

## • 综 述 General review •

## 经桡动脉入路行外周血管动脉栓塞术的临床应用及研究现状

冷 岩, 李兆南, 朱海东

**【摘要】** 经股动脉入路外周动脉栓塞是最常用的介入治疗方法之一。经桡动脉入路与之相比,具有穿刺部位并发症少、患者舒适度及满意度高和住院时间短等优点,临床应用不断增多。但对经桡动脉入路在动脉栓塞术的临床应用、术后并发症及相关器械的研究尚认识不足。本文对经桡动脉入路外周动脉行栓塞的临床应用及研究现状进行综述,探讨目前面临的挑战,及未来发展方向。

**【关键词】** 桡动脉入路; 股动脉入路; 经导管动脉栓塞术; 外周介入

中国分类号:R815 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2024)-08-0915-06

**Clinical application and research status in the peripheral arterial embolization via transradial access** LENG Yan, LI Zhaonan, ZHU Haidong. Department of Interventional Radiology and Vascular Surgery, Affiliated Zhongda Hospital of Southeast University, Nanjing, Jiangsu Province 210009, China  
Corresponding author: ZHU Haidong, E-mail: zhuhaidong9509@163.com

**【Abstract】** Transcatheter peripheral arterial embolization via transfemoral access (TFA) has been one of the most commonly used interventional treatments. Peripheral artery embolization via transradial access (TRA) has several advantages such as fewer complications at the puncture site, high patient comfort and satisfaction, short hospitalization stay, etc. when compared to TFA, therefore, in clinical practice its application frequency is constantly increasing. However, the clinical application, the postoperative complications, and the study of procedure-related instruments used for peripheral arterial embolization via TRA are still poorly recognized. This paper aims to make a comprehensive review about the clinical application and research status of peripheral arterial embolization via TRA, and to discuss the current challenges and the future development direction of this technique.

**【Key words】** transfemoral access; transfemoral access; transcatheter arterial embolization; peripheral intervention

经导管动脉联合/不联合化疗药物行栓塞治疗是常见介入手术方法之一,其中选择股动脉入路(transfemoral access, TFA)是最常见治疗路径,其他还包括桡动脉入路(transradial access, TRA)、锁骨下动脉入路、颈动脉入路、腋动脉入路、腘动脉入路等。自 1989 年 Campeau 首次报道应用于冠脉造影<sup>[1]</sup>起,TRA 不断受到关注并被广泛用于心脏冠状动脉介入手术,而后更逐步扩大应用于脑血管和外周血管介入手术。与 TFA 相比,TRA 具有创伤更小、血管并发症少、患者舒适度及满意度更高等优

点<sup>[2-4]</sup>,改变了患者治疗期间双腿活动限制,强制卧床的问题<sup>[5]</sup>,多项研究表明接受 TRA 路径的患者治疗舒适感明显优于 TFA,再次手术时更倾向选择 TRA<sup>[6-7]</sup>。本文就 TRA 外周血管栓塞的临床应用及研究进展进行综述。

## 1 TRA 技术

TRA 包括近端桡动脉入路(proximal transradial approach, pTRA)和远端桡动脉入路(distal transradial approach, dTRA),两者均可通过触摸动脉搏动点直

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.08.020

基金项目:国家重点研发计划(2018YFA0704100、2018YFA0704104),国家自然科学基金(81827805、81901847)

作者单位:210009 江苏南京 东南大学附属中大医院介入与血管外科

通信作者:朱海东 E-mail:zhuhaidong9509@163.com

接穿刺或者在超声引导下穿刺,术前均需常规行 Allen 试验或者 Barbeau 试验<sup>[8]</sup>,了解桡动脉和尺动脉之间的血供是否通畅。基于正常桡动脉的解剖特点,dTRA 的穿刺点定位于拇指伸展后,在拇长伸肌腱及拇短伸肌腱与伸肌支持带形成的凹陷处,又称“鼻烟壶区”,常位于桡骨茎突头侧 2~3 cm。一般穿刺成功后循导丝缓慢引入扩张器及动脉鞘,动脉鞘内注射肝素 100 U/kg<sup>[9]</sup>。继而通过此入路,借助导丝、导管并在影像设备引导下进行相应的介入操作。

