

肾肿瘤评分系统的临床应用及进展

董华朝¹, 任海林²

¹青海大学研究生院, 青海 西宁

²青海大学附属医院泌尿外科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年5月28日; 录用日期: 2023年6月23日; 发布日期: 2023年6月30日

摘要

根据国内外的报道, 肾肿瘤评分系统大体可以分为第一代评分系统和第二代评分系统。第一代评分系统包括RENAL、PADUA、C-index。第二代评分系统包括DAP、RTII、MAP、ABC、3S + f、CSA、NRC、KS、RPS、RAIV、SARR、ZS、ZonalNePhRO、SIREN、DDD、RoSCo。本综述对以上评分系统进行详细介绍, 以供泌尿外科医师依据自身临床经验对上述评分系统联合应用或进行改良, 便于选择合适的手术方式、评估围手术期相关并发症及患者的预后等。

关键词

肾肿瘤, 评分系统, RENAL评分系统, RoSCo评分系统

Clinical Application and Progress of Renal Tumor Scoring System

Huachao Dong¹, Hailin Ren²

¹Graduate School of Qinghai University, Xining Qinghai

²Department of Urology, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: May 28th, 2023; accepted: Jun. 23rd, 2023; published: Jun. 30th, 2023

Abstract

According to domestic and foreign reports, the renal tumor scoring system can be divided into the first generation scoring system and the second generation scoring system. The first generation scoring system includes RENAL, PADUA and C-index. The second generation scoring system includes DAP, RTII, MAP, ABC, 3S + f, CSA, NRC, KS, RPS, RAIV, SARR, ZS, Zonal NePhRO, SIREN, DDD, RoSCo. This review introduces the above scoring system in detail for urologists to combine or improve the above scoring system based on their own clinical experience, so as to facilitate the selec-

tion of appropriate surgical methods, evaluation of perioperative complications and prognosis of patients.

Keywords

Renal Tumor, Scoring System, RENAL Scoring System, RoSCo Scoring System

Copyright © 2023 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

当前, 对于肾肿瘤的治疗方式多样化, 包括靶向药物、射频消融、肾动脉栓塞、手术切除等。其手术切除仍为最主要的治疗方式[1], 肾部分切除术(partial nephrectomy, PN)既在远期疗效和总生存率方面与根治性肾切除术(radical nephrectomy, RN)相差不大[2] [3], 又有着保存肾功的优点, 但其手术复杂及风险程度较高。手术入路途径方式有开放和腹腔镜。选择 PN 还是 RN, 关键点在于肿瘤的解剖结构和手术困难度。随着影像学的进步与完善, 为了对手术困难度的评估更加标准化和定量化, 基于 CT/MRI 定制的肾肿瘤评分系统出现了, 并为术前手术方式的选择提供了可靠的依据。本综述通过查阅国内外相关文献, 对肾肿瘤评分系统进行了详细介绍。

2. 第一代肾肿瘤评分系统

1) RENAL 评分系统: 2009 年由库蒂科夫等[4]人首次提出, 该评分系统可重复、可量化, 包括五项指标: ① R (肿瘤最大直径): 即肿瘤在三个平面中的最大直径。R ≤ 4 cm, 1 分; 4~7 cm, 2 分; ≥ 7 cm, 3 分。② E (肾缘外肿瘤百分比): 肾缘外肿瘤百分比 ≥ 50%, 1 分; 肾缘外肿瘤百分比 < 50%, 2 分; 肿瘤完全在肾脏内, 3 分。③ N (肾内肿瘤最远处到肾窦或集合系统的距离): ≥ 7 mm, 1 分; 4~7 mm, 2 分; ≤ 4 mm, 3 分。④ A (A/P, 腹/背侧): 即冠状面上, 肿瘤位于前/后方, 位于前方记作 A, 位于后方记作 P, 前后方不确定记作 X, 不予分值, 单独列出。⑤ L (与两肾极线的位置关系): 极线是肾门冠状面上的两条水平线。完全位于两极线两端, 1 分; 跨过两极线但跨过去的肿瘤直径 ≤ 50%, 2 分; 其跨过去的直径 > 50%, 3 分。⑥ h (肿瘤与肾蒂的关系): 肿瘤侵犯肾蒂时记作 h。将上述每个指标所得分数相加得出总分: 4~6 分, 低度复杂; 7~9 分, 中度复杂; 10~12 分, 高度复杂。总分越高, 手术困难度就越高。

