

# 穿支皮瓣研究进展

陈铿 柴益民

**摘要** 穿支皮瓣是由穿支血管供血的皮肤和皮下组织瓣,是显微外科皮瓣移植技术的新发展。穿支皮瓣可保留供区的主要血管,无需携带肌肉组织,符合组织移植“受区修复重建好,供区破坏损失小”的原则,是创伤后肢体软组织缺损修复的理想选择。基于血管造影及三维重建等技术的穿支皮瓣三维可视化研究,可深入了解各部位穿支的解剖学规律,获得精确的定位定量参数。超薄化、小型化、组合形式化,精确修复损伤,获得满意外观和良好功能,是穿支皮瓣移植技术的发展方向。

**关键词** 动脉;穿支皮瓣;修复

20 世纪 80 年代末至 90 年代, Koshima 等介绍了基于肌皮穿支动脉的皮瓣。该皮瓣由皮肤和皮下脂肪组成,仅要保护并获得由下方肌肉穿出的小动脉。该皮瓣克服了原有肌皮瓣形态臃肿、切取部位肌肉丧失等缺点,可最大限度地减少供区损伤,目前已广泛应用于体表器官再造及创面覆盖。穿支皮瓣的发现及临床应用被视为整形修复重建外科的新阶段。本文对穿支皮瓣的技术进展作一综述。

## 1 概念、分类与命名

人体皮肤血供均来自深部动脉,通过直接皮肤动脉、穿动脉和伴随皮神经浅静脉的营养血管营养皮肤、皮下组织和深筋膜。穿支皮瓣由皮肤和皮下组织构成,有独立的穿支血管供血,这些穿支血管从所属主干发出后,从深部组织(主要是肌肉)中或之间穿出并供应浅表的皮瓣<sup>[1]</sup>。

根据血管起源,穿支血管可分为两类:①肌皮穿支血管,经过深层肌肉后再穿过深筋膜到达皮肤,多存在于扁平宽阔的肌肉部位,如躯干和四肢的近段,切开深筋膜后可通过向肌肉深层追踪解剖而获得较长的血管蒂。②肌间隔(隔)皮肤穿支血管,经肌间隔穿过深筋膜到达皮肤,多存在于肌肉细长和四肢肌间隔部位,分开肌间隔可见到穿支血管起自深部主干动脉。两类穿支血管可能供应着同一个皮瓣,使皮瓣的设计多样化。

与穿支血管分类相对应,穿支皮瓣分为肌皮穿支皮瓣和肌间隔穿支皮瓣。肌皮穿支皮瓣由 Koshima 等<sup>[2]</sup>在 1989 年首先报道,他们在脐旁切取仅包含皮肤和皮下脂肪的超薄岛状皮瓣,该皮瓣由源于腹壁下深动脉的一个肌皮穿支血管供养,分别修复腹股沟缺损和舌缺损。Allen 等<sup>[3]</sup>将该皮瓣作进一步改进,切取带相同穿支血管蒂的穿支皮瓣行乳房再造术,此即腹壁下深动脉穿支皮瓣(DIEP),在临床获得了广泛应用。肌间隔穿支皮瓣由 Ponten 首先报道,它与筋膜皮瓣有许多相似之处,两者均带有深筋膜血管网。肌间隔穿支血管的直径多在 1 mm 左右,以远侧的肌间隔穿支血管为蒂,可形成远端带蒂皮瓣以行局部转移,常用于修复肢体远端创面。

临床应用中采用带蒂转移和游离移植两种形式。带蒂转移的穿支皮瓣多属于肌间隔穿支皮瓣,主要供区为肢

体,已广泛应用于肢端创伤缺损的修复,临床应用时可将穿支皮瓣的蒂部完全游离以利于旋转、滑行等,术后不出现猫耳,外形满意。游离穿支皮瓣的设计以穿支血管的位置为基础,皮瓣大小根据血管与分支情况,以及所需组织量决定,一般不超过 8 cm×20 cm,也可通过超声定位来设计皮瓣<sup>[4]</sup>。一个穿支皮瓣有两根穿支供血血管,若阻断其中一根穿支,另一根穿支也能提供整块皮瓣血供,这类皮瓣称为嵌合皮瓣,其用途更加广泛。

