

桡动脉的围术期管理及提高通畅率的临床策略的研究进展

Research progress on perioperative management of radial artery and clinical strategies to improve patency rate

何沁泽^{1,2}, 于涛², 黄克力^{2△}

HE Qin-ze, YU Tao, HUANG Ke-li

1. 电子科技大学医学院, 四川 成都 610056; 2. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)心脏外科中心, 四川 成都 610072

【摘要】 随着多支动脉甚至全动脉冠状动脉旁路移植术的理念普及, 桡动脉备受心脏外科医生的青睐。得益于抗痉挛药物的出现、手术技术的改良以及更合适的靶血管选择, 多项研究表明桡动脉具有显著的通畅率, 并至今得到了广泛的应用。本文旨在阐述动脉旁路移植血管的发展历史、桡动脉的应用现状以及如何通过围术期的有效管理确保桡动脉作为移植血管的可能性、减少围手术期各种因素对于桡动脉的损伤以保证移植血管的质量。

【关键词】 冠状动脉旁路移植术; 围术期; 经桡动脉冠状动脉造影; 桡动脉

【中图分类号】 R654.2

【文献标志码】 B

【文章编号】 1672-6170(2024)06-0188-04

冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)作为冠心病患者的重要治疗手段, 其移植血管的选择已经证明会对患者术后早期以及远期预后产生重要的影响^[1]。桡动脉作为除左侧乳内动脉外第二支备受关注的动脉血管, 随着抗痉挛药物的应用以及手术技术的改良, 其术后早期及远期通畅率有了明显的改善。本文旨在从桡动脉的应用历史和现状、造影的损伤以及通过围术期规范化管理提高其通畅率方面进行阐述。

1 桡动脉的应用历史及现状

事实上, 早有研究小组于 1973 年首次将桡动脉用于冠状动脉旁路移植术的血管桥^[2], 但是由于出现血管痉挛和内膜增生导致短期疗效不佳, 桡动脉逐渐淡出人们的视野。随着研究发现可以通过药物以及改进手术技术来减少桡动脉痉挛以来^[3], 桡动脉再次得到心脏外科医生的青睐, 并至今得到了广泛的应用。在最新的《2021ACC/AHA/SCAI 冠状动脉血运重建指南》中, 建议选择桡动脉而不是大隐静脉移植作为第二重要的、显著狭窄的非左前降支血管的桥血管, 以改善患者的长期预后^[4]。桡动脉作为血管桥相比于乳内动脉其内径口更大, 且壁厚并富有弹性, 对于近远端吻合都很方便, 其长度可以达到任何冠状动脉靶点的位置。在胸骨或肺部并发症风险增加的患者中, 相比于乳内动脉, 桡动脉是更好的选择^[5, 6]。

2 提高 RA 通畅率的临床策略

有研究数据指出, 移植物的通畅率与患者术后

心脏不良事件发生率以及术后死亡率有着重要的联系^[7]。我们针对桡动脉血管的生理特性以及影响远期通畅率危险因素进行分析, 通过围手术期规范化的管理即: 术前桡动脉的评估、外科技术的改进、围手术期桡动脉的管理, 旨在提高桡动脉的早期及远期通畅率。

2.1 术前桡动脉的评估 使用桡动脉作为移植血管的禁忌证包括: 重大手臂外伤或手术史、自身免疫性疾病(如血管炎、雷诺综合征、硬皮病和类风湿关节炎)、晚期慢性肾病以及使用桡动脉作为透析途径、近期使经桡动脉造影、尺骨动脉代偿不足等^[8]。因为担心对手部感觉和运动功能的潜在影响, 通常获取非利手侧的桡动脉。术前常规使用无创方法评估掌弓循环和桡动脉血流通畅情况, 之前以 Allen 试验和反 Allen 试验最为常用。研究指出无论是 Allen 试验还是反 Allen 试验对于评估掌弓循环以及桡动脉的通畅程度都具有一定的局限性和主观性^[9]。

既往研究中提出了一种量化(反)Allen 试验方法^[10], 这种量化方法通过监测拇指血氧饱和度的变化代替观察手掌颜色变化作为判断标准, 使结果更客观可靠。此外, 多普勒超声也是一项重要的检测手段, 它不仅可以精准地测量桡动脉的血流通畅情况还可以检查到是否有血栓和夹层的形成。目前并无确凿的研究证据证明多普勒超声检查方法优于“Allen 试验”, 从实用性更强、成本更低的角度考虑, 一般建议使用“Allen 试验”进行评估, 若存在异常情况, 可进一步使用多普勒超声进行检查。

