

论 著

CDU联合CTA在下肢穿支血管定位中的应用

无锡市第九人民医院功能科

(江苏 无锡 214000)

葛银芝 王金萍*

【摘要】目的 分析彩色多普勒超声(CDU)联合CT血管造影(CTA)在下肢穿支血管定位中的应用价值。

方法 选取2016年6月至2019年6月我院诊治的下肢软组织缺损修复患者100例为研究对象,依据穿支血管定位方法分为CDU组(n=30)、CTA组(n=30)、联合组(CDU联合CTA, n=40),比较三组在评估优势穿支血管方面的效能,并记录其检查时间、取瓣成功率、取瓣时间,分析三组患者并发症发生率、满意度、术后生活质量(Barthel指数)。结果 联合组评估优势穿支血管的准确度高于CDU组、CTA组($P<0.05$),三组灵敏度、特异度比较差异无统计学意义($P>0.05$);三组检查时间比较差异无统计学意义($P>0.05$),联合组取瓣成功率高于CDU组、CTA组,而取瓣时间短于CDU组、CTA组,CDU组、CTA组取瓣成功率、取瓣时间比较差异无统计学意义($P>0.05$);联合组并发症发生率较CDU组、CTA组低,联合组的满意度、Barthel指数评分较CDU组、CTA组高,差异有显著性($P<0.05$),CDU组、CTA组Barthel指数评分差异也有统计学意义($P<0.05$)。结论 CDU联合CTA应用于下肢穿支血管定位中,可较好评估优势穿支血管,提高取瓣成功率,缩短取瓣时间,改善术后预后,提高其满意度,降低并发症风险,值得在临床上推广实践。

【关键词】超声; CTA; 下肢穿支血管; 定位

【中图分类号】R445.1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2021.07.056

Application of CDU Combined with CTA in Positioning Lower Limb Perforating Vessels

GE Yin-zhi, WANG Jin-ping*.

Functional Division, Wuxi Ninth People's Hospital, Wuxi 214000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the application value of color Doppler ultrasound (CDU) combined with CT angiography (CTA) in positioning lower limb perforating vessels. **Methods** 100 patients with lower limb soft tissue defect undergoing repair in the hospital from June 2016 to June 2019 were selected as subjects. According to the positioning method of perforating vessels, the patients were divided into the CDU group (n=30), the CTA group (n=30), and the combined group (CDU combined with CTA, n=40). The efficiencies of the three methods for evaluating superior perforating vessels were evaluated. The time of examination, success rate of collecting skin flaps, and time of collecting skin flaps were recorded. The incidence of complications, satisfaction degree, and postoperative quality of life (Barthel index) were analyzed. **Results** The accuracy for evaluating superior perforating vessels in the combined group was higher than that in the CDU group or CTA group ($P<0.05$). There was no significant difference in the sensitivity or specificity among three groups ($P>0.05$). There was no statistical difference in the time of examination among three groups ($P>0.05$). The success rate of collecting skin flaps in the combined group was higher than that in the CDU group or CTA group, and the time of collecting skin flaps was shorter than the CDU group or CTA group, without significant difference between the CDU group and the CTA group ($P>0.05$). The incidence of complications in the combined group was lower than that in the CDU group or CTA group, while the satisfaction degree and Barthel index scores were higher than those of CDU group and CTA group ($P<0.05$), with significant differences between the CDU group and the CTA group ($P<0.05$). **Conclusion** The application of CDU combined with CTA in positioning lower limb perforating vessels can better evaluate the superior perforating vessels, improve the success rate of collecting skin flaps, shorten the time of collecting skin flaps, improve postoperative prognosis, improve satisfaction of patients, and reduce the risk of complications.

