

· 论 著 ·

本文亮点:

- (1) 针对腓动脉穿支血管来源不同进行分型,根据创面情况选取合适来源的穿支血管,相关研究少见。
- (2) 采用三维CT血管造影检查,术前即可了解腓动脉穿支皮瓣穿支血管及血管蒂的解剖分布特点。
- (3) 腓动脉穿支皮瓣与前足组织质地、厚度相近,血供可靠,成活率高,修复前足创面效果较佳。



三维CT血管造影辅助下游离腓动脉穿支皮瓣修复前足皮肤软组织缺损创面的临床效果

王成德¹ 王爱² 孙继玲³ 马文国² 王建国⁴

¹潍坊市益都中心医院介入治疗科,潍坊 262550;²潍坊市益都中心医院烧伤整形外科,潍坊 262550;³潍坊市益都中心医院示教室,潍坊 262550;⁴青州市中医院骨科,潍坊 262500

通信作者:王建国,Email:wjg3389@126.com

【摘要】 目的 探讨在三维CT血管造影(3D-CTA)辅助下采用游离腓动脉穿支皮瓣修复前足皮肤软组织缺损创面的临床疗效。方法 采用回顾性观察性研究方法。2017年3月—2019年9月,潍坊市益都中心医院烧伤整形外科收治15例前足皮肤软组织缺损创面患者,其中男12例、女3例,年龄18~60岁。入院时创面面积为3.0 cm×3.0 cm~9.0 cm×8.0 cm。术前行3D-CTA检查,选择血管蒂长度合适、血流灌注好的腓动脉穿支血管。根据创面面积及3D-CTA检查定位的腓动脉穿支血管情况,设计及切取大小为3.5 cm×3.5 cm~9.5 cm×8.5 cm腓动脉穿支皮瓣,皮瓣携带腓肠外侧皮神经并与创面的神经吻合。供区创面直接拉拢缝合或取大腿中厚皮覆盖。观察术前3D-CTA检查拟切取的腓动脉穿支血管类型、管径、穿出位置与术中实际探测情况是否一致,记录皮瓣切取时长和术后皮瓣成活情况。术后12个月随访,指导患者按照Maryland足功能评分标准评定足部功能,观察供区创面愈合情况及影响肢体运动功能的并发症发生情况。对数据进行配对样本 t 检验。结果 该组患者术中探测到拟切取的腓动脉穿支血管类型为肌间隔穿支者12例、肌皮穿支者2例、肌肉-肌间隔穿支者1例,与术前3D-CTA检查结果一致。术前3D-CTA测量的腓动脉穿支血管管径为(1.38±0.17)mm,与术中测量的(1.40±0.19)mm相近($t=0.30, P>0.05$);术前3D-CTA测量的穿支起始点至小腿外缘水平距离为(42±6)mm,穿支起始点至外踝尖水平的垂直距离为(219±14)mm,分别与术中测量的(43±6)、(221±15)mm相近(t 值分别为0.46、0.38, $P>0.05$)。皮瓣切取时长为(31±6)min,术后皮瓣全部成活,无血管危象出现。术后12个月随访,足功能评定为优者11例、良者3例、中者1例;供区创面愈合良好,瘢痕不明显,无挛缩,肢体运动功能无影响。结论 游离腓动脉穿支皮瓣是重建前足皮肤软组织缺损创面的有效方法之一,术前3D-CTA明确了穿支血管解剖位置,降低了手术风险。

【关键词】 伤口愈合; 穿支皮瓣; 血管造影术; 足前段,人

基金项目:潍坊市卫生健康委员会科研项目(wfwsjk_2019_145)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210914-00317

本文引用格式:王成德,王爱,孙继玲,等. 三维CT血管造影辅助下游离腓动脉穿支皮瓣修复前足皮肤软组织缺损创面的临床效果[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2022, 38(7): 661-666. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210914-00317.

Wang CD, Wang A, Sun JL, et al. Clinical effects of free peroneal artery perforator flaps in repairing forefoot skin and soft tissue defect wounds assisted with three-dimensional computed tomography angiography[J]. Chin J Burns Wounds, 2022, 38(7):661-666. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20210914-00317.



