



## 经桡动脉入路冠状动脉造影及介入治疗的发展历程与展望

汪若晨, 戴宇翔, 葛均波

引用本文:

汪若晨, 戴宇翔, 葛均波. 经桡动脉入路冠状动脉造影及介入治疗的发展历程与展望[J]. 中国临床医学, 2024, 31(1): 3-11.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2024.20240046>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 不同入路冠状动脉介入治疗术围手术期周围血管并发症发生率的对比

Comparison of peripheral vascular complication rates during percutaneous coronary intervention through different approaches  
中国临床医学. 2017, 24(5): 789-792 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20170584>

#### 一站式杂交手术治疗冠状动脉三支血管病变近期疗效观察

Short-term curative effect of one-stop hybrid treatment for triple-vessel lesions of the coronary artery  
中国临床医学. 2018, 25(2): 226-229 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20160790>

#### Guidezilla延长导管在冠状动脉非闭塞性钙化病变介入治疗中的应用

Application of Guidezilla extension catheter during percutaneous coronary intervention for non-total occlusive calcified lesions  
中国临床医学. 2019, 26(2): 161-165 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2019.20190487>

#### 冠状动脉慢性完全闭塞病变介入治疗临床疗效分析

Clinical efficacy of percutaneous coronary intervention for patients with coronary chronic total occlusion  
中国临床医学. 2018, 25(4): 584-587 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2018.20171065>

#### 球囊辅助通过技术处理桡动脉痉挛的有效性和安全性

The effectiveness and safety of balloon-assisted tracking technique guiding catheter through the spastic radial artery  
中国临床医学. 2017, 24(3): 353-358 <https://doi.org/10.12025/j.issn.1008-6358.2017.20160941>

DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2024.20240046

· 专题报道 ·

## 经桡动脉入路冠状动脉造影及介入治疗的发展历程与展望



汪若晨，戴宇翔，葛均波\*

复旦大学附属中山医院心内科，上海市心血管病研究所，上海 200032

**[摘要]** 冠状动脉（冠脉）造影及介入治疗术是常用的冠脉疾病微创检查及治疗术。经桡动脉入路是目前国内外冠脉造影及介入治疗术最常用的手术入路。这一入路从诞生伊始，便逐步发展，随着循证医学证据的不断更新，目前作为手术的常规入路已被广泛认可。同时，有充分证据表明，经桡动脉入路可以胜任复杂、高危冠脉病变的介入治疗。经桡动脉入路冠脉造影及介入治疗在我国起步较晚，发展迅速，普及率极高。中国的冠脉介入治疗指南比欧洲、美国更早一步就推荐将经桡动脉入路作为手术入路的首选。虽然经桡动脉入路也存在一些客观限制，但随着器械的进步及介入医师技术水平的提高，经远桡动脉入路冠脉造影及介入治疗也在不断开展。此外，经桡动脉入路在外周动脉介入及神经介入领域的应用亦在探索之中。

**[关键词]** 经桡动脉；冠状动脉造影；介入治疗；发展历程

**[中图分类号]** R 541.4

**[文献标志码]** A

### Radial access for coronary angiography and intervention: past, present and future

WANG Ruochen, DAI Yuxiang, GE Junbo\*

Department of Cardiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai Institute of Cardiovascular Disease, Shanghai 200032, China

**[Abstract]** Coronary angiography and intervention are commonly used minimally invasive examinations and operations for coronary artery diseases. The radial access is currently the most commonly used operational approach for coronary angiography and intervention both domestically and internationally. This access has gradually developed since its inception, and with the continuous updating of evidence, it has been widely recognized as a routine access. Meanwhile, sufficient evidence also suggests that the radial access can be competent for intervention of complex and high-risk coronary artery lesions. Transradial coronary angiography and intervention started relatively late and developed rapidly in China, with a high prevalence now. Chinese coronary intervention guideline recommended the radial access as the preferred operational access earlier than Europe and the United States. Although there are some objective limitations to the radial access, with the advancement of instruments and the improvement of interventional physicians' technique, coronary angiography and intervention through the distal radial artery are also constantly being carried out. In addition, the application of radial access in peripheral artery intervention and neural intervention is also being explored.

**[Key Words]** radial access; coronary angiography; intervention; development history

桡动脉由肱动脉移行发出，沿桡骨一侧走行，越过掌骨与尺动脉交汇，形成掌深弓。桡动脉、尺动脉除主支交汇外，还发出多个分支交汇形成侧支循环，故桡动脉发生阻塞后，手掌部依然有侧支循环供血。侧支循环的功能可通过Allen试验判定<sup>[1]</sup>。其在手腕处的位置浅表，同时该处无重要的神经组织，因此桡动脉是冠状动脉（冠脉）介入治疗的理想穿刺部位。

### 1 起源与早期探索

1958年，Sones<sup>[2]</sup>首次通过肱动脉切开行主动脉造影。1967年，Judkins<sup>[3]</sup>首次采用股动脉穿刺的方法进行冠脉造影术。此后，经股动脉入路（transfemoral access, TFA）就成为了冠脉造影及介入治疗技术的常规入路。1989年，Campeau<sup>[4]</sup>首次报道了经桡动脉入路（transradial access, TRA）

**[收稿日期]** 2024-01-08      **[接受日期]** 2024-01-24

**[基金项目]** 国家重点研发计划(2023YFC2506500, 2021YFC2500500), 上海市优秀学术带头人计划(22XD1423300), 上海市临床重点专科项目(shslczdk01701). Supported by National Key Research and Development Project of China (2023YFC2506500, 2021YFC2500500), Program of Shanghai Academic Research Leader (22XD1423300), and Shanghai Municipal Key Clinical Specialty (shslczdk01701).

