

· 论 著 ·

数字化技术在外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部中小创面中的应用研究



李国栋, 徐永清, 何晓清, 罗浩天, 董凯旋, 王腾

成都军区昆明总医院骨科(昆明 650032)

【摘要】 目的 探讨数字化技术在外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部中小创面中的应用价值。方法 2013年8月—2016年10月,应用外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部中小创面10例。男6例,女4例;年龄19~47岁,平均31.2岁。致伤原因:机器绞伤6例,交通事故伤3例,电烧伤1例。伤后至入院时间4h~10d,平均3.5d。创面部位:虎口2例,拇指指腹3例,示指指腹1例,掌背3例,指背1例。创面范围4cm×3cm~8cm×7cm,均伴骨骼或肌腱外露。术前首先常规行腹主动脉至双侧胫前、后动脉CT血管造影(CT angiography, CTA),初步观察双侧肢体膝关节周围外侧腓肠浅动脉穿支血管情况,并挑选合适一侧肢体作为供区;然后,将CTA数据导入Mimics15.0软件三维重建穿支血管、骨骼、皮肤,并根据创面大小动态模拟皮瓣设计、切取过程。术中根据术前设计切取皮瓣,皮瓣切取范围5cm×4cm~10cm×8cm。9例供区直接缝合,1例供区游离植皮修复。结果 除3例患者外侧腓肠浅动脉较细,术中改为内侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复外,其余患者均顺利切取皮瓣修复创面。术后24h1例皮瓣发生静脉危象,经对症处理后成活;其余皮瓣均顺利成活,创面及供区均I期愈合。患者均获随访,随访时间3~18个月,平均10个月。皮瓣外形良好,末次随访时按关节总活动度(TAM)评价标准评定手部功能,优6例,良3例,可1例。结论 CTA结合Mimics15.0软件能实现术前外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣的个体化、精确化设计,降低了手术风险。

【关键词】 外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣;数字化技术;CT血管造影;手部创面

Application of digital technology in superficial lateral sural artery perforator flap for tiny hand wounds reconstruction

LI Guodong, XU Yongqing, HE Xiaqing, LUO Haotian, DONG Kaixuan, WANG Teng

Department of Orthopedics, Kunming General Hospital of Chengdu Military Region, Kunming Yunnan, 650032, P.R.China

Corresponding author: XU Yongqing, Email: xuyongqingkm@163.net

【Abstract】 Objective To investigate the effectiveness of the digital technology in repairing tiny hand wounds with superficial lateral sural artery perforator flap. **Methods** Between August 2013 and October 2016, 10 cases of tiny hand wounds were treated with the superficial lateral sural artery perforator flap. There were 6 males and 4 females, aged 19 to 47 years (mean, 31.2 years). The causes included crushing injury by machine in 6 cases, traffic accident injury in 3 cases, and electric burning injury in 1 case. The location of the soft tissue defect was the first web in 2 cases, the thumb pulp in 3 cases, the index finger pulp in 1 case, the dorsal palms in 3 cases, and the dorsum of finger in 1 case. The time from injury to hospitalization was 4 hours to 10 days (mean, 3.5 days). The size of wound was from 4 cm×3 cm to 8 cm×7 cm. All defects were associated with exposure of tendon and bone. CT angiography (CTA) from aortaventralis to bilateral anterior and posterior tibial arteries was performed before operation, and the appropriate donor site as well as perforator was selected. Then the CTA data were imported into the Mimics15.0 software to reconstruct the three dimensional structure of the perforator artery, bone, and skin; according to flap size, the flap design and harvesting process were simulated. The flap was obtained on the basis of preoperative design during operation. The size of flaps varied from 5 cm×4 cm to 10 cm×8 cm. The donor site was sutured directly in 9 cases and repaired with skin grafting in 1 case. **Results** Superficial medial sural artery perforator was cut in 3 patients whose superficial lateral sural artery was too

DOI: 10.7507/1002-1892.201612088

基金项目: 全军后勤科研计划面上项目(CCD14J003)

通信作者: 徐永清, Email: xuyongqingkm@163.net

narrow, and the flaps were obtained to repair defects smoothly in the others. Venous crisis occurred in 1 flap, which survived after exploration of the vessel, thrombus extraction, and thrombolysis; the other flaps survived successfully. All wounds and incisions healed by first intention. All cases were followed up 3-18 months (mean, 10 months). The flaps had good shape. At last follow-up, the results were excellent in 6 cases, good in 3 cases, and fair in 1 case according to total active motion (TAM). **Conclusion** The preoperative individualized design of the superficial lateral artery perforator flap can realize through CTA digital technology and Mimics15.0 software; it can reduce the operation risk and is one of better ways to repair the tiny hand wounds.

