

703 例次移植肾穿刺活组织检查的病理诊断分析

涂宇豪 郭志良 萨如拉 朱兰 郭晖 陈刚

【摘要】 目的 总结移植肾穿刺活组织检查（活检）的并发症发生情况，分析穿刺指征及病理诊断类型。**方法** 回顾性分析 2017 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日 644 例肾移植受者的 703 例次超声引导下移植肾穿刺活检的资料，分析穿刺合格率、并发症、指征性活检的穿刺指征和病理诊断类型。分析监视性活检的应用和病理诊断。**结果** 肾组织穿刺活检合格率为 99.9%，穿刺出血并发症包括移植肾周血肿和血尿各 1 例次。血清肌酐升高（76.8%）和蛋白尿（13.8%）为主要穿刺指征，48 例次（6.8%）为评估治疗效果的监视性活检。病理诊断排斥反应共 399 例次，其中细胞性排斥反应 293 例次、抗体性排斥反应 60 例次、混合性排斥反应 46 例次；原发病复发或新发肾病 195 例次，主要为 IgA 肾病 144 例次和局灶性节段性肾小球硬化 42 例次；感染相关肾病共 57 例次，其中 BK 病毒相关性肾病（BKVN）56 例次；钙调磷酸酶抑制剂（CNI）肾毒性损伤 31 例次，包括急性 CNI 肾毒性损伤 15 例次和慢性 CNI 肾毒性损伤 16 例次；其他诊断 45 例次。**结论** 移植肾穿刺活检的成功率高及安全性好，现阶段细胞性排斥反应仍然是移植肾指征性活检的最主要病理诊断。

【关键词】 肾移植；穿刺；活组织检查；排斥反应；血清肌酐；蛋白尿；排斥反应；感染

【中图分类号】 R617, R365 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-7445 (2024) 05-0016-06

Analysis of pathological diagnosis in 703 samples of renal graft biopsy Tu Yuhao, Guo Zhiliang, Sa Rula, Zhu Lan, Guo Hui, Chen Gang. Institute of Organ Transplantation, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Key Laboratory of Organ Transplantation of Ministry of Education, Key Laboratory of Organ Transplantation of National Health Commission of China, Key Laboratory of Organ Transplantation of Chinese Academy of Medical Sciences, Wuhan 430030, China

Corresponding author: Zhu Lan, Email: zhulan@tjh.tjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To summarize the occurrence of complications in renal graft biopsy, and to analyze the indications for puncture and types of pathological diagnosis. **Methods** The data of 703 samples of ultrasound-guided renal graft biopsy from 644 kidney transplant recipients from January 1, 2017, to December 31, 2022 was retrospectively analyzed. The puncture qualification rate, complications, indicative biopsy indications and pathological diagnosis types were analyzed. The application of surveillance biopsy and pathological diagnosis were also analyzed. **Results** The qualification rate of renal tissue puncture biopsy was 99.9%, and the complications of puncture bleeding included one sample of perinephric hematoma and one sample of hematuria. Increased serum creatinine (76.8%) and proteinuria (13.8%) were the main indications for puncture, and 48 samples (6.8%) were surveillance biopsy for the assessment of therapeutic effects. A total of 399 samples of pathological diagnosis of rejection, including 293 samples of cellular rejection reaction, 60 samples of antibody rejection reaction, and 46 samples of mixed rejection reaction. One hundred and

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2024167

基金项目：湖北省自然科学基金一般面上项目（2024AFB581）

作者单位：430030 武汉，华中科技大学同济医学院附属同济医院器官移植研究所 教育部器官移植重点实验室 国家卫生健康委员会器官移植重点实验室 中国医学科学院器官移植重点实验室

作者简介：涂宇豪（ORCID 0000-0001-5433-3255），硕士，住院医师，研究方向为肾移植，Email: tyh1999566@163.com

通信作者：朱兰（ORCID 0000-0003-4752-4939），博士，主任医师，硕士研究生导师，研究方向为肾移植，Email: zhulan@tjh.tjmu.edu.cn

ninety-five samples of recurrence or new-onset kidney disease, mainly including 144 samples of IgA nephropathy and 42 samples of focal segmental glomerulosclerosis. Fifty-seven samples of infection related kidney disease, including 56 samples of BK virus-associated nephropathy (BKVAN). Thirty-one samples of calcineurin inhibitor (CNI) nephrotoxicity injury, including 15 samples of acute CNI nephrotoxicity injury and 16 samples of chronic CNI nephrotoxicity injury. Forty-five samples for other diagnoses. **Conclusions** The success rate and safety of renal graft biopsy are high, and at present, cellular rejection reaction is still the main pathological diagnosis of indicative biopsy for renal graft.

