

## CTA 对股浅动脉显著狭窄侧支循环形成及 在使用股前外侧皮瓣中的应用研究

王 希,王 涛,罗露露,罗 鹏,赵 洋,朱小玲

(资阳市中心医院放射科,四川 资阳 641300)

**[摘要]** 目的:利用 CT 血管成像(CTA)评估股浅动脉(SFA)狭窄程度和侧支循环形成情况,及当 SFA 显著性狭窄后从股深动脉(DFA)和旋股外侧动脉降支(DBLCFA)发展而来的侧支系统。方法:选择 2019 年 1 月—2023 年 6 月本院接受下肢动脉 CTA 检查且双侧 SFA 显著性狭窄的患者。使用已建立的评分系统测量 SFA 狭窄程度、侧支血管数量及大小,再比较从 DFA 和 DBLCFA 发展而来的侧支数量。结果:随着 SFA 狭窄程度的增加,在 CTA 上更有可能看到更大、更多的侧支血管。DFA 发展的侧支血管多于 DBLCFA 的侧支形成。当股浅动脉显著性狭窄后,有 8.1% 的患者的侧支血管仅来自 DBLCFA。结论:当计划制取股前外侧皮瓣时,最好对患者进行术前 CTA 评估侧支数量及大小,了解这些对临床皮瓣的选择具有重要意义。

**[关键词]** 下肢;动脉;狭窄,病理性;体层摄影术,螺旋计算机

**[中图分类号]** R543.5;R814.42

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2024)05-0360-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.05.013

### Study on collateral circulation after significant stenosis of superficial femoral artery by CTA and its application in using anterolateral femoral flap

WANG Xi, WANG Tao, LUO Lu-lu, LUO Peng, ZHAO Yang, ZHU Xiao-ling  
(Department of Radiology, Ziyang Central Hospital, Ziyang Sichuan 641300, China)

**Abstract: Objective:** To assess the degree of stenosis and collateral circulation in the superficial femoral artery(SFA) using CTA, and the collateral systems developed from deep femoral artery (DFA) and descending branch of lateral circumflex femoral artery(DBLCFA) after significant stenosis of SFA. **Methods:** Patients who underwent CTA examination of lower extremity arteries in our hospital from January 2019 to June 2023 and had significant bilateral SFA stenosis were selected. The degree of SFA stenosis and the number and size of collateral vessels were measured using the established scoring systems. Then the number of collateral vessels developed from DFA and DBLCFA was compared. **Results:** As the severity of SFA stenosis increased, larger and more collateral vessels were more likely to be seen on CTA. The collateral vessels developed by DFA were more than those formed by DBLCFA. After significant SFA stenosis, only 8.1% of patients had collateral vessels from DBLCFA alone. **Conclusion:** When planning to produce an anterolateral thigh flap, it is advisable to perform preoperative CTA in the patient to assess the number and size of collateral vessels, which are important for clinical flap selection.

**Key words:** Lower Extremity; Arteries; Constriction, Pathologic; Tomography, Spiral Computed

旋股外侧动脉降支 (Descending branch of the lateral circumflex femoral artery, DBLCFA) 为血管蒂的股前外侧皮瓣 (Anterolateral thigh, ALT), 自 1984 年首次报道后<sup>[1]</sup>, 已在各类软组织重建修复中得到广泛的应用<sup>[2-4]</sup>。虽然不少文献指出它的穿支存在解剖变异, 但大多数穿支血管起源于 DBLCFA<sup>[5-6]</sup>。

