

## ·指南与共识 Guidelines and consensus·

## 经桡动脉入路外周介入中国专家共识

中国抗癌协会肿瘤介入学专业委员会

**【摘要】** 经桡动脉入路(transradial access,TRA)行介入手术具有安全、舒适的特点,是冠脉介入的首选入路。但 TRA 在外周介入中应用不足。目前对如何选择合适的患者、合适的器械、降低 TRA 并发症及提高 TRA 使用率尚认识不足。为了更好地推广 TRA 在外周介入中的应用,指导 TRA 临床患者选择、技术操作规范和医师技能训练,中国抗癌协会肿瘤介入学专业委员会于 2022 年组织全国范围内的介入专家成立《经桡动脉入路外周介入中国专家共识》工作小组,并共同制定本共识。本文主要聚焦 TRA 外周应用现状、优势及局限性、桡动脉解剖学特征、患者选择、操作规范、常见并发症预防与处理、辐射剂量及学习曲线,并通过文献评价结合专家组意见达成共识。

**【关键词】** 经桡动脉入路;经股动脉入路;外周介入

中图分类号:R815 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2023)-03-0205-010

**Chinese expert consensus on the transradial access in percutaneous peripheral interventions Chinese Society of Interventional Oncology, China Anti-Cancer Association**

*Corresponding author: YAN Zhiping (Affiliated Zhongshan Hospital of Fudan University, China), E-mail: yan.zhiping@zs-hospital.sh.cn; LI Jiarui (First Hospital of Jilin University, China), E-mail: jiaruili1971@sina.com; DONG Weihua (Shanghai Changzheng Hospital, China), E-mail: dongweihua@smmu.edu.cn*

**【Abstract】** Transradial access(TRA) is a safe and comfortable approach in performing interventional operations and it is the preferred access for percutaneous coronary intervention. However, TRA has not been widely used in peripheral interventions so far. At present, in clinical practice there is still a lack of awareness on how to select the suitable patients and the appropriate devices, how to reduce TRA complications and improve the utilization of TRA. Therefore, in order to better promote the application of TRA in peripheral interventions, guide clinicians to select patients suitable for using TRA, and improve the technical operation specifications as well as physician skills training, the Chinese Society of Interventional Oncology of China Anti-Cancer Association, organized nationwide experts to establish a Working Group of 《Chinese Expert Consensus on the TRA in percutaneous peripheral interventions》 in 2022 and jointly formulated this consensus. This consensus mainly focuses on the current situation, advantages and limitations of TRA peripheral intervention, anatomical characteristics of radial artery, selection of patient, operation specifications, prevention and treatment of common complications, radiation dose, and learning curve. Through the literature evaluation and referring to the opinions of the expert group, this consensus was composed. (J Intervent Radiol, 2023, 32: 205-214)

**【Key words】** transradial access; transfemoral access; peripheral intervention

1953 年瑞典医生 Sven-Ivar Seldinger 首次报道经皮股动脉穿刺行血管造影术,此后经股动脉入路(transfemoral access,TFA)成为介入放射科医师行介入手术时经典的入路选择<sup>[1]</sup>。1989 年加拿大医生 Lucien Campeau 首次报道使用经皮桡动脉穿刺行选

择性冠状动脉造影<sup>[2]</sup>。1992 年荷兰医生 Ferdinand Kiemenij 基于 Lucien Campeau 的经验和桡动脉解剖学特征完成了第一例经桡动脉入路(TRA)的冠脉支架植入术。大量研究表明相较于传统的 TFA,TRA 能够减少冠脉介入患者穿刺点并发症、死亡率、经济

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2023.03.001

通信作者:颜志平(复旦大学附属中山医院) E-mail: yan.zhiping@zs-hospital.sh.cn

李佳睿(吉林大学第一医院) E-mail: jiaruili1971@sina.com

董伟华(上海长征医院) E-mail: dongweihua@smmu.edu.cn

负担,缩短住院时间,同时增加患者舒适度<sup>[3-7]</sup>。目前 TRA 已经成为全球冠脉介入治疗的首选治疗途径<sup>[3,8]</sup>。2003 年日本医生 Ichi Shiozawa 对 TRA 在经肝动脉化疗栓塞(transarterial chemoembolization, TACE)中的应用进行了病例系列报道。此后,TRA 在外周介入中的应用逐渐得到大家的重视。近 5 年来该技术在国内快速推广,但对如何选择合适的患者、合适的器械、降低 TRA 并发症以及提高 TRA 使用率尚认识不足。因此,为了更好地推广 TRA 在外周介入中的应用,指导 TRA 临床患者选择、技术操作规范和医师技能训练,中国抗癌协会肿瘤介入学专业委员会于 2022 年组织全国范围内的介入专家成立《经桡动脉入路外周介入中国专家共识》工作小组并共同制定本共识。

## 1 TRA 外周介入应用现状

外周血管介入操作使用 TRA 的比例较低。调查报告显示,在欧美仅 53.5% 的介入放射医师会常规使用 TRA。导致介入放射医师放弃选择 TRA 的重要因素包括:对学习曲线长的担心、缺少训练、手术时间延长、潜在的脑血管并发症、主观认为辐射曝光时间延长<sup>[9]</sup>。但是随着对 TRA 认识的加深,国际上越来越多的外周介入治疗开始采用 TRA。在我国,越来越多的介入诊疗中心开始在 TACE、肝动脉灌注化疗(hepatic arterial infusion chemotherapy, HAIC)、内脏动脉瘤、妇科疾病介入治疗等方面探索 TRA,逐渐积累了 TRA 在外周介入诊疗的临床应用经验<sup>[10-16]</sup>。与冠脉介入不同,外周介入涉及血管多、解剖变异多、介入术式多样,甚至需重复治疗和/或联合使用股动脉入路,同时外周介入涉及的病种和患者人群以及参与诊疗的医师来源更为广泛。推广和规范 TRA 外周介入的应用可使更广泛的患者获益。

共识:

TRA 在外周介入中应用不足,需要加快推广和规范。

## 2 TRA 外周介入的优势及局限性

TRA 在解剖学、安全性、舒适性与便利性、经济成本等方面具有多种优势。桡动脉位置相较于股动脉更浅表,周围无容易损伤的重要结构,因穿刺引起的不良事件的发生率更低<sup>[17]</sup>。此外,手部具有尺动脉和桡动脉双重血液供应,桡动脉直接损伤造成的血供阻断一般不会严重影响患者的手部供血<sup>[2]</sup>。