Clinical effects of free peroneal artery perforator flaps in repairing forefoot skin and soft tissue defect wounds assisted with three-dimensional computed tomography angiography

Wang Chengde¹, Wang Ai², Sun Jiling³, Ma Wenguo², Wang Jianguo⁴

¹Interventional Therapy Department, Yidu Central Hospital of Weifang, Weifang 262550, China; ²Department of Burn and Plastic Surgery, Yidu Central Hospital of Weifang, Weifang 262550, China; ³Demonstration Classroom, Yidu Central Hospital of Weifang, Weifang 262550, China; ⁴Orthopaedic Department, Chinese Medicine Hospital of Qingzhou City, Weifang 262500, China

Corresponding author: Wang Jianguo, Email: wjg3389@126.com

【 Abstract 】 Objective To investigate the clinical effects of free peroneal artery perforator flaps in repairing forefoot skin and soft tissue defect wounds assisted with three-dimensional computed tomography angiography (3D-CTA). **Methods** A retrospective observational study was conducted. From March 2017 to September 2019, 15 patients with skin and soft tissue defect wounds in the forefoot were treated in the Department of Burn and Plastic Surgery of Yidu Central Hospital of Weifang, including 12 males and 3 females, with age of 18–60 years. The wound area on admission was 3.0 cm×3.0 cm–9.0 cm×8.0 cm. The 3D-CTA examination before operation was performed to select the peroneal artery perforating vessels with appropriate length of vascular pedicle and good blood perfusion. According to the wound area and the perforating vessels of the peroneal artery located by 3D-CTA, the peroneal artery perforator flaps of 3.5 cm×3.5 cm–9.5 cm×8.5 cm carried with lateral sural cutaneous nerve was designed and cut, and the nerve was anastomosed with the nerve of the wound. The wound in the donor site of the flap was directly sutured or covered with medium-thickness skin graft from the thigh. The consistencies of type, diameter, and perforating position of perforating vessel of the peroneal artery detected by 3D-CTA before the operation with those of the actual measurement during operation were observed. The length of time for flap cutting and the survival of the flap after operation were recorded. During follow-up of 12 months after the operation, the patients were instructed to evaluate the foot function according to the Maryland foot function score standard, and the wound healing in the donor area and the occurrence of complications affecting the motor function of limb were observed. Data were statistically analyzed with paired sample *t* test. **Results** The types of peroneal artery perforating vessels in patients measured during the operation were septocutaneous perforator of 12 cases, musculocutaneous perforator of 2 cases, and musculomuscular septal perforator of 1 case, which were consistent with those measured by preoperative 3D-CTA. The diameter of the peroneal artery perforating vessel measured by preoperative 3D-CTA was (1.38±0.17) mm, which was close to (1.40±0.19) mm measured during the operation (*t*=0.30, *P*>0.05). The horizontal distance from the starting point of the perforating vessel to the outer edge of the shank was (42±6) mm, and the vertical distance from the starting point of the perforating vessel to the level of the lateral ankle tip was (219±14) mm measured by preoperative 3D-CTA, which were respectively close to (43±6) and (221±15) mm of intraoperative measurement (with *t* values of 0.46 and 0.38, respectively, *P*>0.05). The length of time for cutting flap was (31±6) min. All flaps survived post operation without vascular crisis. During follow-up of 12 months after the operation, the foot function was evaluated as excellent in 11 cases, good in 3 cases, and fair in 1 case, the donor site wound healed well, the scar was not noticeable with no contracture, and the motor function of joints was not affected. **Conclusions** Free peroneal artery perforator flap is one of the effective methods to reconstruct skin and soft tissue defect wounds in the forefoot, and the risk of surgery can be reduced when the anatomical location of the perforating vessels is confirmed by 3D-CTA.

