

论著·临床研究

超声造影和二维超声参数对移植肾术后并发症的鉴别应用价值^{*}刘馨蔚, 韩 冬, 龙妹珍, 陈 锋[△]

(湖南中医药大学附属益阳中心医院超声科, 湖南 益阳 413000)

[摘要] **目的** 使用外部灌注软件 VueBox 探讨超声造影和二维超声的 5 个参数在诊断肾移植功能障碍中的应用价值。**方法** 选取 2023 年 7 月至 2024 年 2 月在该院肾移植科接受肾移植及外院肾移植术后异常的年龄大于 18 岁、接受超声检查及超声造影患者 87 例作为研究对象, 其中排除移植肾动脉梗阻 8 例, 严重移植肾周积水 6 例, 共纳入 73 例, 根据术后移植肾功能恢复情况和病理检查结果分为急性排斥反应(AR)组(18 例)、肾功能延迟恢复(DGF)组(8 例)和肾功能稳定组(47 例)。对比分析 3 组患者超声造影定量分析参数的差异, 包括皮质达峰时间(TTP)、髓质 TTP、主肾动脉上升时间(RT)、主肾动脉下降时间(FT)、主肾动脉 TTP 等。**结果** 3 组患者肾段动脉血流阻力指数、皮质 TTP、髓质 TTP、主肾动脉 RT、主肾动脉 TTP、主肾动脉 FT 比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。DGF 组患者皮、髓质感兴趣区域 TTP, 以及主肾动脉感兴趣区域 TTP、RT、FT 均较 AR 组更长。VueBox 定量分析参数鉴别诊断 AR、DGF 的准确性由高至低依次为主肾动脉 TTP、主肾动脉 RT、主肾动脉 FT、髓质 TTP、皮质 TTP。主肾动脉 TTP、主肾动脉 RT 的受试者工作特征曲线下面积较大, 灵敏度分别为 87.5%、87.5%, 特异度分别为 81.2%、87.5%。**结论** 移植肾术后 AR、DGF 的 VueBox 定量分析参数存在明显差异, 可为移植肾术后 AR、功能障碍的诊断提供影像学参考依据。

[关键词] 肾移植; 手术后并发症; 诊断, 鉴别; 超声造影; 二维超声参数

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.05.004 中图法分类号:R445.1;R617

文章编号:1009-5519(2025)05-1072-06 文献标识码:A

Application value of contrast-enhanced ultrasound and two-dimensional ultrasound
parameters of complications after renal transplantation^{*}

LIU Xinwei, HAN Dong, LONG Meizhen, CHEN Feng[△]

(Department of Ultrasound, Yiyang Central Hospital Affiliated to Hunan University
of Traditional Chinese Medicine, Yiyang, Hunan 413000, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the value of 5 parameters of contrast-enhanced ultrasound and two-dimensional ultrasound in the diagnosis of renal transplantation dysfunction by using external perfusion software VueBox. **Methods** A total of 87 patients with abnormal kidney transplantation in the kidney transplantation department of our hospital and those in other hospitals who were older than 18 years old and underwent ultrasound examination and contrast-enhanced ultrasound (CEUS) after kidney transplantation were selected as the study objects from July 2023 to February 2024. Among them, 8 cases of renal artery obstruction and 6 cases of severe perirenal hydronephrosis were excluded, and a total of 73 cases were included. The patients were divided into acute rejection (AR) group (18 cases), delayed renal function recovery (DGF) group (8 cases) and stable renal function group (47 cases) according to the postoperative renal function recovery and pathological examination results. Compare and analyze the difference of quantitative analysis parameters of CEUS in 3 groups, including cortical peak time (TTP), medullary TTP, aorta ascending time (RT), aorta descending time (FT), aorta TTP, etc. **Results** The renal artery blood flow resistance index, cortical TTP, medullary TTP, main renal artery RT, main renal artery TTP, and main renal artery FT were compared among the three groups of patients, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The TTP of cortical and medullary regions of interest (ROI), as well as the TTP, RT, and FT of the main renal artery ROI in the DGF group were longer than those in the AR group. The accuracy of VueBox quantitative analysis parameters

* 基金项目:湖南省自然科学基金项目(2023JJ50358)。

作者简介:刘馨蔚(1999—),硕士研究生,住院医师,主要从事二维超声及超声造影研究。 [△] 通信作者, E-mail:248712308@qq.com。

in differential diagnosis of AR and DGF was from high to low in order of main renal artery TTP, main renal artery RT, main renal artery FT, medullary TTP, cortical TTP. The area under the subject operating characteristic curve of TTP and RT were large, the sensitivity were 87.5%, 87.5%, the specificity were 81.2%, 87.5%. **Conclusion** There are significant differences in the VueBox quantitative analysis parameters of AR and DGF after renal transplantation, which can provide imaging references for the diagnosis of AR and dysfunction after renal transplantation.