与 pTRA 相比,dTRA 有以下优点:①远端桡动脉相对表浅,术后压迫时需要的压力、范围和时间都明显缩小,患者舒适度高<sup>[10]</sup>。②“鼻烟壶区”内没有明显的神经伴行,因此远端桡动脉在术后的压迫疼痛感更小。③术后桡动脉闭塞(radial artery occlusion,RAO)的发生率更低。一项纳入 282 例患者的前瞻性试验结果表明,常规 TRA 组较 dTRA 组术后 24 h 的 RAO 发生率为 8.8% 比 1.2%(OR=7.4,95%CI=1.6~34.3, $P=0.003$ ),术后 30dRAO 发生率为 6.4% 比 0.6%(OR=10.6,95%CI=1.3~86.4, $P=0.007$ )<sup>[11]</sup>。④可重复性高。Ronald 等<sup>[12]</sup>对经 dTRA 行肝恶性肿瘤栓塞术的可重复性进行研究,3 次手术例数分别为 44 例、39 例及 10 例,3 次 dTRA 的手术成功率并无统计学差异(93% 比 95% 比 100%)。但 dTRA 仍有一些不足,例如远桡动脉血管内径纤细且易出现痉挛,因此穿刺更加困难,学习曲线也会变长。此外,dTRA 在引入鞘管时患者的疼痛水平较 pTRA 更高<sup>[10]</sup>。

因此,dTRA 可作为 pTRA 的改良入路。可根据需要血管解剖特征,选择不同长度和类型的导管。术后桡动脉压迫止血过程中需始终保持桡动脉的前向血流,推荐使用桡动脉止血压迫器,降低术后桡动脉血栓形成和 RAO 发生率。

## 2 TRA 临床应用

### 2.1 经肝动脉化疗栓塞(transcatheter arterial chemoembolization,TACE)

TACE 是中期肝细胞癌首选的非手术治疗方法<sup>[13]</sup>。经 TRA 入路穿刺桡动脉成功后,将导丝及导管同轴插入降主动脉,并对腹腔干、肝动脉和肠系膜上动脉等血管选择性造影并栓塞治疗<sup>[14-15]</sup>。Shiozawa 等<sup>[16]</sup>首次回顾性比较 TRA( $n=177$ )和 TFA( $n=150$ )介入治疗肝脏恶性肿瘤的有效性及安全性,结果显示两者手术成功率相似(98.3% 比 100%),TRA 组术后并发症发生率更低(4.5% 比

12.7%)。You 等<sup>[17]</sup>也回顾性分析两种路径的有效性和安全性,得出 TRA 是一种安全可行的替代 TFA 的方法。江海林等<sup>[18]</sup>回顾性分析 131 例患者 333 次接受经 TRA 行化疗栓塞治疗患者的资料,结果证实 TRA 穿刺成功率高(98.11%)。

TRA 较 TFA 更易受患者的青睐,Yamada 等<sup>[5]</sup>纳入 55 例患者的一项前瞻性随机试验结果显示,TRA 较 TFA 具有更好的患者满意度(81% 比 19%, $P<0.001$ )。国内学者对 130 例接受 TACE 的患者按 1:1 随机分配到 TRA 组或 TFA 组,结果显示两组在手术成功率、透视时间、手术时间及住院时长上均无显著统计学差异,TRA 组患者较 TFA 组的患者更倾向于使用当前路径行下一步手术(90.8% 比 24.6%, $P<0.01$ )<sup>[7]</sup>。但同一位患者多次经 TRA 行 TACE 的可行性及安全性仍需进一步研究。

