DOI: 10.12235/E20250332
文章编号：1007-1989（2026）05-0036-08

论 著

顺行软性输尿管镜辅助经皮肾镜取石术治疗鹿角形肾结石的效果分析

梁元，黑炜翔，杨永刚，杨继尧
（德宏州人民医院 泌尿外科，云南 德宏 678400）

摘要：目的 探讨单次经皮肾镜取石术（SPCNL）和顺行软性输尿管镜辅助经皮肾镜取石术（AFPCNL）治疗鹿角肾形结石的疗效和安全性。**方法** 纳入2021年1月—2024年12月该院收治的鹿角形肾结石患者160例，采用随机数表法分为SPCNL组（81例）和AFPCNL组（79例）。比较两组患者手术相关情况和临床结局。亚分组分析第1组（结石分支数 < 5）和第2组（结石分支数 ≥ 5）的手术相关情况和临床结局。**结果** 与SPCNL组相比，AFPCNL组结石清除率更高，所需经皮肾通道更少，手术时间更短，差异有统计学意义（$P < 0.05$）。AFPCNL组手术分期率更低，尤其是在结石分支数≥5中，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。SPCNL组和AFPCNL组血红蛋白水平变化和输血率比较，差异均无统计学意义（$P > 0.05$）。两组患者围手术期并发症发生率比较，差异无统计学意义（$P > 0.05$）。**结论** AFPCNL治疗鹿角形肾结石的结石清除率更高，与SPCNL相比，AFPCNL需要的经皮肾穿刺通道更少，分期手术率更低，手术时间更短，尤其是在结石分支数 ≥ 5的患者中更具优势。

关键词： 经皮肾镜取石术；顺行软性输尿管镜辅助经皮肾镜取石术（AFPCNL）；鹿角形肾结石；结石分支数

中图分类号： R691.4

Efficacy analysis of antegrade flexible ureteroscopy-assisted percutaneous nephrolithotomy in the treatment of staghorn calculus

Liang Yuan, Hei Weixiang, Yang Yonggang, Yang Jiyao
(Department of Urology, Dehong Prefecture People's Hospital, Dehong, Yunnan 678400, China)

Abstract: Objective To explore the efficacy and safety of single percutaneous nephrolithotomy (SPCNL) and antegrade flexible ureteroscopy-assisted percutaneous nephrolithotomy (AFPCNL) in the treatment of staghorn calculus. **Methods** A total of 160 patients with staghorn calculus who met the study criteria and were admitted to our hospital from January 2021 to December 2024 were enrolled, they were randomly divided into the SPCNL group (81 cases) and the AFPCNL group (79 cases). The overall differences in surgical parameters, and clinical outcomes between the SPCNL group and the AFPCNL group were compared. Then, the patients were divided into two subgroups: Group 1 (number of stone branches < 5) and group 2 (number of stone branches ≥ 5), and the differences in clinical and surgical parameters between the two subgroups were compared. **Results** Compared with the SPCNL group, the AFPCNL group had a higher stone clearance rate, required fewer percutaneous accesses, and shorter operative time, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). In addition, the AFPCNL group had a lower staged surgery rate, especially in patients with stone branches ≥5, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). There were no statistical differences in hemoglobin level changes and blood transfusion requirements

收稿日期：2025-06-12

between the SPCNL group and AFPCNL group ($P > 0.05$). The incidence of perioperative complications was not statistically significant between the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** AFPCNL for staghorn calculus has a higher stone clearance rate. Compared with SPCNL, AFPCNL requires fewer multiple percutaneous accesses, a lower staged surgery rate, and shorter operative time, especially in patients with ≥5 stone branches.