**[作者简介]** 汪若晨，博士. E-mail: wang.ruochen@zs-hospital.sh.cn

\*通信作者(Corresponding author). Tel:021-60268500, E-mail: ge.junbo@zs-hospital.sh.cn

进行冠脉造影。1993年, Kiemeneij等<sup>[5]</sup>报道了采用TRA进行经皮冠脉球囊成形术( percutaneous coronary angioplasty, PTCA)及经皮冠脉介入治疗( percutaneous coronary intervention, PCI)。自此, 冠脉造影及介入治疗开始进入TRA的新纪元。

尽管早期采用TRA进行冠脉造影及介入治疗操作的初衷仅仅是减少出血事件, 但桡动脉压迫的便捷性、术后更少制动时间及更高的患者接受程度等优点都使得这一路径被广泛应用。2000年以前, TRA在冠脉造影及介入治疗领域中的应用就已在北美<sup>[6]</sup>、亚洲<sup>[7-8]</sup>和欧洲<sup>[9-10]</sup>广泛传播。这一时期出现了众多实践经验、回顾性对照分析, 甚至小规模的随机对照试验。

2004年, Agostoni等<sup>[11]</sup>对既往的小型研究进行了系统回顾及Meta分析, 发现TRA相较于TFA可明显减少穿刺部位并发症的发生率, 但在主要心血管不良事件(major adverse cardiovascular events, MACE)发生率、穿刺失败率上则相较TFA无明显优势。但是这项分析研究也有诸多不足。作为当时的新技术, 操作医师进行桡动脉穿刺时, 难免需要更长的学习曲线, 这使得穿刺失败率升高。此外, 研究纳入的临床试验规模都较小(大多数研究纳入受试者<600例), 对患者的随访时间也较短(约半数的研究随访时间仅为住院期间), 因而有可能低估了TRA带来的临床获益。

Cantor等<sup>[12]</sup>回顾既往数据亦发现, 更小的鞘管、TRA和及时的鞘管移除可以降低与抗栓治疗和早期介入相关的出血风险。2008年, Montalescot等<sup>[13]</sup>通过对RIVIERA研究的数据回顾发现, TRA是唯一与出血事件减少相关的变量。Chase等<sup>[14]</sup>对既往数据的回顾分析发现, TRA较TFA可以减半术后输血事件发生率, 由此带来30d及1年的死亡率下降。Rao等<sup>[15]</sup>回顾2004年至2007年接受PCI治疗的患者的数据, 发现TRA的成功率与TFA相当, 出血并发症发生率更低(在高龄、女性和急诊PCI患者中更为明显)。

上述诸多研究都表明, TRA较常规TFA可明显减少冠脉造影及介入术后出血事件, 但在其他临床获益方面, 却尚无明确结论。这些研究有其局限性: 譬如多数为回顾性分析; 在分组时, 与TFA

组相比TRA组的病例数过少; 在前瞻性研究中, 样本总量小, 随访时间短。此时, 对于大型的前瞻性、多中心、随机对照研究的需求已迫在眉睫。

## 2 实践与发展

Jolly等<sup>[16]</sup>同样也发现TRA这一新兴技术在冠脉造影和介入治疗领域中的优势。2009年, Jolly等<sup>[16]</sup>针对既往的多个随机研究进行系统分析和回顾, 发现TRA除了减少出血事件外, 比TFA亦降低了全因死亡、主要复合终点(死亡、心肌梗死、卒中)的发生率。随后, RIVAL(the radial vs femoral access for coronary intervention)研究<sup>[17]</sup>公布, 它是首个多中心、随机平行对照的大型临床试验, 比较急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)患者采用TRA、TFA行冠脉介入治疗对术后30d预后的影响。主要终点被设定为30d内死亡、心肌梗死、卒中和非冠脉旁路移植术(coronary artery bypass graft, CABG)相关大出血的复合终点, 关键的次要终点为上述提及的各项独立事件。研究纳入了2006年至2010年, 32个国家158个医院内接受早期侵入性导管置入的ACS患者共7021例, 其中TRA组3507例, TFA组3514例。结果显示, 两组间的非CABG相关性出血事件发生率相当(0.7% vs 0.9%, P=0.23); 但TRA组中大血肿及需要干预的假性动脉瘤的发生率均显著小于TFA组。故该研究得出以下结论: TRA较TFA可以减少严重出血事件发生率, 该差异主要来源于穿刺点严重出血事件发生率的差异; TRA与TFA非穿刺点相关严重出血事件发生率相似。TRA组与TFA组之间主要复合终点差异无统计学意义(3.7% vs 4.0%, P=0.50)。但亚组分析提示, 对于ST段抬高型心肌梗死(ST-segment elevation myocardial infarction, STEMI)和非ST段抬高型心肌梗死(non STEMI, NSTEMI)患者, 不同的入路获益并不相同。在STEMI患者中, TRA组和TFA组的主要终点事件发生率分别为3.1%和5.2% (P=0.026), TRA组明显受益; 而NSTEMI患者TRA组和TFA组的主要终点事件率分别为3.8%和3.5% (P=0.49), 差异无统计学意义。

