

穿支皮瓣研究进展

唐茂林¹, 章伟文², 张世民³, 徐达传⁴

1.温州医学院解剖学教研室,温州 325035; 2.宁波市第六医院手外科,宁波 315040

3.同济大学同济医院骨科,上海 200065; 4.南方医科大学临床解剖学研究所,广州 510515

Advances in the perforator flap

TANG Mao-lin¹, ZHANG Wei-wen², ZHANG Shi-min³, XU Da-chuan⁴

1.Department of Anatomy, Wenzhou Medical College, Wenzhou 325035, China; 2. Department of Hand Surgery, Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315040, China; 3.Department of Orthopaedics, Tongji Hospital, Tongji University, Shanghai 200065, China; 4.Institute of Clinical Anatomy, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

【中图分类号】R322; R616.2 【文献标识码】A 【文章编号】1001-165X(2011)06-602-04

虽然穿支皮瓣概念的提出已有 20 余年历史,但前 10 余年并未引起广泛关注。据 PubMed 检索 2000 年后有关这方面的报道才逐渐增多。尤其在 2001 年 9 月在比利时的根特市(Gent)召开的专题会议上,对穿支皮瓣的命名等问题达成专家共识(“Gent”consensus)后,学者们才真正地认可与推广穿支皮瓣。我国在这方面起步虽晚,但近年来却发展迅速。2005 年,在银川召开首届穿支皮瓣专题论坛,2006 年《中国临床解剖学杂志》刊出穿支皮瓣研究专辑后,更进一步掀起了穿支皮瓣的研究热潮。

1 穿支皮瓣发展渐趋成熟

1.1 不再为命名及相关术语而争辩

2003 年,穿支皮瓣的 Gent consensus(“根特”共识)正式发表后^[1],学者们本着“求大同,存小异”的基本原则,不再去纠结那些枝节问题。尽管在某些方面仍有异见,但有一点则是得到广泛认可的,即:任何皮瓣,解剖分离到仅以穿支血管为蒂,均应称为穿支皮瓣。实际上,所谓“穿支”,就是我国传统皮瓣血管解剖学中的皮支。2004 年,张世民等^[2]已经明确指出:穿支皮瓣(perforator flap)或称皮支皮瓣。以前,我国开展这类皮瓣(尤其肌间隔皮瓣)很早,技术先进,临床经验丰富,但我们没有提出被世界广泛接受的概念,或者在某些方面提出了,但没有推向国际学术舞台,没有得到国际上的认可,可以说是落后在形成科学理论上和英文交流上。我们应接受现实,奋起直追,融入国际学术舞台。因此,没有必要再争论下列概念:(1)皮支与穿支;(2)皮支皮瓣与穿支皮瓣。

【收稿日期】2011-10-09

【基金项目】国家自然科学基金资助项目(81071576)(30871308)

【作者简介】唐茂林(1954-)男,湖南东安县人,教授,博士生导师,主要从事临床应用解剖学研究,Tel:(0755)86689965, E-mail:mltang001@hotmail.com

【通讯作者】徐达传 教授,博士生导师, E-mail:hcjcan.com

1.2 临床应用已发展到综合评估阶段

穿支皮瓣新供区的发掘日渐减少,而预构、超薄、组合等特殊形式的穿支皮瓣日渐增多。同时,临床学者更注重系统随访、成本分析、失败率、失败原因及并发症分析等相关研究逐渐增多。Townley 等^[3](2011)对 100 例股前外侧穿支(ALTP)皮瓣术后随访及相关检测后得出如下结论:供区除有轻微麻木以外,未发现任何其它问题;事实上,ALTP 皮瓣已成为用途非常广泛的主力皮瓣(workhorse flap)。Hivelin 等^[4]推荐:在腹壁下动脉穿支(DIEP)皮瓣手术中应用罗哌卡因“超声介导肋间神经阻滞麻痹”(ultrasound-guided block)方法,可减轻病人痛苦,降低强力镇痛剂(吗啡)的用量。

