

经皮腔内介入治疗移植肾动脉狭窄的临床疗效

李楠, 徐涛, 廖长礼, 温春勇, 杨建勇, 黄勇慧

【摘要】 目的:探讨经皮腔内球囊扩张术(PTA)/支架植入术(PTAS)治疗移植肾动脉狭窄(TRAS)的临床疗效。**方法:**搜集 29 例经多普勒超声检查确诊为 TRAS 的患者。所有患者均行 PTA/PTAS 治疗,分析并比较 TRAS 患者介入治疗前后相关指标的改变,评估介入治疗疗效及预后。**结果:**29 例患者均成功行 PTA/PTAS 治疗,其中 6 例患者行 PTA,23 例行 PTA+PTAS,术中未出现介入治疗相关严重并发症,患者术后肾功能相关指标均明显好转。术后患者血清肌酐由术前(261.96 ± 193.79) $\mu\text{mol/L}$ 降至(167.44 ± 76.94) $\mu\text{mol/L}$ (术后 1 个月),术前与术后比较差异有统计学意义($P=0.007$);尿素氮由术前(14.15 ± 7.08) mmol/L 降至(9.83 ± 4.12) mmol/L (术后 1 个月),术前与术后比较差异有统计学意义($P=0.000$)。2 例伴高血压患者术后用药减少,1 例蛋白尿患者支架植入治疗后蛋白尿消失。29 例 TRAS 患者中 4 例失访,平均随访时间为 22.6 个月,其中 2 例进展为移植肾功能衰竭,2 例出现支架相关并发症,给予介入治疗后好转,余患者预后良好。**结论:**PTA/PTAS 是肾移植术后 TRAS 的主要治疗方式,成功率高,可明显改善移植肾功能,患者长期预后良好。

【关键词】 移植肾动脉狭窄; 肾移植; 经皮腔内球囊扩张术; 经皮腔内支架植入术; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像

【中图分类号】 R543.5; R814.42; R445.2 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2022)05-0626-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.05.018

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effects of endovascular therapy for transplant renal artery stenosis LI Nan, XU Tao, LIAO Chang-li, et al. Department of Interventional Radiology, Guangzhou First People's Hospital, the Second Affiliated Hospital of South China University of Technology, Guangzhou 510180, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the clinical efficacy of percutaneous transluminal angioplasty (PTA)/percutaneous transluminal artery stenting (PTAS) for transplant renal artery stenosis (TRAS). **Methods:** Twenty-nine patients with TRAS confirmed by Doppler ultrasonography were collected. All patients received PTA/PTAS treatment, and the changes of related indicators in TRAS patients before and after interventional therapy were analyzed and compared to evaluate the efficacy and prognosis of interventional treatment. **Results:** All 29 patients were successfully treated with PTA/PTAS, among which 6 patients were treated with PTA and 23 patients with PTA plus PTAS. No serious complications related to interventional therapy occurred during operation. Renal function indicators of the patients were significantly improved after operation. Serum creatinine decreased from (261.96 ± 193.79) $\mu\text{mol/L}$ to (167.44 ± 76.94) $\mu\text{mol/L}$ (1 month after operation), and the difference was statistically significant ($P=0.007$). Urea nitrogen decreased from (14.15 ± 7.08) mmol/L to (9.83 ± 4.12) mmol/L (1 month after operation), and the difference was statistically significant ($P<0.001$). Dosage of antihypertensive drugs was reduced in 2 patients with hypertension, and proteinuria disappeared in 1 patient after stent implantation. Among the 29 patients with TRAS, 4 patients were lost to follow-up, and the mean follow-up time was 22.6 months. Among them, 2 patients progressed to graft renal failure and 2 patients developed stent-related complications, which were improved after subsequent inter-

作者单位: 510180 广州, 广州市第一人民医院, 华南理工大学附属第二医院介入放射科(李楠); 510080 广州, 中山大学附属第一医院放射介入科(廖长礼, 温春勇, 杨建勇, 黄勇慧); 510020 广东, 深圳市人民医院介入科(徐涛)

作者简介: 李楠(1986-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 医师, 主要从事肿瘤及血管性疾病的介入治疗工作。

通讯作者: 黄勇慧, E-mail: huangyonghui@mail.sysu.edu.cn

基金项目: 广东省自然科学基金项目(2020A1515010920)

ventional therapy, and the rest of the patients had a good prognosis. **Conclusion:** PTA/PTAS is the main treatment for TRAS, which has a high success rate and can significantly improve transplanted renal function, and thus lead to a good long-term prognosis for the patients.