RIVAL研究<sup>[17]</sup>作为首个对比TRA与TFA的

大型前瞻性随机对照研究，提示 TRA 在减少出血方面优于 TFA，且在某些特定患者，如 STEMI 患者中，TRA 对总体的预后有改善作用。但这一结论不足以将 TRA 作为一线主导手术入路推荐。不过由于 TRA 的广泛应用，这一趋势已无法阻挡，进一步的各类研究也随之而来。

RIFLE-STEACS (radial versus femoral randomized investigation in ST-elevation acute coronary syndrome) 研究<sup>[18]</sup>为前瞻性、随机对照试验，共纳入 STEMI 拟行急诊介入治疗的患者 1 001 例，主要终点为术后 30 d 心源性死亡、心肌梗死、卒中、靶血管血运重建和非 CABG 相关严重出血的复合终点。其结果显示，TRA 组与 TFA 组比较主要终点发生率减少 35% (13.6% vs 21.0%,  $P=0.003$ )，此外，在心源性死亡、出血及住院时间方面，TRA 均较 TFA 有显著优势。

2015 年，Valgimigli 等<sup>[19]</sup>公布了 MATRIX (minimizing adverse haemorrhagic events by transradial access site and systemic implementation of angiox) 研究的结果。该研究的对象是计划接受冠脉造影或 PCI 的 ACS 患者，包括了 STEMI 和 NSTEMI 患者；主要终点为 30 d 内 MACE (死亡、心肌梗死和卒中)；而研究的净不良临床事件，定义为 MACE 和与 CABG 无关 BARC (Bleeding Academic Research Consortium) 大出血的复合终点。研究共纳入了 8 404 例患者，其中 TRA 组 4 197 例，TFA 组 4 207 例。研究结果表明，TRA 组 MACE 发生率低于 TFA 组 (8.8% vs 10.3%,  $P=0.0307$ )，净不良临床事件发生率亦显著低于 TFA 组 (9.8% vs 11.7%,  $P=0.0092$ )。这主要由 TRA 组的出血事件及全因死亡的减少所致。2017 年，MATRIX 研究的亚组分析<sup>[20]</sup>结果提示，TRA 带来的临床获益涵盖了整个 ACS 患者谱 (包含 STEMI 和 NSTEMI 患者)。

这一振奋人心的研究结果极大提升了 TRA 在冠脉造影和 PCI 入路选择的优势地位。如果说 RIVAL 研究<sup>[17]</sup>中 TRA 的优势不明显，而 RIFLE-STEACS 研究<sup>[18]</sup>中又限定了 STEMI 这一特定人群的话，MATRIX 研究<sup>[19]</sup>结果在很大程度上证明了，随着操作技术的成熟，TRA 很有可能已在多个重

要临床获益中优于 TFA。

实际上，Valgimigli 等<sup>[21]</sup>早在 2007 年至 2009 年，曾进行了一个单中心、小样本的对照试验，来探讨不同 Allen 试验结果的患者进行 TRA 冠脉导管术的安全性。其结果初步提示，不论 Allen 试验结果如何，TRA 均是安全的冠脉导管术入路方式。

2016 年，Ferrante 等<sup>[22]</sup>针对既往多达 24 个随机对照试验 (既包含了 1997 年的早期研究，亦包含了 RIVAL<sup>[17]</sup>、RIFLE-STEACS<sup>[18]</sup>、MATRIX<sup>[19]</sup>等近期研究) 进行了 Meta 分析。结果提示 TRA 相较 TFA，在全因死亡、MACE、主要出血事件及主要血管并发症方面均有显著优势。更为重要的是，凡是接受心导管置入的冠脉粥样硬化性心脏病患者，不论是稳定性冠心病还是 ACS，TRA 组均体现出以上优势。这一结果彻底奠定了当今 TRA 的主流地位。

基于以上多年的研究和探索，2017 年欧洲心脏病协会 (European Society of Cardiology, ESC) 发布的 STEMI 管理指南<sup>[23]</sup>中，首次推荐 TRA 作为 PCI 的首选入路。2018 年，ESC 和欧洲心胸外科协会 (European Association for Cardio-Thoracic Surgery, EACTS) 共同发布的心肌血运重建指南<sup>[24]</sup>中，更是将 TRA 推荐为所有冠脉造影或 PCI 的标准入路。2021 年，美国心脏病学会、美国心脏协会及美国心血管造影和介入协会共同发布的冠脉血运重建指南<sup>[25]</sup>也推荐将 TRA 用于 ACS 或稳定缺血性心脏病的手术入路。至此，在国际上，TRA 已成为冠脉介入治疗首选推荐的手术路径。

