

• 骨骼肌肉影像学 •

三维增强 MRA 在股前外侧皮瓣术前设计中的应用价值

蒋春景, 林平, 舒锦尔, 李惠民, 胡晓刚, 何建荣, 丁明星

【摘要】 目的:目前创伤和肿瘤引起的皮瓣移植手术开展明显增多,术前定位对手术成功率尤为关键,探讨三维增强磁共振血管成像(CE-MRA)在股前外侧皮瓣术前的临床应用价值。**方法:**对 68 例供体进行双下肢 3D FLASH 序列 CE-MRA 检查,数据采集后使用层块最大强度投影(TS-MIP)进行图像重组,观察和评价与供体皮瓣相关的旋股外侧动脉的起始、分支类型、穿支血管分布情况和覆盖范围等。**结果:**所查患者旋股外侧动脉获得良好显示,其中 I 型 101 侧(101/136, 74.3%)、II 型 20 侧(20/136, 14.7%)、III 型 3 侧(3/136, 2.2%)和 IV 型 12 侧(12/136, 8.8%);94 侧(94/136, 69.1%)旋股外侧动脉显示了 3 级分支。CE-MRA 图清晰显示了粗大穿支血管的起始及在皮下和肌肉间的走行,TS-MIP 显示细节最好。**结论:**3D CE-MRA 结合 TS-MIP 可准确、直观地显示供体股前外侧皮瓣血供及其分布的三维立体信息,有效指导皮瓣的设计。

【关键词】 旋股外侧动脉;皮瓣;磁共振血管成像;图像处理,计算机辅助

【中图分类号】 R445.2; R543.5; R622 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)07-0788-05

Three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography of arteria circumflexa femoris lateralis JIANG Chun-jing, LIN Ping, Shu Jin-er, et al. Department of Radiology, Jinhua Central Hospital, Zhejiang 321000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the vasculature of donor anterolateral thigh flaps with three-dimensional contrast-enhanced magnetic resonance angiography (3D CE-MRA). **Methods:** Sixty-eight donors underwent 3D CE-MRA of lower extremities with a 1.5T scanner. The three-dimensional FLASH sequence was applied for contrasted MR angiography. Thin-slab maximum intensity projection (TS-MIP) was used for revealing the vasculature of arteria circumflexa femoris lateralis (ACFL), including its origination, branching types, and distribution and covering of perforating artery. **Results:** The ACFLs in all donors were clearly revealed and classified as branching type A (101, 74.3%), type B (20, 14.7%), type C (3, 2.2%), and type D (12, 8.8%). Three-level detail branches were revealed in 94 ACFLs (69.1%). The origin and distribution of perforating arteries were clearly displayed, especially on the TS-MIP. **Conclusion:** Three-dimensional CE-MRA with TS-MIP can precisely reveal the detail vasculature of donor anterolateral thigh flaps, which may be helpful for flap-designing.

【Key words】 Lateral femoral artery; Flaps; Magnetic resonance angiography; Image process, computer assisted

由创伤和肿瘤切除导致的大面积表皮和组织缺损,修复难度大,致残率高,给社会和家庭带来了沉重的负担。自应用显微外科技术以来,特别是 1984 年徐传达等^[1]及 1985 年 Luo^[2]设计首创以旋股外侧血管降支为蒂的股前外侧皮瓣(free anterolateral thigh flap, FALTF)在临床成功应用,股前外侧皮瓣目前已成为外科整形常用皮瓣之一^[3-4]。但是股前外侧皮瓣穿支动脉口径小、个体变异大,导致术前定位困难,皮瓣的解剖和游离较为复杂^[5],因此术前对 ALT 穿支血管进行探测,明确穿支血管分布和肌间走行规律及穿支血管吻合情况对于手术成功非常重要。国内外学者相继开展了多种血管成像技术运用于皮瓣移植的研

究,磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)已广泛应用于动脉系统疾病的诊断,并具有很高的准确性和特异性^[9],但在股前外侧皮瓣方面的临床应用还相当少见^[6]。笔者对 68 例供体进行双下肢 3D CE-MRA 检查并进行重组观察,旨在探讨 3D DCE-MRA 对皮瓣设计的临床应用价值。

