

· 临床研究 ·

通过优化 RENAL 和 MAP 评分构建预测机器人辅助肾部分切除术围手术期结局的 RP 评分系统

郑亮, 陈博宏, 黄昊翔, 冯聪, 曾津, 陈炜, 吴大鹏

(西安交通大学第一附属医院泌尿外科, 陕西西安 710061)

Development of a RP scoring system for predicting perioperative outcomes in robot-assisted partial nephrectomy by optimizing RENAL and MAP scores

ZHENG Liang, CHEN Bohong, HUANG Haoxiang, FENG Cong, ZENG Jin, CHEN Wei, WU Dapeng

(Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China)

ABSTRACT: Objective To establish a new scoring system to predict the perioperative outcomes (operation time, intraoperative blood loss, and trifecta achievement) in patients undergoing robot-assisted partial nephrectomy (RAPN) by integrating the RENAL and Mayo adhesive probability (MAP) scores. Methods Clinical data of 178 patients with renal cell carcinoma who underwent RAPN performed by the same surgeon in our hospital during Jan. 2015 and Jan. 2022 were retrospectively analyzed. The RENAL and MAP scores of all patients were calculated. Linear regression and logistic regression were used to evaluate the associations between the components of the RENAL and MAP scores (a total of 6 variables) and perioperative outcomes. The factors with significant associations were then included into logistic regression analysis to identify independent predictors for constructing an assessment system for perioperative outcomes, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to calculate the area under the curve (AUC) to predict its efficacy. Results Multivariate linear regression analysis showed that tumor size ($\beta=6.14, 95\% CI: 1.93-10.34, P=0.004$), exophytic rate ($\beta=10.60, 95\% CI: 3.44-17.76, P=0.004$), and perinephric fat thickness ($\beta=16.48, 95\% CI: 8.52-24.45, P<0.001$) were significantly associated with operation time. Tumor size ($\beta=10.55, 95\% CI: 5.60-15.49, P<0.001$) was associated with both intraoperative blood loss and trifecta achievement ($OR=1.73, 95\% CI: 1.26-2.36, P=0.001$). Multivariate logistic regression analysis of these 3 factors identified tumor size ($OR=9.07, 95\% CI: 1.18-69.45, P=0.03$) and perinephric fat thickness ($OR=2.28, 95\% CI: 1.86-6.04, P=0.01$) as independent predictors of perioperative outcomes. Based on these findings, the tumor size and perinephric fat thickness (RP) scoring was constructed, which demonstrated better predictive ability than RENAL score or MAP score alone (RP vs. RENAL vs. MAP: 0.766 vs. 0.548 vs. 0.684). Conclusion The RP score includes fewer variables than the RENAL and MAP scores but outperforms them.

KEY WORDS: robot-assisted partial nephrectomy; RENAL score; Mayo adhesive probability score; perioperative outcomes; tumor size; perinephric fat thickness

