

## · 指南与共识 ·

经桡动脉或远端桡动脉入路行脑血管介入操作  
中国专家共识

中国研究型医院学会介入神经病学专委会经桡动脉介入协作组

**摘要：**神经介入作为一项微创技术，在脑血管疾病诊疗中的作用显著。近年来，经桡动脉或远端桡动脉入路行神经介入已能够满足大多数脑血管疾病介入诊疗需求，备受临床关注。经桡动脉入路所用的导管规格、技术路径与经股动脉入路均有不同，各中心经验尚存差异。为更安全有效地开展经桡动脉或远端桡动脉入路的神经介入技术，中国研究型医院学会介入神经病学专委会经桡动脉介入协作组组织国内有经验的专家共同撰写共识，以为临床医师提供参考依据。

**关键词：**神经介入；脑血管疾病；经桡动脉入路；经远端桡动脉入路

**doi:**10.3969/j.issn.1672-5921.2023.01.010

**Expert consensus on the radial artery or distal radial artery approach for cerebrovascular intervention in China** *Transradial Intervention Collaboration Group of Professional Committee of Interventional Neurology in Chinese Research Hospital Association*

*Corresponding author: Liu Xinfeng, Email: xfliu2@vip.163.com*

**Abstract:** As a minimally invasive technique, intervention plays a significant role in the diagnosis and treatment of cerebrovascular diseases. In recent years, transradial artery or distal radial approach has been able to meet the needs of most cerebrovascular disease interventional diagnosis and treatment, which has attracted clinical attention. The catheter specifications and technical route used in the transradial approach are different from those used in the transfemoral approach, and the experience of each center is still different. In order to carry out cerebrovascular intervention through radial artery or distal radial artery approach more safely and effectively, Transradial Intervention Collaboration Group of Professional Committee of Interventional Neurology in Chinese Research Hospital Association organized domestic experienced experts to write this consensus, in order to provide guidance for clinicians.

**Key words:** Neurointervention; Cerebrovascular disease; Transradial approach; Distal radial artery approach

神经介入作为一项微创技术，在脑血管病诊疗中的作用显著。经皮动脉穿刺置动脉鞘是行脑血管介入的首要步骤。股动脉相对粗大，容易被扪及，穿刺置鞘成功率高，通路较为平顺，能够兼容较大规格的通路导管系统，因此经股动脉入路(transfemoral approach, TFA)是神经介入的经典入路。但同时，TFA患者术中需暴露隐私，术后需卧床一段时间，增加下肢静脉血栓、肺栓塞、迷走神经反射等风险，且局部穿刺并发症发生率较高<sup>[1-2]</sup>。近年来，随着神经介入技术的广泛开展及普及，神经介入器械的不断发展，经桡动脉入路(transradial approach, TRA)行神经介入已能够满足大多数脑血管介入诊疗需求，可减少局部穿刺并发症，增加患者舒适度和满意度，

缩短住院时间，备受临床关注<sup>[3-8]</sup>。

TRA行脑血管介入所应用的导管规格、技术路径与TFA有所不同。此外，对于初学者，桡动脉及远端桡动脉穿刺置鞘失败率较高，各中心术后管理标准尚存差异。为更安全有效地开展TRA脑血管介入操作，本共识从术前评估、前臂血管解剖、桡动脉穿刺置鞘、TRA相关器械及技术、术后管理及并发症处理等方面进行了规范。

### 1 术前评估

手部血供由桡动脉、尺动脉和骨间动脉提供，侧支循环代偿发达。相对于股动脉，桡动脉较为表浅易于止血，术后压迫时间短，局部血肿发生风险低<sup>[9]</sup>。目前各类神经介入手术均可选择TRA。对于存在以下情况患者，可以优先选择TRA<sup>[10-14]</sup>：(1)正在接受抗凝治疗或凝血功能异常，股动脉穿刺出血并发症发生率高；(2)重度肥胖，股动脉难以扪及，股

通信作者：刘新峰，210002 南京，东部战区总医院神经内科，  
Email: xfliu2@vip.163.com

动脉穿刺置鞘困难;(3)肥胖、难以控制的高血压病、咳嗽、腹胀以及其他原因导致的腹胀增高,难以压迫止血;(4)高龄或存在特殊疾病或体态异常,无法完成术后长时间卧床;(5)通过术前训练无法完成卧床排尿、排便;(6)双下肢股动脉局部存在破溃、感染等,股动脉穿刺继发感染风险较高;(7)先天发育、手术、外伤等原因导致双下肢解剖结构异常,胸主动脉至腹主动脉路径迂曲,无法完成股动脉穿刺置鞘及通路建立;(8)既往行双侧股动脉、髂动脉或胸腹主动脉支架置入或其他外科手术干预;(9)妊娠期、儿童及其他原因需减少腹部、盆腔、生殖器官等 X 射线照射量;(10)腹部及腹股沟区存在腹股沟疝等疾病,外科手术后 3 周内,切口尚未愈合;(11)对个人隐私有较高要求,不愿意 TFA 完成介入操作<sup>[15]</sup>。慢性肾病患者,需要保留上肢血管系统以便未来建立透析通路,应当优先选择 TFA。已进行透析及肾功能不全患者,需避免损伤桡动脉-头静脉人工动静脉瘘,应当优先考虑 TFA。

在进行 TRA 神经介入术前,需要对患者前臂动脉代偿功能、前臂动脉形态学进行详细评估,从而增加手术成功率,降低手术风险。改良 Allen 试验和 Barbeau 试验可用于评估手部双循环功能<sup>[7,16]</sup>。改良 Allen 试验具体做法:同时压迫桡动脉和尺动脉,嘱患者重复握拳张开动作大约 1 min。然后释放尺动脉的压力,记录手恢复颜色的速度,5~10 s 内颜色恢复被认为是手有充分的双循环通路,若 10 s 后仍未见颜色恢复,则考虑代偿不良。Barbeau 试验将指脉氧仪置于患者检测手的示指,描述在桡动脉受压 2 min 后 4 种不同类型的模式:A 型,波形无变化,血氧饱和度读数正常;B 型,桡动脉压迫后波形立即减小,但在 2 min 内恢复正常,血氧饱和度读数随之恢复正常;C 型,桡动脉压迫后波形立即消失,恢复正常时间超过 2 min,血氧饱和度读数 2 min 后恢复;D 型,桡动脉压迫后波形消失,2 min 后血氧饱和度读数仍未恢复。若 Barbeau 试验波形为 C 型或 D 型,则考虑代偿不良。

一项随机对照试验结果表明,在接受 TRA 的患者中,改良 Allen 或 Barbeau 试验异常不能预测不良事件,也不增加手部缺血风险<sup>[17]</sup>。相对于评估试验,在术前对拟穿刺桡动脉和尺动脉进行超声检查,不仅能够明确桡动脉及尺动脉的发育情况,还可以显示桡动脉内径,从而判断桡动脉是否能够与动脉鞘外径匹配<sup>[18]</sup>。动脉鞘与桡动脉的直径比值是桡动脉闭塞和痉挛的重要决定因素。对于桡动脉直径 < 2.0 mm 的患者,置入 6F 动脉鞘管更容易导致桡动脉闭塞及痉挛,不适合行 TRA<sup>[19]</sup>。尺动脉向掌弓供血较多,但皮下位置较深,穿刺更为困难,其穿刺、置鞘、压迫方式与桡动脉相同。在桡动脉穿刺失败的情况下,尺动脉可作为替代路径。此外肱动脉相对较粗,能够兼容较大规格鞘管。但肱动脉穿刺需在超声引导下,且术后神经损伤、皮下血肿及筋膜隔室综合征发生率高于桡动脉<sup>[20]</sup>,应当谨慎选择。

远端桡动脉入路(distal transradial approach, dTRA)近年来受到关注。相对于 TRA, dTRA 的桡动脉闭塞率低,术者及患者舒适度高,但穿刺难度较大,学习曲线更长<sup>[4]</sup>。远端桡

