

穿支皮瓣的发展与现状

徐达传¹ 张世民² 唐茂林³ 欧阳钧¹

【摘要】 目的 对穿支皮瓣的发展和存在的问题进行综述。方法 广泛查阅国内外穿支皮瓣相关文献,并进行综述。结果 穿支皮瓣是仅以管径细小的皮肤穿支血管供血,切取包括皮肤和皮下组织的一种轴型皮瓣,其轴心血管为穿支(穿动脉和穿静脉)。穿支皮瓣具有对供区损伤小、不破坏供区外形、受区修复重建功能和外形好、设计灵活,以及患者术后康复快等诸多优点,已广泛应用于临床。结论 穿支皮瓣的出现开创了小型轴型皮瓣时代,是显微外科皮瓣移植的新发展,但对穿支皮瓣的定义、血管分类、皮瓣的命名以及临床应用的原则等方面存在争议,依然是讨论和研究的热点。

【关键词】 穿支皮瓣 穿支血管 命名

DEVELOPMENT AND CURRENT STATUS OF PERFORATOR FLAPS/XU Dachuan¹, ZHANG Shimin², TANG Maolin³, OUYANG Jun¹. ¹Institute of Clinical Anatomy, Southern Medical University, Guangzhou Guangdong, 510515, P.R.China; ²Department of Orthopaedics, Tongji Hospital Affiliated to Tongji University; ³Department of Anatomy, Wenzhou Medical College. Corresponding author: XU Dachuan, E-mail: chjcana@126.com

【Abstract】 Objective To provide a comprehensive review for development and existing problems of the perforator flaps. Methods The related home and abroad literature concerning perforator flaps was extensively reviewed. Results The perforator flaps are defined as the axial flaps nourished solely by small cutaneous perforating vessels (perforating arteries and veins), which are exclusively composed of skin and subcutaneous fat. The perforator flaps have the advantages as follows: less injury at donor site, less damage to the contour of the donor site, good reconstruction and appearance of the recipient site flexible design, and short time of postoperative recovery, which have been widely used in reconstructive surgery. Conclusion The perforator flaps are the new development of the microsurgery, which usher an era of small axial flaps; However, the controversies of the definition, vascular classification, the nomenclature, and the clinical application of the perforator flaps still exist, which are therefore the hot spot for future study.

【Key words】 Perforator flap Perforator vessel Nomenclature

Foundation items: National Natural Science Foundation of China (81071576); Natural Science Foundation of Guangdong Province (91510501000021)

穿支皮瓣(perforator flap)的概念始于20世纪80年代后期,是仅以管径细小的皮肤穿支血管供血,切取包括皮肤和皮下组织的一种小型轴型皮瓣,其轴心血管为穿支(穿动脉和穿静脉)。穿支皮瓣的出现开创了小型轴型皮瓣时代,是显微外科皮瓣移植的新发展^[1-4]。由于穿支皮瓣具有对供区损伤小、不破坏供区外形、受区修复外形和重建功能好、设计灵活,以及患者术后康复快等诸多优点,已成为了研究热点,临床应用日益增

多。本文就穿支皮瓣的发展、定义、解剖、临床应用、优缺点、命名及存在的问题等作一专题论述。

1 穿支皮瓣的发展概况

穿支皮瓣是在筋膜皮瓣和肌皮瓣的基础上发展起来的,20世纪70年代吻合血管的皮瓣、肌皮瓣移植广泛应用于创面修复,取得了显著的社会效益及经济效益。然而,肌皮瓣的切取易导致供区明显畸形和功能障碍,筋膜皮瓣的臃肿也使受区外形和功能受影响。1980年,Stepanov首次报道了穿支皮瓣的临床应用,由于原文是俄语,当时并未引起广泛关注。1984年,我国解剖学者沈怀亮^[5]报道了“以肌皮动脉穿支为轴的臀部皮瓣解剖学”,明确提出:臀上动脉和臀下动脉穿支血管是臀区皮肤的主要血供来源,可以考虑以其穿支血管为轴设计皮瓣。由于受当时技术与设备条件

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81071576);广东省自然科学基金资助项目(91510501000021)

