泌尿系统其他相关疾病

DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003514

复杂性肾囊肿的术前诊断与外科治疗



张树栋

苏丹丹，刘　茁，张树栋
（北京大学第三医院泌尿外科，北京　100191）

【摘　要】肾囊肿是泌尿外科常见的疾病，囊肿体积的增大可能引发疼痛、感染、出血等症状，甚至影响肾脏功能。单纯性肾囊肿恶性风险较低，一般不处理或者选单纯性肾囊肿去顶术急性治疗。复杂性肾囊肿存在着不同程度的恶性风险。在 Bosniak Ⅲ级及以上时，恶性风险较高，影像学等检查可能对判断恶性风险及与恶性肾肿瘤的鉴别有帮助。对复杂性肾囊肿的术前充分评估，根据不同的恶性风险选择不同的手术方式以及避免术中囊肿破裂所带来的可能的恶性肿瘤细胞的播散，在复杂性肾囊肿患者的预后很重要。本文将重点讨论复杂性肾囊肿的术前评估，复杂性肾囊肿的外科治疗方法，囊肿处理时避免其破裂的技术要点，囊肿破裂的补救措施等，以期进一步改善复杂性肾囊肿患者的预后。

【关键词】复杂性肾囊肿；术前诊断；外科治疗
【中图分类号】R692　　【文献标志码】A　　【收稿日期】2024-03-24

Preoperative diagnosis and surgical treatment of complex renal cysts

Su Dandan, Liu Zhuo, Zhang Shudong
(*Department of Urology, Peking University Third Hospital*)

【**Abstract**】Renal cysts are a common disease in the field of urology, and the increase in cyst volume can lead to various symptoms such as pain, infection, and bleeding and even affect renal function. Simple renal cysts have a low risk of malignancy and generally do not require treatment, and simple renal cyst unroofing can be selected for acute treatment. Complex renal cysts have varying degrees of malignancy risk, and patients classified as Bosniak grade Ⅲ or higher tend to face a relatively high risk of malignancy. Radiological examination may help to determine the risk of malignancy and perform differential diagnosis of malignant renal tumors. Adequate preoperative evaluation of complex renal cysts, selection of different surgical procedures according to the risk of malignancy, and avoidance of possible dissemination of malignant cells caused by intraoperative rupture of cysts are very important for the prognosis of patients with complex renal cysts. This article focuses on the preoperative evaluation and surgical treatment of complex renal cysts, the key technical points to avoid its rupture during the treatment of cysts, and the remedial measures for cyst rupture, in order to further improve the prognosis of patients with complex renal cysts.

【**Key words**】complex renal cysts; preoperative diagnosis; surgical treatment

作者介绍：苏丹丹，Email：1810301347@pku.edu.cn，研究方向：泌尿系统肿瘤性疾病。

通信作者：张树栋，北京大学第三医院泌尿外科主任，北京大学第三医院泌尿外科博士，维也纳医科大学博士后，北京大学三级教授，博士研究生导师。研究方向：泌尿系肿瘤的转移机制与临床转化研究。主持国家、省部级项目及课题多项，包括国家自然科学基金面上项目、北京市自然科学基金等。现任《中华泌尿外科杂志》编委、中华医学会泌尿外科分会（CUA）微创学组委员及国际交流委员会委员、中国抗癌协会泌尿男生殖系肿瘤专业委员会（CACA-GU）常务委员兼肾癌学组委员、《Military Medical Research》（IF:34.915）、《iMeta》青年编委，《Journal of endourology》等国际及国内多种杂志审稿专家。在《Advance Materials》（IF=30.849）、《ACS Nano》（IF=15.881）等期刊发表 10 余篇系列研究论著，总 IF 超过 100 分。Email：shootong@163.com。

基金项目：国家自然科学基金资助项目（编号：82273389）。

优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20240627.1605.010（2024-06-29）