【Key words】 Transplant renal artery stenosis; Kidney transplant; Percutaneous transluminal angioplasty; Percutaneous transluminal artery stenting; Tomography, X-ray computed; Magnetic resonance imaging

肾移植是目前治疗终末期肾病最有效的方式,随着外科技术及医疗水平的提高,肾移植手术开展的数量逐年增多^[1],改善了部分终末期肾病患者的生活质量,延长了寿命^[2,3]。尽管我国移植技术及医疗水平在不断提高,但术后并发症仍是肾移植术后需要面临的主要问题,包括排斥反应、急性肾小管坏死、泌尿系统和血管系统并发症等^[4-6]。其中,移植肾动脉狭窄(transplant renal artery stenosis, TRAS) 占有肾移植血管相关并发症的 75% 以上,通常发生在移植手术后 3 个月至 2 年内^[7-10]。难治性高血压及移植肾功能障碍为主要临床表现,严重者可能导致移植肾部分或完全失功能^[8,10]。因此,早发现早治疗对该类患者至关重要。

目前移植肾动脉狭窄主要采用腔内手术治疗^[11-15],然而血管内介入治疗 TRAS 对患者是否获益仍然存在一定争议。许多小样本量研究报道了腔内治疗的短期或中期疗效且不同中心存在一定异质性,尤其治疗方式的选择尚缺乏一致性认识^[12-14]。因此,本研究回顾性分析 29 例肾移植术后 TRAS 行经皮腔内球囊扩张术(percutaneous transluminal angioplasty, PTA)/支架植入术(percutaneous transluminal artery stenting, PTAS) 患者的临床及影像资料,对该病的临床特点及诊治经验进行分析和总结,旨在为肾移植术后 TRAS 的诊治提供一定参考。

材料与方法

1. 病例资料

选取 2014 年 4 月—2021 年 4 月就诊于中山大学附属第一医院肾移植术后发生肾功能损害/难治性高血压且高度怀疑 TRAS 的患者,均行彩色多普勒血流显像(color doppler flow imaging, CDFI)检查,具体诊断标准:① 肾动脉局限性狭窄;② 肾动脉峰值流速大于 200 cm/s;③ 狭窄段:狭窄前段流速 $>2:1$;④ 狭窄远端血流紊乱^[7,16]。诊断为 TRAS 后,所有患者均行 MSCT 血管成像(MSCT angiography, MSCTA)或磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)检查及重建,以进一步明确狭窄部位、狭窄程度及是否累积小分支等。根据血管管径狭窄程度将其分为轻度($\leq 50\%$)、中度($50\% \sim 75\%$)和重度($\geq 75\%$)

狭窄^[17]。本研究共入组 29 例患者,其中男 22 例,女 7 例,平均年龄(39.45 ± 13.53)岁(11~66 岁)。移植肾均位于髂窝内,28 例采用移植肾动脉与髂外动脉端-侧吻合方式,1 例采用肾动脉与髂内动脉端端吻合方式。发病时间为肾移植术后 1~24 个月,平均(7.17 ± 4.87)个月。本研究为回顾性研究,所有患者均签署手术知情同意书。

2. 腔内介入治疗

根据术前影像图像指引,行同侧或对侧股动脉入路。采用 Seldinger 术股动脉穿刺,将 5F Cobra 导管插管至移植肾动脉侧行髂总动脉及移植肾动脉造影,多次调整球管角度,使移植肾动脉充分舒展,准确显示病变部位、狭窄程度及狭窄长度。同时,结合影像图像再次明确移植肾动脉狭窄部位、病变长度及是否有分支血管受累等。采用 DSA 自带软件测量病变部位血管的直径、狭窄程度和长度。确定狭窄部位后经导管注入 3000U 肝素钠。经 0.014 in 导丝引入合适尺寸的球囊或支架,跨越病变部位,再次造影明确病变部位后行球囊扩张术和/或支架植入术。对病变血管予以球囊扩张后,是否置入血管支架由狭窄程度、患者年龄、球囊扩张后再狭窄的预判等综合决定。总体原则为狭窄程度严重、患者年龄较大、长段狭窄和血管扭曲等预判球囊扩张后再狭窄复发率高者行支架植入。术中予以肝素化充分抗凝,术后予以低分子肝素钠(0.6 mL/次, IH, QD)抗凝治疗,续贯阿司匹林(0.1 g/次, PO, QD)及氯吡格雷(75 mg/次, PO, QD)治疗 6 个月以上。技术成功定义为腔内治疗后无造影剂外溢及解剖或残留狭窄 $<30\%$ ^[16]。记录患者介入治疗前后相关指标(血清肌酐、尿素氮、收缩压、舒张压)的变化情况,并采用超声定期随访支架通畅情况,分析 TRAS 患者的预后情况。介入手术期间及手术后长期口服他克莫司或环孢素、麦考酚酸类及甲泼尼龙预防排斥反应。术后依据患者血压情况制定降压方案,随访时间 1~62 个月。