2022 年，一项共纳入了 7 项 2005 年以后开展的大规模、高质量的随机临床试验 (COLOR、MATRIX、RIFLE-STEACS、RIVAL、SAFARI-STEMI、SAFE-PCI for Women、STEMI-RADIAL) 的 21 600 例患者进行荟萃分析<sup>[26]</sup>显示：冠脉介入术后 30 d 内，与 TFA 相比，TRA 的全因死亡、大出血事件发生率均显著降低。同时，TRA 能减少血管并发症、穿刺部位相关出血事件、输血、主要心脑血管不良事件和净不良临床事件的发生。这一研究结果更加巩固了 TRA 的地位。

### 3 复杂高危病变中的应用

桡动脉直径的限制使 TRA 介入治疗对于复

杂、高危冠脉介入（complex and high-risk coronary intervention, CHIP）存在很大的挑战和难度。但是随着冠脉介入治疗技术及器械的不断进步，冠脉介入医师在CHIP病变的TRA介入治疗领域也积累了非常多的经验，并使之成为可能并得到常规应用。

慢性完全闭塞性病变（chronic total occlusion, CTO）曾被认为是冠脉介入治疗的禁区，仅能靠CABG的外科手术完成血运重建。随着冠脉介入治疗技术及器械的不断进步，绝大多数CTO病变可通过介入治疗完成血运重建。CTO的介入治疗术因高难度、高风险及高失败率仍被认为是冠脉介入治疗中的皇冠。2017年，日本的一项回顾性分析<sup>[27]</sup>比较了TRA与TFA在CTO介入治疗中的表现，其结果显示，在总体手术成功率方面，TRA与TFA对比无明显差别（74.6% vs 72.5%,  $P=0.51$ ）；但对于J-CTO评分 $\geq 3$ 分的极其困难病例，TRA的手术成功率低于TFA（35.7% vs 58.2%,  $P=0.04$ ）。手术中使用小于7F的指引导管、严重钙化、闭塞病变长度大于20 mm及高龄都可能增加TRA行CTO介入治疗失败的风险。

根据上述研究结果，可能因桡动脉血管直径的限制，TRA在CTO等复杂病变的介入治疗上相较TFA有一定劣势。但是随着冠脉介入器械的不断进步和手术技术的不断进步，对于复杂冠脉病变的治疗也逐步成为TRA可以攻克的领域。TRA中使用普通的6F鞘管外径分别在2.62~2.67 mm，普通7F鞘管外径在2.95 mm。已经越来越多的器械厂商研发生产出更薄但更有支撑力的鞘管，6F及7F薄壁鞘（Terumo公司）的外径分别为2.46 mm及2.79 mm，6F及7F薄壁鞘（埃普特公司）外径则分别可达到2.44 mm及2.72 mm，独特的6.5F薄壁鞘外径2.57 mm。这些性能更好的器械使得TRA在复杂病变冠脉介入治疗中得到更好地应用。

2021年，Meijers等<sup>[28]</sup>发表了对比TRA及TFA在复杂病变中表现的对照研究的试验结果。这是一项纳入了388例患者的国际多中心前瞻性随机对照试验，且对照的2组均使用7F的动脉鞘管。复杂病变也不局限于CTO，还包括左主干病变、严重钙化病变及复杂的分叉病变。主要终点

为穿刺相关的大出血及需要干预的血管并发症，次要终点为手术的成功。最终2组的主要终点事件TRA明显少于TFA（3.6% vs 19.1%,  $P<0.001$ ），且次要终点2组无明显差别（86.0% vs 89.2%,  $P=0.285$ ）。这一结果提示，TRA不仅可以完成复杂病变的介入治疗，同时可以减少手术风险、减少穿刺相关并发症。

本中心在2018年也发布了1项对照研究<sup>[29]</sup>的结果，分析对比TRA在桥血管相关介入治疗中的安全性及有效性。其结果亦提示，经TRA的桥血管冠脉介入治疗造影剂使用更少、显著出血事件更少，有着与TFA相似的1年终点事件，从而产生更少的净临床不良事件。所以，相比TFA，TRA对于桥血管的冠脉介入治疗同样是一个更好的选择。

在另一项具有挑战性的领域，即急诊冠脉介入手术，TRA则表现出较TFA的显著优势。如前文所述，RIVAL<sup>[17]</sup>和MATRIX<sup>[19]</sup>2项大型随机对照研究纳入的接受冠脉造影及介入治疗的受试者，均为ACS患者。RIVAL研究<sup>[17]</sup>的STEMI亚组分析也提示TRA在急诊冠脉介入手术中对TFA的绝对优势。急诊介入领域，TRA是当仁不让的第一选择。当然，针对急诊冠脉介入治疗手术的研究结果也提示TRA较TFA更优。一项韩国的纳入8 534例的回顾性研究<sup>[30]</sup>显示，TRA可减少急诊冠脉介入手术围术期的MACE、死亡率、大出血事件以及住院时间。

#### 4 国内发展历程

TRA在中国的起步较晚，1996年葛均波院士在南京完成了国内首例TRA介入治疗，2000年在复旦大学附属中山医院实施了国内首例门诊经桡动脉冠脉造影术，用于单纯冠脉造影或冠脉介入治疗后复查的患者<sup>[31]</sup>。此后，国内TRA冠脉介入开始如火如荼地发展开来。

研究<sup>[32]</sup>表明，中国男性患者中89.17%的右桡动脉内径及86.64%的左桡动脉内径大于3.2 mm，而在女性中这2个比例分别为61.74%和56.52%。这提示绝大多数患者的桡动脉可适用6F鞘管，且随着越来越多薄壁鞘管投入使用，大部分男性、

