

## 第一章 四肢显微血管外科的进展

显微血管外科 (microvascular surgery) 是当代外科学中一门新技术, 通常也被称为显微外科 (microsurgery)。然而, 在某种意义上, 两者还是有一定区别的。可以这样讲, 显微血管外科是显微外科发展的新阶段。事实上, 显微外科的发展历史并不长, 如果从 Nylen 等 (1921) 用放大镜与双目手术显微镜进行内耳手术开始计算, 仅仅只有数十年的时间。直到 1950 年, Barraquer 等应用手术显微镜进行角膜缝合手术, 显微外科才进入缝合操作阶段。1960 年, Jacobson 等在手术显微镜下对外径在 1.6~3.2mm 的微细血管进行缝合, 并获得较高的通畅率, 显微外科才进入显微血管外科阶段。本书所介绍的显微外科技术, 显然属于显微血管外科范畴。

1963 年 1 月, 上海市第六人民医院在世界医学史上最先报告了断肢再植的成功经验。虽然这一成功并没有应用显微外科技术, 但是, 从此以后我院开始了显微血管外科的实践和研究。显微血管外科临床应用的开展又促进了再植外科的发展。再植的成功与否关键在于血管的重新接通。在手术显微镜下操作, 口径 3mm 以下的血管能高水准地吻合, 从而大大地提高了再植肢体的成活率。比如, 1966 年在裸眼下缝合血管进行断指再植的成活率在 60% 左右, 1973 年后应用了手术显微镜, 使成活率提高至 90% 以上。在断肢和断指再植实践中, 作者发现静脉缝合数多于动脉缝合数可以防止术后肿胀, 节段性液压扩张能解除术中血管痉挛, 术后应用高压氧疗法可延长断肢再植的缺血时限, 断肢(指)再植成活率不断得到提高。

种种原因导致多个手指的缺失, 给手的功能和外形带来的影响是严重的, 如果拇指也在缺失之列, 情况就更严重了。缺失手指的再造, 可以达到重建和改善残手功能的目的。足趾和手指比较, 在外形和结构上均十分接近, 因此足趾是各国学者公认的再造手指的最理想材料。用显微血管外科技术, 可用自体足趾一手的移植再造拇、手指, 能够获得伤员最能接受的外形和达到最大程度的功能恢复。为了恢复手的部分功能, 早在 1897 年, 显微外科技术还处于萌芽状态的时候, Nicoladon 就用分期手术的方法, 将足趾带蒂转移到手上, 成功地再造了拇指。这个方法被沿用了半个多世纪, 一直到 20 世纪 50 年代和 60 年代, 仍有学者应用这个方法转移足趾再造缺失的拇指和手指, 甚至为全手指缺失再造全部五指 (Freeman, 1956; Clarkson, 1962)。然而, 使用带蒂的方法转移足趾, 必须分期进行手术, 包括转移、延迟和断蒂三个必不可少的阶段, 需要 6~8 周的手足连接固定。而且, 再造的拇、手指血循环仅依靠侧支循环来维持, 缺乏主要动脉的供血, 遇到寒冷时往往会出现再造部位供血不足的临床表现。因此, 医师和病人有时不得不放弃这个方法, 改用示指拇指化和带神经血管岛状皮瓣包裹骨块成形再造术来重建拇、手指功能。

随着显微外科吻合血管技术的问世和发展, 通过一次手术便可把足趾移植到手上再造拇指或手指。足趾可以来自单足或者双足, 再造指可为单个、多个甚至全部五个手指。Buncke 于 1964 年用恒河猴作实验, 通过血管吻合, 将拇趾移植到拇指位置上, 首先获得

动物实验的成功。1966年,杨东岳进行了第一例第二足趾游离移植再造拇指的临床实践,获得成功。Cobbett (1969) 和 Buncke (1973) 分别以第一跖底血管和第一跖背血管为蒂,移植跖趾再造拇指也获得成功。他们均体会到跖底和跖背血管又细又短,处理起来比较困难。O'Brien (1975) 在 30 具尸体解剖研究的基础上,提出采用比较粗长的足背动脉作为移植足趾的血供来源,解决了这个难题。Tsai (1973) 进行了双趾和多趾移植,从一足联合切取第二和第三足趾,或者从双足各切取跖趾和足趾,再造两个或者两个以上缺失指,简化了手术过程,提高了安全度。Morrison (1980) 开发了跖趾皮甲瓣包裹骨块再造拇指的技术,使再造的拇指具有良好的血液供应以及接近正常的感觉功能,外形比较完美,接近于正常拇指;同时由于保留了供足跖趾,使供足损伤减轻至最低程度。1981年,本书作者通过解剖 100 例尸体足的应用解剖学研究,发现足部第一、第二跖趾系列拥有共同的血供来源,在临床上以足背动脉和大隐静脉为血管蒂,从同侧足上同时切取跖趾皮甲瓣和第二足趾或者跖趾皮甲瓣和第二、第三足趾移植到残手,可以再造拇指和示指,或者拇指、示指和中指。换句话说,为一侧残手再造两个或三个手指,不必从双足切取供趾,以一侧足作供足就够了,从而开发了单足供趾多指再造技术。不难理解,应用这项技术,就能为双侧残手各造两个或三个手指,也为一手全部五指的再造创造了条件。

外伤性全手指缺失的伤残者并不少见,再造拇指和一两个手指虽然能重建手的基本功能,但手掌的宽度,手的握持力度均远远不如正常手。作者于 1985 年开始设计和实施拇、手指全部缺失残手的五指再造术。方法为:以足背动脉和大隐静脉为血管蒂,切取同侧跖趾皮甲瓣连同第二、第三足趾,对侧第二、第三足趾。皮甲瓣中含一半末节趾骨,足趾切取时包括跖趾关节在内,尽可能将跖骨切取长一些,以恢复掌指关节的功能。再造拇指的骨支架,由跖趾末节一半趾骨与髂嵴块组成。同侧足跖趾皮甲瓣及第二、第三跖趾系列再造拇指、示指和中指,对侧足第二、第三跖趾系列再造环指和小指。用游离组织组合移植的技术,将对侧跖背动脉和静脉与同侧跖背动脉和静脉分别吻合,形成移植组合体,再移植到全手指缺失的残手上,一次手术完成全部五指的再造。术后经过康复治疗,再造的新拇指能和各新手指逐一对指,新手指能各自分别作伸屈动作。随访发现对患者供足功能的影响不大,仍能长途步行,并能用足尖站立。需要特别指出的是:五指再造除了强调病人的治疗愿望和医生的技术水平外,手的残端必须有良好的皮肤覆盖,鱼际肌及伸屈肌腱要完好无损。

上述这些病例均为拇、手指缺失而掌骨不同程度残留的病例,如果缺失平面在前臂远侧,能否进行手功能重建呢?答案是肯定的。如果将自体足趾或跖趾系列游离移植到前臂残端,可以为无手伤残者再造出具有 2~3 指的新手,重建对指功能,恢复捏、握和钩等手的基本功能。1978 年,本书作者首先以钛合金假体代替掌骨,把双侧第二足趾移植到前臂残端,再造具有两个呈对指方向手指的再造手,获得成功,开创了再造手技术的设计和和实践。美国《读者文摘》杂志把足趾移植再造手称为“中国手”(“China Hand”)。1979 年,又运用人工掌骨,分别从双足切取第二足趾和第二、第三足趾,再造具有三指的再造手,随访至今人工掌骨未见松动,手指功能很好。1981 年,又创用单足供趾再造手的新方法,以足背动脉和大隐静脉为血管蒂移植跖趾皮甲瓣和第二跖趾系列或者第二、第三跖趾系列,用髂骨块作拇指的骨支架,再造具有两指或者三指的再造手。一只再造手所需要的供趾只要一只供足就能提供。单足供趾再造手的成功应用,使双手

缺失再造双手也成为可能。按照足趾供足数、再造手数和再造的手指数，将手或全手指缺失再造技术分为八类：两足一手两指；两足一手三指；一足一手两指；一足一手三指；两足两手两指；两足两手三指；两足一手五指以及前臂延长再造手。

近年，作者（1994）为前臂部分缺失伤残者，用截取的桡骨接在尺骨残端达到延长尺骨的目的，并将同侧第二跖趾系列移植到桡骨远端，与延长的尺骨呈对掌位，重建了部分手的功能。尽管目前的再造手已具有手的基本功能和可以被接受的外形，但与正常手相比较，显然还有一定差距。然而，比起假肢以及 Krukenberg（1917）的前臂分叉术来，却有明显的优势，受到病人欢迎。我们认为，只要严格掌握手术指征，细致准确施行手术，再造手技术可以成为前臂截肢伤残者重建手功能的比较理想的方法。

手是人类的劳动器官，手或拇、手指的再造的目的，重建和恢复手功能始终要放在第一位。同时，手也是人类的交际工具，因此，还要重视再造拇、手指和手的整形美容效果。没有比较理想外形，一定会限制手功能的发挥，尤其在公共场合。为了达到更美观的外形，许多学者在切取跖趾或跖趾皮甲瓣时进行修剪，使再造拇指有更接近正常的外形和正常大小的指甲。有的学者还主张二期手术切除移植足趾的膨隆部皮下脂肪，作皮肤成形术，以满足病人对手部的整形要求。

必须指出，在进行拇、手指再造时，缺失待造指数目和部位的不同，所采用的显微外科技术的不同，再造的效果也不一样。成功的手术操作是获得手功能恢复关键，正确的术后处理和功能操练，则是获得功能恢复的保证，都是不容忽视的。本书分章介绍拇指缺失再造，多指缺失的再造，五指缺失五指再造；前臂残端再造手以及前臂延长再造手等技术。

我们知道，应用显微外科技术进行游离组织移植，虽然能有效地修复肢体组织缺损，但受区必须具有可供吻合的血管。但是严重伤残肢体的血管常遭受破坏，不能用于移植组织的血供重建。作者从动物实验入手开始探索。以狗的下腹部皮瓣作为实验模型进行研究，发现只要供血良好，3周后皮瓣与受区之间就会逐渐建立起侧支循环，有了侧支循环后即使切断皮瓣的血管蒂，也完全能够成活。将这一研究成果应用于临床，便创造了桥式交叉吻合血管游离组织移植术。这就是：用于修复受区组织缺损的移植组织的血管蒂与健侧肢体选定的血管相应缝接，两肢体通过皮桥相连，用外固定维持位置，术后4至6周切断皮桥，分开肢体，成活的移植组织就能满足肢体缺损的修复。从而使有些临床上无法修复的伤残肢体获得修复的机会。

作者从移植组织的显微血管解剖结构着手研究，设计出游离组织组合移植方法：通过血管吻合，把两个或两个以上游离组织的血管蒂连接起来构成共同血管蒂，形成游离组织组合体，移植到受区便能在一次手术中完成肢体广泛组织或不同组织缺损的修复或拇、手指缺失的再造。本书介绍了八种不同临床类型的游离组织组合移植术。组合移植新技术还丰富了手或全手指缺失的再造技术。作者用该技术为一位青年农民再造了具有五指的左手，用取自病人左足的跖趾皮甲瓣和第二、第三足趾及取自右足的第二、第三足趾，通过组合移植，再造了左手的拇指和全部手指。再造手外形美观，感觉正常，活动自如。7个月恢复了良好的手功能。

在严重的肢体组织缺损的修复，或者肢（指）体缺失再造病例中，常要综合应用本书所描述的各种技术。比如上述全手指缺失的五指再造病例，就同时应用了双足游离跖

趾系列移植术和游离组织组合移植术这两种技术。又比如, 肢体广泛复杂的组织缺损更是常需同时应用桥式交叉吻合血管游离组织移植术和游离组织组合移植术。

显微血管外科作为外科领域一门新兴技术, 具有强大的生命力。随着基础研究的不断深入, 其临床应用范围必将不断扩大, 前景是非常广阔的。本书以介绍个人经验为主, 希望能起着抛砖引玉的作用。

## 第二章 显微外科器械和缝合材料

### 第一节 手术显微镜

手术显微镜（图 2-1）和手术放大镜是显微外科操作的必要设备，也是关键设备。目前，手术显微镜已被普遍应用，临床上已很少采用手术放大镜。

合格的手术显微镜应具备以下条件：

（1）放大倍数不宜过高，能在 6~40 倍之间变换为最理想，要求变倍时能保持清晰度，不必重新调整焦距。

（2）物镜与手术部位距离要大于 200mm，最长可达 400mm，以便满足深部手术的操作需要。

（3）必须具有两组或三组双目镜并产生视场合一的正立体像，便于主刀和助手配合操作，目镜还应有视度和瞳距调节，便于不同视力手术者配合使用。

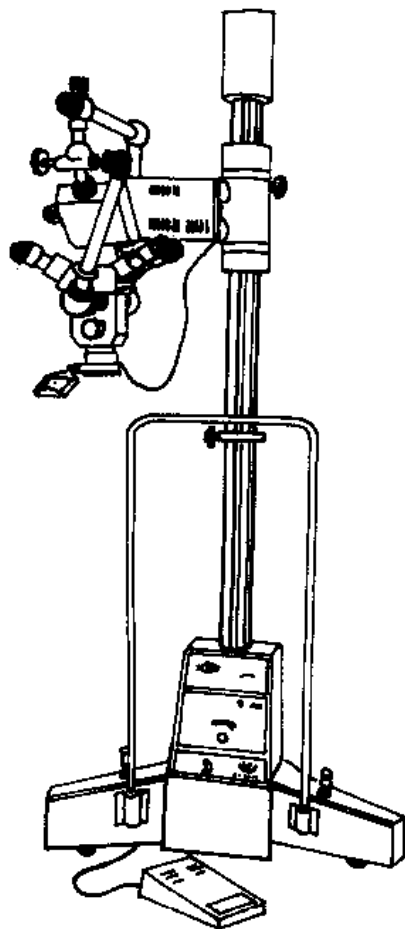


图 2-1 手术显微镜

(4) 应有合适的支架，底座稳固，也可以采用悬吊式支架。支架的各关节必须活动灵活，能够上下、左右和前后各个方向移动。

(5) 应有足够的光照强度，以冷光源为好，以免操作时发生组织灼伤。

(6) 最好附有摄影或摄像装置等，能拍照片、拍电影和录像。手术显微镜光路结构见图 2-2。

在单组双目镜手术显微镜下部借助一个载镜环可安装助手显微镜（图 2-3），增加一组双目镜，供助手使用。

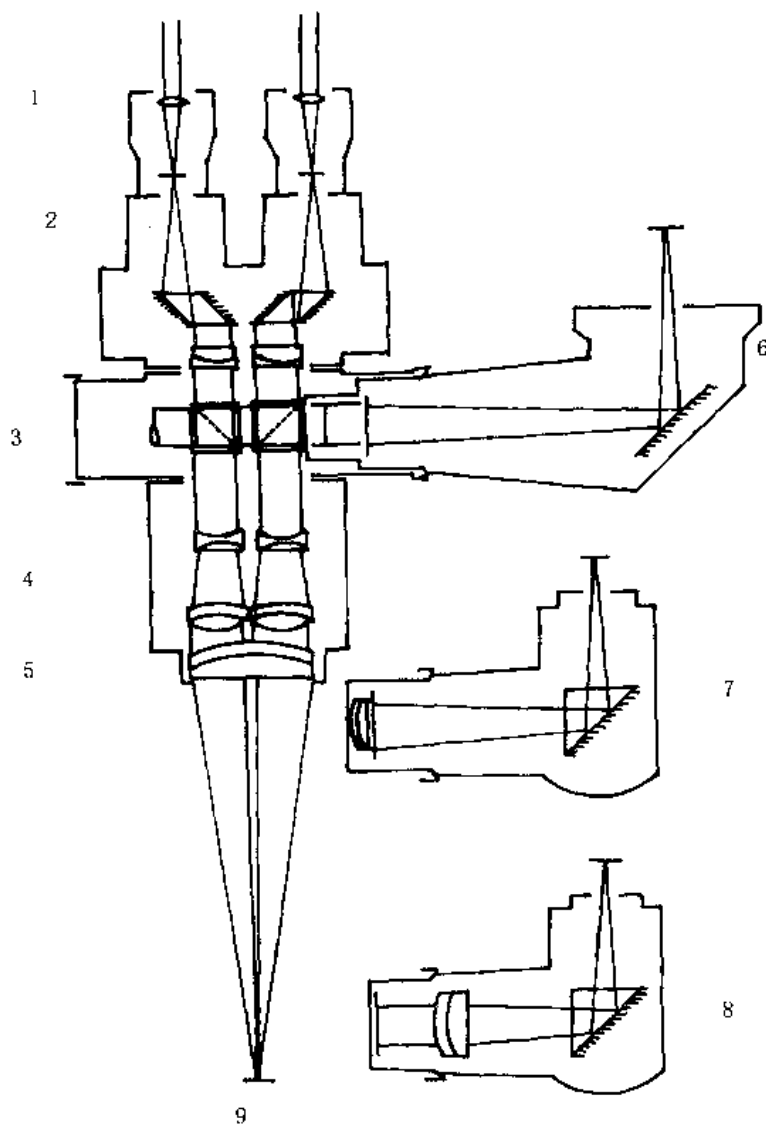


图 2-2 手术显微镜光路结构

1. 目镜；2. 双目镜筒；3. 分光器；4. 变倍器；5. 主物镜；  
6. 照相接头 ( $f=220\text{mm}$ )；7. 录像接头 ( $f=137\text{mm}$ )；  
8. 摄电影接头 ( $f=107\text{mm}$ )；9. 手术野

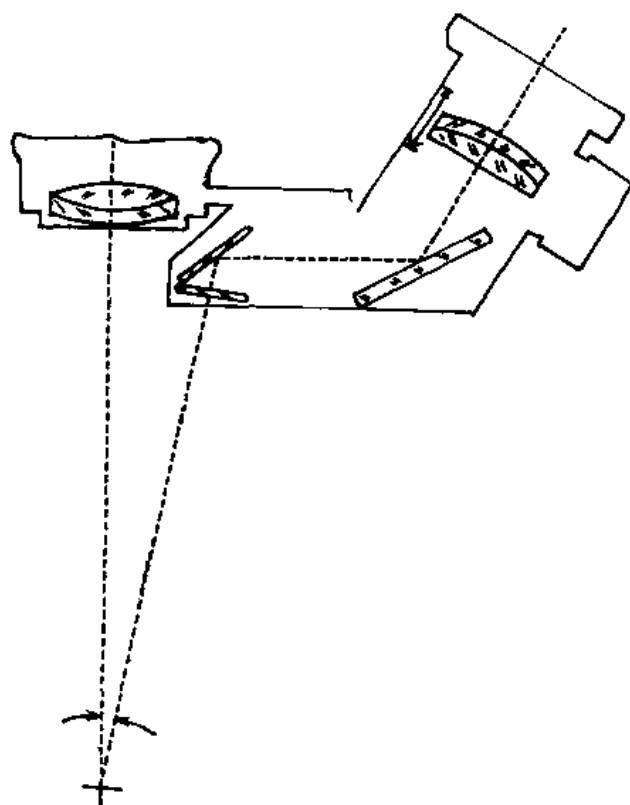


图 2-3 助手显微镜的光路结构

## 第二节 显微外科手术器械

显微外科手术器械应满足显微外科精细而平稳的操作,不宜采用通常的外科器械。比如,普通外科手术持针器的扣锁在松开时会引起缝线震动,而导致微细血管的撕裂;显微外科手术器械的后部多装有弹簧,开合省力而且平稳。又比如显微镊的镊柄由扁平改制成圆柱形便于平稳旋转操作,等等。目前国内在临床上多采用国产SSW3型显微外科手术器械(图2-4)。

## 第三节 显微外科缝合材料

外科用的缝合线有天然纤维和合成纤维两大类。显微外科中应用的缝合线,要求直径细,抗张强度高,表面平滑。因此,不宜采用天然纤维制造。目前采用合成纤维作为原料,由于可吸收合成缝线还没有研究成功,至今采用的均为不可吸收合成缝线。国产合成缝线为聚丙烯单丝,线径为2-0至10-0,锦纶6单丝,线径为11-0和12-0。单丝截面均为直径均匀的圆形,表面平整光滑。直拉抗张强度7-0和8-0达50g以上,9-0和10-0达25g以上,11-0和12-0也在20g左右,因此能够满足显微外科的操作要求。

缝针针形通常为圆形,为了增加锐度和减少组织损伤,也有将缝针的前部制成三角形、梯形或扁形的。但是,迄今为止国产缝针的针形大多为圆形。缝针针长3~6mm,直

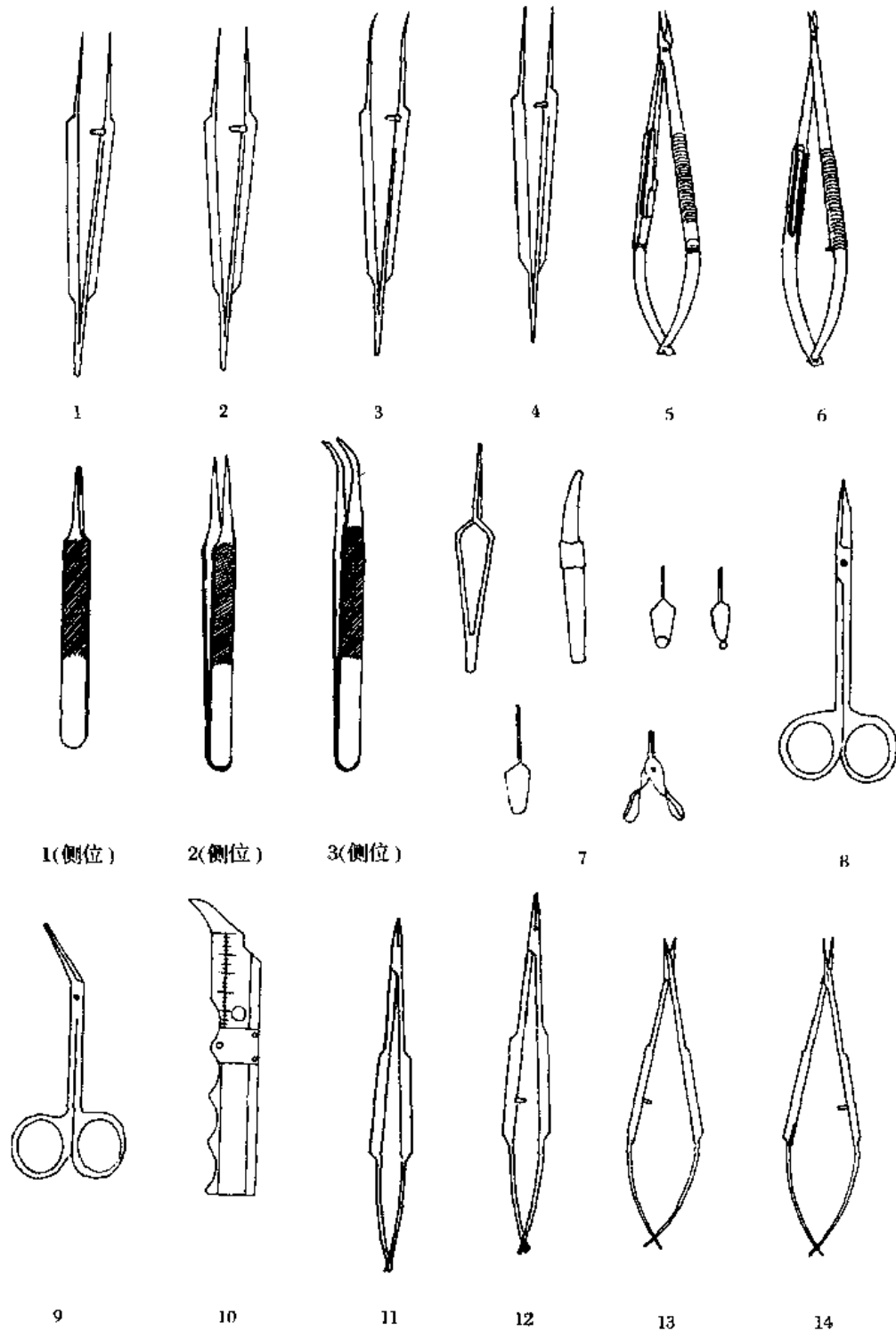


图 2-4 国产的 SSW3 型显微外科手术器械

1. 显微持针镊, 长 14~16cm, 头部最窄处为 0.2mm; 2. 直显微镊, 长 14~16cm, 镊尖宽 0.3mm; 3. 弯显微镊, 长 14~16cm, 镊尖宽 0.3mm; 4. 尖显微镊, 长 14~16cm, 镊尖宽 0.15mm; 5. 直显微剪, 长 14~16cm; 6. 弯显微剪, 长 14~16cm; 7. 各种长短显微止血夹; 8. 直小剪, 长 14~16cm; 9. 折角小剪, 长 14~16cm; 10. 显微卡尺, 0.2mm 刻度; 11. 弯显微持针器, 长 14~16cm; 12. 直显微持针器, 长 14~16cm; 13. 弯显微血管钳, 长 14~16cm; 14. 直显微血管钳, 长 14~16cm

径越小则长度也越短。缝针和缝线相连成缝合针线，缝线两端带针的缝合针线称为双针缝合针线，缝线一端带针者称为单针缝合针线。通常 7-0、8-0 和 9-0 为双针缝合针线，10-0、11-0 和 12-0 为单针缝合针线。

国产显微外科缝合针线是以粗细定规格的（图 2-5）。与缝线相连的缝针为弯针，弯度通常为圆周的  $\frac{3}{8}$ 。同一规格缝线的针粗、针长和线长都恒定不变。

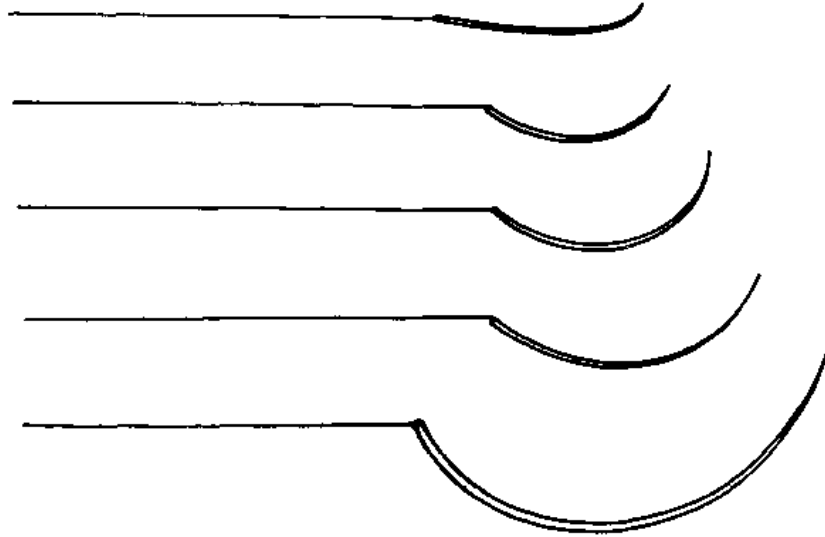


图 2-5 国产显微外科缝合针线（为实物 4 倍大小）

### 第三章 显微外科基本操作

显微外科技术的基本操作包括显微血管吻合、显微神经吻合以及肌腱的显微缝合等。初学者可以通过动物实验模型进行显微外科基本操作练习。

#### 第一节 显微血管吻合技术

显微血管吻合是显微外科技术中最基本的操作技术。虽然，通过不断探索，有效的吻合方法，除缝接吻合法外，如套叠吻合、激光吻合、静脉环套吻合、胶粘吻合法等也不断问世；但是，迄今为止，缝接吻合法仍是显微血管吻合最常用的方法。

本节介绍显微血管常规缝接吻合法和快速缝接吻合法。

显微血管吻合术的一般原则：

- (1) 准备进行吻合的血管必须显露清楚。
- (2) 血管壁正常并有正常的血流。

对端吻合血管的口径相近，口径相差  $1/4 \sim 1/5$ ，通常仍可作对端缝合，相差  $1/3$  时则可将口径较小的血管断端沿其纵轴作  $45^\circ$  斜向切断后再行对端缝合，相差超过  $1/3$  时宜行端侧缝合。

吻合口张力适当，以不损伤血管壁又能保持血流畅通为度。

缝合动作轻巧，避免血管内膜的损伤；针距边距均匀针数合理，是提高血流通畅率的关键所在。

作者近年研究显微血管快速缝合的方法获得了成功，其要点主要为：

- (1) 外膜不行修剪，用显微镊轻轻后拉，留待缝合后还原覆盖吻合口。
- (2) 保持针距与边距相等。
- (3) 血管外径  $0.5 \sim 1.5\text{mm}$  缝 4 针， $1.6 \sim 3.0\text{mm}$  缝 8 针，外径大于  $1.0\text{mm}$  用 9-0 缝合针线，小于  $1.0\text{mm}$  用 11-0 缝合针线。

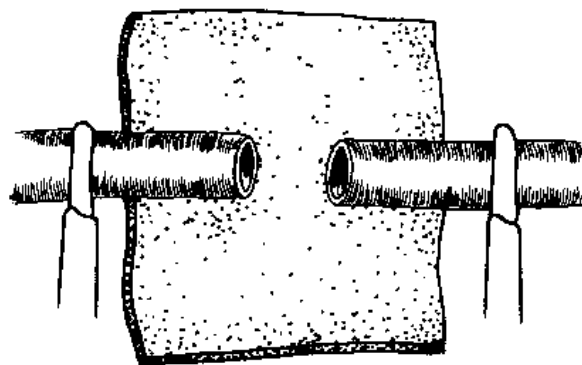


图 3-1 淡黄色硅橡胶薄膜作为背衬

##### (一) 显微血管对端缝合

对端缝合又称端端缝合，特点是与生理血流方向一致，是目前最常用血管吻合方法。

1. 放置止血夹和硅橡胶薄膜背衬 在离开断端  $4 \sim 5\text{mm}$  处，将止血夹与血管纵轴呈垂直方向放置，在血管深侧衬入一片约  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$  大小的淡黄色硅橡胶薄膜作为背衬(图 3-1)。

2. 血管外膜旁膜的处理 为了避免在缝合打结时将外膜旁膜带入血管腔内，可以进

行外膜、旁膜环切法：左手持显微血管镊将外膜、旁膜夹住牵向断端，右手持显微剪将外膜旁膜勒向断端，再用剪刀整齐地剪去牵出的外膜、旁膜（图 3-2）。

近年来，作者已不再采用环切法。而是用显微镊夹住血管外膜、旁膜向后拉，显露断口中层（图 3-3），血管缝合后，将外膜、旁膜还原覆盖在吻合口，这种新方法既简化了操作方法，又能起到防止血液渗漏的作用。

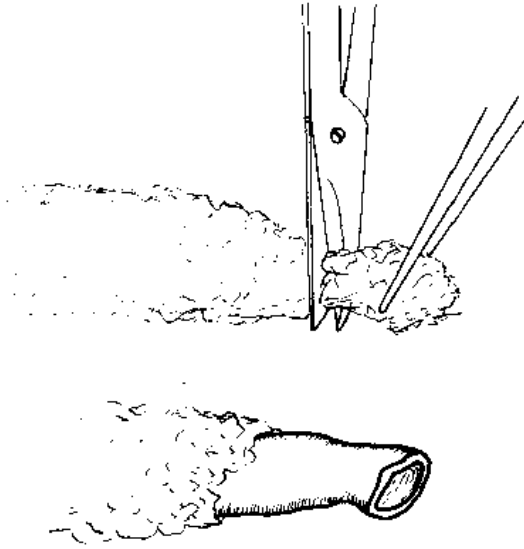


图 3-2 剪去牵出的外膜旁膜

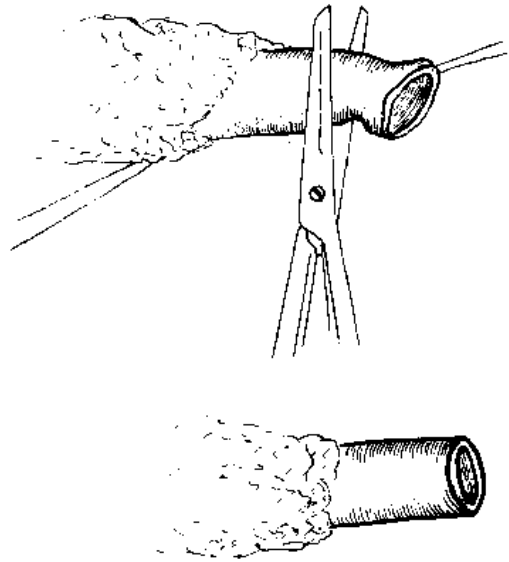


图 3-3 外膜旁膜向后拉，  
一直到显露断口中层为止

3. 血管断端冲洗 用肝素盐水（肝素 12.5mg/生理盐水 100ml）经注射器平针头或小硅胶管冲净断口管腔内血块或血液（图 3-4）。

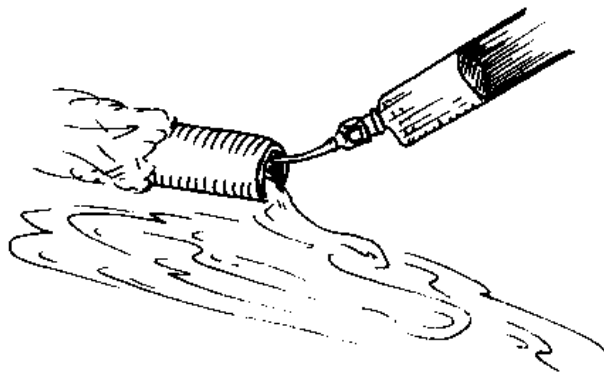


图 3-4 血管断端用肝素盐水冲洗

倘若发生动脉血管痉挛现象，可以进行血管节段性液压扩张（图 3-5）。

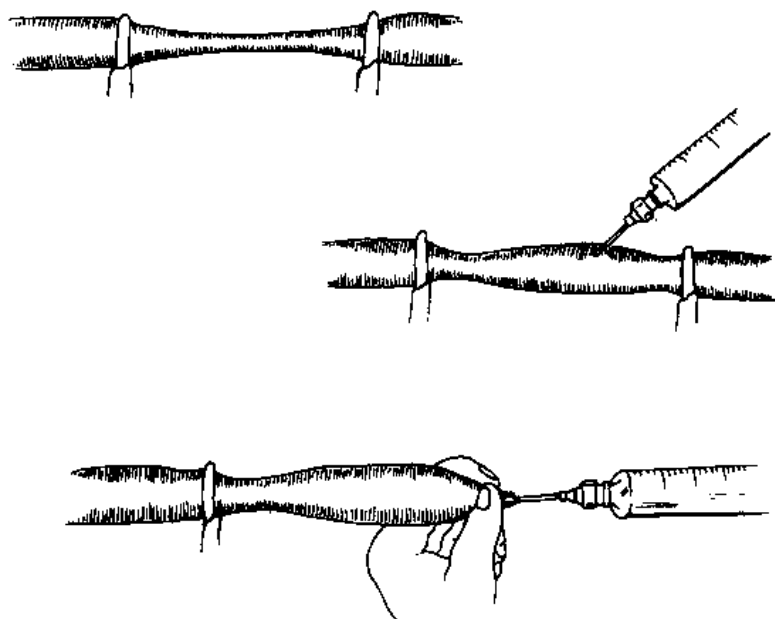


图 3-5 血管节段性液压扩张

4. 进针的方法 进针方向应使缝针与血管壁垂直，以减轻中层和内膜的损伤。缝针先从右侧由外向管壁进针（图 3-6），通过断口自管腔左侧由内向外出针。同时左手用显微血管镊进行反压，使缝针从镊尖间穿出（图 3-7）。用显微持针器和血管镊打结（图 3-8）。

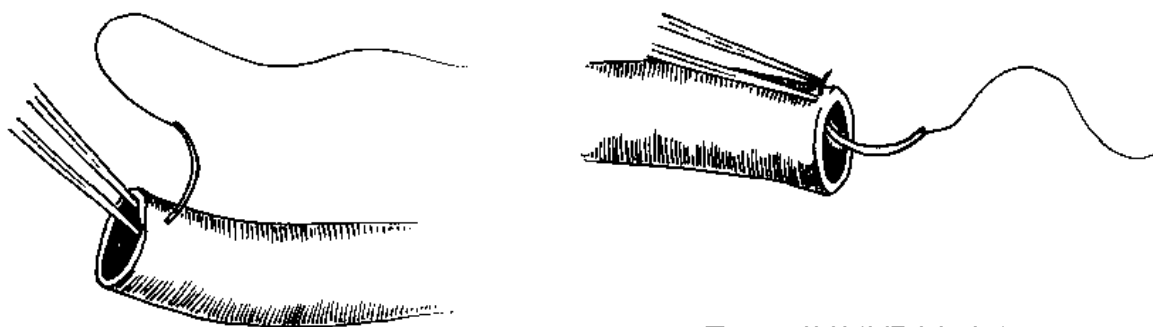


图 3-6 缝针方向与血管壁垂直

图 3-7 缝针从镊尖间穿出

每一次进针务必透过血管壁认清针头，不让缝针刺伤对侧血管壁，检查缝针有无带住对侧血管壁，可将夹住的缝针在管腔内轻巧地横向移动以观察有无牵连，也可将血管按纵轴方向翻转 180°，观察对侧血管有无被缝针带住（图 3-9）。缝合时保持针距与边距相等，可以减少血液渗漏。

5. 缝合的顺序 缝合 4 针时，按照断口钟面计算，先缝 12 点的一针，再缝 6 点的一针，第三针缝在 3 点，最后翻转血管将第四针缝在 9 点（图 3-10）。

缝合 8 针时，第一、第二针分别缝在 12 点和 6 点，第三针仍缝在 3 点的位置上，在 1 点半和 4 点半处分别缝第四、第五针，然后翻转血管，在 9 点的位置上缝第六针，而在 7 点半和 10 点半处分别为第七、第八针（图 3-11）。

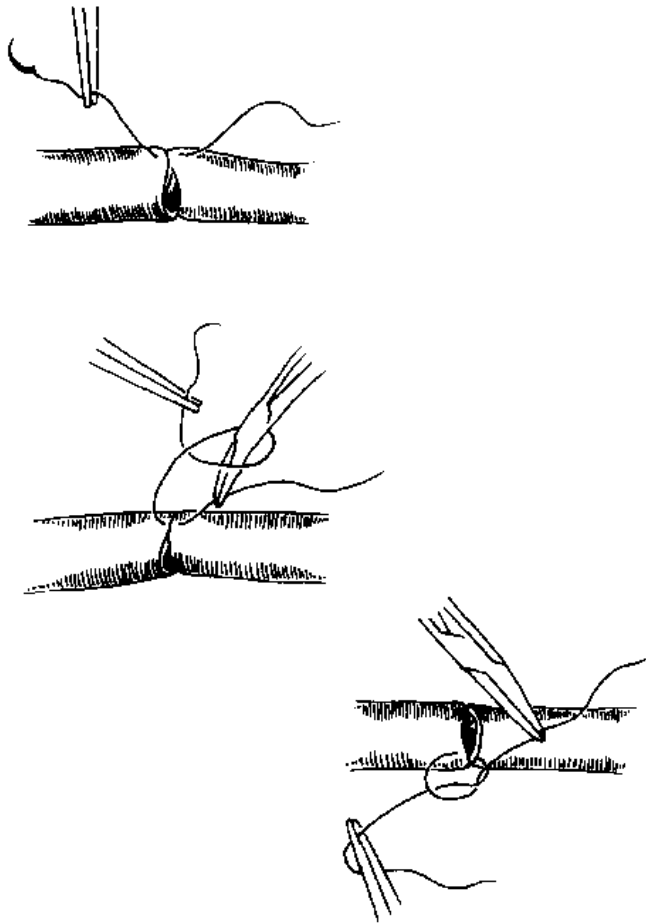


图 3-8 用显微持针器和血管镊打结



图 3-9 观察对侧血管有无被缝针带住

6. 通畅试验 缝合完毕，将血管外膜旁膜还原覆盖在吻合口。动脉先松开远心侧血管夹，静脉则先松开近心侧血管夹，再松开另一血管夹。若见少量渗血可用盐水棉球轻压 2 分钟左右即能止血。如果针距过大而渗血，则宜补缝一针。然后进行血管通畅试验（图 3-12），其方法是用两把显微血管镊在动脉吻合口的远侧或静脉吻合的近侧压瘪管腔，将一把镊向远侧或近侧勒血，松开近吻合口的血管镊，血液经吻合口充盈被压瘪的血管则表示吻合口通畅。

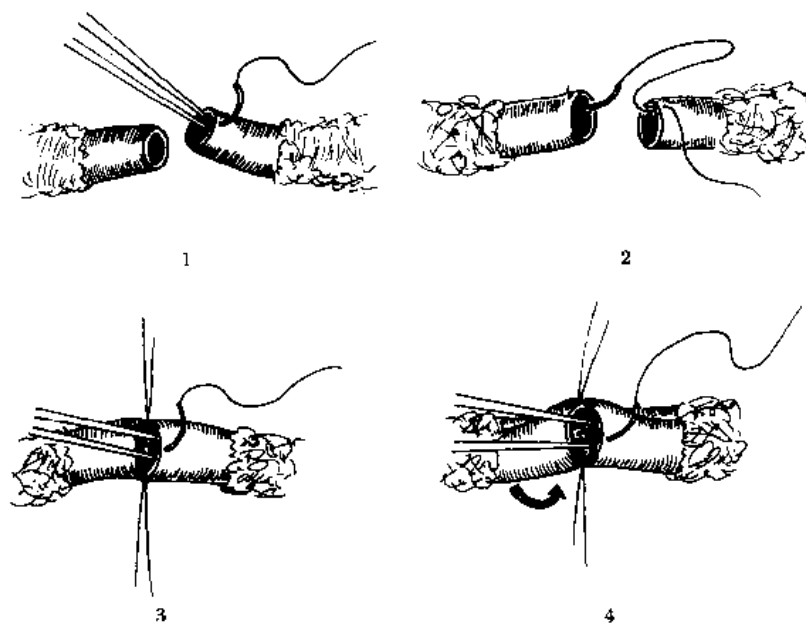


图 3-10 缝合 4 针的顺序

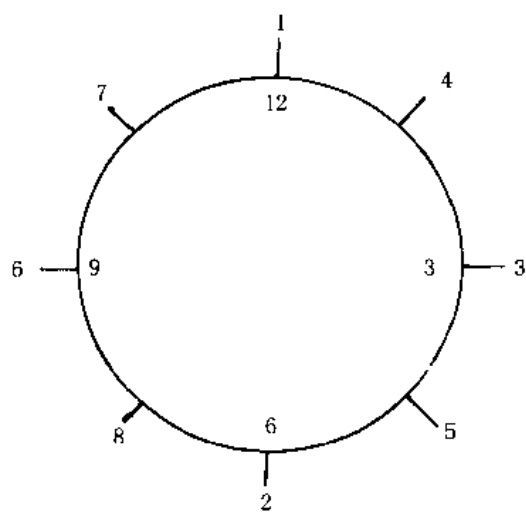


图 3-11 缝合 8 针的顺序

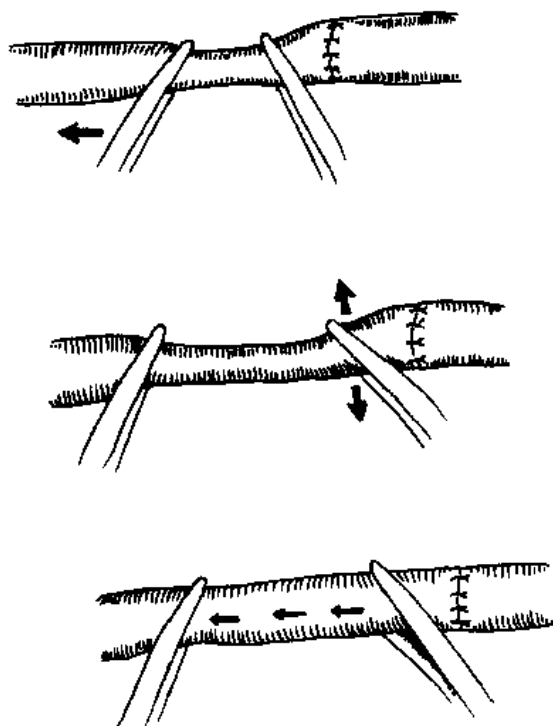


图 3-12 吻合血管的通畅试验

## (二) 显微血管端侧缝合

准备吻合血管口径相差一倍以上(图 3-13), 或者口径虽相近但其中一血管必须保持连续性时, 只能进行端侧缝合, 在保持连续性的血管壁上开孔。

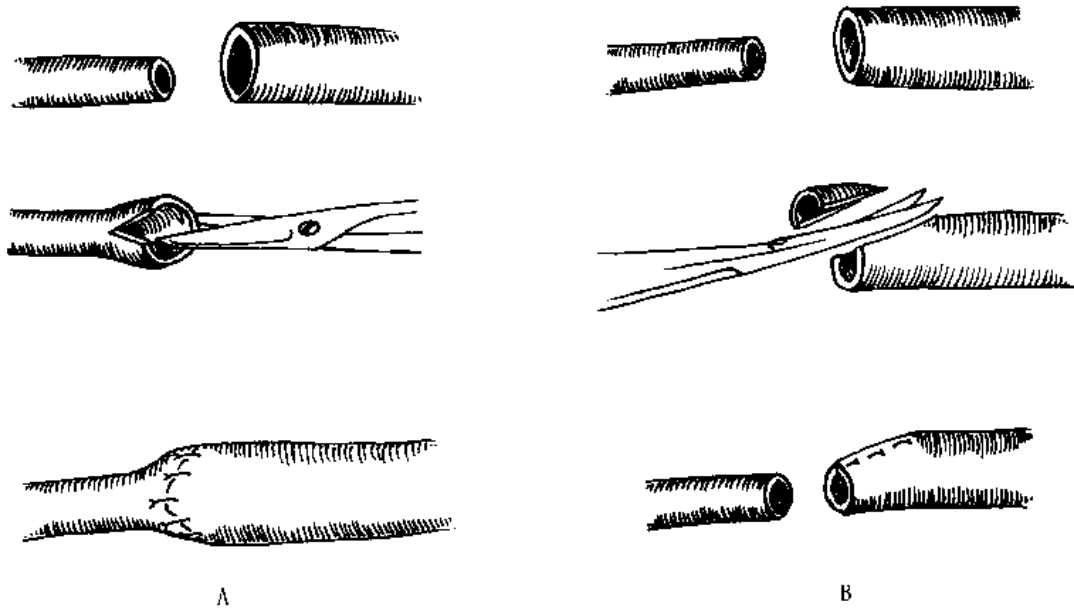


图 3-13 准备吻合血管口径相差在一倍以上

1. 血管开孔 用显微血管镊夹住要开孔血管的血管壁轻轻提起, 纵行剪出大小与要缝合血管的断端经  $45^\circ$  斜切后口径相同的孔(图 3-14), 端侧缝合后以锐角相交或减少血流漩涡的生成。

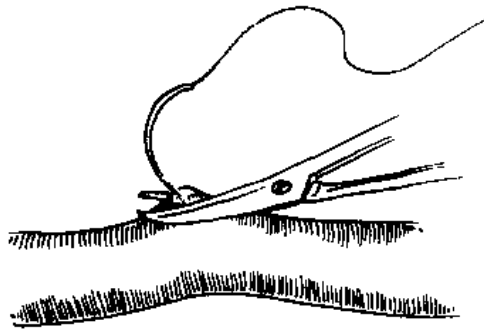


图 3-14 显微血管端侧缝合的血管开孔

2. 缝合的顺序 先缝合纵轴方向最远和最近两点(图 3-15), 再缝合前壁中点, 接着缝合这三针的两个中点(图 3-16); 将血管翻转, 缝合血管后壁的三针(图 3-17)。

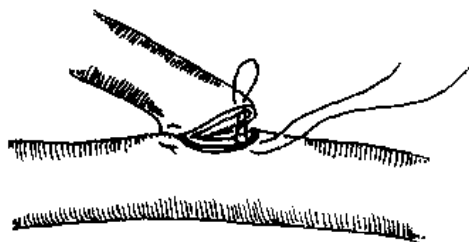
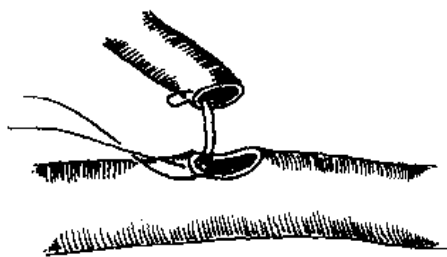


图 3-15 缝合纵轴方向最远和最近两点

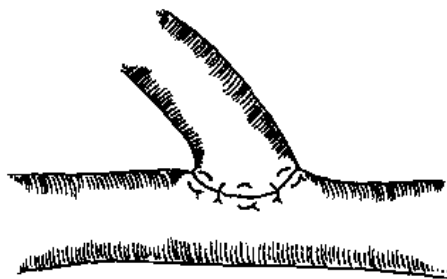


图 3-16 缝合前壁中点和这三针的两个中点



图 3-17 缝合血管后壁是三针

### (三) 显微血管的移植

在四肢显微血管外科手术中，常可遇到血管缺损需要进行显微血管的移植。

1. 静脉移植修复动脉缺损 供移植的静脉以肢体较远侧无病变的浅静脉为好，切取的静脉用肝素盐水作液压扩张以解除痉挛。由于静脉压低于动脉压，故切取的静脉宜略短于动脉缺损的长度（图 3-18）。若供移植的静脉有静脉瓣，则需将近心侧与远心侧倒置，然后作两个对端缝合。