【 Key words 】 Kidney transplantation; Puncture; Biopsy; Rejection; Serum creatinine; Proteinuria; Rejection; Infection

肾移植作为终末期肾脏病的最佳替代治疗和首选治疗方法, 相比于透析可显著提高患者的生存率和生活质量^[1-3]。但排斥反应、原发病复发或新发肾病、病毒感染、钙调磷酸酶抑制剂 (calcineurin inhibitor, CNI) 毒性损伤等并发症影响移植肾长期存活^[4-9]。移植肾穿刺活组织检查 (活检) 病理诊断是判断这些并发症的金标准^[10-14], 在国内临床应用越来越广泛, 但大样本的研究较少且时间较早。移植肾穿刺活检又分为指征性活检和监视性活检, 指征性活检即在肾移植术后出现临床指征后进行的穿刺活检, 而监视性活检指以评估治疗效果为目的而在特定时间段进行的活检。本研究旨在总结近年移植肾活检的并发症、穿刺指征及病理诊断类型, 评价移植肾活检的安全性和临床意义。

1 资料与方法

1.1 研究对象

以 2017 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日在华中科技大学同济医学院附属同济医院接受活检的肾移植受者作为研究对象, 使用“医学数据检索与应用平台”回顾性收集病历系统中信息完整的 644 例肾移植受者的 703 例次移植肾穿刺活检资料。本研究经华中科技大学同济医学院附属同济医院伦理委员会批准 (批号: TJ-IRB20221267)。

1.2 穿刺活检方法

本中心自 2017 年开始由超声科介入组医师取代移植科医师进行超声引导下移植肾穿刺活检, 穿刺前常规检查凝血功能。超声科医师使用超声定位移植肾, 1% 利多卡因局部麻醉穿刺点后应用针径 16 G 快速活检枪于穿刺点刺入, 达肾包膜外后穿刺进入肾包膜后击发穿刺枪取移植肾组织, 拔出穿刺枪后使用无菌纱布覆盖穿刺点压迫 1 h 并严格卧床休息 6 h, 期间观察血尿情况及监测生命体征。

1.3 标本处理

移植肾穿刺活检标本分切为电子显微镜 (电镜)、免疫荧光和常规光学显微镜 (光镜) 标本。电镜标本采用 2.5% 戊二醛液固定, 逐级乙醇脱水和树脂包埋, 半薄切片后苯胺蓝染色定位肾小球后超薄切片, 用日立 HT7800 透射电镜观察; 免疫荧光染色采用 ThermoHT525 恒冷切片机 4 μm 冷冻切片, 行 IgA、IgG、IgM、C3、C1q、κ 轻链、λ 轻链、C4、Alb、Fibrinogen 和 IgG 亚型 IgG1、IgG2、IgG3 和 IgG4 免疫荧光染色; 免疫组织化学染色包括 C4d 和 SV40T 染色; 光镜切片采用 Leica2235 轮转式切片机 2 μm 连续切片, 行苏木素-伊红染色、过碘酸-雪夫染色、Masson 染色和六铵银染色。

1.4 病理诊断依据

病理诊断依据当年最新国际移植肾活检诊断与分级体系由器官移植病理医师以及肾病内科病理医师共同进行量化评分及诊断^[15-17]。对于合并的诊断则所有诊断都分别记录。依照 1997 年 Banff 国际移植肾活检诊断与分级体系标准, 合格的移植肾穿刺活检标本应有至少 7 只肾小球和 1 支细小动脉分支。

依据 Banff 2019 国际移植肾活检诊断与分级体系, T 细胞介导的排斥反应 (T cell-mediated rejection, TCMR) 分为急性 TCMR (acute TCMR, aTCMR) 和慢性活动性 TCMR (chronic active TCMR, caTCMR)。本研究将临界性 aTCMR 也归入 TCMR。抗体介导的排斥反应 (antibody-mediated rejection, AMR) 分为活动性 AMR (active AMR, aAMR)、慢性活动性 AMR (chronic active AMR, caAMR) 和慢性 AMR (chronic AMR, cAMR)。