Keywords: percutaneous nephrolithotomy; antegrade flexible ureteroscopy-assisted percutaneous nephrolithotomy (AFPCNL); staghorn calculus; number of stone branches

肾结石是全球常见的泌尿系统疾病之一[1]。经皮肾镜取石术（percutaneous nephrolithotomy，PCNL）是治疗 > 2 cm 肾结石的标准术式[2]。但单通道PCNL对鹿角形肾结石的结石清除率仍不理想，常需多通道或分期手术，增加了出血风险和患者负担[3]。为在单次手术中达到更好效果，外科医生可能建立多个经皮肾通道，但多通道手术对穿刺技术要求高，且并发症发生率更高[4]。内镜下肾内联合手术（endoscopic combined intra-renal surgery，ECIRS）可提高复杂肾结石的结石清除率[5-6]，但需两套设备及两名经验丰富的外科医生，费用较高，限制了其广泛应用[7]。PCNL联合顺行软性内镜技术，也可治疗鹿角形肾结石。与软性肾镜相比，软性输尿管镜前端弯曲角度更大，观察范围更广。近年来，有顺行软性输尿管镜辅助PCNL（antegrade flexible ureteroscopy-assistant percutaneous nephrolithotomy，AFPCNL）治疗鹿角形肾结石的小样本回顾性研究[8-9]，但缺乏高质量前瞻性证据。目前，已有多项关于AFPCNL治疗鹿角形肾结石的研究，但均为小样本量回顾性研究或病例报告[10-11]。可重复使用的软性输尿管镜辅助PCNL的不足主要包括：初始购买成本高、存在漏洞、维护费用高和交叉感染风险[12]。一次性软性输尿管镜的产生，降低了交叉感染风险和维护成本，使该技术更具可行性。为探讨AFPCNL治疗鹿角形肾结石的有效性和安全性，本研究采用前瞻性随机对照试验，比较单次PCNL（single percutaneous nephrolithotomy，SPCNL）与AFPCNL的疗效及安全性，以期为鹿角形肾结石的个性化治疗，提供参考依据。

1　资料与方法

1.1　一般资料

选取2021年1月—2024年12月本院收治的鹿角形肾结石患者160例，采用随机数表法分为SPCNL组（81例）和AFPCNL组（79例）。根据患者结石支数进一步进行亚分组，分为：结石分支数 < 5组和结石分支数 ≥ 5组。两组患者年龄、性别、体重指数（body mass index，BMI）、基础疾病、侧别、术前白细胞、结石负荷、结石分支数、CT值、初始尿培养阳性、结石主要成分和肾积水程度等一般资料比较，差异均无统计学意义（$P > 0.05$），具有可比性。见表1。

纳入标准：年龄 ≥ 18岁；经CT检查证实存在鹿角形肾结石；美国麻醉医师协会分级为Ⅰ级或Ⅱ级；对本研究知情，并签署知情同意书。排除标准：孤立肾、肾集合系统先天性异常或肾旋转不良；术前有严重肾盂肾炎或积脓；有意采用特定治疗方法的患者。本研究经医院伦理委员会批准，伦理批件号：DHPH-LL-2020084。

1.2　方法

1.2.1　体外模型实验　为探讨AFPCNL的可行性，本研究用20个猪肾，通过后组肾盏建立20 F经皮肾盂通路。选用软性膀胱镜和软性输尿管镜，分别观察肾脏上、中和下肾盏，比较膀胱镜或输尿管镜所能观察到的肾盏比例。根据正常肾脏结构相同比例对肾脏进行建模后，再分别用软性膀胱镜和软性输尿管镜观察肾盏。模型实验结果用于评估软性输尿管镜的潜在优势和功效。

1.2.2　样本量估算　根据预实验结果，SPCNL组结石清除率约为50.0%，AFPCNL组约为70.0%，设 $\alpha = 0.05$，$\beta = 0.2$，计算每组需73例，考虑10.0%脱落，最终每组纳入约80例，共160例。

1.2.3　术前准备　所有患者术前均进行尿液培养和药敏试验。尿路感染者，接受培养证实敏感的抗生素治疗，直到重复尿培养阴性为止。尿培养阴性者，术前抗菌药物选用二代头孢菌素，静脉给药。

1.2.4　碎石处理　所有手术均由同一组具备5年以上PCNL手术经验的主任医师完成。在全身麻醉下进行手术。首先，将7 F输尿管导管逆行插入肾盂，患者改俯卧位，在超声引导下，将18 G穿刺针穿刺目

