

DOI: 10.12235/E20220248

文章编号: 1007-1989 (2023) 04-0027-10

论著

腔内超声造影与常规超声引导经皮肾镜取石术治疗 肾结石的Meta分析

彭剑, 郭文彬, 陈韬亦, 罗柳苑, 杨建昆

(南方医科大学第三附属医院 泌尿外科, 广东 广州 510630)

摘要: 目的 系统评价腔内超声造影 (ICCEUS) 与常规超声 (US) 引导经皮肾镜取石术 (PCNL) 治疗肾结石的临床效果及安全性。**方法** 检索PubMed、Embase、The Cochrane Library、中国知网 (CNKI)、维普 (VIP)、中国生物医学文献服务系统 (SinoMed) 和万方 (Wanfang Data) 等数据库, 收集、筛选并提取有关比较ICCEUS与US引导PCNL的临床研究数据。采用RevMan 5.3软件进行Meta分析。**结果** 最终7篇文献被纳入研究, 总样本量为696例。ICCEUS-PCNL组一次穿刺成功率 ($\hat{OR} = 4.52$, 95%CI: 2.99~6.82) 和结石清除率 ($\hat{OR} = 2.32$, 95%CI: 1.15~4.68) 均较US-PCNL组高, 并发症发生率 ($\hat{OR} = 0.49$, 95%CI: 0.30~0.80) 较US-PCNL组低, 血红蛋白下降值 (MD = -6.94, 95%CI: -9.72~-4.16) 和术中出血量 (MD = -44.06, 95%CI: -73.11~-15.02) 较US-PCNL组少, 手术时间 (MD = -20.86, 95%CI: -40.28~-1.44) 和住院时间 (MD = -2.38, 95%CI: -4.15~-0.60) 较US-PCNL组短。**结论** 与US-PCNL相比, ICCEUS-PCNL能提高PCNL的一次穿刺成功率及结石清除率, 并且可缩短手术时间及住院时间, 减少血红蛋白下降值/术中出血量, 降低并发症发生率。值得临床推广应用。

关键词: 肾结石; 经皮肾镜取石术; 超声造影; 常规超声; Meta分析

中图分类号: R692.4

Meta-analysis of intracavitary contrast-enhanced ultrasound and conventional ultrasound-guided PCNL for treatment of kidney stones

Jian Peng, Wen-bin Guo, Tao-yi Chen, Liu-yuan Luo, Jian-kun Yang

(Department of Urology, the Third Affiliated Hospital of Southern Medical University,
Guangzhou, Guangdong 510630, China)

Abstract: Objective To systematically assess the effectiveness and safety of intracavitary contrast-enhanced ultrasound (ICCEUS) and conventional ultrasound (US)-guided PCNL for the treatment of kidney stones. **Methods** A literature search in PubMed, The Cochrane Library, Embase, CNKI, VIP, SinoMed and Wanfang Data was performed to collect, screen and extract clinical research data comparing contrast-enhanced ultrasound with conventional ultrasound-guided PCNL. Meta-analysis was performed by RevMan 5.3 software. **Results** 7 literatures were included in this study with a total sample size of 696 cases. ICCEUS-PCNL group had higher success rate of single puncture ($\hat{OR} = 4.52$, 95%CI: 2.99~6.82) and stone clearance rate ($\hat{OR} = 2.32$, 95%CI: 1.15~4.68) than US-PCNL group. The complication rate ($\hat{OR} = 0.49$, 95%CI: 0.30~0.80) was lower than US-PCNL group. The hemoglobin loss value (MD = -6.94, 95%CI: -9.72~-4.16) and intraoperative blood loss

收稿日期: 2022-04-27

[通信作者] 杨建昆, E-mail: 592053507@qq.com; Tel: 18620678260

(MD = -44.06, 95%CI: -73.11 ~ -15.02) were less than US-PCNL group. The operation time (MD = -20.86, 95%CI: -40.28 ~ -1.44) and hospitalization time (MD = -2.38, 95%CI: -4.15 ~ -0.60) were shorter than US-PCNL group.

Conclusion Compared with US-PCNL, this Meta-analysis shows that ICCEUS-PCNL can improve the success rate of single puncture and stone clearance rate, shorten the operation time and hospitalization time, and reduce the hemoglobin drop value/intraoperative blood loss and complication rates. It is worthy of clinical application.

Keywords: kidney stones; percutaneous nephrolithotomy; contrast-enhanced ultrasound; conventional ultrasound; Meta-analysis

目前,对于直径 > 2 cm 的肾结石,经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)常被推荐作为一线治疗方式^[1]。PCNL最关键的步骤在于:穿刺建立理想的经皮肾通道,常用的经皮肾穿刺引导方式有超声引导及X射线引导^[2]。X射线引导的缺点为:电离辐射暴露和手术平面单一等,而超声引导操作更为简便,却可能受限于肾积水情况,导致目标肾盏穹隆无法做到精确良好的可视化。近年来,随着人们对腔内超声造影(intracavitary contrast-enhanced ultrasound, ICCEUS)技术关注度的提高,其逐渐被应用于胆道、关节腔和肾脏等部位腔内给药,以提高生理体腔的可视化^[3-5]。ICCEUS在泌尿外科常用于PCNL术中引导穿刺,但关于其与常规超声(ultrasound, US)在引导PCNL方面的有效性及安全性仍缺少相应的系统评价。本研究拟搜集ICCEUS引导PCNL(ICCEUS-PCNL组)与常规US引导下PCNL(US-PCNL组)治疗肾结石的临床对照研究,并进行系统分析,旨在为超声造影技术的临床推广提供循证医学参考依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

计算机检索PubMed、Embase和The Cochrane Library等英文数据库,以及中国知网(CNKI)、维普(VIP)、中国生物医学文献服务系统(SinoMed)和万方(Wanfang Data)等中文数据库,搜索比较ICCEUS与US引导下PCNL的随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)和非RCT,检索时间为建库至2022年2月27日。英文检索词包括:PCNL、percutaneous nephrolithotomy、nephrolithotomy、percutaneous、CEUS、contrast-enhanced ultrasound;中文检索词包括:肾结石、经皮肾、超声造影和常规超声。