### 2.2 肾动脉栓塞(renal artery embolization,RAE)

RAE 可用于治疗肾损伤伴活动性出血、出血性血管平滑肌脂肪瘤等<sup>[19]</sup>。多项研究表明采用 TRA 行肾动脉插管安全可行<sup>[20-21]</sup>。一项回顾性研究分析了 16 例 TRA 与 29 例 TFA 行 RAE 治疗肾出血的可行性及安全性,两组手术成功率分别为 100% 与 96.6%,术后 4 周随访均未发现并发症<sup>[20]</sup>。Liu 等<sup>[21]</sup>回顾比较 TRA( $n=612$ )与 TFA( $n=711$ )行肾动脉插管术的可行性及安全性,结果显示两组手术成功率均为 100%,TRA 组并发症发生率更低(2.5% 比 4.8%, $P=0.03$ )。

TRA 行 RAE 较 TFA 有其独特优势。经 TRA 行 RAE 成功治疗妊娠伴发出血性血管平滑肌脂肪瘤,可使胎儿辐射暴露最小化<sup>[22]</sup>。Chick 等<sup>[23]</sup>在患者俯卧位时经 TRA 行 RAE 同步联合经皮冷冻消融,手术时间大大减少,提高了效率,但安全性仍需进一步研究。

### 2.3 前列腺动脉栓塞(prostate artery embolization,PAE)

PAE 是治疗中-重度下尿路症状的前列腺增生的良好选择<sup>[24]</sup>。多项研究发现,使用 TRA 行 PAE 安全可行<sup>[25-27]</sup>。Gil 等<sup>[26]</sup>回顾性分析了 53 例患者,TRA 组(22 例)与 TFA 组(31 例)在技术成功率(95% 比 97%)、平均总手术时间(80 min 比 94 min)及平均透视时间(37 min 比 41 min)等方面无显著差异,未发现桡动脉相关不良反应。术后 3 个月 TRA 组患者前列腺体积较前平均缩小 22%( $P=0.043$ ),生活质量显著改善( $P=0.005$ )。Bhatia

等<sup>[27]</sup>回顾性研究结果也得出相似结论, TRA 入路是安全可行的 PAE 方法。上述两项研究数据均显示, TRA 组手术时间和透视时间较 TFA 组缩短, 但与其与 TRA 技术特点优势还是术者经验的相关性仍需进一步验证。

#### 2.4 子宫动脉栓塞(uterine artery embolization, UAE)

UAE 可治疗症状性子宫肌瘤, 临床疗效显著<sup>[28]</sup>。Nakhaei 等<sup>[29]</sup>回顾性分析了 91 例 TFA 和 91 例 TRA 患者的手术成功率和临床疗效, 结果显示两组间没有明显差异, TRA 组更多患者可以当天出院(33% 比 4%,  $P = 0.002$ )。2021 年首个评估 TRA 和 TFA 行 UAE 有效性及安全性前瞻性随机实验显示, TRA 和 TFA 在 UAE 上有相似的手术成功率和并发症发生率, 但 TRA 具有更短的手术时间和更少的辐射暴露<sup>[30]</sup>。一项 Meta 分析显示, 与 TFA 相比, TRA 行 UAE 同样安全有效且并发症少、住院时间短, 但学习曲线的问题需要克服<sup>[31]</sup>。

