

本文引用: 谭慧敏, 周强, 吴卢进. 肾动脉支架植入术所致肾动静脉血管瘘形成 1 例[J]. 中国动脉硬化杂志, 2025, 33(7): 625-630. DOI: 10.20039/j.cnki.1007-3949.2025.07.010.

[文章编号] 1007-3949(2025)33-07-0625-06

· 病例报道 ·

## 肾动脉支架植入术所致肾动静脉血管瘘形成 1 例

谭慧敏<sup>1</sup>, 周强<sup>2</sup>, 吴卢进<sup>2</sup>

华中科技大学同济医学院附属同济医院 1. 急诊内科, 2. 心血管内科, 湖北省武汉市 430030

**[摘要]** 肾动脉狭窄(RAS)是危害人类健康的一种常见疾病,通常由动脉粥样硬化或肌纤维发育不良引起。RAS是继发性高血压的常见原因之一,常常引起顽固性高血压,伴随肾素水平的显著升高,并较早出现进行性肾功能不全。此外,由RAS引发的肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS)激活,以及肾小球硬化、萎缩和水钠潴留等病理生理变化,还可能诱发心力衰竭、肺水肿、冠心病和脑梗死等心血管事件。因此,尽早识别RAS并针对严重狭窄的患者进行及时血运重建是治疗RAS的关键。经皮肾动脉内支架术(PRAS)因其有效率高、微创、恢复快和再狭窄率低等优点成为RAS患者血运重建的首选方案。然而,PRAS仍存在一些难以避免的并发症,如主动脉夹层、肾动脉破裂、穿刺部位动脉瘤、造影剂过敏反应以及肾功能损害等。这些并发症的出现可能给患者带来不利影响,严重时甚至可能导致死亡。肾动静脉瘘是一种极为罕见的PRAS并发症,临床上对其诊断和处理的经验相当有限。目前可获得的少数病例报告倾向于推荐再次进行外科手术,然而,外科手术无疑会进一步增加患者的痛苦和死亡风险。因此,对这类并发症进行归纳总结,并为临床医生提供科学的指导建议,显得尤为重要。该文报告了1例顽固性高血压患者,肾动脉造影显示肾血管严重狭窄,行支架植入术后出现肾动静脉瘘,经多学科团队讨论以及积极的内科保守治疗后,患者最终转危为安。因此,PRAS所致的肾动静脉瘘是选择外科干预还是内科保守治疗,值得思考。

**[关键词]** 肾动脉狭窄; 顽固性高血压; 经皮肾动脉内支架术; 肾动静脉瘘

**[中图分类号]** R5

**[文献标识码]** A

## One case of renal arteriovenous fistula formation caused by renal artery stent implantation

TAN Huimin<sup>1</sup>, ZHOU Qiang<sup>2</sup>, WU Lujin<sup>2</sup>

1. Emergency Internal Medicine, 2. Cardiovascular Internal Medicine, Tongji Hospital Affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430030, China

**[ABSTRACT]** Renal artery stenosis (RAS) is a common disease that endangers human health, usually caused by atherosclerosis or fibromuscular dysplasia. RAS is also one of the most common causes of secondary hypertension, often leading to resistant hypertension with markedly elevated renin levels and early onset of progressive renal insufficiency. In addition, the activation of renin-angiotensin-aldosterone system (RAAS) caused by RAS and pathophysiological changes including glomerular sclerosis and atrophy, water and sodium retention can also lead to cardiovascular events such as heart failure, pulmonary edema, coronary heart disease and cerebral infarction. Therefore, early recognition of RAS and prompt revascularization in patients with severe stenosis are key to the treatment of RAS. Percutaneous renal artery stenting (PRAS) has become the preferred revascularization for patients with RAS due to its high response rate, minimally invasiveness, fast recovery and low restenosis rate. However, there are still some unavoidable complications of PRAS, such as aortic dissection, renal artery rupture, puncture vascular aneurysm, contrast allergy and contrast-induced nephropathy.