2) PADUA 评分系统: 2009 年由费卡拉[5]等人提出, 该评分系统由七项指标构成: ① 在肾脏上的位置: 肾窦线两端或跨过肾窦线的百分比不大于 50%, 1 分; 两肾窦线之间或跨过肾窦线的百分比大于 50%, 2 分。② 与集合系统关系: 无侵犯, 1 分; 有侵犯, 2 分。③ 肿瘤对肾窦有无侵犯: 无侵犯, 1 分; 有侵犯, 2 分。④ 肿瘤边缘的位置: 肾脏外侧, 1 分; 肾脏内测, 2 分。⑤ 肾缘外肿瘤百分比: 肾缘外肿瘤百分比 ≥ 50%, 1 分; 肾缘外肿瘤百分比 < 50%, 2 分; 肿瘤完全在肾脏内, 3 分。⑥ 肿瘤大小分类: ≤ 4 cm, 1 分; 4.1~7 cm, 2 分; > 7 cm, 3 分。⑦ A/P (肾腹/背侧): 仅标记 A/P, 不计入总分。将以上每个项指标所得分数相加得出总分: 6~7 分, 低度复杂; 8~9 分, 中度复杂; 10~14 分, 高度复杂。总分与术后总并发症显著相关, 可以较为准确的评价手术难度及风险[6]。

3) C-index 评分系统: 即 C 指数。2010 年由西蒙斯[7]等人提出, 用于衡量肿瘤向心性。该系统纳入了肿瘤大小、肿瘤中心与肾脏中心的距离, 公式为 $C\text{-index} = L/r, L = \sqrt{X^2 + Y^2}$, L 为肿瘤和肾脏两中心

的距离; r 为肿瘤半径; X 为肿瘤和肾脏两中心的水平距离; Y 为肿瘤和肾脏两中心的垂直距离。C-index = 0, 提示肿瘤和肾脏两中心重叠; C-index = 1, 提示肿瘤边缘在肾中心上; C-index > 1, 提示肾脏与肿瘤部分重叠。C-index 值越高, 肿瘤越偏离肾中心, 提示肿瘤向心性浸润越少, PN 的困难度越小, 并发症的发生率就越低。

随着人们对第一代评分系统的深入探究, 多项研究已证实其在临床上的适用性、稳定性以及可重复性[8]-[15]。托伯特等人对 276 例行肾肿瘤手术的患者做了回顾性分析, 结果显示 C 指数与手术类型(AUC = 0.91)的相关性最高, 其次是 RENAL (AUC = 0.90)和 PADUA (AUC = 0.88)。拜伦德等人对 162 名接受肾部分切除术的患者进行了分析, 结果显示 C 指数的相关性最强(-0.428, $P < 0.0001$), 再者 RENAL (0.393, $P < 0.0001$)和 PADUA (0.371, $P < 0.0001$)。奥胡诺夫等人对 101 例行腹腔镜肾部分切除术的患者进行了回顾性分析, 结果显示 C 指数(-0.06, $P < 0.526$)、RENAL (0.01, $P < 0.885$)、PADUA (-0.04, $P < 0.677$)。表明这三种系统均与术式的选择、肾缺血时间相关[16] [17], 与术后并发症无显著相关[18]。C-index 与其他两种相比较, 其与术后肾功能改变相关[19], 且主观影响少, 简单明了, 但相对缺少了对于肿瘤形态的描述, 对于非球形或绝大部分处于肾外的肿瘤, 其测量的准确度就会下降。第一代评分系统存在一些不足之处, 如: 肾血管情况、肾周粘连情况等[20]。因此, 相继第一代评分系统, 人们又提出了第二代评分系统。

3. 第二代评分系统

1) DAP 评分系统: 2012 年由西蒙斯[21]等人提出, 该系统基于 RENAL 和 C-index, 具有测量误差少、各项评分近似正态分布、更实用性的优点。其包括三项指标: ① D (横断面肿瘤最大直径): <2.4 cm, 1 分; 2.4~4.4 cm, 2 分; >4.4, 3 分。② A (横断面肾中心到肿瘤边缘的最短距离): >1.5 cm, 1 分; ≤1.5 cm, 2 分; 肾中心位于肿瘤内, 3 分。③ P (冠状面肾中线到肿瘤边缘的最短距离): >2 cm, 1 分; ≤2, 2 分; 肾中线穿过肿瘤, 3 分。将上述各项指标所得分数相加得出总分: 3~4 分, 低度复杂; 5~6 分, 中度复杂; 7~9 分, 高度复杂。有相关研究证明其能很好的预测肾实质和肾功的保留[22], 与术后肾功能的恢复和热缺血时间有着更好的相关性[23] [24] [25] [26] [27], 在实施开放还是微创手术方式上的选择上, DAP 的预测能力超过 RENAL。

2) RTII 评分系统: 即肾脏肿瘤侵入指数。2014 年由尼森[28]等人提出, 公式为 $RTII = I/PT$, I : 肿瘤侵犯肾实质的最远处到肿瘤内部肾边缘的垂直距离。 PT : 同一平面肾实质厚度。 $RTII$ 值 < 0.65, 浅表组; $0.65 \leq RTII$ 值 < 1, 中等组; $RTII$ 值 ≥ 1 , 深层组。在预测 PN 术后并发症的比较中, $RTII$ 与第一代评分系统相当。 $RTII$ 适用于浅表性肿瘤, 而 C 指数适用于深部肿瘤。