材料与方法

1. 病例资料

2009 年 9 月—2010 年 11 月在本院进行股前外侧皮瓣评价的 68 例患者纳入研究,男 53 例,女 15 例,年龄 27~91 岁,平均 65 岁。其中有 50 例进行双下肢大范围血管树成像,9 例由于小腿动脉部分静脉污染只取髂总动脉至膝上动脉血管图,9 例仅进行髂动脉至膝上动脉血管成像。纳入标准:①双下肢血管成像正常者;②考虑进行皮瓣移植的潜在患者。排除标准:①下肢动脉硬化闭塞症患者;②肾功能不全患者;③MRI 检查禁忌症患者。所有受试者对治疗方案及实验内容

作者单位: 321000 浙江,金华市中心医院放射科(蒋春景、舒锦尔、胡晓刚、何建荣),手足外科(林平);200092 上海,上海交通大学附属新华医院放射科(李惠民);321007 浙江,金华职业技术学院医学院(丁明星)

作者简介: 蒋春景(1975—),男,浙江金华人,副主任技师,主要从事磁共振诊断与新技术的临床应用工作。

通讯作者: 李惠民, E-mail: lihuiminphd@163.com

基金项目: 2009 年度金华市科技局重点科技项目(2009-3-001)

均知情同意。本试验得到医院伦理道德委员会批准。

2. 成像方法

采用 Siemens Avanto 1.5T 磁共振成像系统, 切换率 200 mT/ms, 梯度场 45 mT/m, 使用 TIM 外周血管集成柔性线圈, 扫描序列为快速小角度激发梯度回波(fast low-angle shot gradient-echo, FLASH)序列, 注入对比剂后冠状面增强扫描图与注药前蒙片减影获得血管图。扫描参数: TR 2.94 ms, TE 1 ms, 翻转角 25°, 层厚 1.40 mm。穿刺肘前静脉并保留肘前静脉留置针, 使用 Medical Ulich 高压注射器, 团注对比剂 Gd-DTPA 30 mL (0.2~0.3 mmol/kg), 注射流率 2.5~4.0 mL/s, 随后用 30mL 生理盐水冲管。采用 Siemens Casebolus 技术 (TR 32.56 ms, TE 1.19 ms, 层块厚 40 mm) 实时跟踪采集至髂总动脉或髂内外动脉显影高峰时开始触发扫描旋股外侧动脉, 单序列扫描时间为 16 s。图像分 3 段自动移床采集, 并自动拼接成双下肢血管树图像。

3. 数据分析

数据采集完成后传送至三维工作站, 进行数据减影后分别对双侧股段动脉进行三维图像重组, 采用最大强度投影(maximum intensity projection, MIP), 并使用层块技术进行适当厚度的层块 MIP (thin-slab MIP, TS-MIP); 同时也进行非减影数据的重组, 以观察肌肉及皮下软组织等情况。

由两位有经验的放射科心血管系统诊断医师和一位手足外科医师共同分析旋股外侧动脉的 CE-MRA 图像, 评价旋股外侧动脉起始类型、穿支血管的分布走行和吻合情况, 并进行部分血管蒂的长度测量。

将旋股前外侧动脉的分布分为 4 型。I_a 型: 旋股外侧动脉从股深动脉上端外侧发出, 旋股外侧动脉恒定发出升支、横支和降支(图 1); I_b 型: 旋股外侧动脉变异起源于股动脉, 后恒定发出升支、横支和降支(图 2); II 型: 升支、横支和降支由两干从股深动脉或股动脉发出; III 型: 升支、横支、降支分别从股深动脉或股动脉发出; IV 型: 升支、横支和降支显示不齐全, 其中以旋股外侧动脉发出升降支而横支缺失常见。

目前临床骨科整形医师一般依据多普勒声波血流探测仪 ABC 法和彩色多普勒血流成像技术进行术前体表定位, 但这些方法多数凭经验选择入路点, 并在术中依据血管位置临时调整所取皮瓣的范围; 也有临床工作者已将 CTA 作为股前外侧皮瓣术前常规检查手段, 并取得一定效果。我们运用 CE-MRA 结合薄层重建方法为临床提供直观、准确的血管解剖情况, 且没有明显的副作用, 为临床医师术前依据解剖关系更好的设计所取皮瓣。