作者单位:1 南方医科大学临床解剖学研究所(广州,510515);2 同济大学附属同济医院骨科;3 温州医学院解剖学教研室

通讯作者:徐达传,教授,博士生导师,研究方向:显微外科基础研究, E-mail: chjcana@126.com

网络出版时间:2011-8-25 15:37:41; **网络出版地址:**http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1372.R.20110825.1537.001.html

的限制,该报道未引起显微、整形外科界的重视。直到1988年Kroll等^[6]根据背阔肌和/或臀大肌在脊柱旁的肌皮穿支血管,切取仅以穿支血管为蒂的皮瓣局部移位修复腰骶部软组织缺损,首先提出了“穿支蒂皮瓣”(perforator-based flap)的名称;1989年Koshima等^[7]首先报道了肌皮穿支血管为蒂的游离皮瓣,切取仅由1个肌皮穿支血管(发自腹壁下动脉)供养且仅包含皮肤和皮下脂肪的超薄岛状皮瓣,分别修复腹股沟区和舌缺损,穿支皮瓣才逐渐在整形外科界推广。最初是将典型的肌皮瓣(musculocutaneous flap)发展为肌皮穿支皮瓣(musculocutaneous perforator flap),由于该皮瓣不含肌皮穿支血管所经过的肌肉组织,血管蒂仅为肌皮穿支,因而被称之为穿支皮瓣。

从1997年开始,国外学者每年召开1次穿支皮瓣学术交流会议;2002年7月德文期刊《Handchir Mikrochir Plast Chir》、2003年7月英文期刊《Clinics in Plastic Surgery》均出版了一期穿支皮瓣专辑。国内穿支皮瓣研究起步较晚,但发展很快,2005年在银川召开了第1次穿支皮瓣专题讨论会,2007年在昆明召开了第2次穿支皮瓣专题讨论会,2010年8月在银川专门召开了穿支皮瓣及相关术语讨论会,2010年12月在长沙举办了全国穿支皮瓣学习班,2011年5月在广州召开了穿支皮瓣定义与命名专题讨论会,2011年9月下旬将在浙江宁波召开“中国显微外科穿支皮瓣国际高峰论坛”。2006年《中国临床解剖学杂志》组织出版了穿支皮瓣专题。2006年10月Blondeel等的专著《Perforator Flaps: Anatomy, Technique, and Clinical Applications》正式出版,中文《穿支皮瓣的应用解剖与临床》专著正在撰稿,预计2012年由科学出版社出版。穿支皮瓣经过20余年的发展已基本成熟,许多以前存在争议的方面(如定义、命名等),认识也渐趋统一。

2 穿支皮瓣的定义

为了规范穿支皮瓣的学术交流,推动穿支皮瓣的发展,《中国临床解剖学杂志》与中国解剖学会临床解剖学分会邀请从事穿支皮瓣研究的基础与临床专家,于2010年8月在银川对穿支皮瓣的定义及相关术语进行专题讨论,经过热烈讨论达成了基本共识,其中几个基本定义如下^[8-9]。

2.1 穿支皮瓣

指仅以管径细小的皮肤穿支血管(穿动脉和穿静脉)供血的轴型皮瓣。穿支皮瓣的特征是以穿支血管为蒂,不论其来源(经肌肉、肌间隔),即直接供养皮瓣

的血管蒂不应是深部主干血管,否则便与传统的轴型皮瓣无异。

2.2 穿支血管(perforator vessel)

指由源血管(source vessel)发出,穿过深筋膜为皮下组织和皮肤供血的营养血管。包括两类:①肌间隔(隙)穿支(septocutaneous perforator),经肌间隔(隙)穿过深筋膜到达皮下组织和皮肤,多存在于肌肉细长的四肢肌间隙(位于功能相同的肌肉之间)或肌间隔(位于肌群与肌群之间)的部位,分开肌间隔(隙)可见到穿支血管起自深部主干动脉。肌间隔穿支供养的皮瓣称为肌间隔(隙)穿支皮瓣(septocutaneous perforator flap)。②肌皮穿支(musculocutaneous perforator),经过深层肌肉再穿过深筋膜到达皮下组织和皮肤,切开深筋膜后可通过向肌肉深层追踪解剖获得较长、较粗的血管蒂。肌皮穿支血管供养的皮瓣称为肌皮穿支皮瓣(musculocutaneous perforator flap)。