[Key words] Kidney transplantation; Postoperative complications; Diagnosis, differential; Contrast-enhanced ultrasound; Two-dimensional ultrasound parameters

移植肾术后常见并发症包括移植肾急性排斥反应(AR)和移植肾术后肾功能延迟恢复(DGF)^[1]。临床医生诊断和鉴别诊断这些并发症时通常依赖于病理学活组织检查。然而活组织检查操作本身存在出血、感染、肾实质损伤等潜在风险^[2]。因此,迫切需要一种无创且高效的诊断方法,以辅助对 AR、DGF 的诊治。目前,超声造影在探究移植术后肾功能 DGF、AR 方面的应用已成为研究热点,然而不同研究结论尚未达成一致^[3]。外部灌注软件 VueBox 是用于超声造影的评估软件,内置通用成像灌注包,可将各解剖和功能参数随时间演变进行可视化。本研究使用 VueBox 探讨了超声造影定量分析参数在评估移植肾 AR、肾功能 DGF 方面的临床价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 研究对象 选取 2023 年 7 月至 2024 年 2 月在本院肾移植科接受肾移植及外院肾移植术后异常的年龄大于 18 岁、接受超声检查及超声造影患者 87 例作为研究对象,其中排除移植肾动脉梗阻 8 例,严重移植肾周积水 6 例,共纳入 73 例,根据术后移植肾功能恢复情况和病理检查结果分为 DGF 组(8 例)、移植肾功能稳定组(47 例)和 AR 组(18 例)。73 例患者均签署本研究知情同意书。本研究获本院伦理委员会审批[伦理编号:(2023)院伦审(临研)第(028)号]。

1.1.2 排除标准 (1)存在泌尿系统并发症(如大量肾积水或积液)和主要血管并发症(如肾动脉狭窄和动/静脉血栓形成);(2)具有超声造影剂禁忌证,包括过敏史、近期急性冠状动脉综合征或临床不稳定型心脏病(急性心力衰竭、心功能Ⅲ/Ⅳ级和严重心律失常)、重度肺动脉高压、孕妇、哺乳期等;(3)不同意参与本研究。

1.1.3 诊断标准

1.1.3.1 DGF^[4] (1)肾移植术后第 1 周需进行透析治疗;(2)术后早期尿量低于 1 200 mL/d;(3)术后前 3 d 每天血清肌酐水平下降少于前 1 d 的 10%或术后 1 周血清肌酐未下降至 400 μ mol/L。

1.1.3.2 肾功能稳定^[4] (1)肾移植术后 1 周内尿量逐渐恢复正常,即 1 500~2 000 mL/d;(2)无体温升

高、血压升高、移植肾肿大、移植肾区压痛等表现。

1.1.3.3 AR (1)主要诊断标准:病理检查确诊 AR。(2)次要诊断标准:①出现不明原因尿量下降;②出现不明原因肌酐上升(24 h 肌酐上升超过 30 mmol/L);③出现不明原因尿蛋白上升;④移植肾彩色多普勒超声检查提示移植肾明显增大;⑤出现不明原因的发热;⑥出现移植肾区疼痛;⑦经抗排斥治疗后好转。

1.2 方法 使用 LOGIQ、LE11、GE 超声仪器进行超声检查。由 1 名主任级医生操作,检查过程患者取平卧位,将探头轻置于移植肾处,常规超声采用 C1~6 探头,超声造影采用 L2~9 探头,频率为 1~6 MHz。仔细观察病灶的二维超声图像及彩色多普勒血流情况。静脉注射六氟化硫超声造影剂。连续 2 次观察移植肾,第 1 次主要观察移植肾的皮、髓质区域,冲洗 10 mL 生理盐水间隔 15 min 后再次注入造影剂,着重观察移植肾动脉处,从注射开始后记录 120 s 实时动态视频。将超声造影动态视频以 DICOM 格式上传至 VueBox 软件,并进行定量分析。对感兴趣区域(ROI)进行勾画:ROI 1 为大包膜下位置的 ROI(所有 4 个最小面积为 0.1 cm²)、ROI 2 为皮质区域,ROI 3 为髓质区域,ROI 4 为主肾动脉区域。随后根据内置函数模型获得时间-强度曲线,VueBox 软件自动计算 ROI 的面积(cm²)。

1.3 统计学处理 应用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析,进行正态性检验,符合正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料以率或构成比表示,不符合正态分布计量资料以中位数(四分位间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,采用单因素方差分析、Kruskal-Wallis 检验、 χ^2 检验等。绘制受试者工作特征(ROC)曲线计算曲线下面积(AUC),以评估诊断准确性并确定最佳截断值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组患者一般资料比较 73 例患者中男 47 例(64.38%),女 26 例(35.62%);年龄 22~62 岁,平均(43.69 $\pm$ 11.02)岁。与移植肾功能稳定组比较,AR 组、DGF 组患者 β_2 微球蛋白、血清肌酐水平均升高,肾小球滤过率均下降,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