标肾盏，留置超硬超滑导丝后，沿导丝以筋膜扩张器自F 8顺序扩张至F 20，置入相同大小的撕开鞘，建立经皮肾通道。接着，在F 8/9.8硬质输尿管镜监视下，采用钬激光（YAG激光）进行碎石，并将碎石清除，同时，在超声或X线下，评估残留结石。碎石时，采用钬激光高能量设置，于直视下进行操作。SPCNL组若残余结石无法通过主要皮肾通道到达，则同法建立次要皮肾通道进行碎石；AFPCNL组则采用软性输尿管镜，通过主要皮肾通道，于直视下寻找并粉碎残余结石。

1.2.5　术中残留结石处理　较大碎块由取石篮取出，或改硬质输尿管镜冲洗取石；对于位置刁钻的残留结石，使用结石篮，将其转移到硬质输尿管镜可以到达的肾盂内。如在手术过程中，常规超声检查仍发现残余结石，而硬性输尿管镜和软性输尿管镜均无法到达，则建立次要皮肾通道，以取出结石。为进一步提高结石清除率，避免漏诊任何肾盏，改用软性输尿管镜，按照特定顺序，观察每个肾盏，即：上盏、下盏、平行盏和整个输尿管。当软性输尿管镜检查仍发现残留结石，则通过主要或次要通道碎石。如果软性输尿管镜无法通过初始或第二通道到达残余结石，则建立第三辅助通道。使用已建立的通道碎石，直到未发现残余结石为止。如有需要，还将建立更多辅助通道。

1.2.6　碎石后处理　常规检查碎石后，观察是否有血凝块或出血。于输尿管顺行置入6 F双J管，并为所有患者置入一个或多个匹配工作通道的肾造瘘管。

1.2.7　分期手术方法　残留碎片 > 4 mm的患者，建议接受多期手术，以达到无结石状态。根据患者偏好，分期手术方法包括：使用与初次手术相同的经皮肾通道进行PCNL（必要时结合顺行软性输尿管镜检查）、逆行肾内手术或体外冲击波碎石术（根据结石大小和位置而定）。

1.2.8　其他处理　术后血红蛋白 < 70 g/L或出现贫血相关症状（如：心率加快，血压下降）给予输血；针对活动性出血动脉，由介入科医师在数字减影血管造影引导下，采用明胶海绵颗粒或可脱性弹簧圈作为栓塞材料，实施超选择性动脉栓塞术。

表1　两组患者一般资料比较

Table 1　Comparison of general data between the two groups

组别	年龄/岁	性别 例(%)		BMI/(kg/m²)	高血压 例(%)	糖尿病 例(%)	心血管疾病 例(%)	术前白细胞/(×10⁹/L)
		男	女					
SPCNL组(n = 81)	55.3±8.9	52(64.2)	29(35.8)	26.6±3.6	34(42.0)	12(14.8)	7(8.6)	6.5±1.8
AFPCNL组(n = 79)	54.7±5.2	58(73.4)	21(26.6)	26.5±3.4	29(36.7)	18(22.8)	5(6.3)	6.8±1.9
$t/\chi^2/Z$值	0.59[1)]	1.10		0.80[1)]	0.21	1.18	0.05	0.87[1)]
P值	0.554	0.294		0.425	0.643	0.278	0.822	0.387

组别	侧别 例(%)		结石负荷/cm	结石分支数 例(%)		结石CT值/HU	初始尿培养阳性 例(%)
	左侧	右侧		< 5个	≥5个		
SPCNL组(n = 81)	56(69.1)	25(30.9)	4.6±1.2	32(39.5)	49(60.5)	991.6±280.3	21(25.9)
AFPCNL组(n = 79)	51(64.6)	28(35.4)	4.1±1.7	32(40.5)	47(59.5)	992.3±316.1	17(21.5)
$t/\chi^2/Z$值	0.18		1.35[1)]	0.01		0.02[1)]	0.23
P值	0.674		0.179	0.928		0.987	0.634