3. 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不符合正态分布的计量资料以中位数表示。不同时间点数据的组间比较采用配对 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统

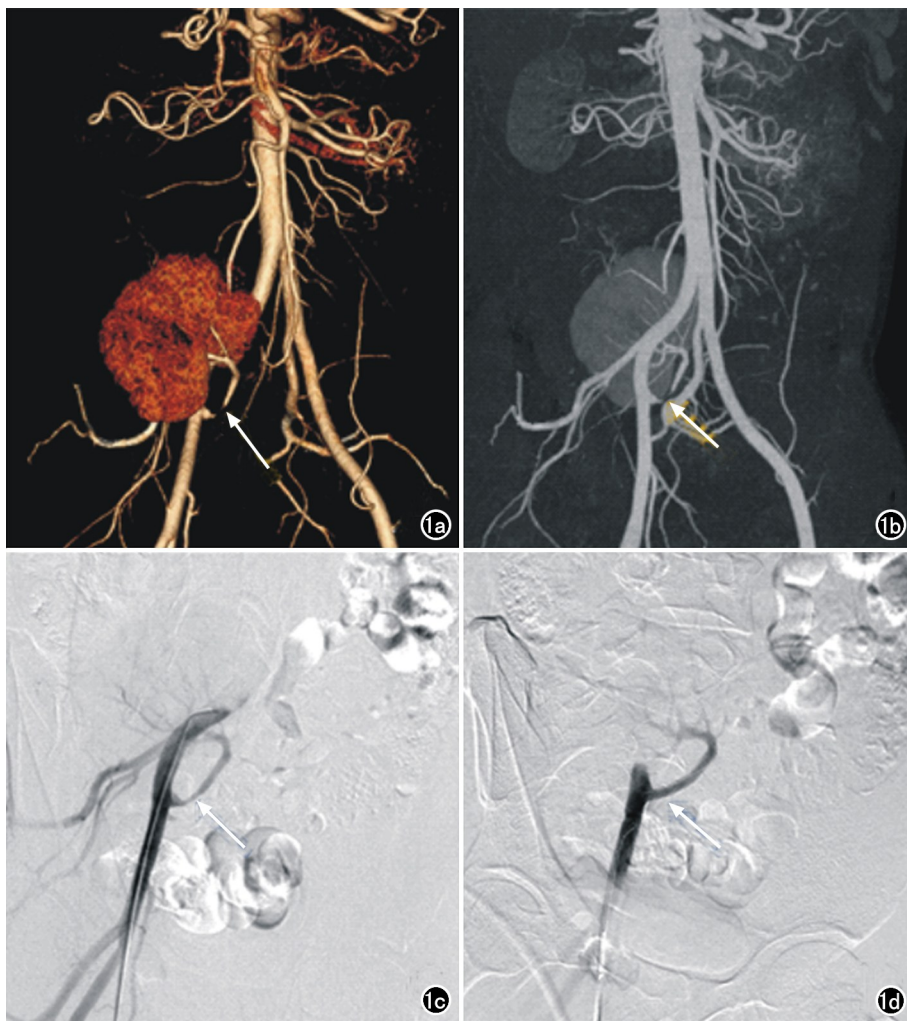


图1 PTA联合PTAS术治疗移植肾动脉狭窄患者。a) VR血管重建技术显示移植肾动脉狭窄部位(箭); b) 采用MIP技术行血管重建,清晰显示移植肾动脉狭窄部位(箭); c) 术中行血管造影,显示移植肾动脉起始部重度狭窄(箭); d) 支架植入术后血管造影,支架内血流通畅、狭窄管腔完全支撑开(箭)。

计学意义。

结果

27例患者采用MSCTA(图1a、b)、2例采用非对比增强MRA(non-contrast-enhanced MR angiography, NCE-MRA)(图2a—2c)显示了移植肾动脉解剖、位置、狭窄程度。根据影像图片的指导,29例患者均成功行腔内治疗。在不同体位造影下,将狭窄部位充分舒展,术中DSA测量狭窄部位平均长度为 (15.63 ± 5.81) mm($6.00 \sim 28.34$ mm)。29例患者中轻度狭窄2例,中度狭窄13例,重度狭窄14例。所有患者手术操作顺利,其中PTA联合PTAS术23例(图1c、d),单纯PTA术6例(图2e、f),术中未出现介入治疗相关严重并发症,患者术后肾功能相关指标均明显好转。术前26例患者伴有不同程度的血清肌酐(serum creatinine, Scr)及血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)

