

基于CT三维重组技术的R.E.N.A.L.评分在腹腔镜肾部分切除术中的应用研究

程 家, 邹立巍, 王龙胜*

安徽医科大学第二附属医院放射科, 安徽 合肥

收稿日期: 2024年9月25日; 录用日期: 2024年10月17日; 发布日期: 2024年10月25日

摘 要

目的: 探讨基于CT三维重组技术的R.E.N.A.L.评分系统在腹腔镜肾部分切除术中的临床应用价值。方法: 搜集我院2020年6月至2024年1月经手术治疗的79例肾肿瘤患者的临床及术前影像资料, 根据术前肾脏CT三维重组结果, 分析血管变异与肾脏热缺血时间、手术总时间、术中出血量及术后并发症之间的关系, 并进行R.E.N.A.L.评分。采用Logistic回归筛选出肾脏热缺血时间大于20 min的独立危险因素。结果: 有无血管变异在肾脏热缺血时间、手术总时间、术中出血量及术后并发症之间无明显差异($P > 0.05$)。R.E.N.A.L.总评分是肾脏热缺血时间大于20 min的独立危险因素($P < 0.05$), R.E.N.A.L.总评分分组每升高一级, 肾脏热缺血时间大于20 min的可能性提高约21.7倍。R.E.N.A.L.评分系统具有很好的稳定性($P < 0.05$)。结论: CT三维重组能在术前清晰地了解到肾脏、肿瘤及血管的解剖位置, 从而可以减少围手术期并发症的发生。

关键词

CT三维重组, R.E.N.A.L.评分系统, 腹腔镜下肾部分切除术, 热缺血时间

Application Research of R.E.N.A.L. Score Based on CT Three-Dimensional Reconstruction Technology in Laparoscopic Partial Nephrectomy

Jia Cheng, Liwei Zou, Longsheng Wang*

Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: Sep. 25th, 2024; accepted: Oct. 17th, 2024; published: Oct. 25th, 2024

*通讯作者。

文章引用: 程家, 邹立巍, 王龙胜. 基于CT三维重组技术的R.E.N.A.L.评分在腹腔镜肾部分切除术中的应用研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(10): 1368-1374. DOI: 10.12677/acm.2024.14102809

Abstract

Objective: To explore the clinical application value of R.E.N.A.L. scoring system based on CT three-dimensional reconstruction technology in laparoscopic partial nephrectomy. **Methods:** The clinical and preoperative imaging data of 79 patients with renal tumors who underwent surgical treatment in our hospital from June 2020 to January 2024 were collected. According to the results of preoperative renal CT three-dimensional reconstruction, the relationship between vascular variation and renal warm ischemia time, total operation time, intraoperative bleeding and postoperative complications was analyzed, and R.E.N.A.L. score was performed. Logistic regression was used to screen out independent risk factors for renal warm ischemia time greater than 20 min. **Results:** There was no significant difference in renal warm ischemia time, total operation time, intraoperative blood loss and postoperative complications between the presence or absence of vascular variation ($P > 0.05$). The total R.E.N.A.L. score was an independent risk factor for renal warm ischemia time greater than 20 min ($P < 0.05$). The possibility of renal warm ischemia time greater than 20 min increased by about 21.7 times with each increase in the total R.E.N.A.L. score. The R.E.N.A.L. scoring system has good stability ($P < 0.05$). **Conclusion:** CT three-dimensional reconstruction can clearly understand the anatomical location of the kidney, tumor and blood vessels before surgery, thereby reducing the occurrence of perioperative complications.