国际穿支皮瓣论坛曾就穿支皮瓣的命名进行过专题讨论,提出以源动脉为基础的命名原则,此后命名逐渐有所规范。2003 年, Geddes 等<sup>[5]</sup>在此基础上提出更准确的穿支皮瓣命名方法,亦即取该穿支皮瓣供血动脉的英文首字母,后加 P(perforator)标明穿支,其后注明来源肌肉名称等。例如, DIEAP-RA 为腹壁下深动脉-腹直肌穿支皮瓣,其中 DIEA(deep inferior epigastric artery)意为供血动脉名称、P 代表穿支、RA(rectus abdominis)为穿经肌肉的名称。有些部位的深部血管发出多个穿支血管,则需加上数字表明第几穿支,如 LAP-3 皮瓣代表第 3 腰动脉穿支皮瓣。该命名方法表明了穿支皮瓣的源动脉、穿经结构,可对该穿支皮瓣的性质一目了然。穿支皮瓣命名的规范化,有利于学术交流和技术进展。

## 2 适应证与优缺点

穿支皮瓣的手术选择要根据缺损部位、皮瓣大小、患者对美观的要求及术者的临床经验等因素综合考虑。供区穿支血管少或有较大瘢痕的患者,不适于穿支皮瓣手术。根据 Taler 等的研究,人体由知名血管供血的潜在穿支皮瓣达 40 种,分布于全身各个部位。临床上选择穿支皮瓣至少应考虑:①恒定的血供;②足够长度的血管蒂;③至少有一条直径≥0.5 mm 的穿支血管;④供瓣区能直接缝合。

穿支皮瓣是对传统肌皮瓣的技术改良,其优点为:①可保留供区的肌肉筋膜和神经;②可将供区的并发症降到最低;③皮瓣设计更加灵活,顺应性好;④符合“相似组织替代”原则,使修复更加完美;⑤供区较隐蔽,一般可直接关闭。穿支皮瓣的缺点为:①穿支血管的解剖位置和直径变异较大<sup>[6]</sup>;②穿支的轴向不易确定<sup>[7]</sup>;③穿支血管细小,血管蒂受牵拉易发生血管痉挛。因此,对术者的显微外科技术要求较高。

作者单位: 200233, 上海交通大学附属第六人民医院骨科

### 3 临床应用现状

Blondeel 等<sup>[5]</sup>提出 6 点建议,以降低穿支皮瓣手术失败风险:①术前使用多普勒等探测仪器确定穿支血管的位置和大小。②术中先在皮瓣一侧作切口,提起皮瓣后寻找主要的穿支血管,根据穿支血管的具体情况再作调整。如不能切取穿支皮瓣,可转为切取传统的肌皮瓣。③在发现更粗的穿支血管前,保留每一条出现的穿支血管。④综合考虑穿支血管直径及其进入皮瓣的部位,选用最合适的穿支血管。⑤选用最易解剖的穿支血管。⑥皮瓣完全掀起后,方可切断不需要的穿支血管。