升高,术后1天至1个月内观察到稳定的Scr、BUN下降(表1)。术前1天Scr为 (261.96 ± 193.79) μ mol/L(正常值 $53 \sim 115$ μ mol/L),BUN为 (14.15 ± 7.08) mmol/L(正常值 $2.9 \sim 8.6$ mmol/L);术后1天及1个月Scr分别为 (220.34 ± 137.58) μ mol/L、 (167.44 ± 76.94) μ mol/L(术前1天与术后1天比较: $t=2.80$, $P=0.09$;术前1天与术后1个月比较: $t=2.96$, $P=0.007$;术后1天与术后1个月比较: $t=2.69$, $P=0.012$);术后1天及1个月BUN分别为 (10.46 ± 4.69) mmol/L、 (9.83 ± 4.12) mmol/L(术前1天与术后1天比较: $t=4.03$, $P=0.000$;术前1天与术后1个月比较: $t=4.05$, $P=0.000$;术后1天与术后1个月比较: $t=1.04$, $P=0.31$)。29例患者中2例伴有高血压,术前最高血压分别为179/120 mmHg、182/110 mmHg,每天2次口服拜新同60 mg可将血压降至146/86 mmHg、138/100 mmHg,给予支架治疗后患者血压较前明显下降,根据血压状况改服每天1次拜新同60 mg,血压仍可控制至正常范围。1例患者术前尿蛋白定量为2.224 g/24 h(正常 $0 \sim 0.12$ g/24 h),给予球扩支架治疗1个月后尿蛋白降至正常范围。

随访期间29例患者中4例失联,余25例平均随访时间为 (22.60 ± 16.95) 个月($1 \sim 62$ 个月)。随访期间3例患者Scr再次升高,其中1例给予药物治疗后好转,另外2例药物治疗后未见好转,活检提示1例为急性排斥反应,另1例为重度肾小管慢性化病变,最终患者肾功能衰竭行血液透析;1例患者规律超声复查时出现支架内急性血栓形成,给予尿激酶溶栓并球囊扩张后症状好转;另有1例患者出现支架远心端重度狭窄,后予以球扩支架治疗。

表1 介入治疗前后肾功能指标改变情况

指标	术前1天	术后1天	术后1月
Scr (μ mol/L)	261.96 ± 193.79	220.34 ± 137.58	$167.44 \pm 76.94^*$
BUN (mmol/L)	14.15 ± 7.08	$10.46 \pm 4.69^*$	$9.83 \pm 4.12^*$

