

肾部分切除术治疗肾癌的研究进展与临床应用现状

黄志凯*, 李丰锦, 刘武豪, 江民健, 伍耿青#

赣南医科大第一附属医院泌尿外科, 江西 赣州

收稿日期: 2026年1月13日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月25日

摘要

肾细胞癌是泌尿系统常见的恶性肿瘤之一,随着影像学检查技术的普及,局限性肾癌的检出率逐年升高。肾部分切除术作为肾单位保护的重要手段,在保证肿瘤切除安全性的同时,有助于最大限度保留正常肾功能,已逐渐成为肾癌治疗的重要方式。近年来,随着腹腔镜技术及机器人辅助手术系统的不断发展,肾部分切除术的手术方式、适应证及临床应用策略均发生了显著变化。本文围绕肾部分切除术治疗肾癌的研究进展与临床应用现状进行综述,重点总结其技术演变、临床应用特点、疗效与安全性评价以及影响疗效和预后的相关研究进展,并对当前存在的问题及未来发展方向进行探讨,以期为临床合理选择手术方式及优化治疗策略提供参考。

关键词

肾癌, 肾部分切除术, 微创手术, 机器人辅助, 临床应用

Progress and Clinical Application of Renal Resection for Renal Cell Carcinoma

Zhikai Huang*, Fengjin Li, Wuhao Liu, Minjian Jiang, Gengqing Wu#

Department of Urology, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: January 13, 2026; accepted: February 6, 2026; published: February 25, 2026

Abstract

Renal Cell Carcinoma (RCC) is one of the common malignant tumors of the urinary system. With the widespread use of imaging techniques, the detection rate of localized RCC has increased annually.

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 黄志凯, 李丰锦, 刘武豪, 江民健, 伍耿青. 肾部分切除术治疗肾癌的研究进展与临床应用现状[J]. 临床医学进展, 2026, 16(2): 3309-3314. DOI: 10.12677/acm.2026.162744

Partial nephrectomy, as an important means of preserving nephrons, ensures the safety of tumor resection while maximizing the preservation of normal renal function, and has gradually become a critical approach in the treatment of RCC. In recent years, with the continuous development of laparoscopic techniques and robotic-assisted surgical systems, significant changes have occurred in the surgical methods, indications, and clinical application strategies of partial nephrectomy. This article reviews the research progress and clinical application status of partial nephrectomy for RCC, focusing on its technical evolution, clinical characteristics, efficacy and safety evaluation, as well as related research advancements affecting outcomes and prognosis. It also discusses current challenges and future directions to provide references for the rational selection of surgical approaches and optimization of treatment strategies in clinical practice.

Keywords

Renal Cell Carcinoma, Partial Nephrectomy, Minimally Invasive Surgery, Robot-Assisted, Clinical Application

Copyright © 2026 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

肾细胞癌是泌尿系统常见的恶性肿瘤之一，近年来其发病率呈逐年上升趋势。随着影像学检查技术的普及，越来越多肾癌患者在体检或因其他疾病检查时被早期发现，其中以局限性肾癌为主。传统治疗以根治性肾切除术为主要手段，虽可获得较好的肿瘤控制效果，但术后肾单位丢失明显，部分患者可出现肾功能下降，甚至进展为慢性肾脏病，从而影响长期生活质量及远期预后[1]。肾部分切除术通过完整切除肿瘤的同时最大限度保留正常肾实质，在保证肿瘤学安全性的基础上，有助于维持术后肾功能稳定[2]。近年来，随着腹腔镜技术及机器人辅助手术系统的不断发展，肾部分切除术的适应证逐步扩大，其在复杂肾肿瘤中的应用也不断增多[3]。然而，不同术式选择、技术路径及临床应用策略仍存在一定争议。基于此，本文对肾部分切除术治疗肾癌的研究进展与临床应用现状进行系统综述，以期为临床实践提供参考。