对于有复杂解剖结构的主动脉弓,如 S 型或 C 型主动脉弓,行弓上发出的动脉插管时,经同侧 TRA 相比于 TFA 可更方便、有效地进行操作<sup>[18-20]</sup>。例如当甲状腺干、肋颈干、胸廓内动脉等成为咯血等的“责任血管”时,行同侧 TRA 可能更为便捷。对于与主动脉夹角较小的肠系膜动脉、子宫动脉和前列腺动脉等 TRA 可便于选择性插管、为介入手术提供更佳的支撑力。

目前多项研究表明 TRA 后血肿、假性动脉瘤的发生率低于 TFA<sup>[21, 22]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1; 评价方法见表 1)。即使穿刺点发生渗血,也易及早发现并处理。桡动脉压迫止血过程中肢体远端缺血的发生率较股动脉更低<sup>[17]</sup>。对于凝血功能差、血小板低、需要接受抗凝治疗的高出血风险的人群,TRA 相较于 TFA 更安全<sup>[23, 24]</sup>。对于特殊患者,如孕妇、肥胖人群或患有髂股动脉粥样硬化疾病的患者,TRA 可提供新的入路并减少出血等穿刺点相关并发症的发生<sup>[25]</sup>。经传统的 TFA 时,围手术期下肢静脉血栓风险相对较高,而 TRA 无需下肢制动,不存在导致下肢深静脉血栓的风险。相较于 TFA,TRA 在子宫动脉栓塞术中应用能够提高患者的围手术期生活质量,减少手术时间、辐射曝光量并满足妇科手术体位要求<sup>[26]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 1)。TRA 行骨科疾病的术前栓塞后,可满足栓塞后即刻骨科手术的体位要求。对于急诊手术,部分患者不能有效配合术中及术后卧床制动时,TRA 具有较大优势。患者因治疗引发腹痛、呕吐等不适症状时,TRA 无需强制卧床,可根据需要改变体位<sup>[27-29]</sup>,利于患者的疼痛管理。TRA 无需暴露隐私部位,患者接受度更高,显著改善患者就医体验。术后无需制动、恢复快,可以实现介入术后的快速康复,提高患者就医满意度<sup>[15, 30-32]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1),更适合日间病房患者的介入诊治。

表 1 GRADE 证据质量与推荐强度分级

质量等级	具体描述
高(A)	非常确信真实的效应值接近效应估计值
中(B)	对效应估计值有中等程度信心: 真实值有可能接近估计值,但仍存在两者大不相同的可能性
低(C)	对效应估计值的确信程度有限: 真实值可能与估计值大不相同
极低(D)	对效应估计值几乎没有信心: 真实值很可能与估计值大不相同
推荐强度	
强(1)	明确显示干预措施利大于弊或弊大于利; 80% 以上专家意见一致
中(2)	干预措施利大于弊或弊大于利; 60%~80% 专家意见一致
弱(3)	利弊不确定或无论质量高低的证据均显示利弊相当

行 TRA 术后无需血管闭合装置即可实现止血, 可降低经济成本<sup>[17]</sup>。患者 TRA 术后恢复更快, 住院时间较短, 护理需求减少, 可有效降低医疗成本<sup>[33]</sup>。

TRA 普遍适用于外周介入治疗, 但仍有一些局限性影响 TRA 在临床的开展。桡动脉较为细小, 一般建议导管鞘不超过 6Fr, 相对限制了需要 7Fr 以上的导管鞘相关手术的开展。桡动脉及近端血管存在解剖学变异的概率高于股动脉, 如高分叉的桡动脉, 会导致导管鞘通道建立在较为纤细的桡动脉内, 增加了桡动脉痉挛的风险; 另一种解剖学异常是桡动脉襻的存在, 其反向的血管走形会增加动脉穿孔的风险<sup>[34, 35]</sup>。其他不利于 TRA 的因素包括桡动脉扭曲、锁骨下动脉扭曲, 以及主动脉弓类型等<sup>[19, 34]</sup>。

此外, 目前缺少适合 TRA 的外周介入器材, 多数导管或长度不足(如 MIK)、或头端材质较硬、角度太小(如 MPA), 使得血管贴壁较差或难以进入血管远端。因此, 适合 TRA 的器械还有待于进一步研发。

共识:

(1) TRA 有局部严重并发症较少、减少住院时间、经济、舒适等优势;

(2) 对于桡动脉纤细(女性)、存在解剖学变异或需要使用≥7Fr 导管鞘患者, 行外周介入诊疗时应慎重选择 TRA; 选择 TRA 需完善术前评估; 建议常规备股动脉入路。

### 3 桡动脉的解剖学特征

肱动脉发出桡动脉和尺动脉共同构成手部的双重血供。桡动脉沿着前臂外侧向手腕方向走形, 在桡侧腕屈肌肌腱和桡骨前缘之间可触及。桡动脉远端变异较少, 是传统桡动脉的穿刺点。桡动脉发出腕掌支与起自尺动脉的同源分支和掌浅支形成横向吻合, 穿过大鱼际肌与尺动脉末端吻合成掌浅弓。桡动脉终末支和尺动脉掌深支构成掌深弓。掌浅弓与掌深弓的存在构成了手部双重血供。掌浅弓与掌深弓存在一些解剖学变异, 掌浅弓、掌深弓吻合不全分别见于 18.7% 及 4.8% 的人群<sup>[36]</sup>。

桡动脉在到达“鼻烟壶”区域或手背“合谷区”(远桡动脉穿刺点)前已发出了一些交通分支, 即使远端桡动脉穿刺部闭塞, 也可以避免手部缺血。桡动脉直径女性小于男性, 我国左侧桡动脉平均直径男性约 2.57 mm, 女性约 2.38 mm<sup>[37]</sup>, 略小于国外报道。远桡动脉直径和传统桡动脉穿刺点直径比例约为 0.8:1。