几种常用穿支皮瓣的解剖学研究进展与临床应用特点:①股前外侧皮瓣。李孝利等<sup>[9]</sup>认为,90%股前外侧皮瓣由旋股外侧动脉及其伴行静脉的降支分出的小穿支供血,但也有异常情况,如穿支血管可从横支分出;绝大多数情况(83.3%)下小穿支血管穿过肌肉,但仍有 16.7%穿支血管走行于股外侧肌与腹直肌肌间隔中。刘育凤等<sup>[10]</sup>认为,最多见的股前外侧皮瓣血供方式是由发自旋股外侧动脉的肌皮穿支供血,其次是肌间隔穿支,少数情况可能发自旋股外侧动脉横支或旋股外侧动脉干,甚至直接发自股深动脉的穿支,而这种穿支往往是直接皮肤血管。切取皮瓣时,以髂前上棘至髌骨外上角连线中点,即旋股外侧动脉降支的皮支穿出点为关键点,轴心线为关键点至腹股沟韧带中点连线,即旋股外侧动脉降支的体表投影。以关键点为轴点,轴心线为蒂在股前外侧中下部设计皮瓣,皮瓣切取范围上界为阔筋膜张肌近端,下界为髌上 7 cm,内侧为股内侧缘,外侧可达肌间隔。按设计先切开蒂部及皮瓣前外侧,在阔筋膜下分离至股直肌与股外侧肌之间,找到旋股外侧动脉降支,沿降支仔细解剖至肌皮动脉穿支,带少量肌袖以保护血管。将股前外侧神经包含于皮瓣内,向近侧游离一定长度备用。股前外侧皮瓣的优点在于可获得较长的血管蒂,便于移位或吻合;可获得宽大、可靠的皮瓣(最大为 35 cm×25 cm)用于修复大面积缺损<sup>[11]</sup>;可获得神经感觉皮瓣;修除皮下脂肪可制备成真皮下血管网皮瓣,或可制备成带单一穿支的仅 2~3 mm 厚的脂肪瓣<sup>[12]</sup>,用途非常广泛。Wei 等<sup>[13]</sup>认为股前外侧是最理想的游离皮瓣供区。然而,旋股外侧动脉系统及其皮瓣穿支存在多种变异,增加了术中解剖的困难。②腹壁下动脉系统穿支皮瓣。腹壁下动脉。自腹股沟韧带上方髂外动脉发出后,在腹直肌后上方行,在脐上一个腱划水平开始以螺旋微动脉与腹壁上动脉形成血管吻合,腹壁下动脉肌皮穿支穿出腹直肌前鞘点常垂直排列成两排,分别距腹中线 2.3 cm 和 4.9 cm,其直接皮肤供区为脐上的下 1/3 至脐下的上 2/3。在腹壁浅筋膜层内,腹壁下动脉肌皮穿支与腹壁浅动脉之间有良好的血管吻合。按设计线作皮瓣一侧切口,在腹外斜肌和腹直肌筋膜浅面,由外向内进行剥离,剥离至腹直肌鞘的外侧缘时需谨慎,注意保护穿过腹直肌前鞘、来源于腹壁下动(静)脉的穿支血管,保留 1~2 组穿支血管,继续向内剥离直至腹壁中线处。沿腹直肌肌纤维方向切开包裹

穿支血管的腹直肌前鞘,游离穿支血管直至腹壁下血管主干处。同法剥离对侧皮瓣后,掀起整个皮瓣,游离出足够长度的腹壁下血管。腹壁下动脉穿支皮瓣多用于乳房再造、头颈部缺损的修复。该皮瓣的优点为应用于乳房再造具有充足的组织量,最大可取 42 cm×20 cm<sup>[14]</sup>;腹壁皮肤的色泽、质地与受区十分相似,血管蒂较长,利于皮瓣塑形,腹壁下动脉直径与胸廓内动脉直径相当,利于血管吻合。③胸背动脉穿支皮瓣。穿支血管源自胸背动脉,穿过背阔肌达皮瓣。杨大平<sup>[15]</sup>对胸背动脉进行解剖研究,发现胸背动脉发出 3~6 支肌皮穿支供应皮肤,其中最粗的穿支血管起自外侧支,位于腋后襞下 6~8 cm,其以下从外侧支发出的穿支数可多达 3 条,间隔 1.5~4 cm。每条穿支斜行 3~5 cm 穿过肌肉达皮肤。穿支动脉直径为 0.3~0.6 mm,均有两条伴行静脉。切取皮瓣时首先触诊确定背阔肌外侧缘并标记,然后于腋后襞下 6~8 cm 和背阔肌外侧缘以内 2~4 cm 处用多普勒血流仪测定穿支血管并标记。在第一条穿支以下依次确定标记其他穿支位置。以第一条穿支血管为中心设计椭圆形皮瓣,皮瓣长轴平行于背阔肌外侧缘,宽度以能直接缝合供区为原则。若以单一穿支血管为蒂,即以胸背动脉外侧支发出的第一条穿支为蒂,皮瓣切取范围约 15 cm×8 cm。若皮瓣带两条穿支血管,即以上述第一条穿支和下一条邻近的纵行穿支为蒂,皮瓣切取范围可达 25 cm×12 cm。胸背动脉穿支皮瓣相对较薄,更适于四肢和头面部的修复再造。