2. 静脉移植修复静脉缺损 用于修复静脉。切取静脉与静脉缺损长度相等。

3. 动脉移植修复动脉缺损 不及静脉移植修复动脉缺损常用。切取的动脉与缺损动脉长度相等。

4. 动脉移植修复静脉缺损 由于弊多利少，一般不宜采用。

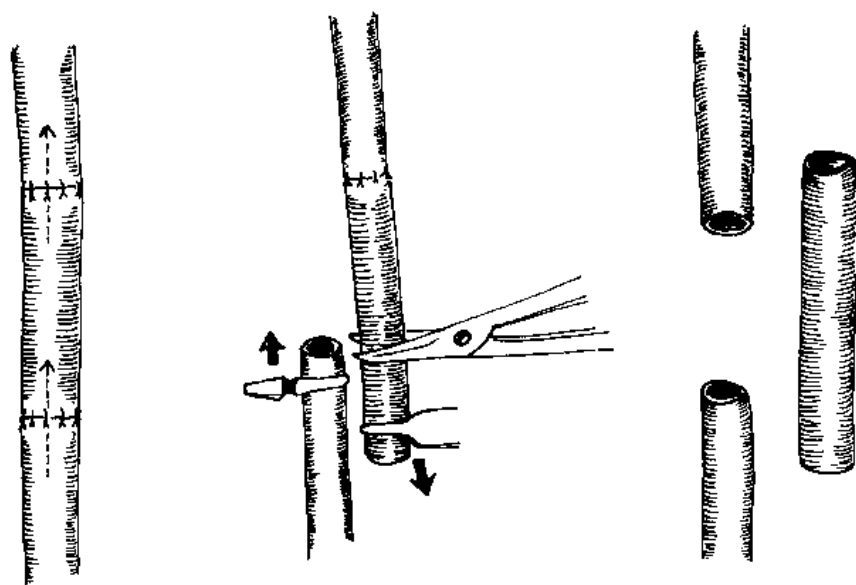


图 3-18 静脉移植修复动脉缺损

## 第二节 显微神经吻合技术

神经纤维的显微结构（图 3-19）：大体上分为有髓鞘神经纤维和无髓鞘神经纤维两类。有髓鞘神经纤维中心为轴索，由髓鞘、雪旺细胞及神经内膜层等组织包围。无髓鞘神经纤维与有髓鞘神经纤维比较，缺乏髓鞘这一结构。上万条神经纤维组成一根神经束，由神经束膜包绕之。数根神经束可呈束组排列。许多神经束或束组再组成由神经外膜包绕的神经。因此，神经修复有多种形式：外膜缝合，束膜缝合以及束组缝合等。

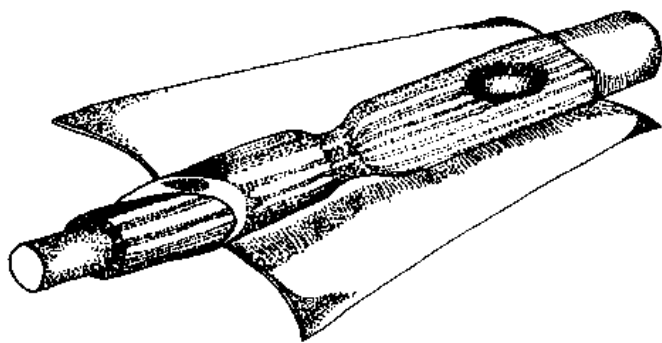


图 3-19 神经纤维的显微结构

### （一）显微神经外膜缝合术

神经残端用保安刀逐片切至见到正常的神经束结构为止（图 3-20），神经断端作镜面对合，即大小神经束相应对合，用 9-0 单丝尼龙缝线作间断缝合。方法为相隔 180°各缝一针，以尾线作牵引，然后每隔 1cm 缝一针。缝完一侧后翻转缝另一侧（图 3-21）。

对于粗大的神经，为使神经束对合，可行外膜束膜联合缝接法，即在缝外膜前先缝几针束膜（图 3-22）。

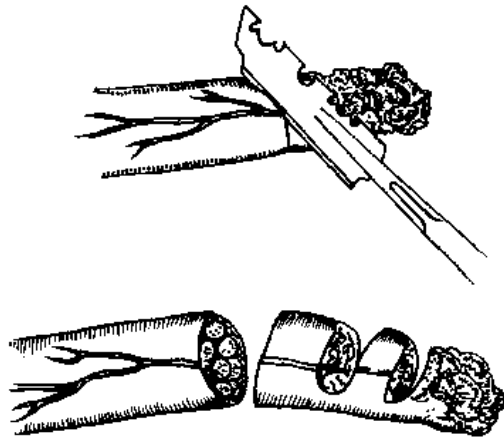


图 3-20 用保安刀切至见到正常的神经束结构

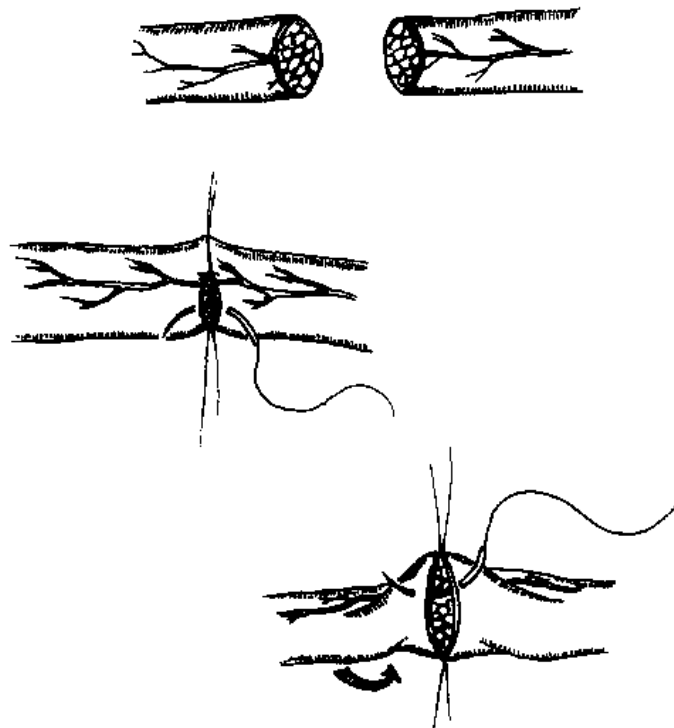


图 3-21 显微神经外膜缝合法

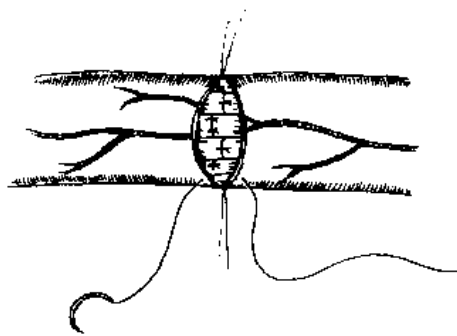


图 3-22 外膜束膜联合缝接法

## (二) 显微神经束膜缝合术

环形切除神经外膜 8~10mm (图 3-23), 分离神经束或束组, 切成长短不等的神经束进行相应组合, 使各缝合口不在同一平面上 (图 3-24)。用 11-0 尼龙缝线每束在相距 180° 缝合一针, 对于较大束组可等距离缝三针, 针线只穿过束膜, 不得损伤束内组织 (图 3-25)。

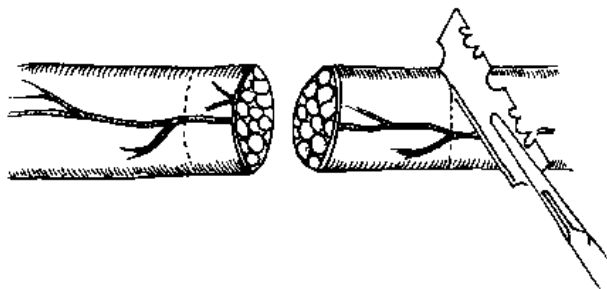


图 3-23 环形切除神经外膜

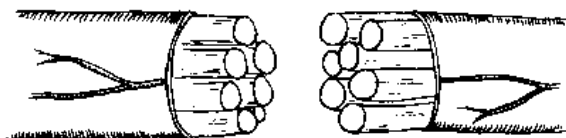


图 3-24 神经束膜缝合法

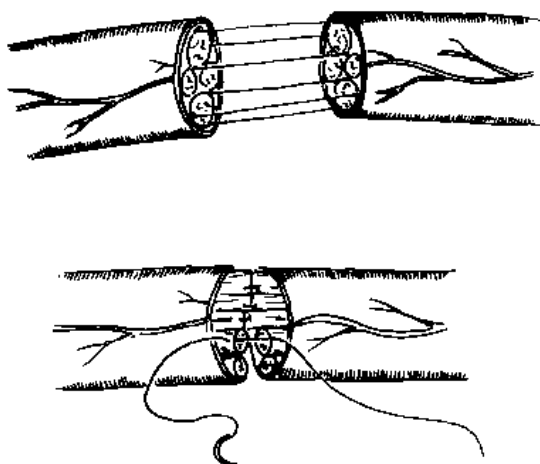


图 3-25 针线不得损伤束内组织

## (三) 显微神经移植术

1. 束间神经移植术 显露神经断端, 进行束间分离, 切除不正常的外膜和神经组织, 神经束在不同平面切断。移植神经要比缺损长度稍长一些, 以便进行无张力缝合。用 11-0 尼龙缝线每一束间缝 1~2 针, 即可获得良好的对合 (图 3-26)。

2. 带血管神经移植术 受区血管和神经准备好后, 移植的神经连同其营养血管一起切取, 进行神经和血管的缝合 (图 3-27)。神经缝合同上述束间神经移植。

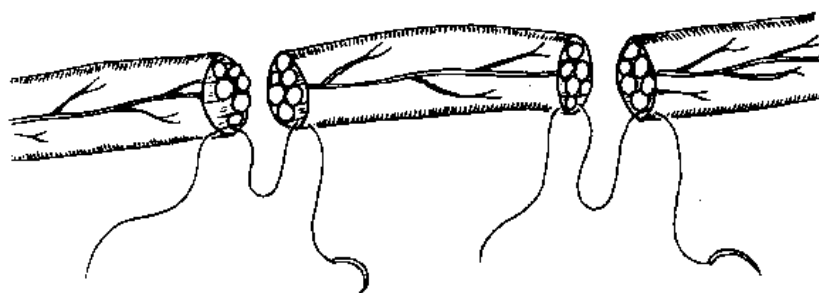


图 3-26 束间神经移植

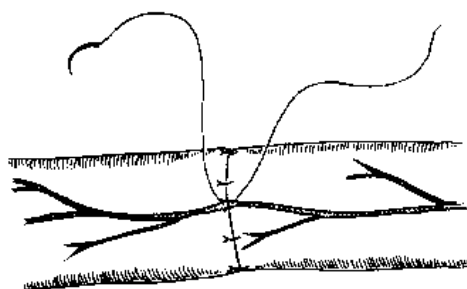


图 3-27 吻合移植神经的血管

### 第三节 肌腱的显微外科缝合

肌腹的断离用丝线作褥式缝合，缝合时由深侧向浅侧，每针应包括断端边缘的部分筋膜，防止出现死腔。

肌腱的断裂用丝线行 Bunnell “∞” 形对端缝合或双 “+” 字形缝合（图 3-28）。对于粗细不一的肌腱采用鱼口式缝合（图 3-29）。

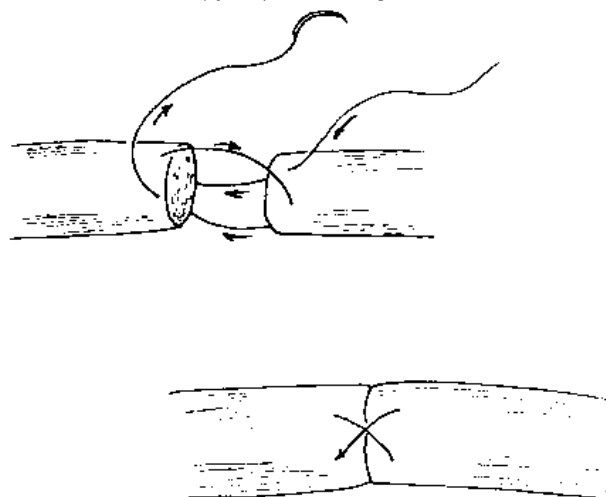


图 3-28 “∞” 形对端缝合和双 “+” 字形缝合

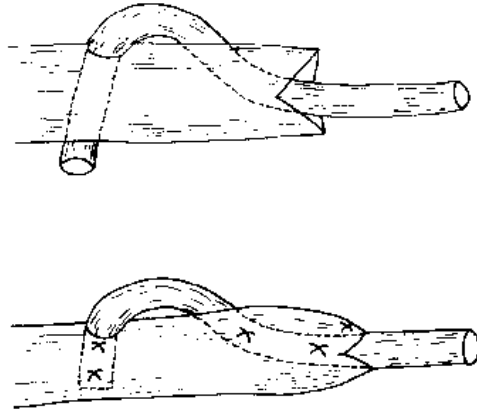


图 3-29 鱼口式缝合

对于肌腱与肌腹交界处断裂，修补时先将远端肌腱缝吊 1~2 针在肌腹中，再将肌腹包裹在该肌腱上，用间断褥式缝合数针（图 3-30），肌腱尽可能缝合在不同平面，以防术后粘连。

对于手指屈肌腱的早期缝合，选用 2-0 或 3-0 尼龙线，在距屈肌腱两断口各约 1cm 处两侧相对各作两个细小切口，使缝线贯穿于肌腱之中，再经过四个小切口弯转四次后打结，暴露部分用 8-0 或 9-0 无创伤缝针缝合（图 3-31）。断端的腱鞘可作连续缝合，以便使吻合处光滑。这样发生肌腱粘连的机会少，临床效果也较满意。

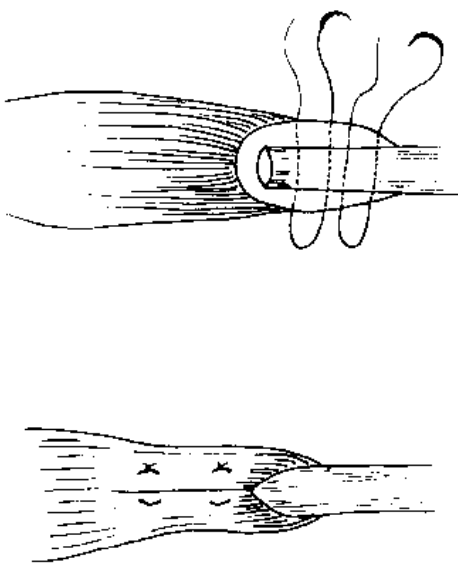


图 3-30 间断褥式缝合

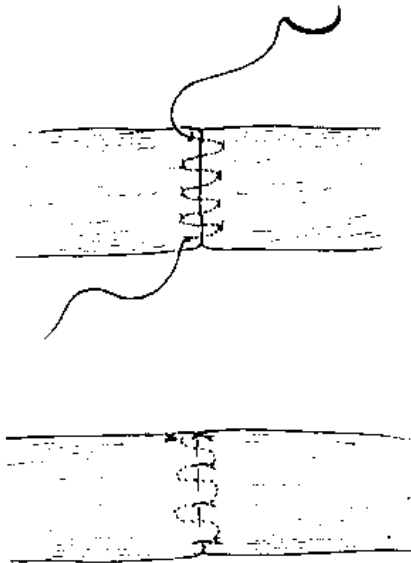


图 3-31 手指屈肌腱的缝合

#### 第四节 显微外科动物实验

显微外科动物的实验模型，既可用于显微外科基础研究，又可用于显微外科基本技术训练。

### (一) 皮肤准备

皮肤手术区需清除长毛, 可用剪除、剃除或脱毛的方法, 以脱毛为最方便。常用脱毛剂为硫化钡或硫化钠, 临用前用50℃热水溶解。采用浓度, 狗用15%, 大白鼠及家兔用10%。硫化钡或硫化钠溶液涂布在拟脱毛区并浸透长毛, 2分钟后, 用纱布轻轻拭去, 即用清水洗净皮面。

### (二) 麻醉

狗用2.5%硫喷妥钠, 1ml/kg 体重, 静脉注射。大白鼠用氯氨酮 100mg/kg 体重, 肌肉或腹腔注射。家兔用氯氨酮, 用量为 50~70mg/kg 体重, 肌肉或静脉注射; 也可用3%戊己巴比妥, 用量为 1ml/kg 体重, 静脉或腹腔注射。

### (三) 肢体固定

实验狗和家兔的四肢固定在手术台上。实验的大白鼠, 则放在一块大小 15cm×25cm 或 20cm×30cm 木板的中央, 四肢用橡皮筋固定在板旁的钉子上, 头部和尾部也应分别予以固定 (图 3-32)。

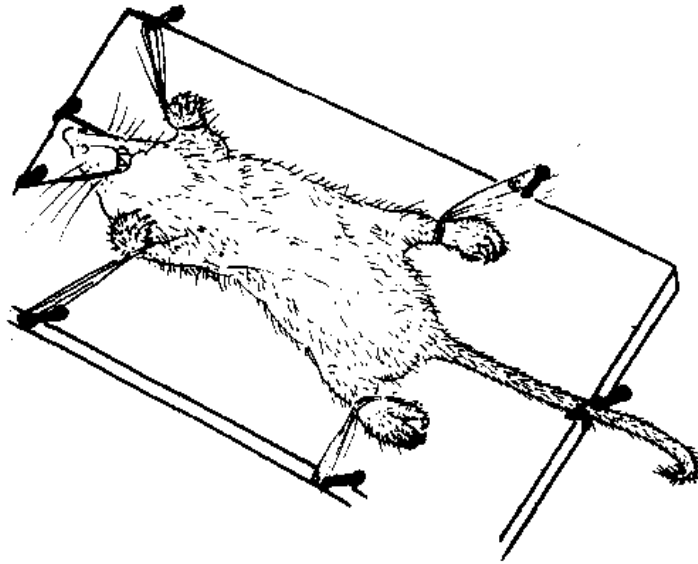


图 3-32 大白鼠的固定

### (四) 动物实验模型

1. 大白鼠的股动脉 一般选用 200g 左右的大白鼠, 麻醉、脱毛后固定在专用木板上, 用硫柳汞酊消毒皮肤。从脐部开始, 通过耻骨联合中点向股内侧作纵形或弧形切口, 显露和游离股动脉 (图 3-33)。其外径约为 0.8cm, 是进行血管缝合的理想的实验模型。

2. 大白鼠的坐骨神经 经上述手术准备的大白鼠, 在臀部以及股后部作纵形切口, 可显露和游离坐骨神经 (图 3-34)。大白鼠的坐骨神经在手术显微镜下能清楚分出二头肌束组、胫束组、腓总束组和腓肠胫侧皮神经束组四条神经组束, 是进行神经缝接的理想实验模型。

3. 兔耳再植模型 选用 2~3kg 的大耳家兔, 麻醉、脱毛并固定在手术台上。消毒皮肤, 在耳根距离头部约 2cm 处作“V”形切口, 在手术显微镜下游离出血管和神经 (图



图 3-33 大白鼠的股动脉实验模型

3-35), 切断。在相应平面剪断兔耳的软骨和皮肤, 使之完全断离。然后进行再植技术练习。

此外, 狗腿再植模型和鼠足再植模型也是常用的显微外科动物实验模型。

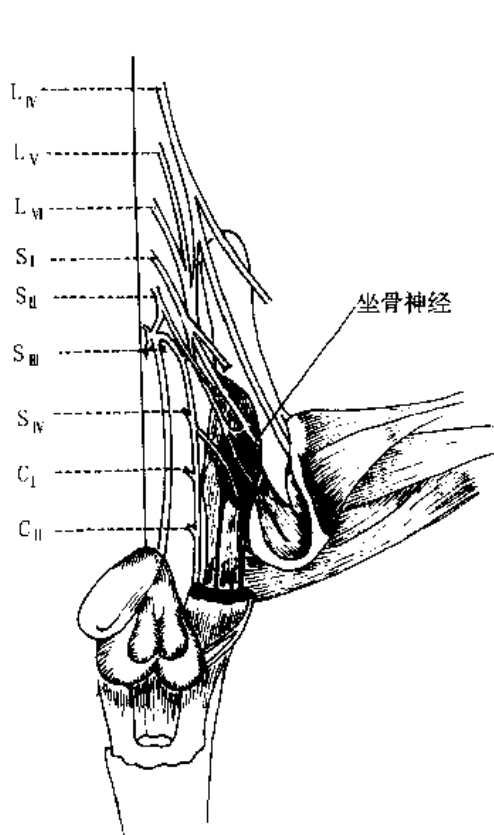


图 3-34 大白鼠的坐骨神经实验模型

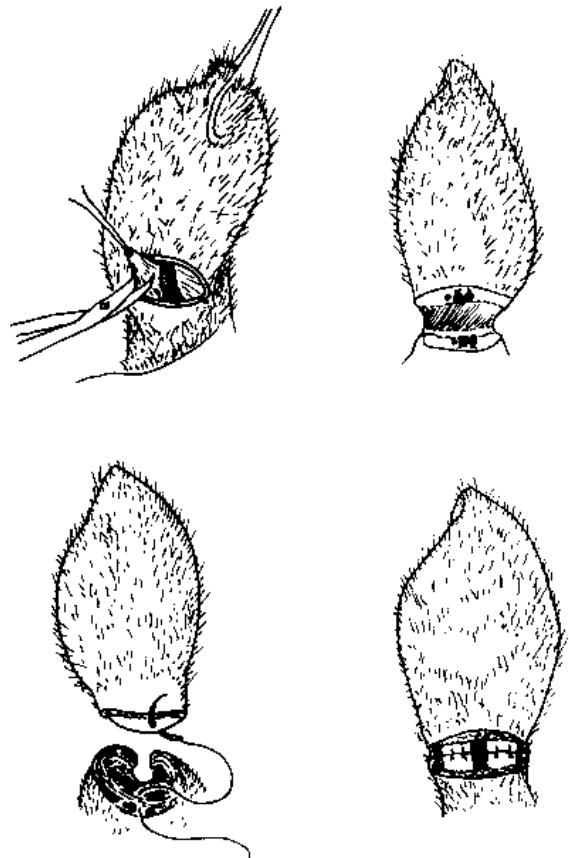


图 3-35 兔耳再植模型

## 第四章 四肢显微外科应用解剖

### 第一节 肢体断面解剖学

肢体断面解剖结构知识是成功进行断肢再植的基础。

#### (一) 上臂上部断面结构 (图 4-1)

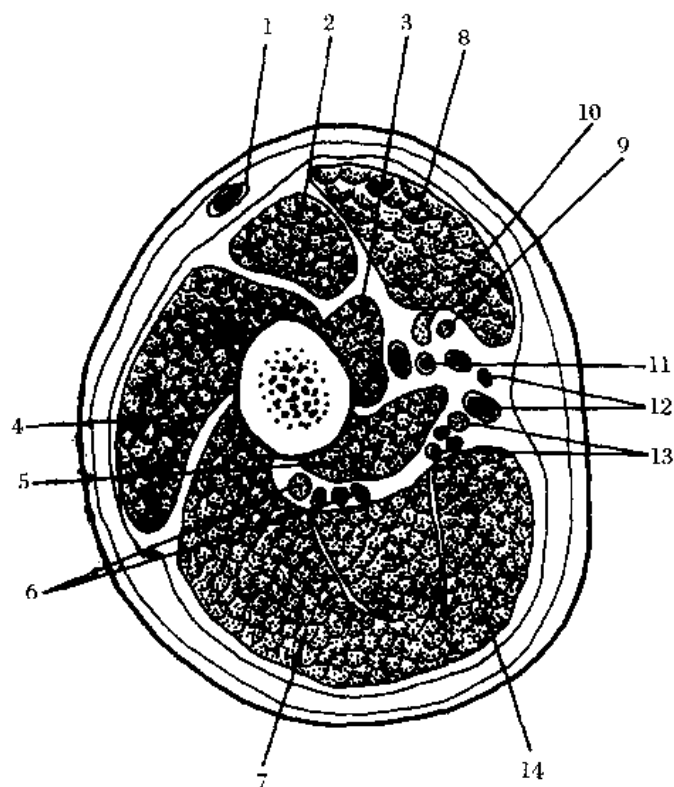


图 4-1 上臂上部断面结构

1. 头静脉; 2. 肱二头肌长头; 3. 喙肱肌; 4. 肱三头肌; 5. 肱三头肌内侧头;  
6. 肱深血管和桡神经; 7. 肱三头肌外侧头; 8. 肱二头肌短头; 9. 正中神经;  
10. 肌皮神经; 11. 肱血管; 12. 前臂内侧皮神经和贵要静脉; 13. 尺侧上副血管和尺神经; 14. 肱三头肌长头

(二) 上臂中部断面结构 (图 4-2)

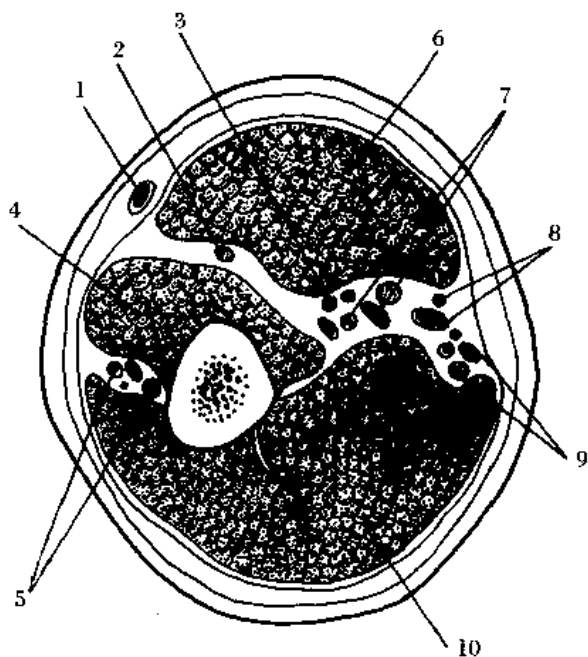


图 4-2 上臂中部断面结构

1. 头静脉; 2. 前臂外侧皮神经; 3. 肌皮神经; 4. 肱肌; 5. 桡副血管和桡神经; 6. 肱二头肌; 7. 腋血管和正中神经; 8. 贵要静脉和前臂内侧皮神经; 9. 尺侧上副血管和尺神经; 10. 肱三头肌

(三) 上臂上部断面结构 (图 4-3)

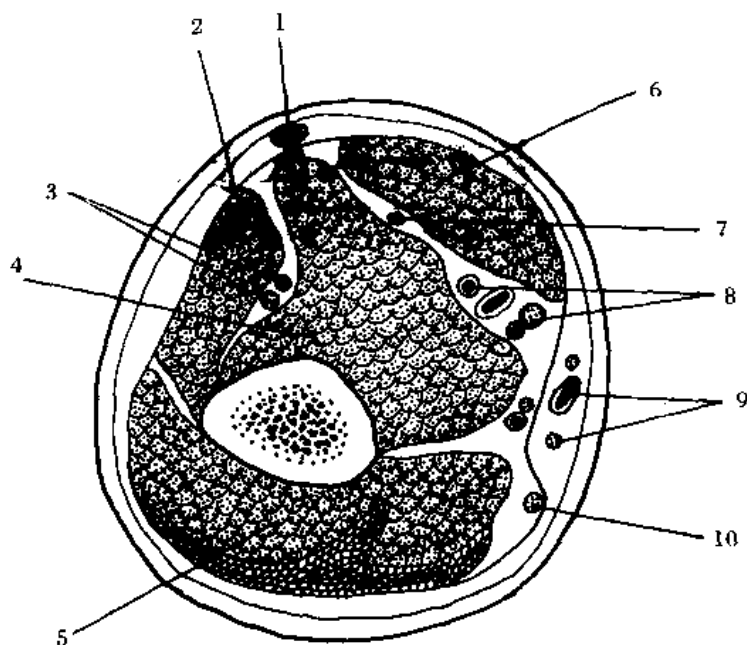


图 4-3 上臂下部断面结构

1. 头静脉; 2. 肱二头肌; 3. 桡运动脉和桡神经; 4. 肱肌; 5. 肱三头肌; 6. 肱二头肌; 7. 前臂外侧皮神经; 8. 腋血管和正中神经; 9. 贵要静脉和前臂内侧皮神经; 10. 尺神经

(四) 前臂上部断面结构 (图 4-4)

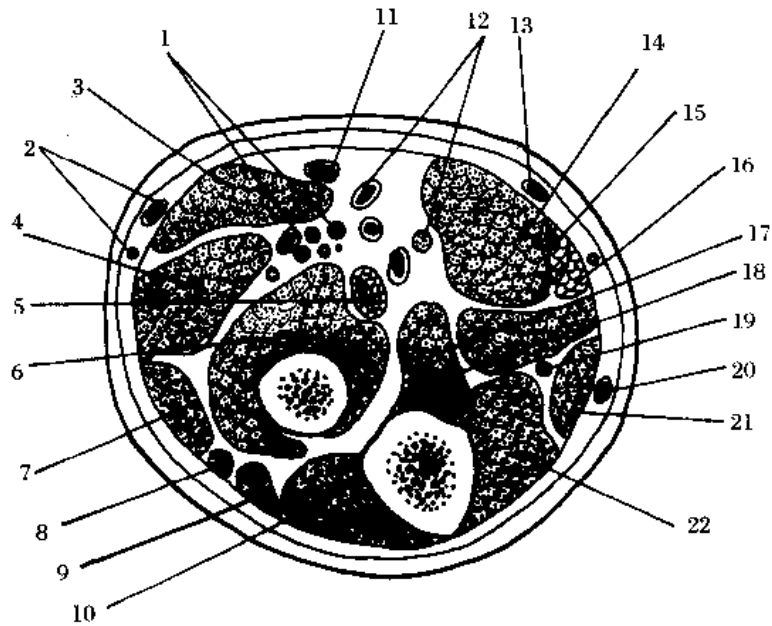


图 4-4 前臂上部断面结构

1. 桡返动、静脉和桡神经深、浅支; 2. 头静脉和外侧皮神经; 3. 肱桡肌; 4. 桡侧腕伸肌; 5. 肱二头肌腱; 6. 旋后肌; 7. 指总伸肌; 8. 小指固有伸肌; 9. 尺侧腕伸肌; 10. 肘肌; 11. 肘正中静脉; 12. 肱血管和正中神经; 13. 贵要静脉; 14. 旋前圆肌; 15. 桡侧腕屈肌; 16. 掌长肌; 17. 肱肌腱; 18. 指浅屈肌; 19. 尺神经; 20. 贵要静脉; 21. 指深屈肌; 22. 尺侧腕屈肌

## (五) 前臂中部断面结构 (图 4-5)

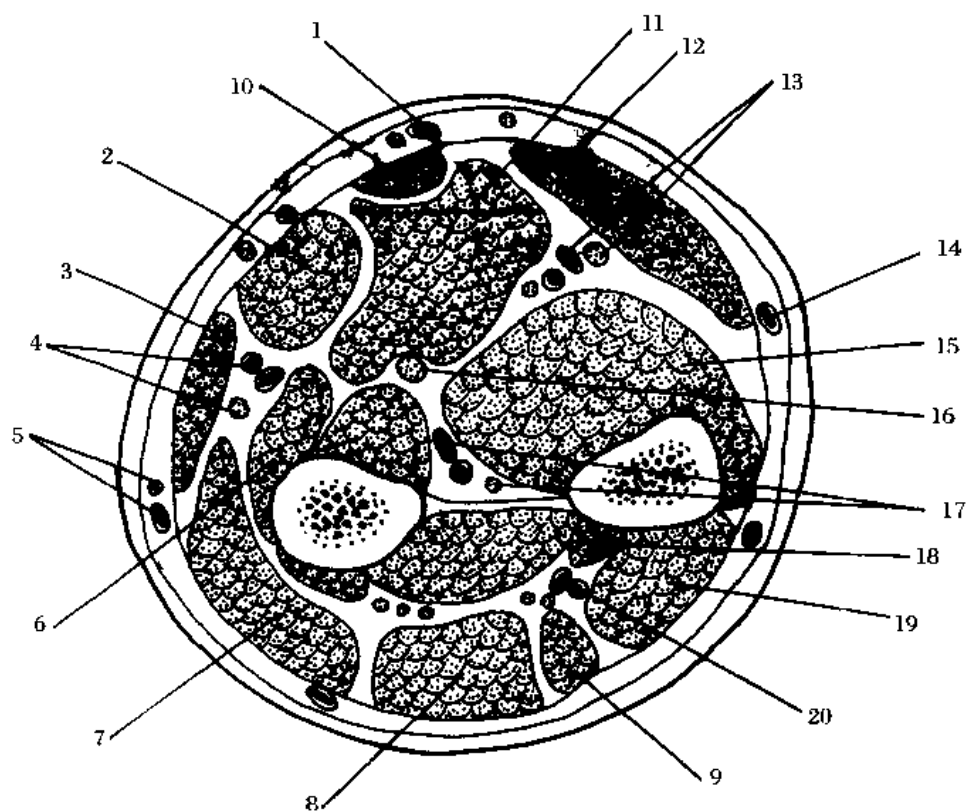


图 4-5 前臂中部断面结构

1. 正中静脉; 2. 桡侧腕屈肌; 3. 肱桡肌; 4. 桡神经浅支和桡血管; 5. 头静脉和外侧皮神经; 6. 旋前圆肌; 7. 桡侧腕长、短伸肌; 8. 指总伸肌; 9. 小指固有伸肌; 10. 掌长肌; 11. 指浅屈肌; 12. 尺侧腕屈肌; 13. 尺神经和尺血管; 14. 贵要静脉; 15. 指深屈肌; 16. 正中神经; 17. 骨间掌侧血管神经; 18. 拇长伸肌; 19. 尺侧腕伸肌; 20. 骨间背侧血管

## (六) 前臂下部断面结构 (图 4-6)

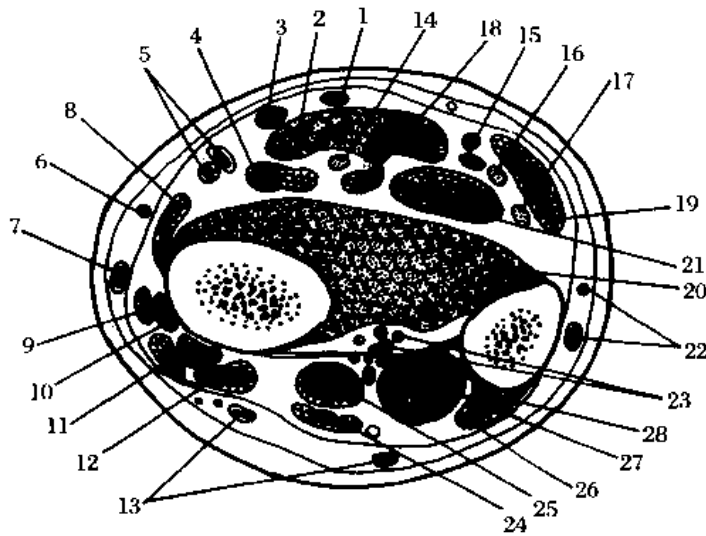


图 4-6 前臂下部断面结构

1. 掌长肌腱; 2. 指浅屈肌腱; 3. 桡侧腕屈肌腱; 4. 拇长屈肌腱; 5. 桡血管; 6. 桡神经浅支; 7. 头静脉; 8. 肱桡肌腱; 9. 拇长展肌腱; 10. 桡侧腕长伸肌腱; 11. 桡侧腕短伸肌腱; 12. 拇短伸肌腱; 13. 头静脉属支; 14. 正中神经; 15. 尺动、静脉; 16. 尺神经; 17. 尺神经的手背支; 18. 指深屈肌; 19. 尺侧腕屈肌腱; 20. 旋前方肌; 21. 贵要静脉; 22. 贵要静脉尺神经浅支; 23. 骨间背侧神经和血管; 24. 指总伸肌腱; 25. 拇长伸肌腱; 26. 小指固有伸肌腱; 27. 示指固有伸肌; 28. 尺侧腕伸肌腱

## (七) 掌近段断面结构 (图 4-7)

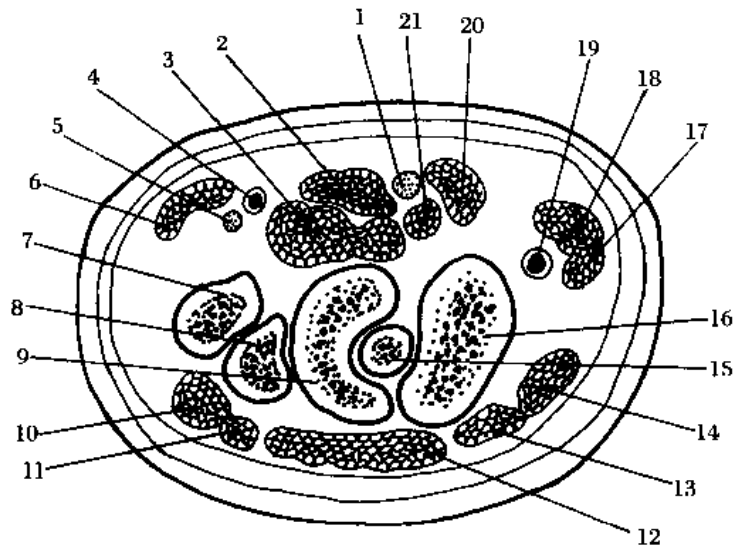


图 4-7 掌近段断面结构

1. 正中神经; 2. 指浅屈肌肌腱; 3. 指深屈肌腱; 4. 尺动脉; 5. 尺神经; 6. 尺侧屈腕肌; 7. 豌豆肌; 8. 三角骨; 9. 钩状骨; 10. 尺状腕伸肌腱; 11. 小指伸肌腱; 12. 指伸肌腱; 13. 桡侧腕长、短伸肌腱; 14. 拇长伸肌腱; 15. 头状骨; 16. 舟骨; 17. 拇短伸肌腱; 18. 拇长展肌腱; 19. 桡动脉; 20. 桡侧腕屈肌腱; 21. 指长屈肌腱

## (八) 掌中段断面结构 (图 4-8)

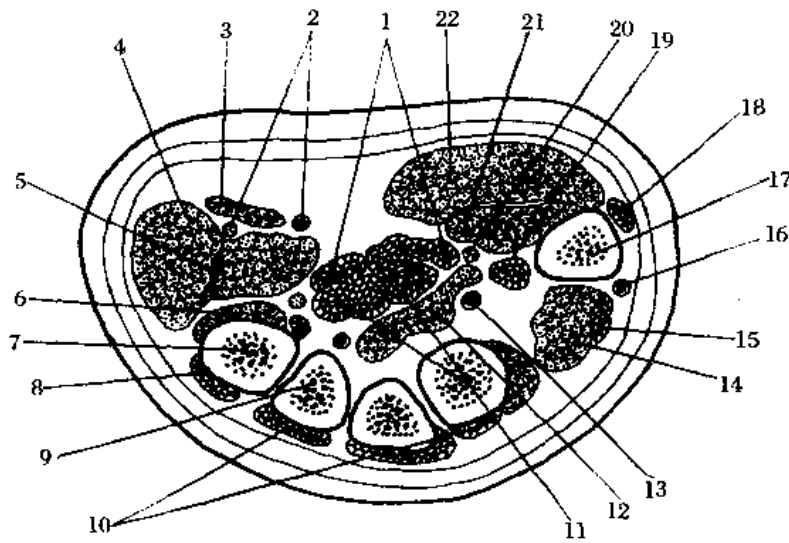


图 4-8 掌中段断面结构

1. 指浅屈肌腱; 2. 尺动脉尺神经; 3. 尺侧腕屈肌腱; 4. 小指展肌; 5. 小指屈肌; 6. 小指肌腱膜; 7. 第五掌骨; 8. 小指伸肌腱; 9. 第四掌骨; 10. 指伸肌腱; 11. 指伸屈肌腱; 12. 拇指内收肌; 13. 掌动脉弓; 14. 骨间背侧肌; 15. 拇长伸肌腱; 16. 桡动脉; 17. 第一掌骨; 18. 拇短伸肌腱; 19. 拇长屈肌腱; 20. 正中神经; 21. 拇指肌腱膜; 22. 拇短展肌

## (九) 掌远段断面结构 (图 4-9)

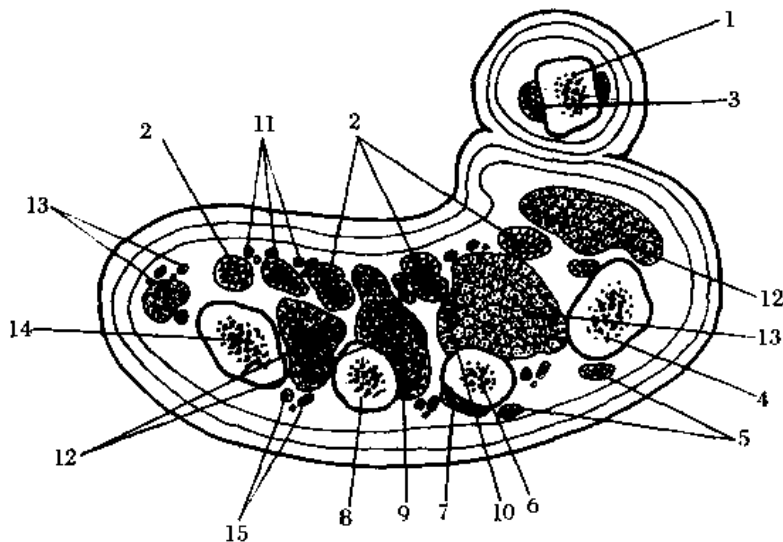


图 4-9 掌远段断面结构

1. 第一掌骨; 2. 指浅屈肌腱; 3. 拇屈肌腱; 4. 第二掌骨; 5. 指伸肌腱; 6. 第三掌骨; 7. 指伸肌腱; 8. 第四掌骨; 9. 指掌侧总动脉、静脉、神经; 10. 指深屈肌腱; 11. 指掌侧固有血管、神经; 12. 拇展肌; 13. 拇收肌; 14. 第五掌骨; 15. 指背血管和神经

(十) 大腿上部断面结构 (图 4-10)

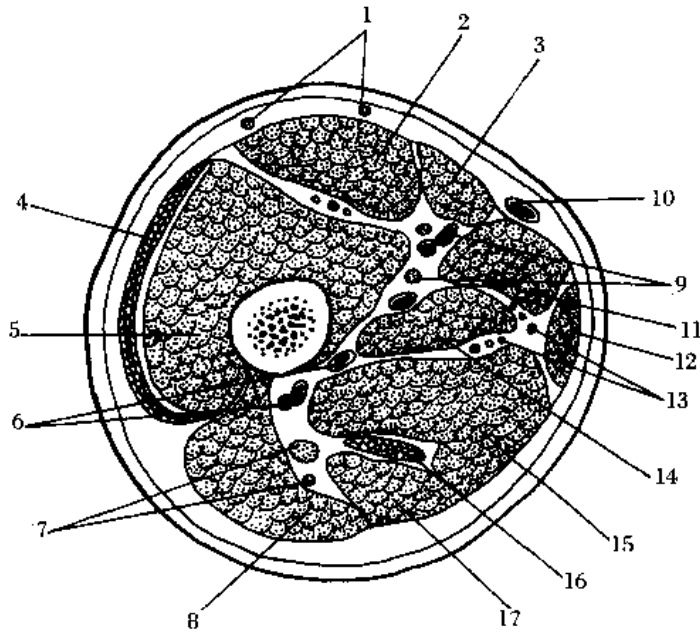


图 4-10 大腿上部断面结构

1. 神经皮支; 2. 股直肌; 3. 缝匠肌; 4. 股外侧肌; 5. 股中间肌; 6. 股深血管分支——穿血管束; 7. 坐骨神经和股后皮神经; 8. 臀大肌; 9. 隐神经和股血管; 10. 大隐静脉; 11. 长收肌; 12. 股薄肌; 13. 闭孔神经前支和闭孔血管分支; 14. 短收肌; 15. 内收肌; 16. 半膜肌膜; 17. 半腱肌

(十一) 大腿中部断面结构 (图 4-11)

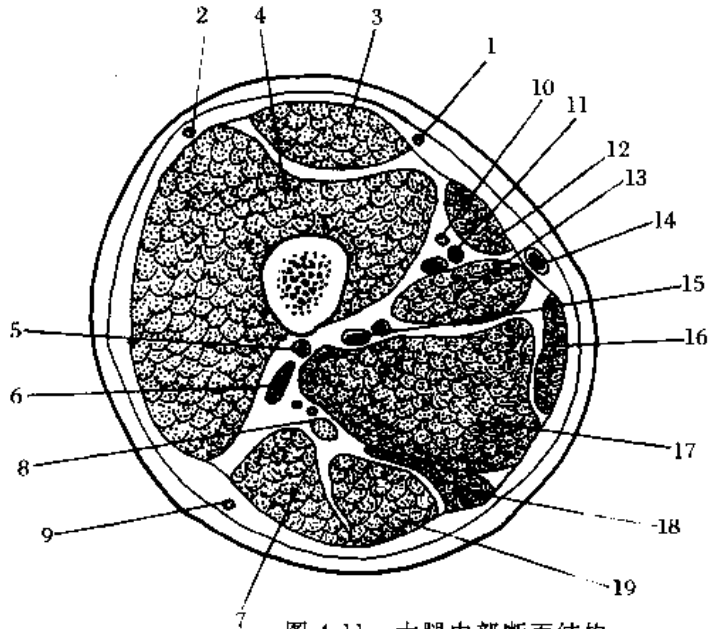


图 4-11 大腿中部断面结构

1. 股神经前皮支; 2. 股外侧皮神经; 3. 股直肌; 4. 股中间肌; 5. 穿血管; 6. 股二头肌长头; 7. 股二头肌短头; 8. 坐骨神经; 9. 股后皮神经; 10. 隐神经; 11. 股动脉; 12. 缝匠肌; 13. 长收肌; 14. 大隐静脉; 15. 股深血管; 16. 股薄肌; 17. 内收肌; 18. 半腱肌; 19. 半膜肌腱

(十二) 大腿下部断面结构 (图 4-12)

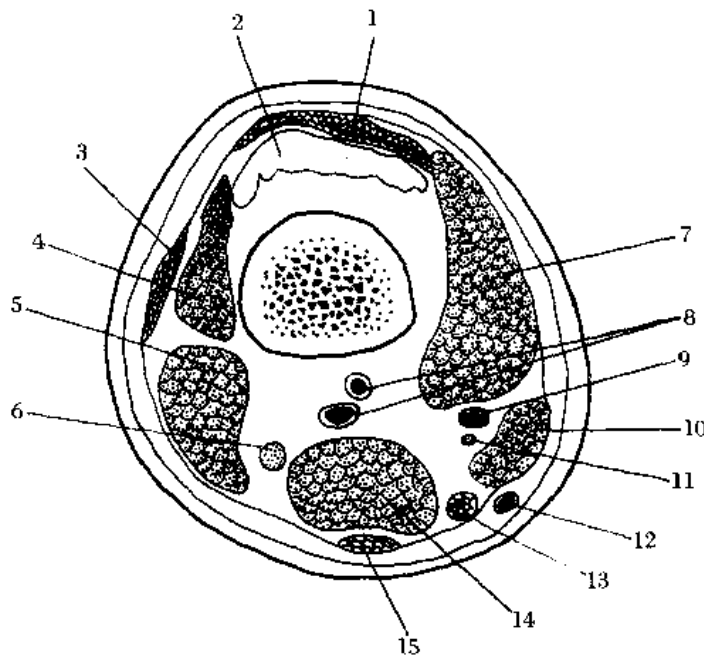


图 4-12 大腿下部断面结构

1. 股四头肌腱; 2. 髌上囊; 3. 髂胫束; 4. 股外侧肌; 5. 股二头肌; 6. 坐骨神经; 7. 股内侧肌; 8. 腘血管; 9. 内收肌腱; 10. 缝匠肌; 11. 隐神经; 12. 隐静脉; 13. 半腱肌; 14. 半膜肌; 15. 股薄肌

(十三) 小腿上部断面结构 (图 4-13)

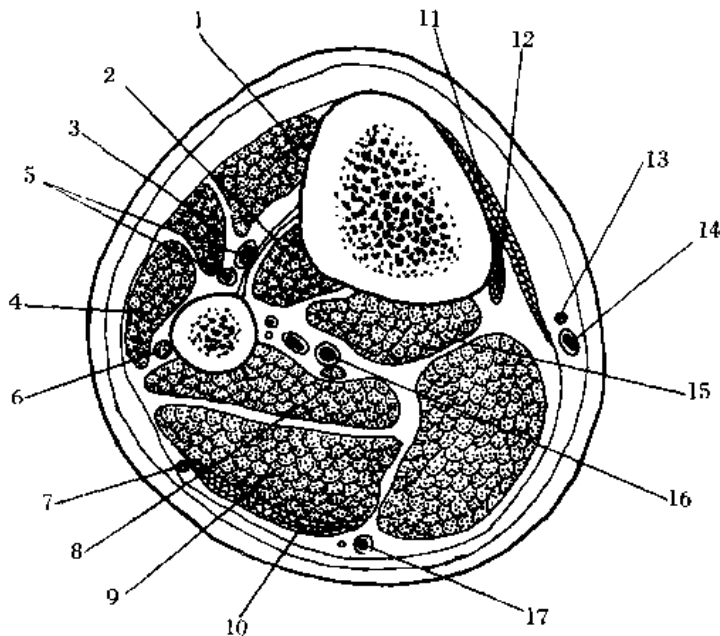


图 4-13 小腿上部断面结构

1. 胫骨前肌; 2. 胫骨后肌; 3. 趾长伸肌; 4. 腓骨长肌; 5. 腓骨短肌; 6. 胫前血管; 7. 腓总神经; 8. 腓肠外侧皮神经; 9. 比目鱼肌; 10. 腓肠肌外侧头; 11. 缝匠肌腱; 12. 股薄肌腱; 13. 半腱肌腱; 14. 隐神经; 15. 大隐静脉; 16. 腓肌; 17. 胫后血管; 18. 小隐静脉

#### (十四) 小腿中部断面结构 (图 4-14)

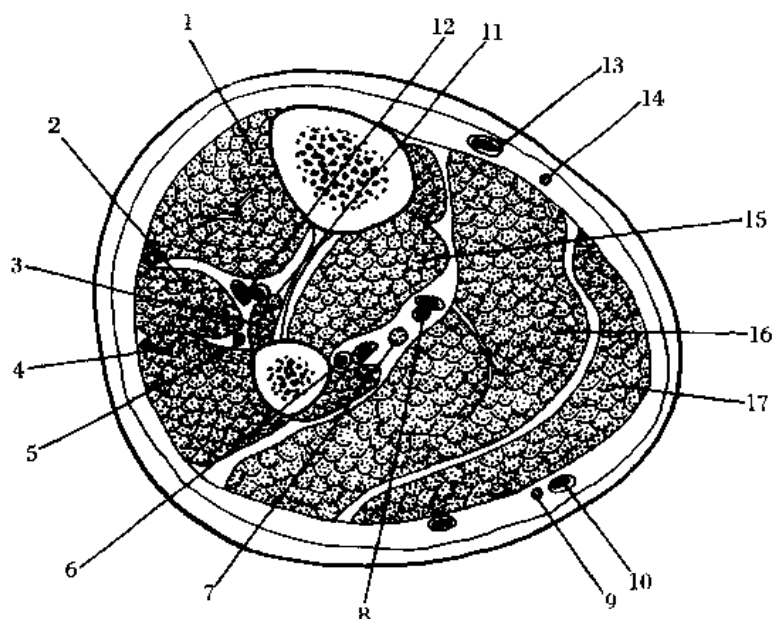


图 4-14 小腿中部断面结构

1. 胫骨前肌; 2. 趾长伸肌; 3. 踇长伸肌; 4. 腓骨长、短肌; 5. 腓浅神经; 6. 胫后血管; 7. 胫神经; 8. 腓血管; 9. 腓肠神经; 10. 小隐静脉; 11. 腓深神经; 12. 胫前血管; 13. 大隐静脉; 14. 隐神经; 15. 胫骨后肌; 16. 比目鱼肌; 17. 腓肠肌