【 Key words 】 Wound healing; Perforator flap; Angiography; Forefoot, human

Fund program: Scientific Research Program of Health Commission of Weifang City (wfwjsk_2019_145)

临床中多见前足皮肤软组织缺损创面,该区域皮下缺乏肌肉保护,且属肢体远端,血运较差,一旦损伤,往往伴有骨质、肌腱外露,常需采用皮瓣修复^[1-3]。因前足区域感觉灵敏,皮肤较薄,创面重建要求高,如何选择合适皮瓣修复前足创面是比较棘手的问题^[4-6]。穿支皮瓣是由血管管径较细的穿支血管供血的皮瓣,具有切取方便、血供可靠、转移灵活、不损伤主干血管、不用携带肌肉、供区损伤小等优势。腓动脉穿支皮瓣弹性、质地、颜色能够满足

足部创面修复要求,但腓动脉穿支走行和管径有较大差异,皮瓣成活率缺乏保障^[7-8]。随着计算机影像技术在皮瓣外科领域的应用不断成熟,穿支皮瓣成活率得到提高^[9]。本课题组结合数字影像技术,采用游离腓动脉穿支皮瓣重建患者前足创面,并总结该术式的优点、不足及注意事项。

1 对象与方法

本回顾性观察性研究符合《赫尔辛基宣言》的

基本原则。根据潍坊市益都中心医院伦理委员会政策,临床资料可以在不泄露患者身份的前提下进行分析、使用。患者及其家属签署知情同意书,同意将患者相关临床资料用于临床、教学研究。

1.1 入选标准

纳入标准:前足创面,伴有肌腱和/或骨质外露,且在三维CT血管造影辅助下采用游离腓动脉穿支皮瓣修复的患者。排除标准:临床资料不完整的患者。

1.2 临床资料

潍坊市益都中心医院烧伤整形外科2017年3月—2019年9月收治15例前足皮肤软组织缺损创面患者,其中男12例、女3例;年龄18~60岁,平均43岁。受伤原因:交通伤6例、机械绞伤4例、压砸伤3例、火焰烧伤1例、热液烫伤1例。入院时创面面积为3.0 cm×3.0 cm~9.0 cm×8.0 cm,受伤至手术时间为3 h~27 d。

1.3 术前数据重建分析及体表定位

术前行三维CT血管造影(3D-CTA)了解腓动脉穿支血管分布、走行、与周围组织的解剖关系。将造影剂碘海醇注射液(碘的质量浓度为300 mg/mL)60 mL注射于肘部浅静脉,注射速度:4.5~5.0 mL/s,注射造影剂后等待10 s,应用64排CT扫描机对患者腓骨小头到外踝尖区域进行扫描,扫描参数:电压120 kV、电流150 mA、层厚0.625 mm、矩阵512×512。将扫描后的数据提取到三维图像重建工作站,进行图像处理。采用曲面重建、多平面重建、最大密度投影、容积再现、血管探针等方式重建图像并观察,了解腓动脉及其穿支血管的类型、分布、走行、与周围组织解剖关系,于体表定位并标记穿支血管位置(图1)。综合评价腓动脉穿支血管的质

量,选择血管蒂长度合适、血流灌注好的腓动脉穿支血管。穿支血管体表定位方式及相关数据获取^[10]:(1)定位腓动脉主干位置。通过血管探针技术分析腓骨小头至外踝尖区域重建后腓动脉主干的三维图像。(2)定位腓动脉穿支血管位置。旋转曲面重建图像,寻找腓动脉主干发出的穿支血管,并给予标记、编码。分析多平面重建图像中的横断面及冠状面图像,在腓动脉穿支血管分布区域采用容积再现方式找到腓动脉穿支血管穿出点位置并标记。测量并记录腓动脉穿支血管起始点至体表距离、穿支血管起始点管径等数据。(3)定位腓动脉穿支血管体表投影位置。于正前位容积再现图像上,测量穿支血管起始点到小腿外侧缘的水平距离及到外踝尖水平的垂直距离,调整容积重现图像阈值,添加皮肤、肌肉组织,通过体表标志及图像结果明确腓动脉穿支血管起始点在小腿的体表投影位置。

1.4 手术过程

根据创面面积和3D-CTA定位的腓动脉穿支血管位置设计腓动脉穿支皮瓣。患者取侧卧屈膝位,采用硬膜外麻醉,选择创面所在肢体作为皮瓣供区,皮瓣轴线为腓骨小头到外踝尖的连线,皮瓣的1/3位于该轴线前方、2/3位于该轴线后方。以3D-CTA检查选择的腓动脉穿支血管为皮瓣中心,皮瓣设计面积较创面面积约大10%^[11]。不驱血的情况下行气囊压力止血带止血,在皮瓣后侧沿术前设计线切开皮瓣,依次切开皮肤、皮下组织、深筋膜。在深筋膜层继续向前解剖,找到术前3D-CTA检查定位的腓动脉穿支血管,明确穿支血管的类型、位置、管径、蒂部长度满足创面修复需求后,将皮瓣前侧按照术前设计线切开,同前依次切开各层