摘要: 目的 通过整合 RENAL 和 Mayo 粘连概率(MAP)评分建立一种用于预测机器人辅助肾部分切除术(RAPN)患者围手术期结局(手术时间、术中出血量和三联达成率)的新评分系统。方法 回顾性分析 2015 年 1 月—2022 年 1 月于西安交通大学第一附属医院泌尿外科收治的由同一术者实施 RAPN 的 178 例肾癌患者的临床资料。计算所有患者的 RENAL 及 MAP 评分,采用线性回归和 logistic 回归分析评估这两种评分方式各组分(共 6 个变量)与围手术期结局之间的关联,再将有关联的因素纳入 logistic 回归分析筛选独立预测因素用于构建预测 RAPN 患者围手术期结局的评分系统,并绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC)评估其效能。结果 在多变量线性回归分析中肿瘤直径($\beta=6.14, 95\% CI: 1.93\sim 10.34, P=0.004$)、外凸率($\beta=10.60, 95\% CI: 3.44\sim 17.76, P=0.004$)和肾周脂肪厚度($\beta=16.48, 95\% CI: 8.52\sim 24.45, P<0.001$)与手术时间显著相关,肿瘤直径与术中出血量($\beta=10.55, 95\% CI: 5.60\sim 15.49, P<0.001$)和三联达成率($OR=1.73, 95\% CI: 1.26\sim 2.36, P=0.001$)均相关。对上述 3 个因素进行多变量 logistic 回归分析发现肿瘤直径($OR=9.07, 95\% CI: 1.18\sim 69.45, P=0.03$)和肾周脂肪厚度($OR=2.28, 95\% CI: 1.86\sim 6.04, P=0.01$)是围手术期结局的独立预测因素,基于此构建肿瘤直径与肾周脂肪厚度(RP)评分系统。与 RENAL 或 MAP 评分相比,该评分系统总体围手术期的 AUC 值更高(RP vs. RENAL vs. MAP: 0.766 vs. 0.548 vs. 0.684)。结论 RP 评分所含变量较 RENAL 或 MAP 评分更少,但在预测 RAPN 患者的围手术期结局方面表现更优越。

收稿日期: 2024-07-06

修回日期: 2024-08-06

通信作者: 吴大鹏, 主任医师。E-mail: wudapeng1974@163.com

作者简介: 郑亮, 硕士研究生, 副主任医师。研究方向: 泌尿系肿瘤的临床微创治疗。E-mail: vipzl27@163.com

关键词:机器人辅助肾部分切除术;RENAL 评分;Mayo 粘连概率评分;围手术期结局;肿瘤直径;肾周脂肪厚度

中图分类号:R737.1

文献标志码:A

DOI:10.3969/j.issn.1009-8291.2025.01.011

肾部分切除术目前被视为局限性肾肿瘤患者的标准治疗方案^[1]。近年来,机器人辅助肾部分切除术(robot-assisted partial nephrectomy, RAPN)因其较短的学习曲线和对患者围手术期结局,如手术时间、术中出血量和三联(切缘、缺血和并发症)达成率等的显著改善在临床上的应用越来越广泛^[2-5]。RAPN 的复杂性受多因素影响,临床上已经为之建立了多种评分系统^[6],其中 RENAL 评分是目前主流的评分系统,由肿瘤直径、内/外生长模式、与集合系统的邻近程度和肿瘤位置这 4 个变量构成。此外,炎性脂肪组织也会增加手术难度,所以主要用于评估肾脏周围脂肪组织状况的 Mayo 粘连概率(Mayo adhesive probability, MAP)评分系统也较为常用^[7]。这两种评分系统均已被证实与围手术期结局紧密相关,对于评估肾部分切除术的手术难度具有重要意义^[7-8]。同时,因 RENAL 与 MAP 评分系统评估手术复杂性的维度不同,故理论上将二者结合起来,相较于单独使用任一评分系统会更加全面。本研究基于 RENAL 与 MAP 评分系统建立了一个简易的 RP 评分系统,以便更好地预测 RAPN 患者的围手术期结局。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析 2015 年 1 月—2022 年 1 月于西安交通大学第一附属医院接受 RAPN 的 178 例患者的临床资料。纳入标准:①由同一术者进行 RAPN 手术;②术前经计算机断层扫描(computed tomography, CT)测定为单个肾肿瘤;③临床资料完整。排除先天性肾脏畸形、孤立肾、凝血功能障碍,以及既往有腹部手术史或射频消融史的患者。所有患者均按既往文献描述的手术方法接受标准 RAPN^[9-10]。本研究符合世界医学会制订的《赫尔辛基宣言》,所用数据不涉及个人隐私信息,不存在伦理问题。