注: * 与介入治疗前相比, $P < 0.05$ 。

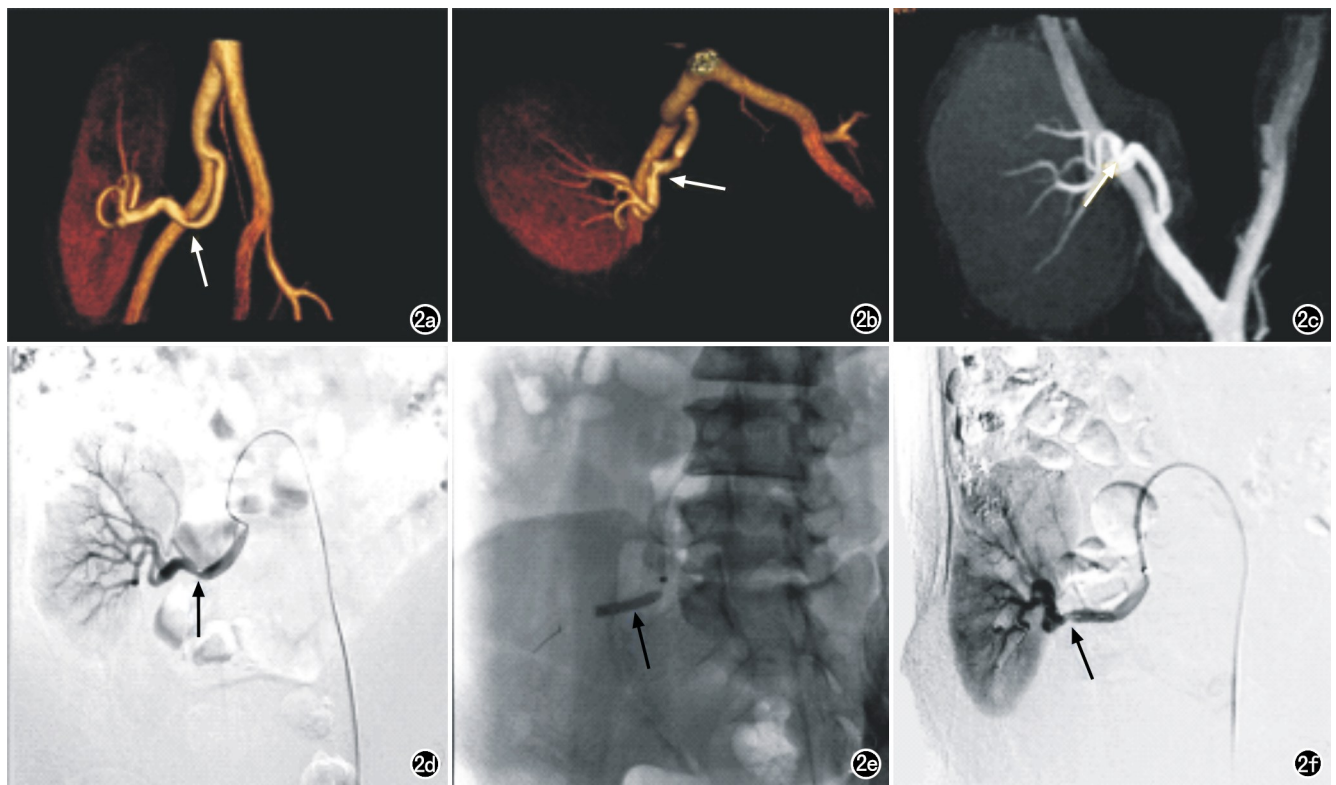


图2 单纯 PTA 术治疗移植肾动脉狭窄患者。a)术前 MRA 示移植肾动脉狭窄(箭);b)MIP 重建示移植肾动脉狭窄(箭);c)VR 重建示移植肾动脉狭窄(箭);d)术中行血管造影,显示移植肾动脉局限性重度狭窄(箭);e、f)经皮球囊扩张术后,狭窄部位较前明显好转,血管造影显示血流通畅(箭)。

讨论

移植肾动脉狭窄(TRAS)是肾脏移植术后最常见的血管相关并发症。相关研究表明,早期 TRAS 主要是由于手术损伤移植肾动脉内膜或血管缝合的技术问题;后期出现 TRAS,考虑为同种异体肾动脉增生或肾和/或髂动脉粥样硬化的演变^[18]。由于未做病理检查,无法确认本研究相关 TRAS 的具体病因。TRAS 可导致移植肾功能不全、高血压,甚至移植肾功能丧失^[11]。本研究中,89.67%患者出现 Scr 及 BUN 的升高,6.90%患者出现难治性高血压,3.43%患者出现难以解释的蛋白尿,出现症状时间平均为 7.17 个月,以上数据均与文献报道类似^[11,19,20]。因此,及早发现并诊治 TRAS 至关重要。

目前诊断 TRAS 的检查方法主要包括彩色多普勒超声(color Doppler ultrasound, CDUS)、MRA/CTA 及 DSA。CDUS 具有无创、准确、可重复、经济等优点,通过观察移植肾形态、大小、回声和血流动力学的改变诊断 TRAS,在 TRAS 的初筛中起着至关重要的作用。因此,本中心所有肾移植患者均定期复查,一旦出现肾功能受损的临床表现,均行 CDUS 以排除或确定 TRAS。然而,虽然超声定量参数在评估 TRAS 方面已经进行了许多研究,但如何最佳地筛查

和评估 TRAS 尚未达成共识,目前相关文献中使用的超声标准已超过 10 个^[21-24]。本研究采用临床较为广泛应用的标准:①肾动脉局限性狭窄;②肾动脉峰值流速大于 200 cm/s;③狭窄段流速:狭窄前段流速大于 2:1;④狭窄远端血流紊乱^[7,16]。尽管 CDUS 常作为一种可靠的初筛、诊断工具,但其结果与操作者水平密切相关,尤其对于迂曲血管可能导致收缩峰值速度假性增高,增加了假阳性率^[25]。近年来,CTA 及对比增强 MRA(contrast-enhanced, CE-MRA)成为评估 TRAS 的主要方式,但 CTA 检查时需使用一定量的含碘对比剂,对于已存在移植肾损伤的患者来说具有加重肾功能损伤的风险,其发生率高达 7%^[26,27]。此外 CTA 还存在电离辐射的暴露问题;CE-MRA 已被确定为评估肾动脉的重要成像技术,因为它不需要使用含碘对比剂,也无电离辐射危害^[28]。钆对比剂在移植肾动脉患者中是相对安全的,然而,钆对比剂相关的肾源性全身纤维化是肾功能不全患者的潜在危险因素^[29]。此外,钆对比剂的应用导致钆在人脑中的沉积亦引起了广泛关注^[30]。因此,NCE-MRA 方法成为评估 TRAS 的后起之秀^[31,32]。本研究中有 2 例患者行 NCE-MRA 扫描,结果显示其具有高质量的移植肾动脉图像,可清晰显示动脉狭窄,其有望成为一种无创、准确且安全的评估 TRAS 的检查手段,尤其是对伴有肾功