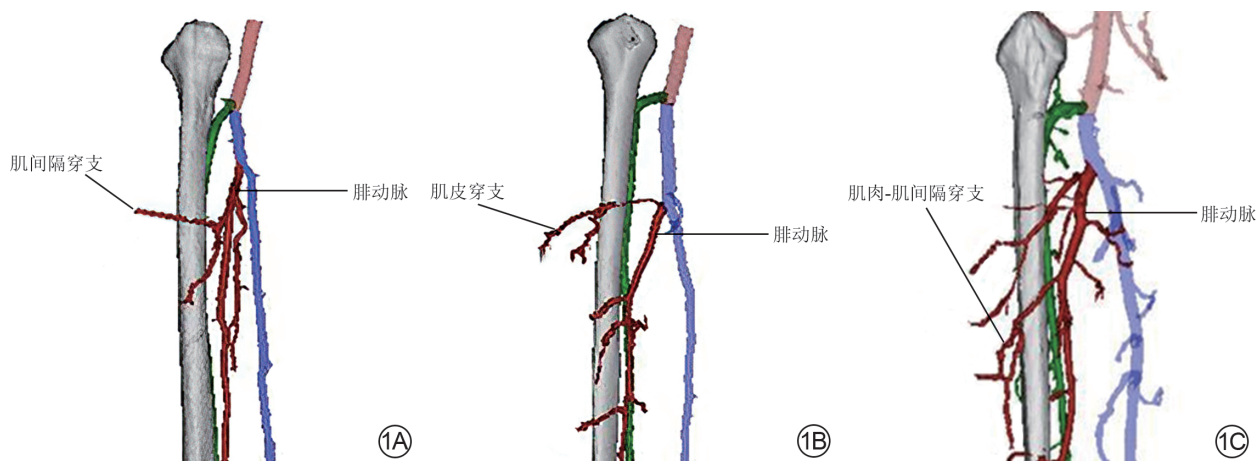


图1 腓动脉主干及穿支血管类型。1A.肌间隔穿支;1B.肌皮穿支;1C.肌肉-肌间隔穿支

组织。切取皮瓣近端时将腓肠外侧皮神经带入皮瓣内,逆向解剖腓动脉穿支血管。为避免损伤穿支血管及造成术后血管痉挛,保留穿支血管蒂周围筋膜组织和 0.5 cm×0.5 cm 肌袖^[12]。解剖血管蒂到合适长度后松开气囊压力止血带,查看皮瓣血运状况,见皮瓣红润,切断血管蒂,完整切下皮瓣^[13],本组患者皮瓣切取面积为 3.5 cm×3.5 cm~9.5 cm×8.5 cm。将皮瓣转移至受区并间断缝合固定,在医用显微镜下将皮瓣血管、神经与受区血管、神经吻合。本组患者腓动脉穿支血管与足背动脉吻合者 8 例,与第 1 跖背动脉吻合者 3 例,与足底内侧动脉吻合者 2 例,与跗外侧动脉吻合者 1 例,与跗内侧动脉吻合者 1 例;腓动脉穿支血管伴行静脉与上述动脉伴行静脉或足背浅静脉吻合。腓肠外侧皮神经与足背皮神经吻合者 9 例,与趾背神经吻合者 3 例,与腓深神经吻合者 2 例,与趾底神经吻合者 1 例。按照供受区血管管径选择血管吻合形式,本组 7 例患者腓动脉穿支血管管径和受区血管管径接近,行端端吻合;其余 8 例患者腓动脉穿支血管管径较细,与受区血管行端侧吻合,端侧吻合角度 $\leq 45^\circ$ ^[14]。9 例患者皮瓣供区创面宽度 ≤ 5 cm,直接拉拢缝合;6 例患者供区创面宽度 > 5 cm,先将创面拉拢缩小后,采用大腿外侧中厚皮覆盖。术后绝对卧床 1 周,禁烟酒,室温维持在 20~25 °C,持续用烤灯照射皮瓣区,常规应用抗感染、抗凝、抗痉挛等药物 1 周。如果无血管危象及明显渗血情况,术后 3 d 内尽可能不换药;每隔 6 h 观察皮瓣颜色、张力、温度、毛细血管反应等情况,出现血管危象及时处理。