2.2 外科技术

2.2.1 桡动脉的获取 获取桡动脉的关键在于所谓的“不接触”获取技术: 即轻柔精细地操作, 使用

【基金项目】 国家重点研发计划(编号: 2021YFC270101, 2021YFC2700803)

△通讯作者

低功率的超声刀或电刀,尽量避免对桡动脉产生机械性或热刺激。桡动脉的获取多采用开放切口获取或内镜下进行获取。有研究表明,内镜下桡动脉的获取减少了伤口和神经系统并发症^[11,12]。并且很多研究主张保存周围组织的方式进行获取,即“带蒂获取法”。桡动脉获取后保存于抗痉挛药物的特制溶液中,常用的配方为罂粟碱加肝素化血液,或钙离子拮抗剂(维拉帕米或尼卡地平)加硝酸甘油。

2.2.2 桡动脉的靶血管选择 靶血管的选择主要考虑三大因素:狭窄程度、靶血管的分布位置以及管径大小。桡动脉易受冠状动脉竞争血流影响而远期发生功能性闭塞“线样征”甚至完全闭塞,宜用于靶血管近端严重狭窄的患者^[13]。在 2011 年美国心脏病学会及美国心脏(ACC/AHA)指南就指出仅对于狭窄 $\geq 90\%$ 的右冠状动脉主干靶血管和狭窄 $> 70\%$ 的左冠状动脉系统靶血管才可考虑使用桡动脉旁路血管^[14],而后的多项指南更新推荐桡动脉用于“狭窄严重”的冠状动脉靶血管^[15,16]。对于靶血管在左右冠状动脉系统的分布对桡动脉桥通畅率的影响,目前研究结论并不一致。有研究认为,从解剖学结构的角度出发,右冠状动脉由于自身管径较大,相同狭窄程度下可能残余更多血流,更可能发生竞争血流现象^[17]。

最佳的靶血管管径大小目前还尚不清楚,可以参考的是在桡动脉国际数据库联盟发起的一项 RAPCO 研究中,其纳入实验患者的靶血管直径最小为 1.5 mm^[18]。

2.3 围手术期管理 近年来,经桡动脉入路还被越来越多地用作冠脉造影和经皮冠状动脉介入治疗的首选途径,目前的指南推荐经桡动脉入路作为诊断性冠状动脉造影和介入治疗的标准方法^[19]。主要的原因是降低了血管以及出血等并发症的发生率,以及降低了高危患者(例如急性冠脉综合征患者)的死亡率^[20]。以及对于患者来说,经桡动脉入路的舒适程度更高、平均住院时间更短^[21]。尽管桡动脉入路优势明确,但也有一些缺点,例如疼痛以及血管相关并发症,其中包括桡动脉的损伤甚至是桡动脉闭塞。尽管从临床表现上来说,由于手部的双重血液供应系统,只有少数患者出现桡动脉闭塞症状^[22],但是桡动脉的损伤甚至闭塞会妨碍了冠心病患者使用桡动脉作为移植血管桥的手术方案选择。迄今多项研究表明,经桡动脉入路会对桡动脉的形态及功能造成不可逆的损伤。主要损伤表现在:血管壁结构的损伤、血管舒缩功能的影响、血管内径大小的影响^[21]。

2.3.1 血管壁结构的损伤 血管壁结构的损伤主

要表现为急性损伤和慢性损伤:急性损伤主要表现为桡动脉内膜撕裂、血管夹层形成;慢性损伤主要表现为弥漫性血管内膜的增厚,损伤部位多位于桡动脉的远端,但是在近端也可见^[23]。这表明造影术后,会对桡动脉产生弥漫性损伤,尤其以桡动脉远端为主。

2.3.2 血管舒缩功能的影响 目前对于插管后桡动脉舒缩功能影响的问题是存在争论的。在研究中,血流介导的血管扩张效应(flow-mediated dilation, FMD)和硝酸甘油介导的血管扩张效应(nitroglycerin mediated dilation, NMD)常作为评估桡动脉内皮细胞功能和平滑肌层血管舒缩功能的常用无创方法^[21]。有研究表明,插管后桡动脉的 NMD 和 FMD 功能难以恢复到插管前的水平^[24],甚至出现 FMD 反应的完全消失^[25]。也有研究得出完全相反的结论,插管后桡动脉的 FMD 和 NMD 的早期损伤可在 3 个月后几乎完全恢复至基线水平^[26],甚至 2 个月后其内皮细胞功能可完全恢复^[27]。综上所述,我们可以肯定的是,经桡动脉入路后桡动脉的功能损伤在短时间内是无法恢复如初的,至少需要 2~3 个月。