能不全的患者具有广阔的临床应用前景^[31, 33-35]。

目前针对移植肾动脉治疗主要有两种手术方式: ①外科手术。由于外科手术容易发生严重并发症, 如移植肾功能丧失(15%~20%)、输尿管损伤等, 因此其往往被认为是一种挽救性治疗, 主要应用于腔内介入手术失败或有严重复杂狭窄的病例^[36]; ②腔内治疗是目前移植肾动脉病变公认的主要治疗方法^[10, 37, 38], 相关研究表明, 介入手术成功率为 90% 以上^[11]。本研究中 29 例患者均行介入手术, 手术成功率为 100%。血管成形术包括球囊扩张术(PTA)和支架植入术(PTAS)。单纯 PTA 可引起严重的血管并发症, 如吻合口漏、夹层甚至血管破裂, 再狭窄发生率高达 33%^[4]。PTAS 患者较少发生上述相关并发症, 其再发狭窄率低于 10%^[4, 39]。因此, 有研究者建议将 PTAS 作为治疗 TRAS 患者的首选干预方法^[40, 41]; 但目前针对 PTAS 及 PTA 术的具体适应症仍无明确共识。有学者认为 TRAS 较短(<1 cm), 呈线状或离吻合口较远(>2 cm), 建议采用 PTA; 如果 TRAS 长、扭曲或位于吻合口, 支架植入更为合适^[11]。亦有研究表明轻度狭窄者, 介入术中仅进行球囊扩张。支架置入术的指征为: ①PTA 术后残余狭窄>30%, 或 PTA 术后狭窄段两端压差>10 mmHg; ②移植术后 3 个月内的狭窄; ③解剖限流和高弹性反冲; ④形成夹层动脉瘤^[38, 42]。本研究中所有患者均行球囊扩张术, 是否置入血管支架由狭窄程度、患者年龄、球囊扩张后再狭窄的预判等综合决定。总体原则是狭窄程度严重、患者年龄较大、长段狭窄和血管扭曲等预判球囊扩张后再狭窄复发率高的患者行支架植入。本研究中 6 例患者行单纯 PTA 治疗, 23 例患者行 PTA+PTAS 治疗, 即先进行 PTA, 后行球扩支架治疗, 是因为移植肾动脉支架均为裸支架, 其释放过程中需要较粗的输送导管辅助。因此先行球囊扩张可以为支架的释放开辟通路、提高支架植入成功率。尤其当重度狭窄、病变钙化严重或血管走形迂曲时未行 PTA 直接插入输送导管, 容易导致血管内膜撕脱产生夹层等并发症, 导致移植肾功能丧失。本研究术中未见介入相关严重并发症, 如 PTA 导致血管破裂等; 但 PTAS 患者随访中, 有 1 例发生支架内血栓形成, 考虑为患者突然停用抗血小板药物所致, 给予支架内溶栓并 PTA 治疗后患者症状好转; 另有 1 例患者出现支架远端血管重度狭窄, 不排除裸支架刺激内膜增生所致, 后给予补充一枚裸支架后症状缓解。目前对于 PTA 和 PTAS 的疗效仍存在争议。有研究表明, PTAS 给予 TRAS 患者提供了良好的临床治疗结果, 并推荐使用 PTAS 作为 TRAS 的初始治疗方法^[13, 43]。然而, Li 等^[12]研究表明, 单用药物涂层球囊短期内也可有效恢复移植肾动

脉血流和维护移植肾功能。根据笔者经验, 狭窄程度严重、患者年龄较大、狭窄较长、扭曲或位于吻合口的狭窄及预判球囊扩张后再狭窄复发率高的患者需行支架植入, 如果狭窄距离吻合口较短、线状或相对远, PTA 也能取得满意的效果。有研究表明, 血管成形术在改善移植植物功能和控制血压方面的效果尚不明确。Touma 等^[14]指出血管成形术可降低由于 TRAS 导致的 Scr, 但血压却无明显变化。Geddes 等^[44]认为与保守治疗相比, 针对血压以及肾功能方面, 介入治疗并不能明显改善移植肾动脉患者长期的预后。本研究结果显示, 血管成形术后 TRAS 患者血压、Scr、BUN 显著降低, 在随访期间绝大多数患者保持长期有效的肾功能, 可能是由于本研究中大多数患者主要为移植植物动脉狭窄相关的肾功能急剧下降或血压升高。