组别	结石主要成分 例(%)					肾积水 例(%)			
	钙盐	尿酸	碳酸盐	磷酸盐	其他	无	轻	中	重
SPCNL组(n = 81)	60(74.1)	4(4.9)	12(14.8)	1(1.2)	4(4.9)	13(16.1)	47(58.0)	13(16.1)	8(9.8)
AFPCNL组(n = 79)	61(77.2)	5(6.3)	8(10.1)	3(3.8)	2(2.5)	10(12.7)	46(58.2)	18(22.8)	5(6.3)
$t/\chi^2/Z$值	2.41					3 326.0[2)]			
P值	0.672					0.665			

注：1）为t值；2）为Z值。

1.3　观察指标

1.3.1　围手术期指标　包括：结石清除率（于术后第2天，行泌尿系统CT，评估结石清除率）、血红蛋白下降量、分期手术率、手术时间、经皮通道使用率、术后住院时间、发烧（≥38.5℃）率和第1鞘（F 18和F 20）使用率。血红蛋白下降量 = 术前血红蛋白水平–术后24 h血红蛋白水平。

1.3.2　术后并发症　根据Clavien–Dindo分级系统，Ⅰ级并发症是指术后疼痛和发热等，无需特殊药物治疗或仅需对症处理（如：止吐、退热、镇痛和补液等）的情况；Ⅱ级并发症需要药物干预，包括：输血和额外使用抗生素等（Ⅰ级允许的药物除外）；Ⅲ级并发症需要手术、内镜或放射介入治疗，本研究中Ⅲ级并发症主要指需行动脉栓塞术的活动性出血；Ⅳ级并发症危及生命，需入住ICU监护，其中Ⅳa级为单器官功能障碍（如：需要透析的肾衰竭），Ⅳb级为多器官功能障碍；Ⅴ级并发症为患者死亡。

1.4　相关定义

1.4.1　结石清除率　是指无 > 4 mm的残留碎片。由两名放射科医师独立评估，意见不一致时协商一致。

1.4.2　手术时间　是指从成功建立皮肾通道后开始碎石到完成最后一次肾造瘘管置入的时间。

1.4.3　发热　是指体温超过38.5℃。

1.5　统计学方法

选用SPSS 26.0统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计量资料以例（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。等级资料比较，采用Mann–Whitney U 检验。$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结果

2.1　体外模型实验结果

与软性膀胱镜相比，软性输尿管镜的直径较短，但前端弯曲角度较大。此外，体外模型结果表明，使用软性输尿管镜观察到的上盏和下盏比例均高于膀胱镜，但差异无统计学意义（$P > 0.05$）。软性输尿管镜与膀胱镜在观察中肾盏和同时观察上、中和下肾盏能力方面，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。体外模型结果还表明，软性输尿管镜可以清晰地观察到大部分肾盏和输尿管，而软性膀胱镜则无法提供如此清晰的视野，尤其是平行肾盏和上下肾盏的某些部分，且软性输尿管镜被动弯曲能力优于软性膀胱镜。见表2。

表2　软性膀胱镜和软性输尿管镜观察部位的体外模型比较　例(%)

Table 2　Comparison of in vitro models of the observation sites between the flexible cystoscope and flexible ureteroscope　*n* (%)

组别	肾上盏	中盏/平行盏	下盏	上、中、下肾盏
软性输尿管镜(n = 20)	20(100.0)	19(95.0)	20(100.0)	19(95.0)
软性膀胱镜(n = 20)	19(95.0)	13(65.0)	18(90.0)	12(60.0)
P值	0.894	0.042	0.572	0.014

注：采用Fisher确切概率法。

2.2　两组患者围手术期指标比较

AFPCNL组手术时间短于SPCNL组，结石清除率高于SPCNL组，经皮肾多通道使用率低于SPCNL组，分期手术率低于SPCNL组，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。两组患者第1鞘使用率、血红蛋白下降量和术后住院时间比较，差异均无统计学意义（$P > 0.05$）。见表3。