3 穿支皮瓣的解剖学

1981年,钟世镇等^[10]根据皮肤血供规律的研究,提出一种新的肌间隔血管皮瓣类型,并指出肌间隔血管主要特点是:动脉走行于肌间隔内,有2条伴行静脉,有较长的血管蒂,容易分离。1982年,钟世镇等^[11]又提出了一种新的皮肤血管类型——肌间隙皮肤血管,其主要特点是:动脉走行于肌间结缔组织中,有2条伴行静脉,易于分离,有较长的血管蒂。肌间隔和肌间隙皮动脉概念的提出,为穿支皮瓣的发展奠定了形态学理论基础。

3.1 皮肤穿支血管

Taylor等^[12]应用血管造影技术对人体的皮动脉进行了详细研究,根据皮肤内血管由深向浅呈三维立体分布的特点与规律,提出了“血管体”(vascular territories)概念,并统计出人体中口径 ≥ 0.5 mm的皮肤穿支血管平均有374支,可切取近40个穿支皮瓣。杨大平等^[13]对10具新鲜尸体行放射造影解剖与电脑图像处理观察,结果显示:人体皮肤共有血管体区域128个,外径 ≥ 0.5 mm的穿支总计440支,平均外径为0.7 mm。其中肌皮穿支与肌间隔(隙)穿支之比为3:2。在每侧头颈部有穿支20支,其中头部7支、面部5支、颈部8支。每侧躯干部有穿支60支,其中胸部13支、腹部17支、背部21支、腰部9支。每侧上肢有49支,其中肩、臂部22支,肘、前臂部24支,腕、手部3支。每侧下肢有91支,其中臀部21支、大腿部34支、小腿部30支、足踝部6支。

3.2 皮肤穿支血管的分布规律

解剖学研究结果表明:穿支血管的分布有以下规

律性^[1, 12-13]:①躯干皮肤的血供主要来自肌皮穿支,这与躯干的扁平肌数量多有关。这些肌皮穿支在血管口径、皮肤内走行的距离和分布范围明显大于肢体皮肤的穿支。在躯干皮肤相对疏松的区域,如胸大肌、下腹部和髂嵴区,穿支血管呈扇形分布。在皮肤内各层血管网,各穿支血管之间可见细小的血管吻合。②肢体皮肤的血供主要来自肌间隔(隙)穿支,这些穿支血管在皮肤内形成多层血管网,主要分布在深筋膜表面,沿皮神经和浅静脉周围穿支之间形成链式血管吻合,与深部主干动脉的走行、肌间隙的方向以及皮神经和浅静脉的走行方向一致。③单位面积的穿支血管数量与皮肤的移动程度成反比,即皮肤移动度大的部位穿支数量少;而皮肤与深部组织结合紧密的部位,穿支数量较多(如手掌部)。④穿支血管的口径大小与其在皮肤内走行距离及皮肤移动度成正比,与其供应面积亦成正比,如胸腹部、背部的穿支血管口径及供应面积大于头面部和手足部,下腹部腹股沟区和臂内侧松弛皮肤内穿支血管走行距离较长等。

4 穿支皮瓣的临床应用

穿支皮瓣的临床应用可分为带蒂移位和游离移植两种形式。穿支皮瓣的出现,大大减轻了皮瓣切取对供区功能的影响和畸形发生,提高了修复效果,使皮瓣移植走向了“自由王国”,实现了皮瓣由“粗制”向“精制”的转变。组织缺损修复也不再停留在创面覆盖,而是要求达到功能和外形上的修复最佳状态,临床医生可根据具体需要,在创面周围设计切取穿支皮瓣局部移位(free-style free perforator flap)^[14]。