综上所述, PTA /PTAS 治疗 TRAS 安全有效, 成功率较高, 可改善移植肾功能及血压, 患者长期预后良好。

参考文献:

- [1] Liu ZH. Nephrology in China[J]. Nat Rev Nephrol, 2013, 9(9): 523-528.
- [2] Jensen CE, Sørensen P, Petersen KD. In Denmark kidney transplantation is more cost-effective than dialysis[J]. Dan Med J, 2014, 61(3): A4796.
- [3] Cavallo MC, Sepe V, Conte F, et al. Cost-effectiveness of kidney transplantation from DCD in Italy[J]. Transplant Proc, 2014, 46(10): 3289-3296.
- [4] Seratnahaei A, Shah A, Bodiwala K, et al. Management of transplant renal artery stenosis[J]. Angiology, 2011, 62(3): 219-224.
- [5] Neri F, Tsivian M, Coccolini F, et al. Urological complications after kidney transplantation: experience of more than 1,000 transplantations[J]. Transplant Proc, 2009, 41(4): 1224-1226.
- [6] Musquera M, Peri L, Álvarez-Vijande R, et al. Orthotopic renal transplantation: indication, technique and outcomes[J]. Curr Urol Rep, 2020, 21(2): 14.
- [7] Marini M, Fernandez-Rivera C, Cao I, et al. Treatment of transplant renal artery stenosis by percutaneous transluminal angioplasty and/or stenting: study in 63 patients in a single institution[J]. Transplant Proc, 2011, 43(6): 2205-2207.
- [8] Chen W, Kayler LK, Zand MS, et al. Transplant renal artery stenosis: clinical manifestations, diagnosis and therapy[J]. Clin Kidney J, 2015, 8(1): 71-78.
- [9] Gomes Júnior MPM, Alves CMR, Barbosa AHP, et al. Initial experience with the use of fractional flow reserve in the hemodynamic evaluation of transplant renal artery stenosis[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2018, 91(4): 820-826.
- [10] Wongpraparut N, Chaipruckmalakarn T, Tongdee T, et al. Long-term outcome of percutaneous transluminal renal angioplasty (PTRA) versus PTRA with stenting (PTRAS) in transplant renal artery stenosis[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2021, 21(1): 212.
- [11] Ren Y, Xiong F, Kan X, et al. Endovascular management of transplant renal artery stenosis: A single-center retrospective