2. 肾部分切除术的技术发展

肾部分切除术最初主要以开放手术形式开展，随着微创外科理念的不断发展，其手术方式逐渐向创伤更小、恢复更快的方向演进。腹腔镜肾部分切除术的应用显著降低了手术创伤，在一定程度上改善了患者的围术期恢复情况。然而，该术式在肾实质缝合及缺血控制等关键操作环节对术者技术水平要求较高，早期推广过程中仍存在一定技术限制。随着微创技术的进一步成熟，机器人辅助手术系统逐渐应用于肾部分切除术。孙忠忠[4]提出，机器人辅助肾部分切除术在三维立体视野、器械灵活度及操作稳定性方面具有明显优势，有助于提高手术操作的精确性和可控性，尤其在处理位置较深或解剖关系复杂的肾肿瘤时表现出较好的技术适应性。在此基础上，机器人平台逐渐成为部分复杂肾肿瘤的重要手术选择方式。在机器人辅助手术不断推广的背景下，手术入路的选择亦成为当前技术发展的重要内容之一。程功等[5]对临近集合系统肾肿瘤患者分别采用腹膜后入路及经腹入路行机器人辅助肾部分切除术进行比较，认为两种入路在肿瘤切除安全性方面均具有良好的可行性，但在解剖暴露方式及操作路径上存在一定差异，应结合肿瘤位置特点及术者经验进行个体化选择。总体来看，肾部分切除术的技术发展经历了由开

放向微创、由腹腔镜向机器人辅助的逐步演进过程。随着手术平台的不断更新及操作理念的持续优化，肾部分切除术在安全性、可操作性及复杂病例处理能力方面均得到明显提升，为其在临床中的进一步推广和应用奠定了坚实基础。

3. 肾部分切除术的临床应用现状

随着微创外科理念的不断深化，肾部分切除术在肾癌治疗中的临床地位日益突出。目前，该术式已被公认为局限性肾癌的重要治疗方式之一，其应用目标逐渐由单纯追求肿瘤切除转向在保证肿瘤学安全性的基础上最大限度保留肾单位功能。在早期临床实践中，肾部分切除术主要适用于肿瘤体积较小、位置表浅且远离肾门结构的肾癌患者。随着腹腔镜技术及机器人辅助手术系统的不断成熟，其操作精确性和稳定性显著提高，使得该术式在部分解剖结构相对复杂的肾肿瘤中亦逐渐得到应用。目前，在严格术前评估和合理病例筛选的前提下，肾部分切除术的适应证呈逐步扩展趋势。

为实现对肿瘤复杂程度的客观评估，近年来多种影像学评分系统被引入临床实践，其中以 RENAL 评分系统和 PADUA 评分系统应用最为广泛。上述评分体系通过对肿瘤大小、位置、与集合系统及肾窦关系等影像学特征进行量化分析，为术前风险分层及手术方式选择提供了重要依据。相关研究表明，不同评分区间的肾肿瘤在肾部分切除术可行性及围术期风险方面存在明显差异。对于 RENAL 评分 ≤ 6 分或 PADUA 评分 ≤ 7 分的低复杂度肿瘤，其解剖结构相对清晰、切除边界明确，行肾部分切除术具有较高的技术可行性和安全性，术后肿瘤控制效果稳定，已成为临床推荐的首选治疗方式。对于 RENAL 评分 7~9 分或 PADUA 评分 8~9 分的中等复杂度肿瘤，其多位于肾脏中部或部分邻近集合系统区域，手术操作难度明显增加。王金行等[6]在研究中提出，腹腔镜下肾部分切除术联合改良肾动脉灌注技术，可在一定程度上改善术中肾脏缺血状态，为复杂肾肿瘤的安全切除提供了新的技术思路。该研究提示，在合理技术支持条件下，中等复杂度肾肿瘤患者实施肾部分切除术具有一定可行性。进一步的临床研究显示，在严格掌握适应证的前提下，腹腔镜肾部分切除术在部分复杂肾肿瘤患者中亦可取得相对稳定的围术期效果。相关研究[7]结果表明，该术式用于复杂性肾肿瘤时，围术期安全性总体可控，但对术前评估及术中操作精细化程度提出更高要求。相关研究强调，应根据肿瘤解剖特点及患者个体差异，制定个体化手术方案，以降低并发症发生风险。当 RENAL 评分 ≥ 10 分或 PADUA 评分 ≥ 10 分时，肿瘤通常位于肾门区或深部肾实质，与肾窦、肾血管及集合系统关系密切，实施肾部分切除术的技术难度显著增加。此类肿瘤是否适合行肾部分切除术目前仍存在较大争议。部分学者认为，在具备明确肾功能保护指征(如单肾或对侧肾功能受损)的情况下，可在严格筛选病例基础上谨慎尝试；但亦有观点认为，对于高复杂度肿瘤，应更加重视肿瘤切除的彻底性，避免因过度追求肾单位保留而增加肿瘤残留风险。因此，该类患者的手术方式选择仍需高度个体化。