3) MAP 评分系统: 即肾周粘连情况。2014 年由戴维迪克[29]等人提出, 主要用于预测 PN 术中粘连性肾周脂肪。该评分系统包括两项指标: ① 后侧肾周脂肪厚度: <1 cm, 0 分; 1~1.9 cm, 1 分; ≥ 2 cm, 2 分。② 肾周脂肪有无受累: 无受累(影像表现肾周全部黑色), 0 分; 轻中度受累(影像表现肾周存在较稠密聚集影像), 2 分; 重度受累(影像表现粗大浓密影像), 3 分。两项指标相加得出总分, 在一项局限性肾癌的研究中发现低分组与高分组相比较, 其有更长的无进展生存期, 呈负相关[30], 低分组及中分组适宜行腹腔镜手术, 而高分组适宜行开腹手术[31]。

4) CSA 评分系统: 即肾肿瘤接触表面积。2014 年由莱斯利[32]等人提出, 公式为肿瘤与肾的接触面积 = 肿瘤总面积 $\times a\%$, 肿瘤总面积 = $4\pi r^2$, $a\%$: 肾内肿瘤体积所占百分比。 r : 肿瘤半径。有相关研究发现, 若将 CSA 分为 CSA 值 $\leq 20 \text{ cm}^2$ 和 CSA 值 $\geq 20 \text{ cm}^2$, 其对术中出血量、手术时间、并发症、GFR 具有很好的预测能力, 但其需借助计算机影像处理软件。

5) RPS 评分系统: 即肾盂评分。2014 年由托马谢夫斯基[33]等人提出, 以肾内肾盂面积所占肾盂

的面积百分比, 将患侧肾脏分为肾内型(RPS > 50%)和肾外型(RPS < 50%), 肾内肾盂面积是在肾脏冠状面或水平面上, 以肾中心作一条连接上下极的垂线, 垂线以内即是肾内肾盂。该评分系统是用于预测 PN 术后漏尿风险。

6) SARR 评分系统: 即肾脏手术方式排名。2014 年由坦努斯[34]等人提出, 包括六个指标: ① 肿瘤直径大小: <2 cm, 0 分; 2~4 cm, 1 分; 4~7 cm, 2 分; >7 cm, 3 分。② 肾缘外肿瘤百分比: >50%, 1 分; <50%, 2 分; 肿瘤完全在肾脏内, 3 分。③ 与肾极线的关系: 位于下极线之下, 1 分; 位于两极线之间, 2 分; 位于上极线之上, 3 分。④ 肿瘤与肾窦的关系: 未到达肾窦, 1 分; 处于肾窦周围, 2 分; 处于肾窦中心, 3 分。⑤ 肿瘤对肾实质的侵犯程度: 仅限皮质, 1 分; 到达髓质, 2 分; 超过髓质, 4 分。⑥ A/P (腹/背侧): 仅作 A/P 标记, 不计入总分。将上述每项指标得分相加得出总分: 4~8 分低复杂性; 9~12 分中复杂性; 13~17 分高复杂性。该评分系统与手术时间、出血量和肿瘤直径呈正相关, 可用于手术方式的选择和手术治疗结果的预测。

7) ZonalNePhRO 评分系统: 2014 年由哈基[35]等人提出, 包括四个指标: ① Ne (肿瘤与集合系统的关系): 浸润皮质, 1 分; 浸润髓质, 2 分; 浸润集合系统或肾窦, 3 分。② Ph (肿瘤位置): 肾下级且集合系统以下, 1 分; 肾侧面且未浸润集合系统, 2 分; 肾上极或浸润集合系统, 3 分。③ R (肿瘤直径): <2.5 cm, 1 分; $2.5 \leq R < 4$ cm, 2 分; ≥ 4 cm, 3 分。④ O (肿瘤外凸率): >50%, 1 分; $25\% \leq O \leq 50\%$, 2 分; <25%, 3 分。将上述每项指标得分相加得出总分: 4~6 分低复杂程度; 7~9 分中复杂程度; 10~12 分高复杂程度。该评分系统与围手术期并发症明显相关, 与缺血时间呈正相关, 与估算肾小球滤过率的绝对值呈负相关。

8) RoSCo 评分系统: 2014 年由罗西尼奥[36]等人提出, 包括三项指标: ① RENAL: RENAL 4~9 分, 记 1 分; RENAL ≥ 10 分, 记 5 分。② CCI (查尔森术前共病指数): 0, 记 1 分; 1~2, 2 分; >2, 记 3 分。③ BMI (体重指数): ≤ 25 kg/m², 记 1 分; ≥ 25 kg/m², 记 2 分。将上述每项指标得分相加得出总分: 3~4 分, 低分组; 5~6 分, 中分组; 7~8 分, 高分组。该评分系统与术后并发症、术中出血、热缺血时间、住院时间、手术时间相关, 与 RENAL 评分系统相比更具优势。