Keywords

CT Three-Dimensional Reconstruction, R.E.N.A.L. Scoring System, Laparoscopic Partial Nephrectomy, Warm Ischemia Time

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着健康体检的普及和影像技术的发展,无症状肾癌及良性肾肿瘤早期检出率大大提高[1],局限性肾肿瘤的临床治疗已经从早期经典的根治性肾切除术(Radical Nephrectomy, RN)逐渐转变为保留肾单位手术[2](Nephron-Sparing Surgery, NSS)。术前充分了解肿瘤的位置、大小、形态及血管之肿瘤与集合系统、肿瘤供血间的关系,对减少 NSS 术中热缺血时间、患者术后肾功能恢复有重要意义[3]-[5]。Kutikov 及 Uzzo 基于传统 CT 提出的肾脏肿瘤测量评分系统(R.E.N.A.L.)有助于术前综合评估肾肿瘤的解剖学复杂度[6],而 CT 三维重组技术可直观、立体、多角度、全方位地观察,对了解其细微解剖学差异有重要补充作用。本文探讨基于 CT 三维重组技术的 R.E.N.A.L.评分系统在腹腔镜肾部分切除术中的临床应用价值,以期提高肾脏肿瘤精准化治疗水平。

2. 资料和方法

2.1. 一般资料

收集 2020 年 6 月~2024 年 1 月于我院就诊并行腹腔镜下肾部分切除术的 79 例患者(其中男 57 例,女 22 例,平均年龄 56.7 ± 11.1 岁)的临床基本资料及术前影像资料。

2.2. 纳入标准

(1) 局限性肾肿瘤、无远处转移;(2) 无其他疾病史、既往史;(3) 术前影像资料可进行 CT 三维重

组；(4) 患者均知情同意。

2.3. 方法

2.3.1. 设备及三维重组方法

于 Philips Brilliance iCT 256 设备上行 CT 检查，CT 扫描条件为管电压 120 kV、自动 mAs，重建图像层厚 0.625 mm，层间距 0.625 mm。使用双筒高压注射器行增强扫描，右肘静脉注入 1.2~2 ml/kg 非离子型造影剂碘海醇，速率 4.5 ml/s，后跟注同速率 40 ml 生理盐水。采用 Bolus 技术监测 T12 水平腹主动脉 CT 值，阈值 150HU，动脉期、实质期、排泄期延迟时间分别为 8 s、45 s、100 s。后将原始数据传入 Philips IntelliSpace Portal v6.0.5.02900 工作站进行包括多平面重建(multiplanar reformation, MPR)，容积再现(volume rendering, VR)、最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)及曲面重建(curvedplanar reformation, CPR)等图像处理及分析(见图 1)。



Figure 1. Axial, coronal and VR images. The R.E.N.A.L. score of the patient in Figures a-d was 4x; the R.E.N.A.L. score of the patient in Figures e-h was 10p

图 1. 横断位、冠状位及 VR 图像，图 a-d 患者 R.E.N.A.L.评分为 4x；图 e-h 患者 R.E.N.A.L.评分为 10p

2.3.2. 基于 CT 三维重组技术的 R.E.N.A.L.评分

两名高年资影像诊断医师结合 CT 三维重组结果，重点观察如肿瘤的位置、大小、形态及肿瘤与集合系统、肿瘤供血血管之间的关系等细微解剖结构(见图 2)，根据 R.E.N.A.L.评分系统分别对患者进行总分和各项评分(见表 1)，评分不一致时由两名医师共同协商获得最终结果。根据总分将 LPN 患者分为低(4~6 分)、中(7~9 分)、高 3 组(10~12 分)三组。

2.3.3. 评价内容

在三维重建的图像上进行测量评估以下内容：肿瘤最大直径、外凸/内生比例、肿瘤距离集合系统或肾窦的距离、肿瘤腹侧/背侧位置、沿肾脏纵轴位置。

2.4. 统计学方法

运用 SPSS 23.0 软件进行统计分析，采用 Kappa 检验分析两名影像诊断医师得出的 R.E.N.A.L.评分结果的一致性。秩和检验用于分析有肾血管变异与无血管变异患者之间在热缺血时间、手术总时间、术中

