.13)	373(92.33)			53(86.89)	48(78.69)		
输尿管上段	10(15.87)	31(7.67)			8(13.11)	13(21.31)		
住院时间/d	15(10~20)	11(9~14)	-3.486	0.001	14(10~18)	13(9~17)	-0.815	0.415

表 2 影响 PCNL 术后尿路感染的单因素分析

例(%)

组别	感染组($n=61$)	未感染组($n=61$)	χ^2	P
高血压				
有	21(34.43)	18(29.51)	0.339	0.560
无	40(65.57)	43(70.49)		
糖尿病				
有	17(27.87)	8(13.11)	4.075	0.044
无	44(72.13)	53(86.89)		
结石长径				
<2 cm	26(42.62)	40(65.58)	6.47	0.011
≥ 2 cm	35(57.38)	21(34.42)		
术前肾积水				
有	12(19.67)	4(6.56)	4.604	0.032
无	49(80.33)	57(93.44)		
急性发病				
是	22(36.07)	17(27.87)	0.942	0.332
否	39(63.93)	44(72.13)		
手术时间				
<60 min	34(55.74)	45(73.77)	4.346	0.037
≥ 60 min	27(44.26)	16(26.23)		
术后拔管时间				
<5 d	33(54.10)	48(78.69)	8.266	0.004
≥ 5 d	28(45.90)	13(21.31)		

2.4 影响 PCNL 术后泌尿系感染的多因素 logistic 回归分析

将上述两组间比较有差异的相关因素作为自变量(年龄、糖尿病、结石长径、术前肾积水、手术时间、术后拔管时间),以是否出现尿路感染(出现感染为 1,未出现感染者为 0)作为因变量,进行非条件二分类 logistic 回归分析,采用逐步向后法拟合优化模型进行分析,自变量赋值见表 3。非条件二分类 logistic 回归分析结果显示:年龄 ≥ 60 岁($OR = 2.061, 95\%CI: 1.633 \sim 4.755, P = 0.003$)、糖尿病($OR = 1.950, 95\%CI: 1.038 \sim 3.690, P = 0.020$)以及术后拔管时间 ≥ 5 d($OR = 4.585, 95\%CI: 2.189 \sim 6.847, P < 0.001$)是 PCNL 术后合并尿路感染的独立危险因素。见表 4。

表 3 非条件二分类 logistic 回归分析中自变量赋值情况

自变量	赋值方法
年龄	<60 岁=0, ≥ 60 岁=1
合并糖尿病	无=0, 有=1
结石长径/cm	<2=0, ≥ 2 =1
术前肾积水	无=0, 有=1
手术时间/min	<60=0, ≥ 60 =1
术后拔管时间/d	<5=0, ≥ 5 =1

表 4 影响 PCNL 术后泌尿系感染的多因素 logistic 回归分析

变量	β	SE	Wald	OR	95%CI	P
年龄	0.768	0.535	5.707	2.061	1.633~4.755	0.003
合并糖尿病	0.668	0.433	2.380	1.950	1.038~3.690	0.020
术后拔管时间	1.523	0.488	9.740	4.585	2.189~6.847	<0.001

3 讨论

PCNL 手术虽然具有直视、微创等优点,但术后尿路感染仍然是其值得重视并发症之一。结石是细菌生长的良好载体,手术中人为破坏了泌尿系天然屏障,使得细菌和毒素易于被机体吸收。此外,PCNL 术中需要大量的液体持续性冲洗,这也增加了尿路感染的概率。本研究中,总计 467 例行 PCNL 手术患者,其中 63 例患者术后出现不同程度的尿路感染,占比达 13.49%,高于 Jung 等^[5]报道的泌尿外科手术后患者尿路感染发生率(9.4%),低于 Wagenius 等^[6]报道的 PCNL 术后总体感染率(16%)。进一步分析显示尿路感染中以革兰阴性菌感染为主,其中以大肠杆菌最为多见,和 Jung 等^[5]的研究一致,也符合院内感染以革兰阴性菌为主的现状^[7-9]。提示在临床实践中,患者出现尿路感染症状后,在微生物学检查结果尚未出来时,可使用针对革兰阴性菌尤其是对大肠杆菌敏感的药物进行经验性用药。