2.3.3 血管内径大小的影响 类似于桡动脉舒缩功能的变化,目前对于经桡动脉入路后桡动脉的直径是否随着时间的推移会有所恢复还没有明确的定论。但是迄今为止所有的研究都表明经桡动脉入路术后桡动脉的直径都未能恢复到术前的水平^[21]。值得注意的是,桡动脉的直径是一个重要的参数,因为直径的减小可能会增加桡动脉作为冠状动脉旁路移植术移植血管桥时的竞争流现象的敏感性^[28]。

综上,使用桡动脉入路会对桡动脉造成损伤甚至是导致桡动脉闭塞,会使许多患者失去了使用桡动脉作为冠状动脉旁路移植术移植血管的机会。目前对于使用插管后桡动脉作为移植血管的研究还相对较少,早期的一项研究中比较了使用插管后的桡动脉与未插管桡动脉,虽然结果表明使用插管后的桡动脉作为移植血管并未影响患者的早期临床结果,但术后血管的通畅率明显下降(77% vs 98%, $P=0.017$)^[29],而后的一项研究同样表明使用插管后的桡动脉术后通畅率明显降低(59% vs 78%, $P=0.035$)^[30]。不同的是,有研究指出使用插管后桡动脉通畅率并未明显下降,还需要进一步通过验证其远期通畅率来确定其安全性,但是这篇文章是刊登在学术会议上的,其后续完整的研究还未发表在正式期刊上^[31]。目前一般认为对于有插管史的桡动脉,3 个月内不应将其用作 CABG 的桥血管,让血管保持一个足够的恢复时间是十分重

要的^[29, 32, 33]。

2016 年的一项研究中^[21]提出对于使用插管后的桡动脉作为 CABG 移植血管的 5 项建议:①在条件允许的情况下,外科医生应优先选择未进行过插管的桡动脉,当桡动脉之前多次插管时,应考虑使用其他的替代移植血管。②若在移植血管可选择有限的情况下,经外科医生评估认为有插管史的桡动脉仍然是最好的选择,外科医生在使用前应该做到以下两点:a. 术前使用多普勒超声评估桡动脉的通畅性和直径;b. 避免使用动脉远端。③在进行冠状动脉造影以及经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)时,我们应该综合考虑桡动脉损伤的风险,以及患者未来可能使用桡动脉作为移植血管的可能。尽管目前指南推荐桡动脉入路的优势明显,但对于一些血管选择有限,或有严重的肾脏疾病,可能未来需要进行透析的患者来说,经股动脉入路可能是更合适的选择。④在经桡动脉入路时,应尽量减少对桡动脉的损伤,例如使用较小的尺寸的鞘管以及较高剂量肝素。有研究表明,100 IU/kg 相比 50 IU/kg 的肝素剂量在保持桡动脉通畅方面效果显著,同时也未增加其出血风险^[34]。⑤术前使用超声评估桡动脉血管直径,避免鞘管外径大于血管内径,在具备完成操作的前提下,尽可能选择较小尺寸器械以减少桡动脉的损伤^[35]。

2.3.4 术中及术后管理 由于桡动脉的血管壁平滑肌层发达,容易发生痉挛。在术中获取桡动脉时和术后早期(最易发生桡动脉痉挛的危险期),常静脉单独使用钙离子拮抗剂(calcium channel blockers, CCB)或联合使用硝酸酯,但是同时需要注意的是,静脉使用抗痉挛药物的最大副作用为低血压,故应结合局部使用,包括管腔内注射和表面浸润注射^[33]。术后常常推荐口服钙离子拮抗剂,最新的研究表明^[36],与术后未使用 CCB 类药物的患者相比,术后 CCB 类药物的使用明显降低了术后中期不良事件以及桡动脉闭塞的发生;其最佳的使用时间为 1 年,因为相比更短的使用时间,术后口服 CCB 类药物长达一年与更好的临床结果与桡动脉更高的通畅率有关。推荐使用二氢吡啶类药物:硝苯地平或氨氯地平,有研究表明其疗效优于非二氢吡啶类药物^[37]。

3 总结及展望

随着多项研究表明,多支动脉或全动脉冠状动脉旁路移植术显著改善了患者的远期生存率以及降低了心血管事件的发生^[38, 39],使用桡动脉作为第二支“金标准”移植血管逐渐获得临床医师的认可。通过术前桡动脉的适用评估、外科技术的改进、围