9) RAIV 评分系统: 即切除和缺血体积。2015 年由信[37]等人提出, 运用了微积分, 其公式为
$$RAIV = \pi \cdot \frac{w \cdot \{2w^2 + 3w(r+d) + 6rd\}}{3}$$
, w : 术中计划肿瘤切缘的宽度和肾修补术所致肾缺血体积的宽度。 r : 肿瘤半径。 d : 肿瘤直径。该评分系统用于预测 PN 术后肾功能减退程度, 有相关研究表明, 与第一代评分系统相比, RAIV 与估算肾小球滤过率的绝对值和百分比变化具有很强的相关性。

10) ZS 评分系统: 即中山评分。2015 年由周林[38]等人提出, 包括三个指标: ① Ri (肿瘤与肾重叠部分的最大直径): 以直径大小(需四舍五入)记作分值。② L (肿瘤位置): 在冠状面上, 穿过内侧皮质和肾盂的交界区作一条垂线, 将肾脏分为外侧区、内侧区和中央区(内侧区的肿瘤累及肾外或肾内血管)。外侧区, 1 分; 内侧区, 2 分; 中央区, 3 分。③ D (肿瘤侵犯深度): 仅限皮质, 1 分; 侵犯髓质, 2 分; 侵犯集合系统或肾窦, 3 分。将上述每项指标得分相加得出总分: 3~4 分低危肿瘤; 5~7 分中危肿瘤; ≥ 8 分高危肿瘤。该评分系统在手术复杂程度的评估和术后并发症的预测上具有显著的优势。

11) KS 评分系统: 即肾脏分割系统。2015 年由帕帕利亚[39]等人提出, 基于节段性肾脏解剖学, 用于描述保留肾单位手术的肿瘤位置和评估肿瘤营养血管, 应用于 T₁ 期肾肿瘤。该评分系统通过绘制六个平面将肾脏细分为 12 个标准段: 4 个平行横断面(A, B, C, D), B、C 平面对应肾极线, A、D 平面对应上下极。1 个矢状面(E), E 平面将肾脏分为内、外侧两半。1 个冠状面(F), F 平面将肾脏分为前、后两半。因此, 将肾脏分为三个区(上、中、下)。有研究发现肿瘤侵犯的肾段数与术中估计出血量和术后高并发症率相关, KS 评分可以很好地预测手术时间、缺血时间和失血风险。

12) NRC 评分系统: 即肿瘤侵犯肾柱数量。2015 年由周林[40]等人提出, 适用于零缺血肾部分切除术。包括: 仅浸润部分肾皮质或髓质, 未浸润肾柱, 0 分; 浸润 1 个肾柱, 1 分; 浸润 2 个肾柱, 2 分, 以此类推。该评分系统对估计失血量、手术时间、手术并发症、肾功能有着很好的预测能力, 并优于 RENAL 和 PADUA, 但并不作为独立的肿瘤复杂程度衡量指标, 而是一个包含其他指标(肿瘤位置)的综合评分系统的组成部分。

13) ABC 评分系统: 即动脉复杂性。2016 年由斯帕利维耶罗[41]提出, 基于肾动脉解剖结构, 通过手术中所需离断的肾血管对肿瘤进行分类: ① 需要离断小叶间动脉和弓状动脉, 为 1; ② 需要离断叶间动脉, 为 2; ③ 需要离断肾窦内动脉, 为 3S; ④ 需要离断肾门动静脉, 为 3H。研究表明其总分与手术复杂程度呈正相关, 与 PN 术中出血量、热缺血时间、术后肾功能变化率明显相关[42] [43]。与需定量的评分相比较, 其具有直观性, 无需对肿瘤进行测量, 但对影像的质量要求甚高。

14) 3S + f 评分系统: 2016 年由张树栋[44]提出, 包括四项指标: ① S (肾内部分的肿瘤大小): <4 cm, 1 分; 4~6 cm, 2 分; >6 cm, 3 分。② S (与肾脏的位置关系): 背/后外侧或下极, 1 分; 腹/内侧或下极, 2 分; 靠近肾门、囊性或全部在肾内, 3 分。③ S (肿瘤边缘): 肾内肿瘤边缘到肾重要血管/集合系统的距离, >10 mm, 1 分; 5~10 mm, 2 分; <5 mm, 3 分。④ f (肾周脂肪厚度与粘连度): 肾周脂肪不厚且与脂肪囊的交界明确, 0 分; 肾周脂肪厚且与脂肪囊交界不明, 1 分。以上每项相加得出总分: 3~5 分, 轻度复杂; 6~7 分, 中度复杂; 8~10 分, 高度复杂。其类似于 RENAL、DAP, 用于评估肿瘤复杂程度。