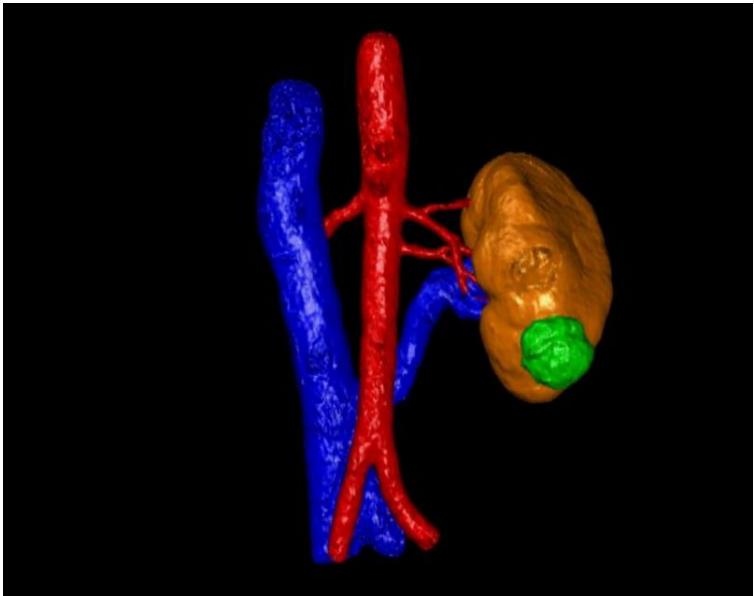


Figure 2. Male, 46 years old, CT three-dimensional reconstruction VR image shows the left accessory renal artery, and the left renal vein runs behind the aorta. The tumor is located at the anterior edge of the lower pole of the left kidney and is supplied by the anterior inferior segmental artery. The total R.E.N.A.L. score is 7a, and the warm ischemia time during NSS is 18 minutes

图 2. 男性，46 岁，CT 三维重组 VR 图像显示左侧副肾动脉，且左肾静脉走行于主动脉后方，肿瘤位于左肾下极前缘，由前下段动脉供血，R.E.N.A.L.总分为 7a，NSS 术中热缺血时间为 18 min

Table 1. R.E.N.A.L. scoring system and its scoring criteria

表 1. R.E.N.A.L.评分系统及其得分标准

项目	1 分	2 分	3 分
肿瘤最大直径(R)/cm	≤4	>4 且<7	≥7
外凸/内生比例(E)	≥50%	<50%	完全内生
肿瘤距离集合系统或肾窦的距离(N)/mm	≥7	>4 且<7	≤4
腹侧/背侧(A)	无分值，用 a、p、x 表示		
沿肾脏纵轴位置(L)	完全在上极线以上或下极线以下	肿瘤穿过极线但未超过直径的 50%	肿瘤 > 50%穿过极线或穿过肾脏中线或完全位于极线之间

注：如果肿瘤侵及主要的动脉或静脉时附注“h”；肿瘤位于肾脏腹侧记为“a”，位于肾脏背侧记为“p”，肿瘤位置不确定时记为“x”。

出血量的差异性；运用卡方检验分析有无血管变异患者之间术后并发症之间的差异性。运用独立样本 t 检验分析肾热缺血时间 ≤20 min 组与>20 min 组在年龄间的差异性；将单因素筛选出的预测变量($P<0.1$)纳入多因素 Logistic 回归分析筛选出肾热缺血时间大于 20 min 的独立危险因素。 $P<0.05$ 认为有显著统计学意义。

3. 结果

3.1. 一致性评价

不同观察者各项评分的 Kappa 检验具有很好的一致性($P<0.05$)。

3.2. 肾脏血管变异对手术的影响

有无肾血管变异在术中出血量、术后并发症、热缺血时间及手术总时间之间无统计学差异($P>0.05$)。

3.3. 单因素 Logistic 回归分析肾脏热缺血时间与各项参数的关系

肾脏热缺血时间 > 20 min 组和 ≤ 20 min 组在 R.E.N.A.L.总评分、N 单项评分、E 单项评分及 L 单项评分上具有显著差异($P < 0.1$) (见表 2)。