在临床实践中，肾部分切除术的应用逐渐形成以影像学评估为基础、以功能保护为导向的综合决策模式。医师在制定治疗方案时，不仅需综合考虑肿瘤大小及临床分期，还应结合肿瘤复杂程度评分、患者基础肾功能状态及合并疾病情况，进行多维度评估，从而在肿瘤控制与功能保留之间取得相对平衡。总体来看，肾部分切除术在肾癌治疗中的临床应用正由经验驱动逐步向规范化、量化评估指导的方向发展。随着影像学评估体系及微创技术的不断完善，其适应证界限将进一步清晰，为肾癌患者提供更加精准、合理的外科治疗选择。

4. 肾部分切除术的疗效与安全性评价

随着肾部分切除术在肾癌治疗中的广泛应用，其疗效与安全性逐渐成为泌尿外科领域研究的重点内容。近年来，相关研究主要围绕围术期安全性、肿瘤学结局以及肾功能保护效果等方面，对该术式的临

床价值进行了系统评估。在围术期安全性方面,随着腹腔镜及机器人辅助手术技术的不断成熟,肾部分切除术的手术创伤逐渐减轻,围术期并发症发生率呈下降趋势。冯圣佳等[8]对机器人辅助与腹腔镜肾部分切除术治疗 cT2a 期肾癌患者的临床效果进行比较分析发现,两种术式在术中出血量、并发症发生率及住院时间等围术期指标方面差异不显著,整体均处于可接受范围内。该研究提示,在经验丰富团队操作下,微创肾部分切除术在部分进展期肾癌患者中亦具备较为可靠的安全性基础。在肿瘤学疗效方面,肾部分切除术能否在较高分期肾癌中获得与根治性肾切除术相当的肿瘤控制效果,是近年来研究关注的热点问题之一。蒿旭等[9]通过比较肾部分切除术与根治性肾切除术治疗 III 期肾透明细胞癌患者的临床结局发现,在严格筛选病例的前提下,部分接受肾部分切除术的患者亦可获得相对稳定的肿瘤控制效果。该研究为肾部分切除术在选择性进展期肾癌中的探索应用提供了一定临床依据。针对 T2a 期肾癌患者的术式选择问题,刘会峰等[10]的研究结果显示,腹腔镜肾部分切除术与根治性肾切除术在近期肿瘤学疗效方面具有一定可比性,而肾部分切除术在术后肾功能保护方面可能具有潜在优势。

然而,关于肾部分切除术是否能够为 T1b 甚至 T2 期肾癌患者带来明确的总体生存期(OS)获益,目前仍存在较大争议。部分研究认为,肾部分切除术通过减少肾单位丢失,可降低慢性肾脏病发生风险,从而间接减少心血管相关死亡率,可能对患者长期生存产生积极影响;但亦有研究指出,在肿瘤负荷较大的患者中,肿瘤生物学行为本身可能对预后起主导作用,肾功能保护优势并不一定能够完全转化为明确的 OS 获益。因此,肾部分切除术在进展期肾癌中的生存价值尚缺乏高质量前瞻性随机对照研究予以充分验证。此外,切缘阳性(PSM)对术后复发风险的实际临床影响亦是当前研究中的重要争议点之一。部分研究认为,切缘阳性可能增加局部复发风险,尤其在高级别或高分期肾癌患者中应引起高度重视;但亦有学者指出,在多数低级别、低风险肿瘤患者中,微小切缘阳性并未显著影响肿瘤特异性生存率,其临床意义可能被一定程度高估。现阶段普遍观点认为,切缘阳性并不必然意味着手术失败,更不应一概采取补救性根治切除,而应结合肿瘤病理特征及患者整体风险水平,加强个体化随访管理。

综合现有研究可见,肾部分切除术在局限性肾癌中的疗效与安全性已获得较为一致的认可,而其在部分进展期肾癌中的应用价值仍处于不断探索阶段。不同研究间结论差异的产生,可能与病例选择标准不统一、肿瘤解剖复杂程度差异、随访时间不足以及术者经验水平不同等多种因素密切相关。当前证据提示,肾部分切除术的适应证不宜简单以肿瘤分期作为唯一依据,而应在综合评估肿瘤特征、患者肾功能需求及围术期风险的基础上谨慎决策。