Allen 试验或 Barbeau 试验可简单快速地评估桡动脉的代偿情况<sup>[38, 39]</sup>。Allen 实验:首先让被检查者弯曲肘部、握拳 30 s 后, 检查者利用双手在其桡动脉和尺动脉上施加压力以阻断血流, 然后让被检查者张开拳头, 手掌部皮肤颜色应为白色。此时停止压迫尺动脉, 若被检查者手部存在足够的侧支循环, 则应在约 3~12 s 内恢复正常手部皮肤颜色。若 12 s 内手部皮肤颜色仍未恢复, 则称为 Allen 试验阳性。Allen 试验阳性的患者不适宜选择桡动脉入路。对于 Allen 试验阳性, 又需要接受桡动脉穿刺后长时间或反复操作的患者, 可采用彩色多普勒超声进行手部血管的全面评估, 以避免发生桡动脉闭塞所致的相关严重并发症。Barbeau 试验: 将指间脉氧仪置于拇指指间检测指间氧饱和度, 波形稳定后, 持续压迫桡动脉, 观察氧饱和度波形情况。其分型为: A 型在桡动脉压迫的 2 min 内及松开后波形没有变化, 氧饱和度测得出; B 型波形幅度最初下降, 2 min 后完全恢复, 氧饱和度测得出; C 型桡动脉压迫时, 波形消失、血氧饱和度测不出, 但在压迫 2 min 后部分恢复, 氧饱和度测得出; D 型桡动脉压迫 2 min 后始终无波形, 且氧饱和度测不出。D 型桡动脉不适宜桡动脉入路。

此外, 桡动脉入路存在一些解剖学变异, 在操作过程中应该注意是否存在高位桡动脉或动脉襻, 也可通过术前超声评估发现<sup>[40]</sup>。可以根据主动脉弓分型、锁骨下动脉起始部的变异选择导管、左侧或右侧 TRA。左侧桡动脉入路比右侧桡动脉入路到达内脏血管距离更短、无需经过头臂干。

共识:

(1) TRA 术前应仔细评估桡动脉的代偿能力、直径、解剖学变异;

(2) Allen 试验及 Barbeau 试验简单易行, 推荐有条件的单位行超声评估桡动脉解剖和血流动力学。

### 4 患者选择

对于拟行经动脉外周介入治疗的患者, 术前均应评估 TRA 的可行性。TRA 可作为主要的工作入路或辅助入路。对于 TRA 较 TFA 有显著优势的患者(存在凝血功能障碍、肥胖、制动困难、股动脉迂曲、弓上疾病)应优先选择 TRA。对于 Allen 试验阳性或 Barbeau 试验 D 型的患者不建议常规使用 TRA。对于需要利用桡动脉行冠脉旁路手术或预备在同侧建立动静脉内瘘行血透的患者, 应该严格限

制使用近端桡动脉行介入操作。但对于上肢血透内瘘失功患者,可经桡动脉入路进行介入干预治疗。

对于需要保留导管持续灌注患者,TRA 较 TFA 可以显著提高患者舒适度,减少因长期卧床导致的并发症。但是桡动脉纤细,多次穿刺、长期置管均可导致血管闭塞率增高<sup>[15]</sup>。建议同时给予短期的抗凝治疗。

除了医师选择是否采用 TRA 外,也应尊重患者自身的选择,应充分告知相关入路的获益及风险。研究表明,接受 TACE、泌尿生殖系统介入手术的患者更愿意选择 TRA<sup>[30, 32, 41]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1)。另外,TRA 与 TFA 可在术中根据具体情况进行相互转换,对于术中需要多支血管插管的患者可考虑联合应用。桡动脉痉挛致穿刺插管困难且药物治疗无效时,应及时转换其他入路。

共识:

- (1)TRA 适合大多数的外周介入诊疗;
- (2)TRA 尤其适用于存在凝血功能障碍、肥胖、制动困难、髂股动脉闭塞患者;
- (3)TRA 与 TFA 术中可互相转换,或联合应用。

## 5 TRA 操作规范

### 5.1 穿刺前准备

充分告知患者 TRA 的获益及相关风险。通过术前宣教、心理护理使患者放松心情,以减少动脉痉挛的发生。患者体位、术者站位和 DSA 机架位置的摆放可根据术者习惯、所行手术及患者的依从性等具体选择。

**穿刺点定位:**选取桡动脉远端走形直、搏动明显、浅表部位,一般选取桡骨茎突近心端 2~3 cm。远桡动脉选择“鼻烟壶”或合谷穴区域桡动脉。

### 5.2 桡动脉穿刺及血管保护

根据术者习惯选择钢针或套管针。钢针:穿刺针进针角度 30°~45°,方向与血管走形一致。见搏动性喷血轻柔送导丝(改良式 Seldinger 法)。套管针:透壁穿刺后,退出针芯,缓慢后撤套管,见喷血、送入导丝。对于熟悉超声应用的术者,超声导引能够减少穿刺次数、缩短穿刺时间,提高首次穿刺成功率<sup>[42-44]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 1)。超声导引可采用平面内(纵切)和平面外(横切)相结合的方法进行引导穿刺。可通过适当压迫血管或彩色多普勒区分动静脉,超声可以验证导丝位于桡动脉内。

**血管保护剂使用:**血管鞘置入后,立即经鞘注

入含有血管扩张及抗凝药物的“鸡尾酒”,可减少血管痉挛及桡动脉闭塞的发生。常用的“鸡尾酒”方案为:硝酸甘油 100~200 μg+利多卡因 20 mg(或盐酸维拉帕米 2.5 mg)+肝素 2 000~5 000 U。在临床实践中,对于存在凝血功能障碍、低血压的患者可以减少或不使用肝素、硝酸甘油。对于需要长时间留置导管的患者,在拔除鞘管前建议再次使用“鸡尾酒”。

### 5.3 器械选择及插管操作

推荐选择尽可能细的穿刺针(如 20 G, 21 G 穿刺针)、导丝和导管鞘,以降低并发症的发生率。薄壁鞘能够以较小的外径通过直径较大的导管。血管鞘的亲水涂层可降低桡动脉痉挛的发生率<sup>[45]</sup>。导管头端形状的选择应该综合考虑主动脉弓的分型及靶血管的走形(图 1)。对于膈肌以下病变,TRA 工作路径较长,所选导管长度应≥110 cm,同时导管应具有足够的硬度以达到满意的扭控力;微导管长度应≥135 cm。微导管的选择还应考虑其超选能力、推送能力、扭控能力、抗折能力和兼容能力。对于需要≥7Fr 鞘的患者,应在术前使用超声评估桡动脉直径<sup>[46]</sup>。对于初学者,建议导管经桡动脉至主动脉时,全程透视观察,避免出现血管和心脏的损伤甚至穿孔。

具体血管的插管操作与股动脉入路不同。以腹腔动脉插管为例,股动脉入路的操作为“逆时针”旋转 RH 导管进行肝动脉的插管;而通过 TRA 进行腹腔动脉插管,需要“顺时针”旋转导管进行插管。