1.2 RENAL 及 MAP 评分的评估 RENAL 评分按照 KUTIKOV 等^[11]的方法进行评估,MAP 评分则按照 DAVIDIUK 等^[12]的方法进行评估。在 RENAL 评分系统中 R 代表肿瘤的最大直径,当 $R \leq 4$ cm 时赋 1 分, $>4 \sim <7$ cm 时赋 2 分, ≥ 7 cm 时赋 3 分;E 表示肿瘤的内/外生情况,当肿瘤 $\geq 50\%$ 位于肾脏之外时赋 1 分,肿瘤 $<50\%$ 位于肾脏之外时赋 2 分,肿瘤完全内生赋 3 分;N 表示肿瘤与集合系

统或肾窦的距离,当 $N \geq 7$ cm 时赋 1 分, $>4 \sim <7$ cm 赋 2 分, ≤ 4 cm 赋 3 分;A 和 P 表示肿瘤的腹侧、背侧和无法定义的部分,不赋分;L 表示肿瘤相对于极线的位置,肿瘤位于上极线之上或下极线之下赋 1 分, $<50\%$ 的肿瘤跨过极线赋 2 分, $\geq 50\%$ 的肿瘤跨过极线、肿瘤跨过肾脏中线或完全位于两极线中间赋 3 分。将上述各标准得分相加即为 RENAL 总分。

MAP 评分:肾周脂肪厚度 <1 cm 赋 0 分, $\geq 1 \sim <2$ cm 赋 1 分, ≥ 2 cm 赋 2 分;肾周脂肪条索类型未见明显条索赋 0 分,条索类型为 1 类赋 2 分,条索类型为 2 类赋 3 分。将两者的得分相加计算出 MAP 总分。

所有患者的评分由 1 名泌尿外科医生(A)、1 名影像科医生(B)和 1 名高级别泌尿外科医生(C)进行评估。评分者 A 和 B 在不知围手术期结局的情况下,独立计算基于术前 CT 扫描的 RENAL 和 MAP 评分。若 A 和 B 之间存在分歧,由 C 重新计算获得最终分数。

1.3 分析指标 记录患者的一般资料和围手术期数据,包括年龄、性别、身体质量指数(body mass index, BMI)、美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)评分、手术时间、术中出血量(术中出血量=吸引器收集的血液+手术纱布和敷料的重量变化+灌洗液与吸引液的体积差)、热缺血时间、切缘状态和术后并发症发生情况。病理切缘由 2 名病理科医生复核。术后并发症定义为术后 30 d 内发生的任何并发症,并根据 Clavien-Dindo 分级系统进行评估。

本研究的结局指标为围手术期结局,包括手术时间、术中出血量以及三联达成率^[13]。其中三联达成定义为:①手术切缘阴性;②热缺血时间 <20 min;③未出现 Clavien-Dindo 3~4 级的重大并发症。良好围手术期结局需同时满足以下条件:①手术时间 <150 min;②术中出血量 <20 mL;③达成三联。

1.4 统计学方法 统计分析使用 R 4.2.2 软件进行,连续变量用中位数(四分位间距)表示,分类变量以例(%)表示。采用单变量和多变量线性回归分析评估 RENAL 和 MAP 评分各组成部分与围手术期连续性结局的相关性,采用单变量及多变量 logistic 回归分析,评估评分各组分与二分类变量三联的相关性。

基于多变量 logistic 回归模型建立了新的评分系统。随后,通过曲线下面积(area under the curve,AUC)、校准曲线以及 Hosmer-Lemeshow 检验来评估新评分系统的预测效能。不同 ROC 曲线之间的 AUC 比较采用 Delong 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 肾癌患者的一般资料 178 例行 RAPN 的肾癌患者的一般资料见表 1。

2.2 RENAL 和 MAP 评分各组成部分与围手术期结局的关联 多变量线性回归分析中肿瘤直径、外凸率和肾周脂肪厚度与手术时间显著相关($P<0.05$,表 2),而肿瘤直径既是术中出血量的独立预测因子($P<0.001$,表 3),又是三联达成率的独立预测因子($P=0.001$,表 4)。

