

## ·综述 General review·

## 选择性动脉栓塞术治疗肾血管平滑肌脂肪瘤的研究进展

丁家安, 倪管峯, 印 于, 杨 俊, 詹 一, 倪才方

【摘要】 肾血管平滑肌脂肪瘤(RAML)是一种肾脏常见的良性肿瘤,一般多由体检偶然发现,或者当肿瘤破裂出血及肿瘤增大出现相关症状时被发现。选择性动脉栓塞术(SAE)现已成为 RAML 主要治疗手段。在 RAML 急性破裂出血时,SAE 可作为一线治疗方案。此外,SAE 对预防 RAML 出血及其他严重并发症方面已被证明是安全的、有效的。本文着重对 SAE 治疗 RAML 的适应证与禁忌证、栓塞材料的选择、疗效评价、并发症及其防治等方面进行综述。

【关键词】 肾;肾血管平滑肌脂肪瘤;选择性动脉栓塞术

中图分类号:R737.11 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-05-0560-05

Research progress in selective arterial embolization for renal angiomyolipoma DING Jiaan, NI Guanyin, YIN Yu, YANG Jun, ZHAN Yi, NI Caifang. Department of Interventional Radiology, First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou, Jiangsu Province 215000, China

Corresponding author: NI Caifang, E-mail: szncf@suda.edu.cn

【Abstract】 Clinically, renal angiomyolipoma (RAML) is a commonly-seen benign tumor of the kidney. Usually, it is accidentally found by physical examination or when the clinical relevant symptoms occur due to tumor rupture with bleeding or the tumor size becomes enlarged. Selective arterial embolization(SAE) has become the primary treatment for RAML. SAE can be used as a first-line treatment option in acute rupture with bleeding of RAML. Moreover, SAE is safe and effective in preventing RAML bleeding and other serious complications, which has already been proved. This review focuses on the indications and contraindications for SAE treatment of RAML, selection of embolization materials, evaluation of efficacy, complications and their prevention and treatment, etc. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 560-564)

【Key words】 kidney; renal angiomyolipoma; selective arterial embolization

肾血管平滑肌脂肪瘤(renal angiomyolipoma, RAML)又称肾错构瘤,是常见的肾脏良性实体肿瘤。该病由 Grawitz 在 1900 年首次提出和命名<sup>[1]</sup>。RAML 的治疗选择包括外科切除、介入治疗以及药物保守治疗或随访监测。以往由于无法排除恶性肿瘤的情况,所以 RAML 的传统治疗更倾向于手术切除。随着影像技术的发展,RAML 的发现率明显增加,并且影像学检查能够提供准确的良恶性鉴别诊断。目前,介入技术已越来越多地应用于 RAML 的治疗中,如选择性动脉栓塞术(selective arterial embolization, SAE)、经皮消融术,亦或者两者的联合应用,前者是 RAML 主要的介入治疗手段<sup>[2]</sup>。SAE 通过单独或联合使用各种栓塞材料选择性栓塞肿瘤供血血管达

到治疗目的,并尽可能多地保留患肾正常组织和功能。本文就 SAE 治疗 RAML 的研究进展进行综述,以期临床治疗策略提供参考。

## 1 RAML 的概述

RAML 在组织学上是由不同比例的血管、平滑肌和脂肪组织构成,其发生率占肾肿瘤的 0.3%~3%,女性较为常见<sup>[3]</sup>。RAML 临床分型可分为:散发型血管平滑肌脂肪瘤(sporadic angiomyolipoma, SAML)、结节硬化相关型血管平滑肌脂肪瘤(tuberous sclerosis complex related angiomyolipoma, TSC-AML),其中约 80%的 RAML 是散发型的,没有任何遗传易感性,约 20%的 RAML 合并结节硬化症(tuberous sclerosis

complex, TSC)<sup>[3-4]</sup>。肾上皮样血管平滑肌脂肪瘤(epithelioid angiomyolipoma, EAML)在组织学上主要由上皮样细胞组成,可能含有血管和脂肪或者不含脂肪。2004 年 WHO 将 EAML 单独分类,归为具有侵袭行为(血管侵犯、远处转移)的潜在恶性肿瘤。因为 EAML 的脂肪含量低,且具有侵袭性特征,所以与肾细胞癌较难鉴别<sup>[4]</sup>。