1.2 文献筛选和资料提取

由两位研究人员使用NoteExpress软件,分别将检索到的文献,依据纳入标准和排除标准进行筛选,将筛选出的文献,按照预先设置的提取表格内容提取数据。当双方存在分歧时,由第3位研究者参与研究决策。文献提取数据包括:①纳入文献的特征:第一作者、发表年份和研究类型等;②研究对象特征数据:两组的病例数、性别、年龄、肾积水情况、结石所在位置和结石长径等;③结局指标。纳入的少部分文献结局指标是采用中位数与四分位数或中位数与极值来描述,笔者参考了LUO等^[6]和WAN等^[7]提出的计算方法,并使用其提供的在线公式计算器,分别进行样本均值和标准差的转化,用转化后得到的数值进行Meta分析。

1.3 纳入与排除标准

1.3.1 纳入标准 ①研究类型:RCT和非RCT,语言限于中文和英文;②研究对象:行PCNL的肾结石患者;③干预措施:ICCEUS-PCNL组通过预置的输尿管导管向肾脏逆行注入超声造影剂,US-PCNL组通过预置的输尿管导管向肾脏逆行注入生理盐水;④文献中至少报道了1项研究指标。

1.3.2 排除标准 ①排除摘要、综述、个案报道、评论和会议纪要等;②无对照组的文献;③重复或难以获取全文的文献;④缺乏结局指标的文献或无法从文献中获取有效结局数据的文献;⑤试验组或对照组样本量不超过20例的文献;⑥研究人群可能重复的文献。

1.4 结局指标

包括:一次穿刺成功率、结石清除率、手术时间、血红蛋白下降值、术中出血量、并发症发生率和住院时间。

1.5 偏倚风险评价

2名研究者对最终纳入的文献进行独立评价,并交叉核对偏倚风险。采用Jadad评分量表对纳入的5

篇 RCT 进行质量评价^[8], 采用 MINORS 评分量表对纳入的 2 篇非 RCT 进行质量评价^[9]。当双方存在分歧时, 由第 3 名研究员参与讨论并协商解决。

1.6 统计学方法

采用 RevMan 5.3 软件对数据进行统计学分析。二分类变量采用优势比 (odds ratio, \hat{OR}) 表示, 连续性变量采用均数差 (mean difference, MD) 表示, 计算各自效应量和 95% 置信区间 (confidence interval, CI)。纳入研究结果的异质性采用 χ^2 检验, 通过 I^2 来判断研究的异质性大小。当 $I^2 \leq 50\%$ 时, 则认为组间异质性较小, 采用固定效应模型分析; 当 $I^2 > 50\%$ 时, 进一步分析异质性来源, 在排除临床异质性影响后, 采用随机效应模型分析。纳入研究的发表偏倚采用漏斗图评价。Meta 分析结果中, $P < 0.05$ 表示两组间差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献检索结果

根据以上所述的检索策略, 共检索出文献 427 篇, 经过多步骤筛选后, 最终纳入 7 篇文献^[10-16]。其

中, 3 篇英文文献, 4 篇中文文献, 患者共 696 例。ICCEUS-PCNL 组 352 例, US-PCNL 组 344 例。文献筛选流程见图 1。纳入研究的基本特征及质量评价见附表。

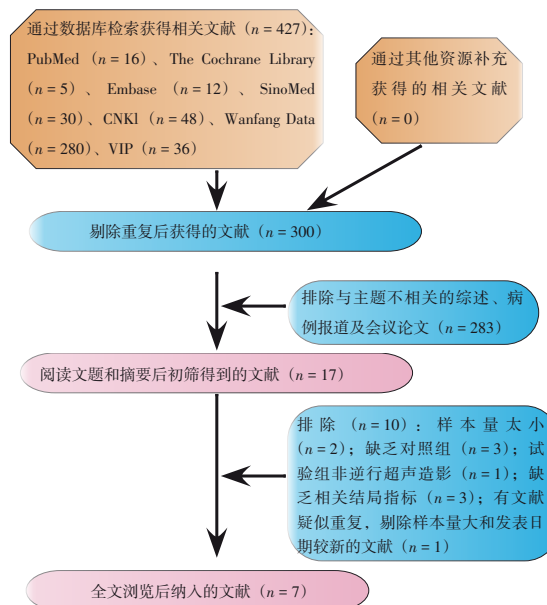


图 1 文献筛选流程图

Fig.1 Flow diagram of literature selection

附表 纳入研究的基本特征

Attached table Basic characteristic of the included studies

纳入文献	研究类型	组别	病例数	年龄/岁	性别/例		肾积水情况	结石长径/cm	结石位置/例		研究质量评分/分	结局指标
					男	女			右侧	左侧		
GUO 2021 ^[10]	RCT	A	30	52.13±13.07	24	6	无肾积水	2.76±0.48	11	19	4	①④⑤⑥⑧⑨
		B	30	54.63±12.18	23	7		2.72±0.56	13	17		
LIU 2022 ^[11]	RCT	A	36	45.9±10.5	8	28	无或轻度肾积水	3.76±2.24	17	19	4	①③④⑤⑥⑧
		B	36	48.7±10.4	12	24		3.65±1.66	19	17		
XIA 2021 ^[12]	RCT	A	78	46.8±9.5	47	31	无肾积水	2.3±0.9	40	38	4	①②③④⑤⑥⑧⑨
		B	76	48.3±10.2	42	34		2.2±1.1	36	40		
刁长会 2021 ^[13]	RCT	A	53	41.69±5.78	35	18	未说明积水情况	4.15±0.50	30	23	4	①⑤⑦⑧⑨
		B	53	40.93±6.01	33	20		4.20±0.47	28	25		
李云和 2020 ^[14]	RCT	A	40	43.2±3.3	25	15	未说明积水情况	4.3±0.4	24	16	3	①⑤⑦⑧⑨
		B	40	42.9±3.0	24	16		4.2±0.3	22	18		
王赫 2019 ^[15]	非 RCT	A	51	50.33±1.22	39	12	无肾积水	3.81±0.17	NA	NA	17	①⑤⑦
		B	53	52.02±1.25	42	11		3.66±0.14	NA	NA		
金玉明 2015 ^[16]	非 RCT	A	64	45	45	19	无或轻度肾积水	NA	35	29	17	①⑤⑦
		B	56	43	40	16		NA	33	23		