2.3 肿瘤直径和肾周脂肪厚度(RP)评分对围手术期结局的预测价值 以上结果显示,肿瘤直径、外凸率和肾周脂肪厚度与围手术期结局显著相关。将这 3 个影响因素进行了多变量 logistic 回归分析(表 5),发现肿瘤直径和肾周脂肪厚度与围手术期结局相关($P<0.05$),并以此建立 RP 评分系统(图 1)。Hosmer-Lemeshow 卡方检验显示该模型具有良好预测效能($\chi^2=9.696\ 9,P=0.286\ 9$)。

表 2 接受机器人辅助肾部分切除术患者手术时间的线性回归分析

参数	单变量分析		多变量分析	
	$\beta(95\%CI)$	P 值	$\beta(95\%CI)$	P 值
肿瘤直径	7.57(3.28~11.87)	<0.001	6.14(1.93~10.34)	0.004
外凸率	9.14(2.32~15.95)	0.009	10.60(3.44~17.76)	0.004
肿瘤与集合系统或肾窦的距离	6.00(0.03~11.98)	0.049	1.91(-4.55~8.37)	0.560
相对于极线的位置	-1.79(-8.02~4.44)	0.571		
肾周脂肪厚度	16.18(8.35~24.01)	<0.001	16.48(8.52~24.45)	0.001
肾周脂肪的条索状改变	9.65(1.86~17.45)	0.015	4.64(-2.95~12.23)	0.230

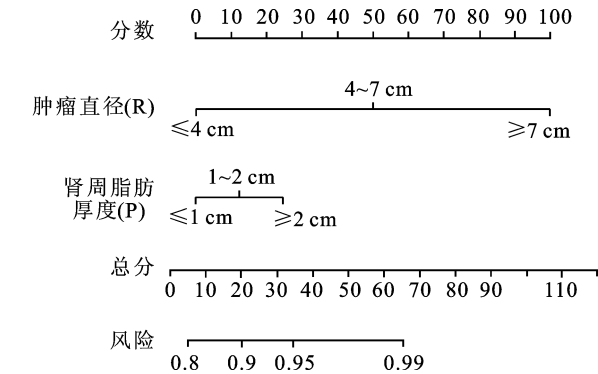


图 1 基于 RENAL 和 Mayo 粘连概率评分建立的 RP 评分系统

表 1 纳入患者的一般资料

指标	数据($n=178$)
年龄/岁	55(46,63)
男性*	133(74.7)
BMI	24.2(22.1,26.6)
ASA 评分*	
I 级	15(8.4)
II 级	143(80.3)
III 级	20(11.2)
肿瘤位置*	
左侧	82(46.1)
右侧	96(53.9)
肿瘤直径/cm	3.70(3.00,4.40)
手术时长/min	100(80,120)
术中出血量/mL	50(50,100)
热缺血时间/min	21.0(18.0,25.0)
三联达成率*	125(70.2)
RENAL 评分/分	8(6,9)
MAP 评分/分	2(1,3)