2.3　两组患者并发症比较

两组患者均未发生Ⅳ级和Ⅴ级严重并发症。SPCNL组输血率为3.7%（3/81），AFPCNL组输血率为0.0%（0/79），差异无统计学意义（$P > 0.05$）。两组患者Ⅰ级、Ⅱ级及Ⅲ级并发症发生率比较，差异均无统计学意义（$P > 0.05$）。见表4。

2.4　亚分组分析

根据结石分支数量，进一步进行亚组分析，将患者分为第1组（结石分支数 < 5）和第2组（结石分支数≥5）。第2组中，与SPCNL组相比，AFPCNL组的结石清除率更高（70.2%和46.9%），经皮肾多通道率

更低（12.8%和32.7%），分期手术率更低（17.0%和38.8%），手术时间更短，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。第1组中，AFPCNL组和SPCNL组各指标比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表5。

表3 两组患者围手术期指标比较

Table 3 Comparison of perioperative indicators between the two groups

组别	结石清除率 例(%)	手术时间/min	经皮肾通道使用率 例(%)		第1鞘使用率 例(%)		血红蛋白下降量/(g/L)	分期手术率 例(%)	术后住院时间/d
			单个	多个	F 18	F 20			
SPCNL组($n=81$)	42(51.9)	83.9±9.0	62(76.5)	19(23.5)	65(80.2)	16(19.8)	1.7±0.4	26(32.1)	5.5±1.4
AFPCNL组($n=79$)	56(70.9)	77.5±2.9	72(91.1)	7(8.9)	68(86.1)	11(13.9)	1.6±0.4	12(15.2)	5.3±1.2
χ^2/t值	4.31	2.24†	5.21		0.97		1.58†	6.32	0.37†
P值	0.021	0.027	0.022		0.439		0.116	0.012	0.712

注：†为t值。

表4 两组患者围手术期并发症发生率比较 例(%)

Table 4 Comparison of perioperative complication rates between the two groups n (%)

组别	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
SPCNL组($n=81$)	76(93.8)	4(4.9)	1(1.2)
AFPCNL组($n=79$)	78(98.7)	0(0.0)	0(0.0)
P值	0.119	0.120	0.999

注：采用Fisher确切概率法。

表5 亚分组围手术期指标比较

Table 5 Comparison of perioperative indicators in subgroups

组别	结石清除率 例(%)	手术时间/min	经皮肾多通道率 例(%)	第1鞘使用率 例(%)		分期手术率 例(%)	术后住院时间/d
				F 18	F 20		
第1组							
SPCNL组($n=32$)	19(59.4)	72.2±5.1	3(9.4)	26(81.2)	6(18.8)	7(21.9)	5.9±1.2
AFPCNL组($n=32$)	23(71.9)	69.9±8.1	1(3.1)	28(87.5)	4(12.5)	4(12.5)	5.3±0.9
χ^2/t值	0.62	1.36[1)]		0.12		0.44	2.26[1)]
P值	0.430	0.345	0.613[2)]	0.731		0.509	0.099
第2组							
SPCNL组($n=49$)	23(46.9)	90.3±7.0	16(32.7)	39(79.6)	10(20.4)	19(38.8)	5.1±0.7
AFPCNL组($n=47$)	33(70.2)	83.1±2.9	6(12.8)	40(85.1)	7(14.9)	8(17.0)	5.4±1.1
χ^2/t值	4.56	2.10[1)]	4.32	0.49		4.62	0.23[1)]
P值	0.035	0.039	0.038	0.660		0.032	0.134

注：1）为t值；2）采用Fisher确切概率法。

3 讨论

3.1 鹿角形肾结石的临床治疗现状

3.1.1 SPCNL 有文献[13]建议，将PCNL作为>2 cm和复杂肾结石的一线治疗方法。尽管手术技术和医疗器械都在不断进步，但由于肾集合系统形态各异，使用SPCNL治疗鹿角形肾结石的治疗疗效，仍不尽人意[14]。为提高结石清除率，在临床实践中提