注: A 为 ICCEUS-PCNL 组; B 为 US-PCNL 组; ①为一次穿刺成功率; ②为穿刺针数; ③为穿刺时间; ④为结石清除率; ⑤为手术时间; ⑥为血红蛋白下降值; ⑦为术中出血量; ⑧为并发症发生率; ⑨为住院天数; NA 为结果未知

2.2 Meta分析结果

2.2.1 一次穿刺成功率 纳入的7项研究^[10-16]以一次穿刺成功率作为主要结局指标,各项研究同质性良好 ($P = 0.170, I^2 = 34\%$),采用固定效应模型分析,结果显示: ICCEUS-PCNL组一次穿刺成功率高于US-PCNL组 ($\hat{OR} = 4.52, 95\%CI: 2.99 \sim 6.82$)。见图2。

2.2.2 按有无肾积水情况进行亚组分析一次性成功率 纳入的5项研究^[10-12, 15-16]报道了无或轻度肾积水,异质性检验显示:存在异质性 ($P = 0.060, I^2 = 55\%$),敏感性分析显示:金玉明等^[16]的文献为

异质性来源,考虑这项研究为非RCT,可能是异质性产生的主要原因;剔除这项研究后,异质性降低 ($P = 0.960, I^2 = 0\%$),采用固定效应模型分析,结果表明: ICCEUS-PCNL组一次穿刺成功率高于US-PCNL组 ($\hat{OR} = 3.24, 95\%CI: 1.89 \sim 5.55$)。纳入的2项研究^[13-14]报道的积水情况不明,异质性检验未发现异质性存在 ($P = 0.900, I^2 = 0\%$),采用固定效应模型分析,结果表明: ICCEUS-PCNL组一次穿刺成功率高于US-PCNL组 ($\hat{OR} = 3.62, 95\%CI: 1.59 \sim 8.25$)。见图3。

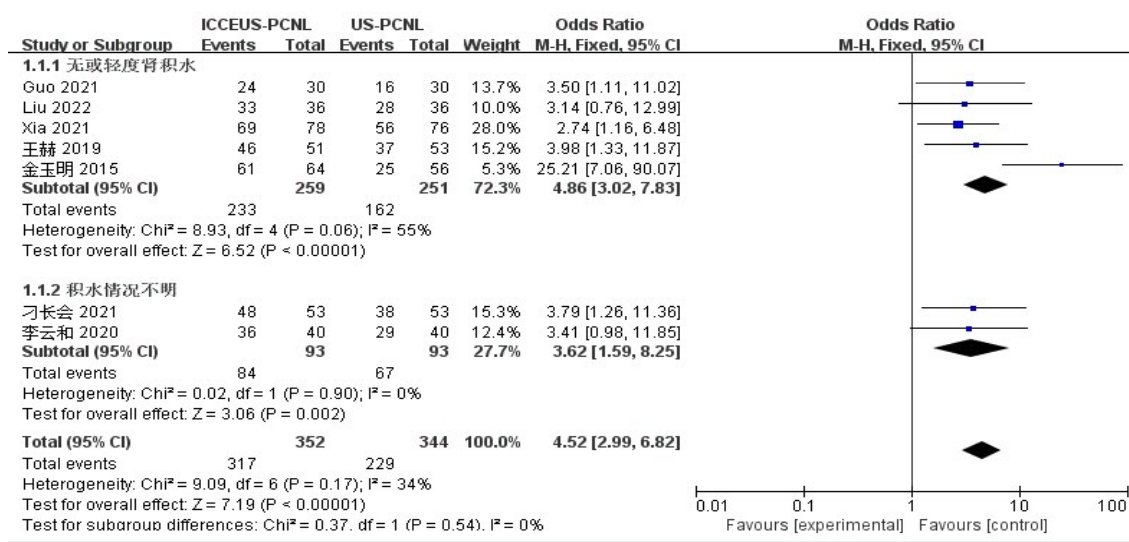


图2 一次穿刺成功率亚组分析的森林图(包括金玉明2015)

Fig.2 Forest plot of subgroup analysis of single puncture success rate (including Jin Yuming 2015)

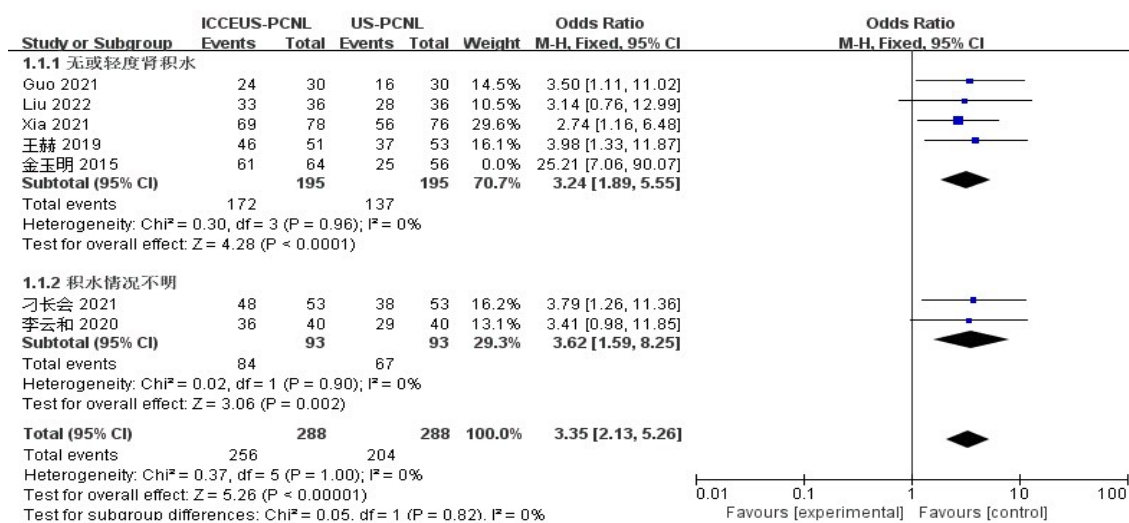


图3 一次穿刺成功率亚组分析的森林图(不包括金玉明2015)