1.5 研究内容

总结穿刺合格率及并发症发生情况, 分析指征性活检的穿刺指征、病理诊断以及监视性活检的应用和病理诊断。

2 结 果

2.1 穿刺合格率及并发症

703 例次中仅 1 例次穿刺活检组织不合格，总体合格率为 99.9%。发生移植肾周血肿和血尿各 1 例次。血肿患者为穿刺后 2 d 诉腹痛，彩色多普勒超声提示移植肾周 5.5 cm×3.1 cm 血肿，经止血、止痛治疗后好转；血尿患者未经特殊处理后好转。

2.2 指征性活检的穿刺指征分析

703 例次活检中，穿刺指征为血清肌酐升高 540 例次（76.8%）、单纯蛋白尿 97 例次（13.8%），其他包括监视性活检 48 例次（6.8%）、移植肾功能恢复延迟（delayed graft function, DGF）或围手术期移植肾功能不全 16 例次（2.3%）、单纯血尿 2 例次（0.3%）。

根据病理诊断结果，排斥反应中 82.2% 的穿刺指征为血清肌酐升高，9.8% 为单纯蛋白尿；原发病复发或新发肾病中 63.6% 的穿刺指征为血清肌酐升高，32.3% 为单纯蛋白尿；BK 病毒相关性肾病（BK virus-associated nephropathy, BKVAN）中 86.0% 的穿刺指征为血清肌酐升高，3.5% 为单纯蛋白尿；CNI 肾毒性损伤中 83.9% 的穿刺指征为血清肌酐升高，12.9% 为单纯蛋白尿；其他病理诊断中 71.1% 的穿刺指征为血清肌酐升高，6.7% 的为单纯蛋白尿（图 1）。

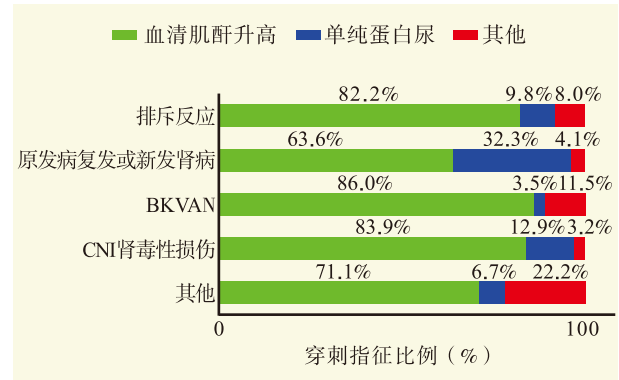
6 例次以 DGF 为穿刺指征中 3 例次诊断 aTCMR，1 例次诊断 aAMR，2 例次病理表现为肾小管上皮细胞

轻度水肿和部分肾组织间质增生及部分肾小管萎缩。

2.3 指征性活检的病理诊断分析

2.3.1 排斥反应 排斥反应共 399 例次，包括 TCMR 293 例次（73.4%）、AMR 60 例次（15.0%）和混合性排斥反应 46 例次（11.5%）。TCMR 中主要为 aTCMR，AMR 中主要为 caAMR 和 aAMR，其中 5 例次为 C4d 染色阴性的 AMR，混合性排斥反应中主要为 aTCMR 合并 aAMR（图 2）。