3 组患者年龄、身高、体重、尿素氮、尿酸等比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 3 组患者二维超声参数比较 3 组患者常规超声特征(包括移植肾的长、宽、高,以及皮质厚度和锥体大小)比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。3 组患者肾段动脉血流阻力指数(RI)比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3 3 组患者超声造影参数比较 3 组患者皮质达峰时间(TTP)、髓质 TTP、主肾动脉上升时间(RT)、

主肾动脉 TTP、主肾动脉下降时间(FT)比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);其他参数比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。DGF 组患者皮、髓质 ROI TTP,以及主肾动脉 TTP、RT、FT 均较 AR 组明显延长,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见图 1、2。AR 组患者造影剂依次从髂外动脉、主肾动脉、肾段动脉中间、叶间动脉、弓形动脉显影,DGF 组患者移植肾内造影剂显影顺序与移植肾功能稳定组相同,但显影速度明显较慢。见图 3、4。

表 1 3 组患者一般资料比较[$M(P_{25}, P_{75})$]

项目	肾功能稳定组($n=47$)	AR 组($n=18$)	DGF 组($n=8$)	H	P
血清肌酐($\mu\text{mol/L}$)	170.00(135.00,238.00)	497.00(383.25,624.00)	652.15(488.50,732.25)	40.053	<0.001
β_2 微球蛋白(mg/L)	3.78(2.92,5.17)	8.21(5.80,15.61)	11.36(7.06,15.76)	35.190	<0.001
肾小球滤过率(mL/min)	42.80(28.29,49.39)	13.35(9.59,17.50)	10.80(9.13,11.55)	42.747	<0.001
尿素氮(mmol/L)	20.49(16.24,25.58)	21.38(13.22,35.61)	25.51(81.84,41.15)	2.897	0.240
尿酸(mg/dL)	416.00(336.50,529.50)	523.50(337.00,705.75)	467.00(290.00,628.25)	1.424	0.491
年龄(岁)	44.00(34.00,52.50)	45.00(33.25,52.75)	41.00(35.25,53.25)	0.014	0.993
体重(kg)	61.00(53.73,70.50)	59.83(52.63,74.18)	58.50(50.68,67.50)	0.390	0.823
身高(cm)	168.00(160.00,170.00)	162.00(160.00,170.00)	166.50(158.50,169.50)	0.426	0.808

表 2 3 组患者二维超声参数比较($\bar{x}\pm s$)

项目	肾功能稳定组($n=47$)	AR 组($n=18$)	DGF 组($n=8$)	F	P
长(cm)	105.98 ± 11.51	106.39 ± 10.70	103.29 ± 8.04	0.151	0.860
宽(cm)	45.64 ± 6.08	45.61 ± 5.79	46.57 ± 6.16	0.208	0.813
高(cm)	43.73 ± 5.50	43.89 ± 6.52	45.14 ± 6.79	0.046	0.955
皮质厚度(mm)	6.33 ± 1.40	6.61 ± 1.42	6.00 ± 1.63	0.296	0.742
锥体大小(mm)	181.64 ± 94.30	165.11 ± 71.11	151.29 ± 42.07	0.238	0.793
弓形动脉					
PSV	33.25 ± 11.94	28.61 ± 12.13	28.00 ± 16.74	0.912	0.408
RI	0.60 ± 0.07	0.64 ± 0.09	0.59 ± 0.10	1.376	0.259
叶间动脉					
PSV	30.32 ± 10.19	29.22 ± 9.30	25.00 ± 7.85	0.143	0.868
RI	0.62 ± 0.07	0.67 ± 0.09	0.63 ± 0.08	2.171	0.122
肾段动脉					
PSV	45.98 ± 15.83	49.00 ± 11.79	47.57 ± 23.75	0.246	0.780
RI	0.61 ± 0.09	0.68 ± 0.09	0.63 ± 0.11	3.200	0.047
主肾动脉					
PSV	70.56 ± 30.50	60.44 ± 31.89	56.57 ± 27.81	1.351	0.273
RI	0.67 ± 0.09	0.69 ± 0.08	0.67 ± 0.08	0.464	0.630

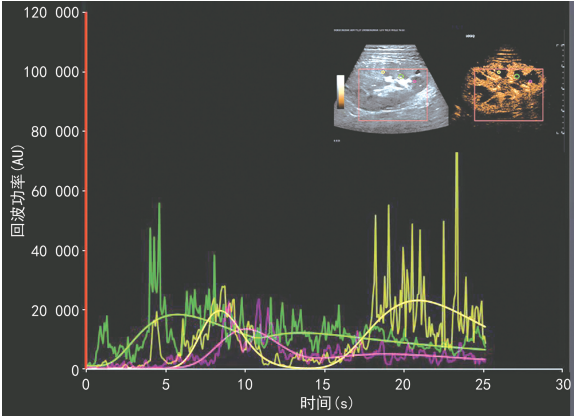
注:PSV 为收缩期峰值流速。

表 3 3 组患者超声造影参数比较[$M(P_{25}, P_{75})$ 或 $\bar{x}\pm s$]