#### 2.5 其他

TRA 还可用于其他外周动脉相关疾病的栓塞治疗, 例如经 TRA 栓塞新生血管治疗黏性关节囊炎或肩袖撕裂导致的夜间疼痛<sup>[32]</sup>。一项多中心前瞻性研究中经病变同侧 TRA 入路, 使用亚胺培南/西司他丁钠对肩部新生血管进行栓塞, 患者术前与术后 1、3、6 个月的夜间疼痛显著改善(平均 VAS 评分分别为 6.4、3.4、2.3 和 1.6,  $P < 0.001$ ), 肩关节平均活动度增大( $97^\circ$ 、 $119^\circ$ 、 $135^\circ$  和  $151^\circ$ ,  $P < 0.001$ )<sup>[33]</sup>。Eesa 等<sup>[34]</sup>对 8 例患者行 TRA 脊髓血管造影和栓塞治疗, 脊柱血管瘤均被成功栓塞, 仅 1 例患者出现手部轻度麻木, 症状在 24h 内消失。Iezzi 等<sup>[35]</sup>经左侧 TRA 栓塞直肠动脉治疗痔疮, 12 例患者均获得手术成功, 术后 4 周随访未发现任何后遗症。Lee 等<sup>[36]</sup>经 TRA 栓塞支气管动脉等治疗咯血, 19 例患者中 18 例取得手术成功, 术后 1 个月无咯血率为 89.5%, 未发现严重不良事件。一项针对 TRA 与 TFA 行脾血管栓塞治疗脾创伤的研究表明, 两者成功率没有明显差异(95.7% 比 98.4%,  $P = 0.30$ )<sup>[37]</sup>。Cheng 等<sup>[38]</sup>选择 TRA 行甲状腺动脉栓塞治疗大型孤立性症状性良性甲状腺结节, 术后 1 个月平均体积减少率为 54.9%, 随访 3 个月平均体积减少率为 81.8%, 除术后 1 周内部分患者出现颈部疼痛和声音改变外, 无重大并发症发生。但上述研究大多数为小样本、单中心的研究, 有关 TRA 在不同动脉的可行性、安全性及独特优势

仍需更多的研究证实。

### 3 TRA 并发症相关研究

#### 3.1 出血及血肿

桡动脉穿刺点附近无重要神经及血管, 且周围有骨性结构易于压迫止血, 因此 TRA 较 TFA 穿刺部位不容易出血及形成血肿<sup>[39]</sup>。但对压迫设备的改良仍有助于进一步降低出血的风险。Xu 等<sup>[40]</sup>设计了一种具有自动控制压力功能的新型桡动脉入路压迫装置, 通过测量动脉血压来精确调节压力。这项纳入 84 例患者的前瞻性研究结果显示, 新型压迫装置较传统装置的平均压迫时间明显缩短(207.4 min 比 378.1 min,  $P < 0.001$ ), 实验组平均疼痛评分明显低于对照组(0.79 比 1.83,  $P < 0.001$ ), 较传统压迫设备具有更好的安全性。Safirstein 等<sup>[41]</sup>将 TR Band 桡动脉专用止血带与硫酸钾止血贴剂相组合, 与单独使用气囊式桡动脉压迫器相比, 可有效减少压迫时间(66 min 比 113 min,  $P < 0.001$ ), 降低了再次充放气时轻微再出血的发生率(0% 比 67.7%,  $P < 0.001$ )。

#### 3.2 RAO

也有学者针对术后 RAO 的预防开展研究。在一项随机对照研究中, 对比了采用尺动脉和桡动脉同时压迫、桡动脉单一压迫和开放止血方式这 3 种方式, 结果发现 3 组的术后 1 h RAO 发生率分别为 1.3%、6.7% 和 7.3% ( $P = 0.03$ ), 术后 1 个月 RAO 发生率分别为 0.7%、8% 和 6% ( $P = 0.03$ )<sup>[42]</sup>。一项前瞻性随机对照试验显示, 2 373 例患者分为术前使用单抗血小板组(阿司匹林 100 mg/d)和术前使用双抗血小板组(阿司匹林 100 mg/d + 氯吡格雷 75 mg/d), 30 d 超声检查随访中发现在双抗血小板组中 RAO 发生率显著低于单抗血小板组(1.8% 比 4.0%,  $OR = 0.007$ , 95%  $CI = 0.24 \sim 0.70$ ,  $P = 0.001$ ); 双抗血小板组的自我再通率显著高于单抗血小板组(73.68% 比 44.12%,  $P < 0.001$ )<sup>[43]</sup>。