15) DDD 评分系统: 2019 年由张中元[45]等人提出, 包括三个指标: ① D_1 (肾内肿瘤最大直径): D_1 四舍五入取整记作其分数。② D_2 (肿瘤最深处距离髓质或集合系统的距离): 距髓质 > 5 mm, 1 分; 距髓质 \leq 5 mm 且距集合系统 > 5 mm, 2 分; 距集合系统 \leq 5 mm, 3 分。③ D_3 (肿瘤到肾血管主干的距离): >10 mm, 1 分; $5\text{ mm} < D_3 \leq 10\text{ mm}$, 2 分; $\leq 5\text{ mm}$, 3 分。将上述三项指标相加得出总分: 3~4 分低分组肿瘤; 5~7 分中分组肿瘤; ≥ 8 分高分组肿瘤。该评分系统与热缺血时间和估计失血量显著相关[46]。高、中分组患者的总体并发症风险是低分组的 13.6 倍和 8.4 倍。

16) SIREN 评分系统: 即肾脏切除个体化肾血管评估系统。2019 年由王继鹏[47]等人提出, 基于三维重建技术, 精确地描述了血管处理难度。包括五项指标: ① 血管总支数: 动静脉主干及分、属支总和。2~3 支, 1 分; 4~5 支, 2 分; ≥ 6 支, 3 分。② 变异血管密集度: $(\text{血管总支数} - 2)/(\text{血管间最远距离相对于自身该侧肾门纵距的倍数})$ 。血管间最远距离指血管在腔静脉边缘(右侧)或腹主动脉外 10 mm (左侧)投影间的最远距离。<1, 1 分; 1~2, 2 分; >2, 3 分。③ 血管空间构型: 血管交叉缠绕现象总和。无交叉缠绕, 0 分; 仅交叉, 1 分; 仅缠绕, 2 分; 有交叉缠绕, 3 分。④ 其他: 如主、肾动静脉换位、下腔静脉畸形等。无, 0 分; 有, 1 分。⑤ 侧别: 待处理血管的侧别。左侧 L, 右侧 R, 仅作标记, 不计入总分。将上述五项指标相加得出总分: 2~3 分低难度组; 4~6 分中难度组; 7~10 分高难度组。该评分系统可准确预测血管处理难度, 有利于进一步精细术前规划, 保障手术的安全性和高效性。

4. 总结及展望

综上所述, 第一代评分系统已被人们广泛认可, 且与术式的选择、肾缺血时间相关, 与术后并发症无显著相关, 但 PADUA 和 RENAL 未考虑到肿瘤与肾血管的关系, C-index 未纳入肿瘤特征指标。大多数的第二代评分系统设计简洁, 更具有针对性。ABC 针对肿瘤和肾血管关系, MAP 针对肾周粘连状况, RAIIV 针对术后肾功, NRC 针对肿瘤侵犯肾柱数量, RPS 针对术后漏尿风险, 可以作为其他评分系统的补充[48]。DAP 在实施开放还是微创术式选择上的预测能力更强; RTII 局限于浅表肿瘤; CSA 对术中出血量、手术时间、并发症、GFR 具有很好的预测能力, 但需借助计算机影像处理软件等; SARR 可用于手术方式的选择和手术治疗结果的预测; ZonalNePhRO 与围手术期并发症明显相关, 与缺血时间呈正相

关, 与估算肾小球滤过率的绝对值呈负相关; RoSCo 更是结合了 RENAL、CCI 和 BMI, 考虑到患者术前状态, 与术后并发症、术中出血、热缺血时间、住院时间、手术时间相关; ZS 在手术复杂程度的评估和术后并发症的预测上具有显著的优势; KS 可以很好地预测手术时间、缺血时间和失血风险; 3S + f 考虑到了肾周脂肪情况; DDD 与热缺血时间和估计失血量显著相关; SIREN 可准确预测血管处理难度, 有利于进一步精细术前规划, 保障手术的安全性和高效性。目前, 第二代评分系统未能取代第一代评分系统, 尚需更多的验证。一个理想化的评分系统既要包含肿瘤一系列的特征, 又要具有简洁、稳定、可重复的特性, 但简洁就会缺失一些肿瘤特征。不管是第一代还是第二代评分系统, 目前对于复杂性肿瘤的评估均未提及, 如单侧多发性肿瘤、双侧多发性肿瘤。另外各评分系统在临床应用已有了新方向, 有研究[12][49][50]表明评分系统的某些指标与肿瘤的病理分级和分型有相关性。并且已有学者开始探索并构建肾肿瘤行肾部分切除术的 CT 三维可视化术前评估系统, 完成虚拟手术设计及术中辅助导航, 指导临床手术[51]。相信随着更多的深入研究, 会开发出一套更加全面完整普适的评分系统, 在未有病理结果或不易取活检时, 以便泌尿外科医师更好的预测患者肿瘤的病理分级和分型, 选择合适的治疗方式。