下肢动脉硬化性闭塞症 (Arteriosclerosis obliterans, ASO) 是全身性动脉粥样硬化的局部表现, 其危险因素主要包括高龄、吸烟、高血压、糖尿病、血脂异常等<sup>[7]</sup>。在临床收治的患者中, 股浅动脉 (Superficial femoral artery, SFA) 为最常见病变部位。当 SFA 显著性狭窄后, 可以由股深动脉 (Deep femoral

artery, DFA) 及 DBLCFA 部分代偿缺血区域的血液供应, 防止下肢严重缺血<sup>[8]</sup>。然而, 如果患者的侧支血管仅来自 DBLCFA, 当临床利用 ALT 瓣时, 侧支血管受损, 可能会导致严重肢体缺血等危险的并发症。Hage 等<sup>[9]</sup>曾报告 1 例使用 ALT 皮瓣后下肢坏死的病例。因此, 当患者需要摘取 ALT 皮瓣时, 是否需要行术前血管造影是一个有争论的话题。DSA 历来是诊断下肢血管病变的金标准<sup>[10]</sup>, 但其操作时间长、有创性及费用高等不足之处, 不适于常规检查。临床上常用下肢 CT 血管造影 (CTA) 来评估疑似下肢动脉疾病的患者, 尤其有助于检测明显狭窄<sup>[11]</sup>。本研究的目的是利用 CTA 评估当下肢股浅动脉显

**[收稿日期]** 2023-09-12; **[修回日期]** 2023-12-01

**[作者简介]** 王希 (1995-), 女, 四川德阳人, 技师。E-mail: 1365543761@qq.com

**[通信作者]** 王涛, 资阳市中心医院放射科, 641300。E-mail: 1563157066@qq.com

著性狭窄后,缺血区域侧支循环形成情况,以期验证皮瓣术前血管评估的必要性,为股前外侧皮瓣在临床应用提供重要的信息。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择 2019 年 1 月—2023 年 6 月本院行下肢 CTA 且双侧 SFA 显著性狭窄的患者 86 例共 171 条下肢 CTA 图像,有 1 条下肢因既往有血管造影治疗史而被排除。其中男 75 例,女 11 例,年龄 43~89 岁,平均(69.39±8.62)岁。入院时详细记录病史。

### 1.2 检查方法

采用 GE Revolution 128 排 CT 进行扫描。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 260 mA,扫描矩阵 512×512,层厚 0.5 mm。采用双筒高压注射器经右肘正中静脉团注非离子型对比剂碘海醇(350 mgI/mL),用量 90~100 mL,速率 4.0~4.5 mL/s,之后以同样的速率追注 0.9%氯化钠注射液 50 mL。采用对比剂追踪触发技术,选取 L<sub>3</sub> 水平的腹主动脉为监测层面,感兴趣区(ROI)强化幅度达到平台期后触发扫描,扫描时间 40~50 s。扫描完成后原始数据薄层重建,层厚 0.625 mm,传至后处理工作站。采用容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)、曲面重组(CPR)等后处理技术,多角度、多方位分析股浅动脉显著性狭窄后旋股外侧动脉降支及股深动脉降支的侧支起源及代偿情况。

### 1.3 诊断标准

血管狭窄程度判断标准:轻度狭窄<50%,中度狭窄 50%~<70%,重度狭窄 70%~<99%,闭塞≥99%,中度狭窄及以上为显著狭窄。基于以往的研究,使用经验证的评分系统对侧支血管的数量和大小进行分级<sup>[12-13]</sup>,小侧支为占成像大腿长度 25%以

下和 SFA 直径 50%以下的侧支,大侧支为占成像大腿长度的 25%以上和 SFA 直径 50%以上;侧支血管大小分 4 级:1 级≤5 条小侧支血管,2 级>5 条小侧支血管,3 级≤5 条大侧支血管,4 级>5 条大侧支血管。侧支血管分 3 类:第 1 类 0~3 条侧支血管,第 2 类 4~7 条,第 3 类≥8 条。同时要求整个侧支血管的长度在分析时可见。血管狭窄率和侧支血管大小及数量由 2 名经验丰富的放射科医师进行判断,如果结果不一致,由第 3 位医师协助。

### 1.4 统计学分析

利用 SPSS 25.0 软件包进行统计学分析。计量资料应用 Kolmogorov-Smirnov 检验方法进行正态性检验,采用 Levene 检验方差齐性。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,用配对样本秩和检验比较全部闭塞组中来自 DFA 和 DBLCFA 的侧支血管数量。计数资料以频数(n)和百分比(%)表示,采用 Pearson 卡方检验或 Fisher 精确检验比较完全闭塞组和其他狭窄组的侧支血管分布数量和大小。 $P < 0.05$  认为差异有统计学意义。