在非随机性研究中,PSM 主要用于研究组中混杂因素的事后均衡,已被证明可以有效地减少选择性偏倚,它可以最大限度地平衡组间的协变量,并且一次可以不受数量限制地调整协变量^[10-12]。本研究在病例对照研究的基础上采用 PSM 法有效提高非随机分组资料间协变量的均衡性。PCNL 术后是否出现泌尿系感染除了和疾病本身特征、手术相关情况有关外,还可能和患者本身某些人口学、社会学特征甚至手术病例的选择有关。本研究通过 PSM 匹配,将感染组和非感染组患者的性别、结石部位、住院时间等相关参数尽可能达到匹配状态,较为真实地反映了疾病本身和手术因素对术后尿路感染发生的影响。

本研究中多因素 logistic 回归分析显示年龄 ≥ 60 岁,合并糖尿病以及术后拔管时间延长(≥ 5 d)是影响 PCNL 术后尿路感染的独立危险因素。和年轻人相比,老年患者各项功能下降,机体免疫、修复能力下降,更容易被细菌、病毒感染。随着年龄增加,尿路感染的风险也不断增加^[13]。本研究显示,匹配前在感染组中年龄 ≥ 60 岁患者占 65.08%(41/63),显著高于未感染组的 22.03%(89/404),匹配后仍无法消除两组患者之间的年龄差异,进一

步行多因素分析显示年龄 ≥ 60 岁是影响 PCNL 术后尿路感染的独立危险因素,和李新亮等^[14]报道一致。糖尿病是 PCNL 术后发生尿路感染的另一个独立危险因素。高血糖一方面有利于病原菌的繁殖,增加了泌尿系感染的概率;另一方面,过高的血糖代谢会降低患者的免疫功能,影响机体对病原菌的杀灭、吞噬功能^[15-17]。因此在患者手术前,尤其是择期手术前,对于合并糖尿病患者,应在内分泌科医师指导下进行规范性降糖治疗,待血糖控制稳定后再行手术治疗。根据《经皮肾镜取石中国专家共识》^[18],在 PCNL 术后应常规留置肾造瘘管及双 J 管,这样在通畅引流的同时还可以压迫通道减少出血。但本研究同时显示拔管时间延长(≥ 5 d)也是出现尿路感染的独立危险因素之一,提示在临床实践中应做好外置导管的无菌性护理。此外,在 PCNL 微通道技术建立以及操作技术不断成熟的情况下,对于一些无菌尿、手术时间较短、无活动性出血以及无结石残留的患者尽可能做到无管化 PCNL^[19]。Xun 等^[20]通过一项包括 572 例标准 PCNL 术和 576 例无管化 PCNL 的荟萃分析研究得出,和标准化 PCNL 相比,无管化 PCNL 手术时间更短、术后疼痛感更轻、尿外渗发生率更低,住院时间更短。

本研究尚有一定不足之处,主要表现在一方面尿路结石行 PCNL 治疗的患者人群基数较大,本研究只是单一中心数据,存在着样本量相对较少,覆盖不同地区人群数量不足等缺点。另一方面,由于是回顾性研究,虽然进行了倾向性评分匹配分析,但考虑到影响因素较多,仍然可能存在样本的选择性偏倚。

综上所述,年龄 ≥ 60 岁、合并糖尿病以及术后拔管时间延长(≥ 5 d)均为 PCNL 术后泌尿系感染的独立危险因素,必须针对危险因素进行相应干预。对于老年人群,应高度重视术后尿路感染情况,必要时可以在手术前后预防性使用抗生素。同时还应该重视围手术期对血糖的严格管理,以及通过提高技术水平争取行无管化 PCNL,进而减少 PCNL 术后尿路感染发生。