半数以上女性可接受 7F 鞘管，这说明中国人群对 TRA 具有良好适应性的解剖基础。更由于 TRA 减少了围术期出血事件、患者制动的不适及平均住院时间，TRA 冠脉造影术及冠脉支架置入术在国

内开展、普及极快。目前 TRA 在国内冠脉介入中已普遍应用。中国大陆冠脉介入治疗注册数据显示，2022 年中国 TRA 冠脉介入应用率已达 96.93%（图 1）<sup>[33]</sup>。

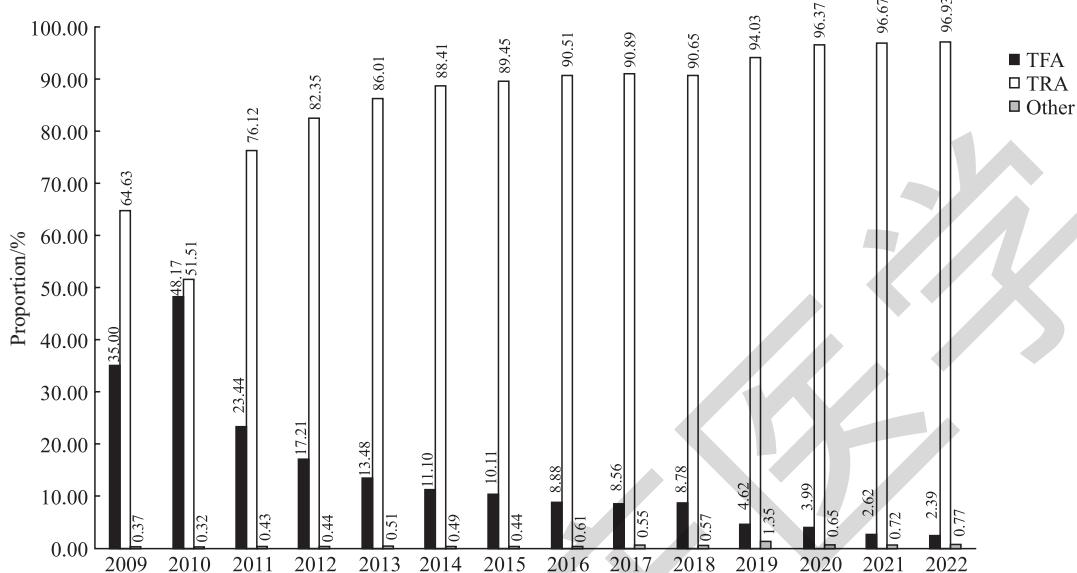


图 1 2009—2022 年中国大陆冠脉介入手术路径

Figure 1 Coronary interventional access in China's mainland from 2009 to 2022

TFA: transfemoral access; TRA: transradial access.

国内 TRA 相关研究也在逐步进行。2002 年后，国内开始有分析 TRA 安全性及有效性的各类研究论文发表。其中以单中心的对照试验为主，样本量较少，多数结论也支持 TRA 可以减少 PCI 术后的出血事件，但对于总体预后的影响多数研究的结论是中性的。其中有 4 项研究<sup>[34-37]</sup> 的结果被纳入上文提到的 Ferrante 等发表的 Meta 分析<sup>[22]</sup> 当中。

国内冠脉介入术者也在积极寻找 TRA 外其他可能的手术入路方式，也初步证明了其他如尺动脉、肱动脉等外周动脉入路的安全性及有效性<sup>[38-39]</sup>。

基于国内外的诸多研究成果，2016 年，中华医学学会心血管病学分会介入心脏病学组发布的指南<sup>[40]</sup> 就将 TRA 作为 PCI 的首选入路，这一推荐先于 ESC 发布的欧洲指南。

## 5 现实困境

虽然 TRA 已成为冠脉介入领域的标准入路方式，但仍有不少劣势。TRA 虽然较 TFA 减少了局部并发症，但仍会导致并发症，其中最常见且影响

最大的就是桡动脉闭塞（radial artery occlusion, RAO）。RAO 受多方面因素影响，主要包括患者因素、穿刺操作及术后压迫。患者因素包括年龄、女性、低体质量、糖尿病、种族及既往桡动脉穿刺史；操作因素包括反复不成功的桡动脉穿刺、鞘管 / 动脉直径比值 >1、围术期未使用抗凝药物或剂量不足；压迫因素包括压迫力度过大、压迫时间过长等<sup>[41]</sup>。而 RAO 的发生，会直接导致再次 TRA 的失败；若患者双侧 RAO 则彻底无法进行 TRA。也正是因为 RAO 的发生率并不罕见，TRA 的重复使用存在困难。

此外，由于桡动脉走行及分支的变异，即使对于熟练的术者，TRA 的失败率仍可能高于 TFA。而对于部分因病情需要置入主动脉球囊反搏（intra-aortic balloon pump, IABP）等辅助装置的患者，由于器械依赖于更粗大鞘管，TFA 更是无法被替代。