1.3 研究方向:基础→临床→基础

1987 年,Taylor 等^[5]应用血管造影技术对人体及一些哺乳动物的皮动脉进行了细致入微的研究,根据皮肤内血管由深向浅呈立体三维分布的特点与规律提出了 vascular territories (angiosome, 血管体)概念,并统计出人体平均有口径 $\geq 0.5\text{mm}$ 的皮肤穿支血管 374 支,可切取近 40 个穿支血管皮瓣。血管体(或称之为血管分布区域)新概念的提出不仅促进了多种穿支皮瓣新供区的发现,新术式的产生,而且促进了传统皮瓣移植方式的改进。临床应用日渐增多,尤其是腹壁下动脉穿支(DIEP)皮瓣,股前外侧穿支(ALTP)皮瓣,胸背动脉穿支(TAP)皮瓣等 10 余个常用供区逐步向全世界推广。2006 年始,张志浩,张元智,Alonso-Burgos,唐茂林等^[6-9]先后在中、外期刊上介绍了简便而实用的 3D 可视化方法:应用血管造影处理后的 CT 扫描图像进行三维重建,成功地重构出穿支血管、皮下组织血管网,并模拟皮瓣设计与临床应用。2009 年,Saint-Cyr 等^[10]对不同部位的多个单穿支进行了选择性血管造影与 3D 可视化研究,提出了“穿支体区(perforasome)”的新概念,并指

出“穿支体区”具有以下特征:相邻穿支的血供区域通过直接与间接链接两种方式进行沟通,不同部位穿支间的沟通方向不一;在进行跨区灌注时,首先是对来自同一源动脉的相邻穿支体进行灌注,其次才是对来自不同源动脉的相邻穿支体进行灌注。2010 年,毛以华等^[11]应用活体荧光染色联合组织透明法,研究皮肤微血管构筑成功。在此基础上,结合“原位整体标记共聚焦免疫荧光术”实施无损伤的系列“光学切片”。对血管的空间构筑进行整体、活体实时 3D 可视化探讨与数字化分析。从而可实现由静态解剖向动态解剖发展的理想模式,新一轮的穿支体基础研究就此展开。到目前为此,穿支皮瓣的研究大致经历如下:(1)1980 年代-1990 年代初期:“血管体”概念的提出与深入探索;(2)1990 年代-2010 年代初期:穿支皮瓣的临床推广与优化;(3)2006 年以后,穿支皮瓣的形态学基础研究进入数字化与分子生物学时代。

2 临床研究进展

临床皮瓣设计与应用的要素是:点、线、面、弧。穿支皮瓣多采用逆向切取技术,即先在选定的供区探测穿支血管,再顺着穿支血管向深部逆向追踪解剖,直到获得足够的血管蒂,而不必知道该穿支血管的上级来源(free-style)。因此,穿支皮瓣的临床研究首先必须考虑以下两个问题:(1)穿支定位;(2)皮瓣切取面积。

2.1 穿支的定位

自轴型皮瓣推广应用以来,血管的定位一直是皮瓣移植或移位首先必须考虑的问题。相较于传统的轴型皮瓣而言,穿支源于局部知名血管,细小而变异多,更难以定位。便携式超声仪检测的假阳性率高达 30%,高频彩超效果较好^[12],但其数据解读不直观。超声结合 3D 可视化可望解决此问题。曾昂^[13],Scott 等^[14]认为:螺旋 CT 扫描影像(multidetector-row computed tomographic angiography, MDCTA)仍然是目前最为准确且直观的穿支定位方法。2009 年,de Weerd 等^[15]报道了动态红外热成像定位方法(dynamic infrared thermography, DIRT),认为其定位准确而无创优于 CTA,有待于进一步探讨。目前多数学者认为:穿支的术前、术中定位用超声、高频彩超,研究相邻穿支间的关系,并进一步追踪源动脉用 MDCTA。

2.2 术中及术后皮瓣灌注情况检测

皮瓣移植或移位成功的标志是其形态与功能最大限度地恢复,而早期的首要问题是血供。除了术前要充分评估其血供来源、轴心血管的位置及其供血范围的大小以外。术中、术后仍需密切监视与了解皮瓣的灌注情况。通常包括:常规的颜色、皮温以及血管搏动情况的观察与下列辅助检查。