肾囊肿是常见的肾脏疾病，是出现在肾脏的单发或多发的液性囊腔性疾病，随着年龄增长发病率逐渐增加[1]。随着囊肿体积的增大，正常肾体积减小，可能引发疼痛、感染、出血等症状，甚至影响肾脏功能[1-2]。肾囊肿分为单纯性肾囊肿和复杂性肾囊肿。单纯性肾囊肿最常见，临床上将其归类为 Bonsiak Ⅰ级，超声检查表现为肿块呈圆形、边界清楚、囊壁平滑，肿块内部无回声，后壁强回声。不符合单纯性肾囊肿的 3 项标准时，比如发现囊内回声、囊壁钙化或结节样信号及囊内分隔，即 Bosniak Ⅱ级及以上，就可以诊断为复杂性肾囊肿[3]。少数复杂性肾囊肿与透明细胞肾细胞癌（clear cell renal cell carcinoma，ccRCC）囊性变在临床上难以区分，两者在手术方式的选择上因恶性程度的不同而存在差异，因此术前对于两者的鉴别对临床医生做出合适的手术决策很重要。

单纯性肾囊肿恶性风险低，可采用保守观察的治疗方法。当出现并发症如疼痛、感染、高血压或囊内出血等，必要

时可以考虑外科治疗[3]。根据恶性风险的不同，复杂性肾囊肿可以考虑进行主动监测、热消融或手术切除等治疗方法[4]。如复杂性肾囊肿高度可疑恶性病变时，可考虑行肾部分切除术（partial nephrectomy，PN）或根治性肾切除术（radical nephrectomy，RN）。复杂性肾囊肿的治疗难点在于避免囊肿破裂，因其囊液中可能存在恶性肿瘤细胞。因此对于囊肿体积较大、液性成分多、手术难度大者术中需要仔细操作以避免囊肿破裂。

本文重点讨论复杂性肾囊肿的评估，复杂性肾囊肿的外科治疗方法，囊肿处理时避免其破裂的技术要点，囊肿破裂的补救措施等。

1 复杂肾囊肿术前评估

为评估复杂性肾囊肿的恶性风险，可采用增强CT检查或MRI检查等影像学检查手段[5]。Bosniak分级是描述肾囊性病变的最常用和最有效的方法[6]。对肾囊肿进行Bosniak分级及其他评估有助于与ccRCC进行鉴别并选择合适的治疗方式，还可指导具体手术的实施，对于患者的预后也有一定的预测意义。因此术前充分的评估在复杂性肾囊肿的诊疗过程中扮演着重要角色。

1.1 复杂性肾囊肿影像学表现及鉴别诊断

对肾囊肿进行Bosniak分级可以较为准确地评估恶性风险。通常认为的复杂性肾囊肿是指Bosniak Ⅱ级及以上的肾囊肿[7]。1项荟萃分析中显示Bosniak Ⅰ、Ⅱ、ⅡF、Ⅲ、Ⅳ级的恶性肿瘤率分别为3.2%（95%CI=0.0~6.8）、6.0%（95%CI=2.7~9.3）、6.7%（95%CI=5.0~8.4）、55.1%（95%CI=45.7~64.5）和91%（95%CI=87.7~94.2）[8]，Bosniak Ⅲ、Ⅳ级肾囊肿恶性概率明显增加。根据Bosniak分级，Bosniak Ⅲ、Ⅳ级肾囊肿恶性程度高，临床上通常积极处理。

复杂性肾囊肿在外科治疗手段上可以采用单纯性肾囊肿去顶术、肾部分切除术、根治性肾切除术等。根治性肾切除术对于Bosniak Ⅲ级和Ⅳ级囊肿具有良好的肿瘤学预后，但是可能造成过度治疗，使一部分良性囊肿患者切除肾脏。肾囊肿去顶术可以最大程度保留肾脏功能，但可能造成恶性肿瘤术中播散，造成肿瘤复发。根治性肾切除术可以通过切除整个肾脏从而减少囊液术中播散可能。肾部分切除术与根治性肾切除术相比，可以减少手术对肾脏功能的损害，但对手术技术要求较高。因此，医生应该充分评估复杂性肾囊肿的分级及其恶变概率综合考虑，权衡手术对于恶性肿瘤的治愈效果、肾功能的保护和囊液术中播散造成的肿瘤复发等多个方面，以选择适合于患者的手术方式。

复杂性肾囊肿术前需要与ccRCC囊性变、重复肾畸形等相鉴别[9]。不同影像技术的应用在鉴别复杂性肾囊肿时各有优势。超声增强造影（contrast-enhanced ultrasound，CEUS）可以一定程度上鉴别复杂性肾囊肿和ccRCC囊性变。CEUS对囊腔分隔的敏感性更高，在检测内部分隔和微小血流方面更敏感。超声下微气泡检测技术的应用可显著提高肾囊肿内低速小血管的显示率，一定程度上增加肾囊肿中血管的可视化，从而有助于肾囊肿的分类[10]。Como G等[11]纳入44例接受CEUS的复杂性肾囊肿患者。CEUS和CT/MRI对恶性肿瘤的敏感度分别为96.5%（95%CI=79.7~99.9）和44.0%（95%CI=24.4~65.1），特异度分别为82.6%（95%CI=61.2～95.1）和60.9%（95%CI=38.5~80.3）[11]，利用CEUS可以有效鉴别复杂性肾囊肿的良恶性质。