5. 肾部分切除术疗效及预后影响因素的研究进展

近年来,随着肾部分切除术在局限性乃至部分复杂肾肿瘤中的应用不断增多,其疗效与预后相关影响因素逐渐成为研究关注的重点。总体而言,肾部分切除术的术后结局并非由单一因素决定,而是患者基础状况、肿瘤解剖与病理特征以及术中关键技术环节共同作用的结果。对相关影响因素进行系统梳理,不仅有助于优化手术策略、降低并发症风险,也能为术后随访分层与个体化管理提供依据。

5.1. 患者基础状况与围术期风险因素

患者年龄、基础疾病及血栓风险等因素与围术期严重并发症发生密切相关。对于老年患者而言,其心肺储备能力下降、合并慢性基础疾病比例较高,围术期应激与制动状态更易诱发严重不良事件。彭港等[11]针对老年局限性肾癌患者腹腔镜肾部分切除术后并发肺栓塞的危险因素进行分析,提示术后严重血栓栓塞事件仍需高度警惕。该类研究强调:在拟行肾部分切除术的高龄或高危患者中,围术期风险评估不应仅局限于肿瘤因素,还需系统评估心肺功能、凝血状态、既往血栓史及术后活动能力,并在此基础上制定更为严格的预防与监测策略。从临床管理角度看,患者基础状况对结局的影响往往呈“放大效

应”：即在肿瘤复杂度相同的情况下，高龄、合并多系统疾病或长期卧床等因素会显著增加围术期并发症概率，影响住院时间与康复进程，甚至对长期生存与生活质量产生间接影响。因此，围术期综合评估与多学科协作在高危人群中尤为重要。

5.2. 肾功能相关结局与缺血因素

肾功能保护是肾部分切除术的核心价值之一，而术后肾功能变化与多种因素相关，其中“缺血因素”是最常被讨论且最具可干预性的环节。龙振河[12]对腹腔镜下肾部分切除术后急性肾损伤的影响因素进行分析，认为术中缺血状态及患者术前肾功能水平与术后肾功能不良结局存在关联。这提示临床在术前应充分评估基线肾功能与对侧肾代偿能力，并在术中尽可能降低肾单位的缺血负荷。从机制层面理解，缺血对肾功能的影响不仅与缺血“时间”有关，也与缺血“范围”和“方式”有关：肾门阻断可能导致肾实质广泛缺血，而选择性或分支阻断则可能在一定程度上减少缺血体积；同时，复杂肿瘤切除往往伴随更长的重建与缝合过程，使缺血负荷进一步增加。上述因素共同作用，决定了术后短期肾功能波动及长期肾功能恢复的差异。因此，在追求肿瘤切除彻底性的同时，如何通过术前规划与术中策略降低缺血损伤，是提升肾部分切除术功能结局的重要方向。

5.3. 肿瘤解剖与病理特征对预后的影响

除围术期因素外，肿瘤自身特征亦深刻影响术后复发风险与长期预后。一方面，肿瘤与肾门结构、集合系统、肾窦的解剖关系决定手术难度，并间接影响缺血时间、切除范围及并发症风险；另一方面，病理分期、分级及潜在侵袭性决定肿瘤学结局。徐玮辰等[13]研究指出，肾部分切除术后病理分期升级至pT3a的风险与肿瘤解剖特征及术前影像表现等因素有关，提示部分术前评估为“局限性”的肿瘤在病理层面可能具有更高的侵袭风险。

临床意义在于：一旦出现分期升级或高危病理特征，术后随访与复发监测策略应相应强化，必要时需进行更密切的影像随访与风险分层管理，以降低漏诊复发或延误转移发生的风险。因此，术前影像评估与术后病理信息的整合，对于制定个体化随访方案具有重要价值。

5.4. 阻断方式、缺血时间与手术技术因素

在可干预因素中，阻断方式选择与缺血时间控制是影响术后肾功能恢复与并发症风险的关键技术点。周昌东等[14]比较了机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术中不同阻断方式对肾功能的影响，认为合理选择阻断策略有助于降低术后肾功能损伤风险。该观点提示，阻断策略并非“越彻底越好”，而应结合肿瘤部位、供血特点及术者操作习惯进行个体化设计，在保证术野清晰与出血可控的同时，尽可能减少有效肾单位的缺血损害。