4.1 穿支皮瓣的临床应用要点

由于穿支血管细小,浅出部位及口径不恒定,解剖变异较多,穿支皮瓣的设计与切取是手术操作重要环节。Blondeel等^[1]提出穿支皮瓣切取包括以下几个要点:①术前使用彩色超声多普勒血流探测仪确定穿支血管的位置和口径。②术中先作皮瓣一侧的有限切口,将皮瓣向一侧掀起,寻找主要的穿支血管,根据穿支血管的具体情况,再对皮瓣设计进行调整;如果不能切取穿支皮瓣,亦可转为切取传统肌皮瓣或筋膜皮瓣。③在发现更大的穿支血管前,保留出现的每1支穿支血管,在寻找到更大的穿支血管后,才切断电凝之前的穿支血管。④选择最好的穿支血管,穿支血管越粗越好,其进入部位以皮瓣中央为佳。⑤选择最容易解剖的穿支血管,虽然穿支血管的口径和部位非常重要,但如果该穿支血管在肌肉内走行的距离长而曲折,解剖将费时、费力且容易损伤血管;如果同时有一口径和部位略差,但在肌肉表面走行较长的穿支血管,因其解剖容

易,应予以优选。这在切取腹壁下动脉穿支皮瓣解剖腹直肌穿支血管时应予以注意,因为其外侧的穿支血管在肌肉内走行距离很短,解剖容易;而其内侧的穿支在肌肉内走行距离长而曲折,解剖困难。此外,也要考虑穿支血管与肌肉肌支神经的关系,臀下动脉穿支皮瓣因其血管与肌支神经交叉或伴行紧密,解剖分离远不如臀上动脉穿支皮瓣容易。⑥仅在皮瓣完全游离后以血管夹阻断所选定穿支以外的其他穿支血管,证实皮瓣血供可靠后才能切断不需要的穿支血管。

4.2 带蒂移位穿支皮瓣

带蒂移位的穿支皮瓣多属于肌间隔(隙)穿支皮瓣,主要供区在四肢,临床应用较多。以四肢主干动脉远端发出的肌间隔(隙)穿支为供血的皮瓣,如胫后动脉穿支皮瓣、腓动脉穿支皮瓣、桡动脉穿支皮瓣和尺动脉穿支皮瓣,已广泛应用于足踝、手部创面的修复^[15-17]。随着对穿支皮瓣认识的深入,肌皮穿支皮瓣局部移位临床也获得了推广应用^[18]。方法是先在创面周围用彩色超声多普勒血流探测仪探测穿支血管,再紧靠创面切开,从深筋膜下将皮瓣掀起,观察寻找最靠近创面的穿支血管,确定后即以该血管为蒂,切取皮瓣移位修复创面^[19]。

4.3 游离移植穿支皮瓣

游离移植的穿支皮瓣多属于肌皮穿支皮瓣,皮瓣的供区主要分布于躯干和肢体的近端。穿支血管口径一般在1.0 mm左右,血管吻合具有较高的安全性。

临床常选用的肌皮穿支皮瓣主要有:①腹壁下动脉穿支皮瓣,由Koshima等^[7]于1989年首先报道,穿支血管穿过腹直肌或在腹直肌旁穿出。自Allen等^[20]将其用于乳房再造,现已成为乳房再造的标准手术,是临床应用最早、研究和应用最多的穿支皮瓣。②臀上动脉穿支皮瓣,穿支血管穿臀大肌,由Koshima等于1993年报道用于骶尾部褥疮的修复,现亦用于乳房再造^[21]。③胸背动脉穿支皮瓣,穿支血管穿背阔肌浅出,由Angrigiani等^[22]于1995年报道,主要用于躯干和四肢创面的修复。④股前外侧穿支皮瓣,由徐达传等^[23-24]报道的股前外侧皮瓣改进而来,穿支血管从旋股外侧动脉降支发出,穿过股外侧肌或从股直肌与股外侧肌之间的肌间隙浅出,穿阔筋膜分布于股前外侧区皮肤。该皮瓣的特点是可视受区需要,既可保留皮下脂肪以充填缺损,又可剔除皮下脂肪形成真皮下血管网超薄皮瓣,是临床应用最多和最广泛的皮瓣,已广泛应用于头颈部、口腔颌面部、躯干及四肢创面的修复及器官再造。台湾魏福全等^[25]2002年报道1 248例,2010年6月在广州的海峡两岸学术交流报告临床应用5 000余例,认为是最理想的游离皮瓣供区^[25]。⑤阔筋膜张肌