CT可以准确地鉴别小体积肾囊肿的良恶性质。螺旋CT的动态增强扫描在鉴别小体积肾囊肿与囊性肾癌时的诊断准确率可达91.36%[12]。动态增强扫描下，与小体积肾囊肿不同，囊性肾癌具有边界不清晰、形态不规则、密度不均匀等特点[13-14]。基于CT结果，李耀辉等[15]开发出了肾囊肿指数（renal cyst index，RCI）。RCI评估了4个参数：囊肿壁、囊肿间隔、囊肿结节、囊肿内容物，每个参数评分1~3分。评分越高，恶性程度越高。当RCI<6时，肾囊肿被视为单纯性肾囊肿，当RCI>10时考虑恶性肿瘤可能性大。结果表明在Bosniak IIF级和Ⅲ级之间的区分优于传统Bosniak分级[15]。在手术前利用CT三维重建还可以在术前精确评估囊肿的情况[16]，结合肾脏切除个体化肾血管评价系统，可根据肾血管解剖的精准定量评估，准确预判血管处理难度，进一步实现精细术前规划，提高手术效率的同时选择性阻断肾血管可减少肾缺血[17-18]。

MRI检查可以补充超声检查及CT的不足之处，在第9版Bosniak分级系统中纳入了MRI结果，提高了Bosniak分级的准确率[17]。增强MRI对囊肿微小的强化和囊肿的间隔具有更高的敏感性。因其对于软组织成像更敏感，也有助于鉴别其他肾脏肿物。同时MRI基于钆的造影剂对肾功能不全的患者来说更安全[10]。

由此，在复杂性肾囊肿的诊断及鉴别诊断中，综合地应用多个影像学手段有利于更准确地进行分类及恶性风险评估。各种评分工具及机器学习工具的开发将对Bosniak分级进行补充，辅助临床复杂性肾囊肿的鉴别以指导诊疗。

1.2 影像学评分系统在手术难度评估的应用

复杂性肾囊肿在考虑手术时，术前充分的影像学评估以及合适的评分系统的应用，可以指导手术方式的选择，并有助于手术的成功实施。国内外报道的多种肾脏评分系统实现了肾脏解剖学特征的标准化和量化，比如第一代评分系统R.E.N.A.L[5]、PADUA[19]、C-index[20]等。第一代评分系统可以很好地评估复杂性肾囊肿的解剖学特征及手术复杂性并且预测手术并发症。但是有学者提出第一代评分系统具有局限性[21]，因其没有包含肾周脂肪、血管情况等其他变量，于是第二代评分系统被提出。其中经常应用的有肾脏肿瘤侵入指数、肾盂得分、肾肿瘤接触表面积、手术途径肾脏等级、切除和缺血体积、MAP评分、中山评分、动脉复杂性评分、3S+f评分以及肾脏切除个体化肾血管评价系统等[17]。第二代评分系统在评价手术难度、术后肾功能改变预测和预后预测等方面相较于第一代评分系统有优势[17]。其中3S+f评分系统是一种简单快速评估肾肿瘤复杂程度的肾脏评分系统。其意义在于可以客观、快速、简单地对复杂性肾囊肿复杂程度进行评估，有助于选择适宜的手术方式[22]。3S+f评分系统包含4个参数：肾内肿瘤直径（SIZE）、肿瘤位置（SITE）、肿瘤边缘（SIDE）及肾周脂肪情况（FAT）。根据各项评分可将复杂性肾囊肿的复杂程度分为轻度复杂、中度复杂和重度复杂[22]，根据3S+f评分系统，在评估手术操作难度和预测手术