1.5 观测指标

记录术前 3D-CTA 检查拟切取的腓动脉穿支血管类型、管径、穿出位置与术中实际探测结果是否一致,皮瓣切取时长,术后皮瓣成活情况。术后 12 个月随访观测以下情况:(1)医师指导患者依照 Sanders 等^[15]制订的 Maryland 足功能评分标准评定足部功能,满分为 100 分,其中疼痛为 0~45 分,功能评价为 0~40 分(包括行走距离、稳定性、穿鞋限制情况、步态、支撑工具、上楼梯辅助情况、跛行程度及行走对地面的要求),外观和活动度分别为 0~10、0~5 分。总分 90~100 分为优,75~89 分为良,50~74 分为中, < 50 分为差。(2)观察供区创面愈合情况及影响肢体运动功能的并发症发生情况。

1.6 统计学处理

采用 SPSS 23.0 统计软件行统计学分析。计量

资料数据均符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行配对样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本组患者术中探测到拟切取的腓动脉穿支血管类型为肌间隔穿支者 12 例、肌皮穿支者 2 例、肌肉-肌间隔穿支者 1 例,与术前 3D-CTA 检查结果一致。术前 3D-CTA 测量的腓动脉穿支血管管径为 (1.38 ± 0.17) mm,与术中测量的 (1.40 ± 0.19) mm 相近($t = 0.30, P = 0.764$)。术前 3D-CTA 测量的穿支起始点至小腿外缘水平距离为 (42 ± 6) mm,穿支起始点至外踝尖水平的垂直距离为 (219 ± 14) mm,分别与术中测量的 (43 ± 6) 、 (221 ± 15) mm 相近(t 值分别为 0.46、0.38, P 值分别为 0.652、0.709)。皮瓣切取时长为 (31 ± 6) min。术后皮瓣全部成活,无血管危象出现。术后 12 个月随访,足功能评定为优者 11 例、良者 3 例、中者 1 例;供区创面愈合良好,瘢痕不明显,无挛缩,肢体运动功能无影响。

典型病例:患者男,35 岁,右前足内侧因交通伤造成皮肤软组织缺损且伴骨质外露,创面面积为 6.0 cm×4.0 cm。为避免截肢和改善术后外观,伤后 2 周应用腓动脉穿支皮瓣修复缺损创面。术前常规行 3D-CTA 检查,明确拟切取的腓动脉穿支血管类型为肌肉-肌间隔穿支,管径为 1.6 mm,穿支起始点至小腿外缘水平距离为 41 mm,穿支起始点至外踝尖水平的垂直距离为 227 mm。以 3D-CTA 检查确定的腓动脉穿支血管为中心,设计切取腓动脉穿支皮瓣,皮瓣面积为 6.5 cm×4.5 cm。术中观察到腓动脉穿支血管类型、管径、穿出位置与术前 3D-CTA 检查一致。将腓动脉穿支血管及其伴行静脉与第 1 跖背动脉及其伴行静脉端端吻合,皮瓣内携带的腓肠外侧皮神经与足背皮神经端端吻合。供区创面直接拉拢缝合,皮瓣切取时长为 32 min。术后 12 个月随访,皮瓣外形良好,质地、颜色与受区近似,患者表示满意,足功能评定为优;供区切口愈合良好,瘢痕不明显,无挛缩,肢体运动功能无影响。见图 2。

3 讨论

小腿外侧皮瓣与前足部皮肤组织不仅厚度、质地相近,而且切取方便。游离腓动脉穿支皮瓣修复前足创面,血管吻合后血流方向符合生理性顺行原则,皮瓣切取后不损伤腓动脉主干,术后对足部血