项目	肾功能稳定组($n=47$)	AR 组($n=18$)	DGF 组($n=8$)	H/F	P
皮质 ROI					
峰值强度(PE,AU)	21 676.93(8 800.95,54 146.36)	19 540.89(7 891.65,29 793.47)	17 738.30(9 510.82,29 216.89)	0.848	0.654

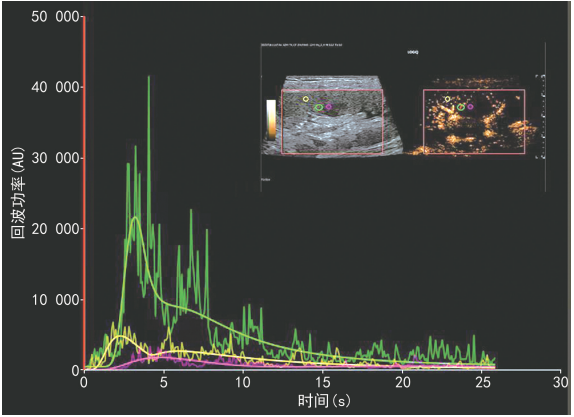
续表 3 3 组患者超声造影参数比较[$M(P_{25},P_{75})$ 或 $\bar{x}\pm s$]

项目	肾功能稳定组($n=47$)	AR 组($n=18$)	DGF 组($n=8$)	H/F	P
RT(s)	2.69(2.27,3.48)	2.81(2.10,3.05)	3.56(2.43,5.19)	3.539	0.170
局部平均渡越时间(mTTI,s)	9.85(5.09,17.63)	9.42(5.34,21.78)	21.96(12.73,48.46)	5.117	0.077
TTP(s)	3.74(2.97,4.81)	3.82(3.36,4.19)	6.00(4.28,8.06)	9.417	0.009
流入相比率(WiR,AU)	15 214.95(5 281.56,31 729.66)	11 864.14(4 827.77,18 384.40)	6 153.40(3 507.73,17 688.29)	0.721	0.325
流入相 AUC(WoAUC,AU)	84 920.09(45 221.91,202 501.38)	63 573.55(38 729.40,102 0781.39)	69 419.56(50 308.06,113 520.08)	0.766	0.646
流出相 AUC(WiWoAUC,AU)	127 161.81(66 272.25,293 276.44)	94 108.05(54 722.54,179 214.43)	101 062.62(75 177.13,181 221.36)	0.794	0.727
FT(s)	7.92±5.53	5.85±2.11	8.28±4.34	1.346	0.267
洗脱率(WoR,AU)	3 464.47(1 715.48,7 022.17)	3 580.95(1 736.37,6 463.12)	2 772.33(957.04,6 914.33)	1.112	0.706
髓质 ROI					
PE(AU)	4 725.32(2 379.01,7 480.09)	4 517.33(1 692.25,7 653.59)	3 717.89(2 073.53,11 033.82)	0.285	0.867
RT(s)	8.48±5.30	6.76±3.27	7.42±3.66	0.913	0.406
mTTI(s)	34.13(22.55,62.75)	34.63(18.21,44.30)	43.42(12.54,54.75)	1.059	0.589
TTP(s)	10.86(7.44,18.81)	10.89(6.89,15.05)	19.85(18.08,23.27)	8.840	0.012
WiR(AU)	916.03(345.83,1 593.99)	992.26(423.85,2 300.68)	607.30(325.18,3 236.26)	0.152	0.927
WoAUC(AU)	39 209.63(23 971.76,74 140.63)	24 239.88(15 673.44,66 323.70)	28 502.18(15 536.30,82 351.59)	1.187	0.927
WiWoAUC(AU)	57 038.62(35 128.05,103 673.60)	36 153.80(24 370.81,101 248.20)	46 370.78(27 450.50,108 212.39)	1.331	0.336
FT(s)	12.42(8.45,27.65)	12.07(7.14,22.43)	12.47(6.92,25.42)	1.640	0.440
WoR(AU)	369.53(119.25,669.62)	397.79(99.88,1 059.28)	379.80(109.60,1 014.00)	0.215	0.898
主肾动脉 ROI					
PE(AU)	16 343.01(5 873.17,41 971.16)	10 834.76(1 084.96,43 973.05)	8 486.42(3 210.88,15 465.05)	2.807	0.246
RT(s)	2.01(1.63,3.34)	2.12(1.57,2.73)	3.67(1.63,3.34)	10.284	0.006
mTTI(s)	7.52(3.75,20.77)	6.80(3.77,15.36)	48.03(9.80,114.83)	7.591	0.022
TTP(s)	2.86(2.25,4.63)	3.10(2.48,3.65)	4.77(4.13,6.89)	9.272	0.010
WiR(AU)	11 384.45(4 991.29,43 119.96)	7 671.17(682.36,24 723.22)	3 149.59(1 021.19,6 136.17)	1.444	0.069
WoAUC(AU)	45 697.37(14 950.61,175 209.66)	31 894.19(3 302.54,107 573.04)	48 769.32(20 087.38,97 599.52)	1.221	0.543
WiWoAUC(AU)	46 994.97(5 546.44,140 993.77)	75 009.88(33 731.97,131 549.00)	4.77(3.21,7.85)	1.156	0.561
FT(s)	4.73(3.17,7.91)	4.99(3.26,6.84)	9.68(7.05,15.43)	8.516	0.014
WoR(AU)	4 062.75(1 144.56,15 989.26)	2 413.39(250.94,6 795.94)	892.02(301.74,2 111.83)	4.329	0.115