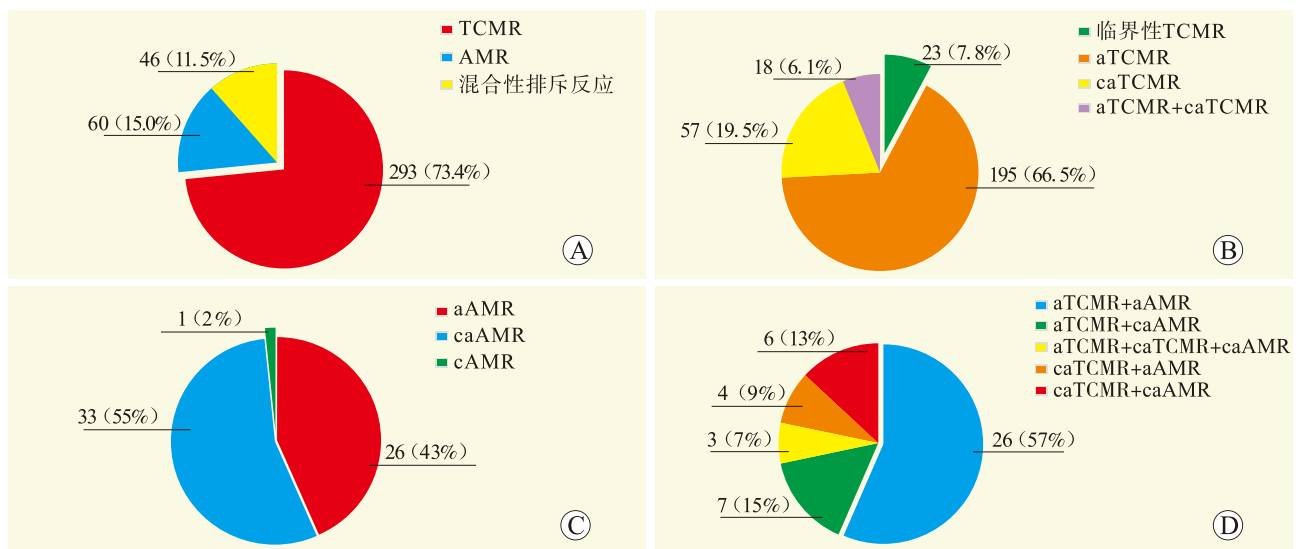
2.3.2 原发病复发或新发肾病 原发病复发或新发肾



注：病理诊断中的“其他”类别包括监视性活检、围手术期移植肾功能不全以及单纯血尿；穿刺指征中“其他”包括不明原因肾小管萎缩及间质纤维化、缺血-再灌注损伤、肾草酸盐沉积、缺血性肾损害、血栓性微血管病、高血压肾损害以及肾小管上皮损害。

图 1 各类型病理诊断结果的活检指征所占比例

Figure 1 The proportion of biopsy indications in each pathological diagnosis



注：A 图为排斥反应；B 图为 TCMR；C 图为 AMR；D 图为混合性排斥反应。

图 2 各类型排斥反应所占比例

Figure 2 The proportion of each type of rejection

病 195 例次中 IgA 肾病 144 例次 (73.8%)，局灶节段性肾小球硬化 (focal segmental glomerulosclerosis, FSGS) 42 例次 (21.5%)，糖尿病肾病 4 例次 (2.1%)，膜性肾病 2 例次 (1.0%)，膜增生性肾小球肾炎、系膜增生性肾小球肾炎、狼疮性肾炎各 1 例次 (0.5%)。

144 例次 IgA 肾病中，71 例次主诊断为排斥反应 (TCMR 75%，AMR 17%，混合性排斥反应 8%) 合并次诊断 IgA 肾病。42 例次 FSGS 中，23 例次 (55%) 合并其他病理诊断，其中包含 12 例次 TCMR (3 例次临界性 aTCMR，6 例次 aTCMR，2 例次 caTCMR，1 例次 aTCMR 合并 caTCMR)，2 例次 caAMR，4 例次混合性排斥反应，4 例次 BKVAN 以及 1 例次慢性 CNI 药物肾毒性损伤。

2.3.3 BKVAN 感染相关肾病共 57 例次，细菌感染间质性肾炎 1 例次，BKVAN 56 例次。BKVAN 的 SV40T 免疫组化染色均为阳性。

2.3.4 CNI 肾毒性损伤 CNI 肾毒性损伤 31 例次，包括急性 CNI 肾毒性损伤 15 例次和慢性 CNI 肾毒性损伤 16 例次。

2.3.5 其他 其他诊断 45 例次，包括不明原因肾小管萎缩及间质纤维化 17 例次，缺血-再灌注损伤 9 例次，肾草酸盐沉积 7 例次，高血压肾损伤 5 例次，缺血性肾损伤 4 例次，血栓性微血管病 2 例次，肾小管上皮损伤 1 例次。

2.4 监视性活检的应用和诊断

42 例肾移植受者在活检穿刺后，为明确诊断和评估治疗效果以及指导下续免疫抑制方案，又进行了 48 例次的重复肾穿刺，即监视性活检。具体包括：5 例穿刺原因为血清肌酐升高，但活检病理结果无特殊异常，为明确诊断行监视性活检后 3 例提示排斥反应；22 例 aTCMR 治疗后监视性活检显示 13 例好转、4 例治愈；6 例混合性排斥反应的监视性活检显示 3 例治愈、2 例好转；2 例 AMR 的监视性活检显示 1 例 caAMR 好转和 1 例 aAMR 治愈；6 例 BKVAN 的监视性活检显示 3 例治愈和 1 例好转；1 例急性 CNI 肾毒性损伤的监视性活检显示治愈。