穿支皮瓣,由 Deiler 等^[26]于 2000 年首先报道,穿支血管起自旋股外侧动脉的横支或升支,穿过阔筋膜到达皮肤,多用于伴有肌腱缺损(如跟腱)的肢端修复。⑥腓肠内侧肌穿支皮瓣,由 Cavadas 等^[27]于 2001 年首先报道,穿支血管穿过腓肠肌内侧头浅出至皮肤,多用于下肢创面的修复。

随着穿支皮瓣的发展,四肢的肌间隔(隙)穿支皮瓣也有较多应用,如臂外侧肌间隔穿支皮瓣、骨间后动脉穿支皮瓣、桡动脉和尺动脉近端穿支皮瓣、胫后动脉穿支皮瓣和腓动脉穿支皮瓣等。

从国内外穿支皮瓣的临床应用来看,国外主要是整形外科医生开展,局限于整形外科领域的舌和乳房再造,四肢创伤修复领域应用较少;国内开展穿支皮瓣的研究虽然起步较晚,但近几年的发展较快,特别是手外科、显微外科和创伤外科的创伤修复领域应用较多。一些优秀的显微外科专家,灵活应用穿支皮瓣的显微外科解剖学知识,根据患者皮肤组织缺损情况,巧妙构思,创新设计,“深处种菱浅种稻,不深不浅种荷花”,有些患者治疗后功能和外形接近正常,是科学的结晶,艺术的佳品,已达国际先进水平^[28]。穿支皮瓣在民营医院的开展较广泛是我国特色之一。

5 穿支皮瓣的优缺点

穿支皮瓣在改善受区外形的同时减少了对供区的损害。因此,穿支皮瓣的出现符合当代临床组织移植的发展需要。另外,临床游离皮瓣移植约有 80% 是用于修复表面皮肤缺损,仅小部分用于填塞死腔或深部组织缺损。所以,仅包含皮肤和皮下脂肪组织的穿支皮瓣,符合“缺什么补什么”的重建原则^[1-3]。

穿支皮瓣的优点:①不切取肌肉,不损伤肌支神经,不影响运动功能;②多能保留深筋膜的完整性;③可保留供区皮神经主干和浅静干,对供区的感觉和静脉回流影响小;④供区部位多较隐蔽,多可直接关闭,不破坏供区外形,对供区破坏损失小;⑤设计灵活,可根据受区需要包含不同厚度的皮下脂肪组织;⑥患者术后康复快,住院时间缩短。

穿支皮瓣的缺点:①追踪解剖血管蒂费力耗时;②对术者的显微外科技术要求更高;③穿支血管的浅出部位和粗细存在变异;④细小血管容易被牵拉或扭曲,更容易发生血管痉挛。

6 穿支皮瓣的命名

穿支皮瓣的命名方法仍有争议。2003 年国际穿支皮瓣专家在比利时根特市召开了命名研讨会,初步达成共识^[29]:穿支皮瓣应以其供养血管(近侧的源血管)

而不是其下(深)面的肌肉来命名,即:①“源血管+穿支皮瓣”,如腹壁下动脉穿支皮瓣、胸背动脉穿支皮瓣等;②如果该源血管能切取多个穿支皮瓣,则以“解剖部位+穿支皮瓣”、“深层肌肉+穿支皮瓣”的方法命名,如旋股外侧动脉可供多个穿支皮瓣,名称分别有阔筋膜张肌穿支皮瓣、股前外侧穿支皮瓣、股外侧肌穿支皮瓣。2005 年 Kim^[30]提出另一命名方法:①对肌皮穿支皮瓣,以其穿过的肌肉命名,如背阔肌穿支皮瓣、臀大肌穿支皮瓣等;②对肌间隔穿支皮瓣,以其深部源动脉命名,如胫后动脉穿支皮瓣、腓动脉穿支皮瓣等。2010 年 Sinna 等^[31]提出更加细化的命名方法,包括 5 个方面:“源血管名称+解剖层面+肌肉名称+穿支类型(肌间隔、肌皮)+穿支皮瓣”。该细化命名主要用在写论文介绍新的穿支皮瓣或并不常用的血管蒂和血管有变异时。我国学者曾召开过 4 次穿支皮瓣研讨会,初步达成命名的共识^[8]:①对应用广泛、深入人心的皮瓣名称,仍沿用原有的部位命名法,如股前外侧穿支皮瓣;②对肌皮穿支皮瓣,依其穿过的肌肉命名;③对肌间隔(隙)穿支皮瓣,依近侧源动脉命名。同时,提出了简要命名和细化命名:①在论文题目和口头交流上,使用简要粗略命名;②在论文摘要、论文主体、病例列表中,使用细化精确命名。