注:皮层(黄色)、髓质(粉色)和大包膜下部分皮层和髓质组合(绿色)的 ROI。

图 1 DGF 组患者术后超声造影时间-强度曲线



注:皮质(黄色)、髓质(粉色)和大包膜下部分皮质和髓质组合的 ROI 突出显示(绿色)。

图 2 AR 组患者术后超声造影时间-强度曲线

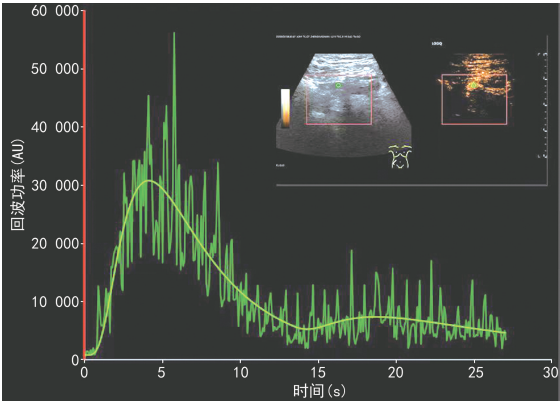


图 3 DGF 组患者主肾动脉造影时间-强度曲线

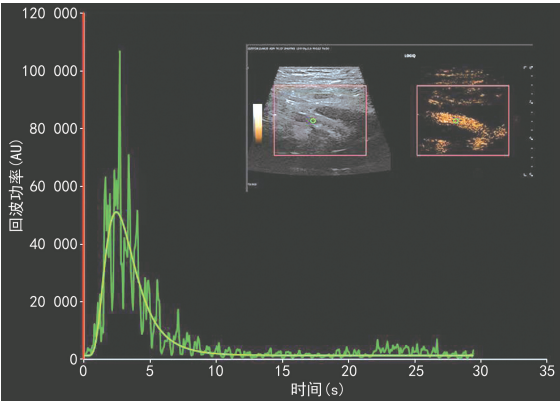
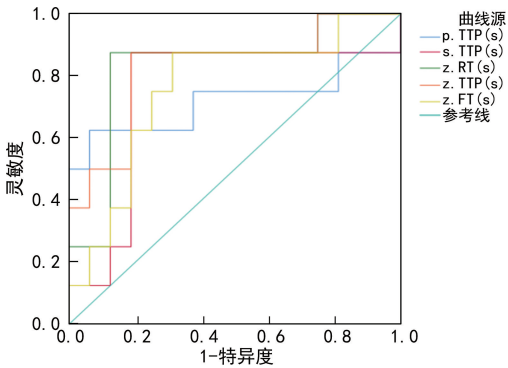


图 4 AR 组患者对比增强超声主肾动脉时间-强度曲线

2.4 诊断效能 VueBox 定量分析参数鉴别诊断 AR、DGF 的准确性由高至低依次为主肾动脉 TTP、主肾动脉 RT、主肾动脉 FT、髓质 TTP、皮质 TTP。AUC 分别为 0.828、0.828、0.758、0.742、0.719。见表 4、图 5。

表 4 VueBox 定量分析参数诊断效能

项目	AUC	95%可信区间	最佳截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
髓质 TTP	0.742	0.446~0.991	0.687	87.5	81.2
皮质 TTP	0.719	0.499~0.985	0.562	62.5	93.7
主肾动脉 RT	0.828	0.634~1.000	0.750	87.5	87.5
主肾动脉 FT	0.758	0.546~0.970	0.562	87.5	68.7
主肾动脉 TTP	0.828	0.638~1.000	0.687	87.5	81.2



注：p. TTP：皮质 TTP；s. TTP：髓质 TTP；z. RT：主肾动脉 RT；z. TTP：主肾动脉 TTP；z. FT：主肾动脉 FT。

图 5 VueBox 定量分析参数鉴别诊断 AR、DGF 的 ROC 曲线

3 讨论

常规超声是肾移植术后监测的首选检查方式，能提供移植肾整体形态和血流灌注的信息。目前，各级肾动脉 PSV、RI 是公认的肾移植术后监测的 2 个常用参数^[5]。本研究未发现任何形态学的常规超声参数能诊断移植肾 AR 和肾功能 DGF，仅观察到 AR 组患者肾段动脉 RI 较肾功能稳定组和 DGF 组高，但肾叶间动脉、弓形动脉、主肾动脉 RI 无明显差异，表明 RI 在诊断移植肾功能障碍方面不是可靠的标志^[6]。RI 可定量展示肾脏的微循环^[7]，但由于 RI 受血管系统阻力、脉压、心率、节律等因素的影响，其增加并非仅由于微循环改变所致^[8]。因此，目前对 RI 在移植肾超声诊断中的应用仍存在争议。