(1)激光多普勒 可测量某个区域毛细血管的血流量,据 Tindholdt 等^[16]报道:血管灌注成像系统(PIM 3, Perimed AB)可精确记录及定量评估血流灌注情况,使得术中及术后实时、动态评估皮瓣不同区域的血流灌注量成为可能。

(2)超声造影剂谐波成像方法(Contrast harmonic ultrasound, CHI)与吲哚青绿血管造影检查(indocyanine-green IVG- fluorescence angiography) Prantl 等^[17]应用这两种方法对比研究了术后皮瓣灌注情况,结果表明:两种方法的效果均不错,无统计学差异。但问题是:其结果与操作人员的经验相关。

(3)电子血糖测试仪诊断术后血栓形成(Medisafe-Mini) Hara 等^[18]认为:血糖降低是静脉血栓的早期征兆,此方法简便易行,甚至可在皮瓣颜色改变前发现血栓。

2.3 随访与综合评估

提出问题,解决问题,最终还得不断地总结提高,穿支皮瓣的研究亦是如此。随着临床的推广应用,人们也迫切想了解其效果如何?因此,随访与综合评估便逐渐受到学者们的重视。西方国家对病人随访的要求比较全面而细致,此方面应引起我国学者,尤其是意欲在国际期刊上发表文章的学者们注意。随访记录中最重要的是影像资料,包括静态、动态照片,辅助检查,以及现场录像等。

关于综合评估,近年来,流行一种新的研究分析方法,Meta-analysis。这是一个合并研究结果的过程,是一个回顾性的工作,它的结论是建立在所收集的资料基础之上的,通常用于大样本的文献复习。2009 年,Man 等^[19]通过 Medline 收集了 338 篇关于游离横行腹直肌肌皮瓣(TRAM)与腹壁下动脉穿支皮瓣(DIEP)文献,主要进行两方面比较分析:(1)两种皮瓣移植后的脂肪坏死,皮瓣部分或全部失败的发生情况;(2)供区术后腹壁松弛,膨凸甚至腹壁疝形成的发生情况。结果表明:DIEP 皮瓣移植后对供区损伤少,并发症发生率低。而 TRAM 皮瓣移植后,其本身的存活质量较好,并发症发生率低。因此,穿支皮瓣对施术者的技术要求较高。

3 基础研究进展

基础研究首先应配合临床的实际需要而开展,但随着研究过程的不断深入,基础研究又要能担当起指导临床的职责。目前,穿支皮瓣已经从广泛的供区开发,过渡到优选、组合、精制以及功能重建阶段。基础研究也就相应地从最初的血管体研究,转入穿支体区及其血管吻合(choke vessels)之形态结构与功能的研究。以便为临床设计嵌合皮瓣,多叶皮瓣,血流桥接穿支皮瓣等提供形态学基础理论支撑。

3.1 穿支体区间的血管吻合

(1)同源穿支体间的血管吻合

陈世新等^[20]报道:相邻穿支的连接主要有两个层次,3种类型。两个层次之一是位置较深,外径较粗,走行于筋膜上、下层及脂肪层,位于两个穿支体之间起直接沟通作用的吻合,以不减少口径的真性吻合为主;另一层连接是位于真皮下,通过真皮下血管丛将两个穿支体连接起来,此类连接数目较多,走向不一。相邻穿支区间的3种吻合类型是:①不减少口径的真性吻合;②逐渐减少口径的阻力性吻合;③在正常情况下尚未开放的潜在性吻合。

(2)非同源穿支体间的血管吻合

应用专业化的交互式医学影像控制系统(Mimics)工作站,可清晰地显示出穿支在深筋膜浅层和真皮层相互吻合的血管网,这是切取跨区域皮瓣的重要解剖学基础。在分别重建骨骼、动脉及皮下组织等结构后,穿支的毗邻关系及其源动脉便一目了然。同源穿支体间的存在明显的血管吻合,而非同源穿支体间的血管吻合不一定有。因此,当行跨穿支体的扩大皮瓣切取时宜慎重。因为多普勒探测到的相邻穿支间并非都有明显的吻合,尤其应注意相邻的非同源穿支体。