【Key words】 Superficial lateral sural artery perforator flap; digital technology; CT angiography; hand wound

Foundation item: General Programs of Logistics Science Foundation of Chinese PLA (CCD14J003)

外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣具有质地柔软、外形良好, 手术操作简便, 可移植外侧腓肠神经, 供区隐蔽等优点^[1-3], 适用于手部中小创面的修复。但该穿支皮瓣也存在血管不恒定、管径较小等不足^[4], 限制了其临床应用。传统术前皮瓣设计主要根据超声多普勒检查定位穿支血管, 不能了解穿支血管来源、走行、吻合口血管管径、可切取最大血管蒂长度等重要解剖指标, 手术风险较高^[5-6]。

本课题组前期将 CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 结合 Mimics15.0 软件 (Materialise 公司, 比利时) 用于股前外侧皮瓣修复手足创面中, 并获得较好疗效^[7]。在此基础上, 我们将该数字化技术用于外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部中小创面中, 以期达到精确个体化设计, 降低手术风险的目的; 并于 2013 年 8 月—2016 年 10 月临床应用 10 例, 取得满意疗效。报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

本组男 6 例, 女 4 例; 年龄 19~47 岁, 平均 31.2 岁。致伤原因: 机器绞伤 6 例, 交通事故伤 3 例, 电烧伤 1 例。左手 6 例, 右手 4 例。伤后至入院时间 4 h~10 d, 平均 3.5 d。创面部位: 虎口 2 例, 拇指指腹 3 例, 示指指腹 1 例, 掌背 3 例, 指背 1 例。创面范围 4 cm×3 cm~8 cm×7 cm。所有创面均合并骨骼或肌腱外露; 1 例合并神经损伤, 1 例合并桡动脉腕背支损伤, 3 例合并腕关节骨折。

1.2 术前处理

1.2.1 皮瓣设计 参照本课题组既往采用的数字化技术设计皮瓣方法^[7]。① CTA 检查: 患者取平卧位, 将碘海醇 (35 g: 100 mL; 扬子江药业集团有限公司) 注入肘正中静脉。应用美国 GE 公司 64 排螺旋 CT 连续扫描腹主动脉至双侧胫前、后动脉及腓动脉, 观察范围为髌骨尖至腓骨中段。根据张元

智等^[8]的研究结合本院 CTA 检查效果设置 CT 扫描参数: 140 kV、525 mA, 层厚 0.625 mm。

② 数字化设计: 首先, 于术前 CTA 图像观察外侧腓肠浅动脉起始位置、走行, 穿支血管大小, 记录穿支血管穿出深筋膜层面, 重点观察肌间隔穿支。对比双侧肢体, 选择有合适穿支血管的肢体作为皮瓣供区。然后, 将 CTA 数据以 Dicom 格式导入 Mimics15.0 软件, 根据阈值分割理论, 对供区侧的骨骼、主要穿支血管、皮肤等进行三维重建^[9]。最后, 采用 Mimics15.0 软件测量吻合口血管管径、血管蒂最大可切取长度^[10-11]。在三维重建图像中逆行追踪穿支血管来源, 注意观察外侧腓肠浅动脉起源, 并标定其穿支穿出深筋膜的体表位置 (测量穿支血管体表穿出点至腓骨小头尖处的垂直距离, 自腓骨小头尖至外踝尖作连线, 再测量体表穿出点至该线的水平距离)。依据受区皮肤缺损形状及大小设计皮瓣, 并在软件中动态模拟皮瓣切取过程。