## 6 未来展望

2011 年，Babunashvili 等<sup>[42]</sup> 报道经鼻烟窝部

逆向开通近段闭塞桡动脉的2例患者，将经远端TRA（distal TRA, dTRA）首次引入介入领域。2017年，临床研究<sup>[43]</sup>证实了dTRA介入治疗的安全性和可行性，自此，经dTRA的冠脉介入开始逐渐受到关注。

2020年，专家共识<sup>[44]</sup>指出，相较于TRA，dTRA的优势有提升患者及术者的舒适性、减少术后压迫时间、进一步减少穿刺并发症的优势。已有多项研究<sup>[45-48]</sup>结果表明，dTRA可以在完成冠脉介入治疗手术的基础上，减少RAO的发生率。此外，在STEMI的急诊冠脉介入手术中，dTRA不会导致穿刺相关出血事件及造影手术时间的延长<sup>[49]</sup>。但是，dTRA也存在穿刺成功率较低、PCI导管长度更长、穿刺相关疼痛痉挛发生率更高等缺陷。

截至目前，dTRA相较TRA在长期随访中的临床优势仍有待确定，选择适合的患者人群、熟练掌握穿刺等技能、积极开展对照研究是亟待进行的事项。类似TRA对TFA的逐步取代，也许未来，dTRA也会替代TRA目前的地位。

最后，放眼整个介入治疗领域，TRA仍未成为绝对主流。譬如，在神经介入治疗和外周血管介入领域中，TFA仍是主要的推荐入路方式。由于TRA在冠脉介入应用领域的诸多优势和领先地位，TRA在其他介入手术的应用也在探索当中。

1997年，Cowling等<sup>[50]</sup>首次报道采用TRA行颈动脉造影的病例，但在神经介入领域，TRA仍作为采用TFA失败或操作困难时的备选。目前，在神经介入领域TRA相关研究多为回顾性研究，且规模较小。Meta分析<sup>[51]</sup>提示，TRA与神经介入围术期的穿刺部位出血并发症减少相关。与冠脉介入相比，TRA神经介入通常需要使用特殊导管和弓上成形技术超选弓上动脉，对术者而言，技术要求更高、学习曲线更长。同时，缺乏专用的TRA神经介入器械，以及长期临床实践应用TFA习惯难以改变等均限制了其在神经介入领域的广泛应用<sup>[52]</sup>。

此外，TRA在外周动脉介入领域亦停留在早期探索阶段，目前的研究以病例报道、回顾性分析为主。虽然这些研究规模较小、循证证据有限，但TRA均展现了其在减少局部出血、便于压迫、降

低住院时间等方面的优势<sup>[53-54]</sup>。

笔者相信，得益于TRA在冠脉介入治疗中的广泛应用与丰富经验，加上神经介入及外周血管介入领域新器械的应用及技术的进步，TRA在泛血管介入治疗领域可得到更广泛的应用。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 汪若晨：文献回顾，图表制作，文章撰写，文章修订；戴宇翔：选题，设计文章框架，文章审阅；葛均波：文章审阅。

## 参考文献

- [1] EJRUP B, FISCHER B, WRIGHT I S. Clinical evaluation of blood flow to the hand. The false-positive Allen test[J]. Circulation, 1966, 33(5): 778-780.
- [2] SONES F M Jr. Cine-coronary arteriography[J]. Ohio State Med J, 1962, 58: 1018-1019.
- [3] JUDKINS M P. Selective coronary arteriography. I . A percutaneous transfemoral technic[J]. Radiology, 1967, 89(5): 815-824.
- [4] CAMPEAU L. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1989, 16(1): 3-7.
- [5] KIEMENEIJ F, LAARMAN G J. Percutaneous transradial artery approach for coronary stent implantation[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1993, 30(2): 173-178.
- [6] SCHNEIDER, MANN, CUBEDDU, et al. Transradial coronary stenting: a United States experience[J]. J Invasive Cardiol, 1997, 9(9): 569-574.
- [7] SAITO S, MIYAKE S, HOSOKAWA G, et al. Transradial coronary intervention in Japanese patients [J]. Cathet Cardiovasc Intervent, 1999, 46(1): 37-41.
- [8] WU C J, LO P H, CHANG K C, et al. Transradial coronary angiography and angioplasty in Chinese patients[J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1997, 40(2): 159-163.
- [9] CHOUPPAT R, BLACK A, BOSSI I, et al. Vascular complications and clinical outcome after coronary angioplasty with platelet II b/ III a receptor blockade. Comparison of transradial vs transfemoral arterial access[J]. Eur Heart J, 2000, 21(8): 662-667.
- [10] KIEMENEIJ F, LAARMAN G J, DE MELKER E. Transradial artery coronary angioplasty[J]. Am Heart J, 1995, 129(1): 1-7.
- [11] AGOSTONI P, BIONDI-ZOCCAI G, DE