7 穿支皮瓣存在的问题

穿支皮瓣经历了 20 余年的发展,临床应用日益广泛。随着研究的深入,有的认识已趋于统一,但仍存在一些争议,主要是:①穿支皮瓣的概念,最初提出的穿支皮瓣是较大的肌皮穿支皮瓣,后来国际会议上统一为:不论肌皮穿支还是肌间隔(隙)穿支皮瓣,均是穿支皮瓣;但仍有少数学者坚持肌皮穿支皮瓣的观点^[32-33];②穿支皮瓣是否携带深筋膜,大多数学者认为除蒂部外,穿支皮瓣切取不涉及深筋膜或其他深部组织,否则便是筋膜皮瓣或复合组织瓣。但有学者认为由于深筋膜血管网对皮瓣的血供作用,穿支皮瓣应携带深筋膜。③穿支皮瓣是否携带源血管,仅以穿支为蒂取瓣,不论是单蒂、双蒂或多蒂均为穿支,不涉及源动脉,否则便与传统轴型皮瓣无异,这是穿支皮瓣的特征。但也有学者鉴于穿支血管细小、蒂短,手术风险大,只要源动脉为非主干血管,可携带源动脉以增加手术安全性和适用范围。④穿支皮瓣的命名仍未完全统一,许多学者提出了自己的命名方法^[29-31]。除上述方面外,穿支皮瓣是否携带知名浅静脉、皮瓣供区是否直接拉拢缝合等也存在争议。

穿支皮瓣是传统皮瓣的发展,是当前皮瓣外科的研究热点。应该注意的是,有些学者好像只研究穿支

皮瓣,而忽视传统皮瓣的倾向。钟世镇院士最近在对皮瓣发表评论时指出:“数典还要忆祖”,不要忘记轴型皮瓣的老基础,“出新”很重要,但不要“推陈”。其实,效果显著、覆盖面大、应用广泛的还是传统轴型皮瓣。穿支皮瓣仅是利用主干血管发出的穿支,在皮瓣小型化、微创化、精细化上有所发展,达到以最小供区损害获得最佳的修复效果。研究穿支皮瓣必须具有传统轴型皮瓣的基础理论知识,在手术操作过程中,遇到血管变异、口径过细的困难时,还要应用传统轴型皮瓣的理论知识解决。