1.2.2 创面处理 入院后患者创面均行清创、换药处理, 待肉芽组织明显生长后再次清创。清创方法: 以双氧水、生理盐水反复冲洗创面, 新洁尔灭纱布湿敷创面 20 min; 待创面清洗干净后切除坏死肌腱、咬除坏死骨质。清创时注意保护皮下浅静脉, 并用线头结扎标记, 吻合血管时备用。其中 3 例合并腕关节骨折者辅以外固定。本组患者入院至手术时间为 4~12 d, 平均 7.3 d。

1.3 手术方法

全麻后, 患者取仰卧位, 供区肢体扎止血带。结合术前皮瓣设计及标定的穿支体表穿出点, 一般以腓窝中点为起点沿小腿后正中线向下作纵切口, 切口可适当向外侧偏斜, 与穿支体表穿出点保持 1~2 cm 距离。在切口中下段, 显露术前标定的外侧腓肠浅动脉穿支体表穿出点, 沿穿支体表穿出点向近端分离至穿支血管起始部, 钝性分离外侧腓肠浅动、静脉及外侧腓肠神经, 注意保护外侧腓肠神经, 如血管神经走行紧密, 分离血管困难时, 切取

外侧腓肠神经(本组 3 例)。术中采用游标卡尺对术前相关测量指标进行再次测量。最后切取外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣。本组皮瓣切取范围为 5 cm×4 cm ~ 10 cm×8 cm。9 例供区直接缝合; 1 例切取皮瓣宽度大于 6 cm, 供区游离植皮修复。

加压上臂止血带, 将穿支皮瓣转移至受区, 缝合部分创缘固定后, 将供区血管与受区桡动脉分支及伴行静脉进行吻合, 其中 2 例静脉吻合困难者与清创过程中标记的浅静脉吻合, 4 例供区血管仅有 1 条伴行静脉, 仅吻合了 1 条静脉。缝合皮瓣, 放置皮片引流。3 例患者骨质外露、创面条件较差, 常规留置万古霉素骨水泥棒防治感染^[12]。

1.4 术后处理

术后根据术前创面细菌培养结果使用敏感抗生素。患者绝对卧床 1 周, 患肢石膏制动并抬高。定时观察皮瓣颜色、温度、血运及毛细血管反应; 烤灯保暖, 每日换药, 保持创面干燥。术后 24 ~ 48 h 拆除引流皮片; 留置万古霉素骨水泥棒者于 1 个月后拔出骨水泥棒, 换药至拔出骨水泥棒的创口愈合。

1.5 统计学方法

采用 SPSS19.0 统计软件进行分析。数据以均数±标准差表示, 术前及术中测量数据比较采用 Wilcoxon 检验; 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 数字化设计结果

术前 CTA 检查示, 本组 10 例患者 20 侧肢体中外侧腓肠浅动脉出现率为 70% (14/20)。其中, 5 侧肢体外侧腓肠浅动脉起源出现变异, 起源于外侧腓肠动脉; 余 9 侧肢体外侧腓肠浅动脉直接起源于腓动脉。见图 1。术前检查示, 本组外侧腓肠浅动脉穿支血管体表穿出点处血管管径为 0.3 ~ 1.2 mm, 且均为肌间隔穿支; 其中, 穿支管径为 0.5 ~ 0.8 mm 的肌间隔穿支 16 支, 穿支管径>0.8 mm 的肌间隔穿支 17 支。术中观测示, 穿支管径为 0.5 ~ 0.8 mm 的肌间隔穿支 21 支, 穿支管径>0.8 mm 的肌间隔穿支 19 支。术前观测准确率分别为 76.19% (16/21) 和 89.47% (17/19)。

术前测量, 外侧腓肠浅动脉穿支血管体表穿出点至腓骨小头尖处的垂直距离为 (4.176±2.159) cm, 至腓骨小头尖与外踝尖连线的水平距离为 (0.581±0.493) cm, 可切取最大血管蒂长度为 (6.964±2.712) cm。术中测量, 外侧腓肠浅动脉穿支血管体表穿出点至腓骨小头尖处的垂直距离为 (4.236±

2.141) cm, 至腓骨小头尖与外踝尖连线的水平距离为 (0.566±0.469) cm, 可切取最大血管蒂长度为 (6.938±2.640) cm。以上各指标术前与术中测量结果比较, 差异均无统计学意义 ($Z=-1.355, P=0.176$; $Z=-0.423, P=0.672$; $Z=-0.507, P=0.612$)。