Fig.3 Forest plot of subgroup analysis of single puncture success rate (excluding Jin Yuming 2015)

2.2.3 结石清除率 纳入的3项研究^[10-12]描述了结石清除率, 各研究之间同质性良好 ($P=0.910$, $I^2=0\%$), 采用固定效应模型分析, 结果显示: ICCEUS-PCNL组结石清除率高于US-PCNL组 ($OR=2.32$, $95\%CI: 1.15 \sim 4.68$)。见图4。

2.2.4 手术时间 纳入的7项研究^[10-16]均描述了手术时间, 各研究之间存在明显异质性 ($P=0.000$, $I^2=99\%$), 敏感性分析未找到异质性来源, 采用随机效应模型分析, 结果显示: ICCEUS-PCNL组手术时间明显短于US-PCNL组 ($MD=-20.86$, $95\%CI: -40.28 \sim -1.44$)。见图5。

2.2.5 血红蛋白下降值/术中出血量 纳入的3项研究^[10-12]描述了血红蛋白下降值, 各研究之间同质性不佳 ($P=0.130$, $I^2=51\%$), 敏感性分析未找到异质性来源, 采用随机效应模型分析, 结果显示: ICCEUS-PCNL组血红蛋白下降值明显低于US-PCNL组 ($MD=-6.94$, $95\%CI: -9.72 \sim -4.16$)。见图6。此外, 纳入的4项研究^[13-16]描述了术中出血量, 各研究之间存在明显异质性 ($P=0.000$, $I^2=99\%$), 敏感性分析未找到异质性来源, 采用随机效应模型, 结果显示: ICCEUS-PCNL组术中出血量明显少于US-PCNL组 ($MD=-44.06$, $95\%CI: -73.11 \sim -15.02$)。见图7。

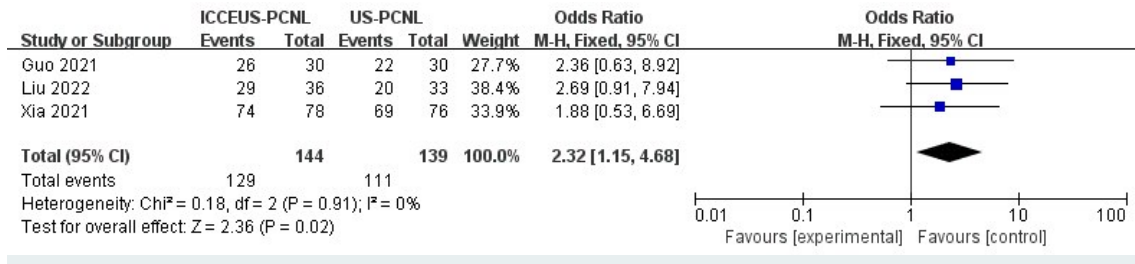


图4 结石清除率的森林图
Fig.4 Forest plot of stone clearance rate

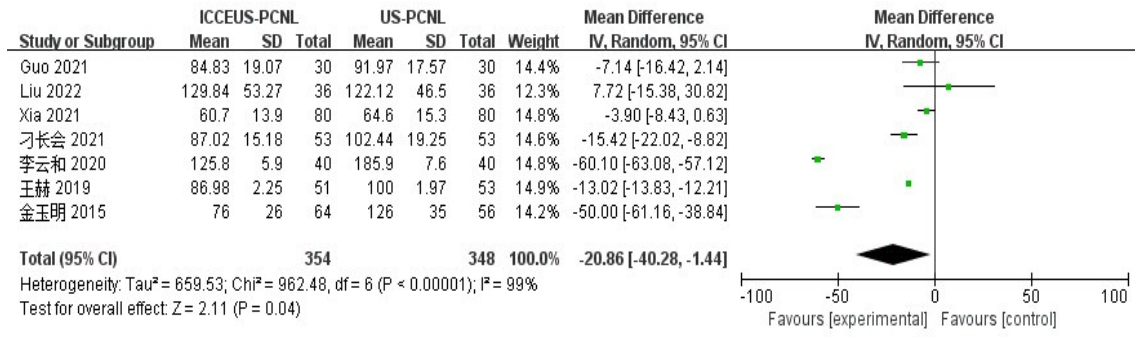


图5 手术时间的森林图
Fig.5 Forest plot of operation time

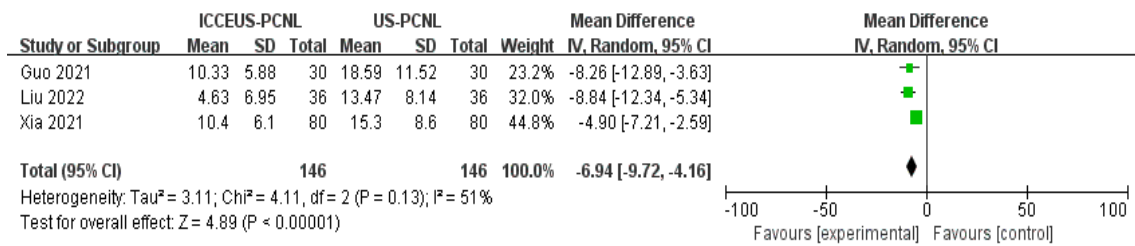


图6 血红蛋白下降值的森林图
Fig.6 Forest plot of hemoglobin loss

2.2.6 并发症发生率 纳入的5项研究^[10-14]描述了并发症发生率，各研究之间具有良好的同质性 ($P=0.180$, $I^2=36%$)，采用固定效应模型分析，结果显示：ICCEUS-PCNL组并发症发生率明显低于US-PCNL组 ($OR=0.49$, $95\%CI: 0.30\sim 0.80$)。见图8。