Keywords: Ultrasound; CTA; Lower Limb Perforating Vessels; Positioning

在修复重建外科手术中,下肢为切取穿支皮瓣的优良供区,然而下肢皮肤相对紧致,术前需对穿支血管的解剖学信息进行充分了解,并设计好下肢穿支皮瓣,为穿支血管精确定位做好准备^[1]。彩色多普勒超声(color dopplerultrasonography, CDU)可提供血流动力学信息,如血流速度与阻力指数,继而判断动静脉血管质量及是否有病变情况,但CEUS对深层软组织与肌肉内血管走行无法显示,且对检查者依赖性大,无法提供直观检查影像图像^[2]。CT血管造影(computed tomography angiography, CTA)可显示直径0.3~0.5mm的小穿支血管,Zhang等^[3]对37例嵌合股前外侧皮瓣修复上肢复杂软组织缺损患者术前应用CTA进行手术规划,结果术中发现的穿支血管参数与术前检查结果一致,认为CTA为快速、有效的非侵入性术前检查方法,对嵌合股前外侧皮瓣术有重要作用,因此考虑CDU与CTA联合应用有较高价值。本文主要分析CDU联合CTA在下肢穿支血管定位中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2016年6月至2019年6月我院诊治的下肢软组织缺损修复患者100例。纳入标准:入院时小腿部位出现皮肤缺损,主诉有外伤史,损伤面积广,难自愈而需行穿支皮瓣修复术;治疗依从性较好,无血液系统疾病或凝血功能障碍、免疫性疾病等;签署知情同意书。排除标准:合并皮瓣修复禁忌、全身器质性疾病。

【第一作者】葛银芝,女,主治医师,主要研究方向:妇产科超声。E-mail: cyu8ho@163.com

【通讯作者】王金萍,女,住院医师,主要研究方向:小儿髋关节,骨骼—肌腱。E-mail: alexlyl@126.com

病；皮瓣供区不良，皮瓣面积达股外侧皮瓣面积70%以上；既往存在CTA禁忌症或术中未见粗大穿支血管。依据穿支血管定位方法分为CDU组(n=30)、CTA组(n=30)、联合组(CDU联合CTA, n=40)。CDU组中男16例，女14例；年龄30~65岁，平均年龄(47.18±4.86)岁；损伤原因：交通事故伤14例，机械碾压伤11例，重物压砸伤5例。CTA组中男17例，女13例；年龄32~64岁，平均年龄(47.21±4.74)岁；损伤原因：交通事故伤13例，机械碾压伤12例，重物压砸伤5例。联合组中男22例，女18例；年龄31~65岁，平均年龄(47.14±4.80)岁；损伤原因：交通事故伤18例，机械碾压伤15例，重物压砸伤7例，三组一般资料比较差异无显著性(P>0.05)，具有可比性。

1.2 方法

1.2.1 CDU检查 采用GE Voluson E8型超声仪，探头频率5~13MHz，取仰卧位，充分显露小腿，自腓动脉向下行连续扫描，识别腓动脉主干位置，或沿外踝后方寻找腓动脉主干，再逆行向上扫描，明确肌间隙与肌支穿支起始、走向与分布，传入深筋膜外进行体表定位，做好标记、测量。

1.2.2 CTA检查 以64排螺旋CT增强扫描双侧股部供区。扫描范围：从双侧髂前上棘直至髌骨上缘，扫描参数：电压为125kV，电流为220mAs，层厚为0.75mm，层间距为0.5mm，矩阵为512×512，扫描为8~10s。自肘正中静脉将370mg(I)/mL碘海醇以5mL/s速度静脉注射，采用透视触发扫描法将触发点设置在腹股沟上5cm，在髂外动脉显影密度达最大时，延迟8~12s并进行连续扫描，扫描数据传送至AW Server2.0后处理工作站，以多平面重建、最大密度投影、容积再现、曲面重建等技术行图像后处理。

1.2.3 血管穿支点定位 CDU组单纯按照CDU检查结果对穿支血管进行定位；经计算机对CTA组建立三维虚拟模型，明确供区股前外侧穿支血管的起源、走向和分型，于虚拟软件中建立好坐标系，按照CTA三维图像评估结果，选取优势侧大腿模拟定位穿支血管穿出阔筋膜点，记录好测量数据。联合组采用CDU对CTA的定位结构进行复核并调整，依据CDU上血流动力学信息筛选最佳穿支并行精准定位，以穿支点为皮瓣中心，使皮瓣轴线平行于该皮瓣血供动脉起源处至穿支点，结合患肢皮肤软组织缺损面积与形状具体情况，于股部对应处描记皮瓣点、

线、面，进行受区处理、皮瓣切取与修复、供区创面修复，术后对生命体征进行常规监测，行抗感染、解痉、抗凝治疗，密切观察皮瓣状态(血运、皮温、颜色)，发现危象时及时予以处理。