Table 2. Factors affecting renal warm ischemia time in univariate Logistic regression
表 2. 单因素 Logistic 回归肾脏热缺血时间的影响因素

变量	≤ 20 min 组	> 20 min 组	总量	<i>P</i>
年龄(岁)	54.6 ± 12.5	54.1 ± 12.9		0.867
性别				0.102
男	32	27	59	
女	15	5	20	
病理				0.530
良性	10	5	15	
恶性	37	27	64	
R.E.N.A.L.				0.000
低	24	0	24	
中	22	23	45	
高	21	9	10	
R				0.392
低	33	18	51	
中	12	11	23	
高	2	3	5	
E				0.001
低	27	5	32	
中	18	24	42	
高	2	3	5	
N				0.000
低	18	1	19	
中	7	0	7	
高	22	31	53	
A				0.613
低	21	15	36	
中	19	10	29	
高	7	7	14	
L				0.050

续表

低	23	8	31
中	12	8	20
高	12	16	28
血管变异			0.172
无	42	25	67
有	5	7	12

3.4. 多因素回归分析肾脏热缺血时间的独立危险因素

将单因素 Logistic 回归筛选的结果：R.E.N.A.L.评分、N 单项评分、E 单项评分及 L 单项评分($P<0.1$) 纳入多因素 Logistic 回归分析。结果表明 R.E.N.A.L.评分是影响肾脏热缺血时间的独立危险因素，且 R.E.N.A.L.评分每升高一级肾热缺血时间 $>20\text{ min}$ 风险提高 20 倍(见表 3)。AUC 值为 0.813，截断值为 2 (中分组)，敏感性、特异性分别为 1、0.511。

Table 3. Factors affecting renal warm ischemia time in univariate Logistic regression
表 3. 单因素 Logistic 回归肾脏热缺血时间的影响因素

变量	OR	95% CI	<i>P</i>
R.E.N.A.L.评分			
低 vs 中 vs 高	21.675	2.036~230.688	0.011
E 单项评分			
低 vs 中 vs 高	2.711	0.917~8.017	0.071
N 单项评分			
低 vs 中 vs 高	1.570	0.390~6.311	0.525
L 单项评分			
低 vs 中 vs 高	0.802	0.377~1.709	0.568

4. 讨论

近年来腹腔镜下肾部分切除术达到了与根治性肾切除术同样的肿瘤控制效果，由于能够更多地保留肾功能，极大地提高了患者术后的生活质量，被认为是治疗肾肿瘤的首选手术方式[7]。R.E.N.A.L.评分系统从影像学方面对肾肿瘤的解剖学特征进行综合量化评估，标准化肾肿瘤解剖特征，客观地描述肾肿瘤的解剖学特征，可以减少主观因素造成的差异，从而给临床治疗方案的选择提供一个统一的量化标准，进一步将影像与临床联系起来，方便影像科医师与临床医生之间的沟通交流。

在腹腔镜肾部分切除术中，为了减少术中出血同时保证术野清晰，常需要阻断肾动脉。阻断过程中，肾脏处于热缺血状态，传统认为热缺血时间若 $>30\text{ min}$ ，会对肾脏造成不可逆的损伤[8]，而现阶段许多学者认为热缺血小于 30 min 并不安全，肾小球滤过率仍会受到危害，应当尽可能地减少热缺血时间[9]。Nishikido 等研究表明肾脏热缺血最佳时间应在 20 min 之内，不然术后患肾的肾小球的率过滤将会很大程度的降低[10]。Lane BR 等发现热缺血时间在 20 分钟后每增加一分钟，其 GFR 变化幅度会比前 20 分钟稍增加[11]。故本研究将热缺血时间分大于 20 min 和小于等于 20 min 两组。