2.2.7 住院时间 纳入的4项研究^[10, 12-14]描述了住院时间，各研究之间存在明显异质性 ($P=0.000$,

$I^2=98%$)，敏感性分析未找到异质性来源，采用随机效应模型，结果显示：ICCEUS-PCNL组住院时间明显短于US-PCNL组 ($MD=-2.38$, $95\%CI: -4.15\sim -0.60$)。见图9。

2.2.8 发表偏倚 两组患者一次穿刺成功率、结石清除率和并发症发生率漏斗图结果呈对称分布，排除发表偏倚。余指标可能存在发表偏倚。见图10。

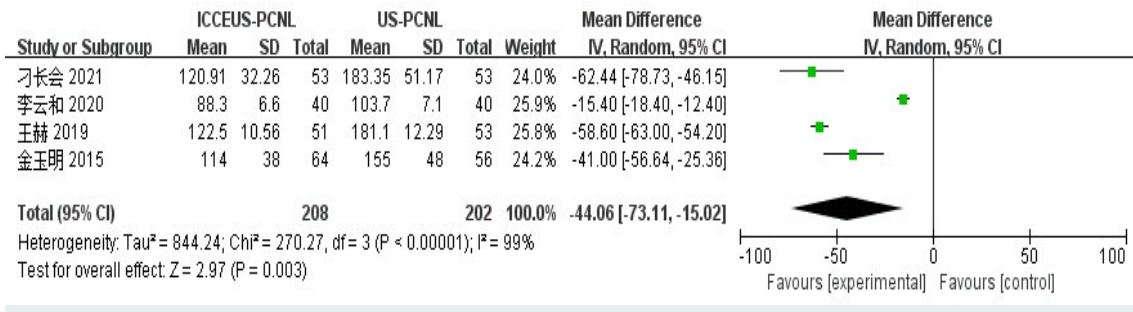


图7 术中出血量的森林图

Fig.7 Forest plot of intraoperative blood loss

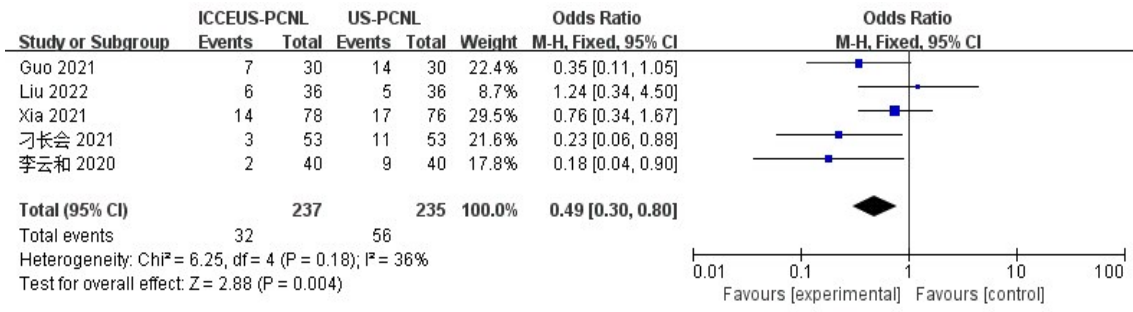


图8 并发症发生率的森林图

Fig.8 Forest plot of complication rates

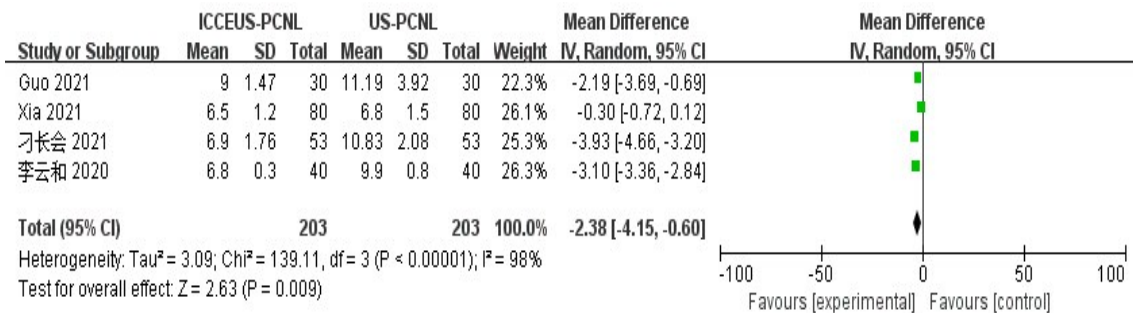
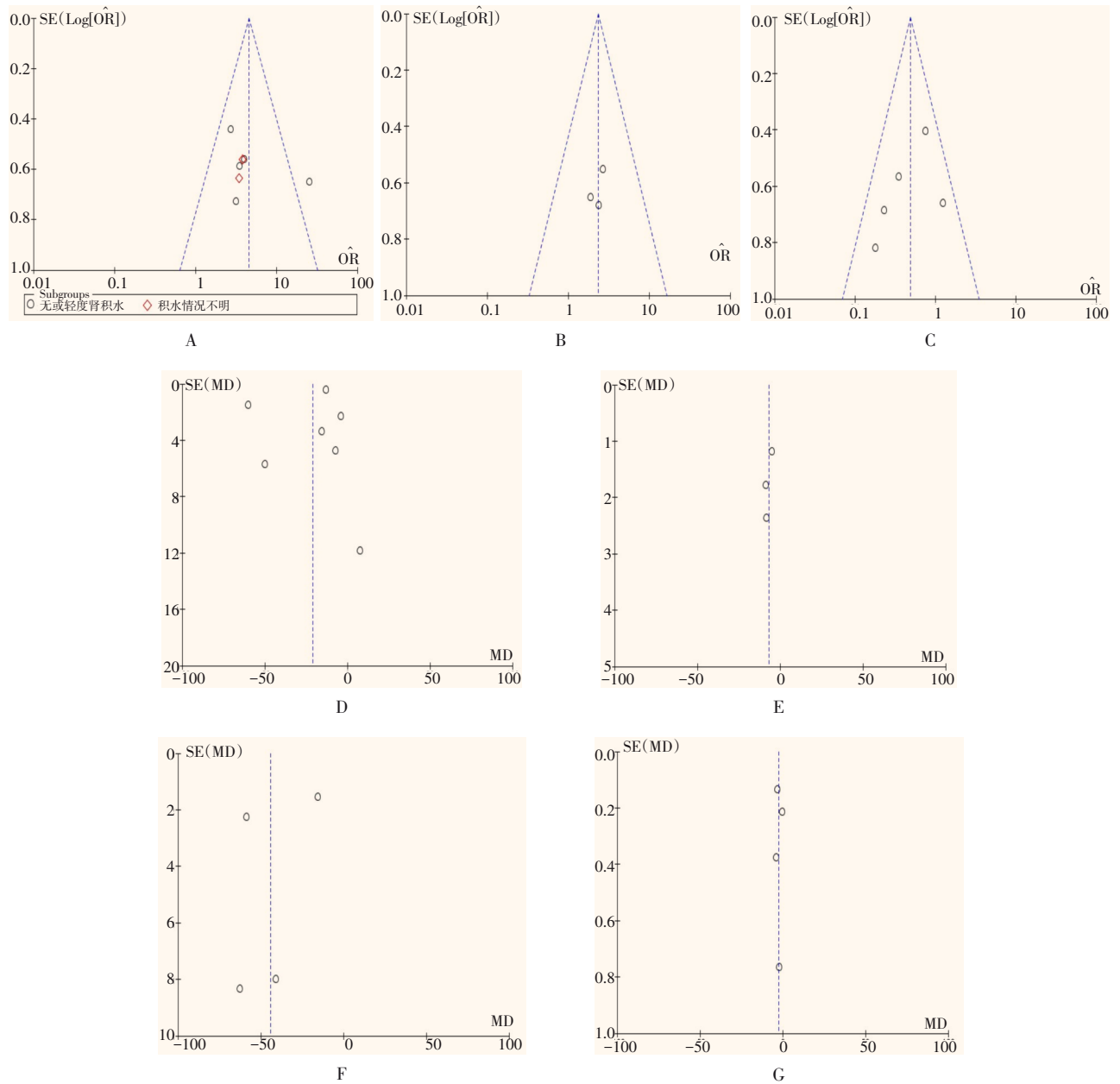


图9 住院时间的森林图

Fig.9 Forest plot of hospitalization time



A: 一次穿刺成功率; B: 结石清除率; C: 并发症发生率; D: 手术时间; E: 血红蛋白下降值; F: 术中出血量; G: 住院时间

图 10 漏斗图

Fig.10 Funnel plot

3 讨论

3.1 不同方法引导的 PCNL

出血是 PCNL 的严重并发症, 主要由经皮肾穿刺导致, 但因精准穿刺肾盏穹隆尚无明确的金标准, 故国内外学者一直以来都在研究更为精准安全的穿刺辅助手段, 以 X 线和超声较多。有研究^[17]表明, X 射线与超声引导 PCNL 治疗尿路结石的疗效相当, 但超声有更低的并发症发生率及更短的住院时间。此外,

3D 打印技术^[18]、GPS 导航穿刺^[19]、CT 超声融合影像技术^[20]和 ICCUES 等也都处于研究之中。ICCEUS 在 1982 年由 ARMSTRONG 团队^[21]首次报道, 研究中使用的造影剂为第二代进口超声造影剂声诺维, 其在腔内注射后, 可使肾脏充满六氟化硫微泡, 这些微泡介质可以在较低的声压下, 以较高的超声波束频率对超声波进行响应, 显示出明亮的回声区, 有助于区分哪个肾盏最适合于穿刺处理结石, 从而提高穿刺成功