参考文献

- [1] Ljungberg, B., Albiges, L., Abu-Ghanem, Y., *et al.* (2022) European Association of Urology Guidelines on Renal Cell Carcinoma: The 2022 Update. *European Urology*, **82**, 399-410. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2022.03.006>
- [2] Sun, M., Bianchi, M., Hansen, J., *et al.* (2012) Chronic Kidney Disease after Nephrectomy in Patients with Small Renal Masses: A Retrospective Observational Analysis. *European Urology*, **62**, 696-703. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2022.03.006>
- [3] Roos, F.C., Steffens, S., Junker, K., *et al.* (2014) Survival Advantage of Partial over Radical Nephrectomy in Patients Presenting with Localized Renal Cell Carcinoma. *BMC Cancer*, **14**, Article No. 372. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-14-372>
- [4] Kutikov, A. and Uzzo, R.G. (2009) The R.E.N.A.L. Nephrometry Score: A Comprehensive Standardized System for Quantitating Renal Tumor Size, Location and Depth. *Journal of Urology*, **182**, 844-853. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2009.05.035>
- [5] Ficarra, V., Novara, G., Secco, S., *et al.* (2009) Preoperative Aspects and Dimensions Used for an Anatomical (PADUA) Classification of Renal Tumours in Patients Who Are Candidates for Nephron-Sparing Surgery. *European Urology*, **56**, 786-793. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2009.07.040>
- [6] 王苏贵, 马松, 阳东荣, 等. 术前解剖特征分类评分系统在后腹腔镜肾部分切除术中的应用[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2016, 10(12): 1691-1694.
- [7] Simmons, M.N., Ching, C.B., Samplaski, M.K., *et al.* (2010) Kidney Tumor Location Measurement Using the C Index Method. *Urology*, **183**, 1708-1713. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.01.005>
- [8] Waldert, M., Waalkes, S., Klatte, T., *et al.* (2010) External Validation of the Preoperative Anatomical Classification for Prediction of Complications Related to Nephron-Sparing Surgery. *World Journal of Urology*, **28**, 531-535. <https://doi.org/10.1007/s00345-010-0577-8>
- [9] Alma, E., Ercil, H., Eken, A., *et al.* (2019) The Role of RENAL, PADUA and C-Index Scoring Systems in Predicting the Results of Partial Nephrectomy without Ischemia. *Asian Journal of Surgery*, **42**, 326-331. <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2018.06.006>
- [10] Borgmann, H., Reiss, A.K., Kurosch, M., *et al.* (2016) R.E.N.A.L. Score Outperforms PADUA Score, C-Index and DAP Score for Outcome Prediction of Nephron Sparing Surgery in a Selected Cohort. *Journal of Urology*, **196**, 664-671. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2016.03.176>
- [11] Schiavina, R., Novara, G., Borghesi, M., *et al.* (2017) PADUA and R.E.N.A.L. Nephrometry Scores Correlate with Perioperative Outcomes of Robot-Assisted Partial Nephrectomy: Analysis of the Vattikuti Global Quality Initiative in Robotic Urologic Surgery (GQI-RUS) Database. *BJU International*, **119**, 456-463. <https://doi.org/10.1111/bju.13628>
- [12] Chen, S.H., Wu, Y.P., Li, X.D., *et al.* (2017) R.E.N.A.L. Nephrometry Score: A Preoperative Risk Factor Predicting the Fuhrman Grade of Clear-Cell Renal Carcinoma. *Journal of Cancer*, **8**, 3725-3732. <https://doi.org/10.7150/jca.21189>
- [13] Gupta, R., Tori, M., Babitz, S.K., *et al.* (2019) Comparison of RENAL, PADUA, CSA, and PAVP Nephrometry Scores in Predicting Functional Outcomes after Partial Nephrectomy. *Urology*, **124**, 160-167.