BMI: 身体质量指数; ASA: 美国麻醉医师协会; * 以例(%)表示。

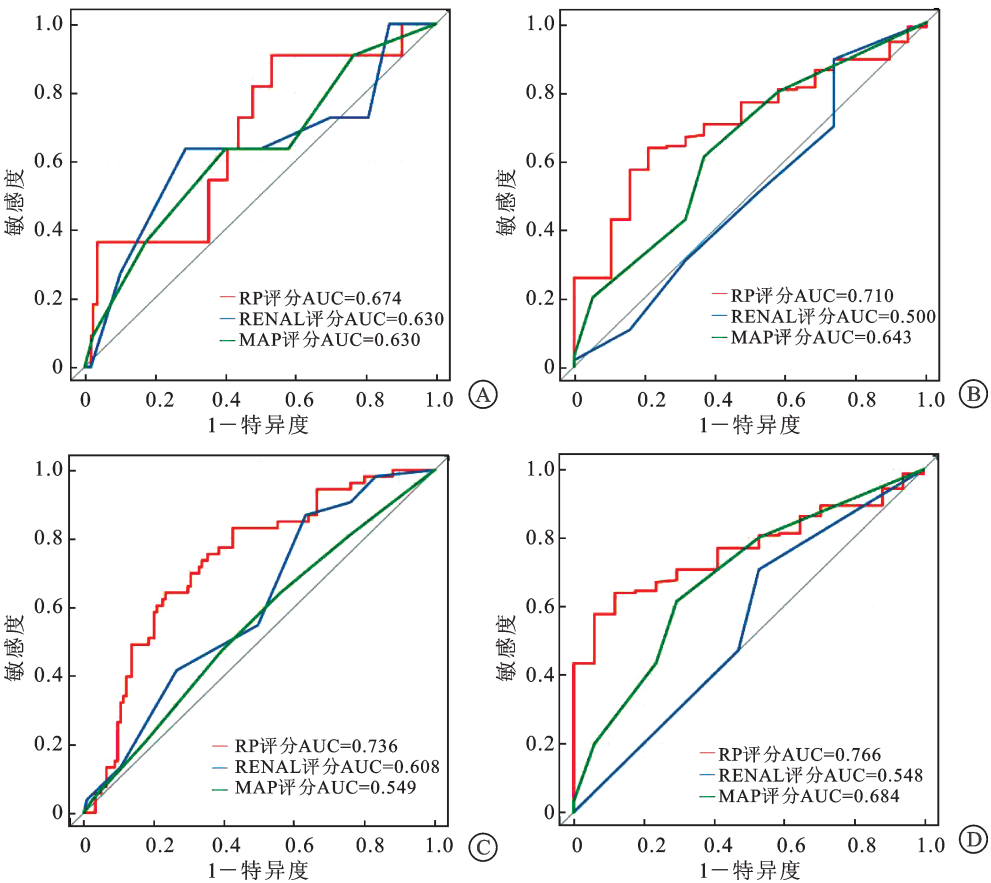
绘制 RP、RENAL 和 MAP 评分在手术时间 $>150\text{ min}$ 、估计出血量 $>20\text{ mL}$ 、三联达成率以及总体围手术期并发症上的 ROC 曲线(图 2)。结果显示,RP 评分在手术时间 $>150\text{ min}$ 、术中失血量 $>20\text{ mL}$ 和 三联达成率方面的区分度均最高。且 RP 评分较另外两种评分方式的总体围手术期并发症的 AUC 值(95%CI)也更高[RP *vs.* RENAL: 0.766(0.636~0.826) *vs.* 0.548(0.324~0.659), $P=0.001$; RP *vs.* MAP: 0.766(0.636~0.826) *vs.* 0.684(0.553~0.796), $P=0.023$], 差异均有统计学意义。

表 3 接受机器人辅助肾部分切除术患者术中出血量的线性回归分析

参数	单变量分析		多变量分析	
	β (95%CI)	P 值	β (95%CI)	P 值
肿瘤直径	10.15(5.40~14.49)	<0.001	10.55(5.60~15.49)	<0.001
外凸率	-0.85(-8.97~7.28)	0.837		
距离集合系统或肾窦的距离	0.72(-6.33~7.78)	0.840		
相对于极线的位置	-5.50(-12.74~1.73)	0.135		
肾周脂肪厚度	3.35(-6.21~12.91)	0.491		
肾周脂肪的条索状改变	5.26(-3.97~14.49)	0.262		

表 4 接受机器人辅助肾部分切除术患者三联达成的 logistic 回归分析

参数	单变量分析		多变量分析	
	OR(95%CI)	P 值	OR(95%CI)	P 值
肿瘤直径	1.78(1.31~2.41)	<0.001	1.73(1.26~2.36)	0.001
外凸率	1.57(1.02~2.42)	0.040	1.41(0.85~2.34)	0.185
距离集合系统或肾窦的距离	1.72(1.15~2.57)	0.008	1.32(0.83~2.09)	0.248
相对于极线的位置	1.37(0.93~2.02)	0.115		
肾周脂肪厚度	1.03(0.62~1.70)	0.912		
肾周脂肪的条索状改变	1.57(0.96~2.54)	0.070		