超声造影检查可提高超声显像的分辨率、增加诊断的灵敏度和特异度^[9]。DGF 发病机制目前仍未明确，部分研究表明是肾小管缺血-再灌注损伤所致^[10-11]。肾脏皮层占肾脏总血流量的 95%^[12]，在肾移植术后发生并发症时可能会影响微循环，导致髓质血流量相对于全肾血流量不成比例地下降^[13]。

本研究利用超声造影结合 VueBox 定量分析软件发现，DGF 组患者皮、髓质 ROI TTP，以及主肾动脉 TTP、RT、FT 均较 AR 组明显延长。DGF 组患者造影剂增强速度减慢，表明移植肾功能 DGF 可能由于微循环阻力增加、阻力分布不均匀造成造影剂流入明显延迟^[14]，与之前的研究结果一致^[15-16]，意味着在超声造影检查时 DGF 组患者移植肾造影剂由皮质进入髓质的阻力增大，与其病理改变相符。

本研究采用的术式均为端侧吻合，并且排除了由移植手术引起的肾血管并发症，在移植肾功能稳定恢复的患者中超声造影显示造影剂依次从髂外动脉、主肾动脉、肾段动脉中间、叶间动脉、弓形动脉显影，DGF 组患者移植肾内造影剂显影顺序与移植肾功能稳定组相同，但显影速度明显较慢。当出现肾功能不全时移植肾血管内高阻力可能导致收缩期频谱明显上升，部分患者血流可中断或消失^[17-18]。本研究患者尽管尚未出现如上血流变化，但通过二维超声观察到 AR 组患者肾段动 RI 较高。此外本研究通过 VueBox 定量分析软件发现，DGF 组患者主肾动脉 ROI TTP、RT、FT 均较 AR 组明显延长，可能与 DGF 患者肾小管被脱落细胞阻塞、肾肿胀、肾紧张度增加导致微血管阻力增加的病理变化有关。

GOYAL 等^[19]也探讨了超声造影联合 VueBox 定量分析软件鉴别 AR 与 DGF 的应用价值，共选取 105 例患者，但其将关注点主要聚焦在 DGF 与 AR 在大包膜下 ROI 的 RT 和 FT。此外 BENOZZI 等^[20]选取了 39 例患者，结果显示，急性肾小管坏死患者皮质/髓质比对照组低，而 AR 患者 TTP 比对照组高。同时，ARAUIJO 等^[21]和 FISCHER 等^[22]也报道了类似的结果。表明其主要关注在造影剂灌注流入移植

肾皮质和髓质时间,并未关注移植肾主肾动脉的造影剂灌注速度情况,本研究为临床医生鉴别移植肾术后 DGF 和 AR 提供了新的关注视野。

然而本研究也存在一些不足:(1)为单中心研究,因此,需进一步加强多中心合作,扩大样本量,并使用更为标准化的病理“金标准”,以进一步证明移植肾超声造影定量分析的结果。(2)未考虑肾移植前的原发病变,如糖尿病肾病、免疫球蛋白 A 肾病导致的肾衰竭,需进一步探讨上述病变在移植肾术后在超声造影方面的定量区别。(3)仅探讨了二维超声与超声造影对移植肾术后的诊断,未联合其他影像学技术,如弹性成像、微血管成像、灰阶血流成像等。

本研究的主要贡献:(1)在超声造影基础上有效定量地显示了 AR、DGF、肾功能稳定患者肾脏微血管灌注情况;(2)从数据来源看,利用了几个与灌注相关的超声造影参数,如 TTP,可作为肾脏血管灌注的新标志物;(3)使用 VueBox 定量分析软件获得的数据构建的 ROC 曲线为临床医生早期区分 AR 和 DGF 提供了新的见解。

综上所述,超声造影结合 VueBox 定量分析软件为临床检测移植肾术后 DGF 和 AR 的发生及鉴别诊断提供了直观的无创检查方法,以及更为客观的诊断数据,可弥补二维超声检查的不足,具有较好的临床应用价值,但仍需进一步研究验证其准确性和可靠性。

参考文献

[1] BECKER J U, SERON D, RABANT M, et al. Evolution of the Definition of Rejection in Kidney Transplantation and Its Use as an Endpoint in Clinical Trials [J]. *Transpl Int*, 2022, 35: 10141.

[2] FATTHY M, SALEH A, AHMED R A, et al. Incidence and determinants of complications of percutaneous kidney biopsy in a large cohort of native kidney and kidney transplant recipients[J]. *Sultan Qaboos Univ Med J*, 2022, 22 (2): 268-273.