- <https://doi.org/10.1016/j.urology.2018.03.055>
- [14] 刘勇, 纪建磊, 毛昕, 等. C-index 评分对 T₁ 期肾肿瘤手术方式选择的临床价值[J]. 临床泌尿外科杂志, 2014, 29(5): 389-392.
- [15] Spaliviero, M., Poon, B.Y., Aras, O., *et al.* (2015) Interobserver Variability of R.E.N.A.L., PADUA, and Centrality Index Nephrometry Score Systems. *World Journal of Urology*, **33**, 853-858. <https://doi.org/10.1007/s00345-014-1376-4>
- [16] Bylund, J.R., Gayheart, D., Fleming, T., *et al.* (2012) Association of Tumor Size, Location, R.E.N.A.L., PADUA and Centrality Index Score with Perioperative Outcomes and Postoperative Renal Function. *Journal of Urology*, **188**, 1684-1689. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.07.043>
- [17] Tobert, C.M., Shoemaker, A., Kahnoski, R.J., *et al.* (2015) Critical Appraisal of First-Generation Renal Tumor Complexity Scoring Systems: Creation of a Second-Generation Model of Tumor Complexity. *Urologic Oncology: Seminars and Original Investigations*, **33**, 167.e1-167.e6. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2014.12.016>
- [18] Okhunov, Z., Rais-Bahrami, S., George, A.K., *et al.* (2011) The Comparison of Three Renal Tumor Scoring Systems: C-Index, P.A.D.U.A. and R.E.N.A.L. Nephrometry Scores. *Journal of Endourology*, **25**, 1921-1924. <https://doi.org/10.1089/end.2011.0301>
- [19] Karamık, K., İslamoğlu, E., Erdemir, A.G., *et al.* (2021) The Associations of RENAL, PADUA and C-Index Nephrometry Scores with Perioperative Outcomes and Postoperative Renal Function in Minimally Invasive Partial Nephrectomy. *Turkish Journal of Urology*, **47**, 14-21. <https://doi.org/10.5152/tud.2020.20247>
- [20] Hou, W., Yan, W. and Ji, Z. (2015) Anatomic Features Involved in Technical Complexity of Partial Nephrectomy. *Urology*, **85**, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2014.10.009>
- [21] Simmons, M.N., Hillyer, S.P., Lee, B.H., *et al.* (2012) Diameter-Axial-Polar Nephrometry: Integration and Optimization of R.E.N.A.L. and Centrality Index Scoring Systems. *Journal of Urology*, **188**, 384-390. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.03.123>
- [22] Li, M., Gao, Y., Cheng, J., *et al.* (2015) Diameter-Axial-Polar Nephrometry Is Predictive of Surgical Outcomes Following Partial Nephrectomy. *Medicine*, **94**, e1228. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000001228>
- [23] Maeda, M., Funahashi, Y., Sassa, N., *et al.* (2014) Prediction of Partial Nephrectomy Outcomes by Using the Diameter-Axis-Polar Nephrometry Score: DAP and Partial Nephrectomy Outcomes. *International Journal of Urology*, **21**, 442-446. <https://doi.org/10.1111/iju.12356>
- [24] Naya, Y., Kawachi, A., Oishi, M., *et al.* (2015) Comparison of Diameter-Axial-Polar Nephrometry and RENAL Nephrometry Score for Treatment Decision-Making in Patients with Small Renal Mass. *International Journal of Clinical Oncology*, **20**, 358-361. <https://doi.org/10.1007/s10147-014-0714-2>
- [25] Simmons, M.N., Lieser, G.C., Fergany, A.F., *et al.* (2013) Association between Warm Ischemia Time and Renal Parenchymal Atrophy after Partial Nephrectomy. *Journal of Urology*, **189**, 1638-1642. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.11.042>
- [26] 王苏贵, 张璐, 姜福金, 等. DAP 评分系统在肾癌后腹腔镜肾部分切除术中的临床应用[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2021, 15(4): 255-259.
- [27] 王磊, 马玲, 葛玉坤, 等. 直径-轴距-极距肾肿瘤评分在腹腔镜肾部分切除术中的临床应用[J]. 新乡医学院学报, 2020, 37(2): 165-169.
- [28] Nisen, H., Ruutu, M., Glücker, E., *et al.* (2014) Renal Tumour Invasion Index as a Novel Anatomical Classification Predicting Urological Complications after Partial Nephrectomy. *Scandinavian Journal of Urology*, **48**, 41-51. <https://doi.org/10.3109/21681805.2013.797491>
- [29] Davidiuk, A.J., Parker, A.S., Thomas, C.S., *et al.* (2014) Mayo Adhesive Probability Score: An Accurate Image-Based Scoring System to Predict Adherent Perinephric Fat in Partial Nephrectomy. *European Urology*, **66**, 1165-1171. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.08.054>
- [30] Thiel, D.D., Davidiuk, A.J., Meschia, C., *et al.* (2016) Mayo Adhesive Probability Score Is Associated with Localized Renal Cell Carcinoma Progression-Free Survival. *Urology*, **89**, 54-62. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2015.10.034>
- [31] 常瑞亭, 孙瑞雪, 于天舒, 等. 基于影像学 MAP 评分对 T₁ 期肾肿瘤切除术式选择的指导意义[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(10): 2028-2032.
- [32] Leslie, S., Gill, I.S., De Castro Abreu, A.L., *et al.* (2014) Renal Tumor Contact Surface Area: A Novel Parameter for Predicting Complexity and Outcomes of Partial Nephrectomy. *European Urology*, **66**, 884-893. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2014.03.010>
- [33] Tomaszewski, J.J., Cung, B., Smaldone, M.C., *et al.* (2014) Renal Pelvic Anatomy Is Associated with Incidence, Grade, and Need for Intervention for Urine Leak Following Partial Nephrectomy. *European Urology*, **66**, 949-955. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2013.10.009>