3 讨论

本研究显示超声引导下的移植肾穿刺活检并发症发生率低，标本合格率高，总体安全可靠^[18-21]。国外 2020 年一项关于术后 28 d 内 223 例次移植肾活检的安全性研究中，共出现 3 例次血尿、2 例次肾周血

肿，其中 1 例次血尿行输血治疗，1 例次血肿行手术探查^[22]。另外中国台湾地区一项包含 269 例次超声引导下移植肾活检安全性的研究中，共出现 15 例次并发症，其中 3 例次血肿和 6 例次血尿用去氨加压素后好转、1 例次肾积水行经皮肾造瘘术、2 例次血红蛋白下降采用输血治疗^[23]。

血清肌酐升高和蛋白尿是肾移植术后活检的主要穿刺指征^[24-25]。DGF 期间行穿刺活检也有利于及时发现隐藏的排斥反应^[26]。监视性活检在国内尚未常规开展，但本研究少量的监视性活检分析证实了其对评估治疗效果的重要意义，尤其对那些监视性活检显示病变好转不完全的病例，可为后续追加或调整治疗提供有效依据，值得在以后的临床工作中增加应用^[27-28]。

TCMR 仍然是肾移植术后的主要并发症，其中 aTCMR 发生率较高，也有部分患者进展为 caTCMR，提示既往 aTCMR 治疗不彻底或长期慢性免疫抑制不足。美国一项单中心回顾性研究中，纳入 2016 年至 2022 年在肾移植后 1 年内接受非计划性活检的 197 例患者共 306 次病理诊断，在 56 例次排斥反应中，TCMR 为 28 例次 (50.0%)，AMR 为 17 例次 (30.4%)，混合性排斥反应为 11 例次 (19.6%)^[29]。其 AMR 和混合性排斥反应占比均高于本研究，这可能是因为其纳入病例在移植前的群体反应性抗体平均为 25%，即 AMR 发生风险较高。国内 2016 年发表的一项单中心回顾性研究中，TCMR 384 例次 (80.3%)，AMR 94 例次 (19.7%)，未区分混合性排斥反应，TCMR 和 AMR 的占比与本研究相近^[30]。此外，本研究中 aAMR 和 caAMR 接近，但 cAMR 极少。半数 AMR 患者行活检时已进展为 caAMR，使得治疗相对更为复杂^[31-32]。

近年来得益于免疫荧光以及电镜技术在移植病理中的应用^[33-34]，移植后原发病复发或新发肾病的诊断率明显上升，其中 IgA 肾病的占比最高。值得注意的是，在本研究的 144 例次移植肾 IgA 肾病中，71 例次主诊断为排斥反应，提示临床中相当部分的移植肾 IgA 肾病在没有出现血清肌酐升高或明显蛋白尿时错过了早期诊断时机。此外，分析牛津分型 (MEST-C) 发现，合并诊断移植肾 IgA 肾病的肾小球节段性硬化程度和肾小管萎缩/间质纤维化程度显著高于单纯诊断 IgA 肾病的病例，提示同时存在排斥反应加重了 IgA 肾病的慢性病变程度，也可能与 IgA 肾病诊断时机过晚有关。不同研究报道中肾移植后 IgA 肾病复发率差别较大，这与移植肾穿刺病理诊断的时间密切

相关^[35]。对原发病为 IgA 肾病或者不详的年轻受者，应在肾移植后随访中充分重视 IgA 肾病的复发，及时行穿刺活检明确诊断对于改善其预后具有积极作用。

随着对 CNI 肾毒性的重视和随访中对 CNI 剂量的个体化精细调整，本研究也证实移植肾的 CNI 肾毒性损伤在现阶段发生率较低，仅为 4.4%，与国内其他报道（5.3%）接近^[31]。此外，本研究中慢性 CNI 肾毒性损伤病例多合并排斥反应等病理表现，考虑慢性 CNI 肾毒性损伤相对较轻，并非为引起血清肌酐升高等穿刺指征的主要因素。规律监测 CNI 药物浓度和优化免疫抑制方案成功降低了 CNI 肾毒性损伤的发生率以及严重程度。