### 5.4 桡动脉压迫

采用通畅压迫的方法能够减少术后桡动脉闭塞的发生。通畅压迫的定义为,在压迫止血的过程中始终保持桡动脉的前向血流。目前尚无统一的压迫方案。可以使用专用的桡动脉止血器,以实现通畅性止血,降低桡动脉闭塞(radial artery occlusion, RAO)的发生率<sup>[47, 48]</sup>。压迫时间根据手术类型、所用鞘管直径、患者凝血状态等因素决定,建议尽可能缩短压迫时间以减少桡动脉闭塞发生率。以气囊式桡动脉压迫器举例:可以先充气,拔除鞘管,放气至见动脉血渗出,充入 1~2 mL 空气至止血,通过反 Barbeau 试验观察拇指(穿刺侧)指脉氧,以判断供血情况,建议在 120 min 内解除压迫,期间应适当减压,凝血功能障碍患者可适当延长。

### 5.5 远桡动脉

远桡动脉入路(distant transradial access, dTRA)相较于传统 TRA 具有以下优势:相对表浅、压迫时

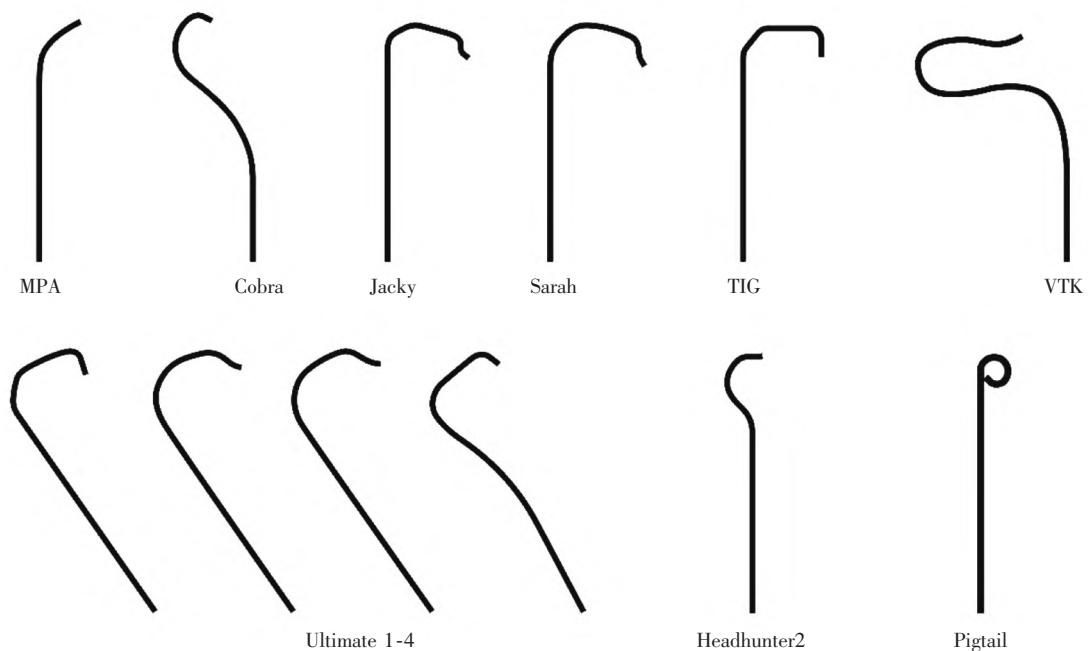


图 1 常用的桡动脉入路导管头端形态

间短、并发症少、舒适度更高<sup>[49]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 2)。但远桡动脉较为纤细, 穿刺时间长于传统 TRA。可采用超声导引穿刺。采取严格的止血方案后, dTRA 与传统 TRA 的并发症无显著差异性, 但是 dTRA 的压迫时间更短<sup>[50]</sup>。

### 5.6 围手术期护理

术前宣教、心理辅导, 术后观察穿刺点及前臂有无出血、血肿、肢体麻木、缺血等, 早发现、早处理以避免并发症的发生。观察指脉氧情况, 参与执行逐步松解桡动脉压迫器。

## 6 TRA 常见并发症及预防与处理

由于经 TRA 行外周介入的起步较晚, 相应的并发症统计数据有限。因此, 并发症的预防和处理较多地借鉴了 TRA 冠脉介入的相关经验。目前, 大量证据表明 TRA 的穿刺点出血相关严重并发症少于 TFA<sup>[6,29,51-53]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1)。但是多次 TRA 或长期留置导管可能导致 RAO 率增加<sup>[12,15]</sup>。TRA 相关并发症如下:

### 6.1 RAO 的预防与处理

RAO 是最常见的 TRA 术后并发症<sup>[47]</sup>, 其发生率从小于 1% 到 33%<sup>[15,47,54-57]</sup>。绝大多数 RAO 为无症状性, 也有少部分表现为手部缺血的症状, 如疼痛、感觉麻木及活动受限等。RAO 可导致患者失去再次 TRA 的机会, 影响患者此后的介入手术入路选择及治疗策略。多普勒超声可对桡动脉情况进行客观地

评价, 是确认 RAO 的标准检查技术。

RAO 的预防主要包括: ①选择适合管径的导管鞘及相关器械: 导管鞘直径与桡动脉血管内径之比应小于 1, 因此需选用小直径的导管鞘和导管或者是桡动脉专用的薄壁导管鞘, 以减少对桡动脉的损伤<sup>[46,58]</sup>。②足量抗凝: 推荐使用 2 000~5 000U 的普通肝素。对于多次穿刺、较长时间留置导管(>12 h)、血管纤细(<1.6 mm)等 RAO 高危患者, 术后短期使用抗凝药物(如利伐沙班片 10 mg/d, 7 d)可能进一步降低 RAO 的发生<sup>[59]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 2)。③通畅性压迫: 采用通畅性压迫的方式止血, 早期(<24 h)桡动脉闭塞率可从 12% 下降为 5%, 而晚期(30 d)的闭塞率可从 7% 下降为 1.8%<sup>[60]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1)。④减少桡动脉压迫时间: 长时间的压迫是导致术后 RAO 的主要因素之一, 尽量减少压迫时间已成为预防 RAO 的重要原则。一般推荐单纯使用外部压迫器的情况下, 压迫时间不应该大于 120 min, 有的甚至小于 90 min<sup>[61-63]</sup>(证据等级 A, 推荐等级 1)。⑤使用扩血管药物: 穿刺成功后常规给予预防桡动脉痉挛处理(见 5.2 桡动脉穿刺及血管保护)可减少 RAO 的发生<sup>[52]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 1)。