2.2 临床疗效

本组除 3 例 CTA 检查示外侧腓肠浅动脉较细, 术中改用内侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复创面外; 其余患者均按照术前设计顺利切取皮瓣修复创面。术后 24 h 1 例皮瓣发生静脉危象, 急诊行手术探查、取栓, 将外侧腓肠浅动脉伴行静脉与受区桡动脉另 1 根伴行静脉吻合; 术后给予保暖、抬高患肢、溶栓、按摩处理后皮瓣成活。其余皮瓣均顺利成活, 创面 I 期愈合。供区切口 I 期愈合, 植皮成活。

术后患者均获随访, 随访时间 3 ~ 18 个月, 平均 10 个月。2 例供区出现瘢痕轻度增生, 但无明显膝、踝关节功能障碍。2 例外侧腓肠神经切取后出现足背外侧、外踝感觉功能障碍, 未行特殊处理, 3 个月后感觉均恢复正常。10 例皮瓣无明显臃肿, 外形、质地、厚度均良好; 术后 3 ~ 5 个月, 平均 4 个月开始恢复保护性痛、温觉。末次随访时, 按关节总活动度 (TAM) 评价标准^[13]评定手部功能, 获优 6 例, 良 3 例, 可 1 例; 优良率 90%。

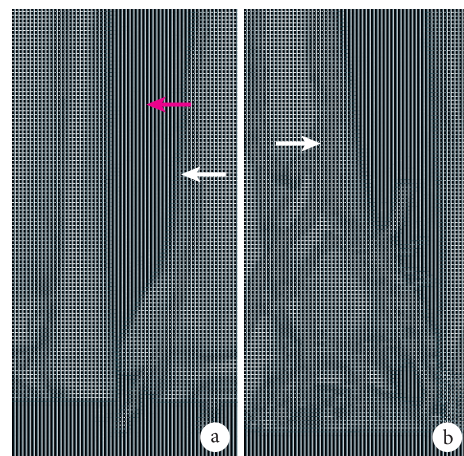


图 1 外侧腓肠浅动脉起始部三维重建 a. 起源发生变异的外侧腓肠浅动脉 白箭头示外侧腓肠浅动脉 红箭头示外侧腓肠动脉; b. 起源于腓动脉的外侧腓肠浅动脉 (箭头)

Fig.1 The three dimensional reconstruction of the origin of the superficial lateral sural artery a. The variation of the superficial lateral sural artery White arrow for the superficial lateral sural artery Red arrow for the lateral sural artery; b. The superficial lateral sural artery (arrow) originated from popliteal artery

3 典型病例

患者 男, 28 岁。机器绞伤致右拇指末节坏死 9 d 入院。入院检查: 右手拇指末节坏死, 坏死面积为 6.5 cm×2.5 cm。术前常规行 CTA 检查, 提示右侧腓肠肌外侧有一管径约 0.6 mm 的外侧腓肠浅动脉肌间隔穿支; 将 CTA 数据导入 Mimics15.0 软件中重建骨骼、血管、皮肤并定位穿支血管体表穿出点; 结合重建后图像见外侧腓肠浅动脉起源发生变异, 起源于外侧腓肠动脉。根据测量数据结合腓骨小头尖解剖标志及小腿后正中中线定位穿支血管体表穿出点, 在小腿后外侧设计外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣。全麻下, 彻底清除坏死骨质、肌腱、皮肤等组织后, 依据术前设计切取面积为 7 cm×3 cm 的外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣, 游离移植修复右手拇指创面, 将血管蒂与右桡动脉腕背支分支及掌背浅静脉吻合。供区直接拉拢缝合。术后皮瓣顺利成活, 创面及供区切口 I 期愈合。术后获随访 6 个月, 皮瓣无明显臃肿, 外形良好, 表面无明显毛发生长, 恢复保护性痛、温觉; 拇指对掌、持物功能恢复, 按手部功能 TAM 评分为可。见图 2。