结 果

1. 旋股外侧动脉分布类型和开口及穿支显示

全部 68 例患者 136 支双下肢旋股外侧动脉在 3D CE-MRA 图像上均得到良好显示, 其中 I_a 型为 80 支 (58.8%), I_b 型为 21 支 (15.4%), II 型 20 支 (14.7%), III 型 3 支 (2.2%), IV 型 12 支 (8.8%)。94 侧 (69%) 良好显示了三级血管 (一级是旋股外侧动脉主干、二级是具升、横、降分支、三级是穿肌支血管) 的分布情况, 肌肉中穿支血管的走行显示清晰, 降支血管蒂 (二级分支起点至最远端直线距离) 最短 41 mm, 最长 323 mm, 这对于设计皮瓣范围大小有一定参考作用。双侧股深动脉侧支与双侧膝上动脉吻合网情况显示(图 3)。

旋股外侧动脉开口变异: 起源于股动脉 (即 I_b 型) 21 例 (图 2), TS-MIP 图像显示开口于股动脉前外侧者 10 支, 起源于后外侧者 11 支; 有 19 支开口位于股深动脉开口上方。

2. 旋股外侧动脉穿支显示及皮瓣范围评估

减影 3D CE-MRA 清晰显示全部旋股外侧动脉的各级分支; 全层厚的 MIP 图像显示所有血管的分布及空间关系; TS-MIP 图像去除了不相关的数据, 可以更加清晰地显示目标结构, 旋股外侧动脉及其各级穿支血管显示更加清楚(图 4)。

有效的皮瓣范围的评估: 右侧旋股外侧动脉降支发出 3 支平行穿支动脉, 穿支动脉末端与皮肤的距离 MRA 图像上能清晰显示, 从而能很好地解决手术入路问题, 能准确评估皮瓣范围, 所取皮瓣以旋股外侧动脉降支分布区为主(图 5a、b)。而左侧旋股外侧动脉降支发出单支动脉, 穿支不明显(图 5c、d)。左侧旋股外侧动脉横支走行显示与皮肤距离近, 同时能清楚观察横支血管的口径大小。

讨 论

旋股外侧动脉升支、横支及降支血管形成的组织瓣为常用的供区, 目前已成为外科整形修复较大软组织缺损的常用皮瓣之一^[3-4]。近年来已有文献报道临床医师对股前外侧皮瓣的高位直接皮肤穿支也开展了一定的研究, 认为该皮瓣的特点是既可保留皮下脂肪以充添缺损, 又可修除皮下脂肪将皮瓣做得很薄, 形成真皮下血管网皮瓣, 适用于手、头颈及颅面外科的修复重建^[8,11,12-13]。皮瓣的存活率及手术的成功率取决于术前穿支血管的有效评估及穿支血管动脉的多支吻合情况。股前皮瓣的术前设计及选择有赖于旋股前外侧穿支动脉的解剖学结构。