及时发现的 RAO, 可进行抗凝处理, 例如采用低分子肝素皮下注射, 1~4 周; 或者口服利伐沙班<sup>[64]</sup>(证据等级 C, 推荐等级 2); 或压迫尺动脉 1 h, 同时给予高剂量(5 000U)普通肝素<sup>[65]</sup>(证据等级 C,

推荐等级 2)。侵入性的处理方式包括顺行或者逆行开通闭塞的桡动脉,一般仅用于有症状的患者<sup>[66, 67]</sup>。

## 6.2 桡动脉痉挛的预防和处理

桡动脉痉挛是导致桡动脉闭塞的重要因素,女性、血管纤细、精神因素以及不当的操作等均易导致桡动脉痉挛。对于可能需要长时间手术的介入操作(>90 min),或者是需要反复更换导管、反复调整造影导管位置的操作,建议在更换间隙经鞘动脉内注射“鸡尾酒”<sup>[17, 32, 68]</sup>。对于已经出现桡动脉痉挛者,可经导管鞘立刻推注适量“鸡尾酒”或者硝酸甘油200 μg,并等待片刻。如经以上处理无改善,应立即停止该入路操作,选择其他入路。

## 6.3 手臂青紫和血肿以及筋膜室综合征的处理

过度抗凝和大量出血均可导致手臂青紫或血肿,多数会在1周至数周内自行吸收消失,但其间应警惕假性动脉瘤或筋膜室综合征的形成<sup>[69]</sup>。筋膜室综合征是非常少见而且严重的并发症,可急性或数天内缓慢出现,发生率大约为0.004%。主要症状表现为肘正中、桡或尺神经分布区域的麻痹,和/或伴有疼痛及手指的被动活动。如出现上述任何一项症状,均应行筋膜室压力监测,并及时行外科手术减压,避免截肢<sup>[70]</sup>。

## 6.4 假性动脉瘤的处理

桡动脉假性动脉瘤发生率大约在0.09%,可表现为穿刺点附近的凸起肿块,可有搏动性伴有/或局部红斑,超声检查可明确诊断。可在超声引导下准确定位压迫<sup>[71]</sup>。如局部压迫失败,可在超声引导下经皮穿刺假性动脉瘤注射300~8 000U 凝血酶<sup>[72]</sup>。绝大部分桡动脉假性动脉瘤可经非外科方式治愈,如非外科方式治疗失败,可通过外科手术切除假性动脉瘤<sup>[70]</sup>。

## 6.5 卒中风险和预防

由于TRA途经的左侧锁骨下动脉或右侧头臂干动脉存在流向颅内的血流,因此有人认为存在血栓或斑块脱落导致脑梗死的风险,但尚无充分的证据证明TRA卒中的发生率高于TFA<sup>[73]</sup>。一般建议,对于年龄大于70岁且有卒中和/或动脉硬化病史的老年患者行TRA时,尤应谨慎操作<sup>[68]</sup>。对于长期留置导管者,灌注结束应及时拔除导管,避免导管头端血栓形成、脱落。

共识:

(1)TRA的局部穿刺点出血相关严重并发症少于股动脉入路,采用小外径/薄壁鞘、充分抗凝、通

畅压迫、减少压迫时间能够减少并发症的发生;

(2)大部分RAO为无症状,及早发现RAO并及时处理有利于后续再次使用,需警惕筋膜室综合征等罕见但严重的并发症。

## 7 TRA 辐射剂量

担心术者及患者的辐射剂量高是阻碍术者选择TRA的一个重要因素<sup>[9]</sup>。临床实践中采用良好的防护设备,术中辐射剂量可合理达到的尽量低原则是减少患者及术者辐射剂量的关键。辐射剂量主要与微导管超选择插管、造影次数等相关,入路选择对于辐射剂量的影响主要在于所选入路是否便于后续的操作。

目前多数研究采用TRA与TFA比较,认为在透视时间、辐射剂量及患者和术者(尤其是每年>142例的高手术数量的团队)实际所受辐射剂量方面无明显差异<sup>[59, 74]</sup>(证据等级A,推荐等级1)。在肝癌介入治疗中,一项系统评价和荟萃分析共纳入9项队列研究,877例患者共进行了1 096次手术。其中,545例(49.7%)采用TRA,551例(50.3%)采用TFA。两组在透视时间、辐射剂量方面均无显著差异<sup>[75]</sup>。TFA或TRA对肝癌患者进行TACE治疗,患者的辐射暴露相似,而TRA组医师的辐射暴露中位数显著降低<sup>[76]</sup>。TACE中应用TRA,术者接受的辐射剂量更少<sup>[32]</sup>。钇-90微球选择性内放射性治疗肝癌时,TRA和TFA的透视时间和剂量面积乘积(dose-area product, DAP)无显著差异<sup>[30, 46]</sup>。美国加州大学洛杉矶分校医学中心介入放射科调查了该中心TRA和TFA在腹部和外周介入治疗中的辐射剂量,结果显示TRA具有更长的透视时间( $P=0.033$ ),但DAP无显著差异( $P=0.186$ )<sup>[57]</sup>。经左侧桡动脉插管至腹腔干的透视时间短于右侧桡动脉入路。经左侧桡动脉途径且采取桡动脉外展体位行TACE能够有效减少术者的辐射剂量,降低辐射的风险<sup>[77-78]</sup>。

盆腔方面,使用TFA或TRA进行子宫动脉栓塞术治疗症状性子宫肌瘤时,两组的平均总透视时间相似,TFA组为(20.36±9.48) min,而TRA组为(20.12±7.67) min( $P=0.86$ )<sup>[79]</sup>。另一项随机对照研究比较使用TRA和TFA行子宫动脉栓塞术的辐射暴露,结果显示TRA的辐射暴露显著降低<sup>[40]</sup>。

TRA熟练度与患者和操作者辐射暴露的减少之间存在关系,在经验丰富的TRA操作者中,TRA和TFA之间的辐射暴露是相似的。因此,建议术者在介入手术中保持高比例的TRA<sup>[6, 36]</sup>。

共识:

(1) 辐射防护方式及术中辐射剂量可合理达到的尽量低原则是减少患者及术者辐射剂量的关键;