## 2 结果

本组 86 例,171 条下肢血管。SFA 中度狭窄 30 条,占 17.5%(30/171),重度狭窄 34 条,占 19.9%(34/171),闭塞 107 条,占 62.6%(107/171)。可见当 SFA 闭塞时,可观察到数量多和大的侧支血管。见表 1,2。

表 1 各狭窄组侧支数目分类

	1 类	2 类	3 类	$\chi^2$	P 值
狭窄 50%~<70%	28(93.3%)	2(6.7%)	0(0.0%)	54.549	0.000
狭窄 70%~<99%	28(82.4%)	6(17.6%)	0(0.0%)		
闭塞	33(30.8%)	43(40.2%)	31(29.0%)		

表 2 各狭窄组侧支血管大小分级

	1 级	2 级	3 级	4 级	$\chi^2$	P 值
狭窄 50%~<70%	20(66.7%)	3(10.0%)	7(23.3%)	0(0.0%)	59.713	0.000
狭窄 70%~<99%	11(32.4%)	6(17.6%)	17(50.0%)	0(0.0%)		
闭塞	8(7.5%)	6(5.6%)	73(68.2%)	20(18.7%)		

DFA 和 DBLCFA 侧支血管平均计数分别为 2.58 和 1.08。配对样本秩和检验的统计结果显示,DFA 组侧支血管分布明显大于 DBLCFA 组,差异有统计学意义, $P < 0.01$ 。见表 3。

当 SFA 显著狭窄后,侧支血管的分布不同,尤其是 SFA 闭塞时。侧支血管来源于 DFA 和 DBLCFA 140 条,占 81.9%(140/171);侧支血管仅来自 DFA 27 条,占 15.8%(27/171);侧支血管仅来自 DBLCFA 4 条,占 2.3%(4/171)。见表 4,图 1~3。

表 3 DFA 和 DBLCFA 侧支血管数量分布比较

分组	中位数(P25, P75)	Z	P
DFA	2(1.0, 4.0)	-8.944	0.000
DBLCFA	1(0.0, 2.0)		

## 3 讨论

旋股外侧动脉是起于股深动脉的外侧壁或从股动脉直接发出的动脉。从侧面和后方延伸至股神经分支旁,于缝匠肌、股直肌与髂腰肌之间,分为升支、

表 4 股浅动脉显著狭窄后侧支血管起源

	侧支来源			χ <sup>2</sup>	P 值
	来自 DFA 和 DBLCFA	仅来自 DFA	仅来自 DBLCFA		
狭窄 50%~<70%	18(60.0%)	11(36.7%)	1(3.3%)	20.359	0.000
狭窄 70%~<99%	24(70.6%)	9(26.5%)	1(2.9%)		
闭塞	98(91.6%)	7(6.5%)	2(1.9%)		

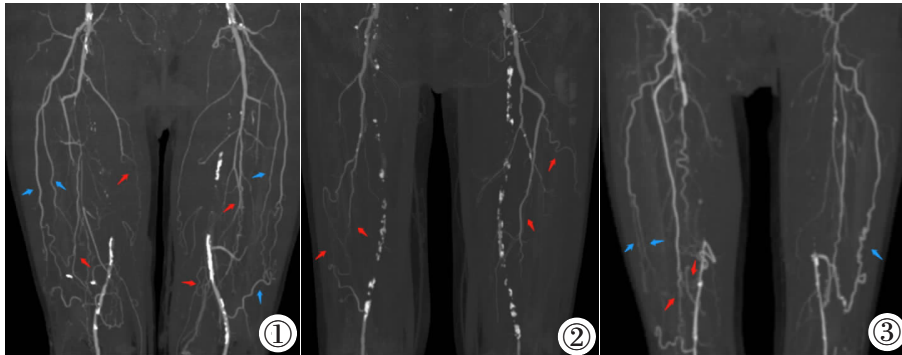


图 1 下肢 CTA MIP 图。双侧 SFA 完全闭塞,DBLCFA (蓝色箭头)和 DFA (红色箭头)形成丰富的侧支血管。图 2 双侧 SFA 完全闭塞,双侧侧支血管起源于 DFA(红色箭头),DBLCFA 形成侧支的可能性小。图 3 双侧 SFA 完全闭塞,右侧侧支血流来自 DBLCFA(蓝色箭头)和 DFA(红色箭头);左侧侧支血流主要来自 DBLCFA。