[3] BĂDULESCU M R, SOCACIU M A, MOISOIU T, et al. Current status of imaging diagnosis in the transplanted kidney. A review of the literature with a special focus on contrast-enhanced ultrasonography[J]. *Med Pharm Rep*, 2020, 93(2): 133-144.

[4] 冯梓燕,梁思宇,韩伟,等. 超声造影在移植肾功能延迟恢复中的应用[J]. *暨南大学学报(自然科学与医学版)*, 2022, 43(4): 412-418.

[5] JEERARARUENSAK W, TAWEEMONKONGSAP T, LARPPARISUTH N, et al. Color doppler guided in early renal allograft biopsy: a safer and Non-Inferior technique [J]. *Transplant Proc*, 2023, 55(10): 2385-2391.

[6] VIAZZI F, LEONCINI G, DERCHI L E, et al. Ultrasound doppler renal resistive index: a useful tool for the management of the hypertensive patient[J]. *J Hypertens*, 2014,

32(1):149-153.

[7] STIGLER J, TIEFENTHALER M. Value and limitations of sonography in kidney transplant recipients with special attention to the resistive index-An update [J]. *Front Nephrol*, 2022, 2: 997839.

[8] DAMMANN E, GROTH M, SCHILD R S, et al. B-Flow sonography vs. color doppler sonography for the assessment of vascularity in pediatric kidney transplantation [J]. *Rofo*, 2021, 193(1): 49-60.

[9] VOLLERT K, CLEVERT D A, KLEFFEL T. Endocavitary Contrast-Enhanced ultrasound [J]. *Rofo*, 2022, 194 (11): 1204-1215.

[10] KERNIG K, ALBRECHT V, DRÄGER D L, et al. Predictors of delayed graft function in renal transplantation [J]. *Urol Int*, 2022, 106(5): 512-517.

[11] SWANSON K J, ZHONG W, MANDELBROT D A, et al. Histopathological features and role of allograft kidney biopsy among recipients with prolonged delayed graft function: a review [J]. *Transplantation*, 2024, 108(9): 1911-1921.

[12] BAEK S D, JANG M, KIM W, et al. Benefits of intraoperative continuous renal replacement therapy during liver transplantation in patients with renal dysfunction [J]. *Transplant Proc*, 2017, 49(6): 1344-1350.

[13] ALEJANDRO V, SCANDLING J D JR, SIBLEY R K, et al. Mechanisms of filtration failure during postischemic injury of the human kidney. A study of the reperfused renal allograft[J]. *J Clin Invest*, 1995, 95(2): 820-831.

[14] GRZELAK P, SZYM CZYK K, STRZELCZYK J, et al. Perfusion of kidney graft Pyramids and cortex in contrast-enhanced ultrasonography in the determination of the cause of delayed graft function[J]. *Ann Transplant*, 2011, 16(1): 48-53.

[15] MURRAY I V, PAOLINI M A. Histology, kidney and glomerulus[M]. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*, 2025.

[16] KALANTAR-ZADEH K, LI P K T. Strategies to prevent kidney disease and its progression[J]. *Nat Rev Nephrol*, 2020, 16(3): 129-130.

[17] MAZUECOS A, GARCÍA T, ALONSO F, et al. Value of reversed diastolic flow in Doppler sonography of renal transplant[J]. *Transplant Proc*, 1997, 29(1/2): 167-168.

[18] SAARINEN O, SALMELA K, AHONEN J, et al. Reversed diastolic blood flow at duplex Doppler. A sign of poor prognosis in renal transplants[J]. *Acta radiol*, 1994, 35(1): 10-14.

[19] GOYAL A, HEMACHANDRAN N, KUMAR A, et al. Evaluation of the graft kidney in the early postoperative period: performance of Contrast-Enhanced ultrasound and additional ultrasound parameters[J]. *J Ultrasound Med*, 2021, 40(9): 1771-1783.

[20] BENOZZI L, CAPPELLI G, GRANITO M, et al. Contrast-enhanced sonography in early kid-(下转第 1082 页)

的主要症状,维和医疗分队到达任务区前做了较充分的调研,针对性地准备包含新冠病毒感染、疟疾、伤寒在内的多种病原体感染疾病的辅助诊断检测试剂,同时,针对发热性疾病的主要伴随症状备足对症的药物储备。