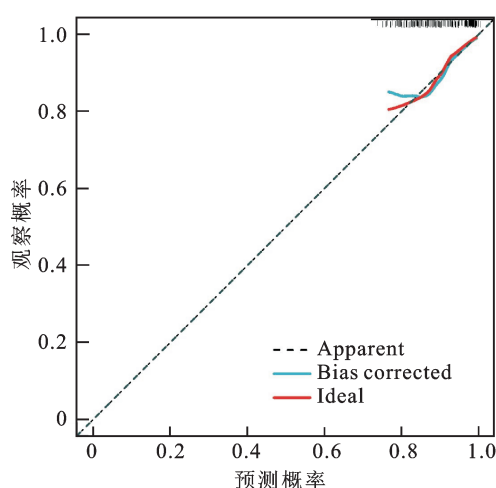
A:手术时间>150 min;B:估计出血量超过 20 mL;C:三联达成率;D:围手术期结局;RP:肿瘤直径和肾周脂肪厚度;MAP:Mayo 粘连概率;AUC:受试者工作特征曲线下面积。

图 2 RP 评分、RENAL 评分和 MAP 评分的受试者工作特征曲线

表 5 接受机器人辅助肾部分切除术患者肿瘤直径、外凸率和肾周脂肪厚度与围手术期结局的多变量 logistic 回归分析

指标	OR (95%CI)	P 值
肿瘤直径	9.07(1.18~69.45)	0.03
外凸率	1.07(0.53~2.18)	0.85
肾周脂肪厚度	2.28(1.86~6.04)	0.01

2.4 模型校准 根据列线图的预测概率,以及在手术过程中观察到的术中并发症的概率,绘制了 RP 评分预测围手术期并发症发生率的校准曲线(图 3)。结果显示,RP 评分模型的预测概率与观察概率非常接近,模型的预测效能良好。



Apparent: 样本情况; Ideal: 理想模型; Bias corrected: 通过 100 次 Bootstrap 抽样校准过拟合情况的结果。

图 3 RP 评分列线图模型预测接受机器人辅助肾部分切除术患者围手术期并发症发生率的校准曲线

3 讨论

肾评分系统不仅是学术研究中标准化评估术后效果的工具,也为泌尿外科医生在决定是否对复杂的肾脏肿块进行肾部分切除术提供了重要参考。理想的围手术期并发症预测模型应在不影响准确性的前提下包含尽可能少的变量。

RENAL 评分已在大量研究中被证明与肾部分切除术的手术复杂性和结果相关。WANG 等^[14]的研究认为 R、N 和 L 评分与肾部分切除术的围手术期结局密切相关。而在另一项对 RENAL 评分系统性评价的研究中,多变量分析显示只有 R 和 N 评分是肾部分切除术复杂程度的预测指标^[15]。本研究 N 评分与围手术期结局无明显相关,可能是因为机器人手术大幅降低了靠近肾门肿瘤手术的操作难度,或者是由于术前评估后,外科医生更倾向于对与肾门

紧密相关的肿瘤采用根治性肾切除术。因此,N 指标在 RAPN 中的预测价值仍值得关注。

肾部分切除术中粘连性肾周脂肪(adherent perinephric fat, APF)的发生率在不同研究中差异较大,两项大型前瞻性研究报告的 APF 发生率分别为 30%、40.8%^[7,16]。APF 的存在可能成为游离肾肿瘤和分离肾门的阻碍,术中去除 APF 可能会导致肾包膜撕裂。KHENE 等^[17]研究了 202 例接受 RAPN 的患者,结果显示 APF 的存在显著增加了手术时间、估计出血量,并导致更多的患者转为开放手术。然而,术前难以通过临床和影像数据准确预测 APF 的存在。ZHENG 等^[18]发现 APF 的肾周脂肪表面密度较高,肾周脂肪表面密度可用于手术难度的预测(AUC=0.87, $P<0.001$)。CT 分析被认为是一种有前景的定量成像工具,也可帮助泌尿科医生识别 APF^[19],但该方法中使用的变量可能难以在临床环境中被高效测量。DAVIDIUK 等^[12]开发的 MAP 评分系统预测 APF 的准确性较高^[7,20]。