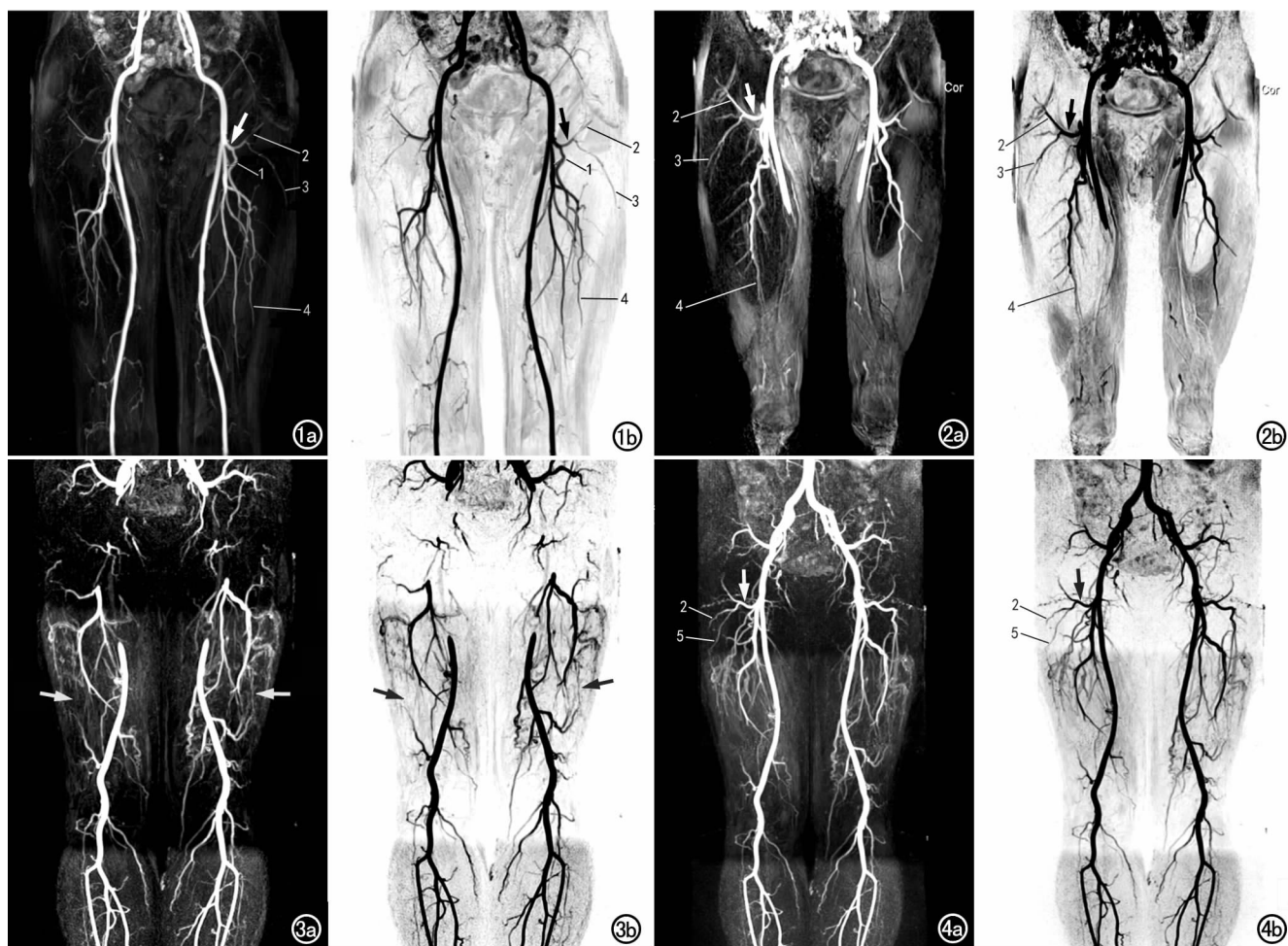


图 1 旋股前外侧动脉分布 I_a 型。CE-MRA 三维重组图像示左侧旋股外侧动脉(箭)起源于股深动脉(1),然后分出升支(2)、横支(3)和降支(4)。a) TS-MIP 图像; b) 减影图像。图 2 旋股前外侧动脉分布 I_b 型,CE-MRA 三维重组 MIP 图像示右侧旋股外侧动脉(箭)起源于股动脉,后恒定发出升支(2)、横支(3)和降支(4)。a) TS-MIP 图像; b) 减影图像。图 3 CE-MRA 二维重组图像示膝上动脉与股深动脉侧支间血管吻合(箭)。a) TS-MIP 图像; b) 减影图像。图 4 CE-MRA 三维重组图像示右侧旋股外侧动脉(箭)起源于股深动脉前外侧,股深动脉及膝上周围动脉显示清晰,旋股外侧动脉横支(2)发出穿支动脉(5),穿支动脉末端与皮肤的距离清晰显示,能有效评估取皮瓣中心点和入路问题。a) TS-MIP 图像; b) 减影图像。

本实验结果显示,旋股外侧动脉 82.3%起至股深动脉,15.4%起至股动脉,与徐达传等^[1]在 1984 年的研究结果(旋股外侧动脉 84%起自股深动脉,16%起自股动脉)相似,而与 2004 年冯运垒等^[10]报道的结论略有差异。尽管自 1984 年徐达传等报道皮瓣血管分型以来,目前已有许多基础及临床应用报道,但具体的皮瓣血管目前还没有统一的分型标准,国外有 Kimata 分型^[14]和 Shieh 分型^[12]等,我们从血管分型与相应皮瓣类型相结合的角度,认为如下分型较为合理: I_a 型定义为旋股外侧动脉从股深动脉上端外侧发出,旋股外侧动脉恒定发出升支、横支和降支; I_b 型定义为旋股外侧动脉变异起源于股动脉,后恒定发出升支、横支和降支; II 型定义为升支、横支和降支由两干从股深动脉或股动脉发出; III 型为升支、横支、降支分别从股深动脉或股动脉发出; IV 型为旋股外侧动脉从股深动脉发出,并只发出升降两支而无横支。这样分型对血流