(2) 增加术者 TRA 手术操作量可减少患者和术者的辐射暴露, 目前研究认为 TRA 患者及术者所接受的辐射剂量与 TFA 无明显差异。

## 8 桡动脉入路外周介入学习曲线

担心较长的学习曲线是影响习惯于 TFA 的介入放射医师使用 TRA 的重要因素。心血管医师在完成 50 例以上的 TRA 冠脉介入手术后就能取得和经验丰富的医师一样的疗效<sup>[80-81]</sup>(证据等级 B, 推荐等级 1)。对于初学者, 学习 TRA 对比 TFA 的操作时间、曝光时间、曝光量、入路交换率无显著差异。TRA 的学习曲线较 TFA 的学习曲线陡峭, 在操作大于 30 例后桡动脉组的操作时间及曝光时间显著少于股动脉组<sup>[82]</sup>。熟悉 TFA 的介入医师, 在经过 2 d 的理论学习、积累 20 例的 TRA-TACE 手术量后, 辐射剂量、造影剂使用量与 TFA 无显著差异(证据等级 C, 推荐等级 2)<sup>[83]</sup>。对于主动脉弓下疾病, 相对于右桡动脉入路, 左桡动脉入路的学习曲线更短<sup>[84]</sup>。另外, 通过超声导引、假体模拟训练可缩短桡动脉穿刺学习曲线<sup>[81,85]</sup>。

共识:

(1) 熟悉股动脉入路的介入医师在经过专业培训后能够快速掌握 TRA 技术;

(2) 外周介入初学者可同时学习桡动脉入路、股动脉入路。

## 9 展望

TRA 行外周介入具有提高患者舒适性、减少局部出血等严重并发症的优势。外周介入所含疾病种类多、靶血管位置及形态各异、手术器械种类多, 术前详细评估合理选择桡动脉入路、术中规范操作、选择合适的器械、术后重视桡动脉通畅压迫, 能够减少相关并发症的发生。TRA 外周介入专用器械的研发、桡动脉压迫与解压的最佳方式、导管长时间留置患者桡动脉的保护等还需要未来进一步的探索。TRA 的学习曲线与辐射剂量与 TFA 相似。通过加强术者的教育与培训, 规范桡动脉入路操作、提高操作技能, 推广桡动脉入路在外周介入中的应用, 能使更多的患者获益。

[顾问: 滕皋军(东南大学附属中大医院)。

共识专家组成员(按姓氏笔画排序): 丁晓毅(上海交通大学医学院附属瑞金医院)、于长路(天津市第三中心医院)、于海鹏(天津医科大学肿瘤医院)、王健(北京大学第一医院)、王松(青岛大学附属医院)、王艳丽(郑州大学第一附属医院)、朱海东(东南大学附属中大医院)、朱旭(北京大学肿瘤医院)、任医民(广州医科大学附属第一医院)、刘瑞宝(哈尔滨医科大学附属肿瘤医院)、刘曦(重庆医科大学附属第二医院)、江森(上海市肺科医院)、孙志超(浙江中医药大学附属第一医院)、李佳睿(吉林大学第一医院)、李肖(中国医学科学院肿瘤医院)、杨敏捷(复旦大学附属中山医院)、何旭(南京市第一医院)、宋于生(赣州市人民医院)、张雯(复旦大学附属中山医院)、邵国良(中国科学院大学附属肿瘤医院)、邵海波(中国医科大学附属第一医院)、孟小茜(上海长征医院)、胡红杰(浙江大学医学院附属邵逸夫医院)、段峰(中国人民解放军总医院第一医学中心)、倪才方(苏州大学附属第一医院)、郭立文(中国科学院大学附属肿瘤医院)、黄明声(中山大学附属第三医院)、黄勇慧(中山大学附属第一医院)、董伟华(上海长征医院)、颜志平(复旦大学附属中山医院)。专家组秘书长: 张雯。

执笔: 杨敏捷、江森、王艳丽、孟小茜、郭立文、张雯]

## [参考文献]

- Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. A new technique[J]. Acta radiol, 2008, 434:47-52.
- Campeau L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1989, 16: 3-7.
- Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization: executive summary: a report of the American college of cardiology/American heart association joint committee on clinical practice guidelines [J]. Circulation, 2022, 145:e4-e17.
- 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.
- Kolkailah AA, Alreshq RS, Muhammed AM, et al. Transradial versus transfemoral approach for diagnostic coronary angiography and percutaneous coronary intervention in people with coronary artery disease[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 4: CD012318.
- Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary

- syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial [J]. Lancet, 2011, 377: 1409-1420.
- [7] Shoji S, Kohsaka S, Kumamaru H, et al. Cost reduction associated with transradial access in percutaneous coronary intervention: a report from a Japanese nationwide registry [J]. Lancet Reg Health West Pac, 2022, 28: 100555.
- [8] 中华医学会心血管病学分会动脉粥样硬化和冠心病学组. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南(2019) [J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47: 766-783.
- [9] 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.
- [10] Du N, Yang MJ, Ma JQ, et al. Transradial access chemoembolization for hepatocellular carcinoma in comparison with transfemoral access [J]. Transl Cancer Res, 2019, 8: 1795-1805.
- [11] Du N, Ma JQ, Yang MJ, et al. Transradial access chemoembolization for hepatocellular carcinoma patients [J]. J Vis Exp, 2020, 163.
- [12] Zhang X, Luo Y, Tsou 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.
- [13] Jiang HL, Chen YN, Liao HQ, et al. Operator radiation dose during trans-hepatic arterial chemoembolization: different patients' positions via transradial or transfemoral access [J]. Diagn Interv Radiol, 2022, 28: 376-382.
- [14] Wu T, Sun R, Huang Y, et al. Partial splenic embolization of patients with hypersplenism by transradial or transfemoral approach: a prospective randomized controlled trial [J]. Acta Radiol, 2016, 57: 1201-1204.
- [15] Wan Y, Chen B, Li N, et al. Transradial versus transfemoral access for patients with liver cancer undergoing hepatic arterial infusion chemotherapy: patient experience and procedural complications [J]. J Vasc Interv Radiol, 2022, 33: 956-963.
- [16] 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与可行性 [J]. 介入放射学杂志, 2018, 27: 1027-1030.
- [17] Fischman AM, Swinburne NC, Patel RS. A technical guide describing the use of transradial access technique for endovascular interventions [J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2015, 18: 58-65.
- [18] Jaroenngarmsamer T, Bhatia KD, Kortman H, et al. Procedural success with radial access for carotid artery stenting: systematic review and meta-analysis [J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12: 87-93.
- [19] Snelling BM, Sur S, Shah SS, et al. Transradial approach for complex anterior and posterior circulation interventions: technical nuances and feasibility of using current devices [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2019, 17: 293-302.
- [20] Burzotta F, Nerla R, Pirozzolo G, et al. Clinical and procedural impact of aortic arch anatomic variants in carotid stenting procedures [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2015, 86: 480-489.
- [21] Brueck M, Bandorski D, Kramer W, et al. A randomized comparison of transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and angioplasty [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2009, 2: 1047-1054.
- [22] Bhat FA, Changal KH, Raina H, et al. Transradial versus transfemoral approach for coronary angiography and angioplasty: a prospective, randomized comparison [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2017, 17: 23.
- [23] Malloy PC, Grassi CJ, Kundu S, et al. Consensus guidelines for periprocedural management of coagulation status and hemostasis risk in percutaneous image-guided interventions [J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20: S240-S249.
- [24] Titano JJ, Biederman DM, Zech J, et al. Safety and outcomes of transradial access in patients with international normalized ratio 1.5 or above [J]. J Vasc Interv Radiol, 2018, 29: 383-388.
- [25] Sweid A, Das S, Weinberg JH, et al. Transradial approach for diagnostic cerebral angiograms in the elderly: a comparative observational study [J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12: 1235-1241.
- [26] Ruzsa Z, Csavajda A, Hizoh I, et al. TRIACCESS study: randomized comparison between radial, femoral, and pedal access for percutaneous femoro-popliteal artery angioplasty [J]. J Endovasc Ther, 2022, 29: 215-225.
- [27] Piccolo R, Galasso G, Capuano E, et al. Transradial versus transfemoral approach in patients undergoing percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome. A meta-analysis and trial sequential analysis of randomized controlled trials [J]. PLoS One, 2014, 9: e96127.
- [28] Jin C, Li W, Qiao SB, et al. Costs and benefits associated with transradial versus transfemoral percutaneous coronary intervention in China [J]. J Am Heart Assoc, 2016, 5: e002684.
- [29] Valgimigli M, Gagnor A, Calabro P, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial [J]. Lancet, 2015, 385: 2465-2476.
- [30] Liu LB, Cedillo MA, Bishay V, et al. Patient experience and preference in transradial versus transfemoral access during transarterial radioembolization: a randomized single-center trial [J]. J Vasc Interv Radiol, 2019, 30: 414-420.
- [31] Iezzi R, Pompili M, Posa A, et al. Transradial versus transfemoral access for hepatic chemoembolization: intrapatient prospective single-center study [J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28: 1234-1239.
- [32] Yamada R, racewell 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.
- [33] Cooper CJ, El-Shiekh RA, Cohen DJ, et al. Effect of transradial access on quality of life and cost of cardiac catheterization: a randomized comparison [J]. Am Heart J, 1999, 138: 430-436.
- [34] Brunet MC, Chen SH, Peterson EC. Transradial access for neuro-interventions: management of access challenges and complications [J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12: 82-86.
- [35] Lo TS, Nolan J, Fountzopoulos E, et al. Radial artery anomaly and its influence on transradial coronary procedural outcome [J]. Heart, 2009, 95: 410-415.
- [36] Zarzecki MP, Popieluszko P, Zayachkowski A, et al. The surgical anatomy of the superficial and deep palmar arches: a meta-analysis [J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2018, 71: 1577-1592.
- [37] 杨志明, 柴婵娟, 朱国斌, 等. 成人右侧尺、桡动脉彩色多普勒超声测量的对比研究 [J]. 中国介入心脏病学杂志, 2010, 18:

- 277-279.
- [38] Allen EV. Thromboangiitis obliterans: methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases[J]. Am J Med Sci, 1929, 178: 237-243.
- [39] Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients[J]. Am Heart J, 2004, 147: 489-493.
- [40] Vallespin J, Meola M, Ibeas J. Upper limb anatomy and pre-operative mapping[J]. J Vasc Access, 2021, 22: 9-17.
- [41] Basile A, Rebonato A, Failla G, et al. Early post-procedural patients compliance and VAS after UAE through transradial versus transfemoral approach: preliminary results[J]. Radiol Med, 2018, 123: 885-889.
- [42] Nguyen P, Makris A, Hennessy A, et al. Standard versus ultrasound-guided radial and femoral access in coronary angiography and intervention (SURF): a randomised controlled trial[J]. EuroIntervention, 2019, 15: e522-e530.
- [43] Flumignan RL, Trevisani VF, Lopes RD, et al. Ultrasound guidance for arterial (other than femoral) catheterisation in adults [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2021, 10: CD013585.
- [44] Seto AH, Roberts JS, Abu-Fadel MS, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates transradial access: RAUST(Radial Artery access with Ultrasound Trial) [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8: 283-291.
- [45] Sandoval Y, Bell MR, Gulati R. Transradial artery access complications[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2019, 12: e007386.
- [46] Saito S, Ikei H, Hosokawa G, et al. Influence of the ratio between radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 1999, 46: 173-178.
- [47] Bernat I, Aminian A, Pancholy S, et al. Best practices for the prevention of radial artery occlusion after transradial diagnostic angiography and intervention: an international consensus paper [J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12: 2235-2246.
- [48] Wang Y, Tang J, Ni J, et al. A comparative study of TR Band and a new hemostatic compression device after transradial coronary catheterization[J]. J Interv Med, 2019, 1: 221-228.
- [49] Corcos T. Distal radial access for coronary angiography and percutaneous coronary intervention: a state-of-the-art review[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2019, 93: 639-644.
- [50] Aminian A, Sgueglia GA, Wiemer M, et al. Distal versus conventional radial access for coronary angiography and intervention: the DISCO RADIAL trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15: 1191-1201.
- [51] Karrowni W, Vyas A, Giacomin B, et al. Radial versus femoral access for primary percutaneous interventions in ST-segment elevation myocardial infarction patients: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2013, 6: 814-823.
- [52] Mehta SR, Jolly SS, Cairns J, et al. Effects of radial versus femoral artery access in patients with acute coronary syndromes with or without ST-segment elevation[J]. J Am Coll Cardiol, 2012, 60: 2490-2499.
- [53] Romagnoli E, Biondi-Zoccali G, Sciahbasi A, et al. Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study[J]. J Am Coll Cardiol, 2012, 60: 2481-2489.
- [54] Posham R, Biederman DM, Patel RS, et al. Transradial approach for noncoronary interventions: a single-center review of safety and feasibility in the first 1,500 cases[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 159-166.
- [55] Thakor AS, Alshammari MT, Liu DM, et al. Transradial access for interventional radiology: single-centre procedural and clinical outcome analysis[J]. Can Assoc Radiol J, 2017, 68: 318-327.
- [56] Bishay VL, Biederman DM, Ward TJ, et al. Transradial approach for hepatic radioembolization: initial results and technique [J]. AJR Am J Roentgenol, 2016, 207: 1112-1121.
- [57] Hung ML, Lee EW, McWilliams JP, et al. A reality check in transradial access: a single-centre comparison of transradial and transfemoral access for abdominal and peripheral intervention [J]. Eur Radiol, 2019, 29: 68-74.
- [58] Aminian A, Dolatabadi D, Lefebvre P, et al. Initial experience with the Glidesheath Slender for transradial coronary angiography and intervention: a feasibility study with prospective radial ultrasound follow-up[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2014, 84: 436-442.
- [59] 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.
- [60] Pancholy S, Coppola J, Patel T, et al. Prevention of radial artery occlusion - patent hemostasis evaluation trial (PROPHET study): a randomized comparison of traditional versus patency documented hemostasis after transradial catheterization[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2008, 72: 335-340.
- [61] Pancholy SB, Heck LA, Patel T. Forearm arterial anatomy and flow characteristics: a prospective observational study[J]. J Invasive Cardiol, 2015, 27: 218-221.
- [62] Edris A, Gordin J, Sallam T, et al. Facilitated patent haemostasis after transradial catheterisation to reduce radial artery occlusion [J]. EuroIntervention, 2015, 11: 765-771.
- [63] Dangoisse V, Guédès A, Chenu P, et al. Usefulness of a gentle and short hemostasis using the transradial band device after transradial access for percutaneous coronary angiography and interventions to reduce the radial artery occlusion rate (from the prospective and randomized CRASOC , , and studies)[J]. Am J Cardiol, 2017, 120: 374-379.
- [64] Zankl AR, Andrassy M, Volz C, et al. Radial artery thrombosis following transradial coronary angiography: incidence and rationale for treatment of symptomatic patients with low-molecular-weight heparins[J]. Clin Res Cardiol, 2010, 99: 841-847.
- [65] Bernat I, Bertrand OF, Rokyta R, et al. Efficacy and safety of transient ulnar artery compression to recanalize acute radial artery occlusion after transradial catheterization[J]. Am J Cardiol, 2011, 107: 1698-1701.
- [66] Pancholy S. Recanalization and reuse of early occluded radial

- artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2012, 79: 348.
- [67] Pancholy SB. Transradial access in an occluded radial artery: new technique[J]. *J Invasive Cardiol*, 2007, 19: 541-544.
- [68] Gayed A, Yamada R, Bhatia S, et al. Society of interventional radiology quality improvement standards on radial artery access [J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2021, 32: 761.e1-761.e21.
- [69] Tizon-Marcos H, Barbeau GR. Incidence of compartment syndrome of the arm in a large series of transradial approach for coronary procedures[J]. *J Interv Cardiol*, 2008, 21: 380-384.
- [70] Hadad MJ, Puvanesarajah V, Deune EG. Complications of transradial catheterization and cannulation[J]. *J Hand Surg Am*, 2019, 44: 973-979.
- [71] Zegri I, Garcia-Touchard A, Cuenca S, et al. Radial artery pseudoaneurysm following cardiac catheterization: clinical features and nonsurgical treatment results[J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2015, 68: 349-351.
- [72] Garvin RP, Ryer EJ, Yoon HR, et al. Ultrasound-guided percutaneous thrombin injection of iatrogenic upper extremity pseudoaneurysms[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59: 1664-1669.
- [73] Agostoni P, Biondi-Zocca GG, de Benedictis ML, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures: Systematic overview and meta-analysis of randomized trials[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2004, 44: 349-356.
- [74] Jolly SS, Cairns J, Niemela K, et al. Effect of radial versus femoral access on radiation dose and the importance of procedural volume: a substudy of the multicenter randomized RIVAL trial [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2013, 6: 258-266.
- [75] Chen YY, Liu P, Wu YS, et al. Transradial vs transfemoral access in patients with hepatic malignancy and undergoing hepatic interventions: a systematic review and meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97: e13926.
- [76] van Malenstein H, Maleux G, Vandecaveye V, et al. A randomized phase study of drug-eluting beads versus transarterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma[J]. *Onko-*logie, 2011, 34: 368-376.
- [77] 江海林, 孟小茜, 廖华强, 等. 不同体位经桡动脉途径行 TACE 术的透视时间对比[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30: 275-278.
- [78] Shah RM, Patel D, Abbate A, et al. Comparison of transradial coronary procedures via right radial versus left radial artery approach: a meta-analysis[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 88: 1027-1033.
- [79] Mortensen C, Chung J, Liu D, et al. Prospective study on total fluoroscopic time in patients undergoing uterine artery embolization: comparing transradial and transfemoral approaches [J]. *Cardiovasc Interv Radiol*, 2019, 42: 441-447.
- [80] Ball WT, Sharieff W, Jolly SS, et al. Characterization of operator learning curve for transradial coronary interventions [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2011, 4: 336-341.
- [81] Jayanti S, Juergens C, Makris A, et al. The learning curves for transradial and ultrasound-guided arterial access: an analysis of the SURF trial[J]. *Heart Lung Circ*, 2021, 30: 1329-1336.
- [82] Liu Y, Wen X, Bai J, et al. A single-center, randomized, controlled comparison of the transradial vs transfemoral approach for cerebral angiography: a learning curve analysis[J]. *J Endovasc Ther*, 2019, 26: 717-724.
- [83] Iezzi R, Posa A, Merlini B, et al. Operator learning curve for transradial liver cancer embolization: implications for the initiation of a transradial access program[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2019, 25: 368-374.
- [84] Sciahbasi A, Romagnoli E, Trani C, et al. Evaluation of the “learning curve” for left and right radial approach during percutaneous coronary procedures[J]. *Am J Cardiol*, 2011, 108: 185-188.
- [85] Oh EJ, Lee JH, Kwon EJ, et al. Simulation-based training using a vessel phantom effectively improved first attempt success and dynamic needle - tip positioning ability for ultrasound - guided radial artery cannulation in real patients: an assessor - blinded randomized controlled study[J]. *PLoS One*, 2020, 15: e0234567.

(收稿日期:2022-12-07)

(本文编辑:茹 实)