近年来对免疫组织化学 SV40T 染色等病理诊断技术和临床血或尿 BKV 检测项目的应用，使得 BKVAN 的诊断率明显升高。BKVAN 是影响移植肾存活的重要因素之一^[36-37]。有报道显示 BKVAN 可导致高达 50% 的移植肾丢失^[38]，故需充分重视 BKV 感染的监测和 BKVAN 的早期病理诊断。

综上所述，超声引导下移植肾活检和监视性穿刺活检的成功率及安全性高。现阶段细胞性排斥反应仍然是肾移植术后最主要的病理诊断。随着重视程度的加深、认识程度的提高以及肾病方法学在光镜、荧光和电镜三个层面的应用，IgA 肾病以及 BKVAN 的诊断率显著上升，在我国肾移植术后随访中也应充分重视。但本研究尚存在一定的局限性，Banff 诊断标准年份跨度较大可能会导致结果的误差，另外由于历史数据的缺失和部分穿刺病例为外院肾移植受者，故难以对同期肾移植量进行统计和对病理数据进行标准化以及确定病理诊断的准确性，且未纳入活检距肾移植手术的时间，未来将继续研究。

参考文献:

- [1] KHAN IH. Comorbidity: the major challenge for survival and quality of life in end-stage renal disease[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, 13(Suppl 1): 76-79. DOI: 10.1093/ndt/13.suppl_1.76.
- [2] LEMOINE CP, POZO ME, SUPERINA RA. Overview of pediatric kidney transplantation[J]. *Semin Pediatr Surg*, 2022, 31(3): 151194. DOI: 10.1016/j.sempedsurg.2022.151194.
- [3] STRATTA RJ, HARRIMAN D, GURRAM V, et al. The use of marginal kidneys in dual kidney transplantation to expand kidney graft utilization[J]. *Curr Opin Organ Transplant*, 2022, 27(1): 75-85. DOI: 10.1097/MOT.0000000000000946.
- [4] HELANTERÄ I, MENGEL M. Revisiting acute T cell-mediated rejection in kidney allografts[J]. *Am J Transplant*, 2022, 22(3): 681-682. DOI: 10.1111/ajt.16923.
- [5] BETJES MGH, ROELEN DL, VAN AGTEREN M, et al. Causes of kidney graft failure in a cohort of recipients with a very long-time follow-up after transplantation[J]. *Front Med*, 2022, 9: 842419. DOI: 10.3389/fmed.2022.842419.
- [6] JAFARI R, MEHRAZMA M, VAHEDI M, et al. Prevalence and prognosis of post-transplant glomerulonephritis in kidney transplant biopsies, a single-center report[J]. *Iran J Kidney Dis*, 2023, 1(2): 92-99.
- [7] AL SHAMSI HR, SHAHEEN I, AZIZ D. Management of recurrent focal segmental glomerulosclerosis (FSGS) post renal transplantation[J]. *Transplant Rev (Orlando)*, 2022, 36(1): 100675. DOI: 10.1016/j.trre.2021.100675.
- [8] LI Y, TANG Y, LIN T, et al. Risk factors and outcomes of IgA nephropathy recurrence after kidney transplantation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1277017. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1277017.
- [9] BORRIELLO M, INGROSSO D, PERNA AF, et al. BK virus infection and BK-virus-associated nephropathy in renal transplant recipients[J]. *Genes*, 2022, 13(7): 1290. DOI: 10.3390/genes13071290.
- [10] RAMPERSAD C, WIEBE C, BALSHAW R, et al. Association of BKV viremia and nephropathy with adverse alloimmune outcomes in kidney transplant recipients[J]. *Clin Transplant*, 2024, 38(5): e15329. DOI: 10.1111/ctr.15329.
- [11] QUERIDO S, ORMONDE C, ADRAGÃO T, et al. JCV viruria associates with suboptimal recovery of kidney function three years after living kidney donation[J]. *J Bras Nefrol*, 2022, 44(3): 368-375. DOI: 10.1590/2175-8239-JBN-2021-0148.
- [12] KIM YJ, LEE SW, KIM MS, et al. Anuria after kidney transplantation diagnosed as early recurrence of focal segmental glomerulosclerosis combined with acute calcineurin inhibitor nephrotoxicity: a case report and literature review[J]. *BMC Nephrol*, 2024, 25(1): 123. DOI: 10.1186/s12882-024-03524-y.
- [13] KIM PY, SHOGHI A, FANANAPAZIR G. Renal transplantation: immediate and late complications[J]. *Radiol Clin North Am*, 2023, 61(5): 809-820. DOI: 10.1016/j.rcl.2023.04.004.
- [14] QUENCER KB, ANAND K. Kidney tissue biopsy[J]. *Tech Vasc Interv Radiol*, 2021, 24(4): 100775. DOI: 10.1016/j.tvir.2021.100775.
- [15] HAAS M. The revised (2013) Banff classification for antibody-mediated rejection of renal allografts: update, difficulties, and future considerations[J]. *Am J Transplant*, 2016, 16(5): 1352-1357. DOI: 10.1111/ajt.13661.
- [16] HAAS M, LOUPY A, LEFAUCHEUR C, et al. The Banff 2017 Kidney Meeting Report: revised diagnostic criteria for chronic active T cell-mediated rejection, antibody-mediated rejection, and prospects for integrative endpoints for next-generation clinical trials[J]. *Am J Transplant*, 2018, 18(2): 293-307. DOI: 10.1111/ajt.14625.
- [17] LOUPY A, HAAS M, ROUFOSSE C, et al. The Banff 2019 Kidney Meeting Report (I): updates on and clarification of criteria for T cell- and antibody-mediated