手术期桡动脉的管理评估患者桡动脉作为移植血管的可能性以及减少围手术期各种因素对于桡动脉的损伤以保证移植血管的质量,是肯定桡动脉能否作为第二支“金标准”的移植血管以及改善患者预后的重要前提。尽管最新美国心脏病学会(ACC)/美国心脏协会(AHA)指南将桡动脉推荐为第二重要的血管^[4],对于桡动脉的争论仍然是存在的。美国胸外科医师协会(STS)/美国胸外科协会(AATS)的专家明确表示对于指南将桡动脉的推荐优先级列为 I 级表示质疑^[40],理由是虽然目前多项研究表明桡动脉相比大隐静脉具有显著的通畅率以及更佳临床结局,但是仍然缺乏可靠的随机对照研究。同时对于造影或 PCI 后桡动脉的使用以及使用间隔时间仍然缺少明确的指南,有待进一步的研究。

【参考文献】

- [1] Anyanwu AC, Adams DH. Total Arterial Revascularization for Coronary Artery Bypass: A Gold Standard Searching for Evidence and Application [J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 72 (12): 1341-1345.
- [2] Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, et al. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft. A technique avoiding pathological changes in grafts[J]. Ann Thorac Surg, 1973, 16(2): 111-121.
- [3] Curtis JJ, Stoney WS, Alford WC, et al. Intimal hyperplasia. A cause of radial artery aortocoronary bypass graft failure[J]. Ann Thorac Surg, 1975, 20(6): 628-635.
- [4] 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(3): e4-e17.
- [5] Gaudino M, Taggart D, Suma H, et al. The Choice of Conduits in Coronary Artery Bypass Surgery [J]. J Am Coll Cardiol, 2015, 66 (15): 1729-1737.
- [6] Dai CY, Zhang WT, Lu ZX, et al. Comparison of the safety of right internal mammary artery versus radial artery for the second arterial conduit during coronary artery bypass grafting [J]. Heart Lung Circ, 2014, 23(12): 1179-1186.
- [7] Gaudino M, Sandner S, An KR, et al. Graft Failure After Coronary Artery Bypass Grafting and Its Association With Patient Characteristics and Clinical Events: A Pooled Individual Patient Data Analysis of Clinical Trials With Imaging Follow-Up[J]. Circulation, 2023, 148(17): 1305-1310.
- [8] Gaudino M, Fremes S, Schwann TA, et al. Technical Aspects of the Use of the Radial Artery in Coronary Artery Bypass Surgery [J]. Ann Thorac Surg, 2019, 108(2): 613-622.
- [9] 蒋奕潇, 黄波, 王禹川, 等. 量化、简化 Allen 试验在经桡动脉介入治疗术前的应用[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(15): 1944-1947.
- [10] 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(3):489-493.
- [11] Bisleri G, Giroletti L, Hrapkowicz T, et al. Five-Year Clinical Outcome of Endoscopic Versus Open Radial Artery Harvesting: A Propensity Score Analysis [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 102(4): 1253-1259.
- [12] 李俊红, 木拉提, 阿布都乃比. 冠状动脉旁路移植术中内窥镜下获取桡动脉有效性和安全性的 Meta 分析 [J]. *中国循证医学杂志*, 2016, 16(1): 60-65.
- [13] 赵强, 刘俊, 叶晓峰, 等. 全动脉化冠状动脉旁路移植术的手术策略及临床结果 [J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(5): 356-362.
- [14] Hillis LD, Smith PK, Anderson JL, et al. 2011 ACCF/AHA Guideline for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2011, 124(23): e652-735.
- [15] Sousa-Uva M, Neumann FJ, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2019, 55(1): 4-90.
- [16] Aldea GS, Bakaeen FG, Pal J, et al. The Society of Thoracic Surgeons Clinical Practice Guidelines on Arterial Conduits for Coronary Artery Bypass Grafting [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101(2): 801-809.
- [17] 王春元, 胡展, 张岩. 桡动脉在冠状动脉旁路移植术中应用的研究进展 [J]. *中国循环杂志*, 2023, 38(4): 474-478.
- [18] Buxton BF, Hayward PA, Raman J, et al. Long-Term Results of the RAPCO Trials [M]. *Circulation*, 2020, 142(14): 1330-1338.
- [19] Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization [J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(2): 87-165.
- [20] Schlosser J, Herrmann L, Böhme T, et al. Incidence and predictors of radial artery occlusion following transradial coronary angiography: the proRadial trial [J]. *Clin Res Cardiol*, 2023, 112(9): 1175-1185.
- [21] Mounsey CA, Mawhinney JA, Werner RS, et al. Does Previous Transradial Catheterization Preclude Use of the Radial Artery as a Conduit in Coronary Artery Bypass Surgery? [J]. *Circulation*, 2016, 134(9): 681-688.