动力学改变的分析比冯运垒等^[10]报道的分型对血流起源的分析更清晰,同时可对旋股外侧动脉主要分支的血流动力学进行有效分析,从而更加有效进行不同类型皮瓣或复合组织瓣的设计^[15-16],而冯运垒等^[10]报道的结果中没有考虑到旋股外侧动脉起源变异情况。

多年的临床实践证明,穿支皮瓣的术前设计遵从“点、线、面、弧”的皮瓣设计四原则^[17]。术前应尽可能确定穿支血管的存在点,目前临床上术前皮瓣血管探测常规检查方法为彩色多普勒超声,其优点是无创伤、便于使用、费用低等,但由于无法确定被测血管来源,往往出现假阳性率,同时对于探测部位血管的诊断敏感性和准确性低,且无法提供给术者直观的影像资料供术中参考,整体观及立体观较差,对操作人员专业要求较高^[18-19]。采用 MDCTA 三维血管重组技术获取不同部位组织瓣及相关术区重要血管解剖信息的方法

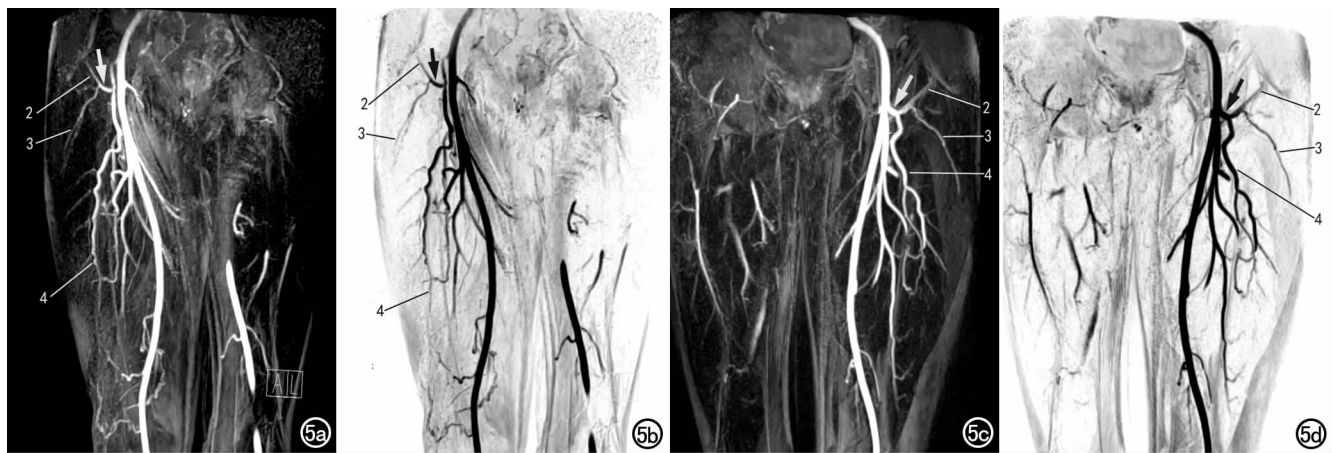


图5 CE-MRA重组图像显示双侧旋股外侧动脉(箭)及各分支(2~4)。a) 右侧TS-MIP图像; b) 右侧减影图像; c) 左侧TS-MIP图像; d) 左侧减影图像。

在国内外正被多数研究者采用^[20,21,22]。MDCTA 三维血管重组技术对于设备要求高,同时患者不可避免地接触放射线。尽管3D CE-MRA 三维血管重组技术在其它血管介入治疗中有应用^[23],但获取旋股外侧穿支血管的方法在国内外报道中尚不多见。笔者认为此方法简单实用,成功率高,采集后使用层块最大强度投影(TS-MIP)能直观和客观地分析起始血管类型、穿支血管的分布及走行,能测量血管蒂的长,能动态观察穿支血管的类型及与周边穿支血管间的吻合网,同时是一种无创性、直观、准确性较高的检查方法,是一种理想的术前评估手段,值得临床上推广使用。在临床应用上的优势:①可以在股前外侧皮瓣多处同时进行术前皮瓣的设计和选择,当术中发现找不到合适的穿支血管而不得不重新选择皮瓣时,CE-MRA 全方位,多角度三维血管重组方式较其它方式更有优势;②能对术后皮瓣血供不佳的皮瓣和附近软组织的损伤、坏死等进行评估。