- study[J].Catheter Cardiovasc Interv,2020,95(3):429-436.
- [12] Li CM,Shang T,Tian L,et al.Short-term outcomes using a drug-coated balloon for transplant renal artery stenosis[J].Ann Transplant,2018,23(1):75-80.
- [13] Sharma S,Potdar A,Kulkarni A.Percutaneous transluminal renal stenting for transplant renal artery stenosis[J].Catheter Cardiovasc Interv,2011,77(2):287-293.
- [14] Touma J,Costanzo A,Boura B,et al.Endovascular management of transplant renal artery stenosis[J].J Vasc Surg,2014,59(4):1058-1065.
- [15] 顾世杰,陈秋源,崔瑞文,等.经皮腔内血管成形术联合支架置入治疗移植肾动脉狭窄的临床分析[J].器官移植,2021,12(2):215-219.
- [16] Macchini M,Mokrane T,Darcourt J,et al.Percutaneous transluminal angioplasty alone versus stent placement for the treatment of transplant renal artery stenosis[J].Diagn Interv Imaging,2019,100(9):493-502.
- [17] 戚若晨,朱冬,戚贵生,等.肾移植术后早期移植肾动脉狭窄的诊断与治疗[J].中华移植杂志(电子版),2019,13(3):228-232.
- [18] Braga AF,Catto RC,Dalio MB,et al.Endovascular approach to transplant renal artery stenosis[J].Ann Transplant,2015,20(11):698-706.
- [19] Baird DP,Williams J,Petrie MC,et al.Transplant renal artery stenosis[J].Kidney Int Rep,2020,5(12):2399-2402.
- [20] Valle LGM,Cavalcante RN,Motta-Leal-Filho JM,et al.Evaluation of the efficacy and safety of endovascular management for transplant renal artery stenosis[J].Clinics (Sao Paulo),2017,72(12):773-779.
- [21] Pan FS,Liu M,Luo J,et al.Transplant renal artery stenosis:evaluation with contrast-enhanced ultrasound[J].Eur J Radiol,2017,90(3):42-49.
- [22] Granata A,Clementi S,Londrino F,et al.Renal transplant vascular complications:the role of Doppler ultrasound[J].J Ultrasound,2015,18(2):101-107.
- [23] Ngo AT,Markar SR,De Lijster MS,et al.A systematic review of outcomes following percutaneous transluminal angioplasty and stenting in the treatment of transplant renal artery stenosis[J].Cardiovasc Intervent Radiol,2015,38(6):1573-1588.
- [24] Fananapazir G,McGahan JP,Corwin MT,et al.Screening for transplant renal artery stenosis:ultrasound-based stenosis probability stratification[J].AJR Am J Roentgenol,2017,209(5):1064-1073.
- [25] Browne RF,Tuite DJ.Imaging of the renal transplant:comparison of MRI with duplex sonography[J].Abdom Imaging,2006,31(4):461-482.
- [26] Moreno CC,Mittal PK,Ghonge NP,et al.Imaging complications of renal transplantation[J].Radiol Clin North Am,2016,54(2):235-249.
- [27] Fananapazir G,Troppmann C,Corwin MT,et al.Incidences of acute kidney injury,dialysis,and graft loss following intravenous administration of low-osmolality iodinated contrast in patients with kidney transplants[J].Abdom Radiol (NY),2016,41(11):2182-2186.
- [28] 林江,陈财忠,王建华,等.肾动脉狭窄的三维增强磁共振血管成像诊断[J].放射学实践,2006,21(8):791-793.
- [29] Thomsen HS,Morcos SK,Almén T,et al.Nephrogenic systemic fibrosis and gadolinium-based contrast media: updated ESUR Contrast Medium Safety Committee guidelines[J].Eur Radiol,2013,23(2):307-318.
- [30] Dekkers IA,Roos R,van der Molen AJ.Gadolinium retention after administration of contrast agents based on linear chelators and the recommendations of the European Medicines Agency[J].Eur Radiol,2018,28(4):1579-1584.
- [31] Zhang LJ,Peng J,Wen J,et al.Non-contrast-enhanced magnetic resonance angiography: a reliable clinical tool for evaluating transplant renal artery stenosis[J].Eur Radiol,2018,28(10):4195-4204.
- [32] 杨学东,房刚,郭雪梅,等.非对比剂增强肾动脉 MRA 的可行性研究[J].放射学实践,2009,24(11):1265-1269.
- [33] Lanzman RS,Voiculescu A,Walther C,et al.ECG-gated nonenhanced 3D steady-state free precession MR angiography in assessment of transplant renal arteries: comparison with DSA[J].Radiology,2009,252(3):914-921.
- [34] 张挽时,余丽芳.非对比剂增强 MRA 对肾动脉成像的价值及技术进展[J].中国医疗设备,2016,31(1):6-12.
- [35] 张军,孙晶,谢媛,等.流入翻转恢复非对比剂增强磁共振血管成像序列评估移植肾动脉狭窄的研究[J].医学影像学杂志,2018,29(8):1317-1321.
- [36] Rouer M,Godier S,Monnot A,et al.Long-term outcomes after transplant renal artery stenosis surgery[J].Ann Vasc Surg,2019,54(1):261-268.
- [37] Horita Y.Percutaneous transluminal angioplasty for central venous stenosis or occlusion in hemodialysis patients[J].J Vasc Access,2019,20(suppl):87-92.
- [38] Wang L,Liu B,Yan J,et al.Interventional therapy for transplant renal artery stenosis is safe and effective in preserving allograft function and improving hypertension[J].Vasc Endovascular Surg,2017,51(1):4-11.
- [39] Voiculescu A,Schmitz M,Hollenbeck M,et al.Management of arterial stenosis affecting kidney graft perfusion:a single-centre study in 53 patients[J].Am J Transplant,2005,5(7):1731-1738.
- [40] Pappas P,Zavos G,Kaza S,et al.Angioplasty and stenting of arterial stenosis affecting renal transplant function[J].Transplant Proc,2008,40(5):1391-1396.
- [41] Beecroft JR,Rajan DK,Clark TW,et al.Transplant renal artery stenosis:outcome after percutaneous intervention[J].J Vasc Interv Radiol,2004,15(12):1407-1413.
- [42] 陈伟峰,任雨,张曙伟,等.介入技术在肾移植术后并发症中的应用[J].中华器官移植杂志,2019,40(4):250-253.
- [43] Su CH,Lian JD,Chang HR,et al.Long-term outcomes of patients treated with primary stenting for transplant renal artery stenosis:a 10-year case cohort study[J].World J Surg,2012,36(1):222-228.
- [44] Geddes CC,McManus SK,Koteeswaran S,et al.Long-term outcome of transplant renal artery stenosis managed conservatively or by radiological intervention[J].Clin Transplant,2008,22(5):572-578.

(收稿日期:2021-06-14 修回日期:2021-08-31)