

# 穿支皮瓣的发现发展历史与临床启示



张世民<sup>1</sup>, 宋达疆<sup>2</sup>

1. 同济大学附属杨浦医院骨科(上海 200090)
2. 湖南省肿瘤医院肿瘤整形外科(长沙 410008)

穿支皮瓣(perforator flap)是指由穿支动静脉供养的岛状皮下组织皮瓣,属轴型血管的皮瓣范畴。穿支皮瓣的概念起于20世纪80年代后期,Kroll & Rosenfield(美国1988)、Kojima & Soeda(日本1989)、Allen & Treece(美国1994)、Blondeel(比利时)、Hallock(美国)、Morris(加拿大)、魏福全等是这方面的先驱代表<sup>[1]</sup>。我国的穿支皮瓣概念由张世民等<sup>[2]</sup>于2004年首先介绍。穿支皮瓣的概念曾在国内引起过激烈争论,包括其基本定义、命名、与传统皮瓣的关系等<sup>[3]</sup>。从2005年开始,我国专家学者召开了多次穿支皮瓣专题研讨会,逐步达成了共识。当前,穿支皮瓣在我国正处于蓬勃发展时期,在创伤修复、肿瘤切除后重建等方面获得了广泛应用,取得了许多创新性成果。回顾穿支皮瓣的发现历史,分析穿支皮瓣的早期发展历程,总结提出“穿支皮瓣”这一科学新概念的关键契机,对我们的临床创新将有所启迪。

## 1 穿支皮瓣的发现发展历史

穿支皮瓣的发展是从腹直肌肌皮瓣(rectus abdominis musculocutaneous flap)起步的。20世纪70年代是肌皮瓣(musculocutaneous flap)发展的黄金时期,开发了大量肌皮瓣供区。但当时认为肌肉血管的皮肤穿支细小,单独以其皮肤穿支供血切取皮瓣,只能按照随意型血管的原则进行。1977年美国Mathes等<sup>[4]</sup>首次介绍了腹直肌肌皮瓣。1979年—1985年澳大利亚Robbins<sup>[5-7]</sup>报道采用该肌皮瓣进行乳房再造。1982年和1988年美国Hartrampf等<sup>[8-9]</sup>设计带蒂岛状横形腹直肌皮瓣(transverse rectus abdominis musculo-cutaneous flap, TRAM皮瓣),利用其丰富的皮下脂肪进行乳房再造,获得了良好

效果。该肌皮瓣面积体积大,血管蒂粗大恒定,供区容易处理,对乳房再造非常适合,但并不适合修复需要较薄皮瓣的部位,比如四肢(手足)和头颈部。其缺点:一是带有肌肉和肥厚的皮下脂肪,显得十分臃肿;二是腹直肌切取后,腹壁薄弱,容易发生切口疝。

为了解决腹直肌肌皮瓣臃肿和损害肌肉的问题,Taylor等<sup>[10]</sup>(1984)和Onishi等<sup>[11]</sup>(1986)进一步开展了腹直肌肌皮瓣的血供研究,发现腹直肌的穿支血管在皮下脂肪层仅发出少量分支,形成深筋膜上血管网,而大量分支是在真皮下层,形成真皮下血管网,真皮下血管网是皮肤组织血供的主要来源。