针对如何治疗 RAO, 一项单中心前瞻性试验纳入 44 例 TRA 术后出现 RAO 的患者行 dTRA 逆行再通, 手术成功率为 88.6%, 术后 12 个月通畅率 35.9%<sup>[44]</sup>。Liang 等<sup>[45]</sup>开展的 RESTORE 试验中, 将术后使用利伐沙班组与安慰剂组进行比较, 结果显示两者术后 24 h RAO 发生率比较差异无统计学意义(8.9% 比 11.5%,  $P = 0.398$ )。而术后 1 个月 RAO 显著降低(3.8% 比 11.5%,  $P = 0.011$ )。Roy

等<sup>[46]</sup>对 4 例术后出现 RAO 的患者给予 30 d 疗程的阿哌沙班治疗,3 例患者桡动脉闭塞得到完全缓解,提示阿哌沙班是除皮下注射低分子肝素外另一可行的选择。药物和手术结合可能会有效地治疗术后 RAO,但仍需要进一步大样本的研究证实。

### 3.3 桡动脉假性动脉瘤

桡动脉假性动脉瘤发生率约 0.08%,且多见于老年患者<sup>[47]</sup>。潜在的风险因素包括多次穿刺、持续抗凝、术后压迫不充分、发生感染和鞘管尺寸过大。最常见的临床特征是止血后数小时内出现疼痛及肿胀。可通过超声检查来发现假性动脉瘤的出现,治疗方法一般是手工按压。Moussa 等<sup>[48]</sup>对 1 例术后出现桡动脉假性动脉瘤的女性患者行经皮超声引导下凝血酶注射术,目的是诱导假性动脉瘤血栓形成,术后该患者桡动脉假性动脉瘤血流完全停止。此外,Wang 等<sup>[49]</sup>通过介入手术(血管内栓塞、支架植入及注射凝血酶)成功治疗了 19 例出现假性动脉瘤的患者,仅 1 例(5%)患者进行了再次干预。

### 3.4 手部功能障碍

TRA 术后出现持续数天的局部疼痛和麻木较常见,但大多数手部功能障碍病例与暂时性疼痛有关,无需显著干预即可改善。极少数会出现持续性的手部功能障碍。可能与血肿对神经结构的直接压迫有关。大多数可通过保守治疗恢复,若手部功能障碍不能自行缓解,应考虑临床干预,如使用非甾体抗炎药及局部使用皮质类固醇等。如保守治疗一段时间后仍未见好转时,建议手术治疗,如血肿手术减压、肌腱移植及神经移植等。

## 4 TRA 专用器械研究

TRA 的专用器械缺乏是推广 TRA 的主要障碍之一,目前外周介入中 TRA 专用导管的研究匮乏,可借鉴心脏介入及神经介入的相关探索。Borrie 等<sup>[50]</sup>尝试使用无鞘导管减少桡动脉痉挛(radial artery spasm,RAS)并避免患者转向 TFA,结果显示,1 000 例行冠脉造影的患者中有 44 例患者因出现 RAS 无法使用传统导管从而改用无鞘导管,均获得穿刺的成功。较短的桡动脉鞘会摩擦近端桡动脉内皮,易导致桡动脉痉挛。Luther 等<sup>[51]</sup>开展的一项回顾性研究中,747 例接受脑血管造影及神经介入术的患者中 247 例采用长鞘管,多因素分析结果显示,使用长鞘管是唯一预防 RAS 的影响因素( $OR = 0.22$ ,  $95\% CI = 0.007 \sim 0.517$ ,  $P = 0.0103$ )。Rist 导管是首个专为 TRA 神经介入设

计的导管,较传统的 TFA 入路导管具有更好的近端稳定性及远端可导航性。一项纳入使用 Rist 导管行神经介入手术的多中心回顾性研究( $n = 152$ )结果显示,手术成功率为 96.1%,3 例(1.9%)改用其他 TRA 导管,2 例(1.3%)转换为 TFA,1 例(0.7%)手术失败,Rist 导管是安全有效的专用导管<sup>[52]</sup>。随着外周介入专用鞘及导管的上市,将更有利于 TRA 的推广使用。