时间上有一定优势[23]。

目前报道的肾脏肿瘤评分系统绝大多数是用来评估手术复杂性和预后的，泌尿外科大夫可以根据患者的情况及自身经验对各评分系统进行整合应用，为患者选择最适合的个体化手术方式。第一代评分系统已经得到广泛的验证。第二代评分系统往往是提出者进行单中心的自我验证，缺乏广泛地推广及应用。因此需要更多的临床验证及荟萃分析评价第二代评分系统的适用性。针对于目前存在的评分系统，对肾肿物的评估各有侧重，开发一套完整的、具有普适性的肾肿物评分系统仍很有必要。特别是目前的评分系统大多针对肾肿物开发，专门针对复杂性肾囊肿的评分系统还有待开发。

2 复杂性肾囊肿手术切除

2.1 复杂性肾囊肿手术方式选择

复杂性肾囊肿根据 Bosniak 分级的不同，处理方式也各不相同。Bosniak Ⅱ级囊肿通常需要定期影像复查，ⅡF级囊肿则需更加密切的影像学随访，如随访中出现肿物体积增大、实性成分增多、囊壁增厚明显等疾病进展，则需要更加积极的治疗手段。Bosniak Ⅲ级和Ⅳ级复杂性囊肿的恶性风险增加，需要根据患者的一般健康状况和合并症、恶性肿瘤风险、潜在干预措施的效果以及患者偏好等综合评估，必要时行根治性肾切除术或保留肾单位的手术等。

复杂性肾囊肿囊壁薄、易破，既往为防止术中破裂常采用 RN。既往研究发现复杂性肾囊肿即使病理虽然为恶性，但仍具有较好的生存预后[22]。有学者建议在技术条件允许下可以考虑行保留肾单位的 PN，以便更好地保留肾功能[24-25]。王文营等[26]回顾性分析 52 例复杂性肾囊肿手术切除患者，行术中冰冻者 11 例，其中术后病理与术中冰冻符合者 6 例（54.3%），发现对于怀疑恶性但行 PN 有困难时，适当采用术中冰冻病理从而选择操作简单一点的囊肿切开引流术或 RN 等可提高手术成功率，但因误诊率较高，建议医生综合看待[26]。而另外有学者认为在常规的肾部分切除术中不建议常规行冰冻病理检查，因为对患者的整体预后无显著影响，还会造成手术时间的延长和医疗资源的浪费[27]。因此本研究认为，在较难的复杂性肾囊肿手术时，可根据术前评估的恶性风险程度和手术难度评分等综合考虑手术方式，术中冰冻病理可作为参考但不作为常规的术中检查。

2.2 复杂性肾囊肿行 PN 的难点及对策

复杂性肾囊肿施行 PN 存在的主要难点为肾囊肿体积较大、囊壁易破。当肾囊肿术中破裂时可能造成囊液溢出，造成肿瘤细胞的播散和癌症的复发及扩散转移等。因此减少囊肿的术中破裂是成功的 PN 的目标。手术方式及入路的选择、囊肿的完整切除、术中囊肿破裂的处理等方面均是临床上的难点问题。