The occurrence of these complications may have adverse consequences for patients, and even death in severe cases. Renal

[收稿日期] 2024-10-30

[修回日期] 2025-04-13

[基金项目] 国家自然科学基金项目面上项目(82370362)

[作者简介] 谭慧敏,住院医师,主要从事急危重症的急诊救治,E-mail:huimin@163.com。通信作者周强,博士,主任医师,主要从事冠心病、心脏瓣膜疾病和先天性心脏病的诊断及微创介入治疗,E-mail:thisiszhou@163.com。通信作者吴卢进,博士,副主任医师,主要从事冠心病、心脏瓣膜疾病和先天性心脏病的诊断及微创介入治疗,E-mail:lujinwu1990@tjh.tjmu.edu.cn。

arteriovenous fistula is a very rare complication of PRAS, and clinical experience in its recognition and management is very limited. Few cases that can be collected tend to favor re-surgical intervention. But surgical intervention undoubtedly increases the risk of patient suffering and mortality again. Thus, it is of great significance to summarize such complications and give a scientific recommendation to clinicians. This article reports a patient with resistant hypertension who underwent renal arteriography showing severe stenosis of renal vessels and developed a renal arteriovenous fistula after stent implantation. Therefore, it is worth considering whether the renal arteriovenous fistula caused by PRAS should be treated with surgical intervention or conservative medical treatment.

[**KEY WORDS**] renal artery stenosis; resistant hypertension; percutaneous renal artery stenting; renal arteriovenous fistula

随着社会老龄化的加剧,以及不健康饮食习惯和肥胖人群数量的上升,动脉粥样硬化性疾病已成为导致人类死亡的主要原因之一。肾动脉粥样硬化是导致肾动脉狭窄(renal artery stenosis, RAS)的主要原因,其比例超过 90%<sup>[1]</sup>。RAS 作为外周动脉粥样硬化性疾病的一种,同样经历了内皮损伤、脂质沉积、炎症反应、平滑肌细胞的增殖与迁移,以及粥样斑块的形成和进展等病理生理过程<sup>[2]</sup>。RAS 的发生通常与吸烟、高血压、高血脂、高血糖和肥胖等因素密切相关。该病多发于 40 岁以上的男性,并且常常伴随着冠状动脉、颈动脉及脑动脉粥样硬化。研究表明,冠状动脉粥样硬化患者 RAS 的发病率为 5%~29%<sup>[1]</sup>。严重的 RAS(狭窄 $\geq 70\%$ )可导致顽固性高血压、肾功能进行性下降、肾萎缩、心力衰竭甚至死亡<sup>[3]</sup>。肾动脉血运重建是治疗 RAS 的主要措施,经皮肾动脉内支架术(percutaneous renal artery stenting, PRAS)以其创伤小、安全性高的优势,成为动脉粥样硬化性肾动脉狭窄(atherosclerotic renal arterial stenosis, ARAS)的首选治疗方法,但其临床疗效仍有很大争议<sup>[4]</sup>。近年的随机对照研究显示,与单纯药物治疗相比,PRAS 并不能带来额外的获益。但这些随机对照研究都存在一些缺陷,如平均每个中心每年入选的病例数目较少,入选标准过于宽泛,未确定行支架置入术的肾动脉是否存在功能意义。在介入标准严格、流量大的医疗中心,临床实践结果表明 PRAS 安全有效。在美国,每年有近 400 万人接受 RAS 血运重建手术,而国内尚未有大规模的临床调查数据<sup>[5]</sup>。在评估 PRAS 治疗带来获益的同时,必须意识到其存在的围手术期并发症,如肾动脉或主动脉夹层、肾动脉破裂、支架内血栓和造影剂肾病等。若这些并发症发生,若术者经验不足或处理不当,可能会给患者带来灾难性的后果。