动脉由桡动脉及掌深弓动脉双侧供血,即使桡动脉血流阻断,通过掌深弓血流,远端桡动脉亦可触及搏动<sup>[4]</sup>。远端桡动脉内径目前尚缺乏大样本的数据,依据现有的研究测量结果,不同性别、人种中远端桡动脉内径有所差异,为  $(1.7 \pm 0.5) \sim (2.4 \pm 0.5) \text{ mm}$ <sup>[21]</sup>。远端桡动脉内径与近端桡动脉内径之比约为 0.8:1<sup>[21]</sup>。对于因桡动脉穿刺造成血肿或痉挛的患者,远端桡动脉可以作为替代穿刺通路。对于需左侧 TRA 行介入诊疗的患者, dTRA 可使患者手呈休息位,术者也可避免腰部疲劳,减少术者的 X 射线暴露<sup>[22]</sup>。Aminian 等<sup>[23]</sup>的研究结果提示, dTRA 组转为其他入路的比例高于 TRA 组[7.4% (48/650) 比 3.5% (23/657),  $P=0.002$ ],主要原因是穿刺时桡动脉痉挛发生率较高[5.4% (35/650) 比 2.7% (18/657),  $P=0.015$ ]。对于桡动脉闭塞患者,可以尝试 dTRA 进行血栓抽吸或球囊扩张等操作予以开通<sup>[24-25]</sup>。对于潜在行冠状动脉旁路移植术的患者, dTRA 可减少桡动脉的损伤风险。

双侧肱动脉血压检测有助于检出锁骨下动脉狭窄及闭塞,双上肢血压差大于 20 mmHg,或者超声提示同侧锁骨下动脉存在明确的动脉粥样硬化斑块及狭窄时会增加 TRA 操作的风险<sup>[26]</sup>。当遇到同侧锁骨下动脉闭塞时,需更换至对侧桡动脉或者改行股动脉穿刺。

## 2 上臂血管的解剖和常见变异

在胚胎时期,颈部第 6 或第 7 节间动脉发出腋动脉并延续为肱动脉,肱动脉延续为前臂间动脉及手部动脉,随着发育的进行,骨间动脉远端退化,代之以中间动脉供应手部。中间动脉形成,随之骨间动脉分化出尺动脉。尺动脉形成后,浅肱动脉开始发育并向掌部延伸,与肱动脉之间形成吻合支。吻合后,近端血管退化,远端延续为桡动脉。

在局部解剖上,桡动脉经肱桡肌与旋前圆肌之间,向前臂外下方向走形,一般位于桡侧腕屈肌与肱桡肌之间。桡动脉远端走形至桡骨下端斜过拇长展肌和拇短伸肌腱深面至手背进入解剖学鼻烟窝,穿第 1 掌骨间隙入手掌深部,分出拇主要动脉后,即与尺动脉掌深支吻合成掌深弓。发出掌浅支之后的桡动脉被称为远端桡动脉<sup>[27]</sup>。桡动脉的体表投影位于肘窝中心以下 2.5 cm 处向外下至桡骨茎突的内侧直线。远端桡动脉的体表投影位于向背侧斜跨鼻烟窝解剖区域及谷穴解剖区域的直线<sup>[4]</sup>。局部解剖如图 1 所示。

发育过程中的异常可导致桡动脉解剖学上的变异(图 2),从而增加 TRA 失败概率。当浅肱动脉没有退化或退化不完全时,可形成高位桡动脉,也称为肱桡动脉(brachioradial artery, BRA),约占桡动脉变异的 9.1%<sup>[28]</sup>。BRA 管径大小不一,也可与肱动脉间形成交通,常见的变异形态包括:(1)BRA 纤细,且与肱动脉形成交通支;(2)BRA 与肱动脉管径相当,且与肱动脉形成交通支;(3)BRA 与肱动脉管径相当,且与肱动脉形成动脉岛;(4)BRA 与肱动脉间交通支纤细;(5)BRA 与肱动脉

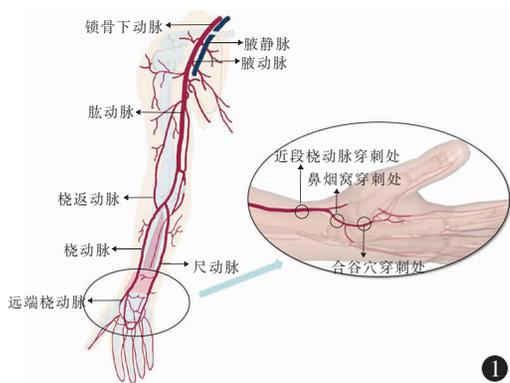


图 1 桡动脉局部解剖示意图 (东部战区总医院神经内科刘锐医师手绘)

间无交通支<sup>[28]</sup>。

桡动脉迂曲发生率为 2% ~ 4%，对桡动脉穿刺、置鞘及前送导丝、导管带来一定的障碍，常引起严重的桡动脉痉挛<sup>[29]</sup>。穿刺成功后如导丝送入困难，可调整方向后再送入导丝；如果仍无法顺利送入说明迂曲程度较为严重，常需更换桡动脉穿刺部位，尽量避开迂曲桡动脉段进行穿刺。另外桡动脉远端迂曲还容易导致穿刺成功后动脉鞘管置入困难。一旦出现置鞘困难，应首先判断动脉鞘管是否位于血管真腔，若鞘管的回血良好则提示鞘管位于桡动脉内，这时可在透视下送入长超滑导丝，沿导丝送入造影导管，利用导丝和造影导管“拉直”迂曲的桡动脉后，再送入动脉鞘管。

桡动脉环发生率为 1% ~ 2%，其典型表现为桡动脉近心

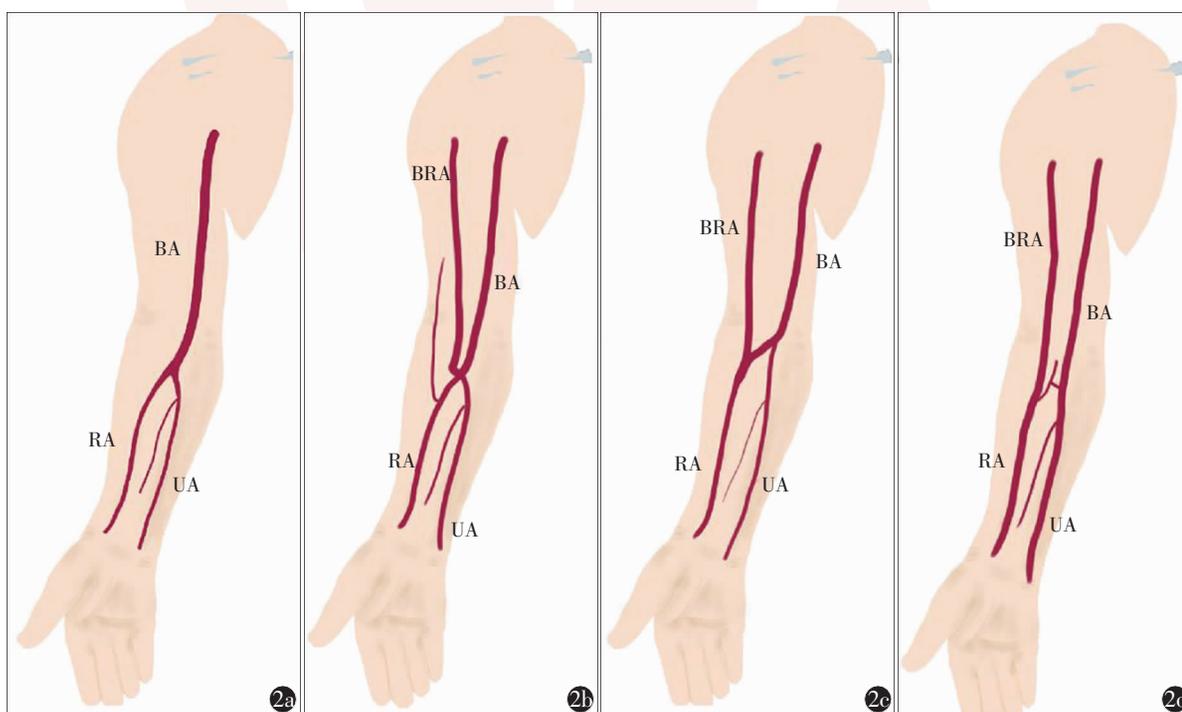
段在肘关节部位附近形成一袢状结构后再汇入肱动脉<sup>[29]</sup>。由于桡动脉环多合并有一支走行较直、近心走向的返动脉，导丝很容易误入该分支血管，如果强行推送导丝导管，易造成该分支血管穿孔而引发前臂张力性血肿。当导管在肘前位置附近上行存在阻力时，行桡动脉逆行造影可以证实动脉环的存在。此外，还存在桡动脉纤细、双桡动脉等变异。肱动脉也可出现迂曲、双肱动脉等变异，但总体发生率较低<sup>[29]</sup>。