#### (十五) 小腿下部断面结构 (图 4-15)

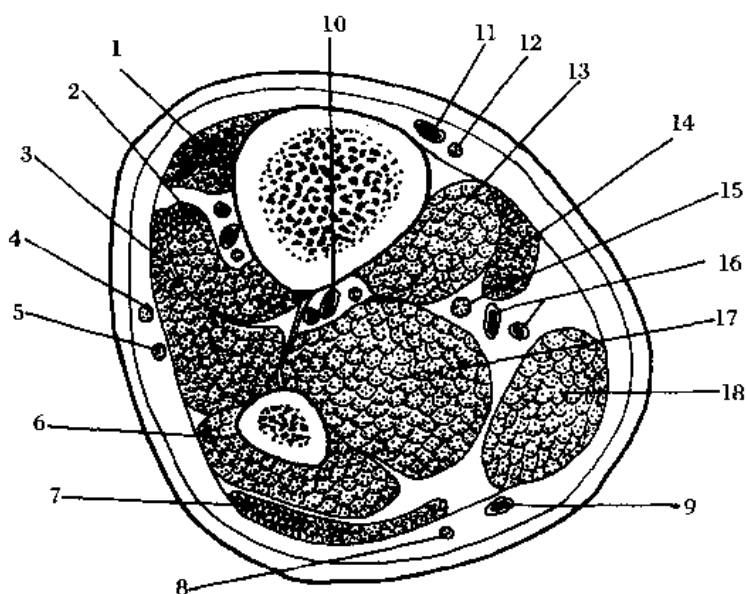


图 4-15 小腿下部断面结构

1. 胫骨前肌; 2. 踇长伸肌; 3. 趾长伸肌; 4. 足背内侧; 5. 中间皮神经; 6. 腓骨短肌; 7. 腓骨长肌; 8. 腓长神经; 9. 小隐静脉; 10. 腓血管; 11. 大隐静脉; 12. 隐神经; 13. 胫骨后肌; 14. 趾长屈肌; 15. 胫神经; 16. 胫后血管; 17. 踇长屈肌; 18. 跟腱



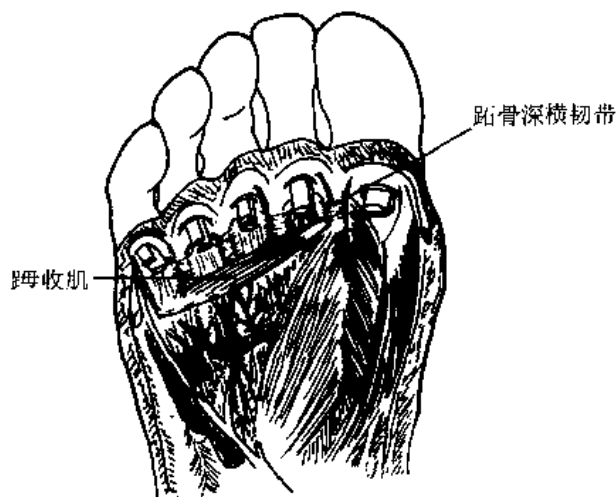


图 4-17 跖骨深横韧带

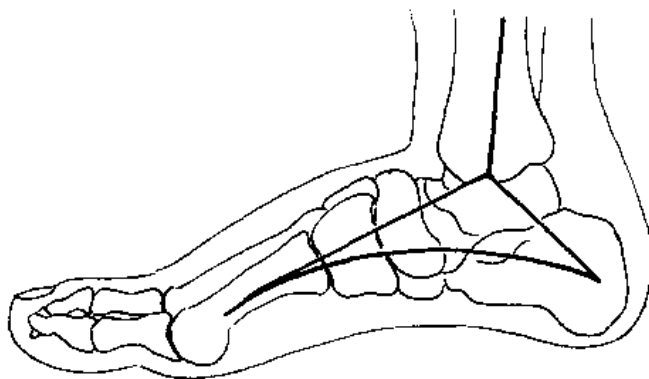


图 4-18 第一跖骨

分别位于足背及足底的深层作用于趾间关节和跖趾关节。

趾短伸肌向第二、第三和第四足趾发出三条肌腱，分别在跖趾关节平面止于相应的趾长伸肌腱。由趾长伸肌腱和趾短伸肌腱所形成的腱膜在近节趾骨上分为一条中央束和两条侧束。中央束止于中节趾骨，侧束则止于末节趾骨。最内侧趾短伸肌特命名为踇短伸肌（图 4-19）。在解剖供足皮瓣时，须从近侧外侧掀起踇短伸肌以显露足背动脉。由于踇短伸肌的伸趾作用不大，切断后不会给供足功能带来损失。

内在肌有跖侧三条和背侧四条骨间肌，附着在近节趾骨的基底，伸趾作用并不明显。还有蚓状肌，其起于趾长屈肌腱两侧，通过跖骨深横韧带，沿足趾胫侧转向背侧，止于伸肌腱膜上（图 4-20）。具有屈跖趾关节和伸趾间关节的作用。

#### （四）血管

跖面静脉细小，相互连成静脉网并与深静脉沟通。足趾跖面静脉系统通过趾侧小静脉引流至背面。在移植术中，这些静脉不起大的作用。趾背有两条趾背静脉，其近端与相邻趾背静脉连成跖静脉，进入跖骨远侧的足背静脉弓（图 4-21）。静脉弓的内、外侧分别引流至大隐静脉和小隐静脉。大隐静脉在足内侧上行至内踝后，斜向通过胫骨下 1/3。当以踇趾为游离组织供区时，应当将内侧趾背静脉包含在移植组织中。

足部切取的游离组织多数以足背动脉为血管蒂（图 4-22），因此它是一条很重要的动

脉，背动脉为胫前动脉的延续，起自踝关节前面，一直向下行走于足背，第二跖骨基底，外侧呈弓状发出分支和跖底深支，延续成第一跖背动脉，第一跖背动脉于第一跖间隙靠

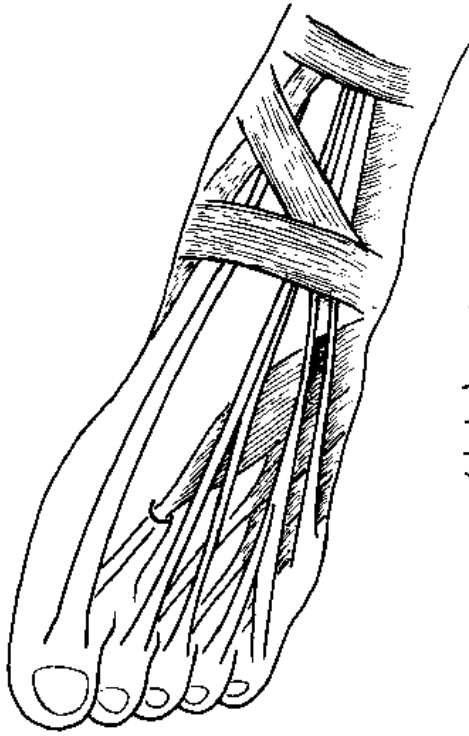


图 4-19 腓短伸肌

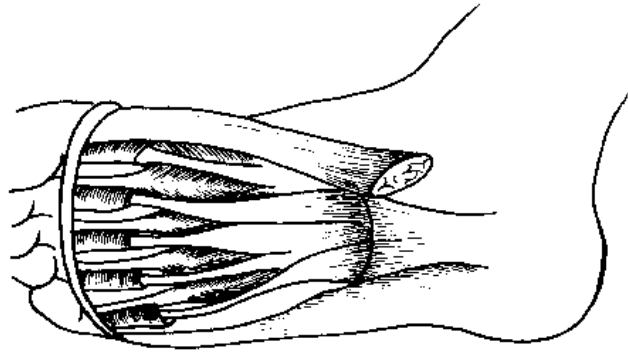


图 4-20 蚓状肌



图 4-21 足背静脉弓



图 4-22 足背动脉

近第一跖骨外缘向前行，位置多有变异，其远端有跖趾背动脉和第二趾背动脉两个分支，第二趾背动脉和尺侧弓状动脉分支又互相交通。利用这一解剖学特点，作者为多指或全手指缺失者再造拇、手指乃至全部手指时，就将跖趾皮甲瓣和第二趾甚至第三趾以足背动脉和大隐静脉为血管蒂一起切取，或将第二、第三趾联合切取。

第一跖背动脉在前行时，位置变异多，根据 Gilbert 的观察分为三型，结合我们的观察大致分为三型六个亚型（图 4-23）。

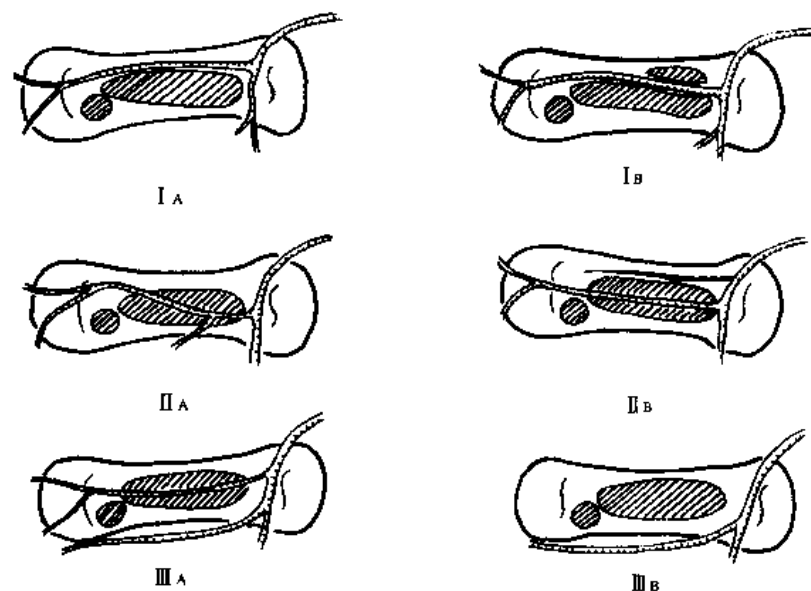


图 4-23 第一跖背动脉的 Gilbert 分型

**I 型：**第一跖背动脉从第一背侧骨间肌的浅层行走，可清楚触摸到动脉搏动。该型出现率大致为 50%。又可分为 A 和 B 两个亚型：I<sub>A</sub> 的第一跖背动脉行于皮肤与骨间背侧肌之间，延续成为足背动脉；I<sub>B</sub> 型的第一跖背动脉则行于骨间背侧肌之浅层之中。

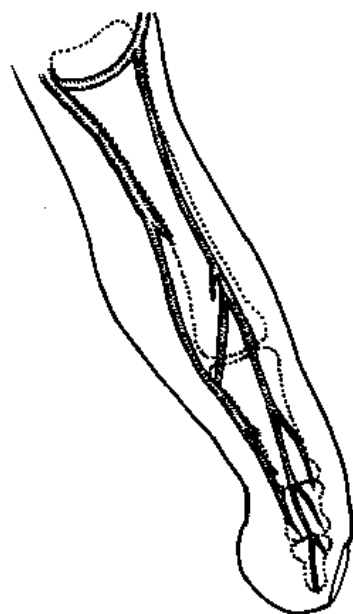


图 4-24 第一跖底动脉 III 型的处理

**II 型：**第一跖背动脉在骨间肌深层行走，血管口径较小。该型出现率为 30%~40%。也可分为 A、B 两个亚型：II<sub>A</sub> 的第一跖背动脉于第一、二跖骨之间远侧 1/3 处穿至骨间背侧肌之上，延续为足背动脉；II<sub>B</sub> 型的第一跖背动脉则完全行于骨间背侧肌之中，并发出一条细支行于骨间背侧肌表面。

**III 型：**III<sub>A</sub> 型的第一跖背动脉位于的跖横韧带背侧，口径甚小，而且没有分支；而 III<sub>B</sub> 型则缺乏第一跖背动脉。该型也不少见，出现率为 10%~20%。III 型的第一、二趾的血供主要来自第一跖底动脉。在处理 III 型时，可以解剖游离在跖横韧带跖侧的第一跖底动脉（图 4-24），尽量保留趾底动脉与趾背动脉的吻合支，来切取跖趾皮甲瓣，或者跖趾皮甲瓣和第二足趾。

### (五) 神经

足的背面皮神经有腓浅神经、腓深神经、腓肠神经和隐神经(图 4-25)。掀起足背皮瓣时,应当将腓浅神经感觉支包含在内。腓肠神经支配足的外侧缘,隐神经支配足的内侧缘,这些神经在以足为供区的组织移植手术之中不起什么作用。腓深神经感觉支则在趾短伸肌移植以重建手的某一部分动力为目的时,必须包含在游离组织中,但是在足趾移植手术中则不必包含该神经。

足底由胫后神经支配(图 4-26),其分为内侧支和外侧支。外侧支发出肌支支配大部分足肌,发出感觉支支配足底和一个半趾。内侧支在屈趾短肌内缘走行,发出足趾固有神经支配内侧三个半趾。移植跖趾或跖趾皮甲瓣时,需要分离出一侧趾底固有神经,并尽可能在高位切断,待移植至手后与指神经吻合。趾底固有神经不仅支配趾底,同时也支配趾背。在足趾移植到手的手术中,通常只需将一侧足底神经和一条指神经吻合。



图 4-25 足的背面皮神经

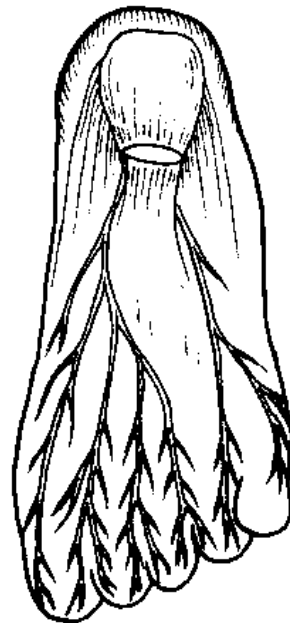


图 4-26 胫后神经

## 第三节 腓骨的应用解剖

### (一) 结构特点

腓骨为长管状骨,位于胫骨外侧(图 4-27)。在功能上次于胫骨。上端为腓骨头,与胫骨形成微动关节。腓骨由胫腓骨骨间韧带与胫骨连在一起。下端形成外踝。腓骨不参与膝关节的组成,没有负重的作用。其上 3/4 段主要作为肌肉的附着处,下 1/4 参与踝关节的组成,有加强踝关节的稳固性的作用。腓骨上 3/4,包括腓骨头在内,为理想的供骨部位。手术设计时要注意保留下 1/4 腓骨段,以免破坏踝关节的功能。

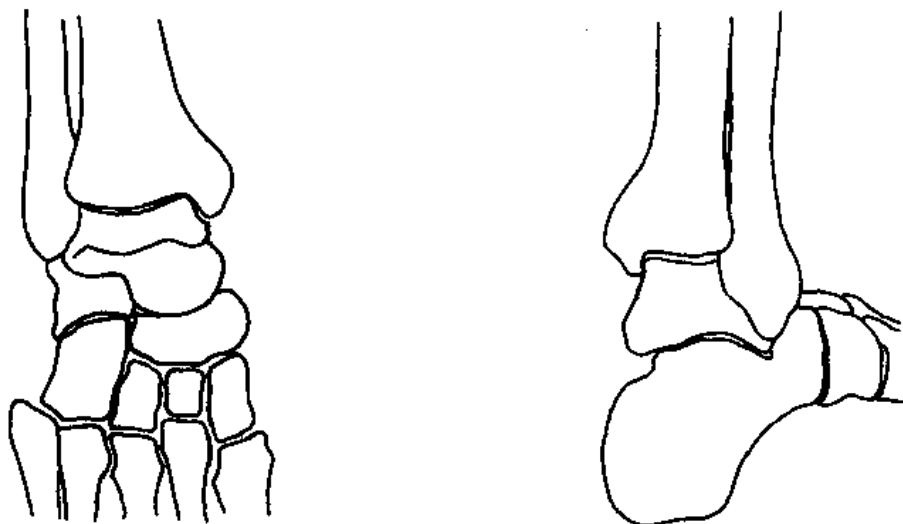


图 4-27 腓骨的结构特点

腓骨长度在我国成人为 24~47cm, 平均为 34cm。男性比女性平均长 3cm 左右。腓骨上端与桡骨下端在外形上相似, 故临床上可用移植腓骨上端替代手术切除的桡骨下端作腕关节成形。

## (二) 血供

腓骨血供来源于三类动脉: 滋养腓骨干的主要为腓动脉(图 4-28)发出的滋养动脉、弓状动脉、肌支和穿支; 上端有胫前和胫后动脉分支以及腓动脉分支; 下端由踝关节血管的分支供血。



腓动脉在距腓肌下缘中点 3cm 处起自胫后动脉, 其外径为 2~3mm。两条伴行静脉在距腓肌下缘 2cm 处汇入胫后静脉, 其外径为 2~3mm。

1 岁儿童腓血管外径已接近 1cm, 3 岁时达 1cm 以上。因此, 进行儿童腓骨移植, 腓血管的外径已足以满足吻合血管的要求。

## (三) 应用原理

腓动脉在腓骨中 1/3 部进入滋养孔, 该部位血管最为丰富。因此移植腓骨时宜居中选择切取骨段。以腓血管为血管蒂尚可保留弓状动脉血供。在腓骨周围保留一层肌袖, 可达到保护血管的作用。有时腓动脉起始可发生异常, 代替胫后动脉主干成为小腿后方惟一的动脉主干, 故而手术时须试探阻断其血流, 确定小腿无缺血现象时方能结扎切断。腓动脉同时供应小腿后外侧肌间隔附近皮肤, 因此, 以腓血管为蒂可切取腓骨连同小腿后外侧肌肉和皮肤作复合组织移植。

图 4-28 腓动脉

## 第四节 背阔肌的应用解剖

### (一) 结构特点

背阔肌扁平宽大，呈三角形（图 4-29）。中间宽度为 50cm 左右。覆盖在背部下半部。起始部肌膜为腰背筋膜后层，上窄下宽延伸，附着在下六个胸椎、全部腰椎、骶椎棘突、棘上韧带以及髂嵴后部等结构之上。上部和前下部肌束附着于肩胛下角和下 3~4 根肋骨上。腱膜上部深面和下后锯肌腱膜相连。肌腹上部从后面覆盖和包绕大圆肌，中下部斜向外上向止端聚集。肌腹上缘长约 20cm，厚约 4mm。肌腹前缘下部与腹外斜肌及前锯肌等结合较紧。上部接近腋窝，参与构成腋后壁，与深层结构结合疏松，易于分离。前缘长约 31cm，整个背阔肌长约 30cm。

### (二) 血供

背阔肌的主要营养血管为胸背动脉（图 4-30）。该血管通常是锁骨下动脉最大分支肩胛下动脉分出的终末支，偶尔也可直接发自腋动脉与胸外侧动脉的共干。另有三组发自肋间动脉和腰动脉的节段性血管以及颈横动脉降支，参与供应背阔肌。胸背动脉向下越过大圆肌后，沿背阔肌深面，靠近前缘下行，分出前锯肌支和大圆肌支后，分成内侧支和外侧支供应背阔肌和覆盖的皮肤。胸背动脉长约 8cm，外径大约 2.5mm，其前内方为胸背静脉，外径可达 4mm。后外方为胸背神经。三者共同构成血管神经束。

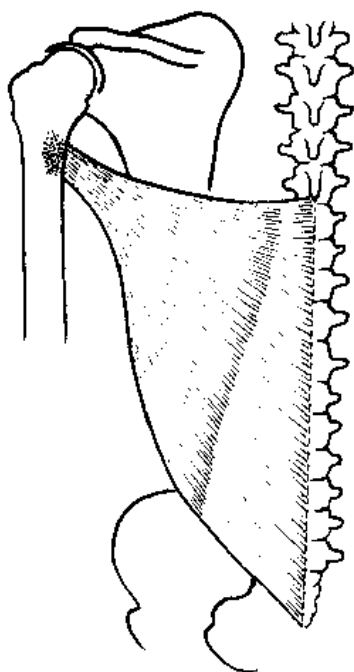


图 4-29 背阔肌结构特点

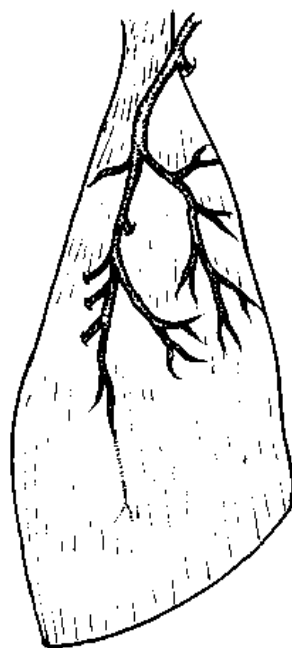


图 4-30 胸背动脉

### (三) 应用原理

胸背动脉入肌点的体外标志为腋窝中心点下6~7cm处,以胸背血管为蒂的肌皮瓣转位或游离移植,背阔肌上方皮肤均能良好成活;而腱膜浅面,尤其是靠近正中线和下部的皮肤,不容易成活。胸背血管发出分支供养前锯肌,因此,以前锯肌为血管蒂可获得背阔肌-前锯肌联合皮瓣(图4-31)。

背阔肌的功能是在其他肌协同下进行肩关节内收,内旋和后伸,切取该肌后由其他肌行使这些功能,不会造成明显的肩关节功能影响。

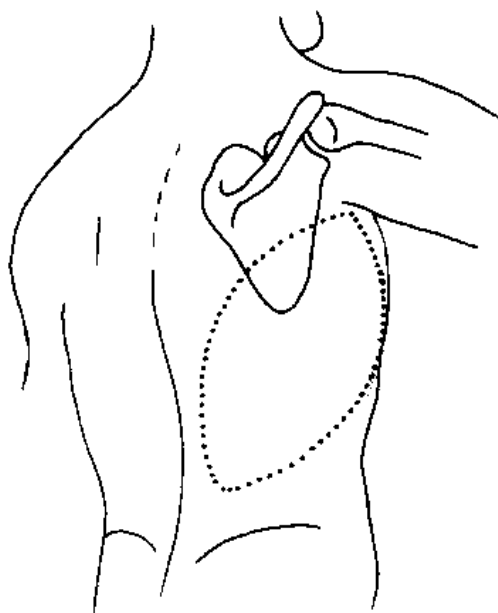


图4-31 背阔肌-前锯肌联合皮瓣

## 第五节 肩胛皮瓣的应用解剖

### (一) 结构特点

肩胛皮瓣取自肩胛骨上方皮肤(图4-32)。部位隐蔽,皮下脂肪层薄,适用于手、足皮肤缺损的修复。

### (二) 血供

通常由肩胛下动脉分出胸背动脉和旋肩胛动脉,后者从起始部开始绕着肩胛下肌下缘走向背侧,穿过由小圆肌为上界,大圆肌为下界,以及肱三头肌长头为外界的三边孔,到达冈下窝。出三边孔后发出许多分支,主要有呈水平走向的冈下窝支及呈垂直向下走向的下角支(图4-33)。通常将水平支为蒂掀起的皮瓣称为肩胛皮瓣,而将垂直支为蒂的称为肩胛旁皮瓣。旋肩胛动脉和伴行静脉由起点到皮肤分支长4~7cm,外径2~3cm。血管解剖比较恒定,虽然旋肩胛动脉在起始时可变异为直接起始于腋动脉,或者与旋肱后动脉,旋肱前动脉,胸外侧动脉或肱深动脉共干起始;但其走向和分支分布方式很少有变异。

### (三) 应用原理

以旋肩胛血管为蒂,以其水平走向的冈下窝支为轴切取的皮瓣通常称为肩胛皮瓣,在我们所治疗的一组病例中,最大的肩胛皮瓣宽达10cm、长达23cm。肩胛旁皮瓣宽度可达15cm,长度可达30cm。以旋肩胛血管为蒂将肩胛皮瓣和肩胛旁皮瓣一起切取,可获得肩胛-肩胛旁联合皮瓣(图4-34),用来移植修复较广泛的皮肤缺损。以双侧旋肩胛血管为蒂,可掀起双蒂双肩胛皮瓣(图4-35)。

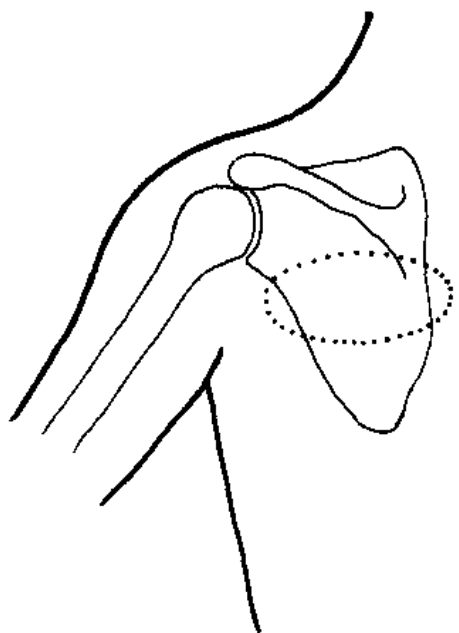


图 4-32 肩胛皮瓣

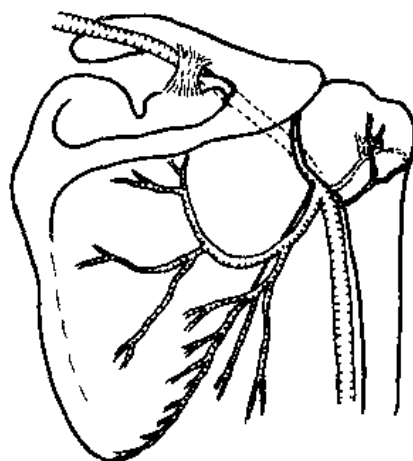


图 4-33 胸背动脉和旋肩胛动脉

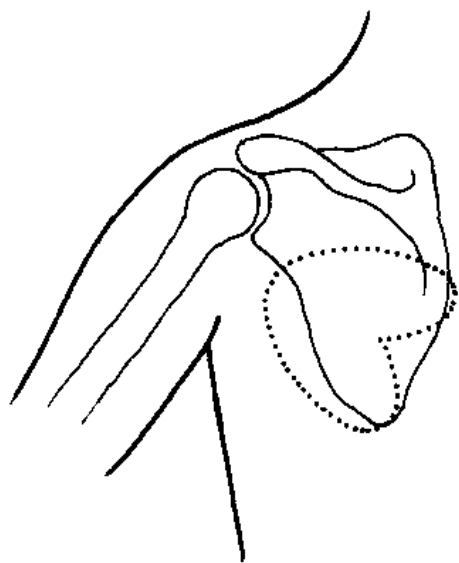


图 4-34 肩胛-肩胛旁联合皮瓣

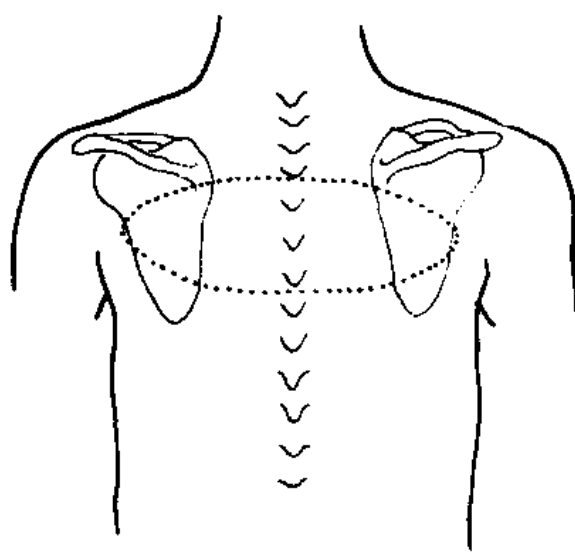


图 4-35 双蒂双肩胛皮瓣

## 第六节 髂骨的应用解剖

### (一) 结构特点

人的髂骨呈“S”形，前后厚而中间薄（图 4-36）。髂嵴前部的内侧缘附着腹横肌，外侧缘附着腹外斜肌、阔筋膜张肌和臀中肌，中间附着腹内斜肌。上述肌肉的血管通过肌

肉附着面的骨孔进入髂骨。髂骨前部位置表浅，骨膜厚、质地松，血供丰富，是临床上较为理想的骨骼供区。

## (二) 血供

旋髂浅动脉分布在腹股沟区和髂前上棘附近的皮下组织，外径为 1.2~1.8mm(图 4-37)；其伴行静脉变化较大。旋股外侧动脉升支分布在阔筋膜张肌和髂前上棘外缘，外径为 2.2~3.3mm；其伴行静脉为双支，外径为 1.9~3.9mm。臀上动脉上支分布在臀中肌、臀小肌和髂嵴前部外侧缘，外径为 2.3~3.4mm；其伴行静脉外径为 3.8~4.8mm。

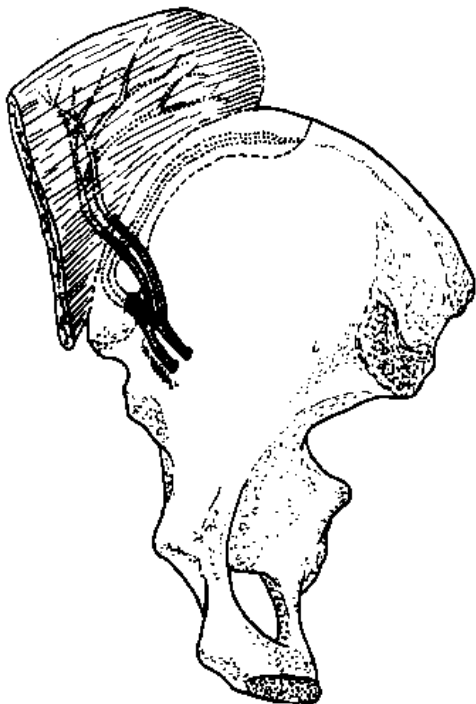


图 4-36 髂骨的结构特点



图 4-37 旋髂浅动脉

旋髂深动脉分布在髂嵴前部内侧缘及其相连的肌肉，外径为 2.3~3.2mm；从起始至髂前上棘长约 7cm(图 4-38)。动脉主干沿着髂骨内唇向后走行，位于腹横筋膜与髂筋膜交汇线外侧，髂筋膜和髂肌之间(图 4-39)。其伴行静脉通常为一根，外径达 2.9~4.6mm。

## (三) 应用原理

髂骨为再造拇指骨支架的常用供区。

带血管髂骨可以用于小段骨骼缺损的修复，切取时常以髂深血管为蒂。还可以根据治疗需要，将髂骨和其表面的皮肤一起作为带血管骨皮瓣切取。由于旋髂浅血管以供养皮肤为主，因此，倘若以其为髂骨块的血管蒂，必须将髂骨块与其表面的皮肤一起切取。

旋股外侧动脉升支和臀上动脉上支不能作为带血管髂骨的血管蒂。

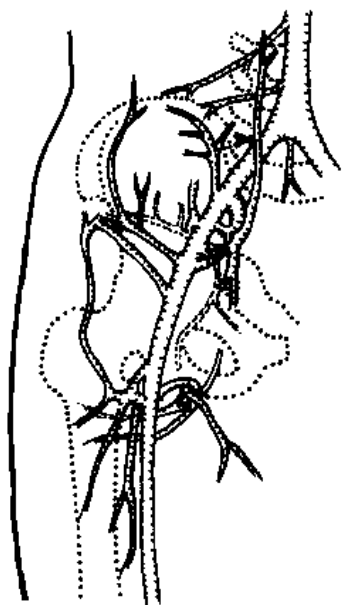


图 4-38 旋髂深动脉

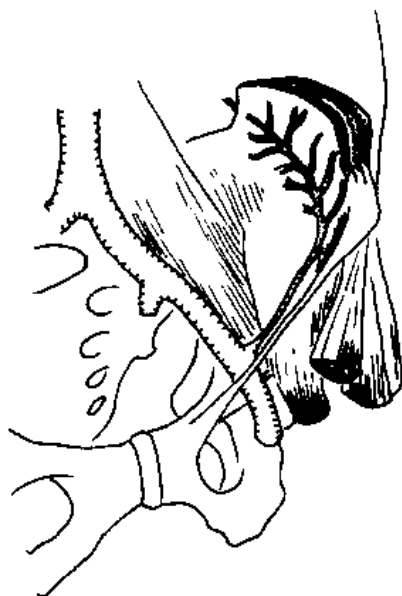


图 4-39 髂筋膜和髂肌之间的  
旋髂深动脉主干

## 第五章 游离组织的切取方法

本章仅介绍与本书所阐述显微外科技术有关游离组织的解剖和切取的方法。每一特定的游离组织可有不同的游离方法，在此只介绍我院惯用的方法。

### 第一节 游离第二足趾

#### (一) 切口

铺巾前在供足用龙胆紫画出皮肤切口标线(图 5-1)。方法为以第二足趾中线为轴心，在足背和足底，从第一和第二趾蹼开始，作两个“V”形切口。



图 5-1 用龙胆紫画出游离第二足趾皮肤切口标线

凡是“V”形切口其顶角均为  $60^\circ$  左右，少于这个度数可能会发生皮瓣坏死。

背侧“V”形切口所形成的三角皮瓣大小一般为底宽 2cm，长可根据手术方案要求在 3~5cm，必要时可带足背皮瓣。足底则不能在跖骨头表面作切口，以保护供足的负重功能。

自足背“V”形的顶点向近侧作“S”形切口，先弯向外侧，以便于大隐静脉属支的游离。

#### (二) 游离静脉

近侧充分游离大隐静脉属支，向远侧追踪到趾背静脉(图 5-2)。

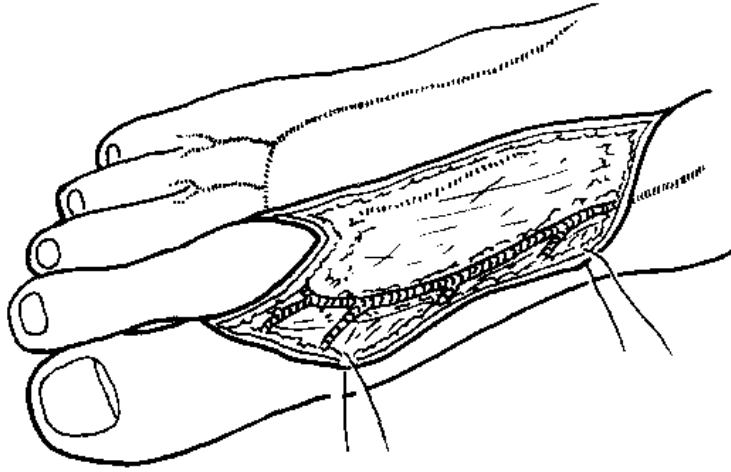


图 5-2 游离大隐静脉并向远侧追踪到趾背静脉

### (三) 游离动脉

将游离好的静脉牵向内侧。找到拇短伸肌（图 5-3），切断其远端，将近端牵向近侧外侧并作锐性分离，显露拇短伸肌深面的足背动脉（图 5-4）。结扎和切断细小动脉分支，向上分离至切口近端，向下追踪和游离第一跖背动脉。

第一跖背动脉分为三型，已如上述（见图 4-23）。

游离 I 型时，只需作浅层解剖。

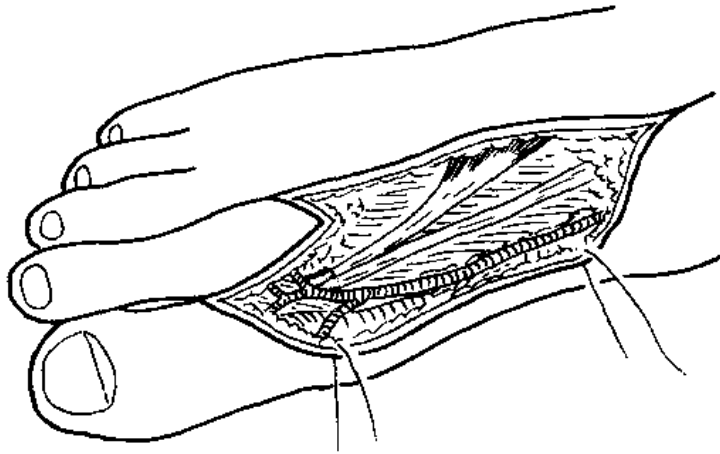


图 5-3 将游离好的静脉牵向内侧，找到拇短伸肌

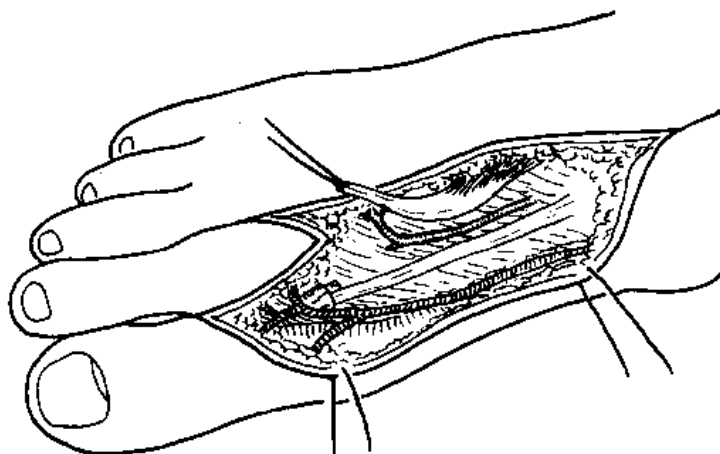


图 5-4 显露踇短伸肌深面的足背动脉

游离Ⅱ型时，可将第一背侧骨间肌挑起予以纵形切开以显露从中穿过的第一跖背动脉（图 5-5）。

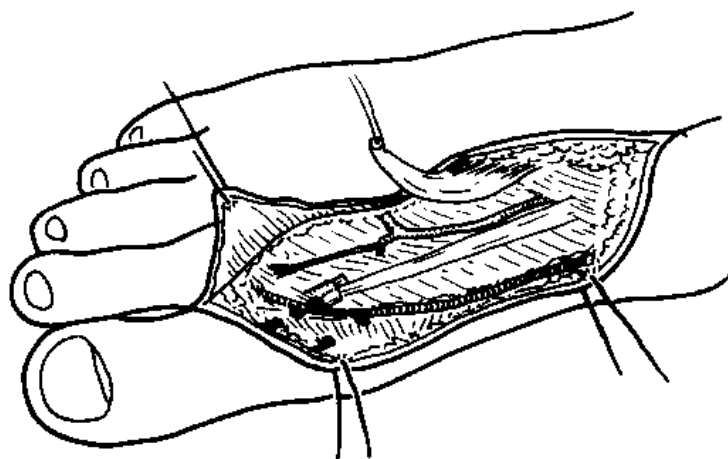


图 5-5 显露第一跖背动脉

游离Ⅱ型时，宜先分离拇指和第二足趾的趾背动脉，再向近侧追踪。有时需切断跖骨深横韧带才能显露第一跖背动脉的远端。如果第一跖背动脉位于跖骨头跖面与第一跖底动脉交叉，则切断踇趾内收肌以完全游离第一跖背动脉远侧。然后，向外侧牵开第一骨间肌，显露出第一跖背动脉（图 5-6）。

踇趾趾背动脉近端予以游离后行结扎和切断，第二足趾趾背动脉游离至进入足趾之处（图 5-7）。在第一趾蹼分离出第一趾背动脉与趾底动脉的交通支，结扎后切断（图 5-8）。

轻轻地提起足背第一跖背动脉，分离出长 0.5cm 左右的足底深支，用显微血管钳钳牢远端，靠血管钳近侧切断血管的近端，远侧用丝线紧紧结扎。近端可结扎也可用显微血管夹夹住，以便留待作动脉液压扩张（图 5-9）。

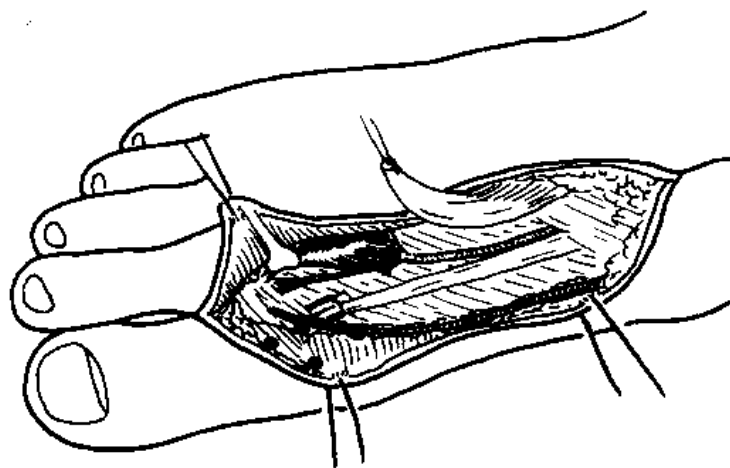


图 5-6 游离Ⅱ型时，向外侧牵开第一骨间肌显露第一跖背动脉

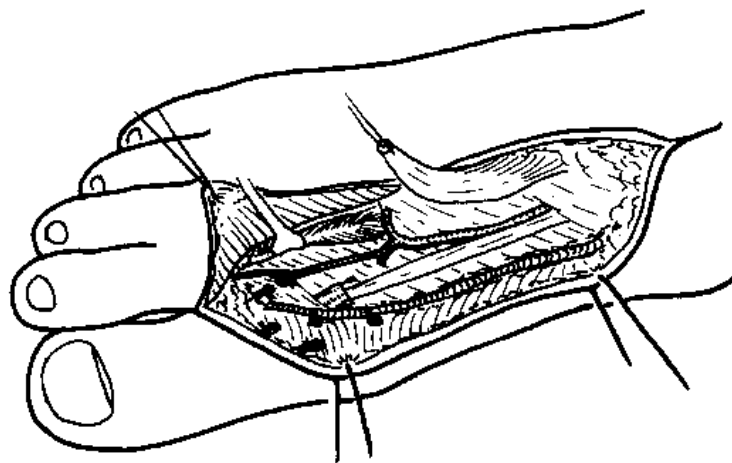


图 5-7 第二足趾趾背动脉游离至进入足趾之处

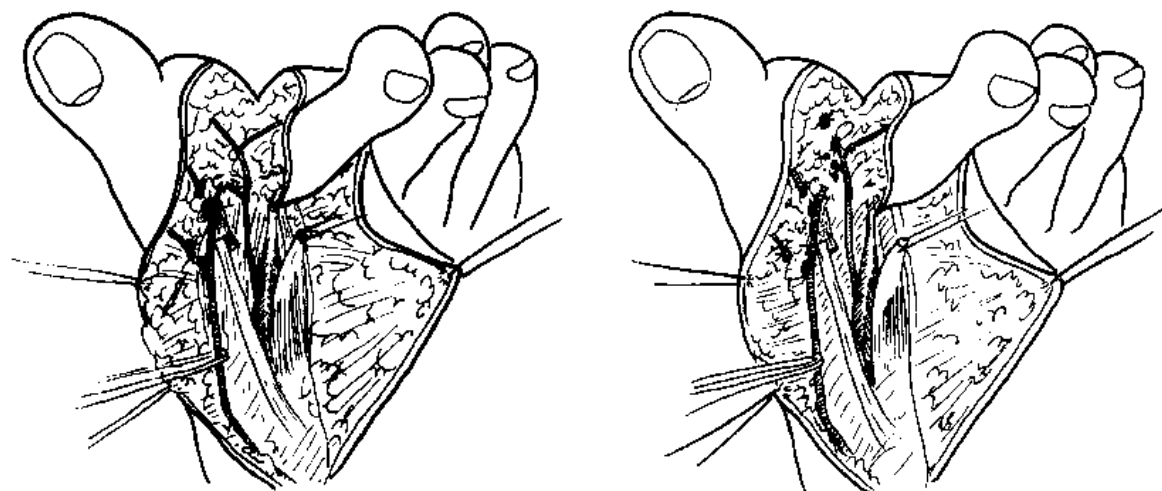


图 5-8 分离第一趾背动脉与趾底动脉的交通支

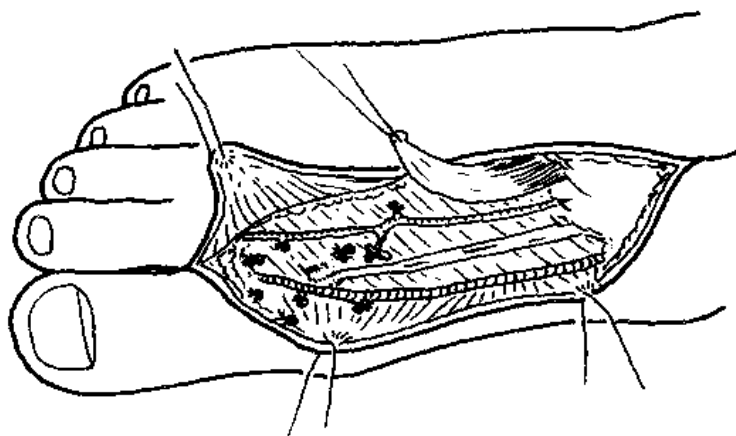


图 5-9 用显微血管夹夹住留待作动脉液压扩张

#### (四) 游离神经

向两侧牵开拇趾和第二足趾，切断第一跖骨与第二跖骨之间的跖骨深横韧带，在韧带的跖侧找到第二足趾的胫侧趾神经（图 5-10）。

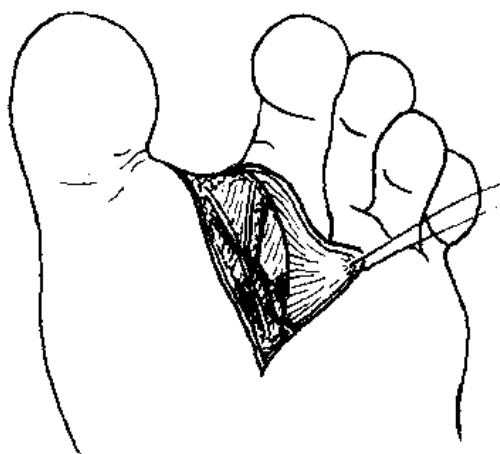


图 5-10 第二足趾的胫侧趾神经

锐性解剖分离趾神经，并向近侧追踪分离至趾总神经，纵形分离使之与拇趾的腓侧趾神经分裂，以便在更高的平面切断第二足趾胫侧趾神经，获得较长的长度，一般在跖趾关节近侧 2cm 处切断之。

#### (五) 游离趾伸肌腱

在足背找出第二足趾的趾长伸肌腱（图 5-11）。通过钝性解剖，提起趾长伸肌腱，尽量高位切断之，再通过锐性解剖，将伸肌腱向远侧返折，直到跖趾关节背侧，分离肌腱时，注意保护其腱旁膜。在趾长伸肌腱的外侧，鉴别趾短伸肌腱，游离后在肌腱肌腹交界处切断，与趾长伸肌腱一起向远侧游离。

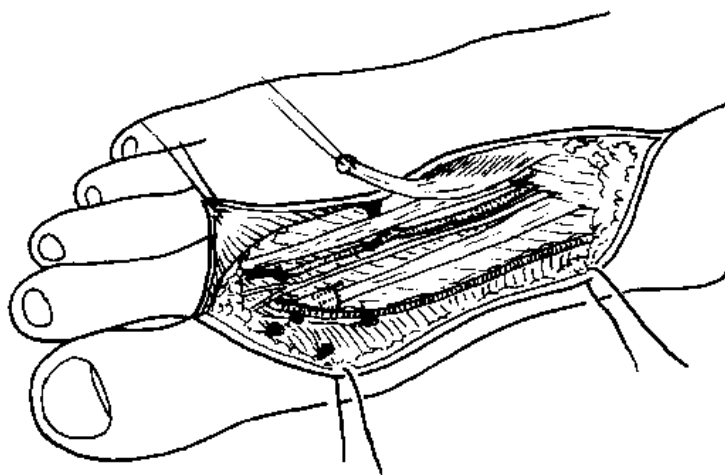


图 5-11 第二足趾的趾长伸肌腱

#### (六) 跖骨处理

根据手术设计和再造的需要，跖骨的处理因具体病例的不同而有所不同。

如果拟用跖趾关节来替代再造的拇指或手指的掌指关节，则在第二跖骨骨干的适当平面截断（图 5-12）。

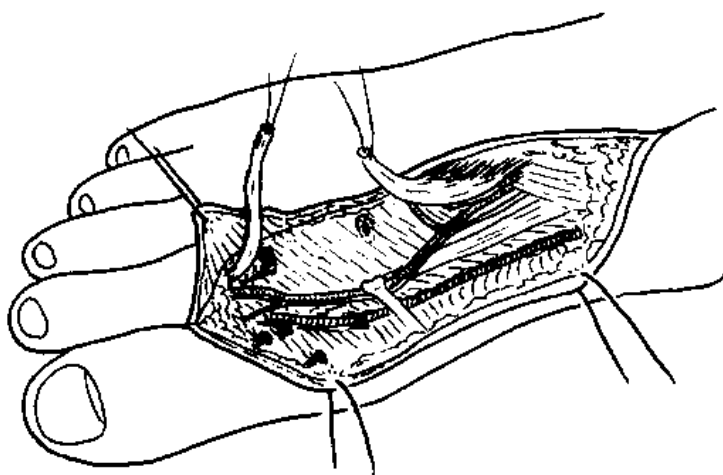


图 5-12 在第二跖骨骨干的适当平面截断

如果手术只需移植第二足趾本身，而在再造时准备用其近节趾骨与手上比较完整的掌骨对合，以形成新的掌指关节，则行跖趾关节解脱（图 5-13）。

如果移植足趾的近节趾骨再造时，须与手指近节指骨残部对合后再切除近节趾骨基的关节面（图 5-14）。

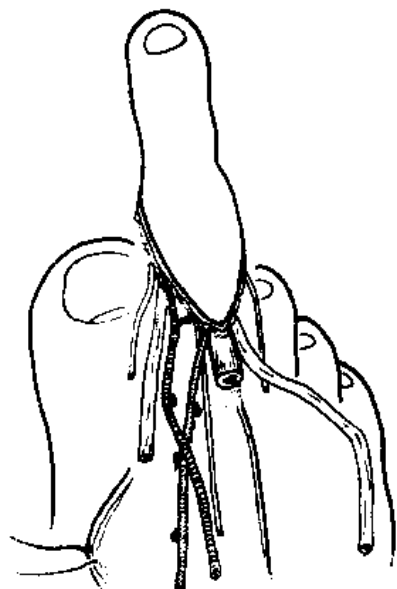


图 5-13 跖趾关节解脱

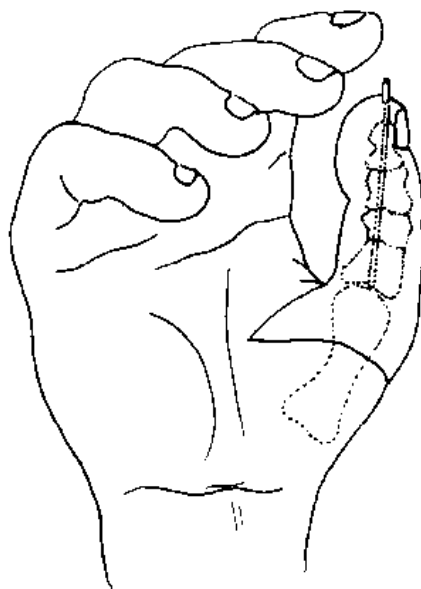


图 5-14 移植足趾的近节趾骨与  
手指近节指骨残部对合

### (七) 游离趾屈肌腱

足趾牵向背侧远侧，显露趾屈肌腱（图 5-15），在跖趾关节跖侧软骨板近侧纵形切开腱鞘，用血管钳挑出趾长、短屈肌腱，令足踝跖屈，向远侧牵拉肌腱，用组织剪尽量在高位剪断屈肌腱。