在3D CE-MRA 血管成像技术上,理论上团注流率越快,血管强化越显著,动脉显示更清晰,图像的穿支血管吻合情况及侧支循环情况显示得更佳,但峰值时间短,扫描难度加大,同时要求机器有很好的时间分辨力。笔者倾向于3.0 mL/s的流率(本组注射速率2.5~4.0 mL/s),能达到较佳的血管成像峰值,又避免了局部渗液造成的患者的伤害;这一段(髂总动脉至膝上动脉段)血管成像时,行三期(动脉脉、静脉静、毛细血管期)增强扫描,所有旋股外侧动脉均得到很好地显示,包括其起点、走行和分布。

本组进一步结合了薄层块 MIP 技术,根据皮瓣的实际情况,只需要显示目标皮瓣相关的组织范围,TS-MIP 可以更好地突出显示皮瓣范围的供血血管结构和分布,因为剔除了大量无效结构的干扰,图像显示细节更加清晰和丰富。本组结果显示大部分供体的旋股

外侧动脉可以显示出其3级分支血管,对于皮瓣术前评价提供丰富的信息。

本组病例主要局限在于只有静态的旋股外侧动脉主要分支及穿支血管的立体三维成像研究,还没有真正做到真皮下血管网三维立体结构的显示,没能进行皮瓣面积的精准预测;下一步我们将进行股前外侧皮瓣移植区的磁共振三维灌注成像研究,对皮瓣移植区的皮瓣血供及皮瓣面积进行定量分析。

参考文献:

- [1] 徐达传,钟世镇,刘牧之,等. 股前外侧部皮瓣的解剖学——一个新的游离皮瓣供区[J]. 中国临床解剖学杂志,1984,2(3):158-160.
- [2] 罗力生,高建华,陈林峰,等. 股前外侧皮瓣的解剖基础与临床应用[J]. 中华整形烧伤外科杂志,1985,11(1):50-51.
- [3] 张彬,李德志,徐震纲,等. 游离股前外侧皮瓣修复头颈肿瘤术后缺损[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2006,41(6):447-450.
- [4] Park CW, Miles BA. The expanding role of the anterolateral thigh free flap in head and neck reconstruction[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2011, 19(4):263-268.
- [5] Sharabi SE, Hatef DA, Koshy JC, et al. Is primary thinning of the anterolateral thigh flap recommended? [J]. Ann Plast Surg, 2010, 65(6):555-559.
- [6] Smit JM, Klein S, Werker PM. An overview of methods for vascular mapping in the planning of free flaps[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(9):e674-682.
- [7] Garvey PB, Selber JC, Madewell JE, et al. A prospective study of preoperative computed tomographic angiography for head and neck reconstruction with anterolateral thigh flaps[J]. Plast Reconstr Surg, 2011, 127(4):1505-1514.
- [8] Liu SC, Chiu WK, Chen SY, et al. Comparison of surgical result of anterolateral thigh flap in reconstruction of through-and-through cheek defect with/without CT angiography guidance[J]. J Cranio-maxillofac Surg, 2011, 39(8):633-638.
- [9] Hnatiuk B, Emery DJ, Wilman AH. Effects of doubling and tripling the spatial resolution in standard 3D contrast-enhanced magnetic resonance angiography of carotid artery disease[J]. J Magn