### 4 研究热点与展望

#### 4.1 三维可视化

皮瓣三维可视化研究是目前研究的热点。以往主要依靠大体解剖时染料灌注得出血管蒂的外径、蒂长及皮瓣切取范围等参数,但人为控制的灌注压力可能会导致血管吻合处压力失衡,使得灌注物跨越动脉供区而流向周边其他血管的供区,故通过染料灌注得出的皮瓣切取范围往往会超越其实际供血范围。最近, Schaverien 等<sup>[16]</sup>、金联洲<sup>[17]</sup>应用血管造影配合图像处理技术非常直观而准确地标定出某一动脉的分布区域,进而可对其供血范围进行精确的直接测量,确定穿支血管的确切数目及出现位置的规律,从而为临床应用提供解剖学数据。利用工程软件可重建三维立体结构图像,利用图像分割技术可实现皮瓣结构的数字化、可视化。相信随着研究的深入,可对自然皮瓣的结构和功能做出科学合理的归纳总结,藉此建立动态模型,精确模拟自然皮瓣的生理、代谢及应激变化。利用可视化的数字皮瓣技术,可做出更为精确合理的手术设计,使之成为更加得力的手术辅助,在术后治疗、康复、评价等方面发挥更重要的作用。

#### 4.2 超薄化、小型化

穿支皮瓣超薄化、小型化也是穿支皮瓣的发展趋势<sup>[18]</sup>。通过精细的显微解剖与血管吻合技术,在保留好皮下血管丛不受损的前提下,从脂肪层切取皮瓣,可将对

(下转第 404 页)

负重,但可通过肌肉舒缩和床上髌膝关节屈伸练习来促进血液循环,维持关节活动度。患肢的不负重练习产生局部微动,可刺激局部炎症反应而诱发骨痂生长,骨痂增加的力学强度可弥补股骨内侧支撑的不足,提高固定的稳定性,起到防止发生内固定折断和骨折移位的作用。本组病例术后平均 4.6 周可出现骨痂生长,临床观察未发生复位丢失和内固定折断的现象,因此 MIPPO 方法治疗有利于尽早开始下肢承重锻炼,缩短了术后恢复时间。

我们采用的手术方法基于 BO 和 MIPPO 理论,保护了骨折端血液供应,通过快速生长的骨痂增加稳定性,支持下肢负重。不足之处在于,股骨颈内导针是在体外定位后经肉眼瞄准后置入,具有相当的主观性,导致部分病例出现轻度髌关节内外翻畸形,且需要长时间暴露于 X 线下进行手术。本组患者大部分为交通事故伤或坠落伤,既往体质较好,未发生围手术期死亡及术后功能恢复

良好可能与此有一定关系。本组患者平均年龄 58.3 岁,多数没有明显骨质疏松,故将此技术推广于老年患者要慎重。本组病例数较少,有的并发症可能没有表现出来,还需要大样本病例的进一步观察。

#### 参考文献

- 1 Sanders R, Regazzoni P. Treatment of subtrochanteric femur fractures using the dynamic condylar screw. *J Orthop Trauma*, 1989; 3(3):206-213
- 2 Gautier E, Sommer CH. Biological internal fixation: guidelines for the rehabilitation. *Ther Umsch*, 2003; 60(12):729-735
- 3 孙文健,王黎明,杨文贵,等. 微创接骨板固定术治疗骨折的进展. *中华创伤杂志*, 2000; 22(12):951-953
- 4 Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*, 2002; 84(8):1093-1110
- 5 Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, 1998; 29(Suppl 3):C3-C6

(收稿:2008-10-09)

(本文编辑:边佑)

(上接第 371 页)

供区肌肉与血管的损伤降低到最低程度,且为均匀一致的薄皮瓣,不需后期再进行任何皮瓣修薄术<sup>[19]</sup>。Kimuta 等<sup>[20]</sup>报道腹股沟穿支薄皮瓣的临床应用结果,发现穿支血管经缝匠肌筋膜穿出,用显微解剖技术可在筋膜上与脂肪层间完成皮瓣切取,认为该皮瓣有较长的血管蒂,明显优于传统的腹股沟皮瓣。通过对细小血管解剖学的深入研究,分清了各层次各部位组织血管的分布形式,尤其是直径在 0.2~0.4 mm 以上小分支血管的情况,临床上可切取小型组织瓣(块)用于带血管蒂的移位或吻合血管的移植术,修复小的组织缺损。采用指动脉终末分支皮瓣修复指端缺损,手指外形和功能均能获得令人满意的结果<sup>[21]</sup>。