1.2.4 优势穿支血管评估标准 参照冯少清等^[4]的研究标准进行评估。

1.3 观察指标 (1)比较三组在评估优势穿支血管方面的效能；(2)记录三组检查时间、取瓣成功率、取瓣时间；(3)分析三组患者并发症发生率、满意度、术后生活质量(Barthel指数)，并发症包括静脉栓塞、皮下血肿、皮瓣感染等，满意度分为较满意、满意、不满意，满意度=(较满意+满意)/总例数×100%，Barthel指数满分100分，得分越高生活质量越好。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0软件对数据进行处理，计数资料采用例数(%)表示，行 χ^2 检验，计量资料采用($\bar{x} \pm s$)形式表示，行单因素方差分析及LSD-t检验，绘制ROC曲线分析三组评估优势穿支血管方面的效能，以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 评估优势穿支血管的效能比较 术中实际共发现优势穿支血管150支(其中CDU组46支，CTA组48支，联合组56支)，非优势穿支血管50支(其中CDU组15支，CTA组16支，联合组19支)。联合组评估优势穿支血管的灵敏度、特异度、准确度高于CDU组、CTA组，尤其是准确度三组比较差异有统计学意义(P<0.05)，而灵敏度、特异度比较差异无统计学意义(P>0.05)。见表1、表2、图1。

表1 三组评估优势穿支血管的结果比较(支)

组别	类型	术中实际结果		合计
		优势穿支血管	非优势穿支血管	
CDU组	优势穿支血管	37	5	42
	非优势穿支血管	9	10	19
CTA组	优势穿支血管	41	6	47
	非优势穿支血管	7	10	17
联合组	优势穿支血管	51	1	52
	非优势穿支血管	5	18	23

表2 三组评估优势穿支血管的效能比较

组别	灵敏度[% (n)]	特异度[% (n)]	准确度[% (n)]	曲线下面积	Kappa值
CDU组	80.43(37/46)	66.67(10/15)	77.05(47/61)*	0.736	0.432
CTA组	85.42(41/48)	62.50(10/16)	79.69(51/64)*	0.740	0.469
联合组	91.07(51/56)	94.74(18/19)	92.00(69/75)	0.929	0.802
χ^2	2.393	5.972	5.317		
P	0.302	0.051	0.044		

注：*表示与联合组比较，差异具有统计学意义(P<0.05)，下同。

2.2 三组检查时间、皮瓣切取指标比较 三组检查时间比较差异无统计学意义(P>0.05)，联合组取瓣成功率高于CDU组、CTA组，而取瓣时间短于CDU组、CTA组，CDU组、CTA组取瓣成功率、取瓣时间比较差异无统计学意义(P>0.05)，见表3。

2.3 三组预后情况比较 联合组并发症发生率低于CDU组、CTA组，而满意度、Barthel指数评分高于CDU组、CTA组(P<0.05)，CDU组、CTA组Barthel指数评分差异也有统计学意义(P<0.05)，见表4。