8 参考文献

- 1 Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, et al. Perforator flaps: Anatomy, Technique, and Clinical applications. St Louis: Quality Medical Publishing Inc., 2006: 4-67, 116-126.
- 2 张世民, 徐达传, 顾玉东. 穿支皮瓣. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(1): 32-33, 35.
- 3 张世民, 徐达传, 俞光荣, 等. 穿支皮瓣的发展与临床应用进展. 中国临床解剖学杂志, 2006, 24(2): 228-231, 239.
- 4 徐达传, 钟世镇. 深入开展基础与临床研究促进皮瓣外科的进一步发展. 中国临床解剖学杂志, 2004, 22(1): 3-4.
- 5 沈怀亮. 以肌皮动脉穿支为轴的臀部皮瓣解剖学. 临床应用解剖学杂志, 1984, 2(3): 156-157.
- 6 Kroll SS, Rosenfield L. Perforator-based flaps for low posterior midline defects. Plast Reconstr Surg, 1988, 81(4): 561-566.
- 7 Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. Br J Plast Surg, 1989, 42(6): 645-648.
- 8 张世民, 唐茂林, 穆广志, 等. 穿支皮瓣及相关术语的专家共识. 中国临床解剖学杂志, 2010, 28(5): 475-477.
- 9 唐茂林, 徐达传. 穿支皮瓣解剖学研究中存在的问题及对策. 中国临床解剖学杂志, 2006, 24(2): 225-227.
- 10 钟世镇, 陶永松, 刘牧之, 等. 肌间隔血管皮瓣——新型游离皮瓣的解剖学研究. 广东解剖学通报, 1981, 3(1): 1-8.
- 11 钟世镇, 孙博, 刘牧之, 等. 肌间隙血管皮瓣——一种新类型皮瓣. 广东解剖学通报, 1982, 4(1): 1-7.
- 12 Taylor GI, Palmer JH. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. Br J Plast Surg, 1987, 40(2): 113-141.
- 13 杨大平, 唐茂林, Christopher R. Geddes, 等. 皮肤穿支血管的解剖学研究. 中国临床解剖学杂志, 2006, 24(2): 232-235.
- 14 Wei FC, Mardini S. Free-style free flaps. Plast Reconstr Surg, 2004, 114(4): 910-916.
- 15 Koshima I, Itoh S, Nanba Y, et al. Medial and lateral malleolar perforator flaps for repair of defects around the ankle. Ann Plast Surg, 2003, 51(6): 579-583.
- 16 Chang SM, Zhang F, Yu GR, et al. Modified distally based peroneal artery perforator flap for reconstruction of foot and ankle. Microsurgery, 2004, 24(6): 430-436.
- 17 张世民, 徐达传, 张发惠, 等. 外踝后穿支皮瓣. 中国临床解剖学杂志, 2005, 23(4): 345-348, 356.
- 18 Hallock GG. Lower extremity muscle perforator flaps for lower extremity reconstruction. Plast Reconstr Surg, 2004, 114(5): 1123-1130.
- 19 Blondeel PN, Beyens G, Verhaeghe R, et al. Doppler flowmetry in the planning of perforator flaps. Br J Plast Surg, 1998, 51(3): 202-209.
- 20 Allen RJ, Treece P. Deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction. Ann Plast Surg, 1994, 32(2): 32-38.
- 21 Allen RJ, Tucker C Jr. Superior gluteal artery perforator free flap for breast reconstruction. Plast Reconstr Surg, 1995, 95(7): 1207-1212.
- 22 Angrigiani C, Grilli D, Siebert J. Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. Plast Reconstr Surg, 1995, 96(7): 1608-1614.
- 23 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. 临床应用解剖学杂志, 1984, 2(3): 158-160.
- 24 Xu DC, Zhong SZ, Kong JM, et al. Applied anatomy of the anterolateral femoral flap. Plast Reconstr Surg, 1988, 82(2): 305-310.
- 25 Wei FC, Jain V, Celik N, et al. Have we found an ideal soft-tissue flap? An experience with 672 anterolateral thigh flaps. Plast Reconstr Surg, 2002, 109(7): 2219-2230.
- 26 Deiler S, Pfadenhauer A, Widmann J, et al. Tensor fasciae latae perforator flap for reconstruction of composite Achilles tendon defects with skin and vascularized fascia. Plast Reconstr Surg, 2000, 106(2): 342-349.
- 27 Cavadas PC, Sanz-Giménez-Rico JR, Gutierrez-de la Cámara A, et al. The medial sural artery perforator free flap. Plast Reconstr Surg, 2001, 108(6): 1609-1617.
- 28 唐举玉, 李康华, 廖前德, 等. 穿支皮瓣移植修复四肢软组织缺损108例. 中华显微外科杂志, 2010, 33(3): 186-189.
- 29 Blondeel PN, Van Landuyt KH, Monstrey SJ, et al. The “Gent” consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. Plast Reconstr Surg, 2003, 112(5): 1378-1387.
- 30 Kim JT. New nomenclature concept of perforator flap. Br J Plast Surg, 2005, 58(4): 431-440.
- 31 Sinna R, Boloorchhi A, Mahajan AL, et al. What should define a “perforator flap”? Plast Reconstr Surg, 2010, 126(6): 2258-2263.
- 32 Wei FC, Jain V, Suominen S, et al. Confusion among perforator flaps: what is a true perforator flap? Plast Reconstr Surg, 2001, 107(3): 874-876.
- 33 Hallock GG. Direct and indirect perforator flaps: the history and the controversy. Plast Reconstr Surg, 2003, 111(2): 855-865.

(收稿:2011-08-03)

(本文编辑:刘丹)