#### 4.3 组合形式化

对某些部位的组织块缺损,可切取穿支皮瓣组合其他组织块进行修复,效果更接近伤缺组织的解剖功能和外观。例如,严重手部外伤不仅有皮肤缺损,且常伴有肌腱、骨关节缺损,可切取股前外侧皮瓣与趾间关节,通过吻合血管组合来修复手背皮肤和某些掌指关节缺损。此优化组合方案除可恢复正常形态和结构外,更重要的是尽可能恢复手部功能,从而获得较为满意的效果。

近年来,各部位穿支皮瓣的基础解剖研究和临床应用已取得非常显著的进展,但仍有很多问题,如穿支血管外径、蒂长、轴向与其供血范围、营养范围的关系,各穿支血管之间的相互作用关系,以及皮瓣生理、病理、代谢及微血管构筑等方面的问题,亟待研究。

#### 参考文献

- 1 Brondel PN, van Landuyt K, Hamdi M, et al. Perforator flap terminology: update 2002. *Clin Plast Surg*, 2003; 30(3):343-346
- 2 Koshima I, Soeda S. Inferior epigastric artery skin flaps without rectus abdominis muscle. *Br J Plast Surg*, 1989; 42(6):645-648
- 3 Allen RJ, Treece P. Deep inferior epigastric artery perforator flap for breast reconstruction. *Ann Plast Surg*, 1994; 32(1):32-38
- 4 Mardini S, Tsai FC, Wei FC. The thigh as a model for free style flaps. *Clin Plast Surg*, 2003; 30(3):473-480
- 5 Geddes CR, Morris SF, Neligan PC. Perforator flaps: evolution, classification,

and applications. *Ann Plast Surg*, 2003; 50(1):90-99

- 6 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
- 7 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(3):225-227
- 8 Blondeel PN, Neligan PC. Complications: avoidance and treatment [A]. In: Blondeel PN, Morris SF, Hallock GG, eds. *Perforator Flaps: Anatomy, Technique, and Clinical Applications* [M]. St Louis, Missouri: Quality Medical Publishing, 2006:118-119
- 9 李孝利, Neligan PC. 股前外侧游离穿支皮瓣修复头面部和四肢肿瘤切除后软组织缺损. *中国修复重建外科杂志*, 2007; 21(4):340-342
- 10 刘育凤,归来,张智勇. 股前外侧皮瓣的解剖及应用. *创伤外科杂志*, 2007; 9(3):283-286
- 11 Koshima I. Free anterolateral thigh flap for reconstruction of head and neck defects following cancer ablation. *Plast Reconstr Surg*, 2000; 105(7):2358-2360
- 12 Hsieh CH, Yang CC, Kuo YR, et al. Free anterolateral thigh adipofascial perforator flap. *Plast Reconstr Surg*, 2003; 112(4):976-982
- 13 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):2219-2226
- 14 董佳生. 腹壁下动脉穿支皮瓣乳房再造的手术要点. *外科理论与实践*, 2006; 11(2):102-103
- 15 杨太平. 胸背动脉穿支皮瓣的解剖研究和临床应用. *中国临床解剖学杂志*, 2006; 24(2):240-242
- 16 Schaverien M, Saint-Cyr M, Arbique G, et al. Three- and four- dimensional arterial and venous anatomies of the thoracodorsal artery perforator flap. *Plast Reconstr Surg*, 2008; 121(5):1578-1587
- 17 金联洲. 旋髂深动脉穿支皮瓣的数字解剖学研究. *解剖学报*, 2008; 39(2):260-263
- 18 王成琪,王剑利. 皮瓣及组织块临床应用回顾与展望. *中华显微外科杂志*, 2008; 31(2):83-85
- 19 Kimuta N. A microdissected thin tensor fasciae latae perforator flap. *Plast Reconstr Surg*, 2002; 109(1):69-77
- 20 Kimuta N, Satoh M. Free microdissected thin groin flap design with an extended vascular pedicle. *Plast Reconstr Surg*, 2006; 117(3):986-992
- 21 王保健,赵丽. 指动脉终末背侧支岛状皮瓣的临床应用. *中华显微外科杂志*, 2008; 31(2):130-131

(收稿:2008-05-30;修回:2008-08-15)

(本文编辑:林磊)