- BENEDICTIS M, 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(2):349-356.
- [12] CANTOR W J, MAHAFFEY K W, HUANG Z, et al. Bleeding complications in patients with acute coronary syndrome undergoing early invasive management can be reduced with radial access, smaller sheath sizes, and timely sheath removal[J]. Cathet Cardio Interv, 2007, 69(1): 73-83.
- [13] MONTALESCOT G, ONGEN Z, GUINDY R, et al. Predictors of outcome in patients undergoing PCI. Results of the RIVIERA study[J]. Int J Cardiol, 2008, 129(3): 379-387.
- [14] CHASE A J, FRETZ E B, WARBURTON W P, et al. Association of the arterial access site at angioplasty with transfusion and mortality: the M.O.R.T.A.L study (Mortality benefit Of Reduced Transfusion after percutaneous coronary intervention via the Arm or Leg) [J]. Heart, 2008, 94(8): 1019-1025.
- [15] RAO S V, OU F S, WANG T Y, et al. Trends in the prevalence and outcomes of radial and femoral approaches to percutaneous coronary intervention[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2008, 1(4): 379-386.
- [16] JOLLY S S, AMLANI S, HAMON M, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: a systematic review and meta-analysis of randomized trials[J]. Am Heart J, 2009, 157(1): 132-140.
- [17] JOLLY S S, 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(9775): 1409-1420.
- [18] ROMAGNOLI E, BIONDI-ZOCCAI 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(24): 2481-2489.
- [19] VALGIMIGLI M, GAGNOR A, CALABRÓ P. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes undergoing invasive management: a randomised multicentre trial[J]. Lancet, 2015, 385(9986): 2465-2476.
- [20] VRANCKX P, FRIGOLI E, ROTHENBÜHLER M, et al. Radial versus femoral access in patients with acute coronary syndromes with or without ST-segment elevation[J]. Eur Heart J, 2017, 38(14): 1069-1080.
- [21] VALGIMIGLI M, CAMPO G, PENZO C, et al. Transradial coronary catheterization and intervention across the whole spectrum of Allen test results[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 63(18): 1833-1841.
- [22] FERRANTE G, RAO S V, JÜNI P, et al. Radial versus femoral access for coronary interventions across the entire spectrum of patients with coronary artery disease: a meta-analysis of randomized trials[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016, 9(14): 1419-1434.
- [23] IBANEZ B, JAMES S, AGEWALL S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: the Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC)[J]. Eur Heart J, 2018, 39(2): 119-177.
- [24] NEUMANN F J, SOUSA-UVA M, AHLSSON A, et al. 2018 ESC/EACTS guidelines on myocardial revascularization[J]. Eur Heart J, 2019, 40(2): 87-165.
- [25] LAWTON J S, TAMIS-HOLLAND J E, 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(3): e4-e17.
- [26] GARGIULO G, GIACOPPO D, JOLLY S S, et al. Effects on mortality and major bleeding of radial versus femoral artery access for coronary angiography or percutaneous coronary intervention: meta-analysis of individual patient data from 7 multicenter randomized clinical trials[J]. Circulation, 2022, 146(18): 1329-1343.
- [27] TANAKA Y, MORIYAMA N, OCHIAI T, et al. Transradial coronary interventions for complex chronic total occlusions[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2017, 10(3): 235-243.
- [28] MEIJERS T A, AMINIAN A, VAN WELY M, et al. Randomized comparison between radial and femoral large-bore access for complex percutaneous coronary intervention[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021, 14(12): 1293-1303.
- [29] DAI Y X, LI C G, ZHANG F, et al. Safety and efficacy of percutaneous coronary intervention via transradial versus transfemoral approach in bypass grafts[J].