Figure 1. CTA MIP diagram of

lower limbs. Bilateral SFA is completely occluded and DBLCFA (blue arrows) and DFA(red arrows) form abundant collateral vessels. Figure 2. Complete occlusion of bilateral SFA, with bilateral collateral vessels originating from the DFA (red arrows), and a low likelihood of side branch formation in the DBLCFA. Figure 3. Complete occlusion of bilateral SFA, with right collateral flow from the DBLCFA (blue arrows) and DFA(red arrows). Left collateral flow is predominantly from the DBLCFA.

横支和降支。其中降支较大,主干全长约为 12 cm,于股直肌与股中间肌之间向外下方走行,沿途发出肌支至股中间肌、股直肌和股外侧肌,终支以数支穿股外侧肌至膝关节动脉网<sup>[14]</sup>。ALT 皮瓣位于大腿前外侧,大多数是以 DBLCFA 的皮穿支或肌皮穿支供血,因其优点众多现受多个学科青睐。

既往研究表明,在大多数器官中有预先存在或预先形成的侧支,并在动脉闭塞后起到代偿的作用。在 ASO 患者中,侧支血管提供了多种侧支通路来防止动脉粥样硬化相关的不良后果。髂总、髂外动脉闭塞患者常表现为腹壁下动脉与腹壁上动脉相吻合,或旋髂浅动脉增粗、延长,与明显增粗的腰动脉远侧吻合;SFA 闭塞患者表现为 DFA 和(或)DBLCFA 增粗、延长,分支增多,与远侧血管闭塞端相吻合;腘动脉闭塞患者表现为膝关节支增粗延长,与 DFA 和 DBLCFA 相吻合<sup>[8,15]</sup>。Tada 等<sup>[16]</sup>认为在主髂动脉闭塞性疾病患者中采集胸廓内动脉或腹壁下动脉可能会导致严重的下肢缺血,因为胸廓内、腹壁下动脉是临床上连接锁骨下动脉和髂外动脉重要的侧支通路。McDermott 等发现,当 SFA 闭塞时,来自 DFA 和 DBLCFA 的侧支血管能防止严重肢体缺血,并可以减轻腿部症状<sup>[17]</sup>。Latour 等指出膝状动脉网可提供充足的侧支循环用于旁路移植术中的远端吻合,从而提供了可接受的通畅率和保肢率<sup>[18]</sup>。因此,在考虑使用 ALT 皮瓣时,首先需要考虑下肢的狭窄程度及侧支循环。

本研究发现,随着 SFA 狭窄程度的增加,更有可能在 CTA 上看到更大和更多的侧支血管,这与先

前的研究结果一致<sup>[13,19]</sup>。当狭窄程度加重,特别是 SFA 闭塞时,仅来自 DFA 的侧支血管比例降低,来自 DFA 和 DBLCFA 的侧支血管比例增加,考虑可能分支首先在 DFA 上形成。DFA 是股总动脉的最大分支,它担负着大腿重要的供血循环,此外,DFA 常常不受或仅 DFA 起始处受到动脉硬化影响<sup>[20]</sup>。DBLCFA 也常常免受外周动脉疾病的影响<sup>[21]</sup>。