近年来,由于图形处理器(graphic processing unit, GPU)在高性能并行计算领域日益广泛的应用,许多基于GPU的体积CT重建方式被提出,其重建时间可降低50倍以上,且硬件成本较低,所以逐渐成为研究的热点^[21]。可望不久以后能用于皮瓣的数字化研究。

3.2 基础研究已经进入细胞、分子水平

主要包括:(1)活体标记血管内皮细胞,如Anti-CD31/FITC荧光染色,可清晰显示穿支体间的微血管网^[11];(2)活体标记血红蛋白,如TRITC-Dextran,可实时进行动、静脉血流动态示踪^[22];(3)促血管新生,内皮祖细胞(Endothelial progenitor cells, EPCs)^[23]及血管生长因子等^[24]可促进皮瓣的血管新生;(4)活体荧光染色+高分辨率MRI,Chen等^[23]应用磁共振成像对比剂,超顺磁性氧化铁纳米粒子(superparamagnetic iron oxide, SPIO)标记骨髓源性内皮祖细胞,成功地在7-Tesla MRI上得到了内皮祖细胞的图像。超顺磁性氧化铁对细胞活性及其繁殖等几无副作用,有望应用此技术追踪观测移植体的血管新生情况。

3.3 周围神经研究简介

为了实现形态与功能的完美重建,在致力于组织瓣血液循环体系研究的同时,对周围神经的研究亦不断深入。如杨红岩等^[25]报道的穿支皮瓣感觉重建,杨大平等^[26]报道的动力性神经肌瓣等等。最近Whitney等^[27]应用荧光缩氨酸活体注射,使体内的神经发光,从而让不

可见的小神经现形。已经成功地在活体小鼠实验中,根据颜色差异,可直接用肉眼从其他组织中识别出神经。因此,可望利用此方法在手术中寻找皮瓣供区的皮神经,便于临床灵活运用。①如果受区面积不大,且其感觉功能相对次要,那么就应该在切取穿支皮瓣时避免损伤皮支,以保护供区的皮肤感觉完整。②如果受区的感觉恢复很重要,如乳房重建、指腹重建等,则应侧重于携带皮神经形成感觉皮瓣并在受区吻合,以利感觉功能的重建。而且,很有可能在此基础上绘制出精确的、类似于动脉的全身皮神经分布图,并进行可视化处理。

【参考文献】

- [1] Blondeel PN, Van Landuyt KH, Monstrey SJ, et al. The "Gent" consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 112(5): 1378-1383; quiz 1383, 1516; discussion 1384-1387.
- [2] 张世民, 徐达传, 顾玉东. 穿支皮瓣[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2004, 22(1): 32-34.
- [3] Townley WA, Royston EC, Karmiris N, et al. Critical assessment of the anterolateral thigh flap donor site [J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2011. [Epub ahead of print]
- [4] Hivelin M, Wyniecki A, Plaud B, et al. Ultrasound-guided bilateral transversus abdominis plane block for postoperative analgesia after breast reconstruction by DIEP flap[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 128(1): 44-55.
- [5] Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications[J]. *Br J Plast Surg*, 1987, 40(2): 113-141.
- [6] 张志浩, 李严斌, 梅劲, 等. 应用放射造影术进行血管3D可视化研究初探[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2006, 24(3): 255-258.
- [7] 张元智, 李严兵, 唐茂林, 等. 数字化与虚拟现实技术在皮瓣移植中的应用[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2006, 8(6): 501-504.
- [8] 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.
- [9] Alonso-Burgos A, Garcia-Tutor E, Bastarrika G, et al. Preoperative planning of deep inferior epigastric artery perforator flap reconstruction with multislice-CT angiography: imaging findings and initial experience[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2006, 59(6): 585-593.
- [10] Saint-Cyr M, Wong C, Schaverien MV, et al. The Perforasome Theory: Vascular Anatomy and Clinical Implications [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2009, 124(5): 1529-1544.
- [11] 毛以华, 丁茂超, 周鹏, 等. 活体荧光染色联合组织透明法在显示皮肤微血管构筑中的应用[J]. *解剖学报*, 2010, 41(5): 791-794.
- [12] 陆林国, 徐秋华, 燕山, 等. 高频彩超对穿支皮瓣血管的探索研究[J]. *上海医学影像*, 2008, 17(3): 200-202.
- [13] 曾昂, 乔群, 方柏荣, 等. 增强CT辅助设计带蒂腹壁下动脉穿支皮瓣的临床应用[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2008, 22(12): 1426-1428.
- [14] Scott JR, Liu D, Said H, et al. Computed tomographic angiography in planning abdomen-based microsurgical breast reconstruction: a comparison with color duplex ultrasound [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2010, 125(2): 446-453.
- [15] de Weerd L, Weum S, Mercer JB. The value of dynamic infrared thermography (DIRT) in perforator selection and planning of free DIEP flaps[J]. *Ann Plast Surg*, 2009, 63(3): 274-279.