2.4 典型病例分析 典例病例影像学分析结果见图2~图5。

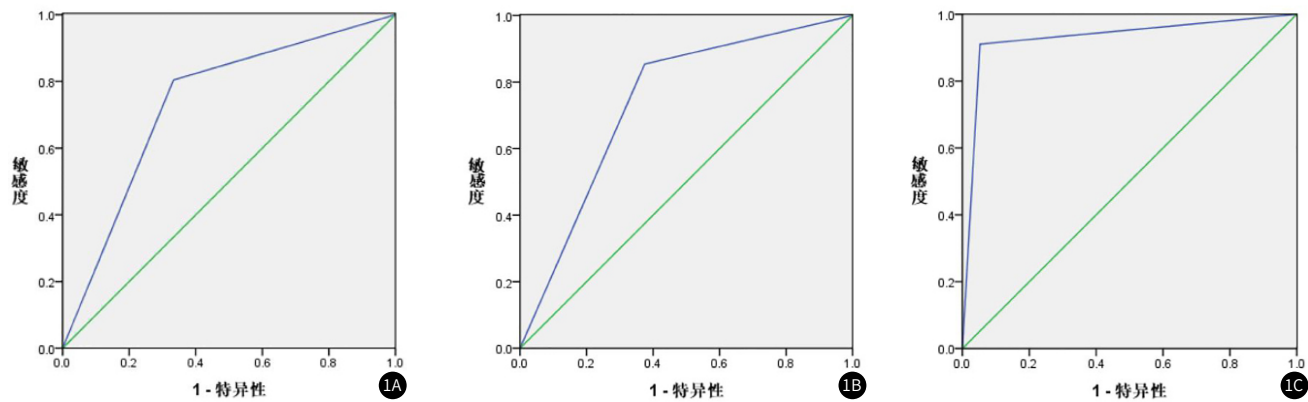


图1 评估优势穿支血管的ROC曲线。图1A、图1B、图1C分别为CDU组、CTA组、联合组评估优势穿支血管的ROC曲线。

表3 三组检查时间、皮瓣切取指标比较

组别	例数	检查时间(min)	取瓣成功率[n(%)]	取瓣时间(min)
CDU组	30	25.18±2.60	23(76.67)*	45.23±4.61*
CTA组	30	24.47±2.49	24(80.00)*	44.69±4.67*
联合组	40	25.44±2.75	38(95.00)	40.26±4.18
F/χ ²		1.203	6.480	13.431
P		0.305	0.039	<0.001

表4 三组预后情况比较

组别	例数	并发症发生率[n(%)]	满意度[n(%)]	Barthel指数评分(分)
CDU组	30	7(23.33)*	22(73.33)*	70.13±7.15* [#]
CTA组	30	5(16.67)*	24(80.00)*	74.23±7.29*
联合组	40	1(2.50)	39(97.50)	78.59±8.04
χ ² /F		7.088	8.693	10.831
P		0.029	0.013	<0.001

注：*表示与CTA组比较，差异具有统计学意义(P<0.05)。

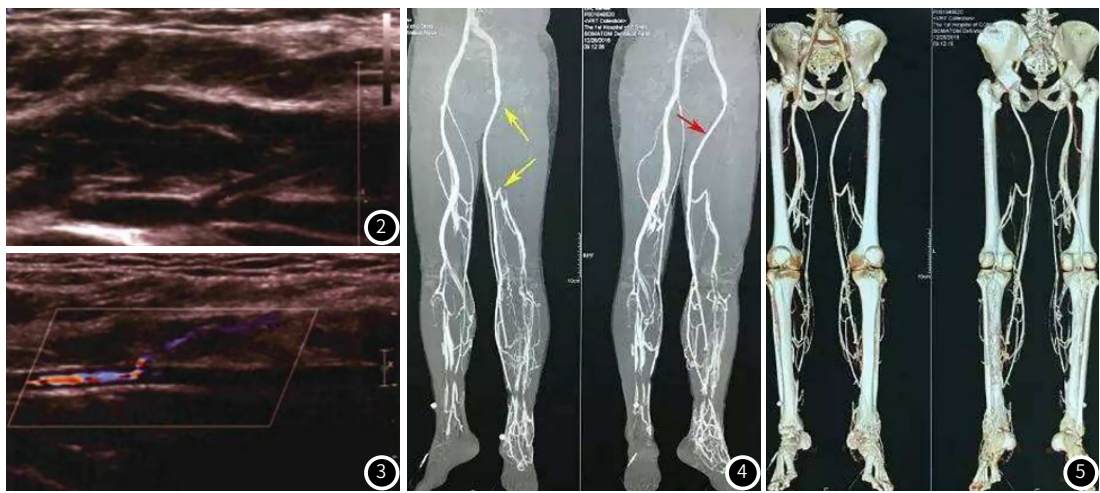


图2~图3 患者女，54岁，图2、图3分别表示腓动脉穿支起始处二维图像、彩色血流图像。图4~图5 患者男，49岁，均为CTA显像，箭头所示为CTA提示腓动脉穿支动脉的位置。