### 3 TRA 或 dTRA 穿刺、置鞘

#### 3.1 穿刺前准备

**3.1.1 穿刺手摆放及穿刺点定位：**为便于术者操作，一般首选患者右手进行穿刺，可根据目标血管或患者具体情况，酌情调整为左手进行穿刺。行远端桡动脉穿刺时，患者腕部尺侧朝下，腕关节轻度向下屈曲 10° ~ 15°。示指至小指呈半握拳状，拇指指腹搭在示指第一指节上。术者左手示指及中指于患者鼻烟窝及合谷穴解剖区域触摸桡动脉搏动，搏动最强的位置为穿刺点。若搏动触及不清，可将第 1 掌骨与第 2 掌骨交汇处的“径向顶点”作为远端桡动脉穿刺的骨性定位标志<sup>[4,30]</sup>。

进行近端桡动脉穿刺时，患者仰卧位，手臂伸直摆放在身体一侧，手掌朝上。将纱布卷放置患者腕部下方，使腕关节抬高 5 ~ 8 cm，并且保持腕关节处于轻度过伸状态。术者左手示指、中指、无名指自穿刺部位由远心端至近心端依次轻放于患者桡动脉搏动最强处，指示患者桡动脉的走行方向，即进针方向。示指所指部位即为穿刺点，穿刺点一般选择在桡骨茎突近端 0.5 cm 即第二腕横纹处。有条件的中心



BA 为肱动脉，RA 为桡动脉，UA 为尺动脉，BRA 为桡肱动脉

图 2 常见的桡动脉发育变异示意图 (东部战区总医院神经内科刘锐医师手绘) 2a 为正常桡动脉发育；2b 为 BRA 与肱动脉管径相当，且与肱动脉形成动脉岛；2c 为 BRA 与肱动脉管径相当，且与肱动脉形成交通支；2d 为 BRA 与肱动脉间交通支纤细

可以使用超声进行定位,亦可于术中使用超声实时引导穿刺。

**3.1.2 桡动脉穿刺套准备:**经桡动脉或远端桡动脉行脑血管造影,常规使用 5 F 动脉鞘管。行介入干预时,可使用 6 F 动脉鞘管或 7 F 薄壁动脉鞘管。可选择的穿刺组套如表 1。穿刺前需用肝素化等渗盐水对桡动脉穿刺套各组件进行冲洗。

### 3.2 穿刺过程

**3.2.1 套管针穿刺法:**一般采用透壁穿刺方法。将套管针缓慢刺入桡动脉前壁,角度呈  $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。见套管针内有回血后,再轻微推送 0.5 ~ 1.0 mm,拔出针芯,缓慢回撤鞘管,见血液搏动性喷出后,左手固定鞘管,右手送导丝入内。若回撤套管时,血液不再喷出,需撤出套管重新穿刺。穿刺点沿桡动脉走行方向破皮后沿导丝送入桡动脉鞘,如遇阻力可缓慢转动套管并进行推送。

**3.2.2 开放钢针穿刺法:**一般采用改良的 Seldinger 穿刺法,不穿透血管后壁。开放穿刺钢针呈  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  缓慢刺入桡动

脉前壁,见穿刺针内有血喷出或滴出后,左手固定穿刺针,右手送导丝入穿刺针内,穿刺点破皮后沿导丝送入桡动脉鞘管,如遇阻力可缓慢转动鞘管并进行推送。

**3.2.3 麻醉、肝素化及扩张血管:**穿刺前应予以 2% 利多卡因皮下注射局部麻醉。建议使用 1 ml 注射器、小针头注射少量麻醉药物,避免穿刺点肿胀。在扩张皮肤置鞘穿刺成功后,置入鞘管之前,为减少局部疼痛,再次予以 2% 利多卡因皮下注射局部麻醉。血管鞘置入后,用肝素化等渗盐水进行回抽及推注冲管。予以硝酸甘油 200  $\mu\text{g}$  和维拉帕米 2.5 mg 鞘管内推注,以防止桡动脉痉挛。推注前应监测血压,血压低者慎用。为减少介入操作过程中继发血栓形成,置鞘成功后予以肝素静脉推注,以维持肝素化至拔除鞘管。成年患者可首先给予半量肝素化 (30 ~ 40 U/kg) 静脉推注,之后每隔 1 h 追加肝素 1 000 U。

**3.2.4 常见失败原因及应对策略:**远端桡动脉穿刺失败可表现为穿刺针或套管喷血良好,但导丝输送不畅。原因包括:桡动脉闭塞、导丝进入掌深弓尺侧、远端桡动脉由手掌侧转

表 1 常用的桡动脉穿刺鞘组

品牌	穿刺针规格	导丝规格	鞘管规格
亲水涂层导管鞘套装 (康德莱医疗器械,中国)	20 G 套管针	长度:45 cm 直径:0.025 英寸(0.635 mm)	长度:16、11 cm 内径:5、6 F
	导管鞘套装(康德莱医疗器械,中国)	20 G 套管针 21 G 裸钢针	长度:45 cm 直径:0.025 英寸(0.635 mm) 内径:5、6 F
Braidin® 薄壁鞘组 (埃普特医疗,中国)	22 G 套管针	长度:45 cm	长度:7、11、15、25 cm
	20 G 裸钢针	直径:0.025 英寸(0.635 mm)	内径:薄壁设计,4 ~ 8 F 外径,其中 7 F 穿刺外径与普通非薄壁 6 F 鞘相当,6.5 F 穿刺外径小于常规 6 F 鞘
Radifocus Introducer II 鞘组(Terumo,日本)	20 G 套管针	长度:45 cm 直径:0.025 英寸(0.635 mm)	长度:16 cm 内径:5、6 F
Glidesheath Slender 薄壁鞘(Terumo,日本)	20 G 套管针	长度:80 cm 直径:0.025 英寸(0.635 mm)	长度:16 cm 内径:5、6、7 F
Avanti 鞘组(Cordis,美国)	21 G 裸钢针	长度:45 cm 直径:0.021 英寸(0.533 mm)	长度:11 cm 内径:4 ~ 11 F
Prelude® 鞘组(Merit,美国)	22 G 套管针	长度:40 cm	长度:7、11、16、23 cm
	21 G 裸钢针	直径:0.018 英寸(0.457 mm)	内径:4、5、6、7 F
	20 G 裸钢针	长度:50 cm	
	20 G 套管针	直径:0.025 英寸(0.635 mm) 长度:80 cm 直径:0.018 英寸(0.457 mm)	
		长度:80 cm 直径:0.021 英寸(0.533 mm) 长度:80 cm 直径:0.025 英寸(0.635 mm)	

向手背侧的自然弯曲以及桡动脉迂曲。钢针过于陡直、过于贴近血管下壁或者钢针斜面向下也是导丝输送不畅的常见原因。此时需要适当压平、后退或者旋转钢针。输送导丝前可将导丝头端 3~5 mm 塑形 30°~45° 弯曲,并缓慢旋转输送。

近端桡动脉穿刺失败的原因包括:未刺中桡动脉、桡动脉痉挛、穿刺部位桡动脉迂曲、桡动脉局部血肿及穿刺针刺入桡动脉分支等。其中年轻女性桡动脉痉挛发生率较高。若穿刺失败后出现血管痉挛,穿刺点需向近心端移动一横指,扪及搏动后再行穿刺。远端桡动脉穿刺失败后,可改为同侧近端桡动脉穿刺或对侧桡动脉以及股动脉入路<sup>[31]</sup>。桡动脉穿刺失败后,为防止出血、血肿,建议手动压迫止血 5~10 min 后再进行下一次穿刺。