## 1 病例资料

患者,女,73 岁,因血压升高 20 年,控制欠佳入院。患者 20 年前发现血压升高,其血压一直波动在(160~190)/(80~100) mmHg。患者既往有脑梗死病史,规律口服阿司匹林肠溶片 100 mg,每天一次,未遗留后遗症;既往有高血脂症病史,规律服用瑞舒伐他汀 20 mg,每晚一次;既往有甲状腺功能亢进病史,规律服用丙硫氧嘧啶 100 mg,每天一次;否认其他疾病史。入院时查体:血压为 221/106 mmHg,腹部未闻及明显血管杂音。生物化学指标常规检查:血红蛋白为 103 g/L(参考区间:115~150 g/L);肌酐为 107  $\mu\text{mol/L}$ (参考区间:45~84  $\mu\text{mol/L}$ ),估算的肾小球滤过率(estimated glomerular filtration rate, eGFR)为 44.5 mL/(min $\cdot$ 1.73 m<sup>2</sup>)[参考区间:>90 mL/(min $\cdot$ 1.73 m<sup>2</sup>)];肝功能、凝血功能和尿粪常规等未见明显异常。心脏超声显示:左心房增大(36 mm)、室间隔增厚(12 mm)和主动脉退行性变。常规心电图显示广泛导联 ST-T 异常改变;动态心电图显示下壁、广泛前壁和侧壁 ST 异常改变。入院后行肾动脉计算机体层血管成像(computed tomography angiography, CTA),显示双肾动脉严重狭窄伴钙化(图 1)。

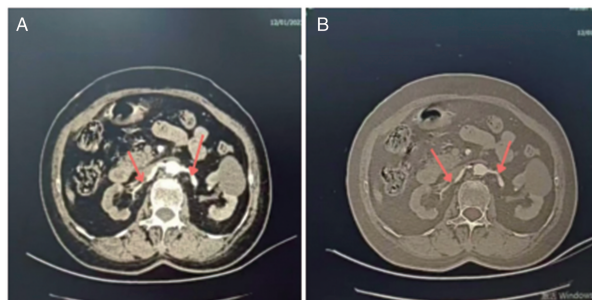


图 1. 肾动脉 CTA

A 为肾动脉 CTA 纵隔窗, B 为肾动脉 CTA 骨窗。

Figure 1. Renal artery CTA

排除禁忌证后,拟对患者行冠状动脉造影+肾动脉造影+必要时支架植入。选择经右肱动脉进行介入手术路径,通过 TIG 导管对左右冠状动脉进行造影,结果显示右冠状动脉近中段存在 30% 的狭窄,其他部位未见显著狭窄。通过 MPA1 导管对双侧肾动脉进行造影,结果显示右肾动脉存在长段病变,狭窄程度约为 90%,而左肾动脉近端狭窄程度约为 60% (图 2)。在 JR4.0 指引导管成功定位后, Routhrough NS 导丝被推送至右肾动脉的远端, 4.0 mm×15 mm 预扩球囊在 16 atm 压力扩张后出现夹层和内膜下血肿并向远端扩展,迅速在右肾动脉病变远段到右肾动脉开口处串联植入 3.5 mm×19 mm 吉威支架(以 7~10 atm 压力释放)、4.5 mm×29 mm 乐普支架(以 12 atm 压力释放)和 5.0 mm×19 mm 波科支架(以 12 atm 压力释放)3 枚药物支架(图 3),复查造影显示支架通畅且贴壁良好。

术后 3 h,患者起床时突发意识丧失,伴随大小便失禁,以及恶心和呕吐症状,同时伴有腰部胀痛,未有胸闷、胸痛、心悸或呼吸困难,随后这些症状自行缓解,恢复意识。查体:血压为 104/43 mmHg,心率为 63 次/分。紧急进行的血常规检查显示数值较之前有所降低,并通过床边肾脏彩超发现右肾周围存在异常回声,疑似肾血管破裂伴随肾周出血(图 4)。

再次经股动脉穿刺行肾动脉造影,结果显示:支架原本通畅,近端血肿已吸收,远端可见支架末端有极少的造影剂外渗,沿着下腔静脉的走行区域向上快速消散。考虑肾动脉破裂至下腔静脉形成肾动静脉血管瘘(图 5)。