率^[22-23]。CUI等^[24]将 ICCEUS 用于引导经皮肾穿刺造瘘,证明了 ICCEUS 在确定穿刺针或导管位置中的可行性。

3.2 ICCEUS 和 US 引导 PCNL 的优劣

本研究分别从一次穿刺成功率、结石清除率、手术时间、血红蛋白下降值/术中出血量、并发症发生率和住院时间等方面评估 ICCEUS 相较于 US 引导 PCNL 处理肾结石的有效性及其安全性。一次穿刺成功率是本研究关注的主要研究指标, Meta 分析结果显示:在肾结石治疗中, ICCEUS-PCNL 组一次穿刺成功率高于 US-PCNL 组;进一步亚组分析结果显示:在无或轻度积水肾结石中, ICCEUS-PCNL 组一次穿刺成功率仍然高于 US-PCNL 组。分析原因可能是:在俯卧位时,无明显肾积水患者的肾小盏因人工肾积水出现扩张,六氟化硫微泡会向后组及高位肾盏聚集,有助于确定肾盏及穹窿部位;在少数人工肾积水效果不明显的病例中,如果动态造影剂出现在结石弧形回声最高点,也能辅助穿刺,并且能辅助显示进针路线,并确认是否穿刺成功^[25]。既往有文献^[26]报道, US-PCNL 在合并积水肾结石患者中成功率为 96.6%~100.0%,且并发症发生率低,而在无明显积水肾结石患者中的穿刺成功率降至 82.0%,总体并发症发生率较高,约为 15.0%。由此可见,在无明显集合系统扩张的肾结石中,常规 US 的局限性更加明显, ICCEUS 在 PCNL 的应用中也更具临床意义。本研究中,结石清除率 Meta 分析结果显示: ICCEUS 比常规 US 引导 PCNL 结石清除率更高。与常规 US 相比, ICCEUS 的可视性更强,更容易辅助进针,确定最佳穿刺部位,从而到达目标肾盏并除尽结石。本研究中,并发症发生率 Meta 分析结果显示: ICCEUS 比常规 US 引导 PCNL 并发症发生率更低。目前,有大样本量应用尿路超声造影剂的研究^[27]报道,使用造影剂均未见严重不良反应,且本研究纳入的 7 项研究均未观察到与之相关的过敏反应、皮疹及心律失常等。此外,腔内逆行仅注射少量的 US 造影剂,就能够提供良好的成像分辨率,不会使集合系统过度扩张而增加肾盂内压及尿源性脓毒血症的风险^[22]。本研究中,其他结局指标 Meta 分析结果显示: ICCEUS-PCNL 组血红蛋白下降值/术中出血量少于 US-PCNL 组,手术时间和住院时间均短于 US-PCNL 组,但异质性较大且难以消除,考虑为不同主刀医师对 PCNL 的熟练程度