1988年日本Koshima等<sup>[12]</sup>受此启发,首先进行了“不携带肌肉”的尝试。先在皮瓣外侧,于深筋膜(腹直肌前鞘)浅层切开皮瓣,从深筋膜表面将皮瓣向内侧掀起,在脐旁观察到较粗的穿支血管穿过腹直肌进入皮下组织后,再沿穿支血管向深层切开腹直肌前鞘,垂直向下追踪解剖,至腹直肌内的腹壁下动脉,并继续沿着腹壁下动脉走行向远侧(骨盆方向)解剖,期间需结扎腹壁下动脉发出的肌支血管,直至将携带脐旁穿支的腹壁下动静脉血管完全游离出来。该皮瓣仅由一个脐旁肌皮穿支供养(来自腹壁下深动脉)且仅包含皮肤和皮下脂肪,称为“不带腹直肌的腹壁下动脉皮瓣”。Koshima等<sup>[12]</sup>的第1例手术完成于1988年1月,为1例44岁男性患者在舌癌切除后进行口腔重建,皮瓣大小13 cm×6 cm;第2例手术完成于1988年7月,为1例64岁男性患者在切除左侧腹股沟恶性淋巴瘤后,采用右侧腹壁下动脉皮瓣带蒂移位修复,皮瓣大小28 cm×17 cm;2例皮瓣均完全成活。Koshima等发现,一个脐旁穿支血管供养的皮瓣面积,几乎与先前整个腹直肌肌皮瓣面积一样。因此,保留腹直肌在供区原位,并不影响皮瓣血供,且有利于供区闭合,能预防腹壁疝的发生,还有利于对肥厚的皮下脂肪组织进行减薄处理。Koshima等在1988年

DOI: 10.7507/1002-1892.201701082

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81271993);湖南省自然科学基金面上项目(13JJ5012)

通信作者:张世民, Email: Shiminchang11@aliyun.com

9月将论文投至“British Journal of Plastic Surgery”（英国整形外科杂志），于1989年11月（第6期）获得发表。他们在该论文中并未提出穿支皮瓣的名称，而是称为“不带腹直肌的腹壁下动脉皮瓣”<sup>[12]</sup>。

1988年4月，美国Kroll等<sup>[13]</sup>首先使用了“穿支蒂皮瓣”（perforator-based flap）的名称。他们依据背阔肌和/或臀大肌在脊柱骶旁的肌肉穿支，切取仅以无名穿支血管（unnamed perforators）为蒂的皮瓣局部移位修复躯干缺损，术中穿支血管裸化（skeletonize）以增加其移动度，创面最大直径15 cm，5例患者均获得了成功。作者认为这种穿支蒂皮瓣的皮肤血供优于肌皮瓣，原因是携带的组织减少了（不带肌肉），但供养的血管口径却未减少（肌皮穿支）。Koshima等紧跟英文医学文献，采纳了“穿支蒂皮瓣”的名称，在其后几年内连续发表了多篇“穿支蒂皮瓣”的论文，包括1991年报道2例胫后动脉穿支蒂皮瓣游离移植修复手部和足部缺损<sup>[14]</sup>；1991年报道2例术中即刻减薄的（去除大部分皮下脂肪组织，保留厚度5 mm）腹壁下动脉穿支蒂皮瓣修复面部和足部缺损<sup>[15]</sup>；1992年报道13例腹壁下动脉穿支蒂皮瓣的临床应用经验，其中岛状皮瓣3例、不减薄皮瓣3例、减薄皮瓣7例，分别修复腹部、头面、咽喉颈部及下肢足部创面<sup>[16]</sup>；1993年报道22例股前外侧穿支蒂皮瓣修复头颈创面<sup>[17]</sup>。由此奠定了Koshima教授在穿支皮瓣领域的开创地位。在Pubmed上检索，可见Koshima教授及其团队发表的穿支皮瓣论文已达70余篇，持续引领着世界穿支皮瓣的发展方向。

然而，真正的穿支皮瓣名称是在美国医生Allen等<sup>[18]</sup>于1994年发表“腹壁下深动脉穿支皮瓣再造乳房（Deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction）”一文后才出现的。Allen等介绍了自1992年8月开始，对15例患者采用腹壁下深动脉穿支皮瓣进行乳房再造的经验，皮瓣纵向长10~20 cm，横向长20~42 cm，最大面积29 cm×20 cm，配有精美的手术示意图，而且将“腹壁下深动脉穿支皮瓣（deep inferior epigastric artery perforator flap）”直接用在论文题目中，并用英文缩写DIEP代替该皮瓣名称，随即风靡学术界，对穿支皮瓣在世界的推广起到了巨大促进作用。Allen等的这篇DIEP论文成为穿支皮瓣领域仅次于Koshima创始论文的第二高引论文。2014年Allen等总结了其20年间2 850例乳房再造的经验，采用DIEP者占66%，仍是自体组织再造乳房的首选<sup>[19]</sup>。1994年后，阿根廷Angrigiani等<sup>[20]</sup>在1995年介绍了