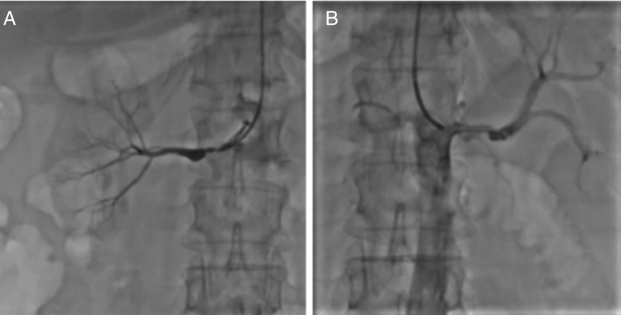


图 2. 肾动脉造影

A 为右肾动脉造影,B 为左肾动脉造影。

Figure 2. Renal arteriography

经过放射介入科、血管外科等多学科团队的深入讨论,建议采取保守治疗方案。经过积极的补液、输血和预防感染等治疗措施,患者的生命体征

已稳定,血红蛋白水平逐渐回升,肾周血肿亦显著减少并吸收。随诊 5 个月,患者的血压控制尚可,未服药时血压控制在(150~160)/(80~90) mmHg 水平;患者的血红蛋白逐渐恢复至正常水平,肾周血肿较前明显吸收。随访 10 个月,患者的血压控制良好(门诊血压 140/65 mmHg),血红蛋白维持正常水平,肌酐明显好转,肾周血肿消失。

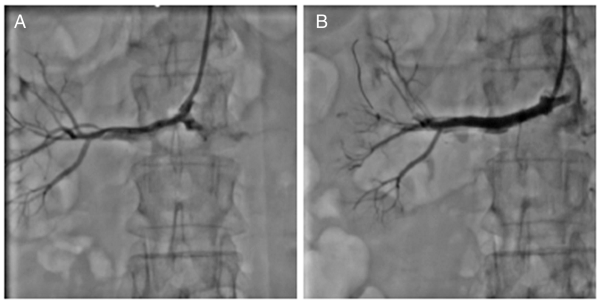


图 3. 右肾动脉夹层血肿及支架植入后造影

A 为右肾动脉形成夹层血肿,于右肾动脉病变远段至右肾动脉开口处串联植入药物支架 3 枚;B 为支架植入后造影图像。

Figure 3. Right renal artery dissection hematoma and angiography after stent implantation

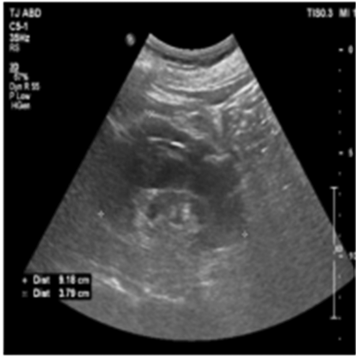


图 4. 床边肾脏超声检查

Figure 4. Bedside renal ultrasound examination

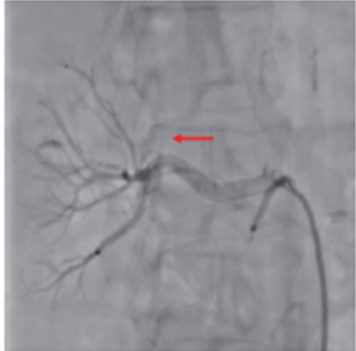


图 5. 肾动静脉血管瘘形成

Figure 5. Formation of renal arteriovenous fistula



## 2 讨 论

RAS 是引起高血压和(或)肾功能不全的重要原因之一,其病因分为动脉粥样硬化性和非动脉粥样硬化性,其中 ARAS 最为常见<sup>[1]</sup>。据统计,RAS 在普通人群中的发病率约为 1%~5%,但在高血压患者中,尤其是难以控制的高血压或者 50 岁之前发生高血压的患者中,其发病率明显升高。在冠心病患者中,RAS 的发生率较高。研究显示,在接受冠状动脉造影检查的冠心病患者中,通过进一步的肾动脉造影或其他影像学检查,被诊断为 RAS(狭窄>50%)的比例在 22%~89%之间<sup>[6]</sup>。脑梗死患者合并 RAS 的概率高达 10%~20%。因此,RAS 是一类比较常见、对人类健康影响较广的疾病,而临床上对它的认识还远远不足。