RENAL 和 MAP 评分在预测围手术期结局中的作用已得到充分证明,但将二者联合用于预测术中并发症的研究较少。JIN 等^[21]通过 logistic 回归分析将这两个评分系统结合起来用于预测术中并发症的发生情况,发现组合评分优于任何单一评分系统(AUC=0.847),然而该研究的实际变量多达 6 个,使得该模型在实际临床实践中显得过于复杂。YANG 等^[13]基于这两种评分方法构建了一个预测腹腔镜肾部分切除术围手术期结果的新型肾测量评分系统。TAN 等^[22]也使用两种评分的不同组分建立了预测肾部分切除术中并发症的模型。本研究结合了 RENAL 和 MAP 的参数来预测 RAPN 的围手术期结局。与 RENAL 和 MAP 评分相比,RP 评分在预测手术复杂性和三联达成率方面显示出更高的预测价值。RP 评分的主要创新在于引入了肾周脂肪厚度,并简化了 RENAL 评分。然而,本研究也存在一些局限性。由于本研究属于回顾性研究,术前行 CT 扫描或选择经腹腔镜肾部分切除术的患者被排除在外。此外,本研究队列中患者的 BMI 明显低于美国或欧洲人群,纳入的人群可能无法代表亚洲以外的人群。

总之,本研究发现肿瘤直径和肾周脂肪厚度是肾部分切除术围手术期结局的重要影响因素,以此构建的 RP 评分有效结合了 RENAL 和 MAP 评分,能够准确预测 RAPN 患者的术中并发症。相比单独的 RENAL 和 MAP 评分,RP 评分所使用的指标更少,