2.2.1 囊肿术中破裂存在的风险 复杂性肾囊肿术中破裂是较为常见的现象。然而囊肿术中破裂是否影响患者预后目前仍存在争议。Hur KJ 等[28]对 70 例组织学证实的囊性肾细胞癌的患者进行囊液细胞学检测，其中在 48.6%（34/70）的组织学确诊为囊性肾癌的囊液中观察到明确的恶性肿瘤细胞，由此认为囊肿破裂可能导致囊液中恶性细胞的播散。Chen SJ 等[29]对 174 例复杂性肾囊肿且行 PN 术的患者资料进行回顾性研究。174 例患者中有 27 例（15.5%）发生术中囊肿破裂。多变量 Cox 分析显示，术中囊肿破裂是 5 年无复发生存率、无癌生存率的独立危险因素，但术中囊肿破裂组和非破裂组的之间的总体生存率没有明显统计学差异[29]。在 Xu PR 等[30]纳入的 32/406（7.9%）囊肿破裂患者的预后研究中，显示出同样的不良影响。Cox 回归分析表明，CR 是 RFS（*HR*=7.354；95%CI=1.839~29.413；*P*=0.005）、MFS（*HR*=8.069；95%CI=1.804~36.095；*P*=0.006）和 CSS（*HR*=9.643；95%CI=2.183~42.599；*P*=0.003）的独立预后因素。并且 Bosniak Ⅳ级较 Bosniak Ⅰ-Ⅲ级更具侵袭性，结果显示 Bosniak Ⅳ级复发率 50%（2/4）而 Bosniak Ⅰ-Ⅲ级复发率 4.4%（2/45）破裂后复发风险更高[30]。以上研究提示，术中囊肿破裂后，囊液的流出可能导致肿瘤细胞等的传播，随后导致局部复发的风险增加。有病例报告报道 1 位左肾囊性病变患者接受机器人辅助肾部分切除术（robot-assisted partial nephrectomy，RAPN）的病例。手术中发生了囊肿破裂，术后病理提示为囊性乳头状肾细胞癌。随访过程中术后 1 年出现了腹腔内占位，经活检证实为乳头状肾细胞癌的复发[31]。说明囊液中的肿瘤细胞在溢出到腹腔后可能造成肿瘤播散[32]。然而在 1 项纳入了 268 例的研究中，整个队列有 50 次术中囊肿破裂（18.7%），在后续随访中发现术中囊肿破裂的亚组没有局部或转移性复发，与术中未破裂的患者 5 年无复发生存率没有明显统计学差异[32]。在 Hawlina S 等[33]的研究中也发现在 RAPN 术中肾脏肿瘤破裂对肿瘤复发没有明显影响，并且囊性肾癌相对于肾实质性肿瘤有较好的预后[34]。在出现囊肿术中破裂时，Hawlina S 等[33]建议继续行 PN，避免转换为 RN 及开放性手术。因此，目前对于囊肿破裂后对患者预后的影响尚存在争议，还需进一步的前瞻性大规模随机对照试验的开展以明确术中囊肿破裂的影响。尽管如此，囊肿破裂也有其他危害：例如可能损害手术区域的视野；增加区分肿瘤边缘的难度；提高血管损伤的风险；手术时间和肾脏热缺血时间延长等[35]。术中减少甚至避免囊肿的破裂仍是有必要的。

2.2.2 复杂性肾囊肿手术方式及入路选择 复杂性肾囊肿施行 PN 时，可选择的手术方式有腹腔镜手术、机器人辅助手术及开放手术。在 Yagisawa T 等[36]及 Zennami K 等[37]的研究中均发现，腹腔镜手术和机器人辅助的手术相比于开放手术可以减少术中出血，减少围手术期并发症等[36-37]。特别是机器人手术具有精细的操作和清晰的视野，对于更复杂的 PN 的成功实施有明显优势[33]。对于肾门处的肿物，肾血管和肾盂集合系统可能会与囊壁粘连，机器人手术的精细操作分离紧密的组织间隙更有优势[37]。在选择手术入路时，应考虑囊肿所在的位置、大小等选择经腹入路或经后腹腔入路。经腹入路具有操作空间大、各结构暴露充分等优点。经后腹腔入路具有独立的操作空间、避免腹腔内其他脏器的干扰，并且在发生囊壁破裂、囊液外溢时可以局限在后腹腔[38]。而在手术时，应注意减少对囊肿损伤性的操作等，以避免手术中囊肿的破裂。

2.2.3 术中辅助工具的使用 复杂性肾囊肿手术时存在诸多难点，通过应用术中超声（intraoperative ultrasound，IOUS）、

荧光导航系统等可有效的降低手术难度，准确识别囊肿的位置及深度，有利于手术的成功实施并有效减少术中囊肿的破裂。

术中超声的使用不仅可以对囊肿精准定位而减少囊肿破裂，通过CEUS对血管显像还可以实现选择性阻断肾段血管，减少缺血对肾功能造成的损害。使用IOUS时，超声探针在找到内生性的肾囊肿之后，可以沿囊肿于肾脏表面的投影切开肾包膜，找准肾囊肿的位置，避免过多的肾组织的损伤。Sun YF等[39]的研究中发现IOUS引导组较未引导组失血明显降低。对囊肿的精准定位也可以有效减少术中囊肿破裂的风险，同时IOUS的应用还可以减少完全性内生型肾肿物的根治性肾切除术[40]。此外，术中CEUS对血管的显像可以选择性阻断肾段的血管，避免了肾脏的整体缺血，可以减少手术缺血对肾功能的损害[41-42]。

在施行PN过程中，实时术中成像技术如使用吲哚菁绿（ICG）给药后的荧光成像，基于静脉注射的ICG可以显示肾脏动脉灌注的情况，识别并选择性阻断肾动脉的分支，可以减少缺血对正常肾实质的损害[43]。此外，本课题组在工作中发现使用近红外二区荧光可以到达更深的组织，对于准确判断囊肿的边缘，特别是内生性或较大的囊肿具有明显的优势。目前的各种工具主要是针对于整体的肾肿物的，针对于肾囊肿的手术技巧和术中工具以及应用研究还有待开发和开展。