诊断 RAS 的常见方法多样,包括肾动脉多普勒超声、CTA、磁共振血管造影、肾显像以及侵入性血管造影等。在这些方法中,血管造影被认为是诊断肾动脉狭窄的金标准<sup>[7]</sup>。肾动脉造影能够清晰且精确地展现肾动脉的形态、结构及狭窄程度,包括狭窄的具体位置、长度、严重程度以及钙化状况;同时,它还能直接观察到肾动脉及其分支的血流情况。此外,在肾动脉严重狭窄的情况下,该技术允许直接进行介入治疗操作。然而,肾动脉造影作为一项侵入性操作,在临床上难以普及。许多患者仅在顽固性高血压高度怀疑 RAS,或者需要进行冠状动脉造影且伴有严重高血压时,或者通过 CTA 确认存在严重狭窄时,才会考虑进行肾动脉造影<sup>[8]</sup>。以本研究中的患者为例,患有高血压近 20 年,控制情况不佳。此次就诊是因为心电图显示心肌缺血,从而考虑进行冠状动脉造影和肾动脉造影。然而,这种状况可能会显著降低对 RAS 的检出率。因此,确定哪些患者应积极接受肾动脉造影以明确诊断,已成为一个亟待解决的问题。目前,RAS 的治疗主要有两种:一种方法是在生活方式干预的基础上药物保守治疗,主要包括降压、降脂和抗血小板。降压药首选 ACEI/ARB 类,但双肾动脉狭窄慎用,降压目标为 130/80 mmHg,然而药物治疗不能阻止狭窄的进展<sup>[9]</sup>。据报道,有 44% 的患者出现进行性狭窄,而 16% 的患者则出现完全闭塞<sup>[10]</sup>。另一种方法是血运重建,包括介入治疗(包括经皮肾动脉球囊扩张术或 PRAS)和外科手术(包括肾动脉旁路移植术和内膜切除术)。由于介入治疗具有创伤小、恢复迅速、相对较低的风险以及较短的住院时间等

优点,它已经逐渐成为严重 RAS 患者首选的治疗方案<sup>[11]</sup>。然而,对于 PRAS 的临床疗效,目前仍存在较大争议。已有几项随机临床研究表明,与单纯药物保守相比,PRAS 不能带来额外获益,但肾动脉介入数量大、指征严格的医学中心的临床实践表明 PRAS 安全有效。争议的核心在于病例纳入标准的差异。当前的随机临床研究,例如 ASTRAL 研究和 CORAL 研究,主要关注的是肾动脉直径的狭窄程度,而并未明确狭窄是否具有引起高血压或肾功能损害的功能性意义。这些研究可能低估了 PRAS 治疗在功能性 RAS 中的潜在益处<sup>[12-13]</sup>。实际上,在临床上,无功能性意义的 RAS 并不罕见,通常表现为单侧 RAS,而健康的对侧肾血管能够进行代偿,不会伴随肾功能的损害,这类患者可能不会对支架治疗产生反应<sup>[14]</sup>。掌握介入指征对于介入治疗的效果至关重要,因此预测哪些患者能够从 PRAS 中受益显得尤为关键。通常来说,难治性高血压合并慢性肾功能不全的严重 RAS 患者,在 PRAS 后能够立即体验到改善的效果<sup>[15]</sup>。然而,对于需要长期透析的 RAS 患者来说,肾功能的损害通常是不可逆的,这导致了严重的 RAS 患者在进行血运重建后效果往往欠佳<sup>[16]</sup>。在严格筛选病例的基础上,对于具有功能意义的 ARAS 患者,结合规范的药物经过 12 个月的 PRAS 治疗后,血压显著降低,降压药物种类减少,高血压的治愈和改善综合发生率达到 86.5%,eGFR 显著提高,血肌酐下降率达到 24.8%,24 h 尿蛋白定量也显著减少<sup>[17-18]</sup>。在本研究中,尽管患者经历了手术并发症,但 10 个月的随访显示,其降压效果依然令人满意,血压得到了良好的控制。因此,可以得出结论,在介入标准严格且具有丰富介入经验的医疗中心,PRAS 治疗能够为 ARAS 患者带来显著的降压效果和肾脏保护作用。