#### 4 TRA 脑血管介入器械及技术

一般情况下,TRA 完成目标血管的造影诊断并能够实施下一步介入干预治疗,即可定义为 TRA 脑血管介入诊疗手术成功。TRA 脑血管介入诊疗失败可分为以下几个阶段:无法将导管导丝通过前臂血管进入;无法经前臂血管将导管导丝送至主动脉弓;无法完成主动脉弓造影;无法完成目标血管的造影及介入干预。术前的主动脉弓 CT 血管成像(CTA)或 MR 血管成像(MRA)能够帮助判断 TRA 脑血管介入难度,并制定策略。

##### 4.1 TRA 全脑血管造影器械及方法

基于现有器械,TRA 全脑血管造影可选用 4 F、5 F 或 6 F 的桡动脉鞘,0.035 英寸(0.889 mm)导丝,5 F 猪尾巴导管,4 F 或 5 F 的 Simmons 2 型导管。部分弓形可选用 Simmons 1 或 Simmons 3 型导管。首先在 0.035 英寸(0.889 mm)导丝的引导下,将猪尾巴导管送至升主动脉处,完成主动脉弓造影。之后内衬导丝,撤出猪尾巴导管。采用 Simmons 1 型导管行弓上血管造影时,导管可在升主动脉中自然成型。但由于导管前端较短,仅适合弓上血管开口较为临近的弓型血管造影,行左侧锁骨下动脉造影时往往较为困难。若患者弓形较宽,可以将 Simmons 1 型导管送至降主动脉成型,以完成左侧锁骨下动脉造影。

采用 Simmons 2 型导管行弓上血管造影时,可通过以下

几种方法完成塑形:(1)主动脉弓塑形:将 Simmons 2 型导管弯曲段在 0.035 英寸(0.889 mm)导丝的引导下送至降主动脉。若导丝导管向降主动脉指向困难,则可以经由猪尾巴导管将 200 cm 的 0.035 英寸(0.889 mm)导丝送至腹主动脉,交换下猪尾巴导管,再沿导丝输送 Simmons 2 型导管。回撤导丝至导管内,借助导管弯曲顶点及主动脉弓的位置形态,回撤及扭转导管,完成塑形。(2)主动脉瓣塑形:将 Simmons 2 型导管在 0.035 英寸(0.889 mm)导丝的引导下送至主动脉瓣,导丝经由主动脉瓣逆行行至颈动脉或降主动脉,导管缓慢跟进,当导管弯曲段自然形成后,完成塑形。操作中,注意动作轻柔,一旦出现导管导丝进入心室需立即回撤。该方法有潜在损伤主动脉瓣膜风险,且可诱发室性期前收缩甚至心室颤动,需谨慎使用。(3)右侧颈动脉或右侧椎动脉塑形:若导丝带导管经由右侧锁骨下动脉能够顺向超选入右侧椎动脉或右侧颈动脉,可将导管扭转同时推送至无名动脉,进一步推送至升主动脉,完成塑形。

Simmons 2 型导管塑形成功后,通过扭转导管回撤提拉的方法,依次将导管送至左侧锁骨下动脉、左侧颈总动脉、右侧颈总动脉及右侧锁骨下动脉,完成弓上血管造影(图 3)。在进行右侧血管造影时,注意内衬导丝引导,避免导管扭曲打折。若右侧锁骨下超选困难,可将导管回撤至右侧椎动脉开口逆向造影。若行颈内动脉超选,则需要将导丝送至颈内动脉岩骨段作为支撑,缓慢推送导管,根据导管形态适当进行扭转,直至导管送至颈内动脉段。输送过程中应当注意控制导丝,避免导管张力释放后导丝前窜。若路径迂曲超选困难,可以选用 260 cm 的 0.035 英寸(0.889 mm)泥鳅导丝先超选入目标血管,再利用交换技术将较为柔软的 4 F 造影管送至血管内进行造影成像。进行右侧椎动脉超选时,可将导管回撤至椎动脉开口远心端,导丝超选入椎动脉后,导管跟进至椎动脉 V1 段。由于 Simmons 2 型导管弯曲段有限,对于较宽弓形,进行左侧椎动脉超选相对困难。若需进行左侧椎动脉超选,则需要换用 Simmons 3 型导管,或改为左侧 TRA 或 TFA。操作过程中可嘱患者通过转动颈部、深呼吸等动作改变主动脉弓及弓上血管形态,以便完成相应血管的造影。在撤回导管时,应当解除“8”字祥,内衬导丝,避免导管打折。

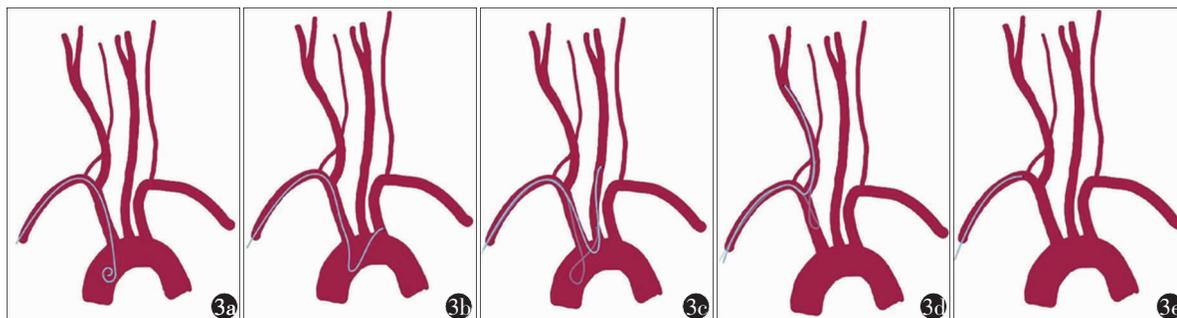


图 3 经右侧桡动脉入路行全脑血管造影示意图(东部战区总医院神经内科刘锐医师手绘) 3a 为猪尾巴导管主动脉弓造影;3b 为 Simmons 2 型导管左侧锁骨下动脉造影;3c 为 Simmons 2 型导管左侧颈动脉造影;3d 为 Simmons 2 型导管右侧颈动脉造影;3e 为 Simmons 2 型导管右侧椎动脉造影

#### 4.2 TRA 颅外段病变介入治疗通路相关器械及常用技术

行脑血管颅外段治疗时,对于颈动脉狭窄、椎动脉狭窄、锁骨下动脉狭窄病变,需提前预判管腔直径及所需支架的规格<sup>[32]</sup>。基于目前器械规格,TRA 行颅外段介入干预可选用 6 F 桡动脉鞘、7 F 薄壁桡动脉鞘及 6 F 导引导管、7 F 导引导管、6 F 长鞘、5 F 的 Simmons 2 型导管(长度为 125 cm)、0.035 英寸(0.889 mm)导丝。如果缺乏 125 cm 的 Simmons 2 型导管,可采用交换技术建立通路。目前常用的颈动脉支架品牌规格与导管内径适配情况详见表 2。

使用 6 F 导引导管建立通路时,首先将 6 F 导引导管内衬 125 cm 的 Simmons 2 型造影导管,在 0.035 英寸(0.889 mm)导丝的引导下,将 Simmons 2 型导管超选至目标血管,然后采用同轴的方式将导引导管输送至病变近端(图 4)。若使用 105 cm 的 Simmons 2 型导管,则需要采用长导丝交换技术。Simmons 2 型导管选择进入目标血管,送入长导丝后撤出导管,将 6 F 导引导管沿导丝送至目标位置,必要时可内衬造影导管。