2.2.4　影响术中囊肿破裂的因素　研究发现，在R.E.N.A.L肾脏肿瘤评分中，当肾脏肿物为内生型、与集合系统距离较近、Bosniak Ⅲ类以及外科医生的经验缺乏是肾囊肿病变的PN术中破裂相关的危险因素[29]。因此临床实践中应在术前根据影像学等信息充分评估囊肿的情况，遇到体积大、解剖较复杂的囊肿性病变时，更有经验的外科大夫操作，采用开放性手术，术中仔细操作有助于减少囊肿破裂及恶性细胞播散。

2.2.5　术中囊肿破裂的处理　术中切除囊肿前后的一些准备可以减少术中囊肿的破裂或者减少其破裂带来的影响。术中在切除囊肿之前，在囊肿周围放纱布以及在视野中提前准备好吸引器，将有助于在囊肿破裂时及时吸收囊液以减少囊液溢出的影响。在发生囊肿破裂后，使用蒸馏水进行多次大面积清洗腹腔尽量减少癌细胞播散。肾脏创面经冲洗彻底后再缝合关闭，充分的冲洗已被证明对肿瘤的预后有良好影响[31-44]。有学者认为在发生囊壁破裂囊液外溢时，如果术中及时采取了干预措施，一般不需要根治性切术患肾，术后定期密切随访观察即可[38]。而在临床工作当中，应充分考虑囊肿的恶性风险以及充分与ccRCC囊性变进行鉴别，如术前考虑恶性程度较大，与ccRCC囊性变难以鉴别时，根治性手术切除患肾也应作为一种考虑的手术方式。

3　挑战与展望

肾囊肿诊断和治疗经历了很长的历史发展，但目前仍然存在一些不足。例如复杂性肾囊肿与ccRCC囊性变在影像学的鉴别上仍存在困难。在进行临床决策时，应充分利用各种临床资料特别是影像学资料，运用合适的分类分层工具对疾病的良恶性进行基本的判断之后再进行手术方式的选择。目前Bosniak分类系统仍然是临床上最常用的工具，未来对于鉴别肾囊性病变的工具仍然值得继续开发，对于指导后续的治疗决策很有意义。

此外，影像学评估手段和评分系统对手术方式的选择以及手术的成功实施很重要。但目前的评分系统特别是第二代评分系统尚缺乏广泛地推广和应用，本研究需要更多的多中心大样本临床验证或荟萃分析评价。另外，还需要开发一套针对于复杂性肾囊肿的评分系统，指导复杂性肾囊肿的诊疗。

参　考　文　献

[1]　Boo HJ, Lee JE, Chung SM, et al. The presence of simple renal cysts is associated with an increased risk of albuminuria in young adults [J]. Korean J Intern Med, 2022, 37(2): 425-433.

[2]　Park H, Kim CS. Natural 10-year history of simple renal cysts[J]. Korean J Urol, 2015, 56(5): 351-356.

[3]　Lanchon C, Fiard G, Long JA. Prise en charge des lésions kystiques du rein: revue de la littérature[J]. Progrès En Urol, 2015, 25(12): 675-682.

[4]　Campbell SC, Uzzo RG, Karam JA, et al. Renal mass and localized renal cancer: evaluation, management, and follow-up: AUA guideline: part Ⅱ[J]. J Urol, 2021, 206(2): 209-218.

[5]　Eknoyan G. A clinical view of simple and complex renal cysts[J]. J Am Soc Nephrol, 2009, 20(9): 1874-1876.

[6]　Bosniak MA. The current radiological approach to renal cysts[J]. Radiology, 1986, 158(1): 1-10.

[7]　Bosniak MA. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later [J]. Radiology, 2012, 262(3): 781-785.

[8]　Sevcenco S, Spick C, Helbich TH, et al. Malignancy rates and diagnostic performance of the Bosniak classification for the diagnosis of cystic renal lesions in computed tomography-a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Radiol, 2017, 27(6): 2239-2247.

[9]　Oh TH, Seo IY. The role of Bosniak classification in malignant tumor diagnosis: a single institution experience[J]. Investig Clin Urol, 2016, 57(2): 100-105; discussion105.