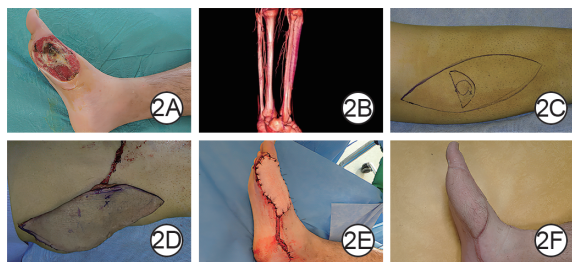


图2 于三维CT血管造影(3D-CTA)辅助下行腓动脉穿支皮瓣游离移植修复交通伤患者右前足内侧皮肤软组织缺损创面。2A. 术前右前足创面;2B. 术前双小腿3D-CTA容积再现图像,显示腓动脉穿支血管类型为肌肉-肌间隔穿支;2C. 术前设计皮瓣;2D. 术中切取皮瓣;2E. 皮瓣覆盖创面并缝合后即刻;2F. 术后12个月随访,皮瓣外观较好,无臃肿

供无影响^[16]。但是腓动脉穿支血管存在变异,术前了解穿支血管的位置、管径及走行显得尤为重要^[17]。

采用3D-CTA辅助游离腓动脉穿支皮瓣修复前足创面具有如下优势:(1)3D-CTA能够清晰显示管径 $>0.3\text{ mm}$ 的穿支,将CTA检查获得的数据进行三维重建,可以达到在立体空间中测量穿支血管解剖数据的目的,并可观察穿支血管是否存在狭窄或血栓、有无先天变异,选择血流动力学稳定并与受区创面相适应的穿支血管,可降低手术时血管吻合难度,减少血管危象出现^[18-20],提高皮瓣成活率^[21]。本组患者术中探测到穿支血管类型、管径等与术前3D-CTA检查结果一致,且通过术前3D-CTA测量穿支起始点至小腿外缘水平距离及至外踝尖水平的垂直距离来确定的穿支血管位置与术中探测结果一致,进一步证实3D-CTA的可靠性。(2)通过获得的血管解剖参数能够根据创面情况设计切取相应的皮瓣,最大限度减少供区损伤,避免供区组织浪费^[22]。(3)传统多普勒超声检查对操作者经验、技术要求高,测量数据差别相对较大,可重复性差,而3D-CTA检查获得的数据相对稳定、可靠。但3D-CTA检查也存在一定的不足:(1)3D-CTA检查对极细小血管显影欠佳;(2)3D-CTA属于有创检查,检查中使用的造影剂有肾毒性,术后需要多饮水,促进造影剂排出,肾功能不全者无法进行该项检查;(3)3D-CTA需要专业护士注射造影剂,专业的技师操作CT设备及重建图像,检查以及处理数据需要一定时间,无法急诊操作。

游离腓动脉穿支皮瓣重建前足创面具有如下优势:(1)腓动脉穿支血管数较多,位置表浅,且较固定,对远端足部血运基本无影响^[23-25];(2)供区比较隐蔽,若皮瓣切取范围不大,宽度 $\leq 5\text{ cm}$ 时,供区

创面可直接拉拢缝合,外观较好^[26];(3)皮瓣厚薄合适,耐磨性强,皮瓣不臃肿,重建创面后较美观,无须二次手术修薄^[27];(4)切取皮瓣过程中对肌肉无损伤,供区原有运动功能基本无影响^[28];(5)皮瓣与供区位于同一肢体,麻醉区域与消毒区域一致,能够在同一止血带下进行手术,简化了手术操作,术中出血少^[29]。术后12个月随访观测,患者足部功能恢复较佳,供区创面愈合良好,瘢痕不明显,无挛缩,肢体运动功能无影响。但本术式也存在一定不足:(1)因为小腿本身面积有限,和股前外侧、腹部、躯干部等部位皮瓣比较,皮瓣切取面积相对不足^[30];(2)供、受区血管管径有时不一致或相差悬殊,如腓动脉穿支血管伴行静脉管径较粗而管壁较薄,和受区血管有较大差异,对操作者血管吻合水平有较高要求^[31]。

为保障皮瓣的切取及成活需要注意以下几点:(1)由于3D-CTA属于有创操作,而且所需造影剂存在肾毒性,所以检查前需要对患者进行生理和心理状态的评估;(2)术中先切开皮瓣一侧,明确穿支血管的位置、管径及蒂部长度,了解穿支血管能否和受区血管较好吻合及皮瓣血供是否充足,选取合适的穿支血管后再根据穿支血管位置将皮瓣完整切下^[32];(3)血管吻合需在显微镜下进行,若供受区血管管径相差较大,可行端侧吻合^[33-35]。