缺血时间方面，贺真强[15]指出热缺血时间延长可能对术后肾功能恢复产生不利影响，提示在肾部分切除术中应尽可能缩短缺血持续时间。从临床策略角度，可通过术前精细化规划(明确切缘路径、重建顺序)、术中操作效率提升(缝合策略优化、止血技术改进)以及在适当病例中选择更合适的阻断方式，来降低热缺血负荷。需要强调的是，在复杂肿瘤中“极限压缩缺血时间”不应以牺牲肿瘤切除完整性或重建质量为代价，如何在“肿瘤学安全”和“功能保护”之间取得平衡，是术者决策能力与团队协作能力的集中体现。

6. 小结

肾部分切除术作为肾癌治疗的重要手段，在保障肿瘤切除安全性的同时，对肾功能的保护具有明确优势。随着微创外科理念的不断深化以及手术技术的持续进步，腹腔镜及机器人辅助肾部分切除术在临

床中的应用日益广泛，其适应证亦逐步由早期肾肿瘤向部分复杂病例延伸。在严格掌握适应证和规范实施手术操作的前提下，肾部分切除术总体疗效可靠，围术期安全性可控，能够在一定程度上兼顾肿瘤控制与功能保留。随着三维可视化技术、数字化重建及精准外科理念的不断发展，肾部分切除术的术前评估和手术规划将更加精细化，有助于进一步提升复杂肾肿瘤的治疗安全性。未来仍需开展多中心、大样本的前瞻性研究，系统评估不同手术策略对肿瘤学结局及肾功能长期变化的影响，以不断完善肾部分切除术的临床应用体系，为肾癌患者提供更加科学、合理的治疗选择。

参考文献

- [1] 苏伟, 朱鸣阳. 后腹腔镜下肾部分切除术和根治性肾切除术治疗肾肿瘤的效果比较[J]. 武警医学, 2023, 34(11): 921-925.
- [2] 罗晨铭. 三维重建技术在肾癌机器人援助操作肾部分切除术中的应用[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2024.
- [3] 廖崇州. 数字三维重建技术在机器人辅助肾部分切除术中的应用[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2024.
- [4] 孙忠忠. 机器人及腹腔镜肾部分切除术对 T1b 和 T2 期肾肿瘤的疗效比较[D]: [硕士学位论文]. 晋中: 山西医科大学, 2024.
- [5] 程功, 倪栋, 邢毅飞, 等. 临近集合系统肾肿瘤行腹膜后与经腹入路机器人辅助肾部分切除术的对比分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2024, 39(11): 954-959.
- [6] 王金行. 腹腔镜下肾部分切除术联合改良肾动脉灌注技术治疗复杂性肾肿瘤的疗效分析[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 蚌埠医科大学, 2024.
- [7] 王金行, 郭园园, 孙巍, 等. 腹腔镜下肾部分切除术联合改良肾动脉灌注技术治疗复杂性肾肿瘤的疗效分析[J]. 中华全科医学, 2023, 21(9): 1461-1465.
- [8] 冯圣佳, 沈凯, 沈黎辉, 等. 机器人辅助与腹腔镜肾部分切除术治疗 cT2a 期肾癌的安全性和可行性比较分析[J]. 临床泌尿外科杂志, 2024, 39(8): 684-688.
- [9] 蒿旭, 方志伟, 胡泽龙, 等. 根治性肾切除术与肾部分切除术治疗 III 期肾透明细胞癌的效果比较[J]. 临床医学, 2024, 44(6): 1-4.
- [10] 刘会峰. 腹腔镜肾部分切除术与根治性切除术治疗 T2a 期肾癌的效果比较[J]. 临床医学, 2023, 43(11): 5-8.
- [11] 彭港, 史又文, 李素媛, 等. 老年局限性肾癌患者腹腔镜肾部分切除术后发生肺栓塞的危险因素分析[J]. 老年医学与保健, 2024, 30(6): 1544-1548.
- [12] 龙振河. 腹腔镜下肾部分切除术后出现急性肾损伤的影响因素分析[J]. 贵州医药, 2024, 48(12): 1924-1926.
- [13] 徐玮辰, 陈仁富. 肾部分切除术后升级 pT3a 期肾癌的危险因素及生存分析[J]. 中国临床医生杂志, 2024, 52(11): 1341-1343.
- [14] 周昌东, 田玉新, 林洋, 等. 机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术不同阻断方式对肾功能影响研究[J]. 临床军医杂志, 2024, 52(9): 939-941.
- [15] 贺真强. 肾部分切除术中热缺血时间对术后肾功能的影响临床研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 成都中医药大学, 2024.