[10]　Zeng SE, Du MY, Yu Y, et al. Ultrasound, CT, and MR imaging for evaluation of cystic renal masses[J]. J Ultrasound Med, 2022, 41(4): 807-819.

[11]　Como G, Valotto C, Di Franco FT, et al. Role of contrast-enhanced ultrasound in assessing indeterminate renal lesions and Bosniak ≥2F complex renal cysts found incidentally on CT or MRI[J]. Br J Radiol, 2021, 94(1127): 20210707.

[12]　张　伟. 囊性小肾癌、复杂性肾囊肿MSCT动态增强影像学表现及其诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(2): 111-113.
Zhang W. Imaging features and their diagnostic value of MSCT dynamic enhancement of cystic small renal cell carcinoma and complex renal cyst [J]. Chin J CT MRI, 2022, 20(2): 111-113.

[13]　He QH, Tan H, Liao FT, et al. Stratification of malignant renal neoplasms from cystic renal lesions using deep learning and radiomics features based on a stacking ensemble CT machine learning algorithm [J]. Front Oncol, 2022, 12: 1028577.

[14]　Dana J, Lefebvre TL, Savadjiev P, et al. Malignancy risk stratifica-

tion of cystic renal lesions based on a contrast-enhanced CT-based machine learning model and a clinical decision algorithm[J]. Eur Radiol, 2022,32(6):4116-4127.

[15] Li YH, Dai CC, Bian TC, et al. Development and prospective validation of a novel weighted quantitative scoring system aimed at predicting the pathological features of cystic renal masses[J]. Eur Radiol, 2019, 29(4):1809-1819.

[16] Moldovanu CG, Lebovici A, Buruian MM. A systematic review of the clinical value and applications of three-dimensional virtual reconstructions in renal tumors[J]. Med Pharm Rep, 2022, 95(1):11-23.

[17] Yang HS, Yin KQ, Shuang WB. Research progress of renal tumor scoring system[J]. Contemp Urol Reprod Oncol , 2019, 11(4):252-256.

[18] Porpiglia F, Fiori C, Checcucci E, et al. Hyperaccuracy three-dimensional reconstruction is able to maximize the efficacy of selective clamping during robot-assisted partial nephrectomy for complex renal masses[J]. Eur Urol, 2018, 74(5):651-660.

[19] Ficarra V, Novara G, Secco S, et al. Preoperative aspects and dimensions used for an anatomical (PADUA) classification of renal tumours in patients who are candidates for nephron-sparing surgery[J]. Eur Urol, 2009, 56(5):786-793.

[20] Simmons MN, Ching CB, Samplaski MK, et al. Kidney tumor location measurement using the C index method[J]. J Urol, 2010, 183(5): 1708-1713.

[21] Gupta R, Tori M, Babitz SK, et al. Comparison of RENAL, PADUA, CSA, and PAVP nephrometry scores in predicting functional outcomes after partial nephrectomy[J]. Urology, 2019, 124:160-167.

[22] 张树栋. 复杂情况腹腔镜肾部分切除术的方法探讨[J]. 现代泌尿外科杂志, 2016, 21(5):325-328.
Zhang SD. Laparoscopic partial nephrectomy for complex cases[J]. J Mod Urol, 2016, 21(5):325-328.

[23] Zhang SD, Qin ZJ, Bi H, et al. A "3S+f" nephrometry score system to predict the clinical outcomes of laparoscopic nephron-sparing surgery[J]. Front Oncol, 2022, 12:922082.

[24] Lin WH, Yang ZG, Yan L, et al. Comparison of partial nephrectomy and radical nephrectomy for cystic renal cell carcinoma: a SEER-based and retrospective study[J]. Sci Rep, 2023, 13(1):8052.

[25] Akca O, Zargar H, Autorino R, et al. Robotic partial nephrectomy for cystic renal masses: a comparative analysis of a matched-paired cohort[J]. Urology, 2014, 84(1):93-98.

[26] 王文营, 郭宇文, 杨培谦, 等. 术中冷冻病理在复杂性肾囊肿治疗决策中的价值探讨[J]. 临床泌尿外科杂志, 2016, 31(8):727-729.
Wang WY, Guo YW, Yang PQ, et al. Value of intraoperative frozen section analysis in guiding therapeutic decision-making for complex renal cyst[J]. J Clin Urol, 2016, 31(8):727-729.