大多数 RAML 的患者没有明显的临床表现,多为体检时偶然发现,也有部分患者因肿瘤较大而出现压迫症状,严重者可出现 Lenk 三联征:腰背部疼痛、肿块和因自发性出血所致的低血容量性休克,更甚者可威胁患者生命<sup>[5]</sup>。RAML 的主要并发症是慢性肾脏疾病(chronic kidney disease, CKD)及自发性腹膜后出血,出血的风险与妊娠、TSC、抗凝和创伤及动脉瘤大小有关,其中 TSC 是由于 TSC1 或 TSC2 基因常染色体显性突变,与 mTOR 细胞内信号通路的激活有关<sup>[4,6]</sup>。TSC-AML 患者以年轻人为主,通常有全身表现(中枢神经系统、心脏、肺和皮肤),呈快速增长趋势,病灶较大,双肾、多发且症状较多,而在 TSC 患者中有 80% 存在 RAML<sup>[4]</sup>。RAML 的影像学检查包括 B 超、CT 或者 MR。对于 RAML 患者应行增强检查,一方面增强检查能够协助诊断,另一方面也可较好地判断血管成分的多少、是否合并有动脉瘤及是否存在解剖变异,有利于确定治疗方案。由于 RAML 的组织学特性,通常 CT 或者 MR 即可诊断,必要时也可两者联合检查,而 CT 及 MR 难以诊断时则应考虑行经皮穿刺活检<sup>[7-8]</sup>。近年来,能谱 CT 的兴起提高了对肾脏肿瘤诊断的准确率。与传统多排螺旋 CT 相比,能谱 CT 明显提高了对小(1~4 cm)的肾脏肿瘤诊断的特异性(81% vs 93%)<sup>[9]</sup>。而高通量定量技术的出现和发展,如基于 CT 的纹理分析、影像组学及人工智能,则可打破传统 CT 对鉴别乏脂肪 RAML 与肾细胞癌的局限,有助于协助诊断,为临床制定治疗方案提供重要的指导意义<sup>[10]</sup>。此外,基于 MR 的影像组学对于鉴别乏脂型 RAML 与肾透明细胞癌也有较高的价值<sup>[11]</sup>。RAML 通过 CT 及 MR 难以与肾脏某些恶性肿瘤鉴别时,可行影像学引导下经皮穿刺活检明确诊断。经皮穿刺活检组织学结果与最终病理结果较为一致,其敏感性和特异性分别为 99.1%、99.7%,且相关并发症发生率较低<sup>[12-13]</sup>。

## 2 SAE 治疗 RAML 的适应证与禁忌证

### 2.1 适应证

SAE 目前已成为 RAML 治疗的主要手段,但对

于其治疗 RAML 的适应证尚无统一的标准,应根据不同情况进行个体化选择,见表 1。SAE 治疗 RAML 的重点之一是预防肿瘤破裂出血及发生其他严重并发症。一般认为 RAML 最大径 > 4 cm 时可考虑积极干预,但预防性干预的时间点没有明确规定。加拿大泌尿外科学会(CUA2020)指南指出,大多数 RAML 无明显症状、破裂风险较低,仅建议对直径 > 4 cm 的 RAML 有选择性地进行治疗,即需将动脉瘤大小、有无妊娠、凝血功能是否有障碍、有无创伤、激素水平的高低以及是否合并 TSC 的情况考虑在内进行评估<sup>[8]</sup>。欧洲泌尿外科学会(EAU2019)指南建议患者在出现疼痛、出血、怀孕或疑似恶性肿瘤的情况下应进行治疗,并对较大肿瘤进行预防性治疗,但是没有提出肿瘤大小的阈值<sup>[14]</sup>。Lee 等<sup>[4]</sup>对 RAML 大小与出血相关性进行分析,认为最佳阈值为 7.35 cm,大于 7.35 cm 者出血率为 36.3%,远大于 4 cm 的出血率(23.6%)。然而,肿瘤大小不能作为唯一的预测因素,一方面有研究将肿瘤内动脉瘤直径 > 5 mm 作为破裂的预测指标,其敏感性、特异性可达 100%、86%<sup>[15]</sup>。另一方面大部分 RAML 对激素敏感,在妊娠期间由于雌、孕激素分泌增多,可显著增加肿瘤破裂出血风险,因此对于育龄期女性可以考虑行预防性 SAE 或者保留肾单位手术<sup>[16]</sup>。此外,在某些特定情况下也可行预防性 SAE,如居住于在偏远地区和无法获得紧急救治的患者<sup>[8]</sup>。