PRAS 是一种侵入性治疗手段,通常伴随着一定的手术风险。这些风险的大小与介入中心的专业水平、术者的经验以及患者自身的血管状况紧密相关。主要并发症包括:(1)迷走神经反射性亢进:由于患者情绪紧张、术中操作不当导致疼痛刺激、血容量不足等多种因素,可引起迷走神经反射性亢进,表现为心率突然减慢、血压下降,同时还可能伴有全身虚脱、胸闷和恶心等症状;(2)穿刺部位并发症:由于术中使用肝素,穿刺部位出现血肿较为常见,选择肱动脉穿刺还有可能出现假性动脉瘤、肘正中神经受损和骨筋膜室综合征等风险,而股动脉穿刺要注意假性动脉瘤和动静脉瘘等问题;(3)血管损伤:由于导管或导丝操作不当、过度强力注射

造影剂、球囊扩张压力过大或支架尺寸选择不当等因素,可能导致肾动脉夹层、肾动脉破裂出血及肾动脉血栓形成等并发症,从而引发急性肾衰竭、失血性休克和主动脉夹层,甚至导致死亡等严重不良后果<sup>[19-20]</sup>;(4)肾功能进行性降低:在介入手术过程中使用造影剂或对肾脏功能造成损伤,肾功能进行性降低,术后可以水化和碱化治疗,必要时可行血液透析治疗<sup>[21]</sup>;(5)肾动脉支架内再狭窄:由于血管内皮损伤、内皮功能失调以及新生内膜增生等原因造成,1~2 年的狭窄概率约为 10%~20%,严格控制危险因素和规律服用药物可能更低;(6)高血压的恶化:可能由于造影术后造影剂的损伤以及远端肾动脉粥样硬化栓塞引起。在这些情况中,特别是血管损伤,尤其是肾动脉的破裂,是一种严重的并发症,如果处理不当或不及时,可能会导致患者死亡。当肾血管受损时,患者通常会出现血尿、血压降低、腰痛、腹部不适、恶心呕吐、心率加快、血红蛋白持续下降以及心力衰竭等症状<sup>[22]</sup>。大多数肾血管损伤在手术过程中即可被发现,例如肾动脉夹层会显示出真假腔,且真腔逐渐消失并向远端扩散;肾动脉破裂则表现为造影剂外溢并在肾周积聚。延迟性血管损伤较为罕见,但一旦有所怀疑,应立即重新进行血管造影检查,以明确并发症的类型并迅速采取相应措施。肾动静脉瘘是一种极为罕见的血管损伤并发症,其临床症状可能与血管破裂相似,包括血尿、血压下降、腰痛、恶心呕吐、心率增快、血红蛋白持续下降以及休克等症状。然而,血管造影显示的影像学特征可能有所不同。肾动静脉瘘是指肾动脉通过扩张的血管腔与下腔静脉直接相连,影像学上表现为造影剂外渗后不滞留在肾周,而是迅速通过肾静脉区域进入血液循环并消失<sup>[23]</sup>。在本研究中,该患者在复查造影时发现了显著的造影剂外渗现象,且外渗方向向上,而非向四周扩散。此外,外渗的造影剂迅速消失,这表明它可能通过其他途径重新进入血液循环,其外渗方向与下腔静脉的方向一致。基于此,经过多学科团队的讨论,得出结论:该患者可能存在的肾动脉破裂直接与肾静脉相通,形成了肾动静脉瘘。该患者出现肾动静脉瘘的主要原因可能有 3 个:首先,该患者的肾动脉钙化严重,从肾动脉 CTA 和 DSA 上均可见明显的钙化,所以钙化的血管很容易撕裂;其次,该患者在预扩张时可能选择的预扩球囊较大,另外预扩压力也较大,预扩张后出现夹层和血肿,导致远端血管难以显影;最后,患者出现夹层和血肿后,为了覆盖住远端血肿,支架定位不清,导致最前端