- Reson Imaging, 2008, 27(1): 71-77.
- [10] 冯运奎, 叶淦湖, 滕范文, 等. 旋股外侧血管蒂复(联)合组织瓣移植的解剖学基础[J]. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(5): 533-535.
- [11] 冯云, 李文婷, 王乃利, 等. 股前外侧穿支皮瓣的解剖学研究及其在头颈修复中的意义[J]. 中国医学科学院学报, 2010, 32(1): 81-84.
- [12] Shieh SJ, Chiu HY, Yu JC, et al. Free anterolateral thigh flap for reconstruction of head and neck defects following cancer ablation[J]. Plast Reconstr Surg, 2000, 105(7): 2349-2360.
- [13] Rastogi S, Patwardhan B, Gulati A, et al. Anterolateral thigh free flap for the reconstruction of through and through defect of cheek following cancer ablation[J]. Indian J Dent Res, 2012, 23(2): 275-278.
- [14] Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S, et al. Anatomic variations and technical problems of the anterolateral thigh flap: a re-port of 74 cases[J]. Plast Reconstr Surg, 1998, 102(5): 1517-1523.
- [15] 唐茂林, 章伟文, 张世民, 等. 穿支皮瓣研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志, 2011, 29(6): 602-605.
- [16] 徐达传, 张世民, 唐茂林, 等. 穿支皮瓣的发展与现状[J]. 中国修复重建外科杂志, 2011, 25(9): 1025-1029.
- [17] 侯春林. 带血管蒂组织瓣移位的历史、现状与展望[J]. 中华显微外科杂志, 2006, 29(4): 243-244.
- [18] Masia J, Larrafiaga J, Chvero JA, et al. The value of the multidetector row computed tomography for the preoperative planning of deep inferior epigastric artery perforator flap: our experience in 162 cases[J]. Ann Plast Surg, 2008, 60(1): 29-36.
- [19] Rozen WM, Garcia-Tutor E, Alonso-Burgos A, et al. Planning and optimising DIEP flaps with virtual surgery: the navarra experience[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010, 63(2): 289-297.
- [20] 张元智, 李严兵, 金丹, 等. 数字化三维重建技术在股前外侧皮瓣血供及其可视化中的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2007, 9(7): 650-653.
- [21] 高萍, 金征宇, 党玉庆, 等. 腹壁下动脉深穿支 CT 血管造影在腹壁皮瓣区血液供应状况中的应用价值[J]. 中华放射学杂志, 2009, 43(6): 647-650.
- [22] Saint-cyr M, Schaverien M, Wong C, et al. The extended antero-lateral thigh flap: anatomical basis and clinical experience[J]. Plast Reconstr Surg, 2009, 123(4): 1245-1255.
- [23] Lin J, Li D, Yan F. High-resolution 3D contrast-enhanced MRA with parallel imaging techniques before endovascular interventional treatment of arterial stenosis[J]. Vasc Med, 2009, 14(4): 305-311.
- [24] Kramer H, Zenge M, Schmitt P, et al. Peripheral magnetic resonance angiography (MRA) with continuous table movement at 3.0T: initial experience compared with step-by-step MRA[J]. Invest Radiol, 2008, 43(9): 627-634.
- [25] Butz B, Dorenbeck U, Borisch I, et al. High-resolution contrast-enhanced magnetic resonance angiography of the carotid arteries using fluoroscopic monitoring of contrast arrival: diagnostic accuracy and interobserver variability[J]. Acta Radiol, 2004, 45(2): 164-170.
- [26] Schaverien MV, Ludman CN, Neil-Dwyer J, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance angiography for preoperative imaging of deep inferior epigastric artery perforator flaps: advantages and disadvantages compared with computed tomography angiography: a united kingdom perspective[J]. Ann Plast Surg, 2011, 67(6): 671-674.
- [27] Neil-Dwyer JG, Ludman CN, Schaverien M, et al. Magnetic resonance angiography in preoperative planning of deep inferior epigastric artery perforator flaps[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2009, 62(12): 1661-1665.

(收稿日期: 2012-12-16 修回日期: 2013-03-25)

欢迎订阅 2013 年《放射学实践》

《放射学实践》是由国家教育部主管, 华中科技大学同济医学院主办, 与德国合办的全国性影像学学术期刊, 由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编, 创刊至今已 28 周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向, 关注国内外影像医学的新进展、新动态, 全面介绍 X 线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果, 受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊, 在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中, 被评为《CAJ—CD 规范》执行优秀期刊。

主要栏目: 论著、继续教育园地、专家荐稿、研究生展版、图文讲座、本刊特稿、实验研究、传染病影像学、影像技术学、外刊摘要、学术动态、请您诊断、病例报道、知名产品介绍、信息窗等。

本刊为月刊, 120 页, 每册 15 元, 全年定价 180 元。

国内统一刊号: ISSN 1000-0313/CN 42-1208/R 邮政代号: 38-122

电话: (027) 83662875 传真: (027) 83662887

E-mail: fsxsjzz@163.com 网址: http://www.fsxsj.net

编辑部地址: 430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部