### (八) 检查游离足趾的血液循环

在切断血管蒂取下足趾之前，必须确定游离好的足趾具有良好的血液循环。用无菌盐水纱布或者棉垫覆盖足部手术创面，放松止血带，观察第二足趾趾端的颜色，测试其毛细血管充盈情况。

如果发现趾腹空虚，肤色苍白，而游离好的动脉，尤其是第一跖背动脉和第二足趾趾动脉搏动微弱，应当考虑血管痉挛的可能性。解除血管痉挛，通常可用温湿纱布作动脉湿敷，如果效果不明显，也可在痉挛动脉的外面滴注浓度为 6.25% 的硫酸镁溶液。

作者主张常规作动脉的节段性液压扩张。如果游离动脉时，足背动脉的足底深支没有结扎的话，可以将连有注射器的平针头，通过足底深支插入动脉管腔；如果足底深支在游离血管时已经被结扎，则需改用弯针头作动脉穿刺进行肝素生理盐水（12.5u/ml）节段性液压扩张

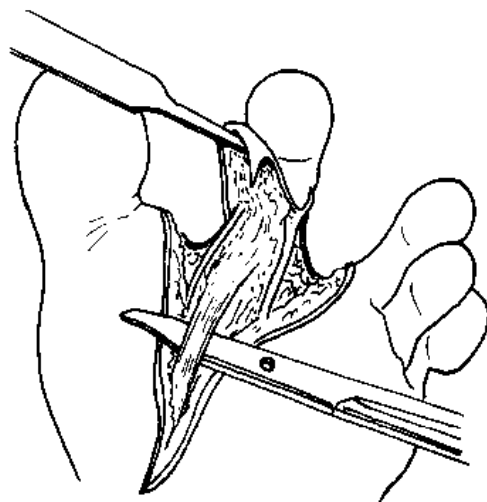


图 5-15 显露趾屈肌腱

(图 5-16)。通常在注射肝素生理盐水之前,先用一把无损伤显微血管夹或镊子在穿刺部近端阻断动脉,在其远侧约 2cm 处用另一把镊子夹住血管,慢慢向血管内注入液体,当两把镊子之间的血管扩张到外径差不多为扩张前的两倍时,保持注射器与针头在原位不动,放松第二把血管镊子,移向远侧 1cm 处再夹住血管,重复以上步骤,直到整段动脉均被扩张,搏动有力,移植足趾灌注良好,切缘可见鲜红渗血。节段性液压扩张可以重复进行直到血管痉挛完全解除。

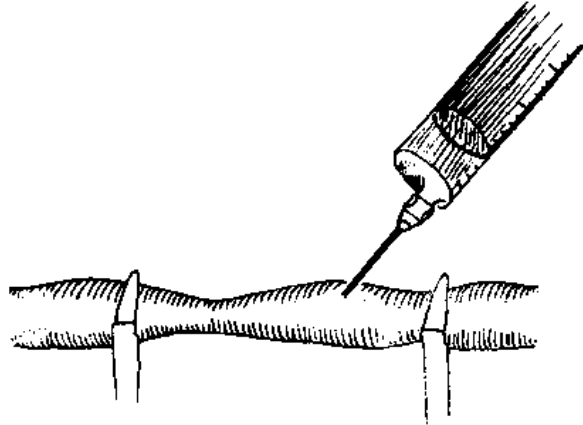


图 5-16 节段性液压扩张

#### (九) 切取足趾

尽可能高位切断游离好的血管蒂,即可取下供移植的第二足趾(图 5-17)。一般先切断动脉,再切断静脉。近端血管应牢固结扎。

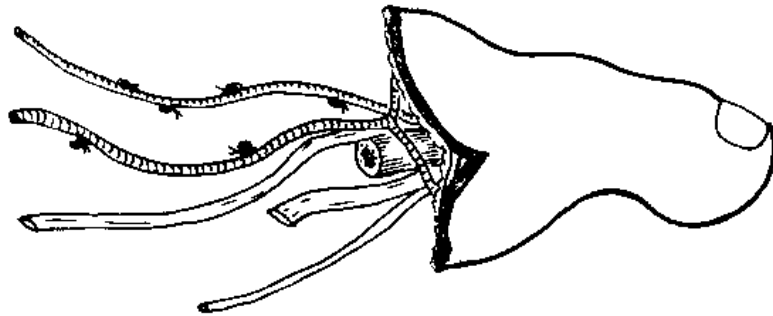


图 5-17 切取第二足趾

#### (十) 供足创面的关闭

在关闭足部创面之前要仔细止血。如果第二跖骨头还在,应于跖骨颈近侧处截断跖骨,切除跖骨头,以便第一和第三跖骨能在外力作用下彼此靠拢。用 5 号丝线,在第一跖骨颈外侧软组织自背侧向跖侧沿冠状面缝上一针,然后在第三跖骨颈内侧软组织上也自背侧向跖侧缝上一针(图 5-18),缝线呈“8”字形。助手用手于第一跖骨内侧和第五跖骨外侧相向加压,使第一、三跖骨彼此靠拢,同时,术者拉紧缝线,打结(图 5-19)。

皮肤创面通过直接缝合而关闭(图 5-20)。足背远侧创面不能通过直接缝合来关闭时需用中厚皮加以覆盖。足底皮肤创口均可通过直接缝合而关闭,在足背皮下放置橡皮引流条。

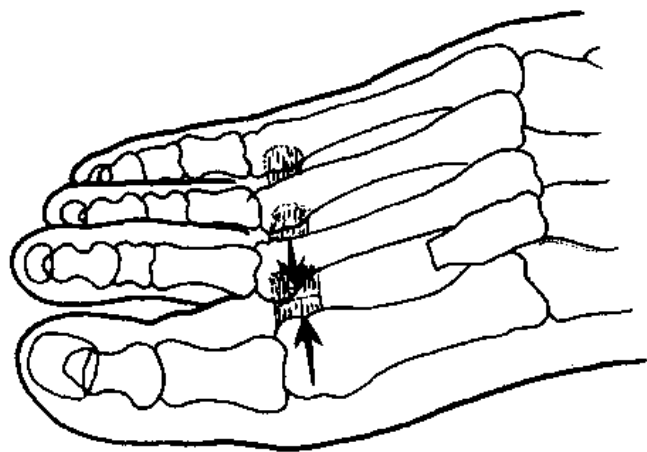


图 5-18 第一、三跖骨彼此靠拢

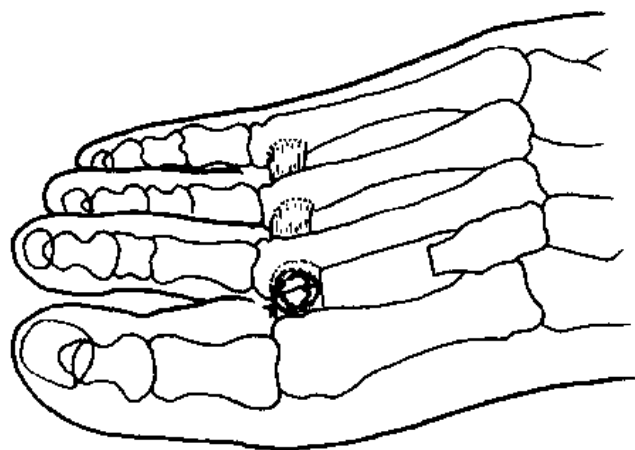


图 5-19 拉紧“8”字形缝线打结

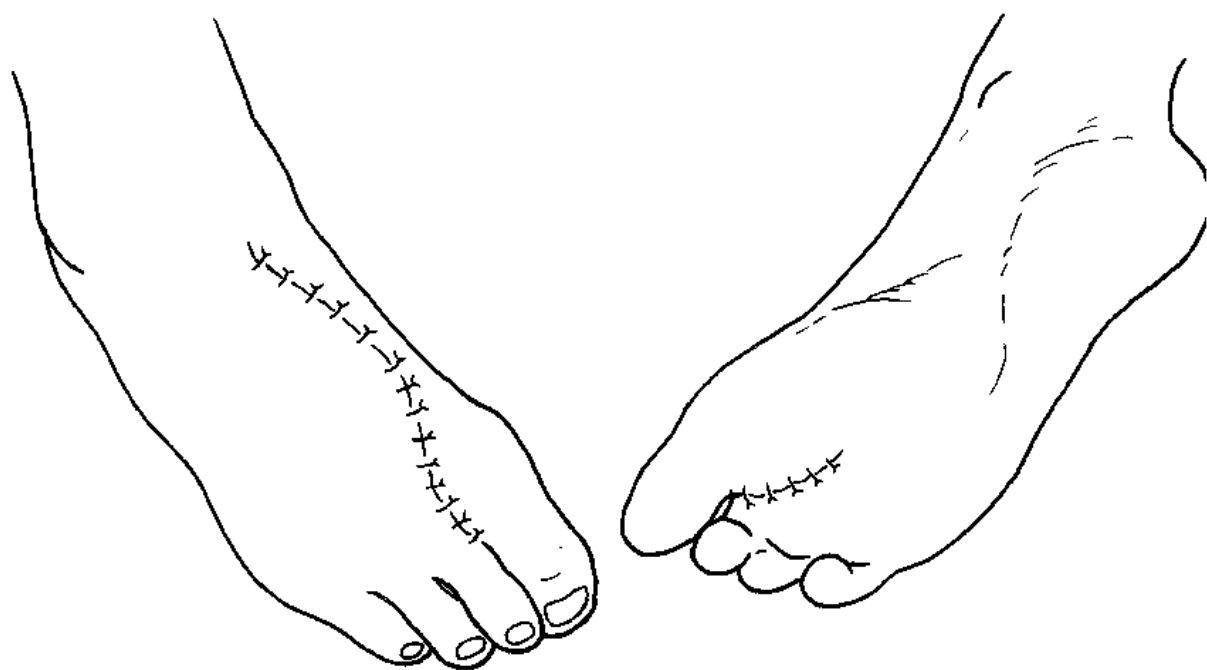


图 5-20 皮肤创面通过直接缝合关闭

## 第二节 游离跖趾皮甲瓣

### (一) 切口

画出皮肤切口标线(图 5-21), 步骤如下。切口始于跖趾趾尖中线外侧一点, 离趾甲边缘约 3mm 并与之平行, 以保护甲床, 沿趾尖向内并转向近侧。



图 5-21 画出游离跖趾皮甲瓣皮肤切口标线

在跖趾内侧部, 切口向近侧延伸时稍稍偏向外侧背侧止于跖趾关节背侧中线上的一点。在跖趾背侧, 皮肤切口呈“V”形, 其外侧臂的顶点位于跖趾外侧侧中线上或者跖趾与第二足趾的趾蹼上。

跖趾足底的皮肤切口亦始于趾尖, 和背侧切口起于同一点, 向近侧弧形延伸, 以便与背侧切口围成的皮瓣呈远侧窄近侧宽的舌形。近端一般止与跖趾跖趾关节横纹皱襞上, 然后转向近侧外侧与第一趾蹼的切口会合, 以便跖趾跖侧近侧也形成一个“V”形皮瓣。

“V”形皮瓣的顶角不得小于  $60^\circ$ 。

保留在跖趾跖侧的舌状皮瓣的宽度, 由再造拇指的粗细及受区皮肤覆盖多少来决定。舌状皮瓣的宽度一般不少于跖趾周径的  $1/5$ 。跖趾背侧“V”形切口的顶点以足背动脉行径为轴心, 呈“S”形向近侧延伸, 与切取第二足趾的“S”形切口相同。

### (二) 游离静脉

切开跖趾背侧皮肤, 向两侧分离后, 牵开皮瓣显露内侧跖背静脉和大隐静脉。在向远侧分离内侧静脉时注意保留引流跖趾皮肤的静脉属支(图 5-22)。有时存在跖趾外侧静脉(图 5-23), 则可予以结扎、切断。

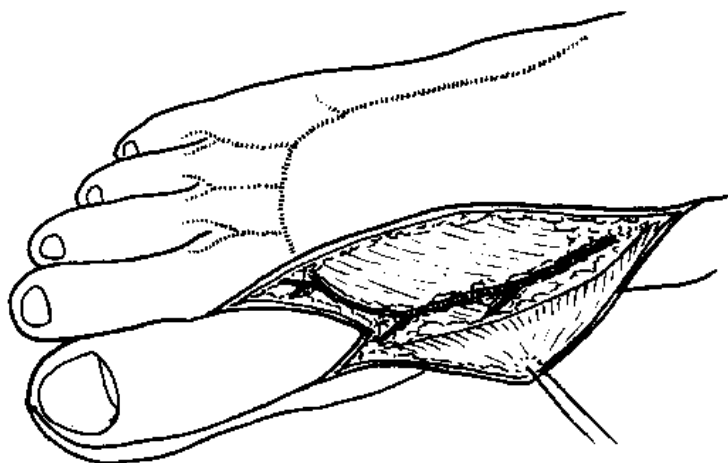


图 5-22 保留引流脚趾皮肤的静脉属支

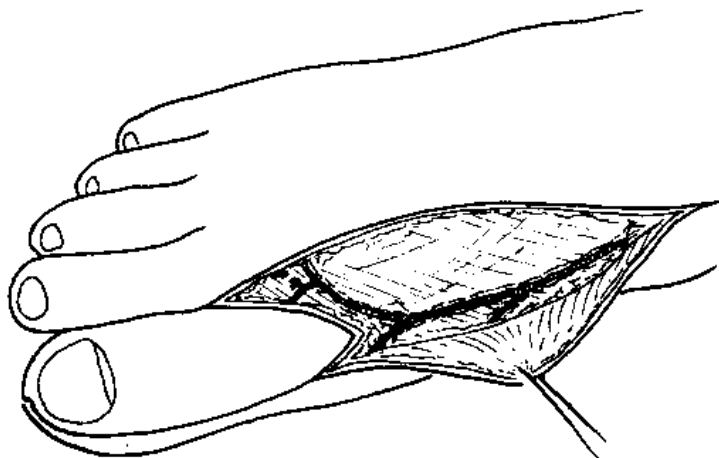


图 5-23 可存在脚趾外侧静脉

### (三) 游离动脉

游离足背动脉及其延续第一跖背动脉及其和脚趾趾背动脉，结扎和切断第二足趾的趾背动脉（图 5-24），结扎和切断脚趾趾背动脉的细小分支，保留进入脚趾皮瓣的动脉主干。

### (四) 游离神经

脚趾腓侧趾神经与脚趾皮瓣一起游离。切断跖骨深横韧带，向外侧牵开第二足趾，将脚趾腓侧趾神经向近侧分离至趾总神经，与第二足趾胫侧趾神经分离开来，予以高位切断（图 5-25）。

### (五) 游离皮瓣

背侧自内向外，自近侧向远侧游离脚趾皮瓣。通过锐性解剖，将皮瓣自拇长伸肌腱的腱膜表面分离，并牵向外侧远侧继续游离。分离到远节趾骨基后转向游离跖侧的皮瓣。从脚趾屈肌腱腱鞘表面分离皮肤，直到整个跖侧皮瓣同趾神经一起翻向外侧远侧。

脚趾末节趾骨远侧半与皮瓣一起游离，先分离舌状皮瓣远侧再剥离甲床。舌状皮

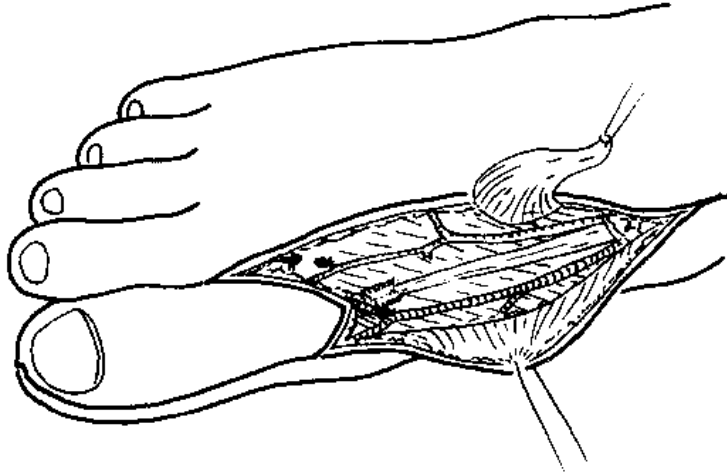


图 5-24 切断第二足趾的趾背动脉

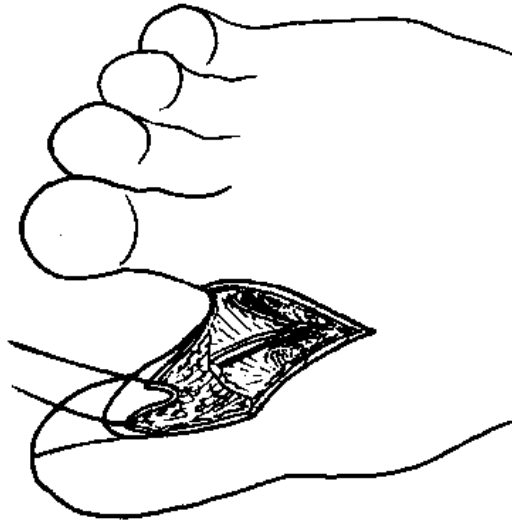


图 5-25 高位切断踇趾腓侧趾神经

瓣分离至末节趾骨中点近侧后沿甲床内侧缘近侧半纵形切口，作骨膜下剥离，从近侧半掀起甲床。用骨剪剪断趾骨，将末节趾骨远侧半含在踇趾皮甲瓣中一起游离（图 5-26）。倘若将末节趾骨远侧半再行纵行切除一半，则可望再造拇指的外形更接近正常的拇指（图 5-27）。

最后分离皮甲瓣的外侧，完成游离的全过程，皮甲瓣仅由血管蒂与供足相连。踇趾趾背动脉分出的滋养动脉在近节趾骨中点附近进入趾骨（图 5-28），要注意保护好。



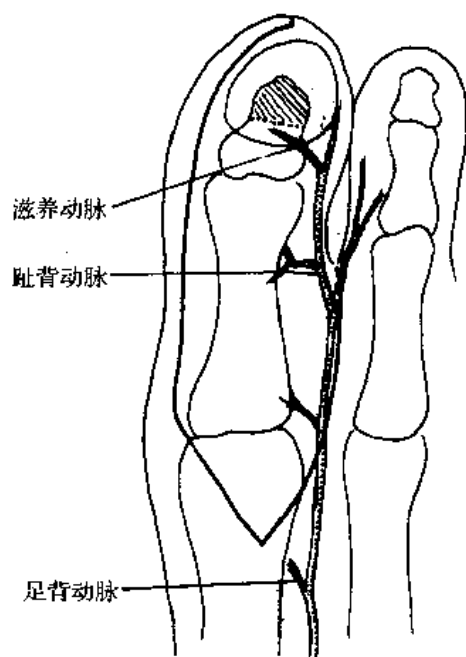


图 5-28 趾背动脉及所分出的滋养动脉

#### (六) 切取拇趾皮甲瓣

松开止血带，供足创面仔细止血。检查拇趾皮甲瓣血运，若出现血管痉挛，则需作动脉节段性液压扩张。皮甲瓣暂留原位，用浸有肝素盐水的温湿纱布覆盖，等待移植（图 5-29）。

#### (七) 关闭供区创面

通常可直接缝合皮肤关闭足背创面。如果缝合有张力，则用游离皮片覆盖。翻转舌状皮瓣远侧覆盖拇趾末端创面，如果皮瓣不足以覆盖，可考虑缩短残留的趾骨。足底创面也可直接缝合关闭（图 5-30）。

剩余创面均用游离皮片覆盖。若用髂骨块作再造拇指的骨支架，可在切取髂骨块之前，在髂部切取游离皮片。

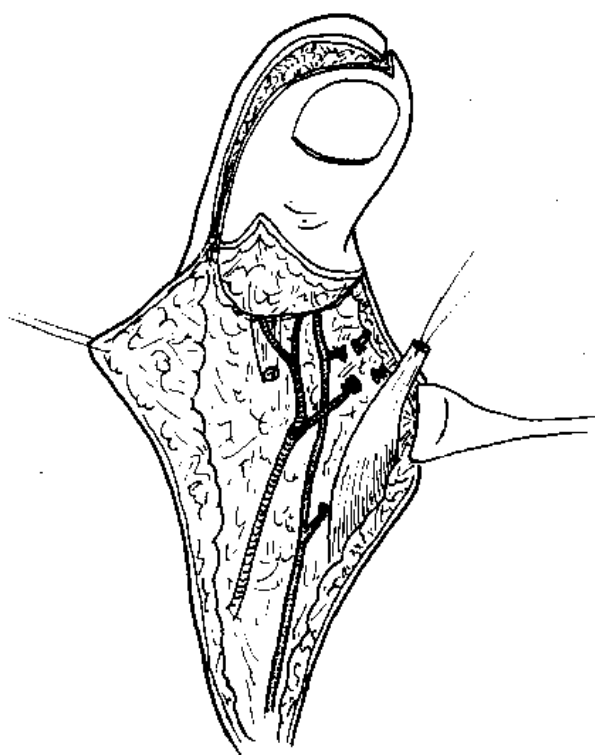


图 5-29 皮甲瓣暂留原位，等待移植

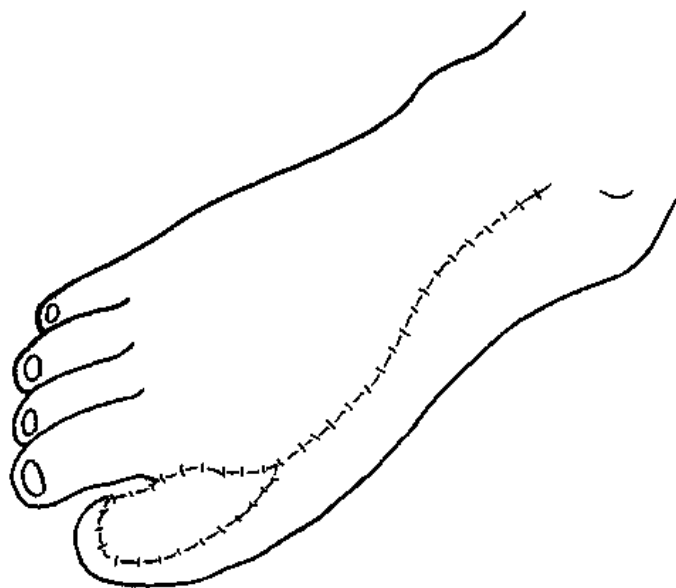


图 5-30 足背和足底创面一般可直接缝合关闭

### 第三节 游离第二、三足趾

#### (一) 切口

在第一和第三趾蹼之间，于背侧和跖侧各作一个“V”形切口（图 5-31）。跖侧“V”形顶点不得超过前足负重区。背侧“V”形顶点向近侧作“S”形延伸切口，略偏向

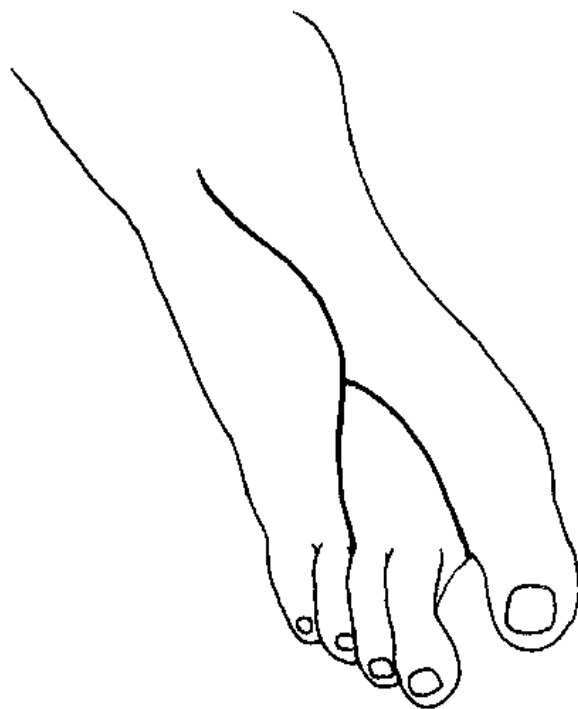


图 5-31 游离第二、三足趾的切口标线

内，便于解剖大隐静脉。必要时，可带足背皮瓣以满足受区皮肤覆盖的需求，切口则作相应修改。

## （二）游离血管蒂

静脉应包含引流第三足趾的静脉。第三足趾可通过交通支从第二足趾获得血供，故动脉的游离同切取第二足趾时的操作。

## （三）游离神经

从足背切口游离第二足趾跗侧趾神经，从足底切口游离第二、三的趾总神经，高位切断。

## （四）处理肌腱和骨骼

高位切断第二和第三足趾的趾长伸肌腱和趾短伸肌腱，趾屈肌腱的处理按单纯切取第二足趾肌腱的操作原则。

根据手术设计，在适当的平面截断第二、三跖骨，让骨间肌保留在跖骨上。

如果作跖关节趾解脱，第二、三足趾的蚓状肌腱亦应游离并让其远端腱性部分保留在趾背腱膜上。

## （五）切取足趾

放松止血带，仔细检查足趾的血液循环，必要时还要作动脉节段性液压扩张。游离的足趾通过血管蒂与供足相连，等待移植（图 5-31）。

## （六）关闭供区创面

处理重点是修复第一、四跖骨的深横韧带。如果残留第二、三跖骨头，截除其远侧 1/3，使第一、四跖骨头彼此靠拢。修复时用粗线，缝针分别穿过第一、四跖骨颈两侧的软组织，缝线呈“8”字形。拉紧缝线并打结（图 5-32）。

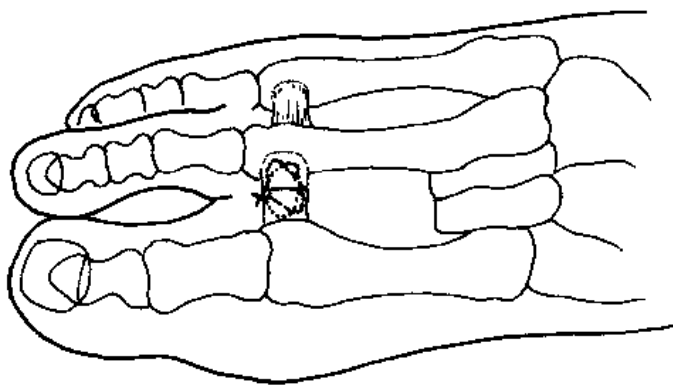


图 5-32 修复第一、四跖骨的深横韧带

足背足底创面均直接缝合皮肤而关闭，创面皮下放置引流条。如果移植足趾还带有足背皮瓣，需要用游离皮片加以覆盖，并打包加压（图 5-33）。

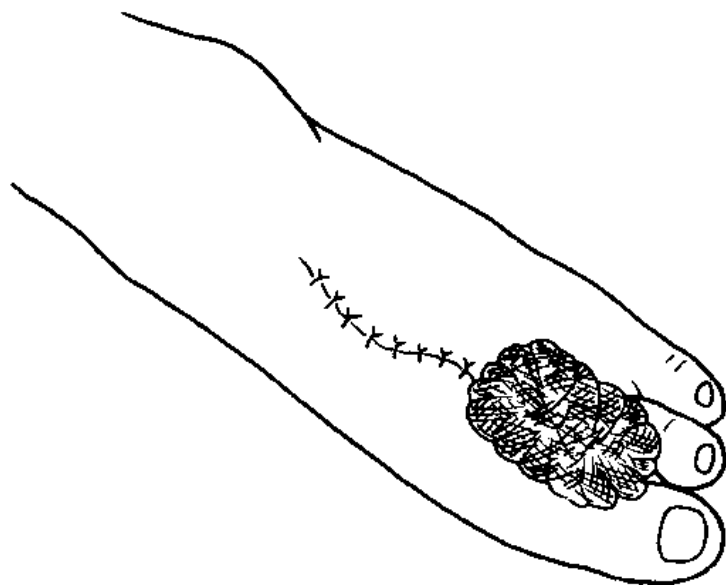


图 5-33 用游离皮片覆盖并打包加压

#### 第四节 游离拇趾皮甲瓣与第二足趾

##### (一) 切口

拇趾的切口和单纯切取拇趾皮甲瓣时的切口相同，第二足趾的切口也与单纯切口一样。两个切口在第一趾蹼相遇。在足背，自第二足趾“V”形切口的顶点开始向近侧作“S”形切口。同样，切口纵轴应偏向内侧便于解剖大隐静脉（图 5-34）。

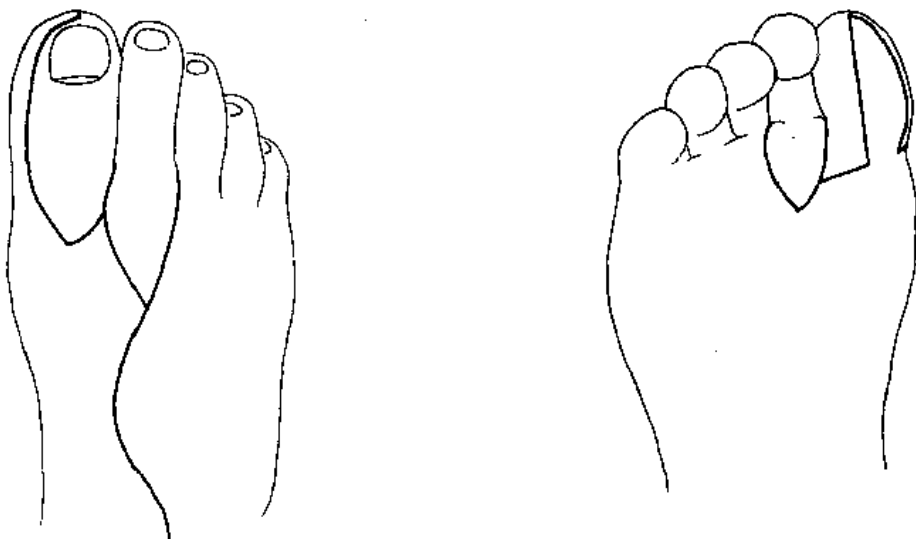


图 5-34 游离拇趾皮甲瓣与第二足趾的切口标线



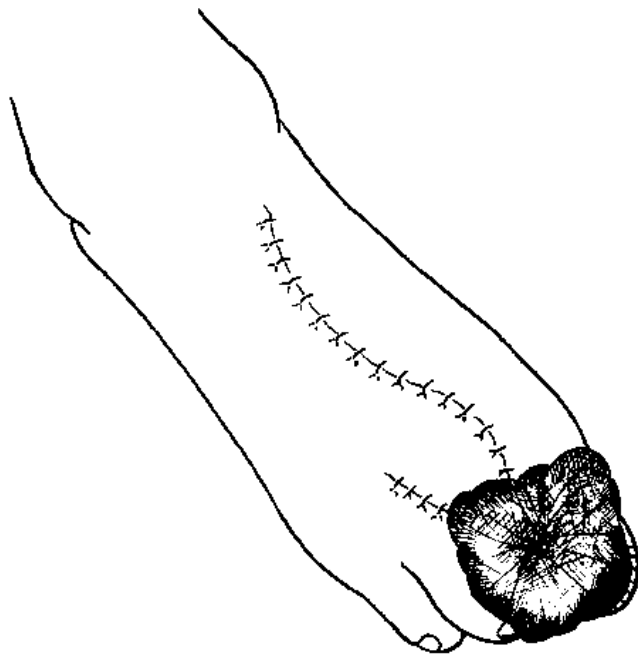


图 5-36 关闭供足创面并重建第一、三跖骨之间的跖骨深横韧带

## 第五节 游离跖趾皮甲瓣与第二、三足趾

### (一) 切口

分别在跖趾上作切取跖趾皮甲瓣的切口，在第二、三足趾趾蹼近侧的背面和跖面作切取第二、三足趾的切口。两个切口在第一趾蹼处相连。自第二、三足趾背侧“V”形切口的顶点开始在足背向近侧作“S”形切口（图 5-37）。

### (二) 手术操作

解剖操作顺序如下：①切开皮肤，潜行分离皮瓣；②游离静脉；③游离动脉；④游离神经；⑤掀起跖趾皮甲瓣；⑥处理第二足趾的跖骨和肌腱（图 5-38）。

操作方法与游离跖趾皮甲瓣及第二足趾不同之处有三：①静脉蒂应包括第三足趾趾背静脉；②在足底游离出第二、三足趾的趾总神经，并予以高位切断；③第三跖趾系列的处理方法同第二跖趾系列。

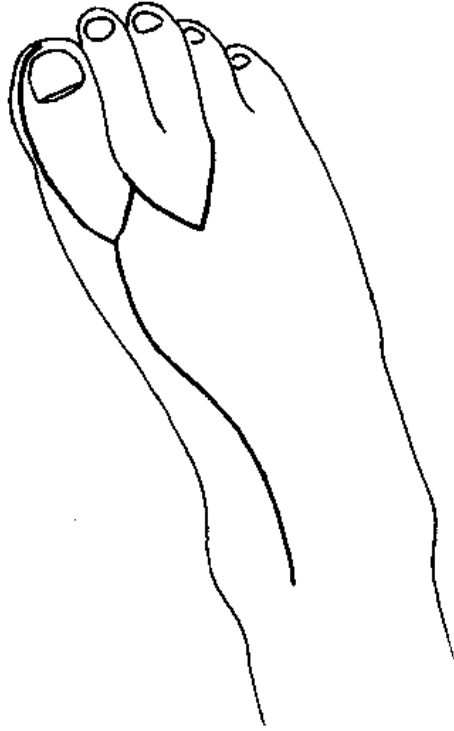


图 5-37 游离跖趾皮甲瓣与第二、三足趾的切口标线

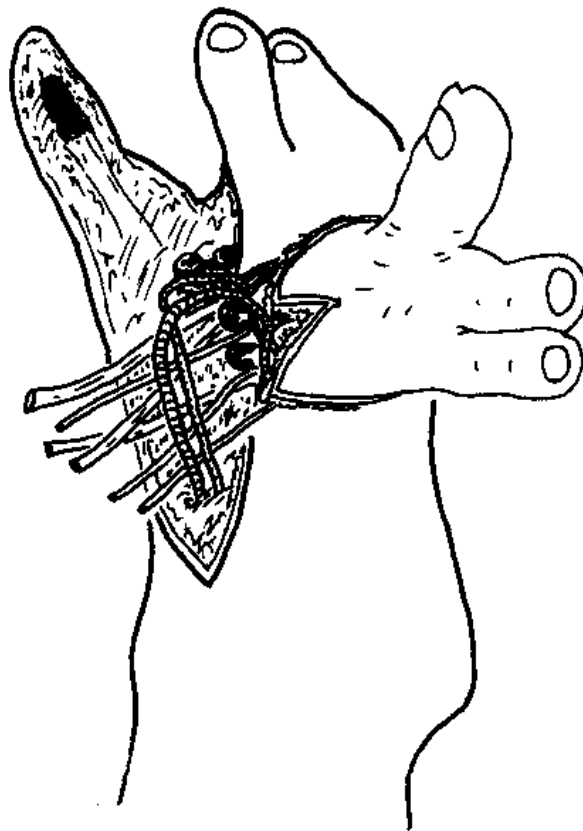


图 5-38 处理第二足趾的跖骨和肌腱

## 第六节 游离肩胛皮瓣

### (一) 体位

侧位(图 5-39)、俯位或 45°俯位均可。若有两组手术人员,应当选择一个合适的体位,使得供区和受区的手术能同时进行。例如,用肩胛皮瓣修复手部缺损时,取卧于患侧位,切取对侧肩胛皮瓣和受区准备的手术可同时进行。

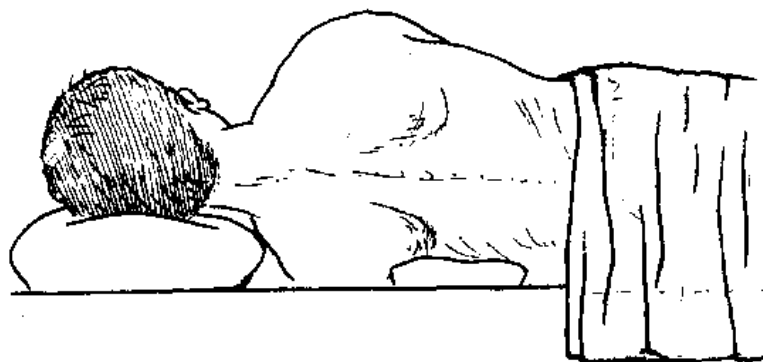


图 5-39 游离肩胛皮瓣的侧卧体位

### (二) 切口

肩胛皮瓣的形状最好为纺锤形,以便于供区创面的关闭。大小根据实际修复的需要。

在肩胛骨背侧画出皮瓣的轮廓。外缘位于肱三头肌长头的内缘,腋部皱襞上方 2cm。纵轴呈水平方向,不得超出旋肩胛动脉供应的皮肤范围。内缘可达脊柱棘突连线外侧 2cm 处。上缘正好在肩胛骨的下缘。下缘可达肩胛下角上方 2cm 处(图 5-40)。上、下缘切口应相对称。

以旋肩胛动脉降支为血管蒂切取的皮瓣为肩胛旁皮瓣(图 5-41)。它以肩胛骨腋缘为纵轴线,上缘在旋肩胛动脉从深面出来的地方。皮瓣纵向长度可达 25~30cm,宽约 15cm。供区创面可以直接关闭。

如果肩胛皮瓣的血管蒂需要向近侧游离,则皮肤切口应该向水平方向延伸,并呈“S”形通过腋部。

### (三) 游离血管蒂

切开皮瓣上部外侧皮肤,潜行分离后向外牵开,便可显露三角肌的后缘,掀起后可见到小圆肌。认定小圆肌下方的大圆肌以及通过这两块肌肉间隙的肱长头肌的长头,到达由小圆肌、大圆肌和肱长头肌的长头围成的三边孔(图 5-42)。在孔内找到旋肩胛动脉及其两条伴行静脉。仔细剥离血管外纤维和脂肪组织,到达血管束,见到旋肩胛血管的水平支和降支。若以水平支为血管蒂,降支也应游离一段距离,以便结扎后切断。反之亦然。

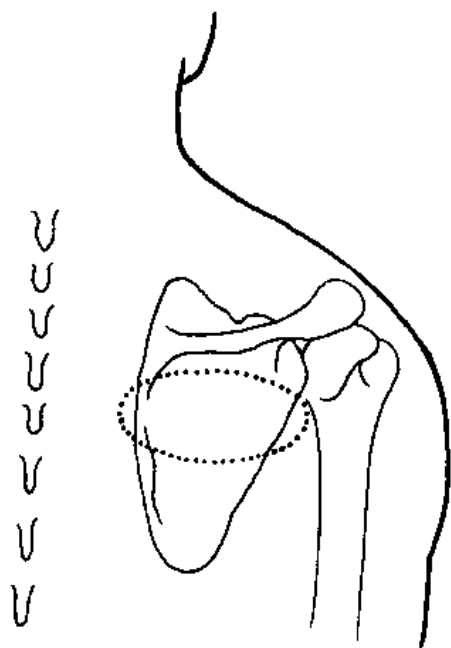


图 5-40 肩胛皮瓣的切口范围

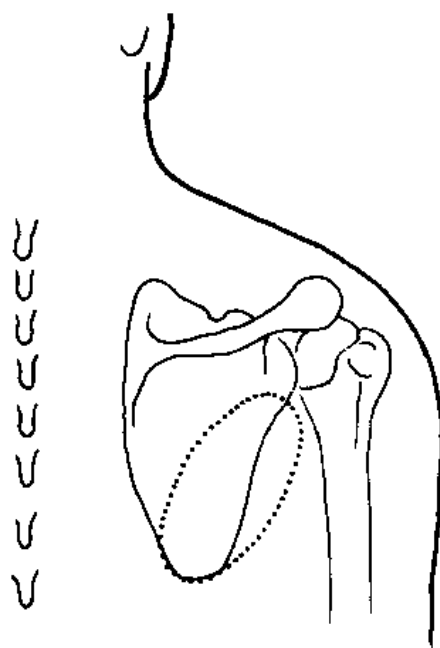


图 5-41 肩胛旁皮瓣

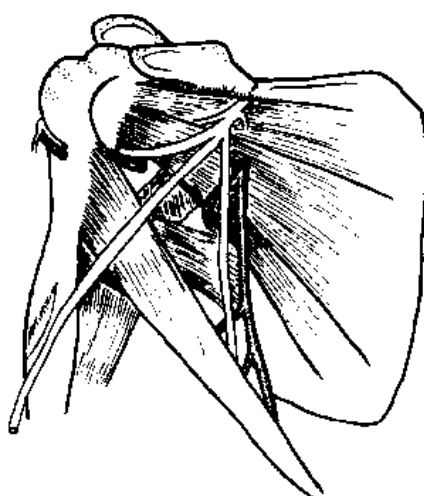
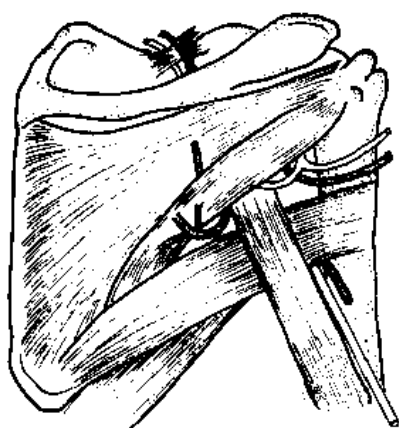


图 5-42 由小圆肌、大圆肌和肱三头肌长头围成的三边孔

#### (四) 掀起皮瓣

从内侧开始，通过锐性分离从冈下肌表面皮下组织和肌筋膜之间掀起皮瓣，一直向外解剖至肩胛骨外缘。到达三边孔时要仔细解剖和分离血管蒂。向三边孔深部跟踪分离旋肩胛血管直到取得 4~6cm 长的血管蒂（图 5-43）。

如果需要一条很长的血管蒂，血管的解剖可以一直追踪到肩胛下动脉在腋动脉上的起始部。最好在准备切断的平面远侧，将动脉和静脉彼此分开并做好标记（图 5-44）。

在切断血管、取下皮瓣之前，应仔细检查动脉的搏动和静脉的充盈及皮瓣的灌注情况。

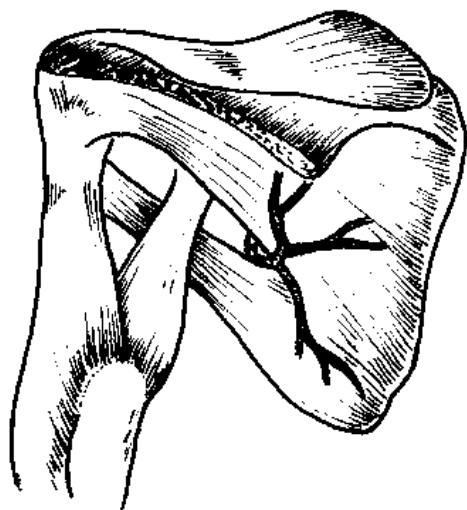


图 5-43 分离旋肩胛血管

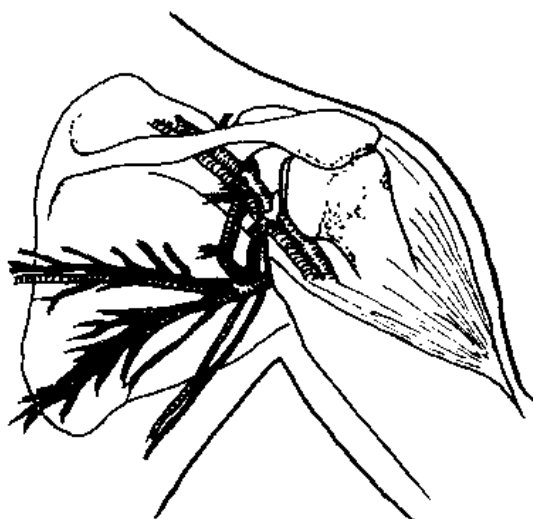


图 5-44 动脉和静脉彼此分开并予以标记

#### (五) 关闭供区创口

直接缝合皮肤，关闭供区创口。为了减少皮肤缝合的张力，在缝合皮肤之前，先于深筋膜下将创口上、下缘皮肤分别向上、下分离。只要皮瓣的宽度不超过 12cm，直接缝合皮肤关闭创口大多无困难（图 5-45）。

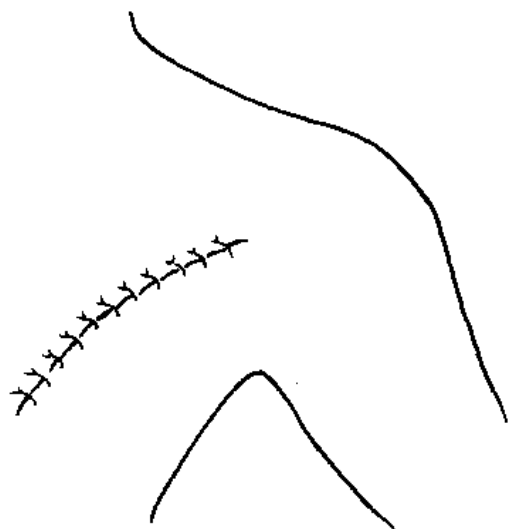


图 5-45 直接缝合皮肤关闭供区创口

### 第七节 游离背阔肌肌皮瓣

#### (一) 体位与铺巾

侧卧，手术一侧的肩关节朝上，与台面垂直。术野消毒后，上肢用无菌巾包裹，术中可以根据需要，自由外展和旋转上臂，便于游离腋部血管。切取同侧还是对侧背阔肌皮瓣，取决于手术设计以及要修复的组织缺损的位置和受区血管的位置。

## (二) 切口

皮肤的切口决定于所需要皮瓣的形状和大小,但必须包括含血管蒂的背阔肌外侧部。上臂外展,标出腋窝的顶点。从该点开始与背阔肌外缘平行画出外侧切口的标线,并在其外侧1~2cm,向远侧延伸逐渐弯向内侧,切口的止点随肌皮瓣的长短而有所不同。再从腋窝处外侧切口上的一点,向内向远侧弯向外侧至外侧切口终点作一个弧形切口,形成一个梭形皮瓣(图5-46)。皮瓣的宽度比受区创口宽3~4cm,要确保皮肤处于胸背动脉供养的范围之内。

## (三) 显露胸背血管

沿外侧切口标线切开皮肤。真皮切开后改用电刀切开皮下组织,以减少出血。

从切口中部开始,应辨别背阔肌的外侧缘以确定肌肉深面的间隙。为了防止皮肤与肌肉分离,可将筋膜与肌肉缝上几针,然后在背阔肌与前锯肌之间分离和解剖。遇到胸背的前锯肌肌支时,可在游离后结扎、切断。在腋窝后壁找到胸背动脉、伴行静脉以及胸背神经(图5-47)。