的支架明显前移,最终因远端承受不住支架的尺寸而破裂,并可能刺入肾静脉,形成动静脉瘘。

在临床实践中,经常遇到肾动脉破裂的情况。大多数医疗中心推荐使用覆膜支架植入术来封闭破裂口,或者采取外科手术进行修补,认为这两种方法能取得较好的治疗效果。本研究中心之前处理过的肾动脉破裂患者,也都是通过覆膜支架植入术得到了有效的治疗<sup>[24-25]</sup>。然而,肾动静脉瘘作为一种特殊的肾动脉破裂类型,其处理方法显然不能完全套用肾动脉破裂的常规。从血流动力学的角度来看,动静脉瘘引起的血液流失相对较少,对循环系统的影响理应较轻微。但是,当 PRAS 后发生肾动静脉瘘时,是选择再次手术治疗(包括介入治疗或外科手术),还是选择内科保守治疗呢?这是一个至关重要的问题。遗憾的是,目前可获得的病例数量有限,临床经验和建议严重不足,且缺乏专家共识或权威指南的推荐。该患者在出现肾动静脉瘘并发症后,经过多学科团队的深入讨论,最终决定采取保守治疗方案。这一决策主要基于以下几个原因:首先,患者尽管出现血压和进行性血红蛋白下降,但是患者生命体征始终平稳。其次,肾包膜在一定程度上能够压迫外渗的血液。再次,大部分外渗的血液会通过交通的肾静脉重新进入血液循环,因此患者不会丢失过多血液。此外,肾包膜承受的压力也不会过高,不至于难以承受。最后,患者破裂的血管不宜使用腹膜支架,可能造成其他重要肾动脉分支闭塞,而患者高龄也不适合外科手术。在经过补液、输血、停用抗血小板药物等对症支持治疗,并严密监测患者情况,发现肾周血肿明显吸收,血红蛋白水平明显回升。因此,在 PRAS 术后,若发生肾动静脉瘘,并不总是需要像处理肾动脉破裂那样立即采取覆膜支架植入或外科干预措施。以循环支持为主的药物保守治疗可能是一个更优的方案,但这一观点仍需更多病例和经验来加以支持。

#### [参考文献]

- [1] SAFIAN R D, TEXTOR S C. Renal-artery stenosis[J]. *N Engl J Med*, 2001, 344(6): 431-442.
- [2] 徐倩,姜志胜. 动脉粥样硬化机制研究的新认识[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2024, 32(11): 921-931.  
XU Q, JIANG Z S. New insights into the mechanisms of atherosclerosis[J]. *Chin J Arterioscler*, 2024, 32(11): 921-931.
- [3] 欧三桃,李艳. 脂质代谢异常与慢性肾脏病合并心血