- [22] 杨挺生, 吴晓丹, 王现涛. 经桡动脉路径冠状动脉介入术后桡动脉闭塞的研究进展 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2023, 25(05): 545-547.
- [23] Yonetsu T, Kakuta T, Lee T, et al. Assessment of acute injuries and chronic intimal thickening of the radial artery after transradial coronary intervention by optical coherence tomography [J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(13): 1608-1615.
- [24] Buturak A, Tekturk BM, Degirmencioglu A, et al. Transradial catheterization may decrease the radial artery luminal diameter and impair the vasodilatation response in the access site at late term: an observational study [J]. *Heart Vessels*, 2016, 31(4): 482-489.
- [25] Yan ZX, Zhou YJ, Zhao YX, et al. Impact of transradial coronary procedures on radial artery function [J]. *Angiology*, 2014, 65(2): 104-107.
- [26] Mitchell AJ, Mills NL, Newby DE, et al. Radial artery vasomotor function following transradial cardiac catheterisation [J]. *Open Heart*, 2016, 3(2): e000443.
- [27] Soydan E, Kılıç M, Ak 8 13090. Evaluation of radial artery endothelial functions in transradial coronary angiography according to different radial access sites [J]. *Anatol J Cardiol*, 2021, 25(1): 42-48.
- [28] Rehman SM, Yi G, Taggart DP. The radial artery: current concepts on its use in coronary artery revascularization [J]. *Ann Thorac Surg*, 2013, 96(5): 1900-1909.
- [29] Kamiya H, Ushijima T, Kanamori T, et al. Use of the radial artery graft after transradial catheterization: is it suitable as a bypass conduit? [J]. *Ann Thorac Surg*, 2003, 76(5): 1505-1509.
- [30] Ruzieh M, Moza A, Siddegowda Bangalore B, et al. Effect of Transradial Catheterisation on Patency Rates of Radial Arteries Used as a Conduit for Coronary Bypass [J]. *Heart Lung Circ*, 2017, 26(3): 296-300.
- [31] Worku B, Mamkin I, Gambardella I, et al. Transradial catheterization and CABG: is it safe to use a previously catheterized radial artery as a coronary artery bypass graft? [J]. *J Am Coll Cardiol*, 75(11): 237.
- [32] Lim LM, Galvin SD, Javid M, et al. Should the radial artery be used as a bypass graft following radial access coronary angiography [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 18(2): 219-224.
- [33] 中国动脉化冠状动脉旁路移植术专家共识组, 赵强, 郑哲, 等. 中国动脉化冠状动脉旁路移植术专家共识 2019 版 [J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2019, 35(4): 193-200.
- [34] 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(22): 2241-2250.
- [35] 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.
- [36] Gaudino M, Benedetto U, Fremes SE, et al. Effect of Calcium-Channel Blocker Therapy on Radial Artery Grafts After Coronary Bypass Surgery [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(18): 2299-2306.
- [37] Gaudino M, Bakaeen FG, Sandner S, et al. Expert systematic review on the choice of conduits for coronary artery bypass grafting: endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and The Society of Thoracic Surgeons (STS) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2023, 64(2): 163.
- [38] Taggart DP, Benedetto U, Gerry S, et al. Bilateral versus Single Internal-Thoracic-Artery Grafts at 10 Years [J]. *N Engl J Med*, 2019, 380(5): 437-446.
- [39] Gaudino M, Benedetto U, Fremes S, et al. Radial-Artery or Saphenous-Vein Grafts in Coronary-Artery Bypass Surgery [J]. *N Engl J Med*, 2018, 378(22): 2069-2077.
- [40] Sabik JF 3rd, Bakaeen FG, Ruel M, et al. The American Association for Thoracic Surgery and The Society of Thoracic Surgeons reasoning for not endorsing the 2021 ACC/AHA/SCAI Coronary Revascularization Guidelines [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2022, 163(4): 1362-1365.

(收稿日期: 2024-02-05; 修回日期: 2024-04-01)

(本文编辑: 彭羽)