- rejection[J]. *Am J Transplant*, 2020, 20(9): 2318-2331. DOI: 10.1111/ajt.15898.
- [18] MATTIAZZI AD, CORTESI CA, PATIL RJ, et al. Percutaneous ultrasound-guided kidney transplant biopsy outcomes: from the nephrologist to the radiologist standpoint[J]. *Kidney360*, 2022, 3(10): 1746-1753. DOI: 10.34067/KID.0000332022.
- [19] FILIPOV T, TEUTSCH B, SZABÓ A, et al. Investigating the role of ultrasound-based shear wave elastography in kidney transplanted patients: correlation between non-invasive fibrosis detection, kidney dysfunction and biopsy results-a systematic review and meta-analysis[J]. *J Nephrol*, 2024, DOI: 10.1007/s40620-023-01856-w [Epub ahead of print].
- [20] PIRKLBAUER M, BERGER M, BOBAN MD, et al. The tangential extraperitoneal retrorenal approach in kidney transplant biopsy: an observational study to assess complication and adequacy rates[J]. *Transpl Int*, 2022, 35: 10068. DOI: 10.3389/ti.2021.10068.
- [21] FUNG KFK, CHENG KK, CHAN EY, et al. Percutaneous ultrasound-guided renal biopsies in a paediatric population: comparison of coaxial and non-coaxial techniques using 18-gauge core biopsy needles[J]. *Pediatr Radiol*, 2022, 52(12): 2431-2437. DOI: 10.1007/s00247-022-05359-x.
- [22] FAVI E, JAMES A, PULIATTI C, et al. Utility and safety of early allograft biopsy in adult deceased donor kidney transplant recipients[J]. *Clin Exp Nephrol*, 2020, 24(4): 356-368. DOI: 10.1007/s10157-019-01821-7.
- [23] TSAI SF, CHEN CH, SHU KH, et al. Current safety of renal allograft biopsy with indication in adult recipients: an observational study[J]. *Medicine*, 2016, 95(6): e2816. DOI: 10.1097/MD.0000000000002816.
- [24] 吕熙楠, 杜春恺, 吕竟成, 等. 肾移植术后超声引导下移植肾穿刺病理结果特点分析[J]. *国际外科学杂志*, 2024, 51(6): 403-408. DOI: 10.3760/cma.j.cn115396-20230207-00019.
- LYU XN, DU CK, LYU JC, et al. Analysis of pathological results of ultrasound-guided renal puncture after kidney transplantation[J]. *Int J Surg*, 2024, 51(6): 403-408. DOI: 10.3760/cma.j.cn115396-20230207-00019.
- [25] 陈海威, 何宇, 阮和欢, 等. 基于程序性移植肾穿刺活检的 ABO 血型不相容活体亲属肾移植中期疗效评价[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(12): 944-949. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20230719-00030.
- CHEN HW, HE Y, RUAN HH, et al. Mid-term efficacy evaluation of ABO incompatible living relative kidney transplantation based on protocol biopsy[J]. *Natl Med J China*, 2024, 104(12): 944-949. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20230719-00030.
- [26] CASTRO FILHO JBS, POMPEO JC, MACHADO RB, et al. Delayed graft function under the microscope: surveillance biopsies in kidney transplantation[J]. *Transpl Int*, 2022, 35: 10344. DOI: 10.3389/ti.2022.10344.
- [27] LIM M, PARK BK, LEE KW, et al. Two-week protocol biopsy in renal allograft: feasibility, safety, and outcomes[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(3): 785. DOI: 10.3390/jcm11030785.
- [28] SCHWARZ A, GWINNER W, HISS M, et al. Safety and adequacy of renal transplant protocol biopsies[J]. *Am J Transplant*, 2005, 5(8): 1992-1996. DOI: 10.1111/j.1600-6143.2005.00988.x.