不同及患者个体化差异导致。出血风险一直是 PCNL 相对软镜手术最明显的缺点,但是对于直径较大的复杂性肾结石, PCNL 确实是首选的治疗方式。 ICCEUS 引导 PCNL 时,明显比常规 US 引导 PCNL 出血少,血红蛋白下降值低,这与 ICCEUS 一次穿刺成功率较高密切相关。 ICCEUS-PCNL 肾盏穹窿部精准穿刺能够避免损伤肾盏颈周围的血管,降低手术出血风险。另外,手术时间缩短必然也会减少出血。这些都对患者的术后恢复产生积极作用,从而缩短住院时间。

3.3 本研究存在的局限性

①仅纳入 5 篇 RCT,其余 2 篇为非 RCT 研究,且纳入的 RCT 研究难以做到双盲;②有些文献使用了中位数与极值或中位数与四分位数来描述结局指标数据,笔者参考了文献中目前已知的最准确的方法,将其换算为均数与标准差;③有些文献的结局指标较少,大多数文献缺乏对穿刺时间的记录。有待在今后的研究中,针对 PCNL 穿刺引导方式进行高质量、大样本和多中心的 RCT 研究,为临床提供更合理、科学的循证医学依据。

综上所述,相对于常规 US, ICCEUS-PCNL 能明显提高一次穿刺成功率及结石清除率,缩短手术时间和住院时间,减少血红蛋白下降值/术中出血量,降低并发症发生率,值得临床推广应用。

参 考 文 献 :

- [1] ASSIMOS D, KRAMBECK A, MILLER N L, et al. Surgical management of stones: American Urological Association/Endourological Society Guideline, PART I[J]. J Urol, 2016, 196(4): 1153-1160.
- [2] 陶荣镇,王杜渐,唐庆来,等. B 超与 X 线引导下微创经皮肾镜取石术治疗输尿管上段结石及肾结石的疗效分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2019, 34(11): 911-915.
- [2] TAO R Z, WANG D J, TANG Q L, et al. Minimally percutaneous nephrolithotomy guided by ultrasound or fluoroscopic with holmium laser: an efficacy analysis in patients with upper ureter calculi or kidney calculi[J]. Journal of Clinical Urology, 2019, 34(11): 911-915. Chinese
- [3] ZHOU L Y, CHEN S L, CHEN H D, et al. Percutaneous US-guided cholecystocholangiography with microbubbles for assessment of infants with US findings equivocal for biliary atresia and gallbladder longer than 1.5 cm: a pilot study[J]. Radiology, 2018, 286(3): 1033-1039.
- [4] CHENG X Q, ZHANG Z Q, GUO X Y, et al. Adhesive capsulitis of the shoulder: evaluation with US-arthrography using a sonographic contrast agent[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 5551.