## 5 小结与展望

综上,尽管外周介入栓塞中 TRA 的技术有效性及安全性与 TFA 大致相当,但可提高患者治疗舒适度、严重血管并发症少且满意度较高,尤其是在体位无法配合或某些特殊治疗场景下更具优势。诚然,对于 TRA 而言目前仍缺乏此治疗路径针对性的医疗器材,如可专用于 TRA 的、有足够支撑力、内腔较大、不同形态和规格的长导管、长微导管及相配套的导丝和微导丝<sup>[29]</sup>。此外,TRA 的手术成功需要一定的学习曲线。一项针对介入医生的国际问卷调查结果显示<sup>[53]</sup>,学习曲线长(45%)及缺乏培训(32%)成为拒绝 TRA 入路的主要原因。此外,桡动脉及近端血管解剖学变异的概率高于股动脉,处理不当会造成如桡动脉穿孔等严重并发症,操作者需熟悉这些变异并熟练掌握如何处理,提高 TRA 穿刺成功率并减少并发症的发生。

### [参考文献]

- [1] Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1989, 16: 3-7.
- [2] Catapano JS, Ducruet AF, Nguyen CL, et al. Propensity-adjusted comparative analysis of radial versus femoral access for neurointerventional treatments[J]. Neurosurgery, 2021, 88: E505-E509.
- [3] Valgimigli M, Frigoli E, Leonardi S, et al. Radial versus femoral access and bivalirudin versus unfractionated heparin in invasively managed patients with acute coronary syndrome (MATRIX): final 1-year results of a multicentre, randomised controlled trial[J]. Lancet, 2018, 392: 835-848.
- [4] 颜志平,李佳睿,董伟华,等. 经桡动脉入路外周介入中国专家共识[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32: 205-214.
- [5] Yamada R, Bracewell S, Bassaco B, et al. Transradial versus transfemoral arterial access in liver cancer embolization: randomized trial to assess patient satisfaction[J]. J Vasc Interv Radiol, 2018, 29: 38-43.
- [6] Wan Y, Chen B, Li N, et al. Transradial versus transfemoral