- [29] MOEIN M, PAPA S, ORTIZ N, et al. Protocol biopsy after kidney transplant: clinical application and efficacy to detect allograft rejection[J]. *Cureus*, 2023, 15(2): e34505. DOI: 10.7759/cureus.34505.
- [30] 刘丁, 陈传宝, 孙光曦, 等. 773 例移植肾组织活检的临床病理分析[J]. *重庆医学*, 2016, 45(12): 1587-1590. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2016.12.002.
- LIU D, CHEN CB, SUN GX, et al. Clinicopathologic analysis of 773 renal allograft biopsies[J]. *Chongqing Med*, 2016, 45(12): 1587-1590. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2016.12.002.
- [31] SINGH N, PIRSCH J, SAMANIEGO M. Antibody-mediated rejection: treatment alternatives and outcomes[J]. *Transplant Rev*, 2009, 23(1): 34-46. DOI: 10.1016/j.ttre.2008.08.004.
- [32] 王光策, 王锁刚, 陈铸, 等. 肾移植后抗体介导的排斥反应的临床病理特征及个体化免疫治疗研究[J]. *器官移植*, 2015, 6(4): 224-229. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2015.04.004.
- WANG GC, WANG SG, CHEN Z, et al. Study on clinicopathologic characteristics and individualized immunotherapy of antibody-mediated rejection after renal transplantation[J]. *Organ Transplant*, 2015, 6(4): 224-229. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2015.04.004.
- [33] 杨喆, 兰平, 郑瑾, 等. 肾移植术后 IgA 肾病临床病理特征分析[J]. *诊断病理学杂志*, 2021, 28(4): 285-289, 294. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8096.2021.04.011.
- YANG Z, LAN P, ZHENG J, et al. Clinicopathologic features of IgA nephropathy after renal transplantation[J]. *Chin J Diagn Pathol*, 2021, 28(4): 285-289, 294. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8096.2021.04.011.
- [34] 李雪, 陈劲松, 程东瑞, 等. 移植肾肾小球病合并 IgA 肾病的临床病理特征及预后分析[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(12): 889-894. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.12.003.
- LI X, CHEN JS, CHENG DR, et al. Clinicopathologic features and prognosis of patients with IgA nephropathy superimposed on transplant glomerulopathy[J]. *Natl Med J China*, 2019, 99(12): 889-894. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2019.12.003.
- [35] UFFING A, PÉREZ-SAÉZ MJ, JOUVE T, et al. Recurrence of IgA nephropathy after kidney transplantation in adults[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2021, 16(8): 1247-1255. DOI: 10.2215/CJN.00910121.
- [36] IMLAY H, BAUM P, BRENNAN DC, et al. Consensus definitions of BK polyomavirus nephropathy in renal transplant recipients for clinical trials[J]. *Clin Infect Dis*, 2022, 75(7): 1210-1216. DOI: 10.1093/cid/ciac071.
- [37] SHEN CL, WU BS, LIEN TJ, et al. BK polyomavirus nephropathy in kidney transplantation: balancing rejection and infection[J]. *Viruses*, 2021, 13(3): 487. DOI: 10.3390/v13030487.
- [38] SHARIF A, ALACHKAR N, BAGNASCO S, et al. Incidence and outcomes of BK virus allograft nephropathy among ABO- and HLA-incompatible kidney transplant recipients[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2012, 7(8): 1320-1327. DOI: 10.2215/CJN.00770112.

(收稿日期: 2024-06-06)

(本文编辑: 方引超 吴秋玲)