表 1 RAML 治疗的个体化选择

SAE 治疗 RAML 的适应证	
急性出血	SAE 应作为一线治疗方案 <sup>[14]</sup>
预防性治疗	1. 肿瘤大小(> 6~8 cm): 肿瘤大小不应作为唯一预测因素,同时应将其他因素考虑在内 <sup>[4,19]</sup> ; 2. 瘤内动脉瘤 > 5 mm <sup>[15]</sup> ; 3. 出现临床症状,如腹痛、血尿等 <sup>[8]</sup> ; 4. 育龄期妇女: 妊娠可增加肿瘤破裂出血风险 <sup>[21]</sup> ; 5. 急诊医疗服务可及性较低 <sup>[22]</sup> ; 6. 孤立肾、合并 TSC/双侧多发 RAML、潜在的肾脏疾病等 <sup>[6,19,23]</sup>
术前辅助治疗	术前 SAE 辅助治疗可减少手术中出血; 有效地保留肾功能; 降低手术难度、并发症发生率等 <sup>[17]</sup>
其他	无法耐受或患者不愿意接受外科手术治疗、外科手术难度较大 <sup>[23]</sup>

SAE 辅助治疗可有效减少外科学术中的出血、降低手术难度,缩短手术时间,有效地保留肾功能,也能降低并发症发生率、再出血风险和复发率<sup>[17]</sup>。有研究表明,在术前行 SAE 的患者中有 93% 的患者能极大程度地保留肾脏正常组织和功能,另外对于缩短术中热缺血时间也是有利的;相反,术前行

SAE, 33.3% 的患者需进行根治性肾切除术, 大大降低治疗效果<sup>[4,18]</sup>。

当肿瘤急性破裂出血时, SAE 可作为一线治疗方案<sup>[19]</sup>。SAE 的作用是阻断肿瘤的血供, 导致肿瘤缺血坏死, 对破裂出血的 RAML 有止血、防止再出血、减缓肿瘤生长速度的作用。急诊行 SAE 可快速稳定生命体征, 减少输血量<sup>[20]</sup>。即使对于瘤内出血, 增强 CT 未见明显对比剂外溢, 仍需行 SAE 治疗, 以中断持续性出血, 阻止出血向腹膜后延伸, 且能预防反复出血。另外 SAE 也有助于 RAML 出血的患者缓解疼痛<sup>[19]</sup>。

## 2.2 禁忌证

目前除对比剂过敏、患者有严重出血倾向及心、肝肾功能不全外, SAE 在治疗 RAML 方面无明显绝对禁忌证。由于 RAML 组织学特性, 当肿瘤内血管及平滑肌成分较低时 SAE 治疗效果往往较不理想, 原因是脂肪组织缺乏血供且对栓塞治疗不敏感。相关研究表明, RAML 内脂肪含量占比低于 50% 和高于 50% 时, SAE 治疗后肿瘤体积分别缩小 84% 和 50%, 并且脂肪占比与肿瘤体积缩小百分比呈负相关<sup>[24]</sup>。因此经影像学评估, 当肿瘤内脂肪成分占较大比例时, 不适合行 SAE 来达到缩小肿瘤体积的目的。但是, 对于这一截断值并没有明确规定<sup>[24-25]</sup>。

## 3 栓塞材料

RAML 栓塞时需根据肿瘤大小、血液供应特点和治疗目的等选择合适的栓塞剂。目前常用的栓塞剂包括 PVA、弹簧圈、明胶海绵、Embozene、EmboSpheres、乙醇和医用组织胶等。这些材料因特性不同各有优缺点。