- Angiology, 2018, 69(2): 136-142.
- [30] JANG J S, JIN H Y, SEO J S, et al. The transradial versus the transfemoral approach for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis[J]. EuroIntervention, 2012, 8(4): 501-510.
- [31] 葛均波. 中国冠状动脉介入发展历程[J]. 中华心血管杂志(网络版), 2018, 1(1): 8-15.  
GE J B. Development of coronary intervention in China [J]. Chin Video J Cardiol, 2018, 1(1): 8-15.
- [32] 贾三庆, 郭春艳, 滕一星, 等. 成人右侧桡动脉舒张期最大内径分布调查[J]. 中国介入心脏病学杂志, 2004, 12(3): 162.  
JIA S Q, GUO C Y, TENG Y X, et al. Investigation on the largest diameter distribution of right radial artery in adults during diastolic period[J]. Chin J Interv Cardiol, 2004, 12(3): 162.
- [33] 霍 勇. 2022年全国冠心病介入治疗从数据看发展 [R]. 西安:第二十六届全国介入心脏病学论坛暨第十二届中国胸痛中心大会(CCIF&CCPCC 2023), 2023.  
HUO Y. Development of interventional therapy for coronary heart disease in China in 2022 from a data perspective[R]. Xi'an: The 26th China Cardiology Interventional Forum and the 12th China Chest Pain Center Conference (CCIF&CCPCC 2023), 2023.
- [34] GAN L J, LIB Q, LIUC R, et al. Effectiveness and feasibility of transradial approaches for primary percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction[J]. J Nanjing Med Univ, 2009, 23(4): 270-274.
- [35] KASHYAP P, SRIDEVI C, MALANI S K, et al. Comparative study of transradial versus transfemoral route percutaneous coronary intervention in acute ST-elevation myocardial infarction[J]. Cureus, 2022, 14(12): e32983.
- [36] WANG Y B, FU X H, WANG X C, et al. Randomized comparison of radial versus femoral approach for patients with STEMI undergoing early PCI following intravenous thrombolysis[J]. J Invasive Cardiol, 2012, 24(8): 412-416.
- [37] YAN Z X, ZHOU Y J, ZHAO Y X, et al. Safety and feasibility of transradial approach for primary percutaneous coronary intervention in elderly patients with acute myocardial infarction[J]. Chin Med J, 2008, 121(9): 782-786.
- [38] 郝 永, 高 蕊, 蔡尚郎, 等. 桡动脉途径失败后经肱动脉和股动脉途径行经皮冠状动脉介入治疗的比较研究[J]. 中国医药导刊, 2018, 20(9): 529-533.  
HAO Y, GAO R, CAI S L, et al. Comparison of transbrachial artery approach with transfemoral artery approach in percutaneous coronary intervention after transradial failure[J]. Chin J Med Guide, 2018, 20(9): 529-533.
- [39] GENG W, FU X H, GU X S, et al. Safety and feasibility of transulnar versus transradial artery approach for coronary catheterization in non-selective patients[J]. Chin Med J, 2014, 127(7): 1222-1228.
- [40] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 经皮冠状动脉介入治疗指南[J]. 中华心血管病杂志, 2002, 30(12): 707-718.  
The Cardiovascular Branch of the Chinese Medical Association and the Editorial Committee of the Chinese Journal of Cardiovascular Disease. Guideline for percutaneous coronary intervention[J]. Chin J Cardiol, 2002, 30(12): 707-718.
- [41] BERNAT I, AMINIAN A, PANCHOVY S, et al. Best practices for the prevention of radial artery occlusion after transradial diagnostic angiography and intervention[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2019, 12(22): 2235-2246.
- [42] BABUNASHVILI A, DUNDUA D. Recanalization and reuse of early occluded radial artery within 6 days after previous transradial diagnostic procedure[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2011, 77(4): 530-536.
- [43] KIEMENEIJ F. Left distal transradial access in the anatomical snuffbox for coronary angiography (ldTRA) and interventions (ldTRI)[J]. EuroIntervention, 2017, 13(7): 851-857.
- [44] 《经远端桡动脉行冠状动脉介入诊疗中国专家共识》专家组. 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.  
Expert group of "China expert consensus on percutaneous coronary intervention via distal radial artery". China expert consensus on percutaneous coronary intervention via distal radial artery[J]. Chin J Interv Cardiol, 2020, 28(12): 667-674.
- [45] COOMES E A, HAGHBAYAN H, CHEEMA A N. Distal transradial access for cardiac catheterization: a systematic scoping review[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2020, 96(7): 1381-1389.
- [46] MIZUGUCHI Y, IZUMIKAWA T, HASHIMOTO S, et al. Efficacy and safety of the distal transradial approach in coronary angiography and percutaneous coronary intervention: a Japanese multicenter experience[J].

- Cardiovasc Interv Ther, 2020, 35(2): 162-167.
- [47] EID-LIDT G, RIVERA RODRÍGUEZ A, JIMENEZ CASTELLANOS J, et al. Distal radial artery approach to prevent radial artery occlusion trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021, 14(4): 378-385.
- [48] TSIGKAS G, PAPAGEORGIOU A, MOULIAS A, et al. Distal or traditional transradial access site for coronary procedures: a single-center, randomized study[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2022, 15(1): 22-32.
- [49] OLIVEIRA M D P, NAVARRO E C, KIEMENEIJ F. Distal transradial access as default approach for coronary angiography and interventions[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2019, 9(5): 513-519.
- [50] COWLING M G, BUCKENHAM T M, BELL A M. The role of transradial diagnostic angiography[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 1997, 20(2): 103-106.
- [51] JOSHI K C, BEER-FURLAN A, CROWLEY R W, et al. Transradial approach for neurointerventions: a systematic review of the literature[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(9): 886-892.
- [52] 中国医师协会神经外科医师分会神经介入专业委员会, 中国医师协会介入医师分会神经介入专业委员会, 中华医学会神经外科学分会神经介入专业委员会, 等. 经桡动脉入路神经介入诊疗中国专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2022, 38(10): 980-989.
- Neurointerventional Professional Committee of the Neurosurgeons Branch of the Chinese Medical Association, Neurointerventional Committee of Interventional Physicians Branch of Chinese Medical Association, Neurointerventional Committee of Neurosurgery Branch of Chinese Medical Association, et al. Expert consensus of neurointerventional diagnosis and treatment via radial artery in China[J]. Chin J Neurosurg, 2022, 38(10): 980-989.
- [53] LODHA A, GIANNOPoulos S, SUMAR R, et al. Transradial endovascular intervention: results from the radial accEss for nAvigation to your CHosen lesion for peripheral vascular intervention (REACH PVI) study[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2022, 36: 115-120.
- [54] SUBRAMANIAN V, SAUGUET A, WERNER M, et al. Radial access for peripheral vascular intervention: the S.M.A.R.T. RADIANZ Vascular Stent System[J]. Expert Rev Med Devices, 2023, 20(9): 715-720.

[本文编辑] 王 迪

#### 引用本文

汪若晨, 戴宇翔, 葛均波. 经桡动脉入路冠状动脉造影及介入治疗的发展历程与展望[J]. 中国临床医学, 2024, 31(1): 3-11.  
WANG R C, DAI Y X, GE J B. Radial access for coronary angiography and intervention: past, present and future[J]. Chin J Clin Med, 2024, 31(1): 3-11.