- [5] LIU B X, HUANG G L, XIE X H, et al. Contrast-enhanced US-assisted percutaneous nephrostomy: a technique to increase success rate for patients with nondilated renal collecting system[J]. *Radiology*, 2017, 285(1): 293-301.
- [6] LUO D H, WAN X, LIU J M, et al. Optimally estimating the sample mean from the sample size, median, mid-range, and/or mid-quartile range[J]. *Stat Methods Med Res*, 2018, 27(6): 1785-1805.
- [7] WAN X, WANG W Q, LIU J M, et al. Estimating the sample mean and standard deviation from the sample size, median, range and/or interquartile range[J]. *BMC Med Res Methodol*, 2014, 14: 135.
- [8] JADAD A R, MOORE R A, CARROLL D, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary[J]. *Control Clin Trials*, 1996, 17(1): 1-12.
- [9] SLIM K, NINI E, FORESTIER D, et al. Methodological index for non-randomized studies (minors): development and validation of a new instrument[J]. *ANZ J Surg*, 2003, 73(9): 712-716.
- [10] GUO X, ZHANG Z, LIU Z L, et al. Assessment of the contrast-enhanced ultrasound in percutaneous nephrolithotomy for the treatment of patients with nondilated collecting system[J]. *J Endourol*, 2021, 35(4): 436-443.
- [11] LIU Z Q, XIE J, ZHAO C B, et al. Feasibility of contrast-enhanced ultrasound and flank position during percutaneous nephrolithotomy in patients with no apparent hydronephrosis: a randomized controlled trial[J]. *World J Urol*, 2022, 40(4): 1043-1048.
- [12] XIA D, PENG E J, YU Y, et al. Comparison of contrast-enhanced ultrasound versus conventional ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy in patients with nondilated collecting system: a randomized controlled trial[J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(9): 6736-6746.
- [13] 刁长会, 王雷, 邱晓东, 等. 经输尿管导管RSUG在复杂肾结石经皮肾镜治疗中的诊治价值[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2021, 13(1): 30-33.
- [13] DIAO C H, WANG L, QIU X D, et al. The diagnosis and treatment value of RSUG via ureteral catheter in percutaneous nephroscope treatment of complex kidney stones[J]. *Journal of Molecular Diagnostics and Therapy*, 2021, 13(1): 30-33. Chinese
- [14] 李云和. 经输尿管导管RSUG在复杂肾结石经皮肾镜治疗中的诊治价值[J]. *实用妇科内分泌电子杂志*, 2020, 7(23): 151-152.
- [14] LI Y H. The diagnosis and treatment value of RSUG via ureteral catheter in percutaneous nephroscope treatment of complex kidney stones[J]. *Electronic Journal of Practical Gynecologic Endocrinology*, 2020, 7(23): 151-152. Chinese
- [15] 王赫, 张羽白, 孙长华. 经输尿管导管逆行超声造影引导经皮肾镜治疗复杂肾结石[J]. *医学研究杂志*, 2019, 48(1): 108-110.
- [15] WANG H, ZHANG Y B, SUN C H. Percutaneous nephrolithotomy guided by transurethral retrograde ultrasonic imaging for treating complex renal stones[J]. *Journal of Medical Research*, 2019, 48(1): 108-110. Chinese
- [16] 金玉明, 姜新, 姜应波, 等. 超声肾盂造影在微通道经皮肾镜治疗复杂肾结石术中的应用价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2015, 25(6): 86-89.
- [16] JIN Y M, JIANG X, JIANG Y B, et al. Value of ultrasonic imaging of renal pelvis in microchannel percutaneous nephrolithotomy treatment for complex kidney stones[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2015, 25(6): 86-89. Chinese
- [17] 李铁军, 滕东海, 黄贵闽, 等. 超声与X射线引导经皮肾镜治疗上尿路结石安全性及有效性的Meta分析[J]. *重庆医学*, 2021, 50(7): 1191-1198.
- [17] LI T J, TENG D H, HUANG G M, et al. Safety and effectiveness of ultrasound versus X-ray guided percutaneous nephrolithotomy for treating upper urinary tract calculi: a Meta analysis[J]. *Chongqing Medicine*, 2021, 50(7): 1191-1198. Chinese
- [18] 丘捷文, 李春, 文博, 等. 3D打印技术在经皮肾镜取石术中的应用[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2017, 32(7): 524-528.
- [18] QIU J W, LI C, WEN B, et al. Application of 3D print technology in PCNL[J]. *Journal of Clinical Urology*, 2017, 32(7): 524-528. Chinese
- [19] LI X, LONG Q Z, CHEN X F, et al. Assessment of the SonixGPS system for its application in real-time ultrasonography navigation-guided percutaneous nephrolithotomy for the treatment of complex kidney stones[J]. *Urolithiasis*, 2017, 45(2): 221-227.
- [20] 李建兴, 肖博, 唐宇哲, 等. 融合影像技术在超声定位经皮肾镜手术中的初步应用[J]. *中华泌尿外科杂志*, 2017, 38(9): 658-661.
- [20] LI J X, XIAO B, TANG Y Z, et al. Initial experience with computed tomography-ultrasound image fusion guided percutaneous nephrolithotomy (CT-US PCNL) [J]. *Chinese Journal of Urology*, 2017, 38(9): 658-661. Chinese
- [21] ARMSTRONG W F, MUELLER T M, KINNEY E L, et al. Assessment of myocardial perfusion abnormalities with contrast-enhanced two-dimensional echocardiography[J]. *Circulation*, 1982, 66(1): 166-173.
- [22] 柯芹, 刘庆玲, 余登祥, 等. 超声造影剂辅助经皮肾穿刺技术处理无积水肾结石的单中心临床研究[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2022, 42(1): 7-10.
- [22] KE Q, LIU Q L, YU D X, et al. Feasibility of retrograde ureteral contrast injection to guide ultrasonographic percutaneous renal access in the nondilated collecting system[J]. *International Journal of Urology and Nephrology*, 2022, 42(1): 7-10. Chinese
- [23] 樊秋兰, 陈薇, 于春洋, 等. 雪瑞欣及声诺维经阴道动态三维子宫输卵管超声造影评价输卵管通畅性的对比研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2022, 38(1): 91-94.
- [23] FAN Q L, CHEN X, YU C Y, et al. Comparative study of perfluoropropane-albumin microsphere injection and SonoVue transvaginal real-time three-dimensional hysterosalpingo-

- contrast sonography in the patency of fallopian tubes[J]. Chinese Journal of Ultrasound in Medicine, 2022, 38(1): 91-94. Chinese
- [24] CUI X W, IGNEE A, MAROS T, et al. Feasibility and usefulness of intra-cavitary contrast-enhanced ultrasound in percutaneous nephrostomy[J]. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(9): 2180-2188.
- [25] 席启林, 王子贤, 马超, 等. 腔内造影超声引导经皮肾镜取石术在治疗轻度积水或无积水肾结石患者中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志, 2017, 38(9): 679-682.
- [25] XI Q L, WANG Z X, MA C, et al. The value of intra-cavitary contrast enhanced ultrasound in percutaneous nephrolithotomy for nephrolithiasis patients with slight or no hydronephrosis[J]. Chinese Journal of Urology, 2017, 38(9): 679-682. Chinese
- [26] PABON-RAMOS W M, DARIUSHNIA S R, WALKER T G, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous nephrostomy[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27(3): 410-414.
- [27] PAPAPOPOULOU F, NTOULIA A, SIOMOU E, et al. Contrast-enhanced voiding urosonography with intravesical administration of a second-generation ultrasound contrast agent for diagnosis of vesicoureteral reflux: prospective evaluation of contrast safety in 1, 010 children[J]. Pediatr Radiol, 2014, 44(6): 719-728. (彭薇 编辑)

本文引用格式:

彭剑, 郭文彬, 陈韬亦, 等. 腔内超声造影与常规超声引导经皮肾镜取石术治疗肾结石的 Meta 分析[J]. 中国内镜杂志, 2023, 29(4): 27-36.

PENG J, GUO W B, CHEN T Y, et al. Meta-analysis of intracavitary contrast-enhanced ultrasound and conventional ultrasound-guided PCNL for treatment of kidney stones[J]. China Journal of Endoscopy, 2023, 29(4): 27-36. Chinese