出了多种策略。LARGE 等[15]研究表明，39.0% 的患者采用SPCNL治疗鹿角形肾结石，需要进行二次手术。这一过程增加了麻醉次数、麻醉费用和患者不适感。WANG 等[16]和 HUANG 等[17]研究表明，使用额外通道治疗，合并症发生率较高，对肾功能有负面影响，但结石清除率并未增加。

3.1.2　ECIRS　SCOFFONE 等[18]于 2008 年首先报道了 ECIRS。随着一次性软性输尿管镜和碎石设备的引入，与SPCNL相比，ECIRS的结石清除率更高，发病率更低，其已成为治疗肾结石的主要方法之一。HAMAMOTO 等[19]评估了俯卧分腿位下 ECIRS 治疗鹿角形肾结石的疗效，结果显示：其安全有效，且不会增加经皮穿刺次数。ZHAO 等[20]比较改良 Galdakao-Valdivia 体位下，ECIRS 与 PCNL 的有效性和安全性，结果显示：ECIRS 组结石清除率明显高于 PCNL 组，且手术相关发病率较低。应用ECIRS前，为提高鹿角形肾结石的清除率，临床医生采用顺行软性膀胱镜或软性肾镜，以获得更大的碎石能量。这种手术方法，碎石效率更高，冲洗更快，视野更清晰[21]。然而，膀胱镜和肾镜口径使其难以检查到输尿管，增加了较大结石残留在输尿管中的风险。此外，本研究体外模型实验表明，软性输尿管镜观察各种肾盏，尤其是观察平行肾盏的能力，优于软性膀胱镜。这是因为：与软性膀胱镜相比，软性输尿管镜远端偏转度较大，但远端外径较小。以往可重复使用的软性输尿管镜，受初始购买成本高、易损性和维修费用高等限制。目前，使用的一次性软性输尿管镜，可以降低交叉感染风险和设备维护成本，使 AFPCNL 成为可能。

3.1.3　AFPCNL 结合 PCNL　两者结合使用效率高，且软性输尿管镜的探查角度广，可同时用于输尿管镜检查和 PCNL，减少麻醉后体位变化，避免俯卧位时胸腹部受压，便于术中麻醉监测。本研究发现，手术参数和临床结果与结石分支数量有关。结石分支数≥5 的鹿角形肾结石，SPCNL 组需要多通道和分期 PCNL 的可能性更大，结石清除率更低。本研究表明，AFPCNL 可提高结石清除率，减少经皮穿刺通道数量，且手术时间更短。AFPCNL 手术时间较短的原因为：经皮肾通道数量减少。本科室是在超声引导下，建立经皮肾通道，在建立主要工作通道后，部分患者会出现尿液外渗及血凝块积存于肾集合系统的情况，降低了术野清晰度，增加了超声下建立皮肾通道的难度，从而延长了手术时间，且为了尽可能取尽结石，有时不得不增加 SPCNL 组硬质输尿管镜摆动幅度。AFPCNL 还能减少分期手术需要，尤其是对于结石分支数 ≥ 5 的患者。本研究中，结石分支数≥5 的患者采用 AFPCNL 治疗后，结石清除率更高，经皮肾通道使用率和分期手术率更低，手术时间更短，差异均有统计学意义（$P < 0.05$）。两组在血红蛋白变化、输血需求和术后住院时间等方面未进行亚组比较，有待进一步研究验证。