胸背动脉穿支皮瓣（thoracodorsal arterial perforator flap, TDAP皮瓣），美国Allen等<sup>[21]</sup>在1995年介绍了臀上动脉穿支皮瓣（superior gluteal artery perforator flap, SGAP皮瓣），穿支皮瓣走向了蓬勃发展的轨道，身体各处的穿支皮瓣相继被开发出来。1996年日本Kimura等<sup>[22]</sup>报道了5例股前外侧皮瓣的显微削薄技术，并将穿支血管在皮下组织中的分枝走行分为3类。

1997年，国际穿支皮瓣学术委员会每年举办一次国际培训交流大会，第一届会议在比利时根特市召开；但直到2003年穿支皮瓣命名共识的发表，才引起世界学者的广泛重视<sup>[23]</sup>。我们也正是在研读这一共识的基础上，才在国内最早介绍了穿支皮瓣的概念<sup>[2]</sup>。2011年Hallock<sup>[24]</sup>提出了特殊类型穿支皮瓣的命名方法，包括穿支联体皮瓣、穿支嵌合皮瓣、穿支血流桥接皮瓣等及其各种组合拼装形式。第十六届国际穿支皮瓣大会于2014年在我国宁波市召开，标志着我国的穿支皮瓣研究工作进入了世界前列。

## 2 穿支皮瓣发现发展的几个契机

### 2.1 “穿支”这一名词

皮肤血管的解剖学基础是皮瓣外科发展的基石。穿支血管（perforating vessel）一词最早由法国解剖学家Salmon在1936年出版的法语专著《皮肤的动脉》中使用。1967年Fujino<sup>[25]</sup>论述了轴型血管和穿支血管对皮肤血液循环的贡献。1985年英国Timmons<sup>[26]</sup>在“皮肤血供解剖学研究的里程碑（Landmarks in the anatomical study of the blood supply of the skin）”一文中，详细回顾总结了皮肤血供的研究成果，大量引用了Salmon的论述和配图，特别强调了Salmon命名的穿支血管对筋膜皮瓣的供血作用。Salmon的法语专著由澳大利亚Taylor等译成英文于1986年出版，穿支（perforator）的概念才被世界学者所认识。1986年日本Nakajima等<sup>[27]</sup>提出的皮瓣分类法中，将皮肤的供养血管分为6类，其中就包括肌皮穿支和肌间隔穿支两种类型。

但在20世纪80年代，我国学者很难接触到英文专著和文献，国内外的学术交流十分有限。其实，我国钟世镇等<sup>[28-29]</sup>在1981年提出的“肌间隔血管”（septocutaneous vessel），虽然未使用“穿支”这个概念，但实际上即为目前所称的“肌间隔穿支血管”（septocutaneous perforator）。日本Koshima正是在深刻认识了皮肤血管解剖和皮瓣历史沿革之后，在1989年从外科学角度，创造了不同于传

统筋膜皮瓣和肌皮瓣的“穿支皮瓣”这一全新技术。

## 2.2 深筋膜与皮瓣成活

1981 年在瑞典 Ponten<sup>[30]</sup>提出“筋膜皮瓣”的概念之后,深筋膜上血管网对皮瓣血供有重要作用、深筋膜下间隙是切取皮瓣的外科平面、切取皮瓣携带深筋膜等原则逐渐深入人心,已成为临床皮瓣手术的常规。但在筋膜皮瓣出现早期,携带深筋膜仅在四肢皮瓣获得了公认,躯干部的深筋膜发育并不完善(配合呼吸),深筋膜增加血供的作用受到许多质疑<sup>[31]</sup>。其实,深筋膜血管网的分布也有其特点,在肌间隔穿支血管供血的部位丰富密集(肌间隔与深筋膜相延续),而在肌皮穿支供血的部位则相对稀疏。因此,在躯干部的肌皮穿支皮瓣保留深筋膜结构在供区原位,并不影响皮瓣血供,且有利于对皮下脂肪组织进行减薄处理,还有利于供区闭合,能预防肌肉疝的发生。Schaverien 等<sup>[32]</sup>(2008)的研究认为,在四肢切取皮瓣时保留深筋膜结构于原位,同样能获得前述效果,而且为保留重要的浅静脉干和皮神经支提供了可能。深筋膜对皮瓣的供血作用再次受到了质疑。