PVA 属于颗粒型栓塞剂, 进入血管后诱导炎症反应, 使小动脉出现坏死、纤维化和闭塞。PVA 颗粒大小的选择一般在 300~700  $\mu\text{m}$  之间, 较大的颗粒使近端血管闭塞, 可出现侧支血管重建的风险, 因此需注意防止栓塞剂仅栓塞供血动脉的近端; 而较小的颗粒虽然可更充分地栓塞远端血管, 但由于瘤内血管迂曲和发育不良可能会形成动静脉瘘, 可能会导致肺栓塞。研究报道使用较小的颗粒时约有 2% 的病例出现严重的肺部并发症<sup>[19,26-27]</sup>。

弹簧圈可选择性地用于闭塞近端血管, 维持和增强栓塞效果。有研究显示通过颗粒栓塞远端血管防止逆行充盈, 再用弹簧圈阻断近端血流, 以降低目标动脉压和组织灌注压, 能有效地治疗肿瘤急性

破裂出血和降低再出血风险<sup>[20]</sup>。

无水乙醇凭借其低黏度性, 可以直接到达肿瘤的毛细血管, 使肿瘤蛋白质变性, 对肿瘤造成永久性损伤。由于无水乙醇在 X 线下无法观察, 因此与碘化油混合使用可以更安全, 但过度稀释可能会降低其效果。研究建议无水乙醇与碘化油配比时, 无水乙醇浓度应为 70% 或更高<sup>[28]</sup>。在 SAE 中, 单独使用无水乙醇或无水乙醇联合其他栓塞材料可有效缩小 RAML 的体积、减轻症状, 并且在有关的报道中无水乙醇对非靶病灶的损伤有限<sup>[29-31]</sup>。通过无水乙醇与碘油混合、尽可能超选择靶血管、低流量缓慢注射、控制无水乙醇的用量及栓塞过程中反复造影, 可降低对非靶病灶造成损伤的发生率<sup>[29-31]</sup>。Claesen 等<sup>[32]</sup>研究认为, 无水乙醇联合其他栓塞材料如碘油可明显降低再栓塞率。Urbano 等<sup>[33]</sup>研究显示用乙烯-乙炔醇共聚物 (ONYX) 栓塞 RAML 是可行、安全、有效的。ONYX 作为栓塞材料可能是治疗 RAML 的另一种选择。一项应用正丁基-2-氰基丙烯酸酯 (NBCA) 与碘油混合栓塞治疗 24 例患者共 27 个 RAML 的研究也显示出了良好的结果, 因为它能使远端和近端血管快速闭塞, 所以对较大肿瘤有良好的效果<sup>[34]</sup>。在一项前瞻性研究中, 与单独使用 PVA 颗粒相比, 使用博来霉素与碘油的混合乳剂、NBCA 与碘油混合作为栓塞剂能更好地减小肿瘤体积、缓解症状及降低再栓塞率<sup>[35]</sup>。也有人建议对以平滑肌和脂肪成分为主的肿瘤, 则可单独用 PVA 颗粒栓塞, 既能有效地减小肿瘤体积, 又能降低术后疼痛程度; 对以血管成分为主的 RAML, 应使用 PVA 颗粒联合无水乙醇栓塞以降低出血风险<sup>[36]</sup>。到目前为止, 对于最佳栓塞材料的推荐, 尚无明确共识。熟悉每种栓塞材料的性能、开发和应用新的栓塞剂有助于更好地应对临床实践。

## 4 疗效与影响因素

SAE 在作为 RAML 一线治疗的长期随访中是安全且有效的。在 Hongyo 等<sup>[37]</sup>的研究中, 对 50 例 RAML 进行了 48 次预防性 SAE 治疗, 结果显示栓塞技术的成功率为 100%; SAML 肿瘤体积平均缩小率为 72.9%, TSC-AML 肿瘤体积平均缩小率为 63.5%, 且无明显手术相关严重并发症。虽然在大多数 RAML 患者中, SAE 能使肿瘤缩小, 尤其当肿瘤直径 < 7 cm 具有明显的效果, 但肿瘤仍有复发和再出血的风险<sup>[37]</sup>。与外科手术切除相比, SAE 有更高的复发率和再出血风险<sup>[6]</sup>。RAML 除肾内动脉血供外,