- access for patients with liver cancer undergoing hepatic arterial Infusion chemotherapy: atient experience and procedural complications[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2022; 33.
- [7] Zhang X, Luo Y, Tsauo J, et al. Transradial versus transfemoral access without closure device for transarterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma: a randomized trial[J]. *Eur Radiol*, 2022; 32: 6812-6819.
- [8] Barbeau GR, Arsenaault F, Dugas L, et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1 010 patients[J]. *Am Heart J*, 2004; 147: 489-493.
- [9] Hahalis GN, Leopoulou M, Tsigkas G, et al. Multicenter randomized evaluation of high versus standard heparin dose on incident radial arterial occlusion after transradial coronary angiography: the SPIRIT of artemis study [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2018; 11: 2241-2250.
- [10] Feng C, Zong B, Liu Y, et al. Comparison of distal transradial approach versus conventional transradial approach for coronary angiography and percutaneous coronary intervention: a prospective observational study [J]. *Heliyon*, 2023; 9: e17150.
- [11] Eid-Lidt G, Rivera Rodriuez A, Jimenez Castellanos J, et al. Distal radial artery approach to prevent radial artery occlusion trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2021; 14: 378-385.
- [12] Ronald J, Durocher N, Martin JG, et al. Evaluation of repeat distal transradial access in the anatomic snuffbox[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2021; 27: 639-643.
- [13] 国家卫生健康委办公厅. 原发性肝癌诊疗指南(2022 年版)[J]. *临床肝胆病杂志*, 2022; 38: 288-303.
- [14] Pua U, Teo CC, U PT, et al. Cone-beam CT acquisition during transradial TACE made easy; use of the swivel arm board[J]. *Br J Radiol*, 2018; 91: 20170248.
- [15] Meng XX, Liao HQ, Liu HC, et al. Application of side-hole catheter technique for transradial arterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma[J]. *Abdom Radiol (NY)*, 2019; 44: 3195-3199.
- [16] Shiozawa S, Tsuchiya A, Endo S, et al. Transradial approach for transcatheter arterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma: comparison with conventional transfemoral approach [J]. *J Clin Gastroenterol*, 2003; 37: 412-417.
- [17] You K, Guo T, Sun D, et al. Transradial versus transfemoral approach for TACE: a retrospective study [J]. *BMC Gastroenterol*, 2023; 23: 11.
- [18] 江海林, 孟小茜, 廖华强, 等. 经桡动脉途径行外周介入的安全性及可行性[J]. *介入放射学杂志*, 2018; 27: 1027-1030.
- [19] Muller A, Rouviere O. Renal artery embolization-indications, technical approaches and outcomes [J]. *Nat Rev Nephrol*, 2015; 11: 288-301.
- [20] Cao C, Kim SY, Kim GH, et al. Comparison of transradial and transfemoral access for transcatheter arterial embolization of iatrogenic renal hemorrhage [J]. *PLoS One*, 2021; 16: e0256130.
- [21] Liu JX, Sun ZJ, Wang JD. Renal arteriography via radial artery access with a 125 cm long angiographic catheter [J]. *Biomed Res Int*, 2021; 2021: 5564462.
- [22] Scharf Z, Momah-Ukeh I, Kim AY. Trans radial embolization of bleeding renal angiomyolipoma in pregnant 30-year-old female: a case report [J]. *J Radiol Case Rep*, 2019; 13: 34-42.
- [23] Chick JFB, Branach C, Majdalany BS, et al. Prone transradial catheterization for combined single-session transarterial embolization and percutaneous posterior approach cryoablation of solid neoplasms [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017; 40: 1026-1032.
- [24] Dias US Jr, de Moura MRL, Viana PCC, et al. Prostatic artery embolization: indications, preparation, techniques, imaging evaluation, reporting, and complications [J]. *Radiographics*, 2021; 41: 1509-1530.
- [25] Isaacson AJ, Fischman AM, Burke CT. Technical feasibility of prostatic artery embolization from a transradial approach [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2016; 206: 442-444.
- [26] Gil R, Shim DJ, Kim D, et al. Prostatic artery embolization for lower urinary tract symptoms via transradial versus transfemoral artery access: single-center technical outcomes [J]. *Korean J Radiol*, 2022; 23: 548-554.
- [27] Bhatia S, Harward SH, Sinha VK, et al. Prostate artery embolization via transradial or transulnar versus transfemoral arterial access: technical results [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2017; 28: 898-905.
- [28] de Bruijn AM, Ankum WM, Reekers JA, et al. Uterine artery embolization vs hysterectomy in the treatment of symptomatic uterine fibroids: 10-year outcomes from the randomized EMMY trial [J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2016; 215: 745. e1-745. e12.
- [29] Nakhaei M, Mojtahedi A, Faintuch S, et al. Transradial and transfemoral uterine fibroid embolization comparative study: technical and clinical outcomes [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2020; 31: 123-129.
- [30] Khayrutdinov E, Vorontsov I, Arablinskiy A, et al. A randomized comparison of transradial and transfemoral access in uterine artery embolization [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2021; 27: 59-64.
- [31] Himiniuc LMM, Murarasu M, Toma B, et al. Transradial embolization, an underused type of uterine artery embolization approach: a systematic review [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021; 57: 83.
- [32] Xu Y, Bonar F, Murrell GA. Enhanced expression of neuronal proteins in idiopathic frozen shoulder [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2012; 21: 1391-1397.
- [33] Okuno Y, Yasumoto T, Koganemaru M, et al. Transarterial embolization of neovascularity for refractory nighttime shoulder pain: a multicenter, open-label, feasibility trial [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2022; 33: 1468-1475. e8.
- [34] Eesa M, Mitha AP, Lewkonja P. Distal transradial access for