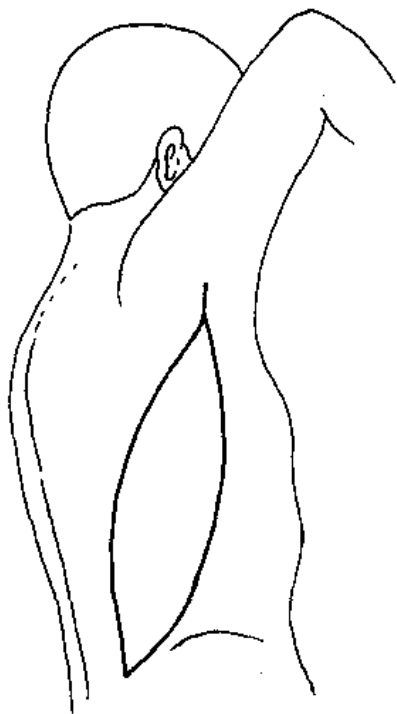


图 5-46 游离背阔肌肌皮瓣的切口标线

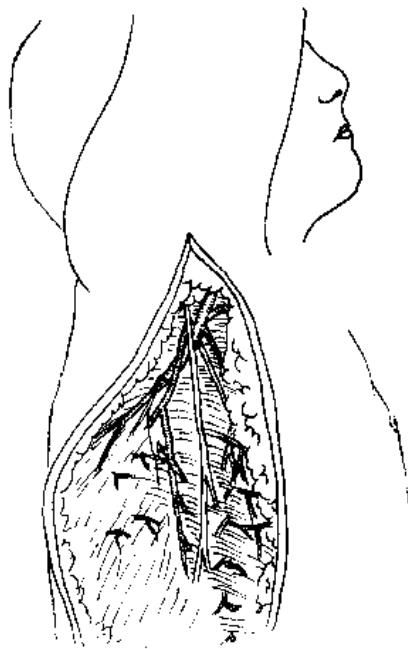


图 5-47 显露胸背血管

## (四) 游离血管蒂

沿着血管神经束分离,在胸背动脉进入背阔肌的血管神经门近侧大约8cm处,可能碰到走向后侧的旋肩胛动脉及其伴行静脉(图5-48)。

仔细游离出一段旋肩胛血管。如果背阔肌皮瓣将作组合移植,旋肩胛血管必须游离得长一些,以便切断后其近侧0.5~1.0cm长的血管;能保留在血管夹夹住以备与血管组合。

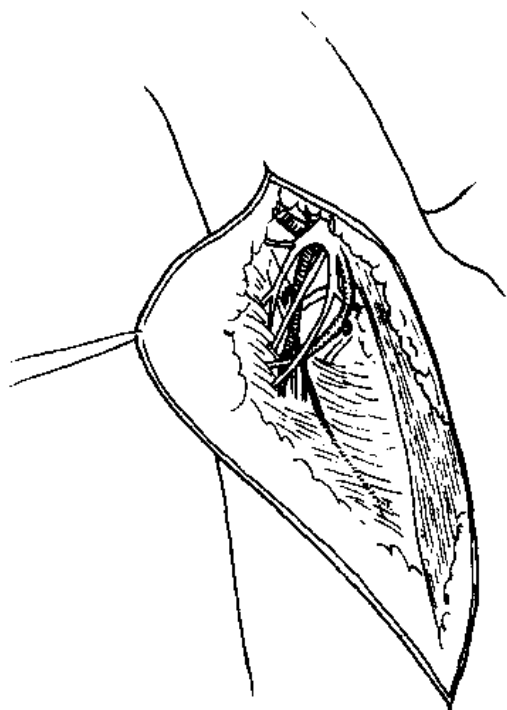


图 5-48 游离出一段旋肩胛血管

如果背阔肌皮瓣准备带神经移植,可以根据修复的需要,在适当的平面切断胸背神经。如果背阔肌皮瓣不带神经,在远侧切断胸背神经。

#### (五) 游离肌皮瓣

助手用湿纱布包住肌皮瓣外侧游离缘,将肌瓣向内向上提起、拉紧,手术者用电刀靠近胸壁切断起始部肌肉纤维,切开与分离均在肌层深面进行。肌瓣的分离超过内侧远侧皮肤切线时,切开皮瓣内侧皮肤,用电刀沿皮肤切口切断肌肉,肌皮瓣就可完全游离。

仔细检查肌皮瓣的血供情况。确认血管蒂有足够的长度后切断血管蒂,将动脉和静脉分别向远侧分离约 0.5cm,做好标记,以便于以后进行吻合血管的操作(图 5-49)。

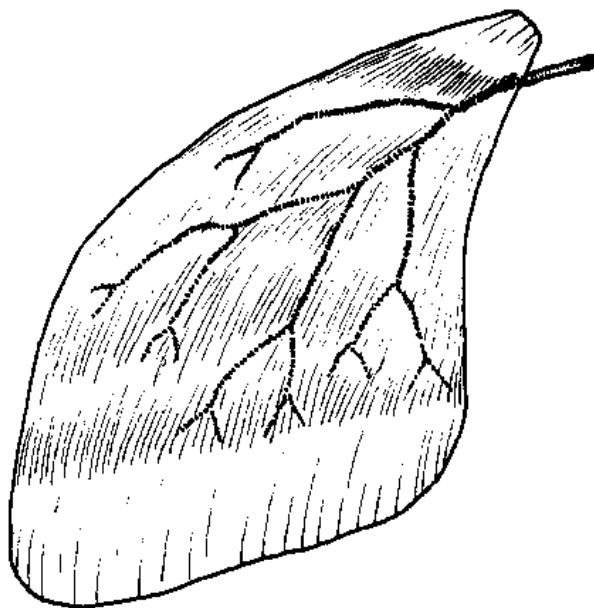


图 5-49 游离的背阔肌肌皮瓣

#### (六) 关闭供区创面

成人肌皮瓣的皮肤宽度一般不宜超过 12cm,以便可直接缝合关闭供区创口(图 5-50)。皮肤张力过大时,必须用取自大腿的中厚皮片予以植皮覆盖,植皮区需打包加压(图 5-51)。

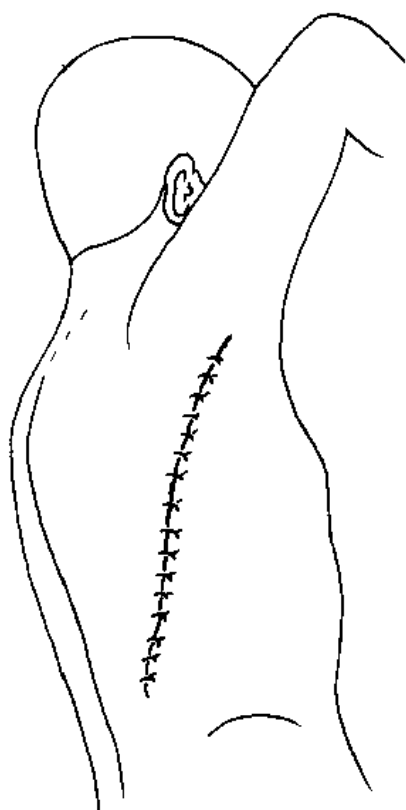


图 5-50 直接缝合关闭供区创口

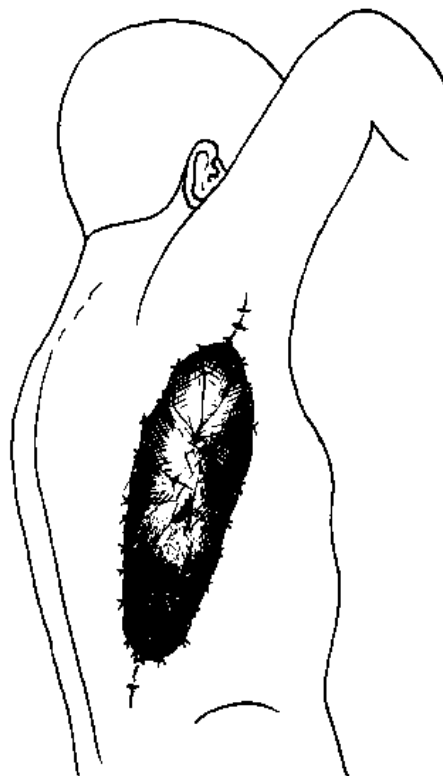


图 5-51 中厚皮片植皮覆盖后打包加压

## 第八节 游离腓骨

### (一) 体位

患者仰位，手术侧臀部置沙袋抬高，膝关节微屈，髋关节微屈并内收。大腿上止血带。

### (二) 切口

在腓骨轴心线上自远而近画出皮肤切口标线。切口起点由切取的腓骨的长度而异，一般在腓骨远侧截骨面下 1cm 处。远侧 1/4 的腓骨必须予以保留。沿腓骨纵轴线向近侧延伸，到达腓骨头之后，略转向后方，继续向近侧延伸 3cm 或略长一些（图 5-52）。

将足部与小腿驱血后，上空气止血带。沿切口标线切开皮肤，到达肌膜表面，再向前、后游离皮肤。在切口近侧显露腓总神经，并在腓骨颈部越过腓骨（图 5-53）。

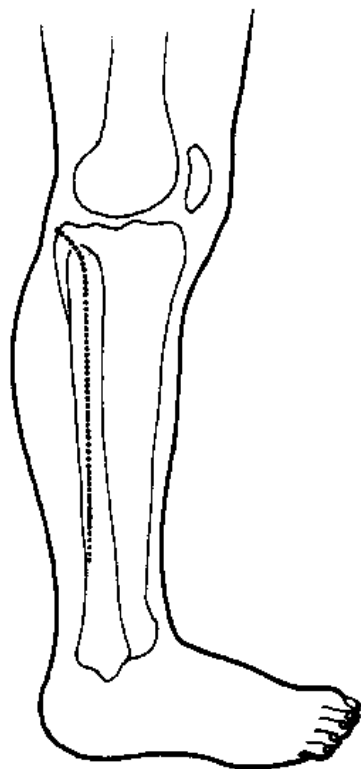


图 5-52 游离腓骨的切口标线

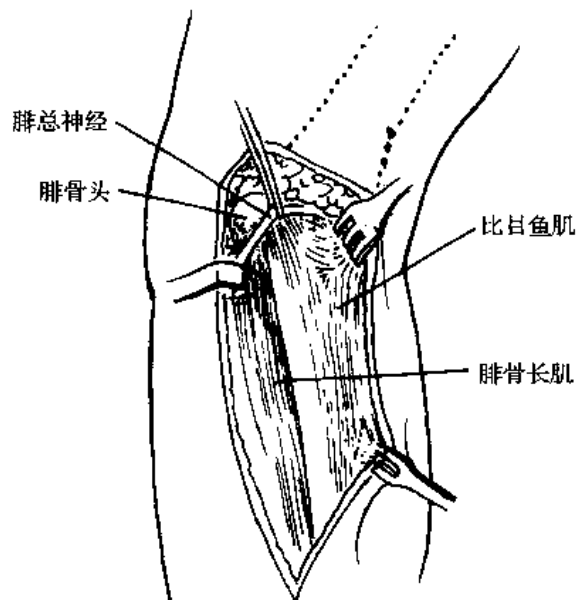


图 5-53 切口近侧显露腓总神经

### (三) 游离胫前间隙

沿着比目鱼肌之间作锐性分离，直达腓骨。在切口近侧，沿腓总神经旁组织的间隙内插入蚊式钳，挑起上面的腓骨长肌，切断它在骨头上的附着部，然后向前向内拉开，显露腓总神经（图 5-54）。

游离腓总神经并向远侧跟踪分离，直到它分成腓浅神经和腓深神经。游离时，用一根橡皮条保护腓总神经并将它拉向前方。手术者用左手握住小腿，用拇指向前向内推开腓骨肌及腓浅神经，同时右手用解剖刀紧靠腓骨切断腓骨肌在腓骨上的附着部，在腓骨上留下一薄层肌袖。边推边切，由近而远，直到切口远端（图 5-55）。

再从近侧开始，以腓深神经为向导，靠近腓骨切断趾长伸肌和踇长伸肌在腓骨前面的附着部，从而进入胫前间隙。显露胫前血管神经束（图 5-56）。

### (四) 分离比目鱼肌及部分踇长屈肌

从腓骨头部和上 1/3 部位靠近腓骨切断比目鱼肌的附着处。将切断的比目鱼肌牵向后方，显露踇长伸肌。在切断踇长屈肌时，要略为远离腓骨，使 1cm 左右的肌袖保留在腓骨上。

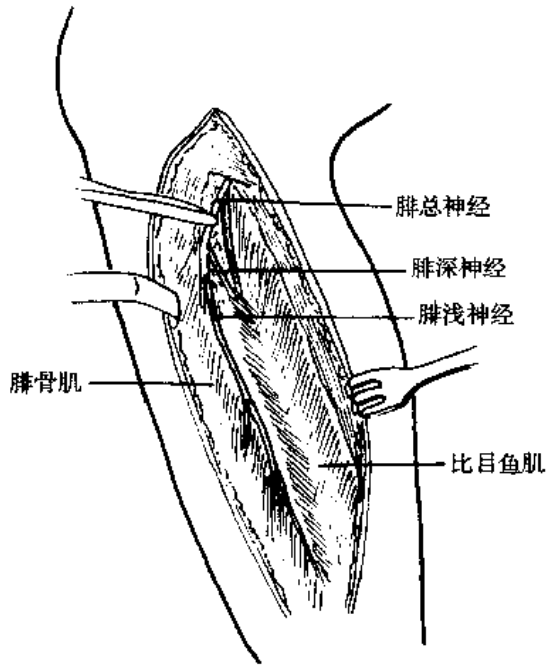


图 5-54 进一步显露腓总神经

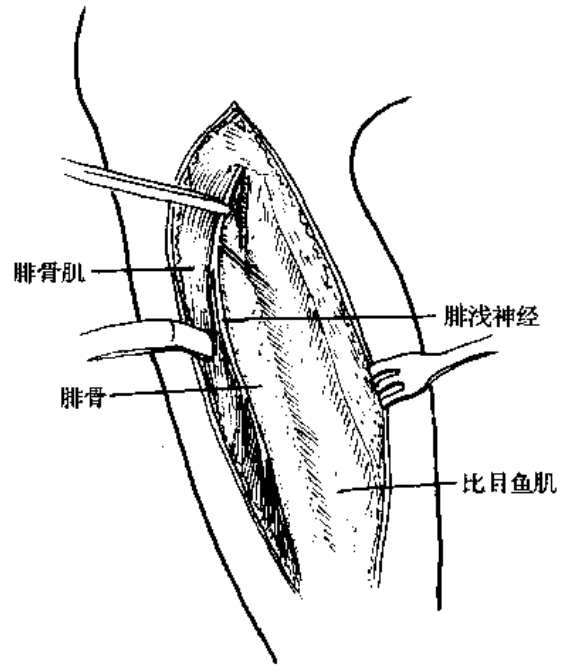


图 5-55 从切口近端开始游离胫前间隙到切口远端

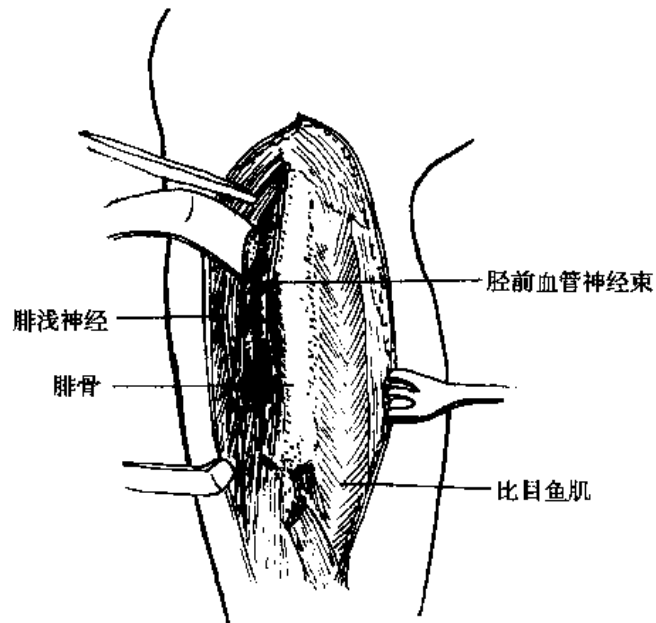


图 5-56 显露胫前血管神经束

### (五) 切断腓骨

截断腓骨有利于血管的解剖和分离，在远侧和近侧预定截骨的部位，呈“十”字形切开腓骨骨膜，作骨膜下剥离。在腓骨前、后各插入一把骨膜剥离器，在腓骨的内后方相遇。用这两把骨膜剥离器保护周围的软组织，用钢丝锯锯断腓骨。用巾钳夹住腓骨两端。

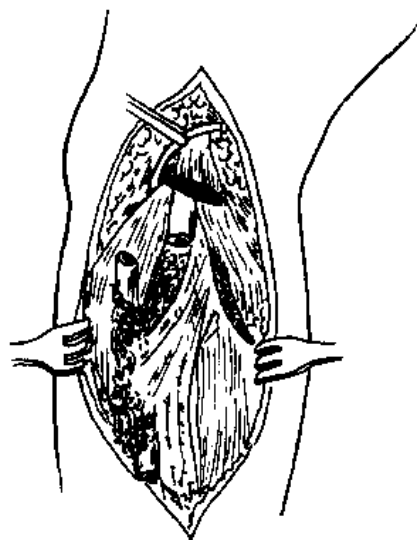


图 5-57 将截断的腓骨向外牵开，  
拉紧骨间膜

### (六) 游离腓血管和腓骨

用巾钳将截断的腓骨向外牵开，并且要拉紧骨间膜（图 5-57）。纵形切开骨间膜。切断胫后肌在腓骨上的附着部，将切断的肌肉和骨间肌牵向内侧，逐层解剖以显露胫后血管神经束和腓血管（图 5-58）。

剪开胫后血管与腓血管之间的结缔组织。注意在腓骨上保留腓血管及踝长屈肌肌袖内的腓骨血管肌支。向前、向内翻开腓骨，纵形切开剩下的踝长屈肌，便可完成腓骨游离（图 5-59）。

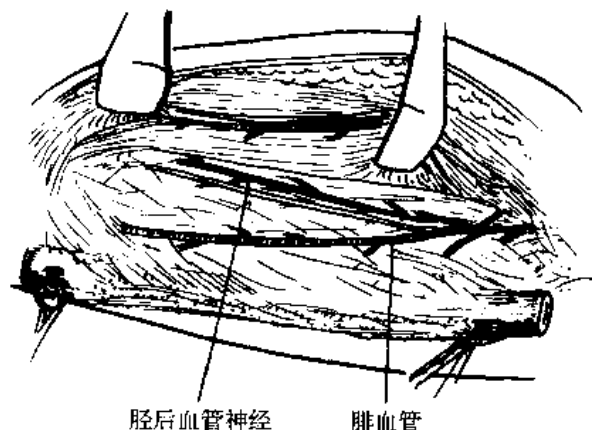


图 5-58 游离腓骨

### (七) 切取腓骨

结扎和切断腓骨远侧腓动脉和伴行静脉。对于双腓骨组合移植病例，用显微血管夹暂时夹住腓血管远端，留待作血管组合时吻合血管用。

放松血管带，确定腓骨有良好血供后，切断近端血管蒂。最后靠近胫后血管，分别结扎和切断腓动脉及其两条相伴静脉。

### (八) 关闭供区创口

仔细止血后，逐层缝合关闭创口。腓骨肌肌膜与比目鱼肌肌膜缝合。修复手术中应该切断腓骨长肌的起始部，以免压迫腓总神经。

最后，缝合皮下组织及皮肤（图 5-60）。必要时在创口内放置橡皮引流条，防止术后血肿。



图 5-59 完成腓骨游离

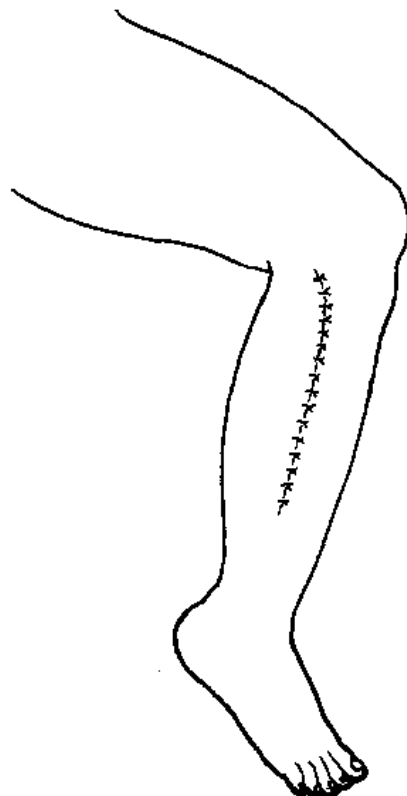


图 5-60 关闭供区创口

## 第九节 游离髂骨皮瓣

### (一) 体位

患者仰卧，臀部放置沙袋，抬高手术的部位。

### (二) 切口

皮瓣的皮肤切口呈纺锤形。轴心线位于髂嵴上，通常设计在髂前上棘的外侧。其内侧缘可以向内延伸到股动脉，而其外侧缘可以向外移向肩胛下角。切口沿腹股沟韧带向内延伸到股动脉后沿股动脉的行径转向远侧，止于腹股沟韧带远侧 2~3cm 处(图 5-61)。

### (三) 游离皮瓣的上部

沿切口标线切开皮肤及皮下组织层，到达腹外斜肌。肌肉表面的疏松结缔组织应连在皮瓣上(图 5-62)。

当向下分离到髂嵴时，要保留一切进入皮瓣的肌皮穿支血管。顺肌纤维的方向切开腹外斜肌，切口与髂嵴平行，在其上方约 3cm。肌袖与皮肤及髂嵴紧密相连。

若皮瓣在髂前上棘外侧，腹外斜肌切口须弯向髂前上棘位于腹股沟韧带上方，与之平行向内延伸至股管。

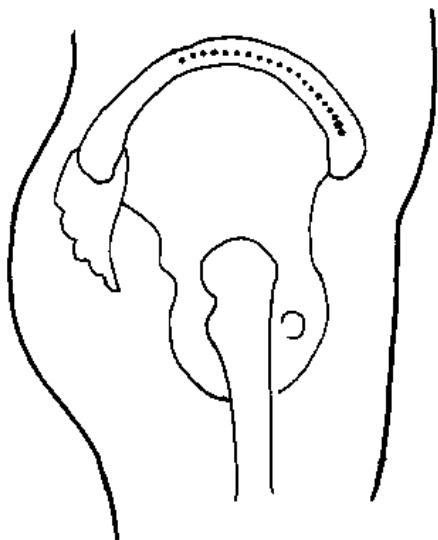


图 5-61 游离髂骨皮瓣的切口标线

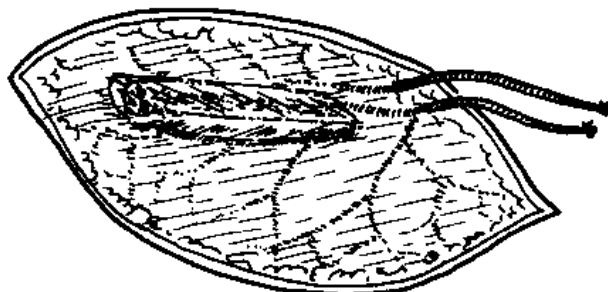


图 5-62 肌肉表面的疏松结缔组织留在皮瓣上

#### (四) 游离旋髂深血管

切开腹横筋膜，显露旋髂深血管，向内侧追踪到在髂外血管的起始部完全游离出髂骨皮瓣的血管蒂。也可通过股管后壁触摸髂外动脉血管搏动，切开筋膜，显露髂深血管在髂外血管的起始部（图 5-63）。

倘若旋髂深动脉起自股动脉，则可在股三角内股动脉的外侧找到。跟踪旋髂深血管，切断腹内斜肌起点，切开腹横筋膜显露血管，结扎和切断全部方向向下的血管分支。

旋髂深动脉在髂前上棘附近发出一条大分支，可在髂前上棘上方约 3cm 处切开腹外斜肌，分离该分支和两伙伴行静脉。切断在血管和皮瓣之间穿行的小神经，可以保留在血管主要分支的下面通过的股外侧皮神经。

#### (五) 游离骨皮瓣的内侧部

完全切开腹内斜肌及其深面的腹横肌，留下大约 2cm 宽肌袖附着在要移植的髂骨块上。切开腹横筋膜。暴露腹横筋膜与髂筋膜的融合部。在该部内侧 1cm 处切开髂筋膜和髂肌，显露髂窝的骨膜。用手指轻轻地将髂肌纤维在骨膜上向内侧推开，骨膜保留在髂骨上。

#### (六) 游离骨皮瓣外侧部分的骨与下部皮肤

沿切口标线切开皮瓣下缘的皮肤，直达阔筋膜张肌的肌膜，深筋膜包括在皮瓣之中。通过锐性分离，从髂骨上切断阔筋膜张肌和臀大肌的起点。继续向下分离到预定截骨的平面。在髂前上棘内侧找到在缝匠肌表面通过的股外侧皮神经，游离后向外侧牵开。若髂骨块需要包括髂前上棘时，则在其内侧切断腹股沟韧带和缝匠肌的起点。

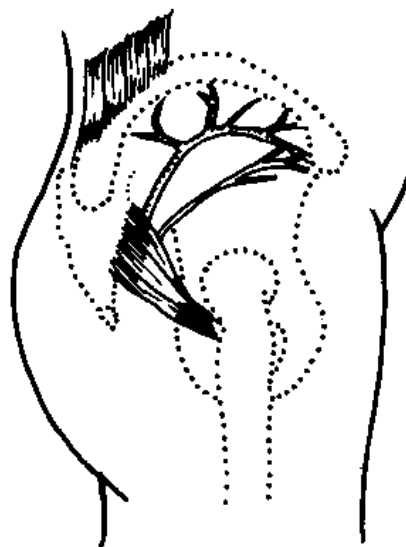


图 5-63 显露髂深血管在髂外血管的起始部

### (七) 切取髂骨皮瓣

髂骨内板与外板在血管蒂的深面截断。尽可能保留髂前上棘，以减轻髂骨在术后并发畸形。髂骨皮瓣完全游离，仅通过其血管蒂连在躯体上（图 5-64）。

在确定各组成部分的血液供应均为良好之后，方可切断血管蒂，取下髂骨皮瓣（图 5-65）。

### (八) 关闭供区创面

修复腹壁，以防止发生腹壁疝。髂肌及髂筋膜要与腹横肌及腹横筋膜缝合。腹内斜肌和腹外斜肌应与臀肌和阔筋膜张肌缝合，缝合时髋关节轻微屈曲。

缝合原来切开的腹横筋膜，并把腹内斜肌和腹横肌旋向腹股沟韧带上修复股管。若术中切断过腹股沟韧带，应予以修复。创口两侧皮瓣作潜行分离，以便减少张力，要逐层缝合，关闭创口，使皮肤对合得更好（图 5-66）。必要时在创口内放置橡皮引流条，在 24 小时后拔除。

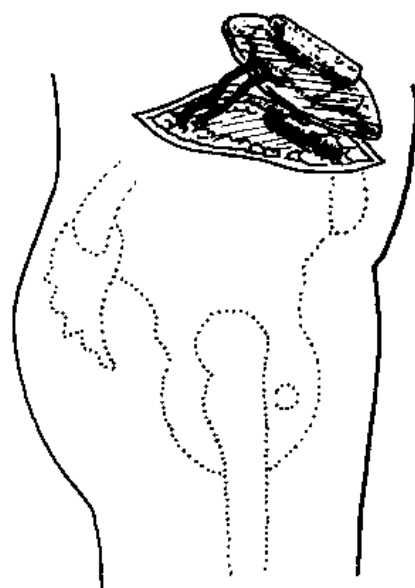


图 5-64 髂骨皮瓣完全游离后  
仅以血管蒂连在躯体上

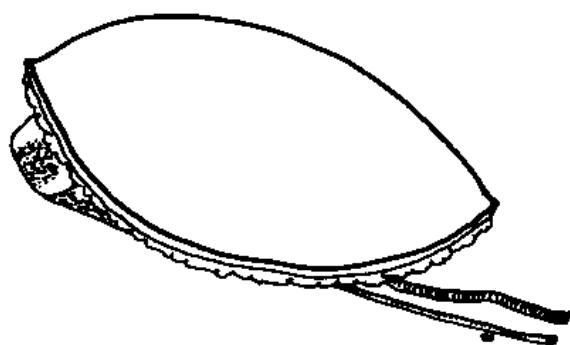


图 5-65 切断血管蒂，取下髂骨皮瓣

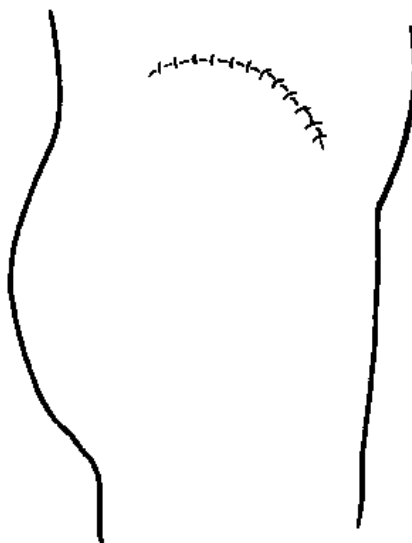


图 5-66 关闭髂骨皮瓣的供区创口

## 第六章 断肢（指）再植

### 第一节 概 述

在现代外科史中，对离断肢体进行再植的研究，可以说早在 1887 年就开始进行了。当时，Halsted 将狗的后腿除股动脉和股静脉外的所有组织切断，然后进行修复。1903 年，Hopfner 进行真正意义上的断肢再植的动物实验，对三条完全离断的狗腿，采用非缝合法进行血管吻合，其中一条狗腿存活了 11 天。1908 年，Carrel 报告一例狗腿同种异体移植，移植腿存活了 22 天。

1953 年，Lapchinsky 取得断肢再植动物实验的成功经验，为临床上离断肢体再植术的问世奠定了基础。

从 1960 年开始，我国学者屠开元等，将 11 条狗腿完全离断后进行再植的动物实验，5 条狗腿再植成功，6 条失败。其中 5 条失败发生在实验的初始阶段。主要结论有：①断肢再植成败的直接因素是血管吻合；②中、小血管套接法是比较满意的血管吻合法；③术后肢体肿胀可用皮肤多处切开及高渗盐水湿敷法来解决；④用抗生素预防感染。这一实验结果，为临床上离断肢体再植术的成功提供了宝贵的实践经验和理论基础。

上海市第六人民医院在 1963 年 1 月取得了世界上第一例断肢再植的成功，1966 年 1 月又开始断指再植的临床实践。目前，施行的断肢（指）再植病例累计已超过 2 000 例。现在，断肢或断指再植已在我国广泛开展，据 1994 年统计，全国已施行了近 2 万例，手术成功率也在不断提高，大多在 90% 以上。

肢体恶性肿瘤的常规疗法是早期进行高位截除。肿瘤切除了，肢体也失去了。对于局限于肢体某一部位的恶性程度不是很高的肿瘤，由于与肿瘤相距一段距离的远侧肢体多是正常的，可以采用彻底切除肿瘤并进行远侧肢体再植的方法，最大程度地保存肢体功能。该方法的成功率在 70% 左右。

断肢为肢体的断离，断指则是掌指关节以远至指间关节以上平面的断离。

由于创伤发生机理不同，肢体断离的创伤性质不同，治疗的方法也应该有所不同。

大致分为切割性、辗轧性、挤压性、撕裂性和爆炸性五种类型的断离：

(1) 切割性断离：由锐器切割所致，多发生在上肢。

(2) 辗轧性断离：由钝器辗轧引起，可发生在上、下肢，多伴有粉碎性骨折。

(3) 挤压性断离：由重物挤压所致，可发生在上、下肢，断面不平整，不易去除挤入断面的异物。

(4) 撕裂性断离：由转动的机器卷入撕断，多发生在上肢。

(5) 爆炸性断离：肢体多残缺不全，多有组织严重破坏。

根据创伤程度又可分为完全性断离和不完全断离：

(1) 完全性断离：断肢（指）体远侧部分完全断离（图 6-1），或虽有极少量软组织

相连，清创时必须将这部分软组织切断。

(2) 不完全断离：断面骨折或者脱位，相连的软组织少于断面软组织总量的  $\frac{1}{4}$ ，主要血管断裂（图 6-2）；伤指仅由残存肌腱相连，残留的皮肤少于周径的  $\frac{1}{8}$ （图 6-3）；伤肢（指）远侧部分严重缺血，不吻合血管就不可能存活。

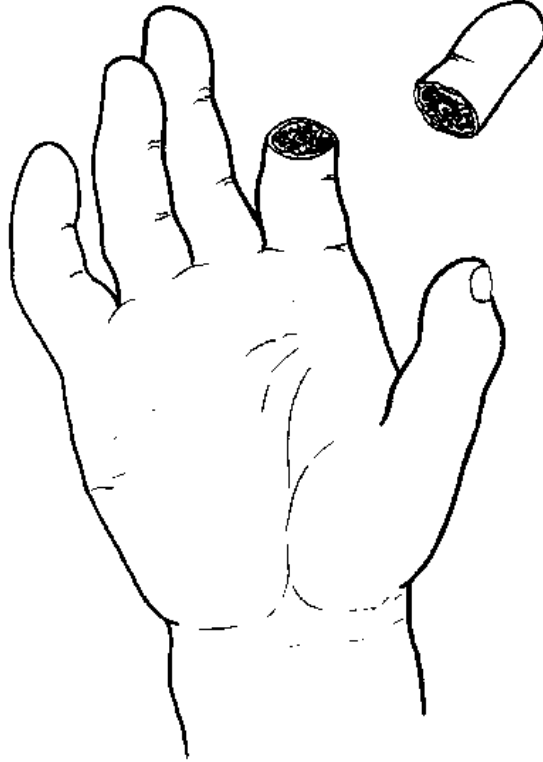


图 6-1 断指体远侧完全断离

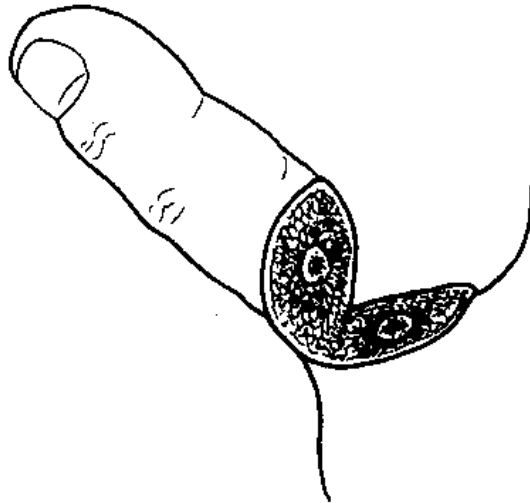


图 6-2 包括主要血管断裂的指体断离

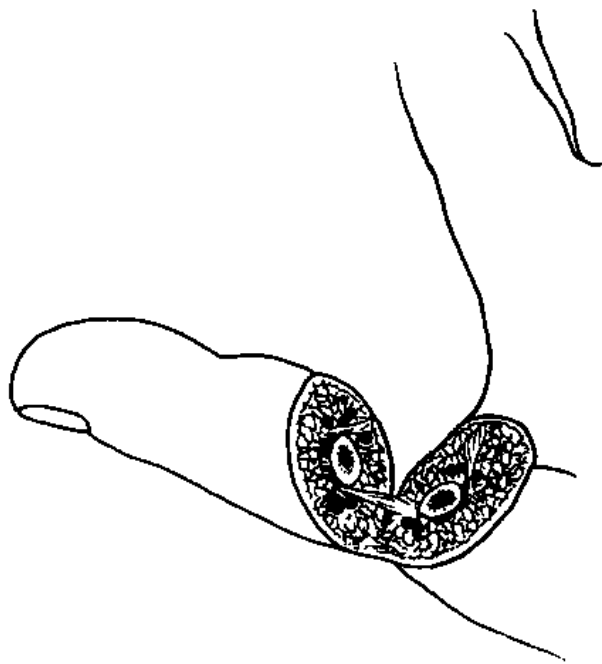


图 6-3 伤指仅由残存肌腱相连，残留的皮肤少于周径的 1/8

## 第二节 断肢再植

### (一) 手术指征

(1) 肢体断离平面越高，失血越多，身体其他系统合并创伤的可能性也越大。在考虑再植术前，一定要确保病员的生命安全，妥善处理其他系统的创伤，补充好血容量，注射破伤风抗毒血清和静脉滴注抗生素。

(2) 断肢再植要能使断离的肢体重新存活并重新获得肢体的功能。恢复的功能不仅用关节活动和感觉能力来衡量，更要重视在正常生活活动中的作用。离体肢体宜干冷保存，切忌与冰块或任何液体（包括生理盐水）直接接触（图 6-4）。否则要大大影响再植成活率。

(3) 常温缺血时间长短直接影响断离肢体的血循环重建和最后的功能恢复。断离平面越高，含肌肉量越多，再植时限越

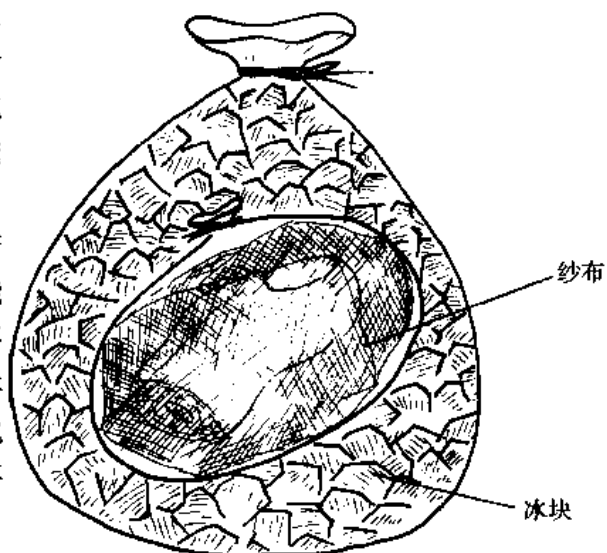


图 6-4 离体肢（指）体宜干冷保存

短。断离肢体近端常温缺血再植时限为6小时左右，远端为8~12小时。干冷保存可以延长再植时限，断离肢体近端可延长至12小时，断离肢体远端可延长至24小时以上。

(4) 肢体切割性断离再植成功率最高。撕裂性断离要切除损伤组织，缩短肢体后方可再植；严重的挤压伤、辗轧伤、爆炸伤和严重烧伤的断离肢体，不能再植。

(5) 儿童病例再植技术要求高一些，年老病例功能恢复困难一些。因此年龄也应予以考虑，但不能视为决定因素。

## (二) 手术方法

1. 麻醉 因断肢的不同部位和病人的具体情况而异，选用不同的麻醉方法，如连续硬膜外阻滞、臂丛神经阻滞及全身麻醉等。

2. 清创 清创不仅为了达到去除异物和消毒的目的，还可达到了解肢体断面和离体肢体的血管、神经、骨骼、肌肉及肌腱等组织是否适用于再植的目的，以便随时修改手术方案，将再植手术顺利地进行下去。

(1) 一般处理：用无菌肥皂水刷洗创面边缘，去除异物，再用大量生理盐水冲洗两次；用3%碘酊和70%酒精消毒，铺巾。

(2) 皮肤、肌肉、肌腱和骨骼的清创：切除失活的皮肤、肌肉和不需保留的肌腱，切除污染的骨骼。尽可能保留不完全断离肢(指)体相连的软组织。

(3) 血管的清创：结扎手术中不准备作吻合的血管。对创面不整齐，断离时间较长的血管，可注入12.5u/ml的肝素等渗盐水进行观察，若血管壁出现膨胀，则有内膜挫伤，必须予以切除(图6-5)。血管缺损时可移植自体血管加以修复。

3. 骨骼短缩和骨支固定 骨骼短缩应获得清洁而又有生命力的骨端，同时又能使血

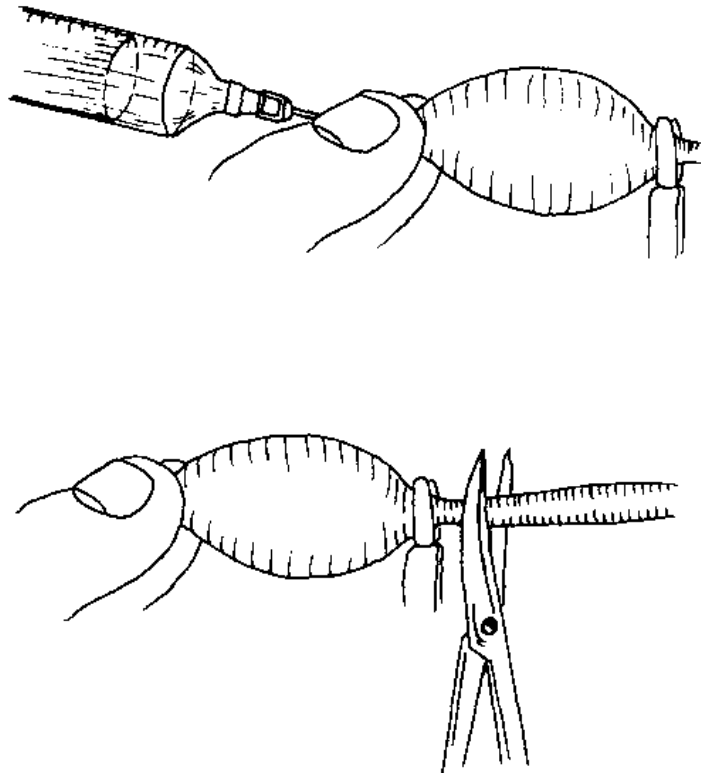


图 6-5 血管清创

管、神经和肌腱进行无张力的对接吻合，使肌肉能维持一定的张力，并有足够的有生命力的软组织覆盖。骨骼缩短要尽可能小，成人下肢骨骼缩短不宜超过 12cm。

骨支架固定方法很多，如螺丝钉贯穿固定（图 6-6），髓内针内固定（图 6-7），压缩钢板固定（图 6-8）等。近年，我们用单侧多功能外固定支架固定，操作时在远离断端部位两头各闭合穿入两根固定螺丝钉，再安放外固定支架，通过该支架的万向关节的调节，灵活准确地对好骨端，纠正成角，然后锁紧万向关节，建立一个牢固的骨支架（图 6-9）。操作过程组织损伤小，并可根据需要对骨端加压，促使骨骼愈合。

4. 血循环的重建 重新恢复血循环是断肢再植成功的关键。在血管吻合前应先对血管深层组织进行缝合，为吻合血管提供可靠的组织床。必须补充血容量以纠正失血。痉挛的血管应先解除痉挛，常用的解除血管痉挛的方法为用温热的 2% 普鲁卡因溶液从断端作逆行加压扩张，此法有明显解痉抗凝作用。如果由于创伤性肿胀导致骨皮韧带或蚓状肌管压迫指动脉而引起动脉痉挛，则应纵向切开韧带或蚓状肌管。

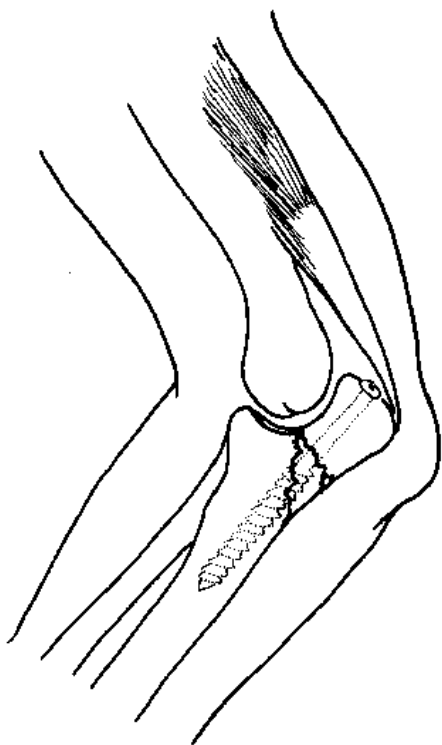


图 6-6 螺丝钉贯穿固定

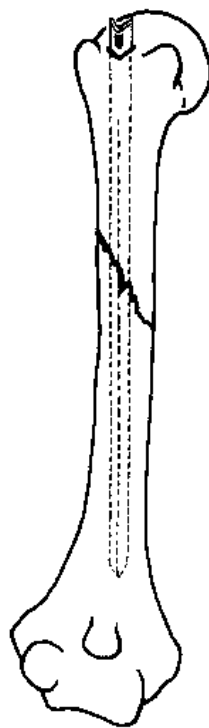


图 6-7 髓内针内固定

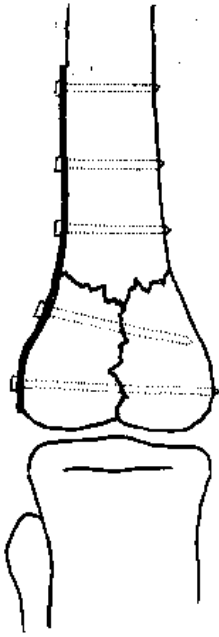


图 6-8 压缩钢板固定

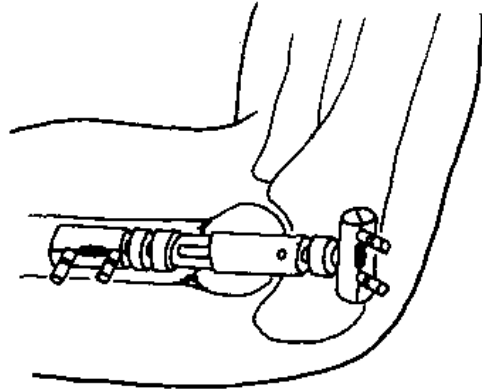


图 6-9 单侧多功能外固定支架固定

在肢体同一平面上静脉吻合的数量要多于动脉数,采取等数吻合动静脉,可因静脉回流血量的不足而发生肢体肿胀,而危及再植肢体的存活。只有吻合的动静脉数比例为 $1:1.5\sim 1:3$ 时,才能保证血流的流畅(图 6-10)。比如,在断指再植时,如果缝合一条指动脉则应缝合两条指静脉,如果缝合双侧指动脉则宜接通三条指静脉。在腕或踝以近平面的静脉血从浅静脉流向深静脉,这些部位的断肢在再植时,必须注意接通 $1\sim 2$ 条深静脉。如果深静脉不能对接,可将远端深静脉和浅静脉吻合。

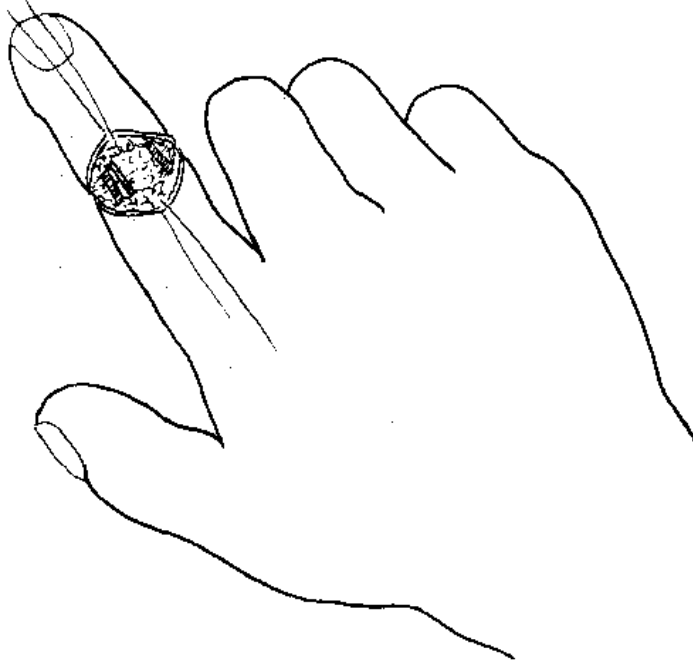


图 6-10 吻合动静脉

彻底切除血管的损伤段。血管断口的外膜、旁膜组织，许多学者主张采用断口环切法（图 6-11），可使断口平整光洁，血管中层和内膜清晰可见。缝合时血管内膜向外翻，吻合口以血管内膜相连，决不能将外膜、旁膜组织带入管腔，以免发生吻合口血栓形成。

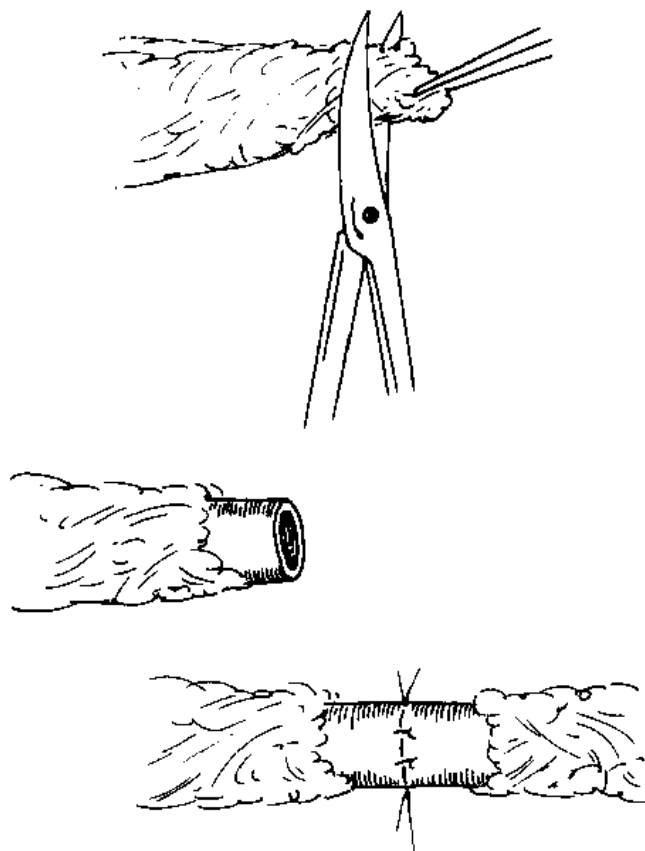


图 6-11 血管断口环切法

近年，作者多采用快速血管吻合法。此法不需修剪外膜及旁膜，操作时由助手将外膜、旁膜轻轻后拉，术者在吻合血管后，再将外膜、旁膜向吻合口方向拉，以盖住吻合口（图 6-12）。此方法的优点是不仅简化了手术操作，还可减少血液渗漏。缝合血管时，要力求缝合张力尽可能地小，以免血管撕裂渗漏。反之，血管过长也要影响血流畅通。手法要轻巧，避免血管过度牵拉和夹捏，务必做到不使血管内膜有丝毫损伤。

血管多行端端吻合，吻合时边距等于间距。我们在缝接口径 1.5~3mm 血管时，通常均缝 8 针，并使针距和边距保持基本相等，极少发生血液渗漏现象。对于口径 1.5mm 或 1.5mm 以下的血管，如果管壁较厚，血压较低，仅缝 4 针，只要针距和边距保持一致，也不发生血液渗漏。