也可由肾外动脉供血,包括肾上腺动脉、输尿管动脉、性腺动脉、肠系膜下动脉、膈动脉和腰动脉,当不能完全栓塞肿瘤供血动脉时,会增加肿瘤复发和再出血风险<sup>[19]</sup>。对于栓塞不彻底或者病灶较大的患者,仍需要多次栓塞治疗。肿瘤内血管成分比例较大时,行 SAE 治疗有良好的效果,但是大比例的血管成分也可能由于血管复杂紊乱而需要反复多次栓塞<sup>[19,25]</sup>。

## 5 并发症及其防治

SAE 术后并发症包括栓塞后综合征(post-embolization syndromes, PES)、异位栓塞、肾脓肿、股动脉损伤等。栓塞术后最常见并发症是以发热、腰痛和白细胞增多为特征的 PES。PES 是一种在 SAE 后 48h 内引起疼痛和发热的炎症反应,与使用的栓塞剂类型无关,使用非甾体抗炎药或类固醇激素对症治疗有效。在一纳入 30 项研究的 Meta 分析中,对 RAML 患者行 SAE 治疗,有 54% 的病例发生了 PES<sup>[23]</sup>。虽然 PES 发生率较高,但经适当治疗后恢复良好;栓塞前后预防使用类固醇激素也可以降低 PES 的发生<sup>[38]</sup>。异位栓塞如下肢动脉栓塞、肠系膜动脉栓塞,由栓塞剂反流造成;当瘤内有动静脉瘘时,进行栓塞可能会出现肺栓塞。对于防止发生异位栓塞,选择合适的栓塞剂大小、在透视下注射并控制注射的速度、复查造影或者使用球囊导管辅助栓塞都可作为重要的预防措施。

SAE 后的液化和脓肿形成继发于肿瘤缺血性坏死是较为严重并发症,与使用何种栓塞材料无关,其主要临床表现为高热、伴或不伴寒战。对于脓肿或液化性坏死,经皮穿刺引流可有效地处理。鉴于 PVA 颗粒混合抗生素已广泛用于部分脾动脉栓塞术以预防脾脓肿<sup>[39]</sup>,在一些 SAE 治疗 RAML 的研究中将栓塞材料与抗生素混合栓塞,对控制局部感染也有较好的效果<sup>[40]</sup>。在 Lin 等<sup>[23]</sup>的 Meta 分析中,通过检测患者在行 SAE 前后的肌酐、EGFR 和 BUN 的水平等评估肾功能,未发现明显的肾功能恶化。在栓塞过程中选择合适的栓塞材料、栓塞部位以及栓塞终点,对于减少或预防并发症的发生非常关键。术后也应密切观察患者情况,若患者出现剧烈疼痛、高热、血尿等症状时,应及时完善检查,明确诊断,并立即采取相关的治疗措施,必要时可行外科手术干预。

## 6 小结

综上所述,SAE 治疗 RAML 已被证实是安全

的、有效的,不仅可以最大程度地保留正常肾脏组织和功能,而且具有创伤小、术后恢复快等优势。随着 SAE 在临床上越来越多的应用,现已逐渐成为微创预防性或急诊治疗 RAML 的首选治疗方式,但对于其适应证以及最佳的栓塞材料选择尚没有一个明确的定论。如何选择病例及合适的栓塞材料,可达到疗效和安全性之间的平衡,尚需临床工作者进一步研究验证与总结。