- [34] Tannus, M., Goldman, S.M. and Andreoni, C. (2014) Practical and Intuitive Surgical Approach Renal Ranking to Predict Outcomes in the Management of Renal Tumors: A Novel Score Tool. *Journal of Endourology*, **28**, 487-492. <https://doi.org/10.1089/end.2013.0148>
- [35] Hakky, T.S., Baumgarten, A.S., Allen, B., et al. (2014) Zonal NePhRO Scoring System: A Superior Renal Tumor Complexity Classification Model. *Clinical Genitourinary Cancer*, **12**, e13-e18. <https://doi.org/10.1016/j.clgc.2013.07.009>
- [36] Roscigno, M., Ceresoli, F., Naspro, R., et al. (2014) Predictive Accuracy of Nephrometric Scores Can Be Improved by Adding Clinical Patient Characteristics: A Novel Algorithm Combining Anatomic Tumour Complexity, Body Mass Index, and Charlson Comorbidity Index to Depict Perioperative Complications after Nephron-Sparing Surgery. *European Urology*, **65**, 259-262. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2013.09.044>
- [37] Shin, T.Y., Komninos, C., Kim, D.W., et al. (2015) A Novel Mathematical Model to Predict the Severity of Postoperative Functional Reduction before Partial Nephrectomy: The Importance of Calculating Resected and Ischemic Volume. *Journal of Urology*, **193**, 423-429. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2014.07.084>
- [38] Zhou, L., Guo, J., Wang, H., et al. (2015) The Zhongshan Score: A Novel and Simple Anatomic Classification System to Predict Perioperative Outcomes of Nephron-Sparing Surgery. *Medicine*, **94**, e506. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000000506>
- [39] Papalia, R., De Castro Abreu, A.L., Panebianco, V., et al. (2015) Novel Kidney Segmentation System to Describe Tumour Location for Nephron-Sparing Surgery. *World Journal of Urology*, **33**, 865-871. <https://doi.org/10.1007/s00345-014-1386-2>
- [40] Zhou, L., Cao, Y., Bian, T., et al. (2015) Number of Renal Columns Invaded by Tumor: A Novel Parameter for Predicting Complexity and Outcomes of Off-Clamp Open Partial Nephrectomy. *Journal of the American College of Surgeons*, **221**, 539-549.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2015.02.033>
- [41] Spaliviero, M., Poon, B.Y., Karlo, C.A., et al. (2016) An Arterial Based Complexity (ABC) Scoring System to Assess the Morbidity Profile of Partial Nephrectomy. *European Urology*, **69**, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2015.08.008>
- [42] 朱梁松, 陈勇辉, 王建丰, 等. ABC 评分系统在肾部分切除术中的临床应用研究[J]. 临床泌尿外科杂志, 2016, 31(9): 806-809.
- [43] 王冰, 刁英智. 一项基于术前 ABC 评分系统评估后腹腔镜肾部分切除术难度及并发症发生率的临床应用[J]. 现代泌尿外科杂志, 2020, 25(1): 50-54.
- [44] 张树栋. 复杂情况腹腔镜肾部分切除术的方法探讨(附光盘) [J]. 现代泌尿外科杂志, 2016, 21(5): 325-328.
- [45] Zhang, Z., Pan, X., Fan, Y., et al. (2019) DDD Score for Renal Tumor: An Intuitive and Comprehensive Anatomical Scoring System to Access the Outcomes of Retroperitoneal Laparoscopic Partial Nephrectomy. *International Journal of Urology*, **26**, 451-456. <https://doi.org/10.1111/iju.13903>
- [46] 章民昊, 顾鹏, 何晓亮, 等. DDD 评分系统在肾癌后腹腔镜肾部分切除术中的临床应用价值[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2021, 15(2): 93-96.
- [47] Wang, J., Lu, Y., Wu, G., et al. (2019) The Role of Three-Dimensional Reconstruction in Laparoscopic Partial Nephrectomy for Complex Renal Tumors. *World Journal of Surgical Oncology*, **17**, Article No. 159. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1701-x>
- [48] 周建, 聂黎虹, 田国林, 等. R.E.N.A.L.肾肿瘤评分联合 MAP 肾周脂肪评分用于肾部分切除手术的临床意义[J]. 临床泌尿外科杂志, 2021, 36(9): 699-703.
- [49] Kutikov, A., Smaldone, M.C., Egleston, B.L., et al. (2011) Anatomic Features of Enhancing Renal Masses Predict Malignant and High-Grade Pathology: A Preoperative Nomogram Using the RENAL Nephrometry Score. *European Urology*, **60**, 241-248. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2011.03.029>
- [50] 许培榕, 黄嘉琦, 张思弘, 等. 肾肿瘤复杂度评估体系在术前预测肾脏透明细胞癌 WHO/ISUP 核分级中的应用[J]. 复旦学报(医学版), 2021, 48(4): 476-480.
- [51] 李新飞, 彭意吉, 余霄腾, 等. 肾部分切除术前 CT 三维可视化评估标准的初步探究[J]. 北京大学学报(医学版), 2021, 53(3): 613-622.