本研究结果显示,DBLCFA 和 DFA 的侧支系统分布有显著差异,大多数侧支血管主要由 DFA 和 DBLCFA 发展而来,另外也可能仅见于 DFA 或者 DBLCFA,这与 Suh 研究结果一致<sup>[19]</sup>。表明大多数人有一部分主要侧支由 DBLCFA 发展而来。Mishra 等<sup>[22]</sup>认为 DBLCFA 不是主要的肢体血管,是可牺牲的。但本研究发现如果侧支循环在 DFA 和 DBLCFA 形成良好,即使 SFA 严重狭窄,提取 ALT 皮瓣也不会造成下肢坏死。这也表明,在利用以 DBLCFA 为基础的 ALT 瓣时,可以减少相当大一部分的侧支循环,造成狭窄远端血流减弱,加重下肢缺血<sup>[19]</sup>。Chim 等<sup>[23]</sup>指出较长时间的随访表明,桡动脉移植术后前臂和手部血流动力学发生了变化,出现运动耐量降低和手缺血等症状。Gaudino 等<sup>[24]</sup>结果显示即使在尺骨代偿良好的患者中,在持续肌肉努力的情况下也可能发生运动诱导的缺血,而且这种功能不全可能不会随着时间的推移而消失。同样,本研究考虑在采集 ALT 皮瓣时,即使牺牲一部分侧支血管后小腿没有立即出现严重的腿部症状,但随着年龄相关的动脉粥样硬化进展,可能也会出现延迟缺血现象。此外,如果侧支血管大多数来自 DBLCFA 而 DFA 不

易形成的话,制取 ALT 皮瓣可能会加重腿部症状,如果 SFA 闭塞,那几乎所有远端循环都可能消失。已有临床研究报道了当 DBLCFA 应用于皮瓣移植修复手术时,不同程度的下肢远端缺血坏死发生率约为 11.8%<sup>[25-26]</sup>。因此,术前 CTA 评估允许更安全的 ALT 皮瓣采集,即使在未有腿部症状的患者中也应进行。

本研究存在一定的局限性:①为回顾性观察研究,且纳入的都是 SFA 显著狭窄的患者,样本选择可能存在偏倚,样本量较少,结果需要前瞻性大样本随机研究进一步验证。②选择 CTA 来评估侧支循环,而未选用 DSA,一些侧支可能太小,无法在后处理机器上识别,可能造成结果偏倚。

总之,当临床计划进行重建手术制取 ALT 瓣前怀疑下肢有动脉病变时,特别是合并 ASO 危险因素时,建议对患者进行术前双下肢 CTA 检查,以确定侧支血管来源。此外,如果 SFA 有显著性狭窄,最好选取其他部位皮瓣。