对于直径 $\geq 2.5$  mm 的桡动脉,可使用 6 F 长鞘。目前常用的高性能长鞘的性能见表 3。使用 6 F 长鞘时需先交换下

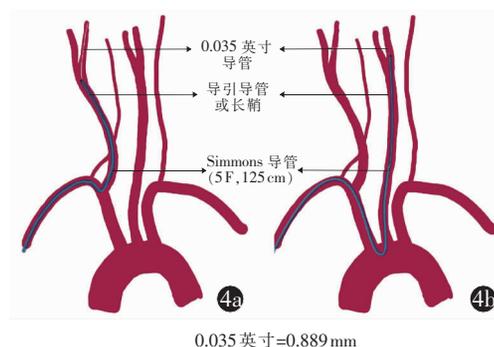


图 4 经右侧桡动脉入路颈动脉系统通路搭建同轴技术(东部战区总医院神经内科刘锐医师手绘) 4a 为右侧颈动脉系统同轴技术;4b 为左侧颈动脉系统同轴技术

6 F 短鞘,在导丝引导下,将 6 F 长鞘缓慢推送至锁骨下动脉,再内衬 125 cm 的 Simmons 2 型造影导管,同轴输送至目标血管。在进行长鞘交换前,为避免血管痉挛,应当再次予以维拉帕米 2.5 mg 加硝酸甘油 200  $\mu$ g 鞘内推注。若使用 105 cm 的 Simmons 2 型造影导管,需先将导管超选至目标血管,采用长导丝交换技术,将造影导管及短鞘一并退出,再输送长鞘至目标血管。相对于同轴输送技术,长导丝交换失败率较高。

表 2 经桡动脉入路颅外段病变介入治疗通路常用的颈动脉支架品牌规格与鞘管内径适配情况

颈动脉支架品牌	颈动脉支架规格	可兼容的最小鞘管内径
Precise Pro Rx( Cordis, 美国)	直径:5 ~ 10 mm 长度:20、30、40 mm	直径 8 mm 及以下支架:外径 6 F 导引导管 直径 9 mm 及以上支架:内径 6 F 长鞘,外径 8 F 导引导管
Wallstent( Boston scientific, 美国)	直径:5、7、9 mm 长度:30、40、50 mm	直径 7 mm 及以下支架:外径 6 F 导引导管 直径 8 mm 及以上支架:内径 6 F 长鞘,外径 7 F、8 F 导引导管
Acculink( Abbot, 美国)	(直形支架) 直径:5 ~ 10 mm 长度:20、30、40 mm (锥形支架) 直径:6 ~ 8、7 ~ 10 mm 长度:30、40 mm	内径 6 F 长鞘,外径 8 F 导引导管
XACT( Abbot, 美国)	(直形支架) 直径:7 ~ 10 mm 长度:20、30 mm (锥形支架) 直径:6 ~ 8、7 ~ 9、8 ~ 10 mm 长度:30、40 mm	内径 6 F 长鞘,外径 8 F 导引导管
Protege( EV3, 美国)	(直形支架) 直径:6 ~ 10 mm 长度:20 ~ 60 mm (锥形支架) 直径:6、7、8、10 mm 长度:30、40 mm	内径 6 F 长鞘,外径 8 F 导引导管

表 3 常用的高性能长鞘规格及参数

品牌	外径	内径	长度规格 (cm)	头端软段长度 (cm)	亲水涂层长度 (cm)
Neuron Max (Penumbra, 美国)	8 F (2.64 mm)	0.088 英寸 (2.235 mm)	80、90、100	4.0	7.0
LonAccess (康德莱, 中国)	8 F (2.63 mm)	0.088 英寸 (2.235 mm)	90	5.2	60.0
中天天巡 (中天, 中国)	8 F (2.67 mm)	0.089 英寸 (2.261 mm)	6 F: 80、90、100、105	4.0、7.0	60.0
	6 F (2.00 mm)	0.071 英寸 (1.803 mm)	5 F: 95、105、115、125		
Ballast (Balt, 法国)	远端 2.54 mm	0.088 英寸 (2.235 mm)	80、90、100	9.0	20.0
	近端 2.69 mm				

#### 4.3 TRA 颅内段病变介入治疗通路相关器械及常用技术

行脑血管颅内段治疗时,多需要使用远端通路导管,以便于通路的搭建及器械的输送<sup>[33]</sup>。基于目前器械规格,经右侧 TRA 行右侧颈动脉系统治疗时,可采用 6 F 桡动脉鞘及 5 F 或 6 F 的远端通路导管建立通路。行左侧颈动脉系统治疗时,为提供更为可靠的支撑性,可采用 6 F 长鞘及 5 F 或 6 F 的远端通路导管建立通路。部分 5 F 远端通路导管能够兼容 6 F 导引导管,可搭配 6 F 桡动脉鞘建立通路。经桡动脉行后循环颅内段治疗时,应当根据病变部位,酌情选择右侧 TRA 或左侧 TRA。所采用的器械为 6 F 桡动脉鞘及远端通路导管。

建立通路时,可使用同轴或长导丝交换技术将长鞘、6 F 导引导管送至弓上血管颅外段,具体操作方法同上所述。远端通路导管可在近端通路建立完毕后,在导丝引导下直接输送至目标位置。

#### 4.4 困难及策略

导致 TRA 脑血管介入困难的因素包括以下 4 个方面:(1) 桡动脉内径较细及桡动脉痉挛、闭塞。研究表明,使用更为细长的桡动脉鞘可提高 TRA 介入手术的成功率,降低桡动脉痉挛、闭塞的发生率<sup>[34-35]</sup>。而适当的抗痉挛药物(如维拉帕米、硝酸甘油和利多卡因)的使用也可降低操作相关桡动脉痉挛的发生<sup>[36]</sup>。当 TRA 失败或并发症发生风险较高时,尺动脉也可作为一种替代性选择<sup>[37]</sup>。(2) 血管扭曲、成环,包括桡动脉环、锁骨下动脉环及桡动脉、锁骨下动脉、头臂干、颈总动脉的扭曲<sup>[38-39]</sup>。对于桡动脉环,可以采用桡动脉路线图引导,换用长鞘拉直血管,对于锁骨下动脉环及其他扭曲血管,可以选用直径更细、更硬的导丝及导管做支撑,便于拉直血管,在旋转导管时,始终保持导丝在管腔内,避免导管打折。一旦出现导管打折,首先尝试使导丝通过导管,并进行反方向扭转,恢复导管形态。若导丝无法通过,则缓慢回撤导管,剪断导管尾端,同轴输送 6 F 的导引导管对打折导管进行回套<sup>[31]</sup>。也可通过股动脉穿刺,通过抓捕器固定导管远端后,再行反向扭转恢复导管形态<sup>[29]</sup>。(3) 主动脉弓弓型及弓上血管间的角度。虽然 TRA 脑血管造影更适合于 2、3 型主动脉弓,但由于主动脉弓的迂曲,这些弓型往往导

致导管更难进入目标血管<sup>[38]</sup>,此时可以选择通过颈总动脉或升主动脉对导管成形。升主动脉与左颈总动脉呈锐角、左锁骨下动脉与左椎动脉之间呈锐角时,经右侧桡动脉超选困难,可以选择经左侧 TRA 进行造影<sup>[40]</sup>。对于迷走右锁骨下动脉,经左侧 TRA 可降低造影难度。

导致 TRA 脑血管介入干预困难的因素,除了造影所遇到的困难以外,还包括:右侧颈总动脉与锁骨下动脉呈锐角,导致导管或长鞘打折,管腔变窄,支架、球囊等器械输送困难<sup>[41]</sup>;弓上血管开口均偏向左侧,导致行左侧颈动脉治疗时,导管支撑不足;椎动脉开口靠近锁骨下动脉起始部,导致经桡动脉超选椎动脉困难。基于目前器械,遇到上述困难时,可酌情改为 TFA。

#### 5 TRA 术后管理及并发症处理

TRA 术后可立即予以拔除鞘管,并针对穿刺处予以加压包扎。对于近端桡动脉,建议使用止血器压迫。压迫时在保证止血的同时避免桡动脉完全闭塞。可于术后每 30 分钟释放一次压力至不出血,根据患者情况,术后 3~6 h 完全释放压力。对于远端桡动脉可使用弹性自粘绷带包扎,包扎时将纱布对折数次后置于穿刺点上,拔出动脉鞘管,用弹性绷带缠绕固定或者采用“8”字法缠绕固定。特殊情况下也可予以手动压迫,压迫时间为 10~20 min,但不建议将手动压迫作为常规止血方法。常见的与 TRA 相关并发症包括桡动脉痉挛、闭塞和前臂血肿、假性动脉瘤、动静脉瘘、皮肤水疱及手部肿胀等<sup>[42]</sup>。