## [参考文献]

- [1] Bissler JJ, Kingswood JC. Renal angiomyolipomata[J]. *Kidney Int*, 2004, 66: 924-934.
- [2] Kiefer RM, Stavropoulos SW. The role of interventional radiology techniques in the management of renal angiomyolipomas[J]. *Curr Urol Rep*, 2017, 18: 36.
- [3] Vos N, Oyen R. Renal angiomyolipoma: the good, the bad, and the ugly[J]. *J Belg Soc Radiol*, 2018, 102: 41.
- [4] Lee KH, Tsai HY, Kao YT, et al. Clinical behavior and management of three types of renal angiomyolipomas[J]. *J Formos Med Assoc*, 2019, 118: 162-169.
- [5] Kim JW, Kim JY, Ahn ST, et al. Spontaneous perirenal hemorrhage (Wunderlich syndrome): an analysis of 28 cases[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37: 45-47.
- [6] Restrepo JCA, Millan DAC, Sabogal CAR, et al. New trends and evidence for the management of renal angiomyolipoma: a comprehensive narrative review of the literature[J]. *J Kidney Cancer VHL*, 2022, 9: 33-41.
- [7] Nelson CP, Sanda MG. Contemporary diagnosis and management of renal angiomyolipoma[J]. *J Urol*, 2002, 168: 1315-1325.
- [8] Fernandez-Pello S, Hora M, Kuusk T, et al. Management of sporadic renal angiomyolipomas: a systematic review of available evidence to guide recommendations from the European association of urology renal cell carcinoma guidelines panel[J]. *Eur Urol Oncol*, 2020, 3: 57-72.
- [9] Marin, Davis D, Roy Choudhury - K, et al. Characterization of small focal renal lesions: diagnostic accuracy with single-phase contrast-enhanced dual-energy CT with material attenuation analysis compared with conventional attenuation measurements[J]. *Radiology*, 2017, 284: 737-747.
- [10] 刁夏尧, 吴少旭, 孔坚秋, 等. CT 在肾错构瘤与肾细胞癌鉴别诊断中的应用及进展[J]. *中国肿瘤*, 2020, 29: 452-457.
- [11] Jian L, Liu Y, Xie Y, et al. MRI-based radiomics and urine creatinine for the differentiation of renal angiomyolipoma with minimal fat from renal cell carcinoma: a preliminary study[J]. *Front Oncol*, 2022, 12: 12876664.
- [12] Lobo JM, Clements MB, Bitner DP, et al. Does renal mass biopsy influence multidisciplinary treatment recommendations? [J]. *Scand J Urol*, 2020, 54: 27-32.
- [13] Marconi L, Dabestani S, Lam TB, et al. Systematic review and meta-