但预测能力更佳。因此,我们认为 RP 评分有望为泌尿科医生在肾肿瘤管理及临床决策过程中提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] GILL IS, ARON M, GERVAIS DA, et al. Clinical practice. Small renal mass[J]. *N Engl J Med*, 2010, 362(7): 624-634.
- [2] HASEEBUDDIN M, BENWAY BM, CABELLO JM, et al. Robot-assisted partial nephrectomy: evaluation of learning curve for an experienced renal surgeon[J]. *J Endourol*, 2010, 24(1): 57-61.
- [3] MOTOYAMA D, MATSUSHITA Y, WATANABE H, et al. Initial learning curve for robot-assisted partial nephrectomy performed by a single experienced robotic surgeon[J]. *Asian J Endosc Surg*, 2020, 13(1): 59-64.
- [4] XIA L, WANG X, XU T, et al. Systematic review and meta-analysis of comparative studies reporting perioperative outcomes of robot-assisted partial nephrectomy versus open partial nephrectomy[J]. *J Endourol*, 2017, 31(9): 893-909.
- [5] CHANG KD, ABDEL RAHEEM A, KIM KH, et al. Functional and oncological outcomes of open, laparoscopic and robot-assisted partial nephrectomy: a multicentre comparative matched-pair analyses with a median of 5 years' follow-up[J]. *BJU Int*, 2018, 122(4): 618-626.
- [6] VECCIA A, ANTONELLI A, UZZO RG, et al. Predictive value of nephrometry scores in nephron-sparing surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur Urol Focus*, 2020, 6(3): 490-504.
- [7] DARIANE C, LE GUILCHET T, HUREL S, et al. Prospective assessment and histological analysis of adherent perinephric fat in partial nephrectomies[J]. *Urol Oncol*, 2017, 35(2): 39.e9-39.e17.
- [8] BIER S, AUFDERKLAMM S, TODENHÖFER T, et al. Prediction of postoperative risks in laparoscopic partial nephrectomy using RENAL, Mayo adhesive probability and renal pelvic score[J]. *Anticancer Res*, 2017, 37(3): 1369-1373.
- [9] GAUTAM G, BENWAY BM, BHAYANI SB, et al. Robot-assisted partial nephrectomy: current perspectives and future prospects[J]. *Urology*, 2009, 74(4): 735-740.
- [10] BUFFI N, LISTA G, LARCHER A, et al. Margin, ischemia, and complications (MIC) score in partial nephrectomy: a new system for evaluating achievement of optimal outcomes in nephron-sparing surgery[J]. *Eur Urol*, 2012, 62(4): 617-618.
- [11] KUTIKOV A, UZZO RG. The R.E.N.A.L. nephrometry score: a comprehensive standardized system for quantitating renal tumor size, location and depth[J]. *J Urol*, 2009, 182(3): 844-853.
- [12] DAVIDIUK AJ, PARKER AS, THOMAS CS, et al. Mayo adhesive probability score: an accurate image-based scoring system to predict adherent perinephric fat in partial nephrectomy[J]. *Eur Urol*, 2014, 66(6): 1165-1171.
- [13] YANG B, MA LL, QIU M, et al. A novel nephrometry scoring system for predicting peri-operative outcomes of retroperitoneal laparoscopic partial nephrectomy[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133(5): 577-582.
- [14] WANG L, WU Z, YE H, et al. Correlations of tumor size, RENAL, centrality index, preoperative aspects and dimensions used for anatomical, and diameter-axial-polar scoring with warm ischemia time in a single surgeon's series of robotic partial nephrectomy[J]. *Urology*, 2014, 83(5): 1075-1079.
- [15] TOBERT CM, SHOEMAKER A, KAHNOSKI RJ, et al. Critical appraisal of first-generation renal tumor complexity scoring systems: creation of a second-generation model of tumor complexity[J]. *Urol Oncol*, 2015, 33(4): 167.e1-167.e6.
- [16] DAVIDIUK AJ, PARKER AS, THOMAS CS, et al. Prospective evaluation of the association of adherent perinephric fat with perioperative outcomes of robotic-assisted partial nephrectomy[J]. *Urology*, 2015, 85(4): 836-842.
- [17] KHENE ZE, PEYRONNET B, MATHIEU R, et al. Analysis of the impact of adherent perirenal fat on peri-operative outcomes of robotic partial nephrectomy[J]. *World J Urol*, 2015, 33(11): 1801-1806.
- [18] ZHENG Y, ESPIRITU P, HAKKY T, et al. Predicting ease of perinephric fat dissection at time of open partial nephrectomy using preoperative fat density characteristics[J]. *BJU Int*, 2014, 114(6): 872-880.
- [19] KHENE ZE, BENSALAH K, LARGENT A, et al. Role of quantitative computed tomography texture analysis in the prediction of adherent perinephric fat[J]. *World J Urol*, 2018, 36(10): 1635-1642.
- [20] MARTIN L, ROUVIERE O, BEZZA R, et al. Mayo adhesive probability score is an independent computed tomography scan predictor of adherent perinephric fat in open partial nephrectomy[J]. *Urology*, 2017, 103: 124-128.
- [21] JIN D, ZHANG J, ZHANG Y, et al. A combination of the Mayo adhesive probability score and the RENAL score to predict intraoperative complications in small renal masses[J]. *Urol Int*, 2020, 104(1-2): 142-147.
- [22] TAN X, JIN D, HU J, et al. Development of a simple nomogram to estimate risk for intraoperative complications before partial nephrectomy based on the Mayo adhesive probability score combined with the RENAL nephrometry score[J]. *Invest Clin Urol*, 2021, 62(4): 455-461.

(编辑 郭楚君)