- [16]Tindholdt TT, Saidian S, Pripp AH, et al. Monitoring microcirculatory changes in the deep inferior epigastric artery perforator flap with laser Doppler perfusion imaging[J]. Ann Plast Surg, 2011, 67(2): 139-142.
- [17]Prantl L, Schmitt S, Geis S, et al. Contrast harmonic ultrasound and indocyanine-green fluorescence video angiography for evaluation of dermal and subdermal microcirculation in free parascapular flaps[J]. Clin Hemorheol Microcirc, 2008, 38(2): 105-118.
- [18]Hara H, Mihara M, Narushima M, et al. Flap salvage following postoperative venous thrombosis diagnosed by blood glucose measurement in the flaps[J]. Eplasty, 2011, 11(e28): 254-259.
- [19]Man LX, Selber JC, Serletti JM. Abdominal wall following free TRAM or DIEP reconstruction: a meta-analysis and critical review [J]. Plast Reconstr Surg, 2009, 124(3):752-764.
- [20] 陈世新, 吴东方, 丁茂超, 等. 穿支区血管及其相互间吻合的 3D 可视化研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2011, 29(3): 237-242.
- [21]李忠华, 周付根, 白相志. 一种基于 GPU 的体积 CT 快速重建算法[J]. 生物医学工程学杂志, 2011, 28(2): 238-242.
- [22]Oye KS, Gulati G, Graff BA, et al. A novel method for mapping the heterogeneity in blood supply to normal and malignant tissues in the mouse dorsal window chamber[J]. Microvasc Res, 2008, 75(2): 179-187.
- [23]Chen R, Yu H, Jia ZY, et al. Efficient nano iron particle-labeling and noninvasive MR imaging of mouse bone marrow-derived endothelial progenitor cells[J]. Int J Nanomedicine, 2011, 6: 511-519.
- [24]Zografou A, Tsigris C, Papadopoulos O, et al. Improvement of skin-graft survival after autologous transplantation of adipose-derived stem cells in rats[J]. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2011. [Epub ahead of print]
- [25] 杨红岩, 徐军, 靳小雷, 等. 腹壁下动脉穿支皮瓣血管穿支及感觉神经的应用解剖 [J]. 中华整形外科杂志, 2004, 20(1): 27-29.
- [26]杨大平, 关德宏, 徐学武, 等. 吻合神经血管的股直肌肌瓣游离移植治疗晚期面瘫的改进[J]. 中华整形外科杂志, 2003, 19(2): 101-103.
- [27]Whitney MA, Crisp JL, Nguyen LT, et al. Fluorescent peptides highlight peripheral nerves during surgery in mice[J]. Nat Biotechnol, 2011, 29(4): 352-356.