## 2.3 真皮下血管网与皮瓣成活

真皮下血管网是皮肤结构中血管网最丰富、最密集的部位,其丰富程度远超过深筋膜上血管网。1980 年 Thomas<sup>[33]</sup>发表论文“薄型皮瓣(Thin flaps)”,认为只要真皮下血管网不受损伤,皮瓣就能获得足够血供而成活,并报道了 6 例减薄的腹股沟皮瓣修复手部和颈部,无需二期再次修薄。此后,日本 Tsukada<sup>[34]</sup>(1980)提出了“真皮下血管网皮片”的概念,该类皮片移植后成活迅速、质量高。司徒朴等<sup>[35]</sup>(1986)开展真皮下血管网皮瓣的研究,进一步证实了该层血管网的丰富血供。这是 Koshima 能一期修薄 DIEP 皮瓣(仅保留 5 mm 脂肪)的理论依据。Koshima 认识到,皮肤的存活主要依赖于真皮下血管网的供养,薄型穿支皮瓣携带的组织量(肌肉、深筋膜、皮下脂肪)减少了,真正需要成活的皮肤组织,获得的血供量反而较以前增加了,成活更有保障。

## 2.4 穿支血管大小与轴型皮瓣

在早期的传统皮瓣阶段,只有口径 $\geq 1$  mm 的直接皮肤血管和主干带小分枝血管(肌间隔皮支)才能切取轴型皮瓣,即全身的轴型皮瓣有 70 余处;而肌肉的皮肤穿支血管因为太细小,仅能作为随意型皮瓣的形式使用。随着显微外科精细解剖和吻合技术的进步,轴型皮瓣的概念也在不断发展,细小的肌皮穿支血管(口径 $\geq 0.5$  mm 或 0.8 mm)也能

吻合成功,即全身的轴型皮瓣有 300 余处;现在看来,再细些的血管( $\geq 0.3$  mm)也可被称作轴型血管而进行“穿支对穿支”的游离移植;甚至口径 $< 0.3$  mm 的毛细血管型穿支血管(capillary perforator)<sup>[36]</sup>,在超级显微外科技术(super microsurgery)下也能完成游离移植,更不用说作为穿支带蒂皮瓣进行局部移位。穿支皮瓣概念的提出使轴型皮瓣的供区数目显著增加了,而显微外科技术的深入发展,更使穿支皮瓣达到了“自由王国”的程度,在临床应用上可以说很少考虑其数量问题,而更多考虑的是其质量问题。

## 3 对临床创新的几点启示

总结分析 Koshima 教授提出“穿支皮瓣”的过程,对提高我们的临床科研创新能力有所借鉴。有以下几点启示:① 不满足于普通显微外科技术的临床应用,一直在寻找改善腹直肌肌皮瓣两大缺点(损害肌肉、臃肿)的方法,即长期思索着一个临床问题。② 站在前人肩膀上,阅读掌握了大量文献,对皮瓣外科的发展历史有系统了解,对皮瓣成活与血管解剖的关系有深刻理解;文献对肌皮穿支血管及真皮下血管网早有报道,深刻理解这些解剖结果(固定知识)的潜在价值,是 Koshima 作出临床创新(创新性应用、新的增长点)的理论基础。③ 具有批判的头脑和独立思考的精神,思想不受原有知识的束缚,将历史文献资料与最新的皮肤血管研究结果相结合,并进行逻辑推理,得出仅靠穿支血管皮瓣也能够成活的结论。④ 理解患者的需求(薄皮瓣),在与患者进行深入沟通后,有尝试新技术、新方法的勇气,并获得了成功。⑤ 全身心投入,紧密跟踪文献,站在学术发展的最前沿,吸收并采纳更加明确的新名称(perforator-based flap)。⑥ Koshima 教授作为日本人,英语并非母语,但他却将第一手资料用英文在国际杂志上发表,表明其深刻认识到了英语是国际第一科技语言的重要性,而且具有良好的英文素养。⑦ 在科学领域具有竞争精神,具有勇争第一、获取发明权的意识,及时发表学术论文,其 1989 年的创始论文和 1991 年发表的 3 篇论文,虽然各只有 2 例,但已经抢占了该领域的先机。Koshima 教授带领团队持续开展这方面的工作,并撰写发表论文,才为其赢得了当今世界穿支皮瓣的领导者 and 话语权。用 Google scholar 检索,可见其 1989 年的创始论文已被引用近 1 000 次。