- targeted spinal angiography and embolization [J]. *Interv Neuroradiol*, 2023, 29: 498-503.
- [35] Iezzi R, Campenni P, Posa A, et al. Outpatient transradial emborrhoid technique; a pilot study[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2021, 44: 1300-1306.
- [36] Lee Y, Lee M, Hur S, et al. Bronchial and non-bronchial systemic artery embolization with transradial access in patients with hemoptysis[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2022, 28: 359-363.
- [37] Adnan SM, Romagnoli AN, Martinson JR, et al. A comparison of transradial and transfemoral access for splenic angio-embolisation in trauma; a single centre experience[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2020, 59: 472-479.
- [38] Cheng KL, Liang KW, Lee HL, et al. Thyroid artery embolization of large solitary symptomatic benign thyroid nodules through transradial approach [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13: 5355-5361.
- [39] Scharzt D, Akkipeddi SMK, Ellens N, et al. Complications of transradial versus transfemoral access for neuroendovascular procedures; a meta-analysis[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14: 820-825.
- [40] Xu H, Cheng J, Zhang D, et al. Effect of radial artery compression with a novel automatic pressure-controlled radial compression device; a short-term prospective interventional pilot study[J]. *J Interv Cardiol*, 2023, 2023: 7533702.
- [41] Safirstein JG, Tehrani DM, Schussler JM, et al. Radial hemostasis is facilitated with a Potassium ferrate hemostatic patch; the STAT2 trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2022, 15: 810-819.
- [42] Ahmed TAN, Abbas E, Bakr AH, et al. Prevention of radial artery occlusion by simultaneous ulnar and radial compression (PRO-SURC). A randomized duplex ultrasound follow-up study[J]. *Int J Cardiol*, 2022, 363: 23-29.
- [43] Qin Z, Yang X, Cheng W, et al. Different antiplatelet strategies for radial artery protection after transradial coronary angiography; a prospective observational cohort study [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 913008.
- [44] Lin Y, Bei J, Liu H, et al. Retrograde recanalization of radial artery occlusion via the distal transradial artery; a single-center experience[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 985092.
- [45] Liang D, Lin Q, Zhu Q, et al. Short-term postoperative use of rivaroxaban to prevent radial artery occlusion after transradial coronary procedure; the RESTORE randomized trial[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2022, 15: e011555.
- [46] Roy S, Choksi R, Wasilewski M, et al. Novel oral anticoagulants in the treatment of radial artery occlusion [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2021, 98: 1133-1137.
- [47] Din JN, Murphy A, Chu K, et al. Radial artery pseudoaneurysms after transradial cardiac catheterisation[J]. *Vasa*, 2016, 45: 229-232.
- [48] Moussa Pacha H, Alraies MC, Soud M, et al. Minimally invasive intervention of radial artery pseudoaneurysm using percutaneous thrombin injection [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39: 257.
- [49] Wang Y, Zheng H, Yao W, et al. Management of traumatic peripheral artery pseudoaneurysm; a 10-year experience at a single center[J]. *J Interv Med*, 2023, 6: 29-34.
- [50] Borrie A, Raina A, Fairley S, et al. Use of the sheathless eacath is an effective strategy to overcome resistant severe radial spasm[J]. *J Interv Cardiol*, 2023, 2023: 2434516.
- [51] Luther E, Chen SH, McCarthy DJ, et al. Implementation of a radial long sheath protocol for radial artery spasm reduces access site conversions in neurointerventions[J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13: 547-551.
- [52] Abecassis IJ, Saini V, Crowley RW, et al. The rist radial access system; a multicenter study of 152 patients[J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14: 403-407.
- [53] Iezzi R, Posa A, Bilhim T, et al. Most common misconceptions about transradial approach in interventional radiology; results from an international survey[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2021, 27: 649-653.

(收稿日期: 2023-08-24)

(本文编辑: 茹 实)