3 讨论

皮瓣移植手术是修复及重建各组织缺损的重要手段，其中下肢肌间隔多，穿支血管丰富，可选择的穿支皮瓣较多，此外下肢较多穿支血管，在切取过程中既不损伤主干血管，又能携带较长管蒂，因而下肢穿支皮瓣为皮瓣移植中首选方案^[5]。临床主要依据穿支血管的解剖学信息(位置、管径大小、起源、于皮下组织与肌肉内的走行等)进行选择^[6]，术前穿支血管的精确定位对皮瓣移植手术成功有积极意义。CDU与CTA是下肢动脉穿支血管定位的主要影像学手段，其中CDU检测血管定位方便，能测量血管管径，空间分辨率达纵向0.18mm及横向0.35mm，探测到即可定位，无放射性或创伤性，但可能受人为因素影响而不能像CTA提供完整的大范围血管周围组织信息^[7]，CTA有扫描快、覆盖范围大、创伤性小等优势，CTA通

过克服呼吸运动伪影给图像质量造成的影响，而对主动脉分支血管进行清晰显示，且后处理技术强大^[8]，但目前关于CDU与CTA联合用于下肢穿支血管定位中的价值报道甚少。

本研究联合组评估优势穿支血管方面的准确度高于CDU组、CTA组，表明将CDU与CTA联合可有效提高对优势穿支血管的定位，这与既往冯少清等^[4]的研究结果一致。CTA中能直观、三维立体地观察穿支血管起源、分支、走向、分型，同时分析穿支点位置和穿支数量及与周围组织毗邻关系，向临床医师灵活呈现穿支血管的“活体解剖”图谱，并精准测量到穿支血管管径、蒂长与穿支间距离，但CTA主要识别血管于皮下脂肪组织较厚区域，在小腿等脂肪组织少区域中，CTA对血管辨识度欠佳，同时相比于平坦腹部，因下肢呈筒状不易建立准确定位坐标系，且下肢手术时其位置同进行CTA检查时的位置

多不一致,这就导致表面皮肤、深部组织相对移位而出现定位误差,因此本研究推荐CDU检查下进行下肢穿支皮瓣术前规划^[9]。CDU可提供血流动力学信息(血流速度、阻力等),继而判断动静脉血管质量及是否存在病变,可较好测量血管管径^[10]。但CDUS仅能提供有限范围中的血管信息,对较大范围穿支血管与邻近解剖组织整体三维结构信息无法较好显示,且CDU常依赖于检查者解剖知识和个人经验^[11]。将CTA与CDU联合应用,两种影像技术取长补短,相互补充,从而完整呈现穿支血管信息,精准定位穿支血管,这对于指导临床工作有重要意义。

本研究三组检查时间比较差异无统计学意义,但联合组取瓣成功率高于CDU组、CTA组,而取瓣时间短于CDU组、CTA组,CDU组、CTA组取瓣成功率、取瓣时间比较差异无统计学意义,表明将CDU、CTA联合应用可提高取瓣效果。CTA经静脉注射造影剂后实施螺旋CT扫描,可实现精准定位穿支血管、显露优势血管,采用多种重建技术(如多平面重建、曲面重建、容积重建等)对图像行后处理,但CTA也有费用高、辐射暴露、体内金属置入物导致图像伪影及碘造影剂导致肾损伤等缺点,此外在皮瓣修复中存在造影效果无法长时间维持的问题,而随造影剂用量的增多,也会使患者不良反应发生率上升^[12]。将CTA与CDU联合可弥补两种检查方法不足,获取更准确的小腿部分缺损位置、形状、面积等信息,使皮瓣移植、修复治疗资料更科学、更准确,从而提高皮瓣获取成功率,缩短取瓣时间^[13]。

本研究也观察了三种检查方式对下肢软组织缺损修复患者术后恢复的影响,结果显示,联合组并发症发生率、满意度、Barthel指数评分优于CDU组、CTA组,CDU组、CTA组Barthel指数评分差异也有显著性,论证CDU联合CTA有助于提高下肢穿支血管定位准确率、提高手术效果,这一结论也得到李岩松等^[14]的支持。CTA经多平面重组、最大密度投影等处理技术提供大范围(包括主干血管、穿支血管、肌肉、骨骼)的皮瓣血供影像,对血管起源、走行、管径、与周围组织结构关系进行充分评估,可将影像学信息短时间内共享给检查者与手术医生,有效缩短手术时间,提高手术效果、安全性,但CTA对于股部浅筋膜脂肪层位置的血管显影空间有限,造影剂达末梢血管时较难捕捉扫描,从而使穿支血管在浅筋膜内无法清晰显示^[15]。此时结合CDU可对穿支血管进行更充分的评估,作出准确定位,减少术中寻找穿支血管盲目性和局限性,不需要以延长切口长度为代价选出合适皮瓣切取位置,继而提高皮瓣移植成功率,改善患者预后^[16]。