##### 5.1 桡动脉痉挛

患者出现桡动脉痉挛时,可在推送鞘管或回撤鞘管时出现较大阻力和明显疼痛,部分患者可出现前臂持续疼痛,严重者可表现为血管将导管“抱死”无法回撤。女性患者出现桡动脉痉挛的比例较高。除此之外,术中反复穿刺、导管外径偏大、桡动脉纤细、操作粗暴均可导致桡动脉痉挛<sup>[43-44]</sup>。建议术前常规行桡动脉超声预判桡动脉直径,穿刺置鞘后及拔除鞘管前立即予以维拉帕米 2.5 mg 联合硝酸甘油 200 μg 预防痉挛<sup>[36]</sup>。术中应在桡动脉路线图下输送导管导丝,避免导管导丝进入分支血管。对于桡动脉纤细且确需 TRA 患者,可采用球囊辅助下的无鞘管技术,以减少对桡动脉的刺

激。若发生“抱死”现象,则需要鞘内再次推注硝酸甘油 200  $\mu\text{g}$ ,前臂皮下注射利多卡因并予以适当热敷后,缓慢回撤导管。必要时可对患者进行镇静或全身麻醉,或血管切开后再回撤导管<sup>[45]</sup>。

## 5.2 桡动脉闭塞

桡动脉闭塞是 TRA 后较为常见的并发症,但多为无症状性闭塞。桡动脉闭塞发生后会影响同侧再次行 TRA。2016 年 Rashid 等<sup>[46]</sup>的 Meta 分析结果提示,从 1996 年至 2015 年共 66 项冠状动脉领域研究中的 31 345 例经桡动脉行冠状动脉造影或介入治疗的患者,桡动脉闭塞发生率为 1%~33%。早期(术后 24 h 内)的总桡动脉闭塞发生率为 7.7%,术后 1 周随访桡动脉闭塞发生率为 5.5%。远端桡动脉穿刺引起的桡动脉闭塞,多为远端桡动脉闭塞,发生率为 0~5%,发生近端桡动脉闭塞者极少,发生率为 0~0.9%<sup>[4]</sup>。试验结果显示,采用严格的预防前臂桡动脉闭塞的最佳实践方案后,传统 TRA 和 dTRA 冠状动脉介入治疗的桡动脉闭塞率均较低(分别为 0.91% 和 0.31%, $P=0.29$ )<sup>[23]</sup>。该方案为采用气囊式止血器进行压迫止血,压迫时使用指脉氧仪监测示指脉搏,压迫尺动脉,若见示指脉搏消失,则予以释放压力直至脉搏恢复且未见出血。

部分桡动脉闭塞患者依然可触及远端桡动脉搏动。临床上可通过压迫尺动脉同时监测示指血氧饱和度来判断桡动脉是否通畅,也可通过超声明确桡动脉是否闭塞。桡动脉多次穿刺、血管鞘与桡动脉的直径比值增加、围术期血管内未用抗凝以及术后长时间间断性压迫止血是导致桡动脉闭塞的主要原因<sup>[47-50]</sup>。桡动脉痉挛会增加桡动脉和鞘管及导管间的摩擦力,进而加重内皮损伤。避免桡动脉闭塞的方法包括:减小鞘管及导管的尺寸;足量的术中抗凝;非阻塞性止血,止血压力要小且压迫时间控制在 2 h 内;避免桡动脉痉挛<sup>[51]</sup>。在出院前建议对桡动脉是否闭塞进行评估,从而提高术后管理质量<sup>[51]</sup>。

## 5.3 前臂水肿、假性动脉瘤及动静脉瘘

前臂水肿发生的危险因素包括:多次穿刺导致皮下渗血;拔除鞘管后压迫止血不当;术后穿刺侧肢体过度或过早活动,导致穿刺点出血<sup>[52]</sup>。前臂水肿不早期发现,可发展为假性动脉瘤或造成骨筋膜室综合征压迫神经,甚至遗留永久性肢体活动障碍。一旦出现水肿或假性动脉瘤,应当在超声指导下压迫 10 min,弹性绷带压迫 2 h 可使假性动脉瘤消失,若压迫效果不理想,可以在超声下瘤体内注射凝血酶,或外科干预。出现动静脉瘘时,可延长止血器压迫时间使其闭合,若不能闭合则需要外科手术治疗。若发生骨筋膜室综合征,则需要抬高患肢、停用抗凝药物,使用 50% 硫酸镁持续冷敷,并使用 25% 甘露醇 250 ml 静脉滴注,必要时予以手术减压。

## 5.4 皮肤水疱及手部肿胀

皮肤水疱多由于胶布或压迫器压迫局部皮肤所致。手部肿胀多由于包扎过紧导致手远端血液回流不畅。若出现局部水疱,可给予碘伏消毒,局部纱布覆盖,避免人为刺破水

疱,若出现手肿胀、缺血表现,则应当释放压力或松解绷带,恢复部分血液供应及回流。嘱患者术后进行手部康复操,能有效减轻术后手肿胀。

TRA 可使患者更舒适,缩短术后止血压迫时间,减少局部穿刺并发症,弥补了 TFA 的一些不足,也成为神经介入诊疗新的尝试<sup>[39,53]</sup>。但 TRA 仍存在学习周期较长、桡动脉直径对器械的限制等缺点。因此,不断加强年轻术者的教育与培训,才能更加广泛地推广 TRA 的临床应用。随着介入技术的不断发展和器材的推陈出新,以及更多循证医学证据的支持,TRA 将会日臻成熟,从而有力地推动神经介入诊疗舒适化、精准化的发展。

**执笔** 刘锐(东部战区总医院);代成波(广东省人民医院);韩红星(临沂市人民医院);李聪慧(河北医科大学第一医院);王鹏(浙江省人民医院);孙文(中国科学技术大学附属第一医院);朱双根(深圳市龙华区中心医院);王启章(深圳市中西医结合医院);李浩涛(常熟市第二人民医院)

**讨论专家(按姓氏拼音顺序排名)** 陈纯(昆明医科大学第一附属医院);陈大龙(佳木斯市中心医院);代成波(广东省人民医院);戴征(南京医科大学附属无锡人民医院);但毕堂(武汉大学中南医院);邓胜林(四川省武胜县人民医院);杜明洋(南京脑科医院);樊小兵(东部战区总医院);方亦斌(上海市第四人民医院);付超(吉林大学中日联谊医院);郭旭(首都医科大学附属北京安贞医院);郭章宝(武汉市第一医院);郭钊云(西南医科大学附属中医医院);韩红星(临沂市人民医院);韩云飞(东部战区总医院);郝永岗(苏州大学附属独墅湖医院);贺建雄(宜春市人民医院);何爽(南通大学附属医院);黄显军(皖南医学院弋矶山医院);贾向军(新疆巴音郭楞蒙古自治州人民医院);贾颐(西安高新医院);姜兵(成都市第五人民医院);江建(湖北省人民医院);郎丰龙(抚顺市中心医院);李聪慧(河北医科大学第一医院);李丹东(温州大学医学院附属第二医院);李浩涛(常熟市第二人民医院);李辉(河北医科大学第一医院);李威(海南医学院第一附属医院);廖耿(茂名市人民医院);林涛(环球医疗西电集团医院);林万艺(浙江青田县人民医院);刘斌(上海中医药大学附属曙光医院);刘德志(上海中医药大学附属曙光医院);刘锐(东部战区总医院);刘文华(武汉市第一医院);刘文军(湖北省第三人民医院);刘祥玉(深圳市龙华区中心医院);刘新峰(东部战区总医院);刘永昌(沧州市中心医院);刘志勤(西安市中心医院);路凯(聊城市第三人民医院);陆鹏(浙江大学医学院附属邵逸夫医院);罗庆明(滁州市第一人民医院);马蜜(广州市番禺中心医院);马敏敏(东部战区总医院);濮捷(湖北省中医院);邱涛(自贡市第一人民医院);瞿昌华(湖北民族大学附属医院);孙文(中国科学技术大学附属第一医院);王从平(恩施土家族苗族自治州中心医院);王浩(临沂市人民医院);王鹏(浙江省人民医院);王启章(深圳市中西医结合医院);王伟(南京市第一医院);魏华明(济南市济阳区人民医院);魏鹏(太原市中心医