腋动脉分支变异 1 例

陈钜涛¹, 阿卜杜萨拉木·艾尼¹, 刘晓晴¹, 廖波¹, 刘孝鑫¹, 间颖¹, 王得志²

武汉大学基础医学院 1. 临床医学专业, 2. 人体解剖学教研室, 武汉 430071

Variation of branches of axillary artery

CHEN Ju-tao¹, Abdusallam·Gheni¹, LIU Xi-qing¹, LIAO-bo¹, LIU Xiao-xin¹, JIAN-Yin¹, WANG De-zhi²

1. Clinical medicine of 5 year program, Wuhan University School of Medicine, Wuhan 430071, China; 2.

Department of Anatomy, Wuhan University School of Medicine, Wuhan 430071, China

【中图分类号】R322.121 【文献标识码】D 【文章编号】1001-165X(2011)06-605-01

我们在解剖一具老年男性标本时,发现其左侧腋动脉分支变异(图 1)现报道如下:

左侧腋动脉长 8.90 cm,起始口径为 6.85 mm,经正中神经内侧根的前面下行,于大圆肌腱下缘延续为肱动脉(中段外径 3.74 mm)。该侧腋动脉在第二段外下缘发出一变异动脉干(长 4.41 cm,起始外径 5.30 mm)。该动脉干从正中神经内、外侧根之间穿过后行向外下,分为内、外 2 个分支:

(1)内侧支为变异肩胛下动脉,长 2.03 cm,起始外径为 4.11 mm。该动脉沿肩胛下肌下缘行向内下方,除了发出正常行程的旋肩胛动脉和胸背动脉外,还在距起点 0.64 cm 处发出肌支至肩胛下肌(起始外径为 1.05 mm)。

(2)外侧支为变异旋肱后动脉,起始外径为 3.72 mm,行向外下。该动脉在距起点 1.43 cm 处发出第一肱深动脉(起始外径为 1.63 mm),距起点 3.06 cm 处发出第二肱深动脉(起始外径为 1.82 mm)。第一肱深动脉伴桡神经经大圆肌腱的前面下行,进入肱骨肌管并沿途发出分支营养喙肱肌、背阔肌和肱三头肌。第二肱深动脉在大圆肌腱后面下行,进入肱骨肌管并发出肌支营养肱三头肌。旋肱后动脉发出第二肱深动脉后,立即伴腋神经穿四边孔。

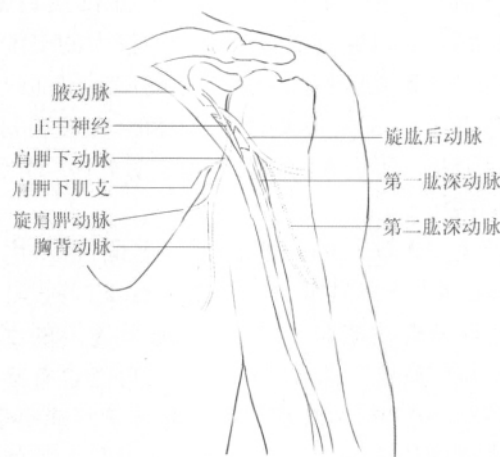


图 1 腋动脉分支变异

据资料^[1,2]统计,旋肱后动脉、肩胛下动脉、肱深动脉共干出现的概率极低,只有 0.2%;双支肱深动脉的概率只有 3.97%,且全部发自肱动脉或腋动脉,而双肱深动脉发自旋肱后动脉的情况未见报道。本例报道中腋动脉在正中神经内侧根的前面下行,亦未发现相关报道和统计资料,应属罕见变异。

【参考文献】

- [1] 中国解剖学会体质调查组. 中国人体质调查[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.
- [2] 中国解剖学会体质调查委员会. 中国人解剖学数值[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002.

【收稿日期】2011-09-22

【作者简介】并列第一作者 陈钜涛(1990-) 男,汉族,广东江门人,在读五年制本科生, E-mail: 1016564373@qq.com; 阿卜杜萨拉木·艾尼(1987-),男,维吾尔族,新疆喀什人,在读五年制本科生, E-mail: 274042037@qq.com

【通讯作者】王得志, 讲师, E-mail: wangdezhi74@126.com