穿支皮瓣是当今皮瓣外科发展的最高阶段,从 1989 年首次提出至今,无论基础研究还是临床应用,一直倍受关注,成为皮瓣外科的热点,在

GoPubMed 检索, 穿支皮瓣有 3 400 多篇论文, 其中我国发表 160 篇。国内穿支皮瓣虽然起步较晚, 但发展迅速<sup>[37]</sup>。唐茂林等<sup>[38]</sup>在 2013 年出版了国内第一部穿支皮瓣专著。我国学者近年来在这方面发表了大量论文和技术改进, 在中国知网 (CNKI) 检索“穿支皮瓣”, 有 740 多篇学术论文。但均是在 Koshima 教授原创奠基的基础上, 对这个大厦进行添砖加瓦。

详细地了解皮瓣外科发展历史、皮肤血供研究历史、深刻理解血管解剖等基础研究的潜在价值、大量阅读文献与专著、参与国际学术舞台并发言交流、在本专业国际英文核心期刊发表学术论文等, 是融入国际学术圈、争取话语权、提高我国学者学术影响力的必由之路。

#### 参考文献

- Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, *et al.* Eds. Perforator flaps: anatomy, technique, and clinical applications. 2nd eds. St Louis, Missouri: Quality Medical Publishing, Inc., 2013.
- 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.
- 张世民, 王欣, 唐茂林, 等. 穿支皮瓣的当前争论与共识. 中华显微外科杂志, 2014, 37(1): 3-4.
- Mathes SJ, Bostwick J 3rd. A rectus abdominis myocutaneous flap to reconstruct abdominal wall defects. *Br J Plast Surg*, 1977, 30(4): 282-283.
- Robbins TH. Rectus abdominis myocutaneous flap for breast reconstruction. *Aust N Z J Surg*, 1979, 49(5): 527-530.
- Robbins TH. Post-mastectomy breast reconstruction using a rectus abdominis musculocutaneous island flap. *Br J Plast Surg*, 1981, 34(3): 286-290.
- Robbins TH. Breast reconstruction using a rectus abdominis musculocutaneous flap: 5 yr follow-up. *Aust N Z J Surg*, 1985, 55(1): 65-67.
- Hartrampf CR, Schefflan M, Black PW. Breast reconstruction with a transverse abdominal island flap. *Plast Reconstr Surg*, 1982, 69(2): 216-225.
- Hartrampf CR Jr. The transverse abdominal island flap for breast reconstruction. A 7-year experience. *Clin Plast Surg*, 1988, 15(4): 703-716.
- Taylor GI, Corlett RJ, Boyd JB. The versatile deep inferior epigastric (inferior rectus abdominis) flap. *Br J Plast Surg*, 1984, 37(3): 330-350.
- Onishi K, Maruyama Y. Cutaneous and fascial vasculature around the rectus abdominis muscle: anatomic basis of abdominal fasciocutaneous flaps. *J Reconstr Microsurg*, 1986, 2(4): 247-253.
- Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg*, 1989, 42(6): 645-648.
- Kroll SS, Rosenfield L. Perforator-based flaps for low posterior midline defects. *Plast Reconstr Surg*, 1988, 81(4): 561-566.
- Koshima I, Soeda S. Free posterior tibial perforator-based flaps. *Ann Plast Surg*, 1991, 26(3): 284-288.
- Koshima I, Moriguchi T, Fukuda H, *et al.* Free, thinned, paraumbilical perforator-based flaps. *J Reconstr Microsurg*, 1991, 7(4): 313-316.
- Koshima I, Moriguchi T, Soeda S, *et al.* Free thin paraumbilical perforator-based flaps. *Ann Plast Surg*, 1992, 29(1): 12-17.
- Koshima I, Fukuda H, Yamamoto H, *et al.* Free anterolateral thigh flaps for reconstruction of head and neck defects. *Plast Reconstr Surg*, 1993, 92(3): 421-428.