综上所述,术前3D-CTA可以明确腓动脉及其穿支血管的解剖特点,在3D-CTA辅助下能够进行精确化、个体化的腓动脉穿支皮瓣设计,较传统手术凭经验解剖血管耗时明显缩短,皮瓣成活率提高,有利于前足软组织缺损后足部功能恢复,供区无明显影响。但本研究存在一定不足,例如病例数偏少,存在偏倚,还需增加样本量,进一步验证本术式的临床疗效。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 王成德:研究设计、手术操作、实施研究、撰写论文;王爱、孙继玲:病例随访、资料整理;马文国、王建国:数据整理、论文修改

参考文献

- [1] 袁野,邱俊涛,李辉,等.应用超引流技术的腓动脉穿支皮瓣修复四肢皮肤缺损[J].中华整形外科杂志,2021,37(5):534-540. DOI: 10.3760/cma.j.cn114453-20200407-00204.
- [2] Ogawa R. Surgery for scar revision and reduction: from primary closure to flap surgery[J/OL]. Burns Trauma, 2019, 7: 7 [2022-02-21]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30891462/>. DOI: 10.1186/s41038-019-0144-5.
- [3] 梅良斌,吕乾,范新宇,等.腓动脉低位穿支螺旋浆皮瓣转位修复足跟部软组织缺损[J].中华创伤杂志,2021,37(9):793-798.

- DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20210202-00101.
- [4] 吴学仁,魏盼杰,赵耀华,等. 髂腹股沟复合组织瓣修复手足部皮肤软组织缺损的效果[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(8): 722-725. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20190408-00171.
- [5] 徐永清,何晓清,陈雪松,等. 手和足部创面修复时四种吻合血管的皮神经营养血管穿支皮瓣的选择[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43(4): 331-337. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20200218-00068.
- [6] 李振峰,杨瑞甫,江小萌,等. 游离腓肠内侧动脉穿支皮瓣修复前臂及足部软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43(2): 132-135. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20190610-00205.
- [7] 陈雪松,徐永清,杨黎,等. 超薄游离腓动脉穿支皮神经营养血管皮瓣修复手、足皮肤软组织缺损[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(4): 355-361. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.04.014.
- [8] 刘兴盛,刘兴旺,张永明,等. 逆行足背外侧皮神经营养血管皮瓣修复第5足趾皮肤软组织缺损八例[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(8): 508-509. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.08.012.
- [9] 许操,王书芹,胡恺,等. 3D-CTA在腓动脉穿支皮瓣修复舌癌术后软组织缺损中的应用[J]. 中华全科医学, 2021, 19(6): 936-939, 978. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.001954.
- [10] 郭晓峰,强力,薛明宇,等. CT血管造影和彩色多普勒在腓肠内侧动脉穿支皮瓣的定位比较[J]. 中华手外科杂志, 2021, 37(4): 248-250. DOI: 10.3760/cma.j.cn311653-20200625-00268.
- [11] 苟中坤,吴泉玲,赵崇伟,等. 腓动脉穿支皮瓣修复趾腓侧皮瓣供区九例[J]. 中华显微外科杂志, 2021, 44(6): 653-656. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20210309-00072.
- [12] 刘勇,康彦忠,李文龙,等. 游离腓动脉穿支皮瓣修复手足软组织缺损[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(7): 579-583. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2015.07.006.
- [13] 杨力,蔡斌,薛君荣,等. 个体化股前外侧皮瓣游离移植修复复杂难愈性创面的临床效果[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(8): 730-734. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20190621-00281.
- [14] 于承祺,刘勇,王剑利,等. 以腓血管为蒂跨供区皮瓣的解剖学研究及临床应用[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45(1): 71-76. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20211013-00240.
- [15] Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, et al. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification[J]. Clin Orthop Relat Res, 1993(290): 87-95.
- [16] 欧阳阳钢,姜宗圆,梁海,等. 应用小腿穿支皮瓣修复足趾移植后供区的软组织缺损[J]. 中华手外科杂志, 2018, 34(3): 164-166. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-054X.2018.03.002.
- [17] 田振欣,时丹萍,姜宁宇,等. 三维CT血管造影辅助下游离腓骨复合组织瓣修复下肢复合组织缺损[J]. 中华手外科杂志, 2019, 35(5): 373-376. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-054X.2019.05.019.
- [18] 王伟,艾合买提江·玉素甫. 腓动脉穿支皮瓣的术前3D可视化研究[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45(2): 157-161. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20211217-00300.
- [19] 石岩,何晓清,杨曦,等. CT血管造影检查结合三维重建辅助设计腓浅动脉穿支皮瓣修复手部创面的疗效[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(6): 501-507. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20210202-00105.
- [20] 杨涛,陈佳,成贝贝,等. 穿支皮瓣联合足趾移植术修复拇指毁损伴手部软组织缺损的临床疗效[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(9): 875-879. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200727-00360.
- [21] Khoong YM, Huang X, Gu S, et al. Imaging for thinned perforator flap harvest: current status and future perspectives[J]. Burns Trauma, 2021, 9: tkab042[2021-12-17]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34926708/>. DOI: 10.1093/burnst/tkab042.
- [22] 熊颖杰,幸超峰,胡智玉,等. 腓动脉终末穿支外踝上皮瓣修复足跟外侧创面[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42(5): 459-462. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2019.05.010.
- [23] 周荣,巨积辉,唐林峰,等. 带感觉神经的股前外侧穿支皮瓣修复足底皮肤软组织缺损的临床效果[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(5): 453-459. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200309-00136.
- [24] 刘春,杨学林,胡福兴,等. 三维CT血管造影辅助血管定位设计游离腓动脉穿支皮瓣修复前足背软组织缺损[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(9): 786-792. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20201219-00730.
- [25] 俞学子,张龙,王殷红. 游离穿支皮瓣修复足背软组织缺损[J]. 中华整形外科杂志, 2019, 35(4): 376-380. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2019.04.010.
- [26] Min P, Li J, Brunetti B, et al. Pre-expanded bipediced visor flap: an ideal option for the reconstruction of upper and lower lip defects postburn in Asian males[J]. Burns Trauma, 2020, 8: tkaa005[2022-02-21]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32341918/>. DOI: 10.1093/burnst/tkaa005.
- [27] 郑晓飞,江起庭,胡小峰,等. 携带穿支血管推进皮瓣在肢体软组织缺损创面修复中的应用[J]. 中华解剖与临床杂志, 2020, 25(6): 695-697. DOI: 10.3760/cma.j.cn101202-20200118-00013.
- [28] Jiao X, Cui C, Ng SK, et al. The modified bilobed flap for reconstructing sacral decubitus ulcers[J]. Burns Trauma, 2020, 8: tkaa012[2022-02-21]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33335930/>. DOI: 10.1093/burnst/tkaa012.
- [29] 秦建忠,朱振华,周聚普,等. 腓动脉外踝前终末穿支蒂岛状皮瓣修复中足和前足软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43(1): 20-23. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2036.2020.01.006.
- [30] 张兴,郭峰松,苏凯华,等. 穿支皮瓣修复四肢创面临床应用56例[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43(2): 141-144. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20190918-00314.
- [31] 任远飞,钟声,尚耀华,等. 应用腓动脉双穿支螺旋浆皮瓣修复跟腱区大面积软组织缺损一例[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43(3): 309-310. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20190224-00059.
- [32] Zeiderman MR, Pu LLQ. Contemporary approach to soft-tissue reconstruction of the lower extremity after trauma[J]. Burns Trauma, 2021, 9: tkab024[2022-02-21]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34345630/>. DOI: 10.1093/burnst/tkab024.
- [33] 宋家林,黄腾立,高涛,等. 游离腓动脉穿支皮瓣在足踝部软组织缺损中的临床应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(6): 756-760. DOI: 10.7507/1002-1892.202101069.
- [34] 方杰,肖军杰,张威,等. 两组不同源血管穿支供养的腓肠内侧动脉穿支皮瓣修复手挤压伤创面一例[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45(2): 218-220. DOI: 10.3760/cma.j.cn441206-20211228-00306.
- [35] Guillier D, Campisi C, Krähenbühl SM, et al. Bipediced distally based medial plantar artery perforator flap for forefoot reconstruction: a case report[J]. Microsurgery, 2020, 40(4): 497-500. DOI: 10.1002/micr.30583.

(收稿日期: 2021-09-14)