院);文立利(南京医科大学附属逸夫医院);吴达(宜兴市人民医院);席聪(宝鸡市人民医院);徐超(浙江省人民医院);杨海华(北京市大兴区人民医院);姚文涛(河北省人民医院);叶瑞东(东部战区总医院);易婷玉(福建省漳州市医院);殷亮(蚌埠医学院第一附属医院);殷勤(东部战区总医院);尹榕(甘肃省中心医院);袁兴运(西安交通大学第一附属医院);袁永杰(郑州大学第一附属医院);曾以勒(福建医科大学附属第二医院);张蓓蓓(湖北省中医院);张灏(杭州市第一人民医院);张红星(西安高新医院);张洪阳(开封市中心医院);张健(广西医科大学第二附属医院);张少雷(郑州中康医院);张勇(广州市第一人民医院);张兆(南宁市第一人民医院);张志勇(北京老年医院);赵士军(唐山市丰润区人民医院);郑永强(宜昌市第二人民医院);钟孟飞(胜利油田中心医院);周礼俱(蚌埠市第二人民医院);朱双根(深圳市龙华区中心医院);朱武生(东部战区总医院)

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

#### 参考文献

- [1] Feldman D, Swaminathan R, Kaltenbach L, et al. Adoption of radial access and comparison of outcomes to femoral access in percutaneous coronary intervention: an updated report from the national cardiovascular data registry (2007—2012) [J]. *Circulation*, 2013, 127 (23): 2295-2306. DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000536.
- [2] Campelo-Parada F, Carrié D, Bartorelli AL, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary intervention: MACE outcomes at long-term follow-up [J]. *J Invasive Cardiol*, 2018, 30 (7): 262-268.
- [3] Pons R, Caamaño I, Chirife O, et al. Transradial access for diagnostic angiography and interventional neuroradiology procedures; a four-year single-center experience [J]. *Interv Neuroradiol*, 2020, 26 (4): 506-513. DOI:10.1177/1591019920925711.
- [4] Brunet M, Chen S, Sur S, et al. Distal transradial access in the anatomical snuffbox for diagnostic cerebral angiography [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11 (7): 710-713. DOI: 10.1136/neurintsurg-2019-014718.
- [5] Chen S, Snelling B, Sur S, et al. Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: comparison of technical and clinical outcomes [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11 (9): 874-878. DOI: 10.1136/neurintsurg-2018-014485.
- [6] Ghai A, El Naamani K, Mualem W, et al. Transradial vs transfemoral approaches in diagnostic and therapeutic neuroendovascular interventions: a Meta analysis of current literature [J]. *World Neurosurg*, 2022, 164: e694-e705. DOI:10.1016/j.wneu.2022.05.031.
- [7] Lee J, Kan P. Commentary: propensity-adjusted comparative analysis of radial versus femoral access for neurointerventional treatments [J]. *Neurosurgery*, 2021, 89 (2): E124-E125. DOI:10.1093/neuros/nyab162.
- [8] 李峰,肖建强,蔡高军.经远端桡动脉路径行冠状动脉介入诊疗的发展历程及研究进展[J].*中国全科医学*, 2021, 24(6): 748-752, 758. DOI:10.12114/j.issn.1007-9572.2020.00.523.
- [9] 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(2): 58-65. DOI:10.1053/j.tvir.2015.04.002.
- [10] Zussman B, Tonetti D, Stone J, et al. A prospective study of the transradial approach for diagnostic cerebral arteriography [J]. *J Neurointerv Surg*, 2019, 11 (10): 1045-1049. DOI:10.1136/neurintsurg-2018-014686.
- [11] Phillips T, Crockett M, Selkirk G, et al. Transradial versus transfemoral access for anterior circulation mechanical thrombectomy: analysis of 375 consecutive cases [J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2021, 6(2): 207-213. DOI:10.1136/svn-2020-000624.
- [12] Mcdonagh JR, Seth M, Lalonde TA, et al. Radial PCI and the obesity paradox: insights from Blue Cross Blue Shield of Michigan Cardiovascular Consortium (BMC2) [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2016, 87 (2): 211-219. DOI: 10.1002/ccd.26015.
- [13] Kwok CS, Kontopantelis E, Kinnaird T, et al. Retroperitoneal hemorrhage after percutaneous coronary intervention: incidence, determinants, and outcomes as recorded by the British Cardiovascular Intervention Society [J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2018, 11 (2): e005866. DOI: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005866.
- [14] Ziakas AG, Koskinas KC, Gavrilidis S, et al. Radial versus femoral access for orally anticoagulated patients [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 76 (4): 493-499. DOI: 10.1002/ccd.22527.
- [15] Alshehri H, Dmytriw A, Bhatia K, et al. Transradial neuroendovascular procedures in adolescents: initial single-center experience [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2021, 42(8): 1492-1496. DOI:10.3174/ajnr.A7142.
- [16] Jirous S, Bernat I, Slezak D, et al. Post-procedural radial artery occlusion and patency detection using duplex ultrasound vs. the reverse Barbeau test [J]. *Heart J Suppl*, 2020, 22: F23-F29. DOI:10.1093/eurheartj/suaa095.
- [17] Golamari R, Gilchrist I C. Collateral circulation testing of the hand- Is it relevant now? A narrative review [J]. *Am J Med Sci*, 2021, 361 (6): 702-710. DOI: 10.1016/j.amjms.2020.12.001.
- [18] Dharma S, Kedev S, Patel T, et al. Radial artery diameter does not correlate with body mass index: a duplex ultrasound analysis of 1706 patients undergoing trans-radial catheterization at three experienced radial centers [J]. *Inter J Cardiol*, 2017, 228: 169-172. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.11.145.
- [19] 李浪,曾书燧,巫相宏,等.中国南方人群桡、尺动脉内