4 讨论

本组术前应用 CTA 结合 Mimics15.0 软件清晰重建了腓动脉、外侧腓肠浅动脉、外侧腓肠动脉、中间腓肠动脉、内侧腓肠动脉和内侧腓肠浅动脉及其分支、主要穿支血管、膝关节周围骨骼和皮肤, 获得了外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣的数字化模型; 以腓骨小头尖为标志对穿支血管体表穿出点和起始位置定位, 精确测量了血管蒂可切取最大长度和吻合血管管径, 并完成了皮瓣设计, 降低了因血管变异带来的手术风险, 为个体化、精确化手术奠定了基础。研究发现, 外侧腓肠浅动脉和内侧腓肠浅动脉存在一定互补关系^[14]。本组 3 例患者术前 CTA 检查示双侧外侧腓肠浅动脉管径较细, 而内侧腓肠浅动脉管径较粗, 与上述研究结果一致; 结合术中观察, 该 3 例患者最终改用内侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部创面, 避免了盲目选择外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复创面带来的手术风险。

但 CTA 结合 Mimics15.0 软件进行皮瓣设计也存在一定不足: ① CTA 检查费时, 是一种有创检查, 存在造影剂肾毒性甚至过敏反应等; ② Mimics15.0 软件重建质量受到 CTA 原始图像质量影响, 不易分辨肢体远端动、静脉等; 因分辨率有限, 对部分较细的穿支血管显影及重建效果不佳,

需结合 CTA 原始图片进行半手动提取, 对管径 < 0.5 mm 的穿支血管甚至无法进行重建^[15]; ③ 仅能对供区穿支动脉进行重建, 无法了解伴行静脉情况; ④ CTA 检查时患者体位对重建图像质量影响较大。

与股前外侧皮瓣相比, 外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣修复手部中小创面具有以下优点: ① 皮瓣薄、质地韧, 且供区无粗大毛发, 修复后外观良好; ② 对供区损伤小, 几乎不损伤支配腓肠肌的运动神经, 同时可进行外侧腓肠神经移植修复受区神经缺损^[16]; ③ 外侧腓肠浅动脉穿支以肌间隔穿支为主, 因此分离穿支、切取皮瓣较简便^[17]; ④ 可同时切取外侧腓肠动脉获得嵌合皮瓣, 填塞创面死腔^[18]。本组术后除 1 例皮瓣发生静脉危象外, 其余皮瓣均顺利成活, 无严重并发症发生, 且手部功能 TAM 评分优良率达 90%。

但外侧腓肠浅动脉穿支皮瓣也存在以下缺点: ① 外侧腓肠浅动脉血管较细, 不利于吻合; ② 穿支血管变异较大, Wolff 等^[4]研究表明约 31% 的外侧腓肠浅动脉起源于外侧腓肠动脉, 且血管走行、穿支体表穿出点位置变异较大; ③ 外侧腓肠浅动脉出现不恒定, 本组 6 侧肢体术前 CTA 检查未发现外侧腓肠浅动脉; ④ 术中患者需取俯卧位进行皮瓣切取, 必要时需改变体位转移皮瓣修复手部创面; ⑤ 切取范围有限, 当皮瓣切取宽度 > 6 cm 时, 供区直接缝合张力较大, 需游离植皮修复。

综上所述, 术前利用 CTA 结合 Mimics15.0 软件的数字化技术可以对外侧腓肠浅动脉穿支血管管径、起源、血管蒂可切取最大长度及皮瓣大小进行个体化设计, 降低了皮瓣手术风险。但该技术也存在分辨率低, 对较细穿支血管显示不敏感、无法了解伴行静脉等缺点。同时, 本研究关于外侧腓肠浅动脉解剖学测量指标不完善, 所测肢体数较少, 需扩大样本量, 完善检测指标后进行深入研究。

参考文献

- 1 徐永清, 何晓清, 段家章, 等. 腓肠外侧浅动脉穿支皮瓣在手部创面修复中的临床应用. 中华显微外科杂志, 2016, 39(3): 213-216.
- 2 孙广峰, 聂开瑜, 祁建平, 等. 腓肠内侧动脉穿支皮瓣游离移植修复前足背侧创面的研究. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30(3): 378-381.
- 3 Pan HT, Zheng QX, Yang SH, *et al.* Versatility of reverse sural fasciocutaneous flap for reconstruction of distal lower limb soft tissue defects. J Huazhong Univ Sci Technolog (Med Sci), 2014, 34(3): 382-386.
- 4 Wolff KD, Bauer F, Kunz S, *et al.* Superficial lateral sural artery free flap for intraoral reconstruction: anatomic study and clinical implications. J Head Neck, 2012, 34(9): 1218-1224.