3.2　笔者的建议

术前可通过非对比 CT 三维重建或逆行肾盂造影，初步判断各肾盏的解剖走向及结石所在位置，预估软性输尿管镜能否到达目标肾盏。临床操作中，软镜经皮肾通道进入肾集合系统后，易迷失方向，笔者建议：1）以超滑导丝或输尿管导管作为“路标”，沿导丝方向推进，必要时可置入贯穿导丝；2）按上盏→中盏→下盏的顺序逐盏探查，避免无序摆动；3）保持低压灌注，维持视野清晰；4）如遇阻力，可适当旋转镜体并调整弯曲角度，避免暴力操作。软性输尿管镜可用于将硬性输尿管镜无法触及的结石移至肾盂进行治疗，也可直接将结石击碎。一次性输尿管软镜前端具有较大弯曲角度，可以帮助检查和治疗硬质输尿管镜无法观察到的结石。这对位于穿刺通道平行肾盏内的结石尤其有用，可在软性输尿管镜下，通过钬激光碎石将其击碎，或用结石篮移至肾盂后，在硬性输尿管镜下，将其击碎。这种一步到位的手术方法，可提高结石清除率，缩短手术时间，限制硬质输尿管镜的摆动幅度，减少手术过程中所需的通道数量，降低实质撕裂风险，提高手术整体安全性。此外，进行顺行软性输尿管镜检查，可以保持肾脏低压灌注，降低术后感染风险。碎石完成后，还可使用软性输尿管镜检查和处理输尿管中残留结石。本研究中，两组患者主要结石成分均为钙盐（草酸钙或磷酸钙），占比相近（SPCNL 组 74.1%，AFPCNL 组 77.2%），差异无统计学意义（$P = 0.672$）。尽管钙盐结石硬度较高，碎石难度相对较大，但两组患者结石成分分布均衡，具有可比性，未对研究结果造成偏倚。尿酸结石硬度较低，但两组例数均很少，未单独分析。

3.3 本研究的局限性

首先，本手术方法不能完全取代其他手术方法。其次，本研究结果是基于单个中心研究，且样本量相对较小，有待多中心的大样本研究进一步验证。再次，本研究仅关注围手术期等短期结局，未纳入长期随访数据，如：结石复发率、肾功能变化和远期并发症（如：高血压和肾功能不全等），AFPCNL的远期疗效和安全性，需进一步通过前瞻性长期随访研究加以验证。最后，本研究中使用的软性输尿管镜长度，可能会影响外科医生的手术体验，未来应开发长度更合适的软性输尿管镜。

综上所述，AFPCNL治疗鹿角形肾结石安全、有效。与SPCNL相比，AFPCNL的结石清除率更高，多次经皮肾穿刺率和分期手术率低，且手术时间短，对于结石分支数≥5的患者更具优势，且不增加手术并发症的发生率。

参 考 文 献 ：

[1] AKRAM M, SOMANI B. Epidemiology and management of kidney stone disease - current insights[J]. Res Rep Urol, 2025, 17: 449-459.

[2] ZENG G H, ZHONG W, MAZZON G, et al. International Alliance of Urolithiasis (IAU) guideline on percutaneous nephrolithotomy[J]. Minerva Urol Nephrol, 2022, 74(6): 653-668.

[3] OZGOR F, YANARAL F, SAVUN M, et al. Comparison of miniaturized percutaneous nephrolithotomy and flexible ureterorenoscopy for moderate size renal stones in elderly patients[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2018, 34(6): 352-356.

[4] FERNÁNDEZ BALTAR C, MARTÍNEZ CORRAL M E, PÉREZ FENTES D. Predicting and avoiding complications in percutaneous nephrolithotomy in the era of personalized medicine: a scoping review[J]. J Pers Med, 2024, 14(9): 962.

[5] 叶宗岳, 林金生, 曹石金, 等. 内镜下肾内联合手术与多通道经皮肾镜术治疗复杂肾结石的前瞻性随机对照研究[J]. 中国现代手术学杂志, 2020, 24(3): 218-223.

[5] YE Z Y, LIN J S, CAO S J, et al. A comparison between endoscopic combined intra-renal surgery and minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for complex renal calculi: a prospective randomized controlled trial[J]. Chinese Journal of Modern Operative Surgery, 2020, 24(3): 218-223. Chinese

[6] SCHULSTER M, SMALL A C, SILVA M V, et al. Endoscopic combined intrarenal surgery can accurately predict high stone clearance rates on postoperative CT[J]. Urology, 2019, 133: 46-49.

[7] LIU Y H, JHOU H J, CHOU M H, et al. Endoscopic combined intrarenal surgery versus percutaneous nephrolithotomy for complex renal stones: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Pers Med, 2022, 12(4): 532.