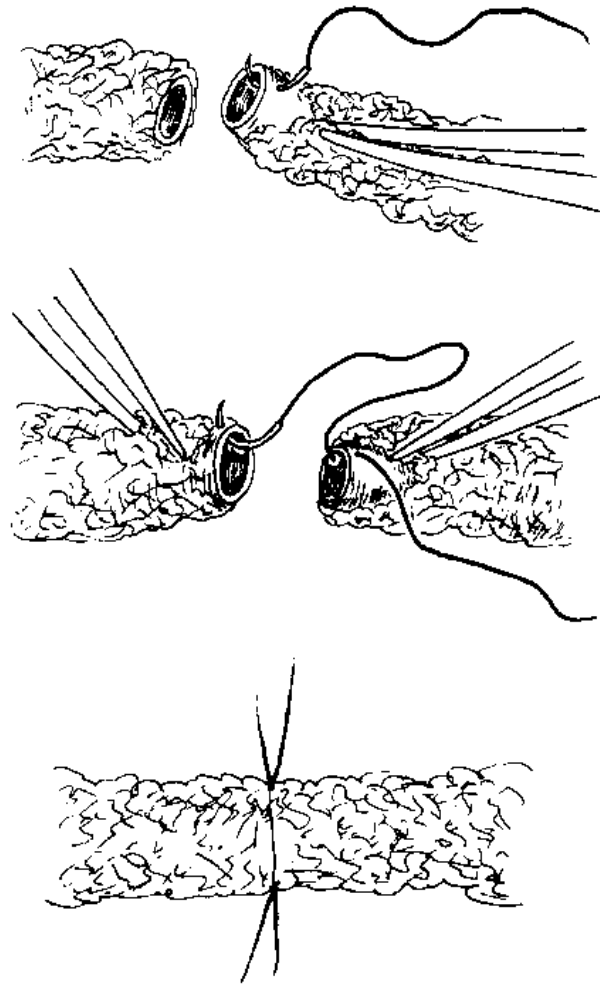


图 6-12 用外膜旁膜盖住吻合口

#### 5. 肌肉与肌腱的修复

(1) 掌骨平面的断离的肌肉：修复掌侧大小鱼际肌、拇长屈肌腱、指深屈肌腱、指浅屈肌腱，缝合背侧拇长伸肌腱和指总伸肌腱（图 6-13）。

(2) 腕部及前臂下 1/3 的断离：修复掌侧拇长屈肌腱、指深屈肌腱的远侧与指浅屈肌腱的近侧交叉缝合，缝合背侧拇长伸肌腱、桡侧腕长短伸肌腱及指总伸肌腱（图 6-14）。

(3) 前臂中及上 1/3 的断离：缝合屈肌的肌腱与肌腹以及桡侧的腕伸肌肌腹（图 6-15）。

(4) 肘部及上臂下、中 1/3 的断离：主要缝合肱二头肌以及肱三头肌（图 6-16）。

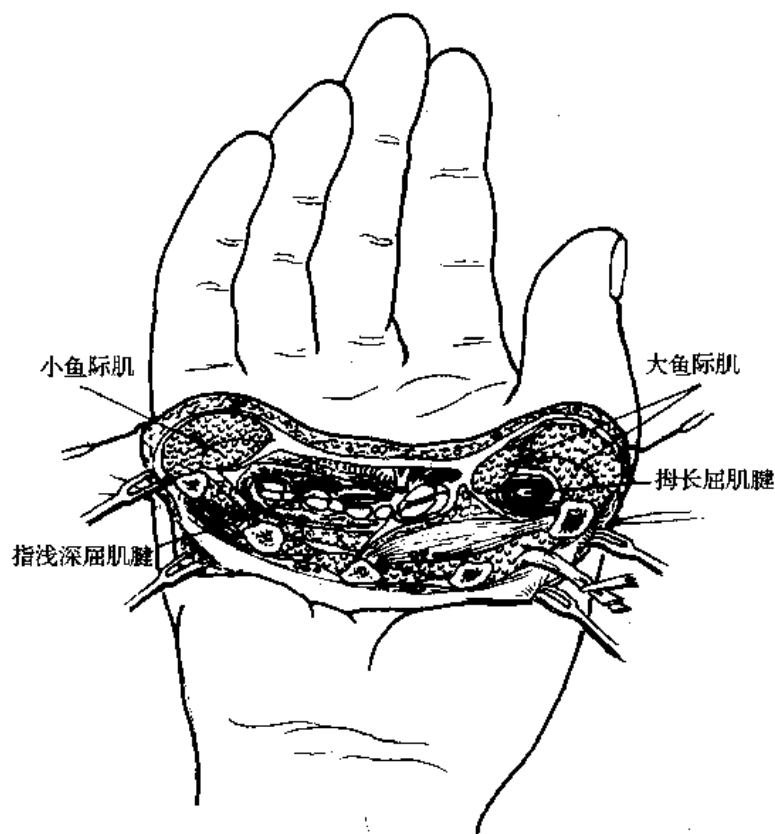


图 6-13 缝合背侧拇长伸肌腱和指总伸肌腱

(5) 足和踝部的断离，缝合跟腱与胫前肌群（图 6-17）；小腿主要修复后方三头肌与胫前肌群（图 6-18）；大腿平面在缝合血管前先缝合股内收肌群和股四头肌腱或肌腹，以及大腿后方的腓绳肌（图 6-19）。

肌腹的断离一般用丝线作褥式缝合。肌腱的断裂，一般使用 36 号不锈钢丝线或用丝线行“∞”形对端吻合，或双垂直对端吻合。对粗细不一的肌腱断离，可采用鱼口式缝合。

6. 神经修复 在断面比较整齐的断肢，应该在再植手术中争取一期修复神经。对于挫伤严重，难以决定切除长度的神经，则只能作好标志留待二期修复。

神经缝合方式多种多样，只要做到将功能相同的神经正确对接，不管用何种缝合方式，肢体均能获得比较满意的运动和感觉功能的恢复。外膜缝合是我们比较常用的神经修复方式（图 6-20）。缺损的神经可用神经束间移植予以修复。将移植的神经束按照缺损长度和粗细分组，置于缺损部，以不同平面进行两端束膜分组对合。如果同时吻合神经外膜营养血管（图 6-21），可以达到提高移植神经的存活能力的目的。

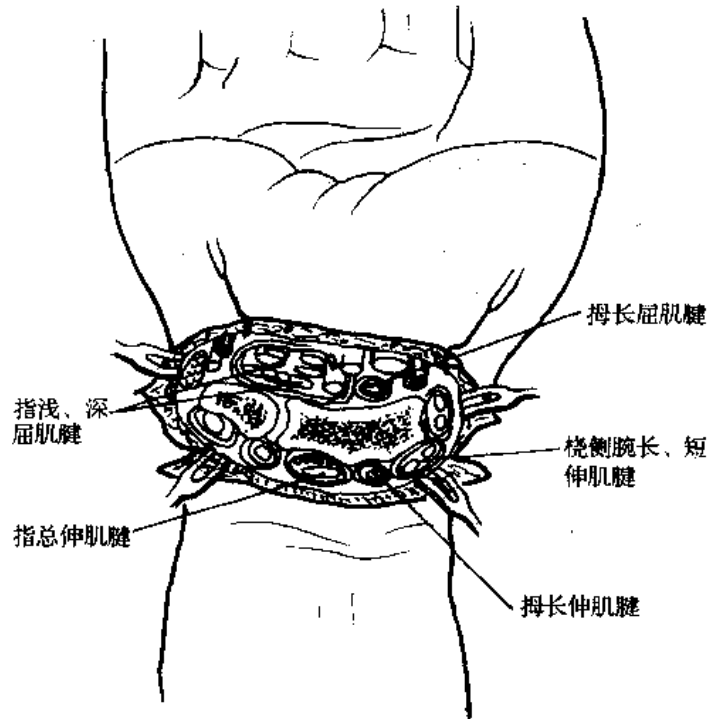


图 6-14 缝合背侧拇长伸肌腱、桡侧腕长、短伸肌腱及指总伸肌腱

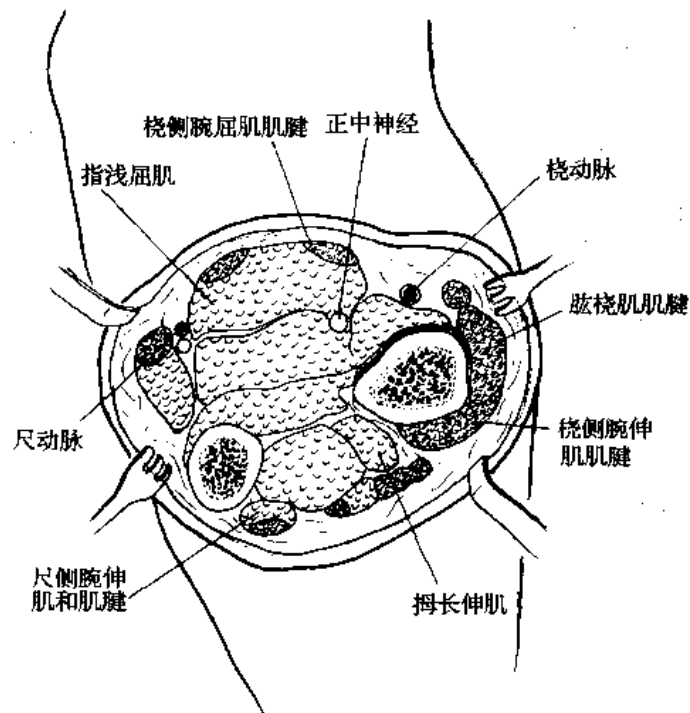


图 6-15 缝合屈肌的肌腱与肌腹以及桡侧的腕伸肌肌腹

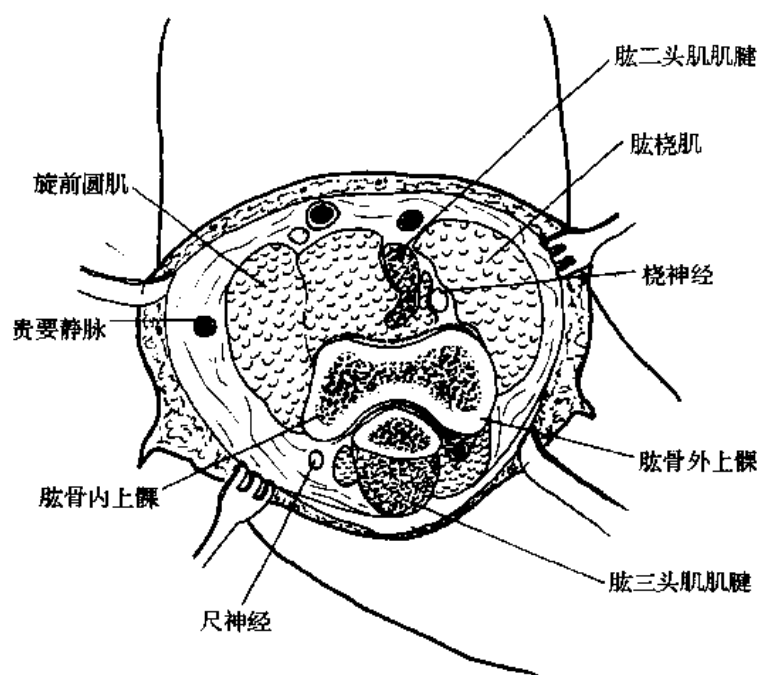


图 6-16 缝合肱二头肌以及肱三头肌

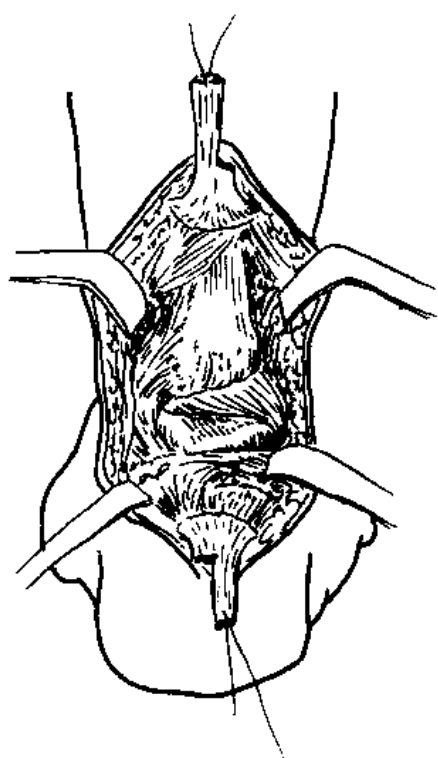
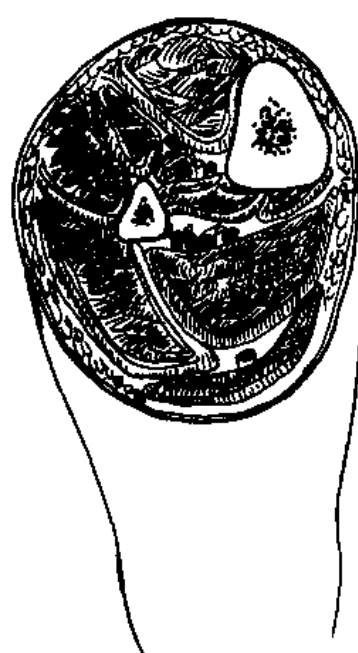


图 6-17 缝合跟腱与胫前肌群



6-18 修复后方三头肌与胫前肌群

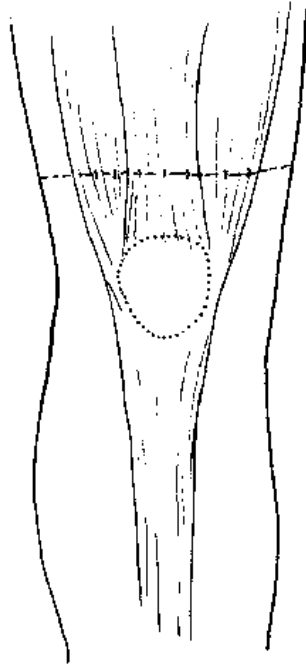


图 6-19 缝合股内收肌群和股四头肌腱或肌腹，以及腓绳肌

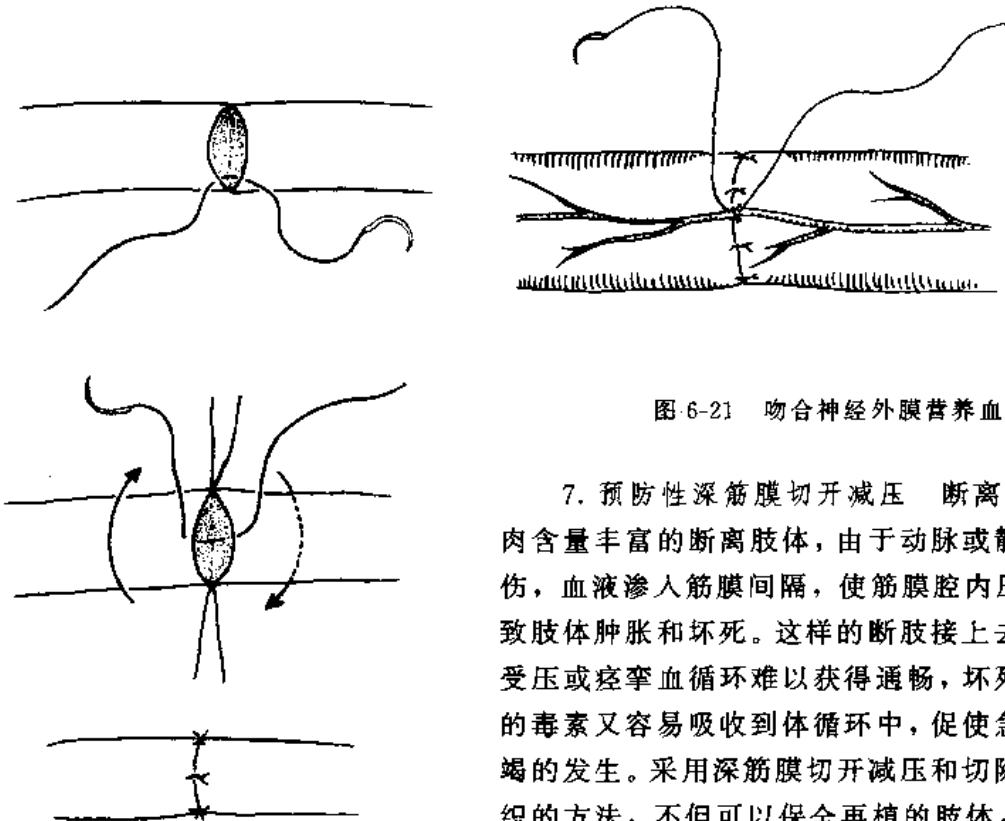


图 6-21 吻合神经外膜营养血管

7. 预防性深筋膜切开减压 断离平面较高，肌肉含量丰富的断肢，由于动脉或静脉血管的损伤，血液渗入筋膜间隔，使筋膜腔内压力升高，导致肢体肿胀和坏死。这样的断肢接上去后由于血管受压或痉挛血循环难以获得通畅，坏死组织所释放的毒素又容易吸收到体循环中，促使急性肾功能衰竭的发生。采用深筋膜切开减压和切除坏死肌肉组织的方法，不但可以保全再植的肢体，而且能够避免急性肾功能衰竭的发生。

图 6-20 神经外膜缝合

施行预防性深筋膜切开，首先要纠正血容量不足及减压后组织液外溢，可使血容量有所降低。应避开主要的血管和神经，在张力最大的肌肉丰富部位按照肌鞘解剖点分别作纵行切口（图 6-22）。

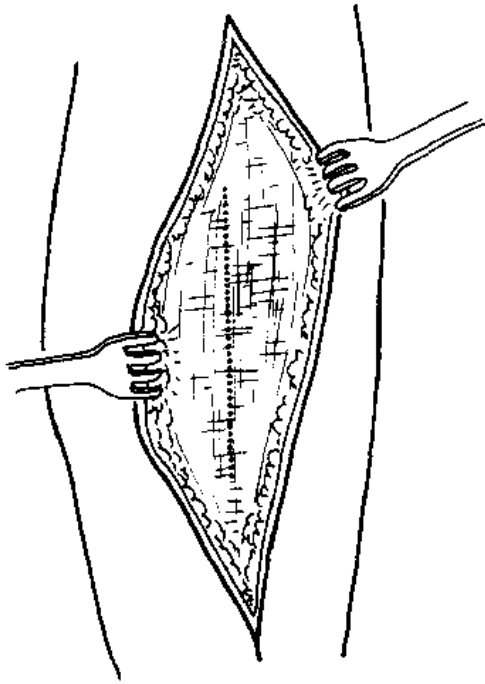


图 6-22 深筋膜切开

### （三）术后处理

术后，病人进特别护理室严密观察血压、脉搏和呼吸情况。注意及时纠正血容量的不足以及处理可能发生其他重要器官的合并损伤和并发症。

局部血循环指标有：皮肤颜色、皮肤温度和皮肤充盈情况。及时作出血管阻塞的鉴别诊断，快速判断动脉危象还是静脉危象，再分清是血管痉挛或是血栓形成。一旦出现血管危象，必须马上探查，及早处理。

缺氧时间较长的断离肢体，组织因缺氧而发生变性，可应用高压氧。高压氧用于再植获得血循环重建后的早期，能改善微循环障碍，达到逆转再植后组织变性的作用。从而起到延长再植时限、提高再植肢体存活率和最大程度地恢复肢体功能的作用。治疗方法，高压氧舱内压力为 2~3 个绝对大气压，用面罩吸纯氧 20 分钟，休息 10 分钟，如此重复 2~3 次，为一个疗程。每天进行 1~2 个疗程。一般病例需按上述疗程治疗 7 天。治疗中应用阶段减压和间断给氧法可防止减压和氧中毒等并发症的发生。高压氧治疗同时应用白蛋白、能量合剂及低分子右旋糖酐，效果更好。

### 第三节 断指再植

#### (一) 手术指征

(1) 确保病员的生命安全,妥善处理好其他系统的创伤,补充好血容量,注射破伤风抗毒血清和静脉滴注抗生素。

(2) 离体指体宜干冷保存。与冰块或包括生理盐水在内任何液体直接接触过的离体指体不宜再植。

(3) 拇指断离、多指断离、末节手指断离、半手断离及儿童断指等,功能影响大,故再植指征强。反之,单指断离、严重碾轧或撕脱的断指以及老年体弱者的断指,或功能影响不大,或再植效果不好,手术指征不强。

(4) 多个手指断离而不能原位再植时,可考虑移位再植,以达到最大程度恢复功能的目的。

(5) 断指常温缺血时间长短将会直接影响断指的血循环重建和最后的功能恢复。常温缺血再植时限为 8~12 小时。离断指体的干冷保存可以延长再植时限至 24 小时左右。

#### (二) 手术方法

1. 麻醉 选用连续硬膜外阻滞、臂丛神经阻滞或全身麻醉等。

2. 清创 用无菌肥皂水刷洗断面和远侧断指,去除异物,剪除过长的指甲,再用生理盐水冲洗两次;用 3% 碘酊和 70% 酒精消毒,铺巾。

清创的过程也是对断指面和离体断指的血管、神经、骨骼及肌腱等组织的现状进行评估的过程,确定一下可以用于再植的各类组织。切除失活皮肤、肌肉和不需保留的肌腱,保留与不完全断离指体相连的软组织。切除污染的指骨段,有时还要切除一段指骨以便血管神经的无张力缝合,指骨缩短通常控制在 2cm 之内。

结扎手术中不拟作吻合的血管。对创面不整齐,断离时间较长的血管,注入 12.5u/ml 的肝素等渗盐水,检查有无血管内膜挫伤。血管缺损可以移植自体血管加以修复。

3. 骨支架固定 骨支架用两枚克氏针交叉固定(图 6-23),也可用微型单侧多功能外固定支架固定(图 6-24)。

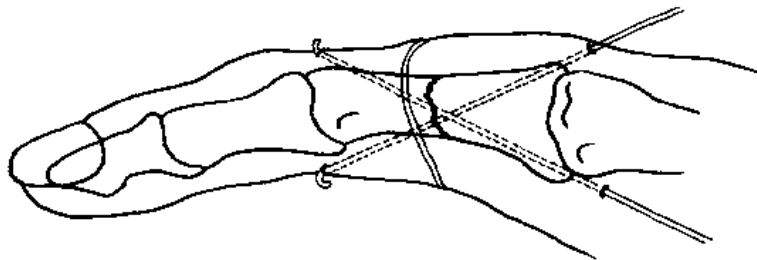


图 6-23 克氏针内固定

4. 血循环的重建 静脉吻合的数量必须要多于动脉数,以预防术后出现局部水肿。在通常情况下,如果缝合一条指动脉,应同时缝合两条指静脉;如果缝合双侧指动脉则宜接通三条指静脉(图 6-25)。在离体指体的尺侧与断面呈 60°角作皮肤切口,止于中线,

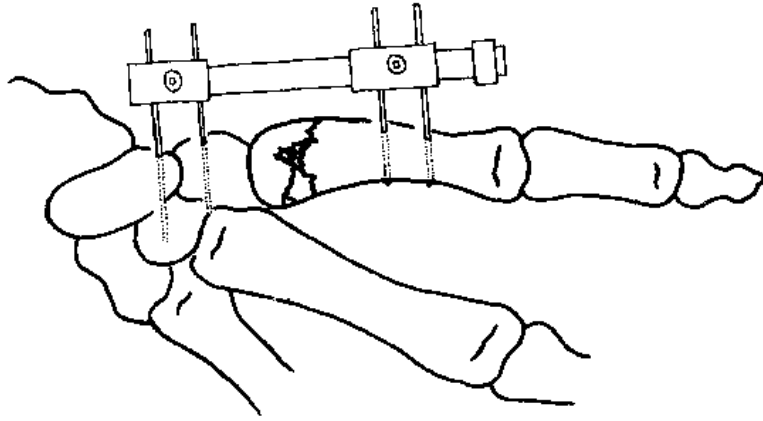


图 6-24 微型单侧多功能外固定支架固定

并在近侧断面的桡侧与断面呈  $60^\circ$  角作皮肤切口，也止于中线，可以比较方便地找到指背静脉，进行吻合。同时，指背皮肤缝合后呈“Z”字形，符合整形外科原则（图 6-26）。

血管行端端吻合。在手术显微镜下，用 11-0 或 9-0 无菌尼龙丝线缝合 4~8 针，针距和边距保持一致。

5. 肌腱的缝合 指伸肌腱和指屈肌腱均作一期缝合，其中央部与扩张部用丝线分别作间断缝合。只需将断端已缝吊的线拉拢使肌腱良好对合后予以结扎即行。对于断指平面位于指屈浅肌腱附着处的远侧者，则可考虑将指屈肌腱的远侧缝在近侧腱鞘上，作肌腱固定术。

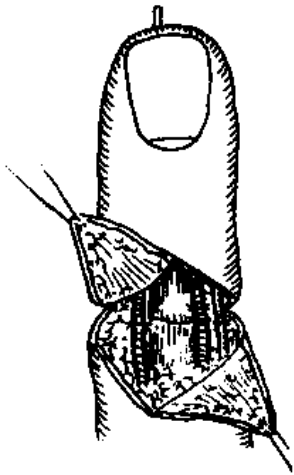


图 6-25 静脉吻合的数量要多于动脉数

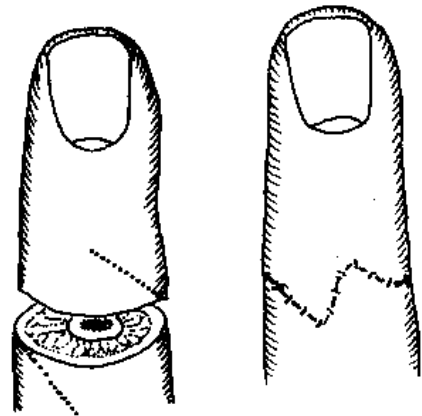


图 6-26 指背皮肤“Z”字形缝合

6. 神经修复 尽可能修复双侧指神经，缺损神经可用神经移植予以修复。外膜缝合比较常用，在手术显微镜下，用 9-0 无菌尼龙丝线缝合 4~6 针（图 6-27）。

### （三）术后处理

详见本章第二节。

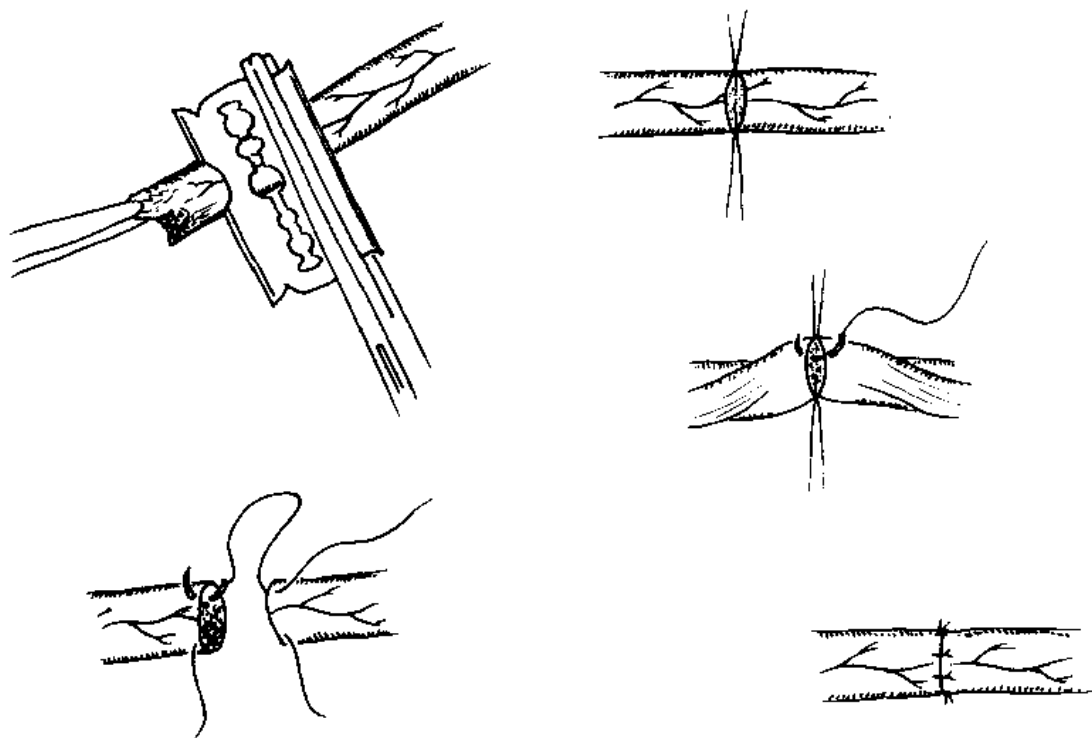


图 6-27 指神经修复

#### 第四节 肢体肿瘤切除远端肢体再植术

肿瘤段切除远端肢体再植术是治疗肢体恶性肿瘤，或者有恶性倾向而不易彻底切除的肢体肿瘤的显微外科方法。切除的肿瘤范围与高位截肢相似，特点为保存远端的健康肢体，最大限度地恢复肢体功能。

##### (一) 手术指征

(1) 肢体低度恶性肿瘤，如软骨肉瘤；有潜在恶性倾向，或在刮除植骨手术后有复发者，如复发性巨细胞瘤，以及经彻底切除后不会复发或转移的其他上肢恶性肿瘤，如滑膜肉瘤、骨纤维肉瘤等。

(2) 经大段切除远端肢体再植，要仍保留肢体功能。

(3) 下列情况应慎重考虑：低度恶性肿瘤可以大块切除而达到根治目的者，则不需行整段切除，如软组织隆突型纤维肉瘤；对骨皮质完整、无软组织侵犯的巨细胞瘤，则适宜施行骨大块切除与植骨；对恶性程度高的成骨肉瘤，如尤文(Ewing)瘤，可作为姑息疗法；对于下肢肿瘤，如果需切除肢体过长，则对功能恢复不利，故不宜采用本疗法。

##### (二) 手术方法

1. 麻醉 因断肢的不同部位和病人的具体情况而异，选用不同的麻醉方法，如连续硬膜外阻滞、臂丛神经阻滞及全身麻醉等。

2. 肢体肿瘤段切除 对恶性程度低、病理检查未见髓腔转移者，肢体肿瘤段切除范围在X线片所示肿瘤上下各距5cm处。术中若发现邻近转移，应更改手术方案，施行全

长骨骼截除。无肿瘤组织浸润的血管及神经可予以保留，盘绕在皮下，尤其是大神经（图 6-28）。为避免因操作时挤压肿瘤而导致转移，应先结扎主要静脉。

3. 远侧肢体再植 肩胛骨与肱骨全切除后，再植时将尺骨鹰嘴以钢丝悬吊于锁骨外侧端（图 6-29），胸大肌与肱二头肌腱缝合，斜方肌与邻近尺骨鹰嘴的肱三头肌腱缝合，对起于肱骨下端的前臂诸肌切断后不作特殊处理，需将主要血管、神经分别对接吻合。

肩胛部与上臂近端切除，远侧肢体再植，手术方法与上述相似，但保留肘关节和肱骨下端，将肱骨以不锈钢丝固定于锁骨（图 6-30）。

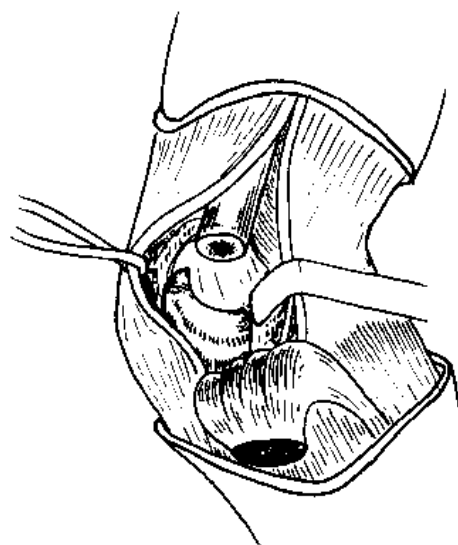


图 6-28 肢体肿瘤段切除

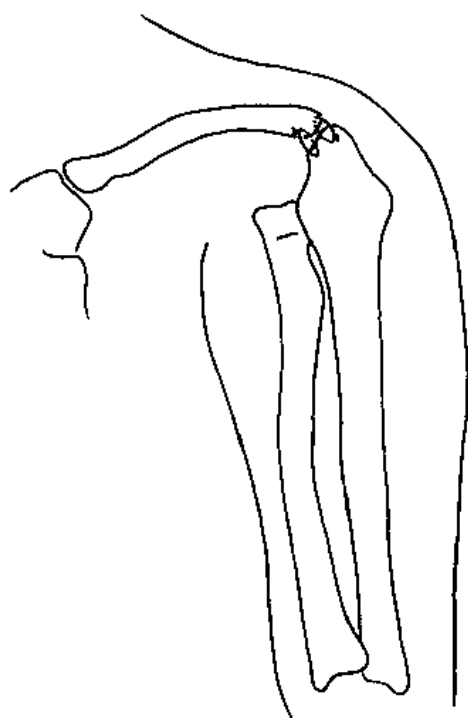


图 6-29 尺骨鹰嘴以钢丝悬吊于锁骨

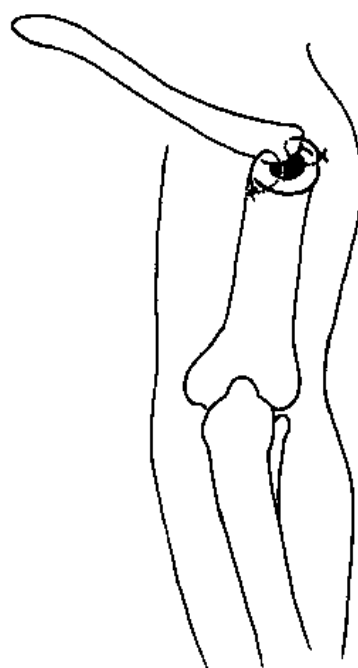


图 6-30 肱骨以不锈钢丝固定于锁骨

其他如上臂全切除再植（图 6-31）、肘部与邻近上下臂段切除再植（图 6-32）、前臂全切除再植（图 6-33）、前臂段切除再植（图 6-34）等的处理方法，可以类推。

### （三）术后处理

详见本章第二节。

根据肿瘤性质配合进行化疗、放疗和免疫治疗等。

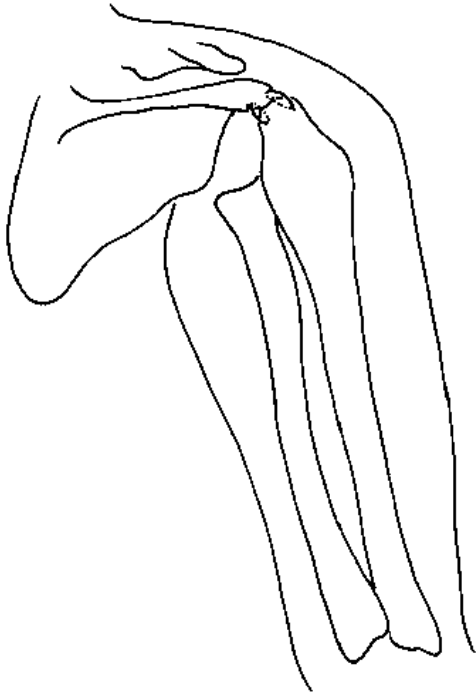


图 6-31 上臂全切除远侧肢体再植

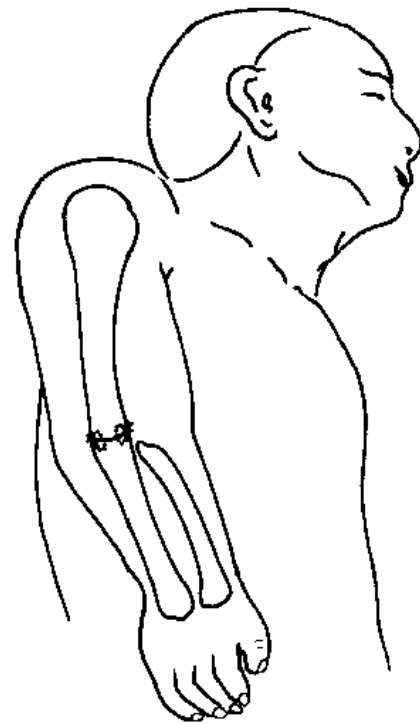


图 6-32 肘部与邻近上、前臂段  
切除远侧肢体再植

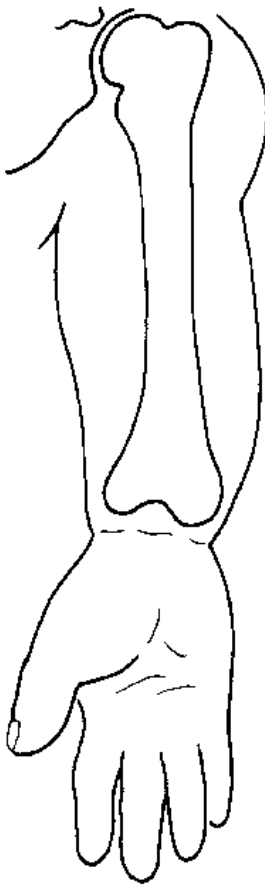


图 6-33 前臂全切除远侧肢体再植

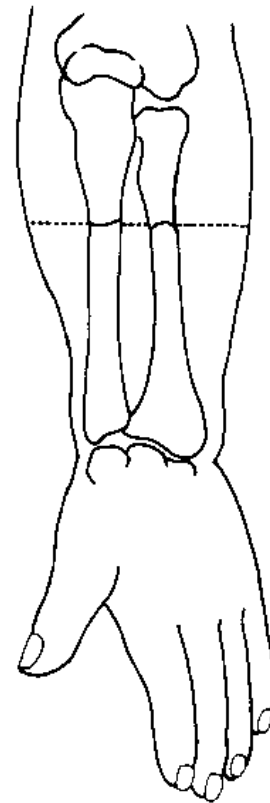


图 6-34 前臂段切除远侧肢体再植

## 第五节 典型病例

### 病例一 缺血时间 36 小时断肢的再植

患者男性，35 岁，农民。左前臂被柴油机辗断，就诊时缺血时间长达 36 小时，肌肉已经发生部分变性（插页图 6-35）。再植后除了给予术后常规综合处理外，加用高压氧治疗，使再植的左前臂成活并恢复较好的功能，重返田间劳动（插页图 6-36）。

### 病例二 小腿断离的再植

患者男性，30 岁，农民。右小腿被拖拉机的辗伤，完全断离（插页图 6-37）。再植后右小腿成活，完全恢复负重和活动功能，重新回到驾驶拖拉机的岗位（插页图 6-38）。

### 病例三 断指再植

患者男性，35 岁，木工。右手电锯伤，致示指和中指完全断离，环指和小指大部断离（插页图 6-39）。再植后四指全部成活，手指能灵活行使对掌、对指功能（插页图 6-40），具有满意的感覺功能和活动力度，能处理日常生活（插页图 6-41），并重操木工手艺（插页图 6-42）。

### 病例四 断指再植

患者女性，20 岁，车工。因机器伤罹患左手示指、中指、环指和小指完全断离（插页图 6-43）。三指再植成功，恢复对掌、对指功能（插页图 6-44），感觉功能好，活动自如、有力（插页图 6-45），重新上岗（插页图 6-46）。



(含跖趾关节)移植的方法来再造,应事先或同时切除残端瘢痕,提供良好的皮肤覆盖,往往需要分期手术,或应用比较复杂的游离组织组合移植技术。不过,如果受区切口设计合理,在某些病例用跖趾皮甲瓣包裹第二足趾骨支架的方法,也可以一期手术完成拇指的再造。

近年来,作者又设计和施行了复合跖趾再造拇指(带血管、神经跖趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节肌腱系列复合移植再造拇指),获得满意的效果。

无论在何种情况下,彻底切除瘢痕组织,代以良好的皮肤覆盖,是移植组织成活的关键之一。拇指缺失平面在掌腕关节时,常有广泛软组织缺乏,再造拇指的难度大。只有在完满修复皮肤缺损的前提下,才能考虑用第二跖趾系列(以相应跖骨为掌骨)移植方法来再造拇指。

本章介绍跖趾皮甲瓣包裹髂骨块或第二跖趾骨关节肌腱系列再造拇指,复合跖趾再造拇指(带血管、神经跖趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节肌腱系列复合移植再造拇指),第二足趾移植拇指,以及复杂拇指缺失的再造。

## 第二节 移植跖趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指

### (一) 手术指征

(1) 跖趾皮甲瓣包裹髂骨块适用于第一掌指关节以远平面的缺失拇指的再造。再造拇指外形与功能良好。

(2) 也用于截指平面在第一掌骨的拇指的再造。

(3) 由于再造拇指的骨支架缺乏骨髓板,因此,这方法不适用于儿童病例。

### (二) 手术方法

1. 麻醉 常采用高、低位硬膜外联合麻醉,也可采用长效或连续臂丛阻滞加硬膜外麻醉。

2. 供足选择 通常选择同侧跖趾皮甲瓣再造拇指。因为同侧跖趾皮甲瓣移植到手上后,其纵形游离缘缝合后的瘢痕落在新拇指的桡侧,而由跖趾腓侧趾神经支配的外侧完整的皮肤位于尺侧,正好是再造拇指的工作面,再造后感觉恢复好,有利于活动功能的恢复。同时,跖趾皮甲瓣的血管蒂位于再造拇指的尺侧,与腕部切口缝合时,血管走向路径直,不易扭曲,并且还有良好的皮肤覆盖。

如果同侧跖趾皮甲瓣不适合于移植再造拇指,也可考虑采用对侧跖趾皮甲瓣,通过改变供区和受区切口的方式,变更新拇指尺侧皮肤瘢痕的位置以改善感觉功能。但血管蒂游离的长度要有所增加。

3. 跖趾皮甲瓣的切取 切取和游离跖趾皮甲瓣的方法参见第五章。掀起跖趾皮甲瓣时,注意在跖趾内侧和趾端保留一条狭长的舌状皮瓣,目的为保护跖趾内侧和趾端的血供和感觉功能,并可令再造的拇指粗细适中,外形美观。将跖趾远端趾骨的远侧半的一半包括在皮甲瓣中,可以达到固定甲床和防止手术后骨支架吸收的目的(图7-1)。游离结束后,皮甲瓣仍由血管蒂和供足相连,用温盐水纱布包裹待移植。

4. 髂骨块的切取和塑形 切取髂骨块和进行塑形时要注意以下几点:

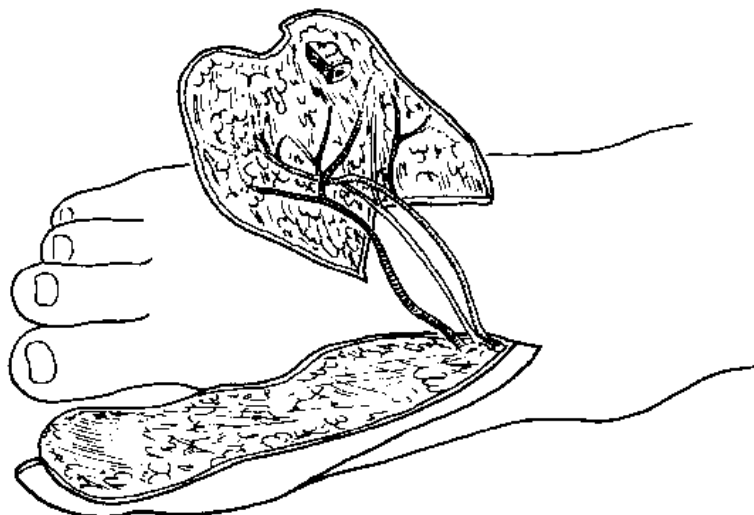


图 7-1 拇趾皮甲瓣的切取

- (1) 切取时要在髂骨块上保留骨膜和肌肉附着点。
- (2) 髂骨块的长度要适当，务使再造拇指的长度与健侧拇指等长或稍短；过长并无好处，影响外观，同时日后新拇指容易折断。
- (3) 髂骨块末端塑成扁平，以紧贴指甲床。
- (4) 充分利用髂骨本身曲度，相当于指间关节处应有  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$  的曲度，以接近拇指指骨的外形，便于再造的拇指发挥对指和握持功能（图 7-2）。

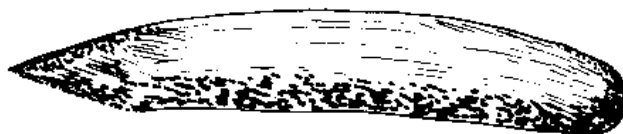


图 7-2 切取髂骨块并进行塑形

5. 受区准备 在处理供足的同时，由另一组手术人员进行受区准备，以争取时间。受区切口的设计（参见图 5-21），对于拇趾皮甲瓣再造的拇指能否获得理想的功能和外形，至关重要，设计方法参阅第五章。在深筋膜下进行锐性分离，掀起一个基底在桡侧掌侧的三角皮瓣，其余皮肤潜行分离后推向尺侧，形成接纳新拇指的创面。在创面解剖游离出拇指尺侧指神经。在解剖鼻烟壶作弧形切口（图 7-3），解剖分离出头静脉和桡动脉，腕部切口由皮下隧道与受区切口相连。

6. 拇趾皮甲瓣包裹髂骨块的移植 第一掌骨处于对掌位准确放置经过塑形的髂骨块，使髂骨块的凹面正对着第五掌骨，用钢针或者螺丝钉固定在拇指存留的近节指骨上（图 7-4），自足上切取拇趾皮甲瓣包裹在髂骨块上。

也可先将拇趾皮甲瓣中所含的拇趾远端指骨的远侧半固定在髂骨塑成的骨支架远端，再行移植到位。足部供区用中厚皮片植皮。

在显微镜下，跖趾神经和拇指残端指神经吻合，方法为对端缝合外膜，用 7-0 尼龙线缝 4 针。

从远端开始在桡侧缝合皮甲瓣两边游离缘，直至相当于指间关节部位，与拇指残端

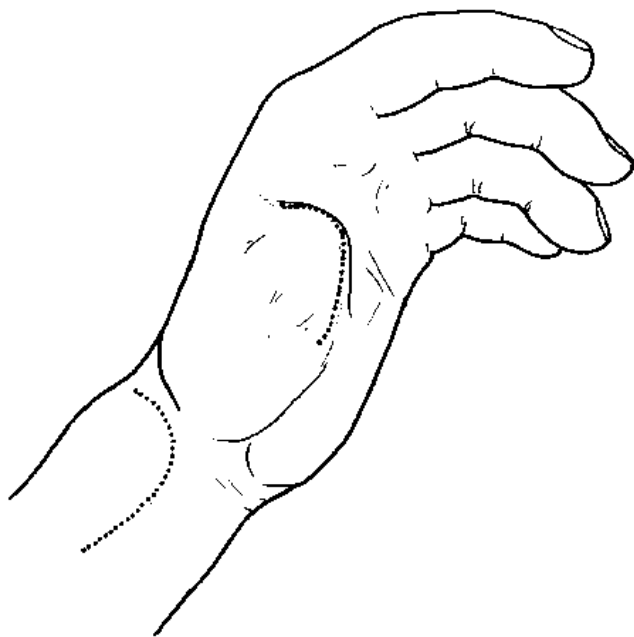


图 7-3 在解剖鼻烟壶作弧形切口



图 7-4 塑形的髂骨块用钢针或者螺丝钉固定  
在拇指存留的近节指骨上

桡侧掌侧的三角皮瓣相嵌对合，逐一缝合完毕，于是皮甲瓣固定在位。

接着修复指神经，关闭掌侧创面。在腕部创口内吻合大隐静脉和头静脉，足背动脉和桡动脉。血管吻合在手术显微镜下进行，放大 9 倍，用 9-0 尼龙线缝合 6~8 针。

最后闭合腕部创面，局部放置橡皮引流条。包扎时，再造拇指的指尖及部分游离皮

瓣应显露在外，便于术后观察。手术完毕（图 7-5）。

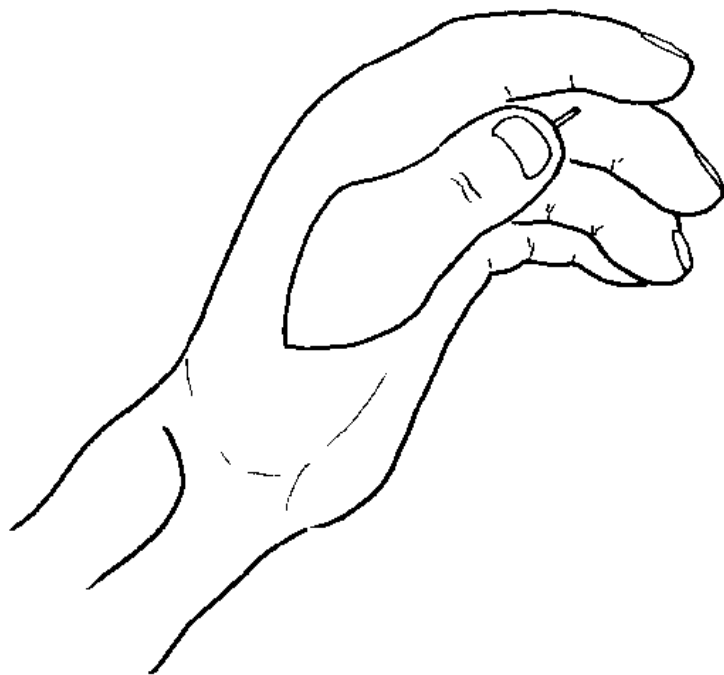


图 7-5 踇趾皮甲瓣包裹髂骨块的移植手术完毕

### （三）术后处理

术后，病人进显微外科监护病房，由专人观察和护理，第一个 24 小时内需每隔 30 分钟测一次皮温，同时注意观察皮色和毛细血管充盈状况。倘若血液循环状况良好，以后的观察间隔时间可以延长。一旦出现血管痉挛或血栓形成现象，及时探查并积极处理。常规应用抗菌药物、血管扩张药物以及抗凝药物治疗 1 周。14 天左右视足部愈合情况而考虑拆线。如果再造拇指骨骼对合良好，术后 3 周即可允许再造的拇指开始作被动屈伸动作，在骨骼出现愈合之后，可在医师指导下进行主动功能锻炼。要特别强调功能锻炼对再造拇指的功能恢复较为重要。

## 第三节 踇趾皮甲瓣包裹第二跖趾骨关节肌腱系列再造拇指

### （一）手术指征

（1）本方法是在第二足趾移植再造拇指和踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指这两种方法的基础上发展起来的。发挥了前者的关节活动功能和后者的理想的外形这两项长处。适合做第二足趾移植术的病例均可用此法。

（2）缺失拇指残端由于存在多重瘢痕组织不宜进行第二足趾移植再造拇指时，也可以采用本方法来再造拇指。

（3）符合踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指的病例，也可以采用本方法。

（4）由于第二跖趾骨关节肌腱系列和踇趾皮甲瓣组合时不吻合血管，故不宜将本方法用于儿童病例。

## (二) 手术方法

1. 麻醉 同上。

2. 供足选择 以选择同侧踇趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节肌腱系列为原则,理由同踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指,如上所述。