图2 典型病例 a. 术前创面; b. 术前CTA示外侧腓肠浅动脉穿支深筋膜穿出点(箭头); c. 术前Mimics15.0软件三维重建胫、腓骨以及腓肠血管、穿支; d. 术前应用Mimics15.0软件模拟皮瓣切取; e. 术前皮瓣设计; f. 术中见外侧腓肠浅动脉穿支血管(箭头); g. 术中切取穿支皮瓣和清创后创面; h. 术后即刻; i, j. 术后6个月外观

Fig.2 A typical case a. Appearance of wound before operation; b. CTA before operation, showing the exit point of superficial lateral sural artery perforator at the deep fascia (arrow); c. Three dimensional reconstruction of the skeleton, sural artery, and perforator by Mimics15.0 software before operation; d. Simulation of flap harvesting process by Mimics15.0 software; e. Preoperative flap design; f. The superficial lateral sural perforator artery during operation (arrow); g. Perforator flap harvesting and wound after debridement; h. At immediate after operation; i, j. Appearance of flap at 6 months after operation

5 朱洪章, 杨有优, 朱庆棠, 等. 穿支皮瓣术前血管评估的研究进展. 中华显微外科杂志, 2016, 39(4): 415-416.
 6 朱洪章, 杨有优, 朱庆棠, 等. CT血管造影与手持式多普勒在股前外侧皮瓣术前穿支体表定位的比较. 中华显微外科杂志, 2016, 39(5): 432-436.

7 段家章, 何晓清, 徐永清, 等. 数字化技术在股前外侧皮瓣修复手足创面中的应用. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(7): 807-811.
 8 张元智, 陆声, 温树正, 等. 数字化技术在隐动脉皮瓣血供的可视化及其临床初步应用. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(1): 32-35.
 9 Tang M, Yin Z, Morris SF. A pilot study on three-dimensional

- visualization of perforator flaps by using angiography in cadavers. *J Plast Reconstr Surg*, 2008, 122(2): 429-437.
- 10 卿黎明, 胡懿邵, 唐举玉, 等. 基于数字化技术的腓肠内侧动脉穿支皮瓣血供的三维可视化重建研究. *中国修复重建外科杂志*, 2014, 28(6): 697-700.
 - 11 Laungani AT, Van Alphen N, Christner JA, *et al*. Three-dimensional CT angiography assessment of the impact of the dermis and the subdermal plexus in DIEP flap perfusion. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2015, 68(4): 525-530.
 - 12 郭金宝. 万古霉素硫酸钙或万古霉素骨水泥局部应用治疗胫骨开放性骨折术后并发骨髓炎的疗效分析. *世界最新医学信息文摘(电子版)*, 2015, 15(69): 225, 230.
 - 13 潘达德, 顾玉东, 侍德, 等. 中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准. *中华手外科杂志*, 2000, 16(3): 130-135.
 - 14 Yu P. Inverse relationship of the anterolateral and anteromedial thigh flap perforator anatomy. *J Reconstr Microsurg*, 2014, 30(7): 463-468.
 - 15 Zhang YZ, Wen SZ, Zhang HQ, *et al*. Three-dimensional digitalized virtual planning for saphenous artery flap: a pilot study. *J Comput Assist Surg (Abingdon)*, 2016, 21(1): 102-106.
 - 16 Hayashida K, Saijo H, Fujioka M. Peroneal perforator-based peroneus longus tendon and sural neurofasciocutaneous composite flap transfer for a large soft-tissue defect of the forearm: A case report. *J Microsurgery*, 2016. [Epub ahead of print]
 - 17 Leclère F M, Egli S, Mathys L, *et al*. Anatomic study of the superficial sural artery and its implication in the neurocutaneous vascularized sural nerve free flap. *J Clin Anat*, 2013, 26(7): 903-910.
 - 18 Pease NL, Davies A, Townley WA. Free sural artery perforator flap: An occasional gift in oral cavity reconstruction. *J Head Neck*, 2016, 38(7): E2454-E2456.
- 收稿日期: 2016-12-20 修回日期: 2017-03-26
本文编辑: 刘丹