参考文献

- [1] Roger C, Abid N, Dubourg L, et al. Composition of urinary calculi: Lessons from a French epidemiologic

- retrospective study[J]. *Prog Urol*, 2020, 30(6): 339-345.
- [2] Waseda Y, Takazawa R, Kobayashi M, et al. Successful outcomes of endoscopic lithotripsy in completely bedridden patients with symptomatic urinary calculi[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 8839.
- [3] 冯超, 郑宇飞, 张保朝, 等. 经皮肾镜取石术在泌尿系结石中的应用与进展[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2019, 39(3): 549-552.
- [4] Lorenzo Soriano L, Ordaz Jurado DG, Pérez Ardevín J, et al. Predictive factors of infectious complications in the postoperative of percutaneous nephrolithotomy[J]. *Actas Urol Esp(Engl Ed)*, 2019, 43(3): 131-136.
- [5] Jung CE, Brubaker L. Postoperative urinary tract infection after urogynecologic surgery: timing and uropathogens[J]. *Int Urogynecol J*, 2020, 31(8): 1621-1626.
- [6] Wagenius M, Borglin J, Popiolek M, et al. Percutaneous nephrolithotomy and modern aspects of complications and antibiotic treatment[J]. *Scand J Urol*, 2020, 54(2): 162-170.
- [7] 王姗姗, 陆静尔, 杨迪. 2型糖尿病泌尿系统感染病原学特点及影响因素[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(5): 711-715.
- [8] 王静, 李凡. 输尿管结石患者术后发生泌尿道感染的logistic分析[J]. *中国卫生统计*, 2020, 37(5): 740-741, 744.
- [9] 张江容, 罗旭, 李梦芝, 等. 肾结石患者经皮肾镜取石术后泌尿系感染的病原学特点及影响因素分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2019, 29(2): 265-268.
- [10] 陈文航, 李慧慧, 周权, 等. 基于倾向评分匹配法的高血压对妊娠相关性急性肾损伤预后影响的回顾性队列研究[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2020, 45(7): 797-803.
- [11] Feng Y, He XG, Zhou CM, et al. Comparison of hepatic resection and systemic treatment of breast cancer liver metastases: A propensity score matching study[J]. *Am J Surg*, 2020, 220(4): 945-951.
- [12] 解晓曦, 赵晓明. 基于倾向性评分匹配的患者术后医院感染的影响因素再评价[J]. *现代预防医学*, 2019, 46(4): 743-746.
- [13] Hsiao CY, Chen TH, Lee YC, et al. Risk factors for uroseptic shock in hospitalized patients aged over 80 years with urinary tract infection[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(7): 477-489.
- [14] 李新亮, 杨思伟, 郭艳, 等. 经皮肾镜微创取石术后尿路感染危险因素及血清 HMGB1、TLR4、NF- κ B 水平[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(2): 249-253.
- [15] Kamei J, Yamamoto S. Complicated urinary tract infections with diabetes mellitus[J]. *J Infect Chemother*, 2021, 27(8): 1131-1136.
- [16] 汪秋实, 孙维敏, 赵琪, 等. 留置尿管患者泌尿道多重耐药菌的分离及危险因素[J/OL]. *中华临床医师杂志(电子版)*, 2021, 15(2): 103-108.
- [17] Kamei J, Yamamoto S. Complicated urinary tract infections with diabetes mellitus[J]. *J Infect Chemother*, 2021, 27(8): 1131-1136.
- [18] 中华医学会泌尿外科学分会结石学组, 中国泌尿系结石联盟. 经皮肾镜取石术中国专家共识[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2020, 41(6): 401-404.
- [19] 卫超, 张宇聪, 甘家骅, 等. 标准经皮肾镜取石术与无管化经皮肾镜取石术治疗肾结石的比较研究[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2018, 39(7): 532-536.
- [20] Xun Y, Wang Q, Hu H, et al. Tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: an update meta-analysis[J]. *BMC Urol*, 2017, 17(1): 102.

(收稿日期: 2021-07-06)