[8] YANG L, YIN Z K, LIU H, et al. Initial experience of simultaneous combined use of percutaneous nephrolithotomy and flexible ureteroscopy in complex renal calculi: a novel surgical technique of 'through-through' approach[J]. Surg Innov, 2023, 30(4): 428-431.

[9] PAN S Y, HUANG C P, CHEN W C, et al. Percutaneous nephrolithotomy combined antegrade flexible ureteroscope for complete staghorn stones: a case report of a new concept of stone surgery[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 59(1): 35.

[10] SINGH DONGOL U M, LIMBU Y. Safety and efficacy of percutaneous nephrolithotomy in children[J]. J Nepal Health Res Counc, 2017, 15(2): 130-134.

[11] KNOLL T, DAELS F, DESAI J, et al. Percutaneous nephrolithotomy: technique[J]. World J Urol, 2017, 35(9): 1361-1368.

[12] 唐正坤, 唐庆来, 陶荣镇. 不同直径通道经皮肾镜治疗肾结石的研究进展[J]. 国际泌尿系统杂志, 2024, 44(2): 349-352.

[12] TANG Z K, TANG Q L, TAO R Z. Research progress of percutaneous nephrolithotomy with different diameter channels for renal calculi[J]. International Journal of Urology and Nephrology, 2024, 44(2): 349-352. Chinese

[13] TÜRK C, PETŘÍK A, SARICA K, et al. EAU guidelines on interventional treatment for urolithiasis[J]. Eur Urol, 2016, 69(3): 475-482.

[14] WIDYOKIRONO D R, KLOPING Y P, HIDAYATULLAH F, et al. Endoscopic combined intrarenal surgery vs percutaneous nephrolithotomy for large and complex renal stone: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Endourol, 2022, 36(7): 865-876.

[15] LARGE T, ASSMUS M A, VALADON C, et al. A multi-institutional review of single-access percutaneous nephrolithotomy for complex staghorn stones[J]. Eur Urol Focus, 2021, 7(5): 1170-1175.

[16] WANG Z H, FENG D C, CAO D H, et al. Comparison of safety and efficacy between single-tract and multiple-tract percutaneous nephrolithotomy treatment of complex renal calculi: a systematic review and Meta-analysis[J]. Minerva Urol Nephrol, 2021, 73(6): 731-738.

[17] HUANG J, ZHANG S K, HUANG Y P, et al. Is multiple tract percutaneous nephrolithotomy a safe approach for staghorn calculi[J]. World J Urol, 2021, 39(6): 2121-2127.

[18] SCOFFONE C M, CRACCO C M, COSSU M, et al. Endoscopic combined intrarenal surgery in Galdakao-Modified Supine Valdivia position: a new standard for percutaneous

nephrolithotomy[J]. Eur Urol, 2008, 54(6): 1393-1403.

[19] HAMAMOTO S, YASUI T, OKADA A, et al. Efficacy of endoscopic combined intrarenal surgery in the prone split-leg position for staghorn calculi[J]. J Endourol, 2015, 29(1): 19-24.

[20] ZHAO F Z, LI J, TANG L, LI C. A comparative study of endoscopic combined intrarenal surgery (ECIRS) in the Galdakao-Modified Supine Valdivia (GMSV) position and minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for complex nephrolithiasis: a retrospective single-center study[J]. Urolithiasis, 2021, 49(2): 161-166.

[21] PASTORE A L, PALLESCHI G, SILVESTRI L, et al. Combined laparoscopic pyelolithotomy and endoscopic pyelolithotripsy for staghorn calculi: long-term follow-up results from a case series[J]. Ther Adv Urol, 2016, 8(1): 3-8.

（彭薇 编辑）

本文引用格式：

梁元, 黑炜翔, 杨永刚, 等. 顺行软性输尿管镜辅助经皮肾镜取石术治疗鹿角形肾结石的效果分析[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(5): 36-43.

LIANG Y, HEI W X, YANG Y G, et al. Efficacy analysis of antegrade flexible ureteroscopy-assisted percutaneous nephrolithotomy in the treatment of staghorn calculus[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(5): 36-43. Chinese