3.2 维和医疗分队诊治发热患者工作的几点思考 针对目前维和医疗分队无法大规模接收、诊治发热患者的现状建议:(1)后续轮换的维和医疗分队在进入任务区前应进行集中培训,根据任务区的疾病分布及保障对象,对常见发热性疾病的诊断、治疗、护理进行系统详细的培训,以便提高后续救治效率。(2)达到任务区后的维和医疗分队应切实建立并执行各种常见发热性疾病的防控制度,建立诸如上呼吸道感染、新冠病毒感染、疟疾、伤寒等发热疾病的诊治方案预案。(3)维和医疗分队自身应组织发热性疾病防控、收治、转诊、消杀等方面的演练和实操,确保遭遇群体性、规模性发热患者就诊情况时能迅速开展有效处置。(4)考虑到维和医疗分队活动区域相对固定,建议对营区进行封闭式管理,将工作区和生活区完全隔断,在工作区设立污染区、半污染区和清洁区。在污染区内严格做好防护工作,进入清洁区前做好消杀工作。设立隔离区和隔离房间,对疑似传染病的发热患者进行严格隔离收治。此外,对饮用水和食物做好每天检测和消杀工作,确保食物和饮用水的安全。(5)建议在后续辅助疾病诊断、药物准备、防疫物资储备方面可针对性地提前部署,包括但不限于以下措施:实验室诊断工具的扩充(要求简易化或自动化,如病毒抗原抗体手工法检测、重点细菌/病毒聚合酶链反应即时检测等)、治疗药物种类的扩充(增加抗生素、抗病毒药、止咳药、化痰药、抗疟疾药、解热镇痛药等的多种剂型及类别)、给药方式的多元化(在生物安全的前提下启用雾化给药的方式等)和饱和供给防疫物资(前期加强用量评估、完善临时补充方案等)。

本研究通过对任务区就诊的发热患者的病因及临床特征进行了回顾性统计及分析,总结了维和医疗分队诊治发热患者的经验并提出了后续工作可进一步完善和提高之处,有助于缩短各类发热性疾病确诊时间,以便尽快开始针对病因治疗,改善发热患者的预后,为后续轮换的维和医疗分队提高对发热患者的

诊治效率及救治质量提供了参考依据。

参考文献

[1] United Nations. United Nations Organization Stabilization Mission in the Democratic Republic of the Congo (MONUSCO)[EB/OL]. (2024-11-22)[2024-11-29]. <https://www.un.org/sg/en/global-leadership/un-stabilization-mission-in-the-democratic-republic-of-the-congo/all>.

[2] 张俊才,郭艳,陈敏,等. 联刚稳定团南部区维和部队卫生防疫工作误区与改进措施[J]. 中华卫生杀虫药械,2018,24(2):203-204.

[3] 许磊,王彩燕,李海燕,等. 刚果(金)南基武省维和人员疾病流行病学特征分析[J]. 解放军医学院学报,2022,43(7):774-780.

[4] 梅曼. 发热待查的临床诊断思路及治疗原则[J]. 医师在线,2021,11(24):26-27.

[5] 田地,齐文杰,王超,等. 347 例发热待查病因与病原学检查分析[J]. 临床军医杂志,2020,48(12):1433-1436.

[6] 刘睿,沈伟伟,蒲中枢,等. 刚果(金)中国维和二级医院急性阑尾炎收治情况调查[J]. 人民军医,2021,64(2):127-131.

[7] 邱玉坤,付英英,刘国才,等. 刚果(金)维和二级医院新冠肺炎疫情下就诊患者疾病种类[J]. 实用医药杂志,2021,38(4):344-346.

[8] 王舰,罗涵,邓涛,等. 驻刚果(金)维和二级医院新型冠状病毒肺炎疫情前后疾病谱特点分析[J]. 军事医学,2023,47(6):412-416.

[9] 曹蕴,李伟,刘传苗. 不同时期发热待查的病因分布及临床特征研究[J]. 当代医学,2021,27(6):15-17.

[10] World Health Organization. Living guidance for clinical management of COVID-19 [EB/OL]. (2021-11-23)[2024-10-15]. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2021-2>.

[11] 王洪刚. 血液化验在急性感染性发热患者诊断中的价值分析[J]. 中国卫生标准管理,2017,8(18):108-109.

[12] 王博文,蒙柏桑,杨杰,等. 中国驻刚果(金)维和Ⅱ级医院新型冠状病毒肺炎疫情防控措施探讨[J]. 东南国防医药,2022,24(3):334-336.

[13] 田华,徐英,刘立洁,等. 驻刚果(金)维和部队军事训练伤发生特征及影响因素[J]. 职业与健康,2019,35(21):2993-2995.

(收稿日期:2024-12-03 修回日期:2025-02-08)

(上接第 1077 页)

ney graft dysfunction[J]. Transplant Proc,2009,41(4):1214-1215.

[21] ARAUJO N C,SUASSUNA J H R. Time-intensity curve analysis of contrast-enhanced ultrasound is unable to differentiate renal dysfunction in the early post-transplant period-a prospective study[J]. BMC Nephrol,2018,19(1):351.

[22] FISCHER T,FILIMONOW S,DIECKHÖFER J,et al. Improved diagnosis of early kidney allograft dysfunction by ultrasound with echo enhancer—a new method for the diagnosis of renal perfusion[J]. Nephrol Dial Transplant,2006,21(10):2921-2929.

(收稿日期:2024-07-06 修回日期:2025-02-10)