本研究也存在一定不足之处,如样本量少,所得研究结果是否同大样本量、多中心随机对照试验的结果相吻合仍无法作出有效定论,此外目前关于CDU与CTA联合用于下肢穿支血管定位的报道较少,医务人员自身因素是否会影响研究结果也未考虑。

综上所述,CDU与CTA联合对下肢穿支血管定位效果好,可准确定位优势穿支血管,指导皮瓣设计和手术进行,改善患者预后,可作为优选方案。

参考文献

- [1] Ozkan O, Ozkan O, Cinpolat A, et al. Reconstruction of distal lower extremities defect using the free peroneal artery perforator vessel based flap[J]. *Microsurgery*, 2014, 34(8): 629-632.
- [2] Klasson S, Svensson H, Malm K, et al. Preoperative CT angiography versus doppler ultrasound mapping of abdominal perforator in DIEP breast reconstructions: a randomized prospective study[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2015, 68(6): 782-786.
- [3] Zhang Y, Pan X, Yang H, et al. Computed tomography angiography for the chimeric anterolateral thigh flap in the reconstruction of the upper extremity[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2017, 33(3): 211-217.
- [4] 冯少清, 喜雯婧, 王珏, 等. 彩色多普勒超声与CT血管造影技术在下肢穿支血管定位中的比较[J]. *中华显微外科杂志*, 2016, 39(1): 26-32.
- [5] 王俞明, 耿峰, 汪涛, 等. 三维超声造影血管重建在穿支皮瓣术前评估中的应用[J]. *中国美容整形外科杂志*, 2015, 26(5): 287-290.
- [6] 郭志英. 高频超声在股前外侧皮瓣穿支血管术前评估中的应用价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2015, 17(12): 851-852.
- [7] 吴明烨, 张燕. 超声、血管CTA联合诊断在StanfordA型主动脉夹层分型中应用价值[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2017, 15(8): 62-64, 68.
- [8] 田皞, 李赞, 喻建军, 等. CTA并三维重建技术在指导游离股前外侧皮瓣制备中的应用[J]. *现代肿瘤医学*, 2016, 24(3): 375-379.
- [9] Feng S, Min P, Grassetti L, et al. A prospective head-to-head comparison of color Doppler ultrasound and computed tomographic angiography in the preoperative planning of lower extremity perforator flaps[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2016, 137(1): 335-347.
- [10] Lethaus B, Loberg C, Kloss-Brandstätter A, et al. Color duplex ultrasonography versus handheld doppler to plan anterior lateral thigh flaps[J]. *Microsurgery*, 2017, 37(5): 388-393.
- [11] Tan H, Yang K, Wei P, et al. A novel preoperative planning technique using a combination of CT angiography and three-dimensional printing for complex toe-to-hand reconstruction[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2015, 31(5): 369-377.
- [12] Xu L, Yang K, Wei P, et al. Computed tomography angiography allows the classification of the first dorsal metatarsal arteries[J]. *J Reconstr Microsurg*, 2016, 32(9): 675-682.
- [13] 莫勇军, 杨克勤, 谭海涛, 等. CTA联合彩色多普勒超声检测在股前外侧穿支皮瓣中的应用[J]. *中华显微外科杂志*, 2018, 41(1): 68-72.
- [14] 李岩松, 邓雪峰, 林利忠, 等. CTA与多普勒超声穿支动脉定位法在股前外侧皮瓣修复小腿软组织缺损的临床应用研究[J]. *现代医学*, 2017, 45(11): 1583-1586.
- [15] Lee Y C, Chen W C, Chou T M, et al. Anatomical variability of the anterolateral thigh flap perforators: vascular anatomy and its clinical implications[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2015, 135(4): 1097-1107.
- [16] 施晓成, 于鹏丽, 王淑琴, 等. 腓动脉穿支皮瓣及其穿支血管超声定位的临床应用[J]. *中国美容整形外科杂志*, 2018, 29(10): 623-626.

(收稿日期: 2019-08-01)