- 管疾病的研究进展[J]. 中国动脉硬化杂志, 2022, 30(8): 654-660.
- OU S T, LI Y. The research progress on abnormal lipid metabolism and chronic kidney disease with cardiovascular disease[J]. Chin J Arterioscler, 2022, 30(8): 654-660.
- [4] ZELLER T. Renal artery stenosis: epidemiology, clinical manifestation, and percutaneous endovascular therapy[J]. J Interv Cardiol, 2005, 18(6): 497-506.
- [5] DWORKIN L D, JAMERSON K A. Case against angioplasty and stenting of atherosclerotic renal artery stenosis[J]. Circulation, 2007, 115(2): 271-276.
- [6] WEBER B R, DIETER R S. Renal artery stenosis: epidemiology and treatment[J]. Int J Nephrol Renovasc Dis, 2014, 7: 169-181.
- [7] VASBINDER G B C, NELEMANS P J, KESSELS A G H, et al. Accuracy of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for diagnosing renal artery stenosis[J]. Ann Intern Med, 2004, 141(9): 674-682.
- [8] ZOCCALI C, MALLAMACI F, FINOCCHIARO P. Atherosclerotic renal artery stenosis: epidemiology, cardiovascular outcomes, and clinical prediction rules[J]. J Am Soc Nephrol, 2002, 13(Suppl 3): S179-S183.
- [9] SAFIAN R D. Renal artery stenosis[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2021, 65: 60-70.
- [10] TOLLEFSON D F, ERNST C B. Natural history of atherosclerotic renal artery stenosis associated with aortic disease[J]. J Vasc Surg, 1991, 14(3): 327-331.
- [11] AWADELKARIM A, GOEL M, IDRIS I, et al. Predictors of poor outcomes in renal artery angioplasty with and without stenting: insights from nationwide readmission database 2016-2020[J]. JACC J, 2025, 85(Suppl12): 2437.
- [12] MOHAN I V, BOURKE V. The management of renal artery stenosis: an alternative interpretation of ASTRAL and CORAL[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2015, 49(4): 465-473.
- [13] O'KEEFFE H, GREEN D, DE BHAILIS A, et al. Long term outcomes after renal revascularization for atherosclerotic renovascular disease in the ASTRAL trial[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2024, 17(9): e013979.
- [14] 中国医疗保健国际交流促进会血管疾病高血压分会专家共识起草组. 肾动脉狭窄的诊断和处理中国专家共识[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(9): 835-844.
- Expert Consensus Drafting Group of the Vascular Disease Hypertension Branch of the China Association for the Promotion of International Exchange in Healthcare. Chinese consensus on diagnosing and managing on renal artery stenosis[J]. Chin Circ J, 2017, 32(9): 835-844.
- [15] ALEXANDER M R, ADAY A W, LEWIS J, et al. Flow disturbances: competing interests in a case of hypertensive emergency[J]. Hypertension, 2024, 81(4): 676-681.
- [16] HICKS C W, CLARK T W I, COOPER C J, et al. Atherosclerotic renovascular disease: a KDIGO (kidney disease: improving global outcomes) controversies conference[J]. Am J Kidney Dis, 2022, 79(2): 289-301.
- [17] BURKET M W, COOPER C J, KENNEDY D J, et al. Renal artery angioplasty and stent placement: predictors of a favorable outcome[J]. Am Heart J, 2000, 139(1 Pt 1): 64-71.
- [18] 卢再鸣, 单明, 张军, 等. 经皮肾动脉成形术对肾动脉狭窄患者血压和肾功能的影响[J]. 中国动脉硬化杂志, 2011, 19(2): 128-130.
- LU Z M, SHAN M, ZHANG J, et al. Effects of percutaneous transluminal renal arterioplasty on blood pressure and renal function in patients with renal artery stenosis[J]. Chin J Arterioscler, 2011, 19(2): 128-130.
- [19] PARIKH S A, SHISHEBOR M H, GRAY B H, et al. SCAI expert consensus statement for renal artery stenting appropriate use[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2014, 84(7): 1163-1171.
- [20] MUSTAFA A, WEI C, KHAN S, et al. Predictors of complications and extended length of stay following percutaneous transluminal renal artery angioplasty[J]. Medicine (Baltimore), 2024, 103(52): e41017.
- [21] European Stroke Organisation, TENDERA M, ABOYANS V, et al. ESC guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases: document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries the task force on the diagnosis and treatment of peripheral artery diseases of the European society of cardiology (ESC)[J]. Eur Heart J, 2011, 32(22): 2851-2906.
- [22] SANTUCCI R A, WESSELLS H, BARTSCH G, et al. Evaluation and management of renal injuries: consensus statement of the renal trauma subcommittee[J]. BJU Int, 2004, 93(7): 937-954.
- [23] NAGPAL P, BATHLA G, SABOO S S, et al. Giant idiopathic renal arteriovenous fistula managed by coils and amplatzer device: case report and literature review[J]. World J Clin Cases, 2016, 4(11): 364-368.
- [24] MULLER A, ROUVIÈRE O. Renal artery embolization: indications, technical approaches and outcomes[J]. Nat Rev Nephrol, 2015, 11(5): 288-301.
- [25] CONTEGIACOMO A, AMODEO E M, CINA A, et al. Renal artery embolization for iatrogenic renal vascular injuries management: 5 years' experience[J]. Br J Radiol, 2020, 93(1106): 20190256.
- (此文编辑 文玉珊)