[27] Venigalla S, Wu G, Miyamoto H. The impact of frozen section analysis during partial nephrectomy on surgical margin status and tumor recurrence: a clinicopathologic study of 433 cases[J]. Clin Genitourin Cancer, 2013, 11(4):527-536.

[28] Hur KJ, Hooti Q, Shin D, et al. Implication of cystic fluid cytology of renal cell carcinoma on surgical practice[J]. BMC Urol, 2022, 22 (1):192.

[29] Chen SZ, Wu YP, Chen SH, et al. Risk factors for intraoperative cyst rupture in partial nephrectomy for cystic renal masses[J]. Asian J Surg, 2021, 44(1):80-86.

[30] Xu PR, Zhang SH, Cao BH, et al. Does intraoperative cyst rupture of malignant cystic renal masses really have no negative impact on oncologic outcomes?[J]. World J Surg Oncol, 2022, 20(1):369.

[31] Grossmann NC, Mischo A, Rupp NJ, et al. Peritoneal carcinomatosis of a cystic papillary renal cell carcinoma following intraoperative cyst rupture during partial nephrectomy: a case report and review of the literature[J]. Curr Probl Cancer Case Rep, 2022, 8:100198.

[32] Chang DTS, Sur H, Lozinskiy M, et al. Needle tract seeding following percutaneous biopsy of renal cell carcinoma[J]. Korean J Urol, 2015, 56(9):666-669.

[33] Hawlina S, Cerovic K, Kondza A, et al. Does tumor rupture during robot-assisted partial nephrectomy have an impact on mid-term tumor recurrences?[J]. Radiol Oncol, 2023, 57(3):348-355.

[34] Winters BR, Gore JL, Holt SK, et al. Cystic renal cell carcinoma carries an excellent prognosis regardless of tumor size[J]. Urol Oncol, 2015, 33(12):505.e9-505.13.

[35] Pradere B, Peyronnet B, Delporte G, et al. Intraoperative cyst rupture during partial nephrectomy for cystic renal masses-does it increase the risk of recurrence?[J]. J Urol, 2018, 200(6):1200-1206.

[36] Yagisawa T, Takagi T, Yoshida K, et al. Surgical outcomes of robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy for cystic renal cell carcinoma[J]. J Robot Surg, 2022, 16(3):649-654.

[37] Zennami K, Takahara K, Matsukiyo R, et al. Long-term functional and oncologic outcomes of robot-assisted partial nephrectomy for cystic renal tumors: a single-center retrospective study[J]. J Endourol, 2021, 35(7):1006-1012.

[38] 潘秀武, 叶剑青, 曲发军, 等. 囊性肾癌的微创保肾手术难点及对策[J]. 临床泌尿外科杂志, 2022, 37(9):688-692.
Pan XW, Ye JQ, Qu FJ, et al. Dilemma and strategy of minimally invasive nephron-sparing surgery for cystic renal cell carcinoma[J]. J Clin Urol, 2022, 37(9):688-692.

[39] Sun YF, Wang W, Zhang Q, et al. Intraoperative ultrasound: technique and clinical experience in robotic-assisted renal partial nephrectomy for endophytic renal tumors[J]. Int Urol Nephrol, 2021, 53(3): 455-463.

[40] Qin BL, Hu HL, Lu YC, et al. Intraoperative ultrasonography in laparoscopic partial nephrectomy for intrarenal tumors[J]. PLoS One, 2018, 13(4):e0195911.

[41] Rao AR, Gray R, Mayer E, et al. Occlusion angiography using intraoperative contrast-enhanced ultrasound scan (CEUS): a novel technique demonstrating segmental renal blood supply to assist zero-ischaemia robot-assisted partial nephrectomy[J]. Eur Urol, 2013, 63 (5):913-919.

[42] Alenezi A, Motiwala A, Eves S, et al. Robotic assisted laparoscopic partial nephrectomy using contrast-enhanced ultrasound scan to map renal blood flow[J]. Int J Med Robot, 2017, 13(1):e1738.

[43] Gadus L, Kocarek J, Chmelik F, et al. Robotic partial nephrectomy with indocyanine green fluorescence navigation[J]. Contrast Media Mol Imaging, 2020, 2020:1287530.

[44] Takemoto K, Shiozaki A, Ichikawa D, et al. Evaluation of the efficacy of peritoneal lavage with distilled water in colorectal cancer surgery: *in vitro* and *in vivo* study[J]. J Gastroenterol, 2015, 50(3):287-297.

（责任编辑：李青颖）