- Allen RJ, Treece P. Deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction. *Ann Plast Surg*, 1994, 32(1): 32-38.
- Healy C, Allen RJ Sr. The evolution of perforator flap breast reconstruction: twenty years after the first DIEP flap. *J Reconstr Microsurg*, 2014, 30(2): 121-125.
- Angrigiani C, Grilli D, Siebert J. Latissimus dorsi musculocutaneous flap without muscle. *Plast Reconstr Surg*, 1995, 96(7): 1608-1614.
- Allen RJ, Tucker C Jr. Superior gluteal artery perforator free flap for breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 1995, 95(7): 1207-1212.
- Kimura N, Satoh K. Consideration of a thin flap as an entity and clinical applications of the thin anterolateral thigh flap. *Plast Reconstr Surg*, 1996, 97(5): 985-992.
- Blondeel PN, Van Landuyt KH, Monstrey SJ, *et al.* The “Gent” consensus on perforator flap terminology: preliminary definitions. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 112(5): 1378-1383.
- Hallock GG. The complete nomenclature for combined perforator flaps. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 127(4): 1720-1729.
- Fujino T. Contribution of the axial and perforator vasculature to circulation in flaps. *Plast Reconstr Surg*, 1967, 39(2): 125-137.
- Timmons MJ. Landmarks in the anatomical study of the blood supply of the skin. *Brit J Plast Surg*, 1985, 38(2): 197-207.
- Nakajima H, Fujino T, Adachi S. A new concept of vascular supply to the skin and classification of skin flaps according to their vascularization. *Ann Plast Surg*, 1986, 16(1): 1-19.
- 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, 1(1): 1-8.
- 钟世镇, 陶永松, 刘牧之. 肌间隔血管源游离皮瓣的解剖学. 解剖学报, 1982, 13(3): 230-236.
- Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Brit J Plast Surg*, 1981, 34(2): 215-220.
- Cormack GC, Lamberty BG. Fasciocutaneous vessels: Their distribution on the trunk and limbs, and their clinical application in tissue transfer. *Anat Clin*, 1984, 6(2): 121-131.
- Schaverien M, Saint-Cyr M. Suprafascial compared with subfascial harvest of the radial forearm flap: an anatomic study. *J Hand Surg (Am)*, 2008, 33(1): 97-101.
- Thomas CV. Thin flaps. *Plast Reconstr Surg*, 1980, 65(6): 747-752.
- Tsukada S. Transfer of free skin grafts with a preserved subcutaneous vascular network. *Ann Plast Surg*, 1980, 4(6): 500-506.
- 司徒朴, 陈杰, 陈金火, 等. 暴露真皮下血管网的带蒂皮瓣. 第一军医大学学报, 1986, 6(1): 60-61.
- Koshima I, Narushima M, Mihara M, *et al.* New thoracodorsal artery perforator (TAPcp) flap with capillary perforators for reconstruction of upper limb. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2010, 64(2): 140-145.
- 侯春林, 顾玉东. 皮瓣外科学. 2 版. 上海: 上海科学技术出版社, 2013.
- 唐茂林, 徐永清, 张世民. 穿支皮瓣的应用解剖与临床. 北京: 科学出版社, 2013.

收稿日期: 2017-01-17

本文编辑: 王雁