- 径特点及其在冠状动脉介入治疗中的临床意义[J]. 中国循环杂志, 2011, 26(5): 351-354. DOI: 10. 3969 / j. issn. 1000-3614. 2011. 05. 010.
- [20] Lentz CM, Zogaj D, Wessel HK, et al. Brachial and axillary artery vascular access for endovascular interventions[J]. *Ann Vasc Surg*, 2022, 81: 292-299. DOI: 10. 1016/j. avsg. 2021. 09. 052.
- [21] Cao G, Cai HX, Cao J. Advancement in coronary angiography or percutaneous coronary intervention using the distal transradial artery access in acute coronary syndrome and complex coronary artery disease [J]. *Anatol J Cardiol*, 2022, 26(3): 163-171. DOI: 10. 5152/AnatolJCardiol. 2021. 933.
- [22] Hoffman H, Bunch KM, Mikhailova T, et al. Comparison of the safety, efficacy, and procedural characteristics associated with proximal and distal radial access for diagnostic cerebral angiography[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2022, 31(1): 106204.
- [23] 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(12): 1191-1201. DOI: 10. 1016/j. jstrokecerebrovasdis. 2021. 106204.
- [24] Majmundar N, Wilkinson DA, Catapano JS, et al. Reaccessing an occluded radial artery for neuroendovascular procedures: techniques and complication avoidance [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(10): 942-945. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2020-016758.
- [25] Alkhawam H, Windish S, Abo-Salem E. Distal radial artery access among cases with radial artery occlusion for primary percutaneous intervention[J]. *Future Cardiol*, 2019, 15(3): 169-173. DOI: 10. 2217/fca-2018-0057.
- [26] Patel T, Shah S, Pancholy S, et al. Working through challenges of subclavian, innominate, and aortic arch regions during transradial approach[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 84(2): 224-235. DOI: 10. 1002/ccd. 25418.
- [27] McCarthy D, Chen S, Brunet M, et al. Distal radial artery access in the anatomical snuffbox for neurointerventions: case report [J]. *World Neurosurg*, 2019, 122: 355-359. DOI: 10. 1016/j. wneu. 2018. 11. 030.
- [28] Haładaj R, Wyśiadecki G, Dudkiewicz Z, et al. The high origin of the radial artery (brachioradial artery): its anatomical variations, clinical significance, and contribution to the blood supply of the hand[J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 1520929. DOI: 10. 1155/2018/1520929. eCollection 2018.
- [29] Luther E, Burks J, Abecassis IJ, et al. Navigating radial artery loops in neurointerventions [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(11): 1027-1031. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2020-016856.
- [30] Valsecchi O, Vassileva A, Cereda A, et al. Early clinical experience with right and left distal transradial access in the anatomical snuffbox in 52 consecutive patients [J]. *J Invasive Cardiol*, 2018, 30(6): 218-223.
- [31] Brunet MC, Chen SH, Peterson EC. Transradial access for neurointerventions: management of access challenges and complications[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(1): 82-86. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2019-015145.
- [32] Khanna O, Mouchtouris N, Sweid A, et al. Transradial approach for acute stroke intervention: technical procedure and clinical outcomes [J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2020, 5(1): 103-106. DOI: 10. 1136/svn-2019-000263. eCollection 2020.
- [33] Guo X, Wang L, Liu J, et al. Transradial approach using a distal access catheter without guiding support for symptomatic intracranial vertebral artery and basilar artery stenosis: a multicenter experience and technical procedure [J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(5): 1002-1007. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2021-017635.
- [34] 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(3): 436-442. DOI: 10. 1002/ccd. 25232.
- [35] Luther E, Chen S, McCarthy D, 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(6): 547-551. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2020-016564.
- [36] Kwok CS, Rashid M, Fraser D, et al. Intra-arterial vasodilators to prevent radial artery spasm: a systematic review and pooled analysis of clinical studies [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2015, 16(8): 484-490. DOI: 10. 1016/j. carrev. 2015. 08. 008.
- [37] Shroff A, Gulati R, Drachman D, et al. SCAI expert consensus statement update on best practices for transradial angiography and intervention [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020, 95(2): 245-252. DOI: 10. 1002/ccd. 28672.
- [38] Khan N, Peterson J, Dornbos Iii D, et al. Predicting the degree of difficulty of the trans-radial approach in cerebral angiography [J]. *J Neurointerv Surg*, 2021, 13(6): 552-558. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2020-016448.
- [39] Snelling B, Sur S, Shah S, et al. Transradial cerebral angiography: techniques and outcomes [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(9): 874-881. DOI: 10. 1136/neurintsurg-2017-013584.
- [40] Styczen H, Maus V, Tsogkas I, et al. Initial experience with transradial access for cerebrovascular procedures: is it feasible and safe? [J]. *World Neurosurg*, 2020, 136: e593-e600. DOI: 10. 1016/j. wneu. 2020. 01. 078.
- [41] Patel P, Haussen DC, Nogueira RG, et al. The neuro radialist [J]. *Interv Cardiol Clin*, 2020, 9(1): 75-86. DOI: 10. 1016/j. iccl. 2019. 08. 008.
- [42] 《经远端桡动脉行冠状动脉介入诊疗中国专家共识》

- 专家组, 大拇指俱乐部. 经远端桡动脉行冠状动脉介入诊疗中国专家共识[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2020, 28 ( 12 ): 667-674. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2020. 12. 002.
- [43] Dehghani P, Mohammad A, Bajaj R, et al. Mechanism and predictors of failed transradial approach for percutaneous coronary interventions[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2009, 2(11):1057-1064. DOI:10. 1016/j. jcin. 2009. 07. 014.
- [44] Dahm JB, Vogelgesang D, Hummel A, et al. A randomized trial of 5 vs. 6 French transradial percutaneous coronary interventions[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2002, 57(2): 172-176. DOI:10. 1002/ccd. 10321.
- [45] Weinberg J, Sweid A, Asada A, et al. Access site complications and management of the transradial approach for neurointerventions[J]. Neurosurgery, 2022, 91(2): 339-346. DOI:10. 1227/neu. 0000000000002022.
- [46] Rashid M, Kwok C, Pancholy S, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Am Heart Assoc, 2016, 5(1): e002686. DOI:10. 1161/JAHA. 115. 002686.
- [47] Mamas M, D'souza S, Hendry C, et al. Use of the sheathless guide catheter during routine transradial percutaneous coronary intervention: a feasibility study[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010, 75(4): 596-602. DOI: 10. 1002/ccd. 22246.
- [48] Abdelaal E, Machaalany J, Plourde G, et al. Prediction and impact of failure of transradial approach for primary percutaneous coronary intervention[J]. Heart, 2016, 102(12): 919-925. DOI:10. 1136/heartjnl-2015-308371.
- [49] Avdikos G, Karatasakis A, Tsoumeleas A, et al. Radial artery occlusion after transradial coronary catheterization[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2017, 7(3):305-316. DOI:10. 21037/cdt. 2017. 03. 14.
- [50] 瞿奥林, 任艳琴, 郭任维, 等. 经桡动脉入径冠状动脉介入治疗后桡动脉闭塞的研究[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2020, 28(6): 347-350. DOI: 10. 3969/j. issn. 1004-8812. 2020. 06. 008.
- [51] 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(22): 2235-2246. DOI:10. 1016/j. jcin. 2019. 07. 043.
- [52] Lee JW, Park SW, Son JW, et al. Real-world experience of the left distal transradial approach for coronary angiography and percutaneous coronary intervention: a prospective observational study ( LeDRA ) [ J ]. EuroIntervention, 2018, 14(9): e995-e1003. DOI:10. 4244/EIJ-D-18-00635.
- [53] Khanna O, Sweid A, Mouchtouris N, et al. Radial artery catheterization for neuroendovascular procedures [ J ]. Stroke, 2019, 50(9): 2587-2590. DOI: 10. 1161/STROKEAHA. 119. 025811.
- (收稿日期:2022-10-26)  
(本文编辑:罗春梅)

(上接第 26 页)

- [20] Hassani IH, Hmimch W, Khorb NE, et al. A synergic effect between CYP2C19 \* 2, CYP2C19 \* 3 loss-of-function and CYP2C19 \* 17 gain-of-function alleles is associated with clopidogrel resistance among moroccan acute coronary syndromes patients[J]. BMC Res Notes, 2018, 11(1): 46. DOI:10. 1186/s13104-018-3132-0.
- [21] 尹书会, 曹清禹, 张倩, 等. 细胞色素 P4502 C19 快代谢基因型缺血性卒中患者氯吡格雷抵抗的影响因素分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19(2): 109-115. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-5921. 2022. 02. 006.
- [22] Kim KA, Park PW, Hong SJ, et al. The effect of CYP2C19 polymorphism on the pharmacokinetics and pharmacodynamics of clopidogrel: a possible mechanism for clopidogrel resistance[J]. Clin Pharmacol Ther, 2008, 84(2): 236-242. DOI:10. 1038/clpt. 2008. 20.
- [23] 胡晖, 刘长城, 王粮山, 等. CYP2C19 基因检测在非体外循环冠状动脉旁路移植术后抗血小板治疗的指导作用[J]. 中华胸心血管外科杂志, 2019, 35(1): 45-48. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1001-4497. 2019. 01. 011.
- [24] Liang ZY, Han YL, Zhang XL, et al. The impact of gene polymorphism and high on-treatment platelet reactivity on clinical follow-up: outcomes in patients with acute coronary syndrome after drug-eluting stent implantation [ J ]. EuroIntervention, 2013, 9(3): 316-327. DOI: 10. 4244/EIJV9I3A53.
- [25] Wang Y, Meng X, Wang A, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in CYP2C19 loss-of-function carriers with stroke or TIA [ J ]. N Engl J Med, 2021, 385(27): 2520-2530. DOI:10. 1056/NEJMoa2111749.
- [26] Park KY, Ozaki T, Kostynskyy A, et al. Ticagrelor versus clopidogrel in the dual antiplatelet regimen for intracranial stenting or flow-diverter treatment for unruptured cerebral aneurysms: a single-center cohort study [ J ]. AJNR Am J Neuroradiol, 2021, 42(9): 1638-1644. DOI: 10. 3174/ajnr. A7216.
- [27] Wang A, Meng X, Tian X, et al. Bleeding risk of dual antiplatelet therapy after minor stroke or transient ischemic attack [ J ]. Ann Neurol, 2022, 91(3): 380-388. DOI: 10. 1002/ana. 26287.
- (收稿日期:2022-10-24)  
(本文编辑:王燕华)