- analysis of diagnostic accuracy of percutaneous renal tumour biopsy[J]. *Eur Urol*, 2016, 69: 660-673.
- [14] Guo Y, Kapoor A, Cheon P, et al. Canadian urological association best practice report: diagnosis and management of sporadic angiomyolipomas[J]. *Can Urol Assoc J*, 2020, 14: E527-E536.
- [15] Yamakado K, Tanaka N, Nakagawa T, et al. Renal angiomyolipoma: relationships between tumor size, aneurysm formation, and rupture[J]. *Radiology*, 2002, 225: 78-82.
- [16] Hatano T, Egawa S. Renal angiomyolipoma with tuberous sclerosis complex: how it differs from sporadic angiomyolipoma in both management and care[J]. *Asian J Surg*, 2020, 43: 967-972.
- [17] Qin C, Wang Y, Li P, et al. Super-selective artery embolization before laparoscopic partial nephrectomy in treating renal angiomyolipoma[J]. *Urol Int*, 2017, 99: 277-282.
- [18] Zhang S, Lin T, Liu G, et al. Comparisons of the safety and effectiveness of robot - assisted versus laparoscopic partial nephrectomy for large angiomyolipomas: a propensity score - matched analysis[J]. *Int Urol Nephrol*, 2020, 52: 1675-1682.
- [19] Jung Y, Choi MJ, Kim BM, et al. Transarterial embolization for sporadic renal angiomyolipoma: patient selection and technical considerations for optimal therapeutic outcomes [J]. *Taehan Yongsang Uihakhoe Chi*, 2022, 83: 559-581.
- [20] Gong M, Liu Z, Su H, et al. Urgent transcatheter arterial embolization for wunderlich syndrome with hypovolemic shock secondary to ruptured renal angiomyolipoma[J]. *Front Surg*, 2021, 8: 704478.
- [21] Preece P, Mees B, Norris B, et al. Surgical management of haemorrhaging renal angiomyolipoma in pregnancy[J]. *Int J Surg Case Rep*, 2015, 7C: 89-92.
- [22] Murray TE, Lee MJ. Are we overtreating renal angiomyolipoma: a review of the literature and assessment of contemporary management and follow-up strategies[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2018, 41: 525-536.
- [23] Lin L, Li X, Guan H, et al. Renal function, complications, and outcomes of a reduction in tumor size after transarterial embolization for renal angiomyolipomas: a meta-analysis[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47: 1417-1428.
- [24] Hocquet A, Cornelis F, Le Bras Y, et al. Long-term results of preventive embolization of renal angiomyolipomas: evaluation of predictive factors of volume decrease[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24: 1785-1793.
- [25] Bardin F, Chevallier O, Bertaut A, et al. Selective arterial embolization of symptomatic and asymptomatic renal angiomyolipomas: a retrospective study of safety, outcomes and tumor size reduction[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2017, 7: 8-23.
- [26] Razik A, Das CJ, Sharma S. Angiomyolipoma of the kidneys: current perspectives and challenges in diagnostic imaging and image - guided therapy[J]. *Curr Probl Diagn Radiol*, 2019, 48: 251-261.
- [27] Villalta JD, Sorensen MD, Durack JC, et al. Selective arterial embolization of angiomyolipomas: a comparison of smaller and larger embolic agents[J]. *J Urol*, 2011, 186: 921-927.
- [28] Sanampudi S, Raissi D. Optimal ethanol-ethiodol emulsion ratio in renal angiomyolipoma embolization: a question that remains unanswered[J]. *J Clin Imaging Sci*, 2019, 9: 916.
- [29] Lee S, Park HS, Hyun D, et al. Radiologic and clinical results of transarterial ethanol embolization for renal angiomyolipoma[J]. *Eur Radiol*, 2021, 31: 6568-6577.
- [30] Chick CM, Tan BS, Cheng C, et al. Long-term follow-up of the treatment of renal angiomyolipomas after selective arterial embolization with alcohol[J]. *BJU Int*, 2010, 105: 390-394.
- [31] Rosenov A, Schindewolf M, Baumgartner I, et al. Selective arterial embolizations of renal angiomyolipomas using 96% ethanol: a case series of 5 patients[J]. *Clin Med Insights Case Rep*, 2020, 13: 1179547620906863.
- [32] Claesen E, Bonne L, Laenen A, et al. Safety, efficacy, and predictors for late reintervention after embolization of renal angiomyolipomas - embolization renal angiomyolipoma[J]. *Rofo*, 2023, 195: 319-325.
- [33] Urbano J, Paul L, Cabrera M, et al. Elective and emergency renal angiomyolipoma embolization with ethylene vinyl alcohol copolymer: feasibility and initial experience[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017, 28: 832-839.
- [34] Prigent FV, Guillen K, Comby PO, et al. Selective arterial embolization of renal angiomyolipomas with a N-butyl cyanoacrylate - lipiodol mixture: efficacy, safety, short-and mid-term outcomes[J]. *J Clin Med*, 2021, 10: 4062.
- [35] Wang MQ, Duan F, Zhang H, et al. Comparison of polyvinyl alcohol versus combination of lipiodol - bleomycin emulsion and NBCA-lipiodol emulsion for renal angiomyolipoma embolization: a prospective randomized study[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2023, 220: 873-883.
- [36] 刘琦, 侯毅斌, 汤日杰, 等. 选择性肾亚段动脉栓塞治疗肾错构瘤[J]. *介入放射学杂志*, 2018, 27: 477-480.
- [37] Hongyo H, Higashihara H, Osuga K, et al. Efficacy of prophylactic selective arterial embolization for renal angiomyolipomas: identifying predictors of 50% volume reduction[J]. *CVIR Endovascular*, 2020, 3: 84.
- [38] Tsuchiya S, Saiga A, Yokota H, et al. Prophylactic steroids for preventing postembolization syndrome after transcatheter arterial embolization of renal angiomyolipoma: a comparative study[J]. *Interv Radiol (Higashimatsuyama)*, 2023, 8: 1-6.
- [39] Alzen G, Basedow J, Luedemann M, et al. Partial splenic embolization as an alternative to splenectomy in hypersplenism: single center experience in 16 years[J]. *Klin Padiatr*, 2010, 222: 368-373.
- [40] Duan XH, Zhang MF, Ren JZ, et al. Urgent transcatheter arterial embolization for the treatment of ruptured renal angiomyolipoma with spontaneous hemorrhage[J]. *Acta radiol*, 2016, 57: 1360-1365.

(收稿日期: 2023-04-04)

(本文编辑: 茹实)