#### [参考文献]

- [1] Song YG, Chen GZ, Song YL. The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery [J]. *Br J Plas Surg*, 1984, 37(2): 149-159.
- [2] 王君,潘云川,井刚. 暂时性腹腔关闭技术与股前外侧皮瓣序贯治疗电烧伤腹壁巨大缺损[J]. *中华整形外科杂志*, 2022, 38(2): 132-137.
- [3] Li RG, Zeng CJ, Yuan S, et al. Reconstruction of large area of deep wound in the foot and ankle with chimeric anterolateral thigh perforator flap[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(5): 1609-1617.
- [4] Trojanowski P, Szymański M, Trojanowska A, et al. Anterolateral thigh free flap in reconstruction of lateral skull base defects after oncological resection[J]. *Eur Arch Oto Rhino Laryngol*, 2019, 276(12): 3487-3494.
- [5] Hsieh F, Leow OQY, Cheong CF, et al. Musculoseptocutaneous perforator of anterolateral thigh flap: A clinical study [J]. *Plast Recon Surg*, 2021, 147(1): 103e-110e.
- [6] Cohen OD, Abdou SA, Nolan IT, et al. Perforator variability of the anterolateral thigh flap identified on computed tomographic angiography: anatomic and clinical implications [J]. *J Recon Microsurg*, 2020, 36(8): 616-624.
- [7] 雷雨,王晓东,李毕华,等. 外周动脉疾病运动疗法研究进展[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(5): 1246-1250.
- [8] 潘志斌,宋云龙,王萍,等. CTA 对股动脉显著性狭窄后侧支循环的研究[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2018, 16(2): 118-121.
- [9] Hage JJ, Woerdeman L. Lower limb necrosis after use of the anterolateral thigh free flap: is preoperative angiography indicated? [J]. *Ann Plast Surg*, 2004, 52(3): 315-318.
- [10] 杨彦林,吴国良,田少勇,等. CTA 成像在下肢血管闭塞病变中的应用及与血管腔内疗效的关系 [J]. *影像科学与光化学*, 2022, 40(1): 89-93.
- [11] 王皓,裴春焰,杨帆,等. 双层探测器光谱 CT 虚拟单能量 40 keV 在老年病人下肢动静脉血管造影中的应用价值 [J]. *实用老年医学*, 2023, 37(11): 1149-1152.
- [12] Wei LM, Zhu YQ, Zhang PL, et al. Morphological characteristics of chronic total occlusion: predictors of different strategies for long-segment femoral arterial occlusions [J]. *Eur Radiol*, 2018, 28(3): 897-909.
- [13] Keeling AN, Carroll TJ, Mcdermott MM, et al. Clinical correlates of size and number of collateral vessels in peripheral artery disease[J]. *Vascul Med*, 2012, 17(4): 223-230.
- [14] 刘瑞文. 旋股外侧动脉降支用于 CABG 的解剖学研究[J]. *内蒙古中医药*, 2012, 31(14): 67-68.
- [15] 张传焱,林登峰,李晓涛. 膝关节解剖研究在全膝关节置换术中的应用[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(23): 5903-5905.
- [16] Tada K, Murai A, Nakamura Y, et al. Deep inferior epigastric artery as a collateral pathway to the lower extremities: A case report[J]. *JPRAS Open*, 2022, 32: 13-17.
- [17] Mcdermott MM, Ca Rroll TJ, Kibbe M, et al. Proximal superficial femoral artery occlusion, collateral vessels, and walking performance in peripheral artery disease [J]. *Jacc Cardiovasc Imaging*, 2013, 6(6): 687-694.
- [18] Latour BD, Nourissat G, Duprey A, et al. Bypass to the perigeniculate collateral arteries: mid-term results [J]. *Eur J Vascul Endovas Surg*, 2008, 35(4): 473-479.
- [19] Bagaev E, Oberbach A, Pichlmaier M, et al. Multidetector computed tomography (CT) analysis of 168 cases in diabetic patients with total superficial femoral artery occlusion: is it safe to use an anterolateral thigh flap without CT angiography in diabetic patients? [J]. *J Recon Microsurg*, 2018, 34(1): 65-70.
- [20] 姜金杰,肖纪涛,韩海林,等. 成人股骨头缺血性坏死患者股深动脉及其分支变异的血管造影分析 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2023, 38(10): 1024-1027.
- [21] Lee JH, Choi HJ, Kwak SH, et al. Anterolateral thigh free flaps with T-shaped pedicles and multiple venous anastomosis for extremity reconstruction[J]. *Medicine*, 2021, 100(27): e26575.
- [22] Mishra JK, Sahu SA. A rare anatomical variation in the pedicle of anterolateral thigh(ALT) flap[J]. *Indian J Plast Surg*, 2021, 54(2): 229-231.
- [23] Chim H, Bakri K, Moran SL. Complications related to radial artery occlusion, radial artery harvest, and arterial lines[J]. *Hand Clin*, 2015, 31(1): 93-100.
- [24] Gaudino M, Anselmi A, Serricchio M, et al. Late haemodynamic and functional consequences of radial artery removal on the forearm circulation[J]. *Intern J Cardiol*, 2008, 129(2): 255-258.
- [25] Boonrod A, Thammaroj T, Jianmongkol S, et al. Distal anastomosis patterns of the descending branch of the lateral circumflex femoral artery [J]. *J Plast Surg Hand Surg*, 2016, 50(3): 167-170.
- [26] Demirseren ME, Efendioglu K, Demiralp CO, et al. Clinical experience with a reverse-flow anterolateral thigh perforator flap for the reconstruction of soft-tissue defects of the knee and proximal lower leg [J]. *J Plast Recon Aesth Surg*, 2011, 64(12): 1613-1620.