3. 供区组织的切取 踇趾皮甲瓣可采用常规方法切取。然后,在第二足趾内侧从趾蹼至趾尖作侧正中纵形切口(图 7-6),在腱膜、腱鞘和筋膜表面掀起皮肤和趾甲,取出骨关节和肌腱。



图 7-6 在第二足趾内侧正中从趾蹼至趾尖作纵形切口

切除第二足趾的远节趾骨,第二足趾的中节趾骨与踇趾皮甲瓣中所包含的远侧半节趾骨连接构成再造拇指的远节指骨,它的近侧趾间关节成为再造拇指的指间关节。

第二足趾的趾短伸、屈肌腱用来建立再造拇指的伸、屈动力系统。趾短伸肌腱位于趾长伸肌腱的外侧,分离时尽可能靠近端切断,在伸肌腱帽上保留蚓状肌和骨间肌,再造时用作修复拇指指间关节的伸直功能。第二足趾趾短屈肌腱的位置在趾长屈肌腱的内侧表面,分离后趾短屈肌腱在其与肌腹交界处切断,趾长屈肌腱则在近侧切断。第二足趾远侧趾间关节行关节离断。其近端的处理根据手术要求,或作跖趾关节离断,或行跖骨干截断。

4. 受区准备 拇指残端切口设计取决于截指平面。倘若截指平面就在掌指关节近侧,受区切口设计同踇趾皮甲瓣包裹髂骨块移植术。

倘若截指平面在第一掌骨中点以近,则作鱼口状切口,与第二足趾移植再造拇指的切口相同。

切取和游离出拇指的伸、屈长肌腱,如果缺如,则用其他肌腱代替,一般用环指指浅屈肌,必要时也可移植肌腱。腕部切口及其处理已如上述。

5. 组织移植和供足处理 受区准备完毕,立即取下分离好的踇趾皮甲瓣,由助手关

闭供区创面，用粗丝线缝合修复第一与第三之间的跖横韧带，第二足趾皮甲瓣向内侧移位以覆盖拇趾皮甲瓣供区的缺损，留在皮甲瓣上的远节趾骨切除软骨后和拇趾残留的远节趾骨近侧半对合。拇趾上保留的舌状皮瓣与第二足趾皮甲瓣的皮缘从趾端开始对接缝合；如果缝合时皮肤张力较大，可以修短拇趾远节趾骨。在第一跖趾关节背侧，常常会留下一个  $1\text{cm} \times 3\text{cm}$  的纺锤状创面，用中厚游离皮片覆盖并打包加压。

在受区固定第二足趾骨关节系列，各关节维持伸直位，用钢针贯穿固定各部分骨骼（图 7-7）。钢针近端可达第一掌骨基底。第二足趾肌腱与受区肌腱相应缝接以重建伸、屈功能。拇趾皮甲瓣的安置、神经修复以及血液循环重建，与上述拇趾皮甲瓣包裹髌骨块再造拇指相同。值得注意的是受区采用鱼口状切口时，要保持再造拇指与其他手指的正确对指方向。

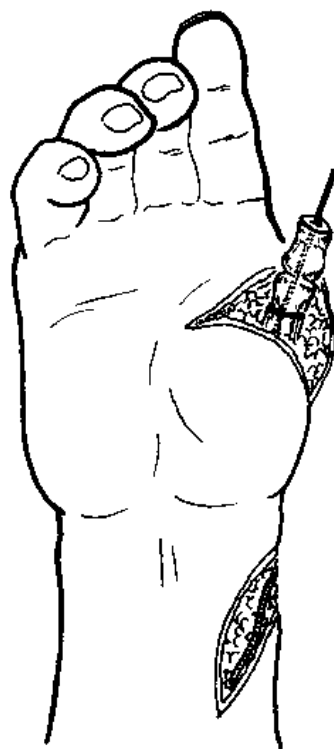


图 7-7 第二跖趾系列各关节维持伸直位，用钢针贯穿固定各部分骨骼

### （三）术后处理

处理原则同拇趾皮甲瓣包裹髌骨块再造拇指术。

## 第四节 复合拇趾再造拇指

由于以不带血管的第二跖趾骨关节系列作为再造拇指的骨支架有发生骨质吸收的可能性，而影响掌指关节的活动。作者研究设计了复合拇趾，保留拇趾皮甲瓣的血管蒂上第一跖背动脉分支第二足趾跖侧趾动脉，带血管的第二跖趾骨关节肌腱系列由拇趾皮甲瓣包裹组成复合拇趾。又由于第二足趾跖侧趾神经也一起掀起，故移植组织除带血管之外还带神经。再造的拇指可以获得更好的关节功能。

### （一）手术指征

本方法的手术指征与拇趾皮甲瓣包裹第二跖趾骨关节肌腱系列再造拇指相同。

### （二）手术方法

1. 麻醉 同上。
2. 受区准备 同拇趾皮甲瓣包裹第二跖趾骨关节肌腱系列移植术。
3. 移植组织的切取和移植 切取和游离拇趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节系列时，特别要注意保护好与第一跖背动脉及趾总神经相连的第一趾背动脉、第二趾跖侧动脉或第二跖趾关节营养动脉及趾神经。

将第二跖趾系列作远侧趾间关节离断，远节趾骨留在第二足趾皮甲瓣中。第二跖趾

骨关节肌腱系列沿其纵轴翻转  $180^{\circ}$ ，由踇趾皮甲瓣包裹之。

安置到受区后（图 7-8），踇趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节肌腱系列所拥有的共同血管蒂位于再造拇指的尺侧，两趾背动脉的排列关系由水平面的“Y”形变为矢状面的“Y”形，血管张力要适中，不要影响血供。第二跖趾骨关节系列施转  $180^{\circ}$  之后，使原跖趾关节活动度较大的背伸动作变为再造拇指掌指关节的屈曲活动。

趾长伸肌位置表浅，可切取较长的肌腱，便于与缺损较长的受区拇长屈肌腱缝合，弥补其不足。肌腱动力重建后可恢复理想的拇指掌指关节的功能。

其他再造步骤已如上述。

4. 供足创面处理 移植组织切取之后，即由手术助手用第二足趾皮甲瓣覆盖踇趾创面，注意保护好第二跖趾系列的腓侧趾背、趾底动脉。修整踇趾和第二足趾的末节趾骨以及第二跖骨，便于用克氏针将第二足趾皮甲瓣无张力地固定于踇趾创面。创面缝合时不应有张力。必要时给予游离植皮。

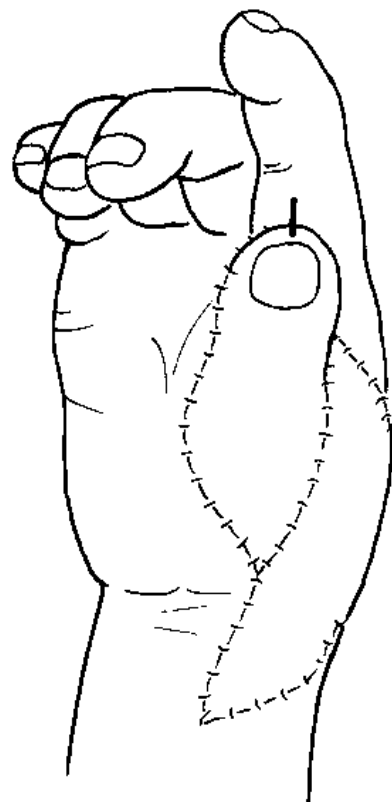


图 7-8 第二跖趾骨关节系列沿其纵轴翻转  $180^{\circ}$ ，由踇趾皮甲瓣包裹

### （三）术后处理

同踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指术。

## 第五节 第二足趾再造拇指

### （一）手术指征

第二足趾移植适合于再造单纯拇指缺失，与踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造的拇指相比较，优点是能重建指间关节，但外形要逊色得多。

伴有不同平面第一掌骨缺失的拇指缺失也可移植第二跖趾骨关节肌腱系列进行再造。由于踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造的拇指也具有活动自如的掌指关节，缺少指间关节对拇指对指功能的行使影响并不大，外形也更受病人的欢迎。因此，我们常用这个方法取代第二足趾移植再造拇指术。

### （二）手术方法

1. 麻醉 同上。

2. 移植组织的掀起 第二足趾的解剖和游离参阅第五章。根据需要的长度切断趾长、短伸肌腱和趾长屈肌腱。踇短屈肌腱可以予以切除。近跖骨处环形切断关节囊，若伴有掌骨缺损，则宜保留关节并根据缺失平面截断跖骨。

至此，第二足趾仅由血管蒂与供足相连，移植时切取第二足趾（图 7-9）。

3. 受区准备 在拇指残端作正中切口, 两端各向背侧和掌侧延伸 5cm 左右, 方向应该与拇指掌指关节活动方向一致。并且使足趾的两个“V”形切口的顶点正好与拇指切口的两端对合 (图 7-10)。

腕部切口如踇趾皮甲瓣移植术所述。

4. 组织移植和供足处理 切断解剖好的第二足趾血管蒂。

将趾骨关节面与掌骨头关节面对合后用钢针贯穿固定, 通常转移环指的指浅屈肌腱代拇长屈肌腱 (图 7-11)。

游离足趾血管蒂通过皮下隧道进入腕部切口, 将大隐静脉与头静脉、足背动脉与桡动脉相应吻合。

神经吻合、肌腱修复和皮肤缝合的原则同踇趾皮甲瓣移植术。

### (三) 术后处理

处理原则同踇趾皮甲瓣包裹髂骨块再造拇指术。单纯拇指缺失再造者可在术后 3 周拔除钢针, 加强功能锻炼。如果连同跖骨段移植, 则应在骨愈合后再拔除钢针。

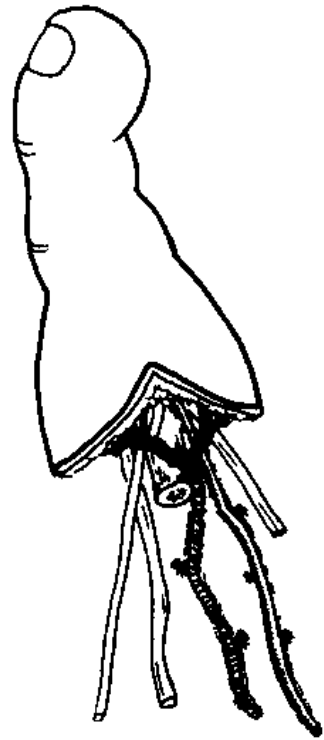


图 7-9 移植时切取的第二足趾

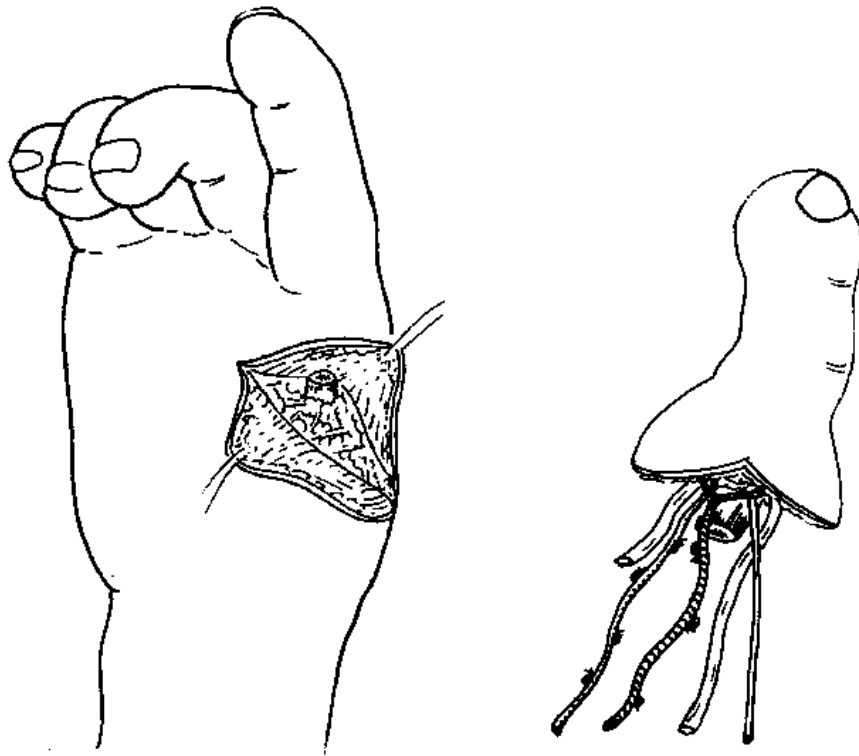


图 7-10 第二足趾的两个“V”形切口的顶点正好与拇指切口的两端对合

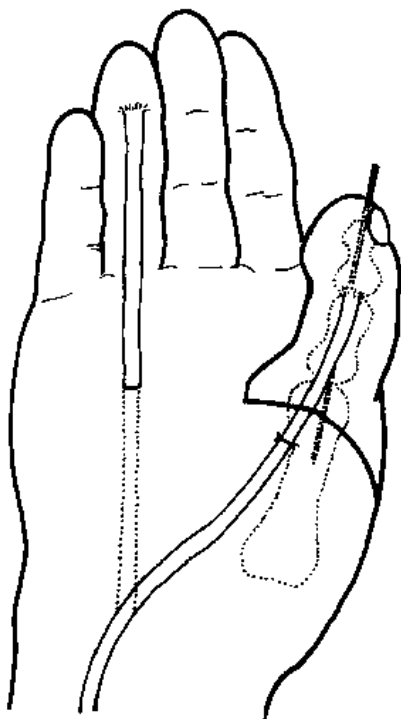


图 7-11 趾骨关节面与掌骨头关节面对  
合后用钢针贯穿固定，转移环  
指的指浅屈肌腱代拇长屈肌腱

## 第六节 复杂拇指缺失的再造

### (一) 手术指征

对于下述三种情况，采用以上所述诸方法，一次手术是达不到治疗目的的。必须进行游离组织组合移植，能够同时进行软组织修复和拇指再造。

(1) 拇指高位缺失（图 7-12A），再造一个正常长度的拇指必须附加一个皮瓣以提供软组织覆盖（图 7-12B）。

(2) 伴有虎口狭窄和内收挛缩的拇指缺失（图 7-13A），再造时要用皮瓣来加大虎口的宽度（图 7-13B）。

(3) 伴有邻近部位软组织缺损的拇指缺失（图 7-14），前者必须用正常皮肤予以覆盖。

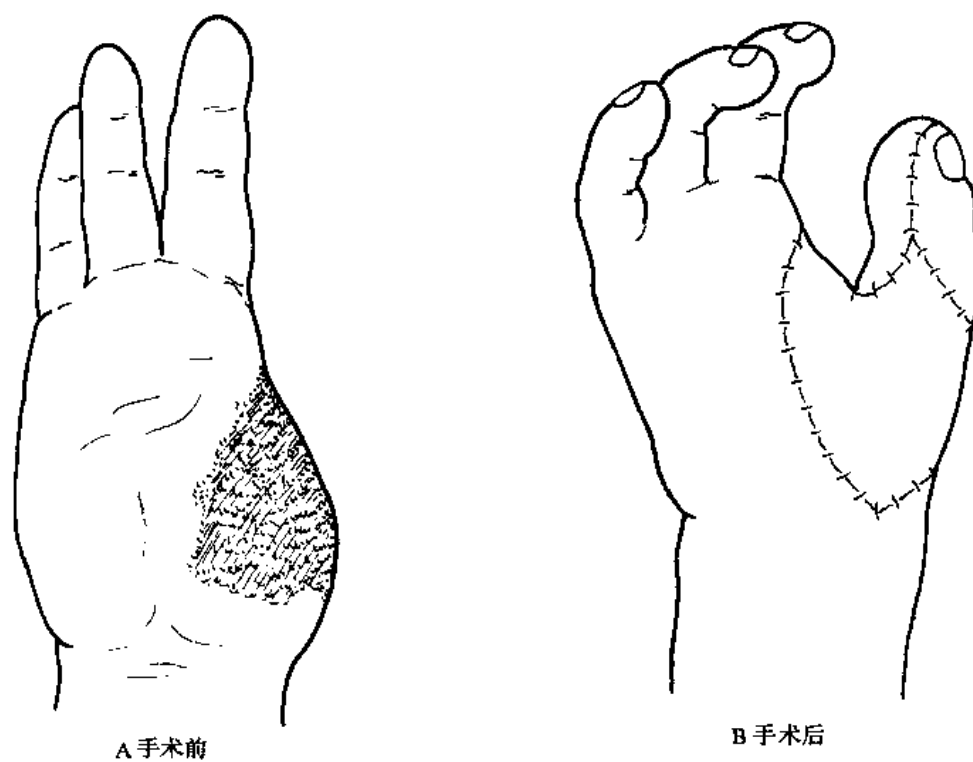


图 7-12 拇指高位缺失

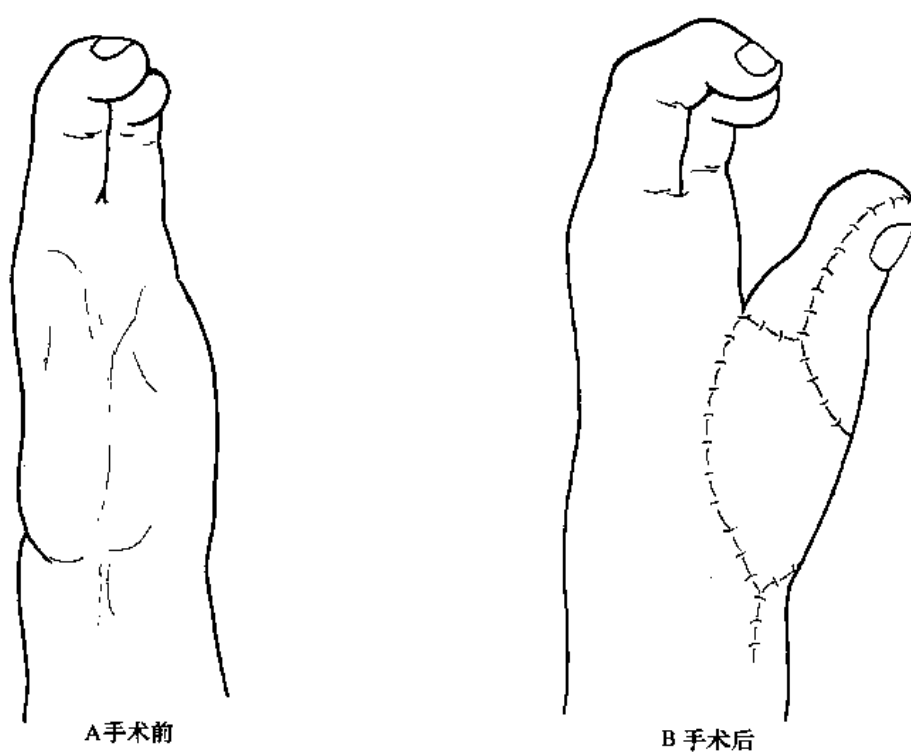


图 7-13 伴虎口狭窄和内收挛缩的拇指缺失

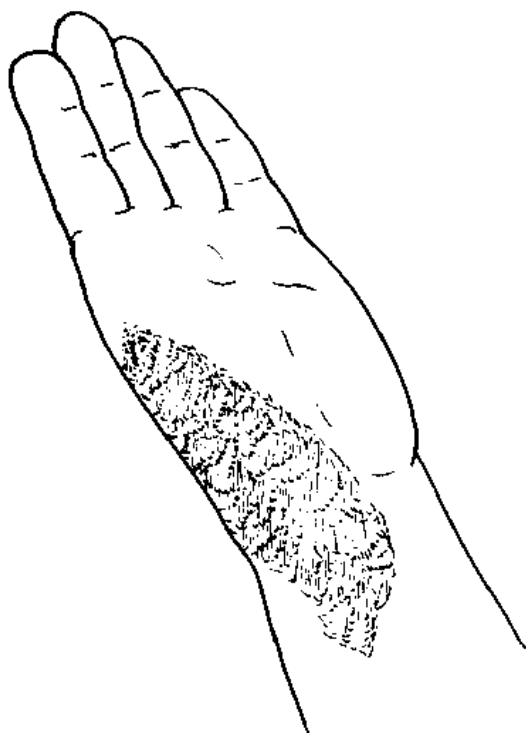


图 7-14 伴邻近软组织缺损的拇指缺失

## (二) 软组织皮瓣的选择

(1) 修复合并的中等大小软组织缺损时,可选用前臂皮瓣、腹股沟皮瓣、足背皮瓣、小腿皮瓣及肩胛皮瓣。

考虑到前臂和小腿作为供区其瘢痕有碍外观,腹股沟皮瓣的皮下组织比软厚,而足背皮瓣切取之后可能影响供足的功能,因此,我们主张用肩胛皮瓣。

(2) 如果软组织缺损范围较大,则需用背阔肌肌皮瓣。

## (三) 手术原则

1. 移植组织的切取 足部游离组织的切取方法同上述的拇指再造术。

在组合移植时,如果以足的游离组织的血管蒂作为血管组合后的共同血管蒂,在切开游离时应分别将足背动脉的深支和大隐静脉的一条属支保留下来,准备与用于修复软组织缺损的游离皮瓣的血管蒂相应吻合。

如果与背阔肌肌皮瓣组合移植,足趾组织的血管蒂一般需要游离至小腿中段,吻合部位实际上是胫前动脉,总长度可达 18cm (图 7-15)。

2. 受区准备 彻底切除瘢痕,充分松解挛缩组织。处理原则同上述一般的拇指再造术,切开游离出用于吻合的有关血管、神经和肌腱等组织结构。

3. 拇指骨支架的建立 再造拇指骨支架的构成形式不同,采用相应不同再造术的程序和方法给予固定。

4. 皮瓣或肌皮瓣的移植 依照组合移植的手术设计,将皮瓣或肌皮瓣安放在组织缺损部位,其血管蒂则在邻近进行血管组合的部位。与周围组织分层缝合,固定在位。有待血管吻合的部分创面暂不缝合。

5. 肌腱和神经的修复 游离组织固定在位后, 进行肌腱和神经缝合修复, 方法同相应的拇指再造术。

6. 血管吻合 先将两个游离组织的血管蒂进行组合, 再把组合的共同血管蒂与受区相应血管吻合。

譬如, 在跖趾皮甲瓣再造拇指同时移植肩胛皮瓣修复软组织缺损时, 宜选用比较长的足背动脉和大隐静脉作为组合体的共同血管蒂。手术时, 先将肩胛皮瓣的旋肩胛动、静脉分别与足背动脉的足底深支及大隐静脉的一条属支吻合, 再将足背动脉和大隐静脉分别与桡动脉和头静脉在腕部吻合。

7. 创面闭合 创面一般能直接缝合, 有时需要植皮, 以免缝合张力过大。在血管吻合部位可放置橡皮引流条 (图 7-16)。

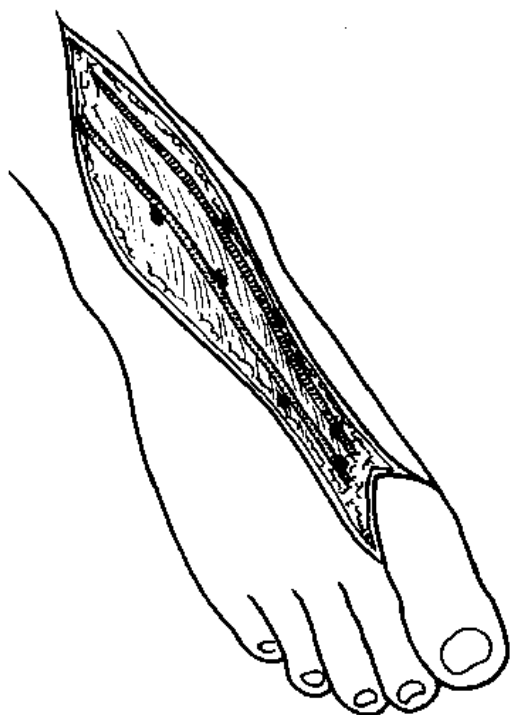


图 7-15 足趾组织的血管蒂游离至小腿中段

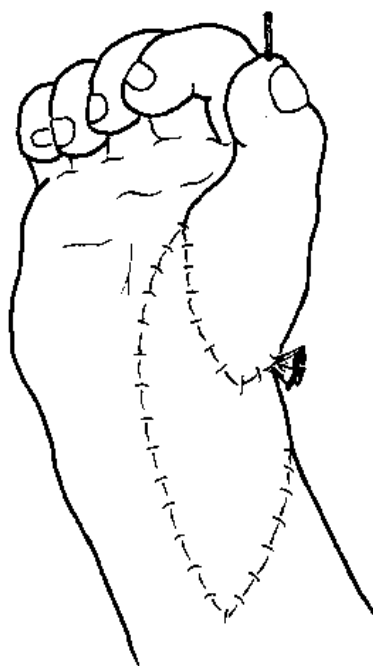


图 7-16 创面闭合并放置橡皮引流条

#### (四) 术后处理

包扎伤口时, 再造拇指的指尖和部分游离皮瓣应显露在外, 便于观察血运状况。术后用药及功能锻炼按跖趾皮甲瓣再造拇指的常规进行。

## 第七节 典型病例

### 病例一 跖趾皮甲瓣再造拇指

患者为男性, 27岁。2年前左手拇指脱套伤, 末节指骨连同覆盖拇指的皮肤全部撕脱, 在外院用锁骨下皮管包裹拇指近节。因外形臃肿, 缺乏感觉功能, 抓物不稳 (插图 7-17), 要求治疗。

切除没有感觉的皮肤, 保留近节指骨, 移植同侧跖趾皮甲瓣, 皮甲瓣中包含末节趾骨在内, 不需要以髂骨块作骨支架, 就能完成拇指的再造 (插图 7-18)。再造的效果非常满意 (插图 7-19)。

### 病例二 跖趾皮甲瓣和第二跖趾骨腱结构再造拇指

患者为女性, 35岁。因工伤失去左手拇指。

采用同侧跖趾皮甲瓣再造拇指, 骨支架用同一供足的第二跖趾系列的骨、关节和肌腱。用第二足趾皮甲瓣覆盖跖趾创面。不仅再造的拇指外形和功能均佳, 供足处理也很理想 (插图 7-20)。

### 病例三 跖趾皮甲瓣和肩胛皮瓣组合移植再造拇指

患者为女性, 28岁。3年前左手辗压伤导致拇指、环指和小指完全离断, 在当地未能进行断指再植, 清创后感染, 长期换药后创口才慢慢愈合 (插图 7-21)。X片示: 第一掌骨明显内收, 第四和第五掌骨向第三掌骨靠拢。

该例只有切除手掌瘢痕, 松解第一掌骨内收挛缩, 再造的拇指才能充分外展, 行使与中指及环指的对指。

在高低联合硬膜外麻醉下, 以旋肩胛血管为血管蒂, 切取左侧肩胛皮瓣, 大小为  $16\text{cm} \times 14\text{cm}$ 。切取左侧跖趾皮甲瓣和第二跖趾骨关节肌腱结构。

受区沿着瘢痕和正常皮肤交界处切开皮肤, 切口越过虎口, 在掌面延伸到腕横纹, 再弯向桡侧, 向近侧延伸  $5\text{cm}$  (插图 7-22)。

切除所有瘢痕以及粘连的纤维组织, 以便第一掌骨能完全外展和对掌。移植组织到位 (插图 7-23), 开始再造手术。另一组手术人员可同时进行关闭供区的工作 (插图 7-24)。血管组合后, 以足背动脉和大隐静脉作为共同血管蒂, 与受区桡动脉及头静脉相应吻合。肌腱等按常规处理, 关闭所有创口 (插图 7-25)。

术后拇指外展和对指功能均较好 (插图 7-26)。能用左手操纵照相机 (插图 7-27)。

### 病例四 跖趾皮甲瓣和背阔肌肌皮瓣组合移植再造拇指

患者男性, 19岁, 农民。1年前右手和前臂因打谷机致撕裂伤, 失去右手拇指, 虎口背侧瘢痕使残留的第一掌骨发生中等程度的内收挛缩, 该瘢痕向近侧一直延伸至前臂中部, 分布在桡侧掌侧, 范围达  $5\text{cm} \times 24\text{cm}$  (插图 7-28)。

手术在高、低位联合硬膜外麻醉下进行, 切除瘢痕, 皮肤边缘潜行分离, 以松解挛缩组织, 使第一掌骨得以充分外展 (插图 7-29)。游离出指神经、拇长伸屈肌腱和头静脉及其一个属支。因发现桡动脉已机化, 不能用于吻合操作, 故游离出肱动脉。

切取右侧第二跖趾骨关节肌腱结构、右侧跖趾皮甲瓣和背阔肌肌皮瓣，安置到位。肌皮瓣顺行放置在手背和前臂，以覆盖创面。将第二跖趾的骨骼肌腱结构移放至右侧第一掌骨之上，用克氏钢针固定好，特意将跖趾关节囊套在第一掌骨头上，并缝在其周围的软组织上，重建新的掌指关节。

用常规方法修复再造拇指的伸屈肌腱及神经。将右跖趾皮甲瓣包裹在新拇指的骨支架上，它的血管蒂与旋肩胛血管吻合，组成以肩胛下血管为共同血管蒂的移植组合体。肩胛下动脉与肱动脉作端侧吻合，而肩胛下静脉和头静脉作端端吻合，移植组织血供获得重建。最后，在肌皮瓣下放置负压引流条后关闭创面（插页图 7-30）。

术后恢复过程顺利，术后 3 周拔除固定拇指骨支架的克氏钢针，进行功能锻炼。术后 2 个月随访，再造的拇指和移植的肌皮瓣生长良好（插页图 7-31），可重新从事锅炉工作（插页图 7-32）。



比如,有个年轻患者的左手四个手指都在掌骨干平面完全缺失,拇指尽管有轻度屈曲挛缩,仍然有功能(图 8-2)。虽然只把对侧足的第二足趾移植到第五掌骨上,放在与拇指对指的位置上再造了小指(图 8-3),这样就为拇指提供了一个能活动又稳定的支柱,残手的功能恢复达到一定的程度。

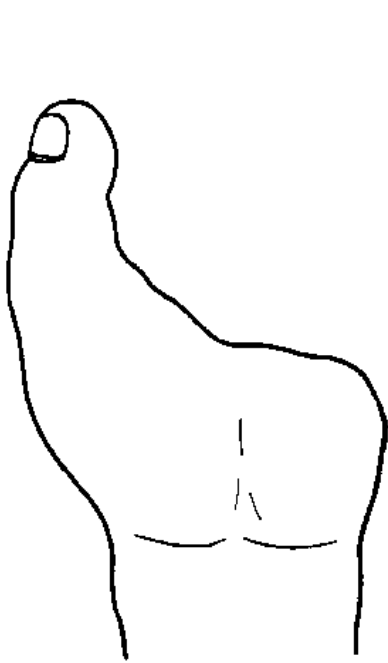


图 8-2 四个手指都在掌骨干平面完全缺失,拇指仍有功能

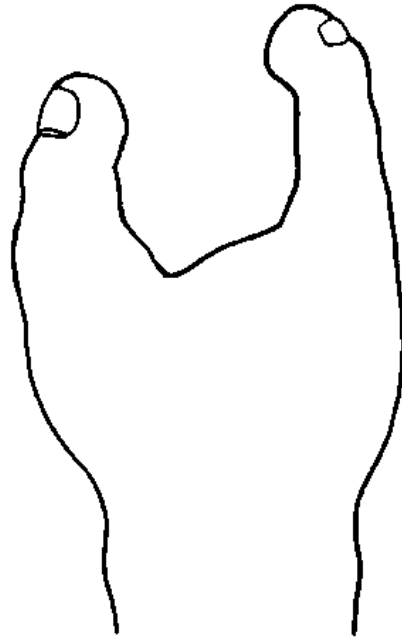


图 8-3 把对侧足的第二足趾移植到第五掌骨上,再造了小指

如果多指缺失合并有拇指的缺失,情形就更严重一些,通常需要对缺失的部分进行再造。当然,在那种情况下,要是还有 1~2 个手指残留,常只需要再造拇指,不一定需要再造手指。

如果一只手的全部手指都在近节指骨或其近侧平面缺失,就形成全手指缺失。完全丧失了手的功能。要想恢复手功能,绝对需要再造拇指和一个或几个手指。

显微血管外科技术的发展,极大提高了手指缺失的再造技术。一只手的再造手指从一个增加到四个乃至全部拇指和手指。再造手指的手术指征得到扩大,同时也提高了功能恢复的满意度。

外伤性全手指缺失并不少见,再造拇指和 1~2 个手指虽然也能重建手的基本功能,但手掌的宽度,手的握持力度均远远不如正常手。

作者于 1985 年开始设计和实施全手指缺失五指再造术。以足背动脉和大隐静脉为血管蒂,切取同侧踇趾皮甲瓣连同第二、第三跖趾系列,对侧第二、第三跖趾系列。同侧足游离组织再造拇指、示指和中指,对侧足游离组织再造环指和小指。用游离组织组合移植的技术,形成移植组合体,移植到全手指缺失的残手上,一次手术完成全部五指的再造。术后经过康复治疗,新拇指能和各新手指逐一对指,新手指能自主伸屈。供足功能影响不大,能长途步行,并能用足尖站立。

五指再造除了强调病人的治疗愿望和医生的技术水平外,手的残端必须有良好的皮

肤覆盖, 鱼际肌及控制各指的伸屈肌腱必须要完好无损, 或至少可以修复。

足趾和手指比较, 在外形和结构上均十分接近, 因此足趾是各国学者公认的再造手指的最理想材料。用显微外科技术, 移植自体足趾再造的拇、手指, 能够达到伤员最能接受的外形和最大程度的功能恢复。但是, 手指再造的外形效果远不如移植跖趾皮甲瓣再造拇指的那样好。

目前临床上用于移植再造手指的只能是患者自己的足趾。足趾和手指比较, 无论在长度和大小方面, 都有着明显的差异。特别是足趾的中节和末节, 比手上最短的小指的中节和末节还要短得多。移植时, 足趾的大小和形状等特征并未改变, 移植后, 尽管足趾在新的位置上能像手指一样地活动, 但外形仍然是足趾。因此, 面对一个以改善外观为主要目的而要求再造手指的患者, 在接受他们的请求时应十分严格和谨慎, 在作出最后决断之前, 最好把可能预见的结果告诉患者。

再造一个手指, 可以移植同侧或对侧的第二足趾, 方法参阅第七章。本章仅介绍为残手再造两个以上手指的方法, 如果合并拇指缺失, 同时包括拇指的再造。

## 第二节 多指显微再造

根据上节介绍, 我们已经知道, 自身足部组织, 尤其是足趾和跖趾系列, 为多指缺失显微外科再造的最佳材料。进行多指再造, 首先需要进行再造方法的选择。

### (一) 手术指征

手指的再造是以丧失相同数目足趾为代价的, 故手术指征要严格掌握。

在患者的全身及局部条件允许作足趾游离移植的前提下, 如遇下述情况之一, 就有指征作多指再造。

- (1) 不管拇指是否健存, 一只手的四个手指都在近节指骨基或更高平面缺失。
- (2) 示指和中指在掌指关节或更高平面缺失, 同时其他手指也有部分缺失。
- (3) 由于职业 (比如艺术家) 或其他特殊要求, 患者要求再造缺失的手指。

### (二) 再造方法的选择

临床上, 在再造拇、手指时, 根据供足数的不同可分为两种。一种由单足供给跖趾皮甲瓣和相邻足趾, 称为单足供趾; 另一种为取自两足的组织通过组合移植进行移植, 称为双足供趾。

需要同时进行双手再造时, 单足供趾是惟一可用的方法。在单只全手指缺失残手再造包含拇指在内的四指或五指再造时, 则必须采用双足供趾的方法。

再造拇指和1~2个手指时, 再造方法的选择主要依据残手指缺失的平面。一般而论, 如果截指平面在掌指关节或其附近, 准备再造拇指和示指或者再造拇指、示指和中指时, 可用单足供趾法。由于该方法的拇指由髂骨块作为骨支架, 故拇指截指平面在掌指关节以远并且保留有功能的掌指关节时, 则拇指功能重建效果最佳 (图8-4, 图8-5)。

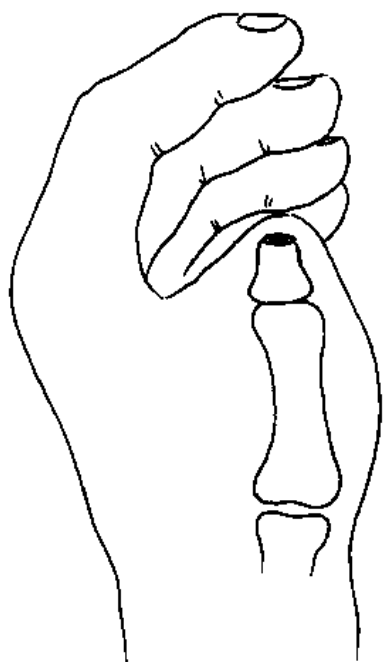


图 8-4 拇指截指平面在掌指关节以远并且保留有功能的掌指关节

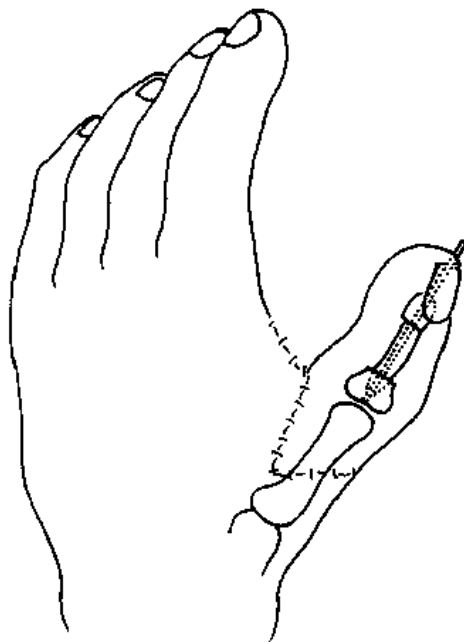


图 8-5 拇指功能重建

根据作者对 100 例足标本的研究，第一跖背动脉分出两条趾背动脉分别进入拇趾和第二足趾，其长度分别为  $0.63 \pm 0.16 \text{ cm}$  和  $0.54 \pm 0.14 \text{ cm}$ ，两者均可分离出  $0.5 \text{ cm}$  以上。第一跖背动脉和两条趾背动脉是呈“Y”形排列的，两条斜臂总长度略超过  $1 \text{ cm}$ 。在移植拇趾皮甲瓣和第二、第三足趾的手术中，“Y”形血管排列变为“T”形，其横臂长度与“Y”形血管两条斜臂之和相等，即略超过  $1 \text{ cm}$ 。拇趾皮甲瓣和第二足趾之间有足够的距离以维持虎口宽度，并使拇趾皮甲瓣以纵轴为轴心旋转  $90^\circ$  左右，以达到与手指呈对指位。

显然，当拇趾皮甲瓣和第二足趾以第一跖背动脉-足背动脉为血管蒂，由于血管长度的限制，欲将第二足趾安在示指近节指骨以远的平面，或者第三掌骨远端都是不可能的。因此，示指尚存留近节的拇、示指再造不能采用单足供趾的方法，拇、中指再造也只能采用双足供趾的方法。

在选择再造方法时，除了满足病人的要求外，还要分析预期的功能恢复状况。

譬如，某农民右手被脱粒机碾伤失去五指，要求再造拇指和两个手指。检查发现拇指、环指和小指存留整根掌骨，示指和中指分别截断于掌骨颈和掌骨基底。由于拇指内收肌起点第三掌骨的缺失，使第一掌骨内收能力大为减弱，但对掌尚可。作者用右拇趾皮甲瓣包裹第二跖趾骨支架再造拇指，左侧第二、第三足趾再造环指和小指，切除第二掌骨残块，在第一-第四掌间形成宽阔的虎口（图 8-6）。功能恢复的效果相当好。当然，根据残手条件的不同，也可以进行拇指、示指及中指的再造（图 8-7），或者拇指、中指及环指的再造（图 8-8）。

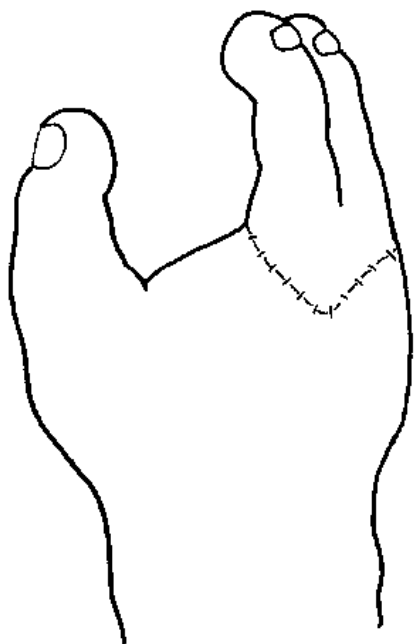


图 8-6 第二、三足趾再造环指和小指

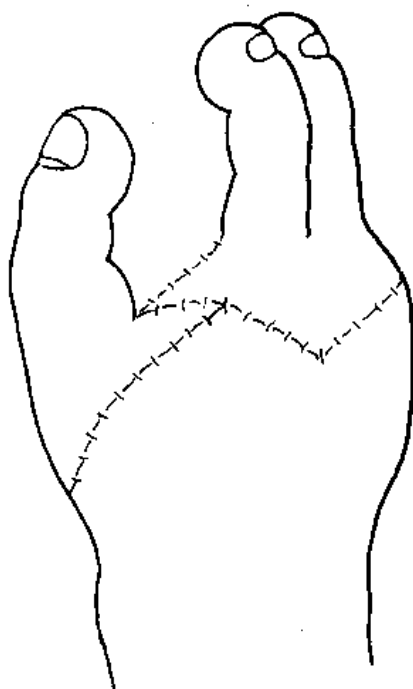


图 8-7 拇指、示指及中指的再造

在再造五指时也应将功能恢复放在第一位，只有能够预见五个再造指皆有功能时才有再造的价值。环指和小指的再造价值在于能否各自独立伸屈。如果不能，就没有多大再造价值。由于多再造一指就要多失去一趾，也会给供足多一分影响。此外，患手残端皮肤良好，少疤；手指伸屈肌腱包括鱼际肌应无损伤，或至少可以修复。这些是进行五指再造的必需条件，有了这些条件，通过细致设计和进行手术，才能为全手指缺失再造五个功能恢复最好外形也最理想的手指。

### (三) 供足选择

采用单足供趾时，通常选用同侧足。理由是：游离足趾的血管蒂位于足趾的背侧的内侧，移植到同侧手上后，其血管蒂正好在手的桡侧。经过皮下隧道将血管蒂送入腕部切口和受区血管吻合时，其路径是一条直线，故不会发生扭曲。此外，同侧踇趾皮甲瓣移植到手上后，其纵形游离缘缝合的瘢痕位于再造拇指的桡侧，由腓侧神经支配的外侧完整的皮肤正好位于尺侧即再造拇指的工作面，使感觉功能保持良好。

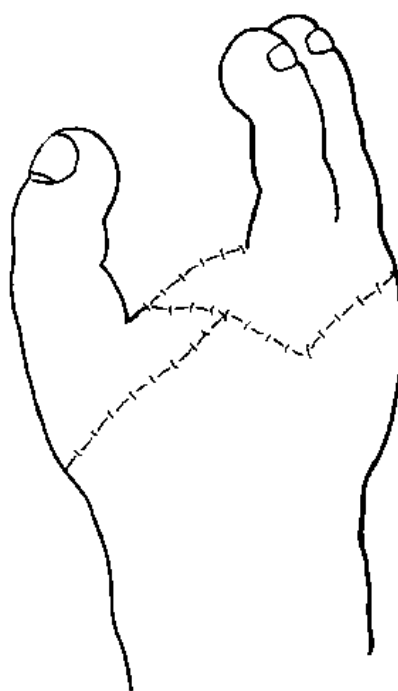


图 8-8 拇指、中指及环指的再造

如果采用组合移植的方法来再造手指，那么双侧足部都必须用作供足，为了便于血管组合，当把足趾安放在手上的合适位置之后，其血管蒂应当彼此靠近。因为用于再造桡侧手指的足趾应当取自对侧足，其他足趾则取自同侧足。如此，在足趾移植到位之后，

前者的血管蒂在足趾的尺侧，后者的在足趾的桡侧，彼此靠近，便于手术操作。

#### (四) 手术方法

1. 麻醉 成人通常用臂丛阻滞加腰硬膜外麻醉。儿童可用全身麻醉。

2. 供趾切取 踇趾皮甲瓣的切取：一般选择同侧踇趾皮甲瓣再造拇指。原因已如上述。切取时，供肢抬高，不驱血，上好空气止血带。在第一跖骨头平面，在趾的背、跖侧各作一个顶端向近侧的“V”形切口，踇趾内侧保留宽度为1/5周径的舌形皮瓣。两“V”形切口在拇指外侧第一趾蹼相连。自背侧“V”形切口的顶点向近侧呈“S”形延伸至踝关节（图8-9）。

通过切口解剖游离大隐静脉及其与踇趾皮甲瓣相连的分支。拇短伸肌在跖趾关节平面切断后向近侧翻开，边翻边分离直达肌腹中部。切取游离足背动脉、第一跖背动脉和趾背动脉。倘若踇趾趾背动脉太细，应分离其跖侧趾动脉。切取游离踇趾腓侧趾神经。

掀起踇趾皮甲瓣时，要保留内侧和趾端的狭长舌状皮瓣，以保护踇趾内侧和趾端血供及感觉功能，使再造拇指粗细适中，外观和正常拇指相似。踇趾远节趾骨的远侧应包括在皮甲瓣中，达到固定甲床的作用并能防止术后骨支架的吸收。

切取髂骨块时利用髂骨本身曲度，在髂骨块上保留骨膜和骨肉附着点，长度参照健侧拇指，髂骨块末端塑成扁平以紧贴甲床，相当于指间关节处要有 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 的曲度，以便于再造拇指对指功能的发挥。

踇趾皮甲瓣和第二足趾一起切取时，其方法与踇趾皮甲瓣切取一样，在踇趾和第二足趾背侧和跖侧作“V”形切口彼此在第一趾蹼处汇合。在第二足趾背侧“V”形切口顶点作“S”形切口，可一直延伸至踝部（图8-10）。近侧切口轴心偏向内侧以便于解剖大隐静脉。先向近侧解剖游离踇趾和第二足趾的趾背静脉至大隐静脉，保护好与移植组织相连的静脉，结扎和切断其他不需保留的分支。

于跖趾关节平面切断踇短伸肌腱，分离并向近侧牵开以显露足背动脉，向远近两侧解剖游离之。远侧追踪游离至踇趾和第二足趾的趾背动脉。

如果第三足趾也连同移植，则必须和踇趾皮甲瓣及第二足趾一起切取，此时供解剖血管蒂的“S”形切口起点为第二、第三足趾背侧“V”形切口的顶点（图8-11）。

足背动脉分离之后，用肝素生理盐水进行节段性扩张处理，可以松解可能存在的血管痉挛，改善组织的血液灌注。神经、肌腱和骨骼按常规处理。

在双足供趾术中，最好由两位医师同时施行手术，可以缩短手术时间。

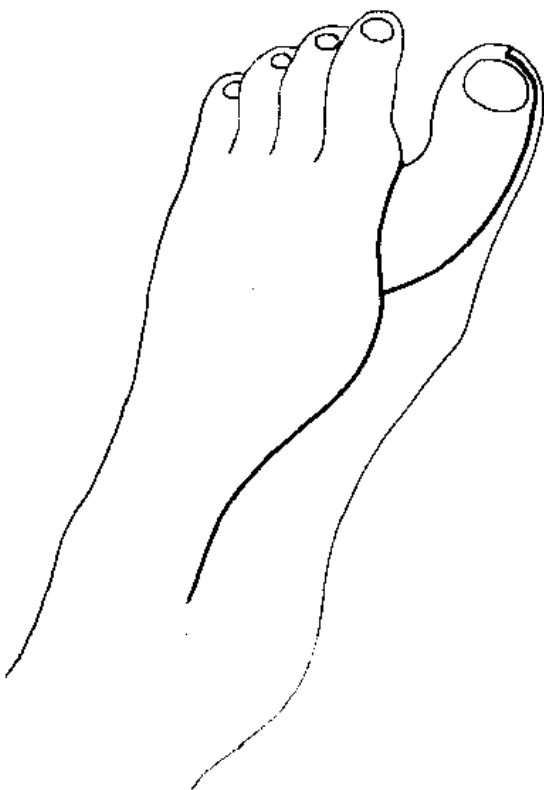


图8-9 背侧“V”形切口的顶点向近侧呈“S”形延伸至踝关节

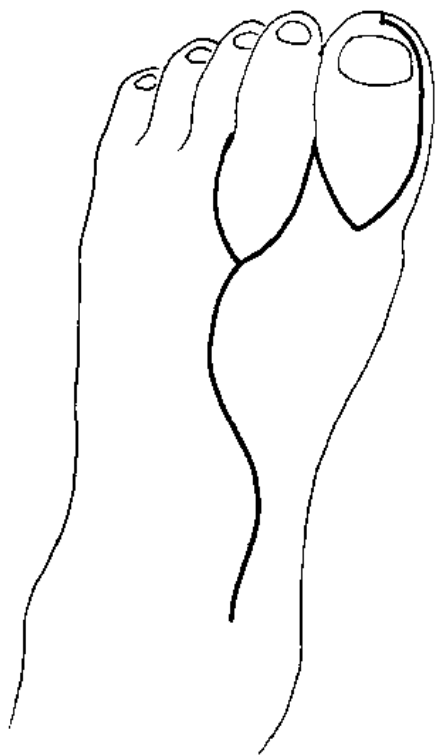


图 8-10 在第二足趾背侧“V”形切口顶端，  
沿着足背动脉走向路径作“S”形切  
口向近端延伸直至踝部

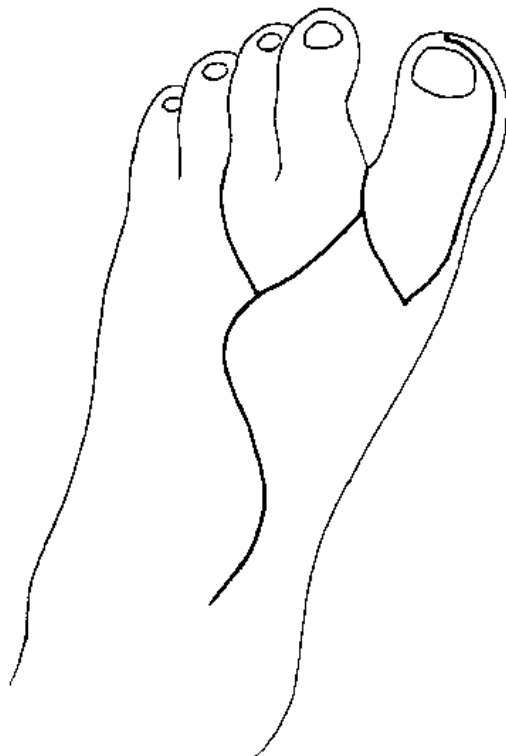


图 8-11 第三足趾必须和踇趾皮甲瓣及第二足趾一  
起切取，血管蒂的“S”形切口起点为第二第  
三足趾背侧“V”形切口的顶点

在移植组织游离后，血管蒂暂不切断，移植组织放在原位由温盐水纱布覆盖，使其在安置于受区之前继续获得正常的血供，缩短缺血时间，可提高移植成活率。

如果因修复需要，在解剖移植足趾时可留一块较大的足背皮瓣，但是足底皮肤通常不宜超越相应的跖骨头表面，以避免在足前部负重区域形成疤痕，影响足功能。

### 3. 受区处理 残手皮肤切口设计因不同病例有所不同。

倘若拇指在掌指关节或近节指骨近侧截指，而且残端皮肤质量比较好，拇指残端皮肤切口要能形成掌部桡侧为基底的三角皮瓣。由于踇趾末节比近节粗，切取踇趾皮甲瓣时内侧留下舌状皮瓣呈远窄近宽，在包裹拇指骨支架时，末节部位皮肤显得松弛，近节皮肤不足却又留下倒“V”形的创面，该创面正好和上述三角皮瓣相嵌。避免了因皮甲瓣皮肤不足勉强缝合而造成对血管的压迫，还能使再造拇指粗细均匀，接近正常拇指的外形。