本研究结果显示：热缺血时间与 R.E.N.A.L.评分、E 单项评分、N 单项评分及 L 单项评分具有显著

差异($P < 0.1$), 当 R.E.N.A.L.评分每升高一组时, 肾脏热缺血时间超过 20 min 的可能性将大大增加, 为了预防术后肾功能恶化的发生, 当 R.E.N.A.L.评分为中、高分组时, 则可能需要采用一定的临床干预措施。两名不同医师得出 R.E.N.A.L.评分及各项评分具有很好的一致性($P < 0.05$), 说明该系统可操作性强, 具有很好的稳定性。在 79 例患者中, 有 11 例患者有患侧副肾动脉, 1 例患者存在患侧肾动脉分支过早, 1 例患者患侧肾静脉走行于主动脉后方, 这些肾脏血管变异均通过术前 CT 三维重组所知晓, 本研究中存在肾血管变异与无血管变异在肾脏热缺血时间、手术总时间、术中出血量及术后并发症之间并无差异($P > 0.05$); 有报道表明, 肾脏血管变异会导致热缺血时间的延长及术后并发症的增多[12]。而利用 CT 三维重组使术者在术前即明确肾脏血管的具体情况, 可以提高手术安全性, 减少术中出血以及术后渗血等并发症的发生。

不足之处: 本研究局限性包括样本量较小, 属于单中心研究, 需要大样本进行进一步研究, 未对患者的预后进行统计分析。

综上所述, CT 三维重组能在术前多方位了解肾脏及肿瘤的解剖细节, 结合 R.E.N.A.L.量化评分系统, 可更加直观、客观的指导临床医生进行手术方式的选择以及术前预估手术可能存在的风险, 从而达到避免术后并发症及对患者进行个性化、精准化治疗的目的。

参考文献

- [1] 李飞, 问晓东, 柴红强, 等. 局部进展期肾癌患者术后预后列线图的建立与验证[J]. 现代泌尿外科杂志, 2024, 29(4): 334-341.
- [2] 王仪春, 潘婷, 朱琳, 等. 肾部分切除术解剖学特征评估的研究进展[J]. 中国肿瘤外科杂志, 2015, 7(5): 315-324.
- [3] 周隽, 刘志艳. 2023 年国际癌症报告联盟软组织肿瘤规范化报告数据集解读[J]. 临床与实验病理学杂志, 2024, 40(8): 797-801.
- [4] 卢章铭, 苏伟绩. CT 尿路造影预定位联合超声实时引导在微创经皮肾镜碎石术穿刺中的应用效果[J]. 泌尿外科杂志(电子版), 2024, 16(3): 25-28.
- [5] 韦明慧. 后腹腔镜下肾部分切除术治疗 T1 期肾癌的临床疗效分析[J]. 智慧健康, 2024, 10(13): 105-107, 111.
- [6] 王成燃, 姜金兰, 谷欣权. 机器人辅助腹腔镜保留肾单位手术的临床应用进展[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26(1): 138-144.
- [7] 李玮, 宁灿, 袁和兴. MAP 肾周脂肪评分对后腹腔镜肾部分切除术围术期结局的预测价值及其与 BMI 的相关性分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2021, 36(2): 93-98.
- [8] 贾景文, 苗东旭, 王晓天, 等. R.E.N.A.L.评分及其他相关因素对后腹腔镜肾部分切除术中热缺血时间的影响分析[J]. 现代肿瘤医学, 2018, 26(17): 2724-2727.
- [9] 毛振, 叶昶, 魏卓, 等. 零阻断免缝合技术在腹腔镜下肾部分切除术中的临床应用研究[J]. 中国医学工程, 2023, 31(9): 72-76.
- [10] 徐宁, 任雨, 翁国斌. 肾脏部分切除术中血管处理方式的进展[J]. 系统医学, 2021, 6(23): 191-194.
- [11] 马权, 陈永良, 何建松, 等. 三维可视化重建联合肾周冰水降温技术在腹腔镜肾部分切除术中的应用[J]. 临床泌尿外科杂志, 2023, 38(8): 584-588+595.
- [12] 夏生俊, 浦金贤. 结合术前 CT 血管造影在处理腹腔镜肾切除术中肾动脉变异的体会[J]. 中国医师进修杂志, 2012, 35(11): 52-54.