如果拇指残端皮肤宽裕，设计时可使三角皮瓣宽长一些，踇趾皮甲瓣的宽度可相应窄一些，使供足踇趾保留较多皮肤，以减少对供足组织的需求。切口设计方法已在第五章中介绍。

手术时，沿切口标线切开皮肤，直达肌膜或腱膜，在深筋膜下分离，从侧向桡侧掀起三角皮瓣，皮瓣要尽可能厚些，以免发生尖端坏死。

潜行锐性分离背侧切口内侧皮瓣，尽可能推向尺侧，确保第一掌骨充分外展，维持虎口宽度。如果皮肤依然较紧，可分别在掌背两侧向近侧潜行分离皮肤，以便将近侧皮

肤向远侧推进，以减少再造拇指的皮肤张力。

尺侧各手指残端一般作矢状切口。位置与移植指数有关。

在移植第二足趾时，在受区残端中心作掌背侧矢状切口，背侧切口与掌骨纵轴线一致，掌侧切口稍偏向桡侧。分离皮肤成鱼口状创口，正好与移植足趾近端之扇状创面吻合（图 8-12）。

如果第二和第三足趾联合移植，则在两侧相应掌骨残端之间的指蹼作矢状切口（图 8-13）。

如果受区两指的近节指骨仍存留，则可于其末端及相对的侧面作侧正中切口，于指蹼部与矢状切口汇合。

皮肤分离后也形成鱼口状创口，移植足趾安置到位后，创面会有比较平整的对合。

用单侧供趾方法再造拇指和相邻手指时，拇指残端横向切口向外侧延伸，与手指受区的切口连接，以便翻开皮肤，安置跖趾皮甲瓣和相邻足趾的共同血管蒂。

如果拇指和其他手指的再造采用双足供趾的方式，可能需要两个分开的切口，分别接纳跖趾皮甲瓣和足趾，则需在手背作皮下隧道，便于血管组合的实施；也可以通过切口的连接，使两部分创口相通，以放置组合成的共同血管蒂。

再造四指，应在第二、三掌骨间和第四、五掌骨间作矢状切口，掌骨或指骨残端作

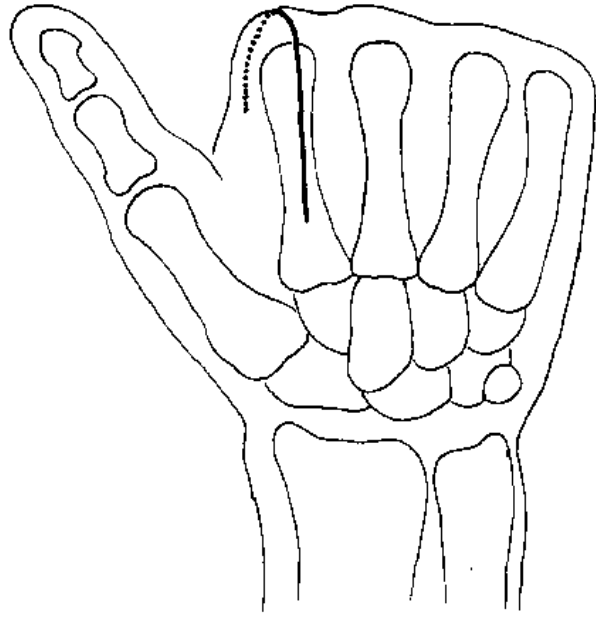


图 8-12 在移植第二足趾时，在受区残端中心作掌背侧矢状切口

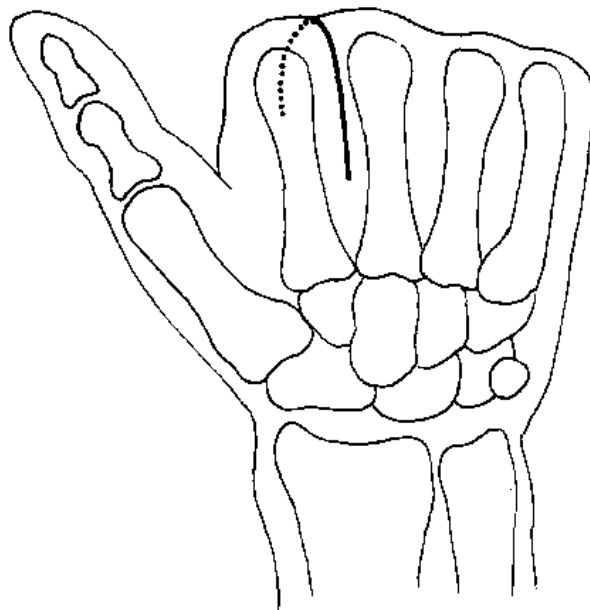


图 8-13 第二和第三足趾联合移植则在两侧相应掌骨残端之间的指蹼作矢状切口

冠状切口，便于关闭创口时合理安排皮瓣（图 8-14）。

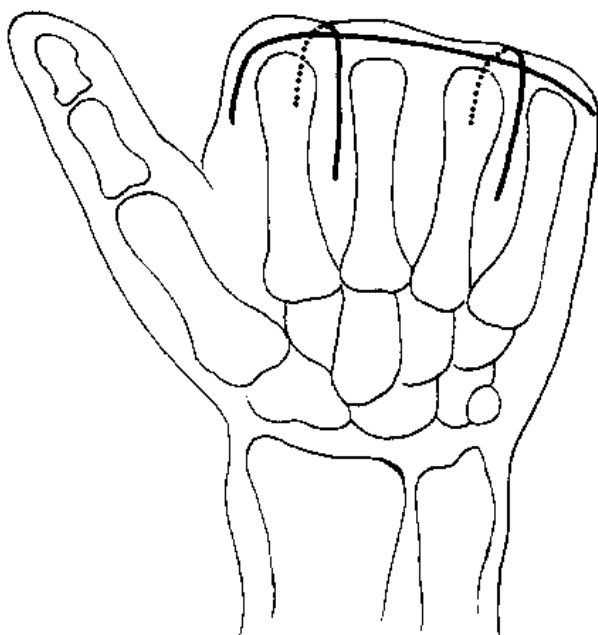


图 8-14 再造四指，在第二、三掌骨间和第四、五掌骨间作矢状切口，掌骨或指骨残端作冠状切口

切开皮肤之后，立即在深筋膜下或肌膜腱膜下进行分离。翻开皮瓣，显露和识别需要解剖的骨骼、肌腱、神经、血管等结构。

如果掌骨头健存，解剖时要注意保护好其表面的薄层结缔组织，以便和移植足趾组成关节。如果术中需要接骨，骨骼残端要彻底清除硬化骨和瘢痕组织，直至能够清楚看到骨髓腔为止。

在手背创面，解剖分离出指伸总肌腱以及小指和示指的伸肌腱。如果拟再造的拇指带有指间关节，还应分离出拇长伸肌。以髌骨块作拇指支架时，就不需要寻找与拇指有关的伸肌腱。

在手掌创面，解剖分离出指屈浅肌腱和指屈深肌腱。前者在功能上比后者好，因为到不同指上的浅肌有分开收缩的功能。指屈浅肌还可代拇屈长肌。切取分离出拇指桡侧指神经和其他需要再造指的掌侧指神经。

作腕部切口，显露和解剖游离桡动脉和头静脉。有时将腕部切口和手背切口连接起来，以方便桡动脉和头静脉的分离。

受区处理结束之后，放松止血带。切断游离组织和供足相连的血管蒂，移植到受区，开始进行真正意义的再造步骤。

闭合供区创面之前，先缝合跖骨头间深横韧带和骨间肌，以缩小创面和加强足横弓（图 8-15），预防术后足前部疼痛。软组织和皮肤逐层缝合。跖趾皮甲瓣创面植皮闭合。

4. 移植再造 通常，先固定骨支架同时安置跖趾皮甲瓣。固定时要特别注意旋转对位，务必使拇指和手指呈最佳对指位。

在移植包括跖趾关节和肌腱在内的跖趾系列时，采用螺丝钉作内固定，跖骨与接合的掌骨间作准确的阶梯成形。常见的失误为固定时手指外旋，掌指关节屈曲时不能像正常情况那样指向舟状骨结节，而且偏向外侧，影响手的整体功能和握力。



### 第三节 五指显微再造

#### (一) 手术指征

(1) 全部手指缺失的患者要求再造全部拇、手指。

(2) 手的残端有足够的长度，通常进行五指再造的残手，一般截指平面在掌指关节，拇指对掌肌和骨间肌在功能上必须保持完整，而且上面覆盖的皮肤没有什么瘢痕。

(3) 双足具有可供移植的足趾。

#### (二) 手术方法

1. 麻醉 成人常用臂丛阻滞加腰硬膜外麻醉。儿童可用全身麻醉。

2. 供趾切取 解剖和游离同侧踇趾皮甲瓣及第二、第三足趾和对侧第二、第三足趾，方法参阅本章第二节。特别要注意保护好供趾的骨间肌和蚓状肌止点。

3. 受区准备 在第二至第五掌骨残端作一横行切口，其桡侧与拇指残端切口相连，尺侧沿第五掌骨转向近侧。还要分别在第二和第三掌骨、第四和第五掌骨之间各作一条纵形切口（图 8-17）。

皮肤切开之后，在深筋膜下面作潜行分离，牵开暴露和辨别掌骨、肌腱和神经。

分离手部受区时，需识别掌侧和背侧骨间肌并且稍加游离，以便于缝合。

如果掌骨头还在并且准备用于重建掌指关节，在分离掌骨头上面的皮肤的时候，应在表面保留一薄层结缔组织，和移植足趾的近节趾骨对合形成新的掌指关节。

如果再造时移植足趾的跖骨拟与手上的掌骨对接，那么掌骨残端的瘢痕组织应当彻底剥光。应当切除硬化的骨端，直到髓腔清晰可见，并有正常的渗血为止。

在手背创口中，找到并游离指总伸肌腱，最好把示指固有伸肌腱和小指固有伸肌腱都分离出来。如果需要重建拇指的指间关节，还应当游离拇长伸肌腱。

在手掌创口中，分离出指屈浅肌腱和指屈深肌腱。前者有分开收缩的功能，在功能上比后者好，还可代替拇屈长肌。分离出拇指桡侧指神经和再造指的其他掌侧指神经。

作腕部切口以显露和解剖游离桡动脉和头静脉。必要时将腕部切口和手背切口连接起来，以方便桡动脉和头静脉的解剖和游离。

4. 移植再造 固定骨支架同时安置踇趾皮甲瓣。注意旋转对位，使拇指和手指呈最佳对指位。

在移植包括跖趾关节在内的跖趾系列时，采用螺丝钉作内固定，跖骨与接合的掌骨

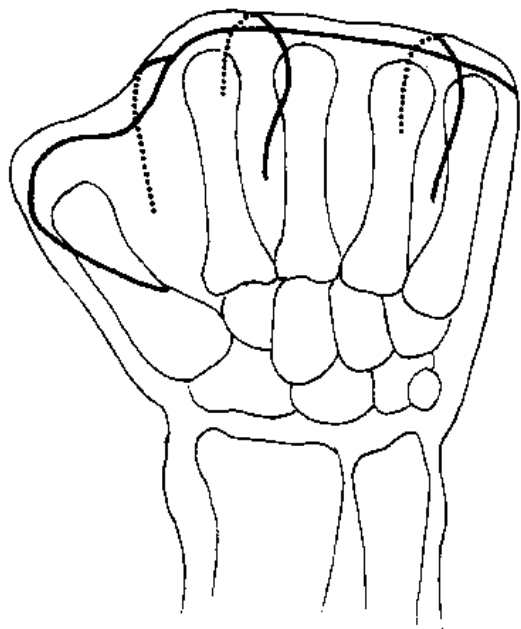


图 8-17 在第二至第五掌骨残端作一横行切口，还要分别在第二和第三掌骨、第四和第五掌骨之间各作一条纵形切口

间作准确的阶梯成形。

在移植足趾和残留的掌骨头对合构成新的掌指关节时，用钢针作内固定，关节轻度屈曲，尽量修复关节囊。

用传统方法进行肌腱的修复。由于截指平面在掌指关节，骨间肌在功能上保持完整，与供趾的骨间肌及蚓状肌上缝合。“示指”伸肌膜外侧带与掌侧第一骨间肌，“中指”伸肌膜外侧带与背侧第二、第三骨间肌，“环指”和“小指”伸肌膜内侧带与掌侧第二、第三骨间肌，分别缝合。背侧第一骨间肌则与“示指”伸肌膜内侧带缝合，而背侧第四骨间肌与“环指”伸肌膜外侧带缝合。

采用 7-0 无损伤尼龙缝线，用束膜端端缝合法相应缝接有关的感觉神经。每束缝合 2~4 针。

移植足趾血管蒂穿过皮下隧道到达腕部创口与桡动脉及头静脉相应吻合。采用组合移植的方式移植取自双足的游离组织，先在手背创面进行血管吻合，再与腕部血管相应缝接（图 8-18）。腕部创口放置引流橡皮条，闭合皮肤。

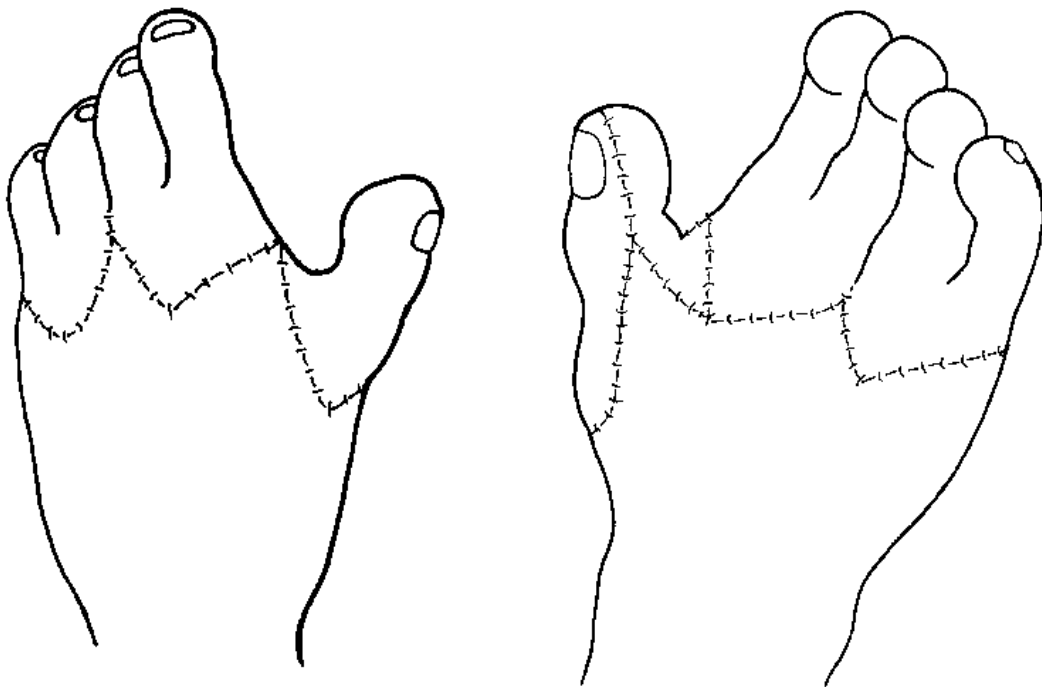


图 8-18 采用组合移植的方式移植取自双足的五趾

供足要特别注意跖横韧带的修复，以重建跖横弓，然后闭合皮肤。

用消毒敷料包扎，以保持虎口的宽度。要显露再造拇、手指的指端，以便于术后观察。

### （三）术后处理

遵循显微血管吻合术后处理原则，监测和保护血管通畅工作必须非常细致。要特别强调功能锻炼，争取最大程度地获得功能恢复。

全指缺失五指再造术后功能恢复情况（图 8-19）。

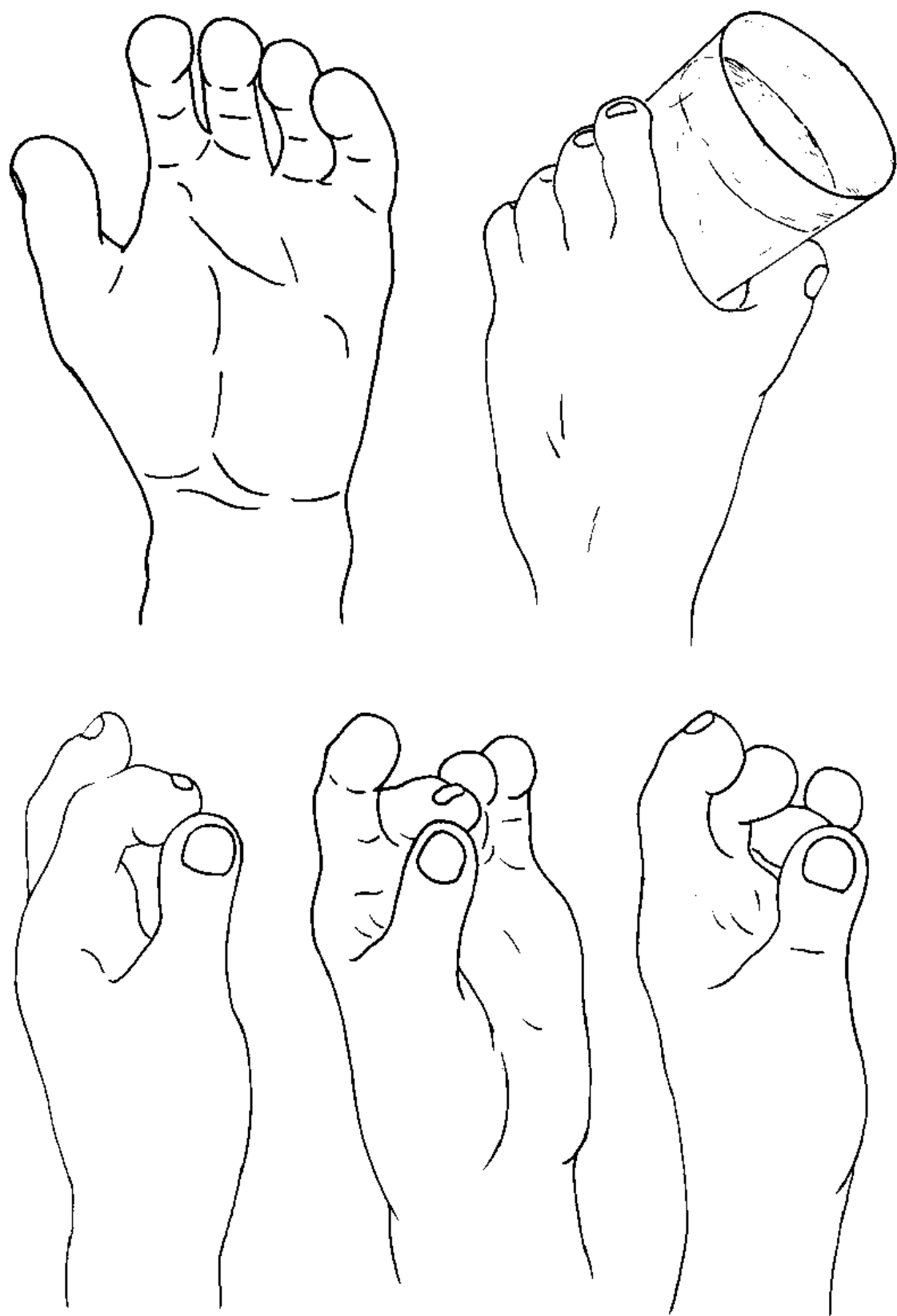


图 8-19 全指缺失五指再造术后功能恢复情况

## 第四节 典型病例

### 病例一 双足供趾再造四指

患者女性, 19岁, 工人。3个月前右手因工伤导致示、中、环、小指四指经掌骨完全断离。入院时右手仅存留拇指, 且其指间关节僵硬。第二掌骨完整无缺, 第三、四、五掌骨各残留一半左右 (插页图 8-20)。残端皮肤质量尚可。

本例在硬膜外麻醉下, 以足背动脉和大隐静脉为血管蒂, 用常规方法从双足各切取第二、第三足趾 (插页图 8-21)。

右手受区在手背皮肤和瘢痕交界处作横形切口 (插页图 8-22)。彻底切除皮肤瘢痕, 将掌侧和背侧皮肤向近侧分离。游离指总伸肌腱和屈指深肌腱。解剖出中、环、小三条指总神经和示指桡侧指神经。第二掌骨于中点切断, 切除第三、四、五掌骨残端硬化骨至见到正常髓腔。

在手的背侧第二、第三及第四、第五掌骨之间各作一纵形切口, 以接纳移植足趾, 第二第三纵形切口转向桡侧越过鼻咽壶, 显露和游离出桡动脉和头静脉约 2cm (插页图 8-23)。

用克氏钢针将左足第二、第三足趾固定在第三和第二掌骨上。修复肌腱, 缝合神经。右足的游离足趾则移植到尺侧两根掌骨上。两组足趾血管蒂经组合后, 以左足背动脉和大隐静脉为共同血管蒂, 与腕部切口的桡动脉和头静脉吻合 (插页图 8-24)。缝合皮肤, 手术完毕 (插页图 8-25)。

修复好供区第一与第四跖骨头之间的横韧带, 关闭创面 (插页图 8-26)。

术后恢复过程基本顺利。术后 2 周拆线, 开始功能锻炼。6 个月后随访再造的右手四指功能良好 (插页图 8-27)。

### 病例二 单足供趾再造拇指、示指和中指

患者男性, 19岁, 农民。5个月前右手被割草机切伤, 导致全部手指缺失。缺失平面在近节指骨基, 残端皮肤瘢痕软, 各掌指关节依然存在伸屈功能, 第一掌腕关节活动正常 (插页图 8-28)。

在硬膜外麻醉下, 以足背动脉和大隐静脉为血管蒂, 采用常规方法, 解剖和游离右足跖趾皮甲瓣和第二、第三跖趾系列, 跖骨干在中 1/3 和远 1/3 交界处截断, 远 1/3 跖骨干上保留部分骨间肌 (插页图 8-29)。

拇指残端作矢状切口, 切口的掌侧端经虎口向尺侧延伸, 止于第二指蹼中点。从这点开始, 与指蹼垂直作一纵形切口。潜行分离皮肤, 掀起皮瓣向近侧翻开。切除残留的第二、第三掌骨头, 游离出拇指尺侧指神经和示指及中指的掌侧指总神经。游离出示指和中指的伸、屈肌腱。

从右侧髂骨上切取长 5cm、宽 1.5cm 的骨块, 修成拇指指骨状, 用克氏针固定在拇指近侧指骨上 (插页图 8-30)。

从供足切断移植组织的血管蒂, 将跖趾皮甲瓣包裹在拇指骨支架上, 第二和第三跖趾系列分别用克氏针固定在第二和第三掌骨上, 各趾间关节取完全伸直位。修复肌腱和

神经，足趾伸肌腱帽的侧束缝到手部骨间肌上。足趾组织血管蒂通过皮下隧道到达腕部创口，与桡动脉及头静脉分别相应吻合。在手背创口的皮下放置橡皮引流条后，关闭全部创口（插页图 8-31）。

供足跖趾创面用全厚皮片植皮，其他创口通过直接缝合皮肤而关闭（插页图 8-32）。

术后恢复过程顺利。术后 4 周，X 线显示跖骨掌骨接骨处有骨痂形成，拔除克氏针，作主动功能锻炼。6 个月后随访，手功能获得比较满意的重建（插页图 8-33）。供足足底负重面上无瘢痕，功能无明显影响（插页图 8-34）。

### 病例三 拇、手指全部缺失的全部再造

患者男性，19 岁，农民。入院前 6 个月左手因工伤使全部拇、手指缺失。入院时见，左手拇指缺失平面在近节指骨近 1/3 处；示指缺失平面则在近节指骨远 1/3 处，但残端被不稳定瘢痕紧紧包裹；中指、环指和小指均在掌指关节平面缺失，其残端紧紧包裹着瘢痕组织。所幸手掌和手背皮肤正常，大鱼际肌肉功能良好，第一掌腕关节结构和功能正常（插页图 8-35）。

手术在高、低位联合硬膜外麻醉下进行。

以大隐静脉和足背动脉为血管蒂，用常规方法，从左足游离跖趾皮甲瓣和第二、第三足趾，右足游离第二、第三足趾。足趾末节趾骨的远侧半仍保留在跖趾皮甲瓣中，解脱各跖趾关节，其关节囊的大部分保留在近节趾骨上，趾骨带有蚓状肌和骨间肌腱的远侧部分。游离好跖趾皮甲瓣的腓侧趾神经和各足趾的跖侧趾神经。游离好足趾的趾长屈肌腱。

在受区准备就绪之前，不切断血管蒂。在液压扩张动脉系统后，将游离好的组织放回原位，小心保护血管蒂，维持足趾的血液循环（插页图 8-36）。

左手受区的准备：在拇指残端形成一个基底位于桡侧掌侧的三角皮瓣。在其他四指的残端，则于瘢痕与皮肤交界处作冠状切口。在示指的桡侧，切口向近侧延伸至示指近节的基底与拇指残端的切口相连；在小指尺侧，切口则止于远侧掌横纹近侧大约 2cm 处（插页图 8-37）。切除瘢痕。手背皮肤潜行分离至腕关节。游离示指的掌指关节，使关节囊保留在掌骨上。第三、第四和第五掌骨头上保留一薄层纤维结缔组织。分离出指屈肌腱、蚓状肌以及背侧骨间肌腱。

在第二与第三和第四与第五掌骨的间隙分别在掌侧和背侧作纵形切口以接纳双足的第二和第三足趾（插页图 8-38）。

在腕部作弧形切口（插页图 8-38），游离出头静脉和桡动脉，以接纳移植足趾的血管蒂。

从右侧髂骨翼上切取一 3cm 长、2cm 宽的髂骨块，并修成拇指指骨的形状。

切断血管蒂，从双足取下游离好的足趾，移置左手受区（插页图 8-39）。将修整好的髂骨块置于跖趾皮甲瓣的末节趾骨与拇指残端的近节指骨之间，用克氏针贯穿，形成新拇指的骨支架，然后用跖趾皮甲瓣包裹之。移植的足趾均用克氏针分别固定在相应的掌骨头上，各趾的趾间关节取伸直位。将跖趾关节的关节囊套在掌骨头上，并缝至掌骨颈周围的软组织上以防止足趾在掌骨头上旋转。跖趾皮甲瓣的远侧游离缘在拇指的桡侧相遇，自远而近缝合，直到近侧指间关节处为止。皮甲瓣余下的游离缘所围成的三角形创面正好与拇指残端的三角皮瓣相匹配，作对应缝合，完全包裹拇指的骨支架构成新的拇

指。缝合后，将新拇指被动地与新手指对指时，皮甲瓣没有扭转。逐一修复尺侧四个手指的伸、屈肌腱：趾长伸肌腱与指总伸肌腱，趾长屈肌腱与指深屈肌腱。足趾的伸肌腱膜的侧束与手部邻近的骨间肌及蚓状肌缝合。

血管组合后，以左足移植组织的血管蒂为共同血管蒂，该血管蒂经皮下隧道进入腕部切口，与头静脉及桡动脉分别作端端吻合。皮肤的大部分创面直接缝合，只有拇指背侧大约  $3\text{cm} \times 3\text{cm}$  创口用中厚皮片覆盖，打包加压（插页图 8-40）。

供足修复足横弓后，缝合皮肤（插页图 8-41）。

术后恢复过程基本顺利。创口一期愈合，2 周后拆线（插页图 8-42）。3 周后拔除尺侧四指克氏针，开始作主动和被动功能训练。6 周后 X 片显示髂骨块与拇指近节指骨牢固连接（插页图 8-43），拔除拇指克氏针。

术后 2 个月，再造的五指已具有冷、热和痛的感觉，各指能独立作伸屈动作，拇指与各手指能逐一行对指动作（插页图 8-44）。术后 7 个月，恢复从事的体力劳动，现在成为拖拉机手（插页图 8-45），双足功能无碍，能用足尖站立（插页图 8-46）。

## 第九章 再 造 手

### 第一节 概 述

手缺失，上肢的功能几乎丧失殆尽，要想重新应用残肢处理日常生活，从事生产劳动，就必须重建某种形式的手功能。多年来，制作精良、装配得当的假肢确实给一些患者带来很大的帮助，有些假肢形象逼真，有时连熟人也难以分辨；但在功能方面，假肢的价值是有限的。因为所有的假肢除活动幅度有限之外，还都没有感觉功能，也就是说，无论其多么先进，都缺乏反馈功能，只能在眼睛直视的配合下操作。故而，假肢无助于双目失明的前臂截肢者手功能的重建。

数十年来，人们不断探索和研究在前臂前端重建手的功能，1917年，德国的外科医师 Krukenberg 首创了前臂分叉术（图 9-1），能使前臂残端重建夹持功能。其有力的夹持功能，尤其是感觉功能，是各类假体所不能比拟的。但由于前臂分叉的外观丑陋，伤残者不易接受。

过去认为，前臂在掌骨近侧平面截肢后是难以再造出具有基本功能的手的。现在有了足趾游离移植手术，我们以在移植足趾再造拇指和手指的临床实践中积累起来的经验为基础，通过不断研究探索，为前臂截肢者再造出一只只新手来。

一只具备基本功能的手至少要有两个手指，这两个手指还得在合拢时有足够的力量能彼此紧密对指，张开时有足够的距离，以便握住物体。而且，这两个手指中，至少得有一个手指能够自主活动，以便使两个手指彼此分开以持物，彼此靠拢以对捏。

要将足趾移植到前臂残端来再造一只手，首先得解决几个问题：掌骨的替代、创口的皮肤覆盖以及骨支架的固定。

我们的实践证明，将自体足趾或跖趾系列游离移植到前臂残端，可以为无手伤残者再造出具有 2~3 指的新手，重建对指功能，恢复捏、握和钩等手的基本功能。

作者在 1978 年首先以钛合金假体代替掌骨（人工掌骨），把双侧第二足趾移植到前臂残端，再造具有两个呈对指方向手指的再造手，该再造手有感觉、能活动，并且初步具有手的外形。开创了再造手技术的设计和实现。

1979 年，作者又运用人工掌骨，分别从两足切取第二足趾和第二、第三足趾再造具有三指的再造手，随访至今，人工掌骨未见松动，手指感觉和活动功能很好。

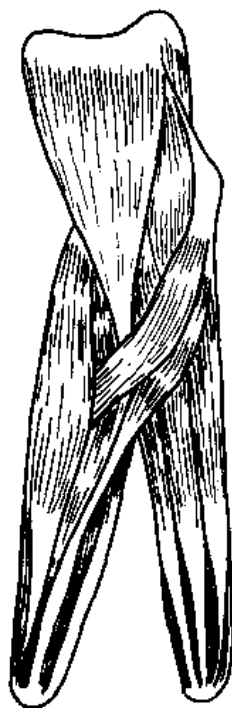


图 9-1 Krukenberg 首创  
前臂分叉术

钛合金人工掌骨假体与其他假体一样,有一个共同的缺点,或多或少要导致机体的排异,故有可能出现人工掌骨的松动。因此,还需要研究一种组织相容性更好的材料用来制造人工掌骨。

作者于1981年又用单足供趾再造手的新方法,即用一足提供移植组织,为一手再造2~3个具有功能的手指。换句话说,以足背动脉和大隐静脉为血管蒂,移植一只足上的跖趾皮甲瓣和第二跖趾系列,或者跖趾皮甲瓣、第二和第三跖趾系列,用髂骨块作拇指的骨支架,为一只残手再造具有拇指和1~2个手指的再造手。单足供趾再造手的成功应用,才使双手缺失再造双手成为可能。

如果残留前臂长度短于原长度的2/3,若由上述诸方法再造的新手就可能因前臂过短及肌肉动力不足而得不到满意的功能恢复。

为此,作者于1994年又为前臂部分缺失伤残者设计了前臂延长再造手技术。缺失手的前臂残端,根据不同条件,用移植管状骨和游离皮瓣的方法,延长前臂的长度,同时移植自身游离的跖趾系列,再造新手。

根据这一思路,用皮肤包裹由移植管状骨而延长的尺骨,与一个移植在桡骨远端的第二跖趾系列就能行使手的最基本动作——对指。这一再造方法简化了技术,同时前臂残端短于原长度2/3的也能重建有效的手功能。

比如,用切取桡骨来接长尺骨,将同侧第二跖趾系列移植到桡骨远端,切取跖骨时尽可能长一些,与延长了的尺骨呈对掌位,就能再造出一只新手。

尽管目前的再造手在功能和外形上和正常手相比较,还有相当的差距,但比起假肢和Krukenberg(1917)的前臂分叉术来,却有明显的优势,普遍受到病人欢迎。我们认为,只要严格掌握手术指征,细致准确施行手术,再造手技术是能够为手缺失前臂重建手的基本功能的。

## 第二节 前臂残端再造手

### (一) 手术指征

各种原因导致手缺失,尤其是双手缺失,都希望能够再造具有手指的新手,前臂残端和供足具备条件的,均为本手术的适应证。单手缺失仅为手术的相对适应证。

双手缺失同时又双目失明者为手术最佳指征,由于假手无感觉、无视力配合不能发挥作用,因而只有有感觉能活动的再造手可给生活和工作带来巨大帮助。

前臂残端必须具备的条件有:

(1) 前臂残存长度不短于原前臂的2/3。反之,残留肌肉长度不足则不能为再造手指提供足够的活动动力。

(2) 残留肌肉解剖学结构完整,神经支配正常,能提供足够数量的屈肌和伸肌。比如再造一只三指手,需要三对能各自收缩和移动的屈肌伸肌,再造一只两指手,则需要两对屈肌伸肌。

(3) 残端皮肤覆盖好,少瘢痕。手术中大约切除桡骨5cm和尺骨6cm,在残端所形成的皮瓣用于覆盖再造手指的掌骨。瘢痕组织不能用来覆盖掌骨。

(4) 残端至少有两条感觉神经可以用于吻接以恢复再造手的感觉功能。最好选用前

臂皮神经，正中神经感觉纤维也可选用。

(5) 残端必须具有可供吻合的血管，双足供趾必须有两对动、静脉，单足供趾有一对就够了。

供足不能有皮肤疾患，游离足趾所带血管要适合吻合血管操作。

## (二) 掌骨设计

1. 人工掌骨 采用组织相容性好的高强度钛合金(47121)制造，有两掌骨和三掌骨两种(图9-2，图9-3)。

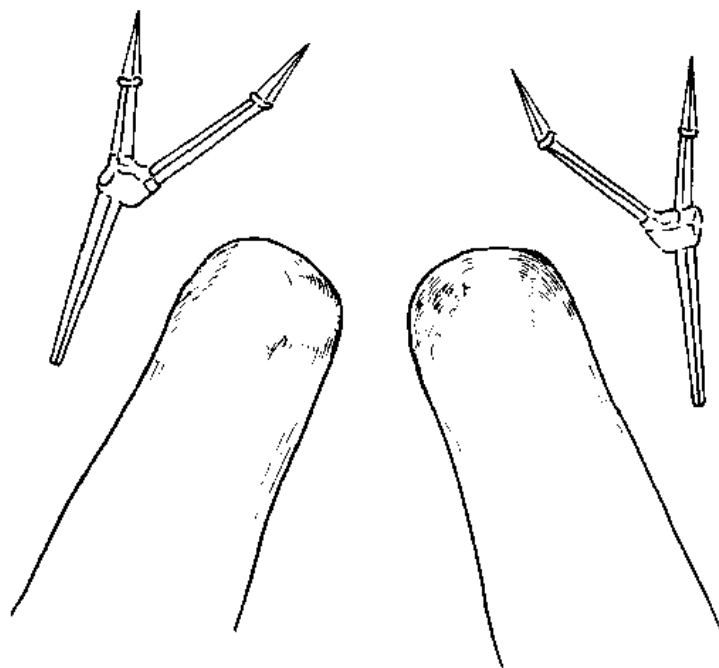


图9-2 两个掌骨钛合金人工掌骨

这两种人工掌骨均由三部分组成：

(1) 插入桡骨部分称为近端髓(内)针，呈三棱形，不易在髓内活动，长6~7cm，直径3~4mm。

(2) 插入跖骨部分称为远端髓(内)针，也呈棱形，长1.5~2cm，直径2~3mm。

(3) 远近髓针之间为圆柱形掌骨部分，长3~4cm，直径4~5mm。第一掌骨与远、近髓针间呈180°角，第二或第三掌骨与远、近髓针间为120°角，第一与第二掌骨间为60°角，第二与第一、三掌骨间为30°角。远端髓针和掌骨之间有一个直径2mm的圆环结构，近端髓针和掌骨之间还要有阶状结构。

2. 自体跖骨 以与移植足趾相连的跖骨代替掌骨，通常切取6~7cm。用作第一掌骨的跖骨固定于桡骨桡侧，与桡骨呈180°或30°，另一跖骨在对侧与桡骨呈60°或30°固定，使跖骨间夹角呈60°(图9-4，图9-5)。

3. 自体髂骨块 在单足供趾时，需要用髂骨块代替第一掌骨和拇指指骨，一般在髂嵴部切取长7~8cm、宽2~3cm的髂骨块，保留骨膜和周围软组织。修剪成第一掌骨相连拇指指骨的形状，用克氏针或螺钉固定于桡骨上，固定部位与代替第一掌骨的跖骨相同。

### (三) 跖趾系列的切取方式

(1) 两足各切取第二跖趾系列，或一足切取第二跖趾系列，而另一足切取第二、三跖趾系列，以人工掌骨或与足趾相连的跖骨为掌骨，可再造一只具有两指或三指的手。

(2) 一足切取游离跖趾皮甲瓣与第一跖趾系列，或者游离跖趾皮甲瓣与第二、三跖趾系列，以髂骨块为再造拇指的骨支架，示指、中指掌骨同上，可再造一只具有拇指与食指，或者拇指、食指和中指的再造手。

(3) 两足各切取跖趾皮甲瓣与第二跖趾系列，或与第二、三跖趾系列，拇指骨支架和食指中指掌骨同上，可为双手缺失者再造具有两指或三指的双手。

### (四) 手术方法

1. 麻醉 在长效臂丛阻滞下，低位、高位联合硬膜外麻醉，或者全身麻醉下进行。

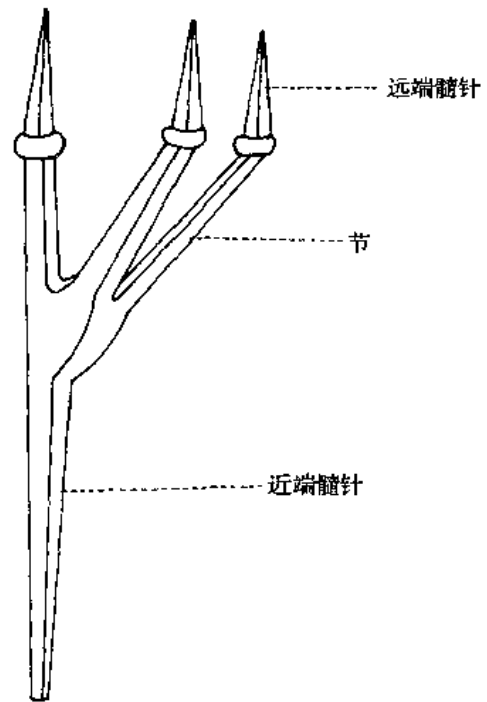


图 9-3 三个掌骨钛合金人工掌骨

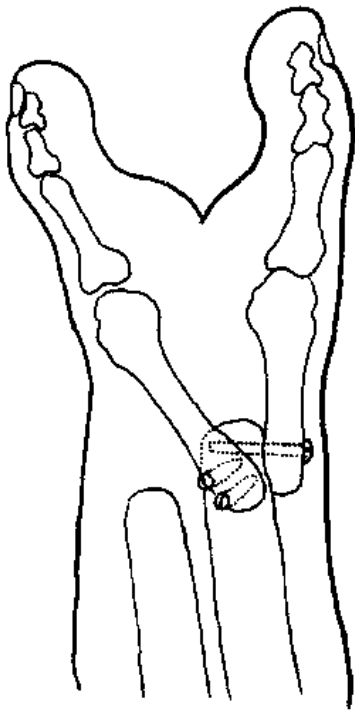


图 9-4 用作第一掌骨的跖骨固定于桡骨桡侧，与桡骨呈  $180^\circ$ ，另一跖骨在对侧与桡骨呈  $60^\circ$ ，使跖骨间夹角呈  $60^\circ$

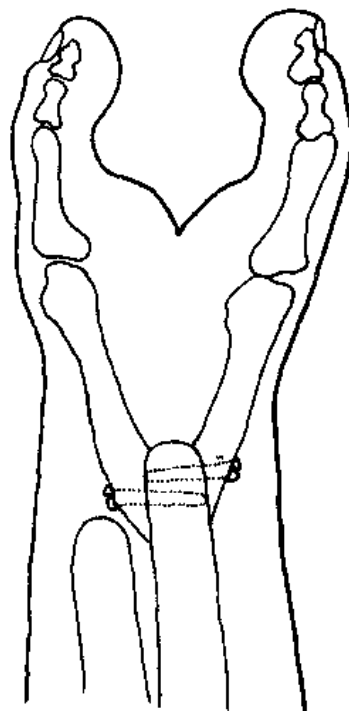


图 9-5 作第一掌骨的跖骨固定于桡骨桡侧，与桡骨呈  $30^\circ$ ，另一跖骨在对侧与桡骨也呈  $30^\circ$ ，使跖骨间夹角呈  $60^\circ$

2. 前臂残端受区准备 前臂残端沿冠状面作鱼口形切口, 尺桡骨两侧皮瓣在深筋膜平面向近端剥离 4~5cm, 形成具有相当厚度和足够血循环的背侧和掌侧皮瓣。

切除瘢痕, 向上翻, 显露皮瓣下结构, 解剖出头静脉和贵要静脉长达 2cm, 如果上述两静脉纤维化不能用于静脉引流, 则需寻找和游离其他健全的静脉。

在残端的桡侧背侧分离出桡浅神经, 分离 2cm 长。如找不到桡浅神经, 则解剖前臂外侧皮神经。在残端尺侧背侧寻找尺神经背支。

在桡侧屈腕肌和肱桡肌之间寻找桡动脉, 从近侧向远侧解剖, 一般只游离动脉而结扎其伴行静脉, 如果伴行静脉用于吻合则应保留。以同样的方法在残端尺侧掌侧游离出尺动脉。

通过桡侧屈腕肌和桡侧伸腕长肌之间的肌间隔显露桡骨。通过尺侧屈腕肌和尺侧伸腕肌之间的肌间隔显露尺骨。纵行切开骨膜, 缩短桡骨 4~5cm、尺骨 5~6cm。

3. 供足准备 采用两足供趾法时, 足背与足底作“V”形切口, 足背的“V”形切口顶端向近侧作“S”形延长, 分离出足背静脉至大隐静脉, 结扎不需要的分支。

切断踇短伸肌, 显露足背动脉与第一跖背动脉。结扎第一跖背动脉和第二趾背动脉的分支。

分离出趾神经。高位切断伸、屈肌腱, 在跖骨头近侧 3~4cm 处截断, 如果以跖骨代替掌骨, 则延长至 6~7cm 处截断。保留跖骨两侧骨间肌和蚓状肌。

在受区未准备好之前, 仍由血管蒂和供足相连。

采用一足供趾时, 足背和足底作“W”形切口。踇趾内侧保留一远窄近宽的舌形皮瓣。游离足背动脉及其延续的第一跖背动脉, 直至踇趾和第二足趾的趾背动脉。

剥离踇趾皮甲瓣时不能损伤甲床、关节、肌腱及腱旁组织。

高位切断第二或第二、三跖骨, 使跖骨长度达 6~7cm, 带有骨间肌和蚓状肌。

由第二、三跖趾间的交通支供血, 第三跖趾不另作血管游离。

踇趾皮甲瓣和第二或第二、三跖趾系列仅以血管蒂与供足相连, 等待移植。

#### 4. 移植方法

(1) 掌骨的到位与固定: 由于桡骨具有旋转动作, 尺骨则无, 因此, 人工掌骨应插入桡骨髓腔中, 不应插入尺骨髓腔之中, 否则再造手就不具备旋转动作。在桡骨处于极度旋前位时, 人工掌骨的第一掌骨应对准桡骨的桡侧, 再造手便可获得最大旋转度。用跖骨代替掌骨时, 跖骨应该用螺钉固定于桡骨端的桡侧和尺侧(图 9-6, 图 9-7), 不应固定在尺骨或分别固定在尺、桡骨上, 这样再造手和手指将丧失旋转和对指功能。

(2) 肌腱的缝合: 伸趾屈趾肌腱与前臂伸屈肌腱相对应缝合, 趾骨附着的蚓状肌与骨间肌缝合在掌长肌或其他指屈肌上, 可使再造指的指间关节能完全伸直。

(3) 神经的缝接: 趾神经与正中神经或尺神经缝接, 或者与尺神经背支、桡神经浅支缝接。

(4) 皮肤缝合: 用踇趾皮甲瓣包裹髌骨块时, 应先加以缝合。然后, 关闭移植跖趾和前臂皮瓣切口。

(5) 血管的吻合: 足背动脉与桡动脉或尺动脉吻合, 大隐静脉与头静脉或贵要静脉吻合。

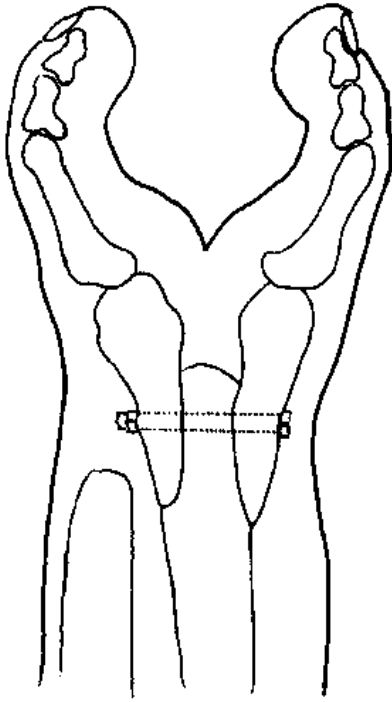


图 9-6 两根跖骨用螺钉固定于桡骨端的  
桡侧和尺侧

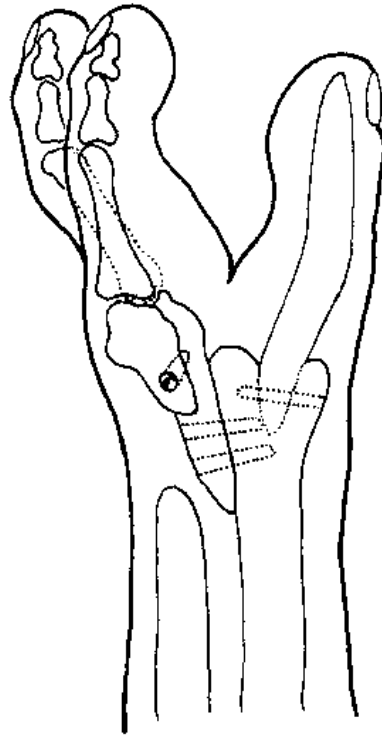


图 9-7 三根跖骨用螺钉固定于桡骨端的  
桡侧和尺侧

(6) 供足切口关闭：跖趾创面用中厚游离皮片包裹覆盖，其他切口一般均能直接缝合关闭。

(7) 创口引流：受区完成血管吻合后，在吻合部位皮下留置 1~2 条橡皮引流条，以便及时引流可能出现的渗血。直接缝合关闭创面。拇指和尺侧指之间的虎口用敷料维持相对位置，常规包扎，前臂维持在旋后位。

#### (五) 术后处理

手术后，病人在特护室观察。在第一个 24 小时中，每隔 15 分钟测再造手皮肤温度一次，同时观察皮色和毛细血管充盈度。如果情况稳定，逐步延长观察时间。

一旦出现血管危象，及时探查处理。注意及时更换敷料，以免敷料血浸后变干发硬，影响局部血循环。

出现严重水肿时要及时处理：适当抬高手的位置，静脉注射人体白蛋白，必要时穿刺皮肤，以防止皮下的血管受压。

通常在术后 2 周拆线，术后 3 周可以开始功能操练。

双手两指再造手能满足自理日常生活和简单的手工操作（图 9-8）。双手三指再造手的手功能恢复又进了一步（图 9-9）。后者的双手缺失平面在掌骨基底，移植双足跖趾皮甲瓣及第二、第三跖趾系列分别到双手第一、第二和第三掌骨基上，用髂骨块作拇指的骨支架，再造了各具有三个指的双手。21 个月后随访，患者已恢复从事的印刷工作，还能开摩托车。

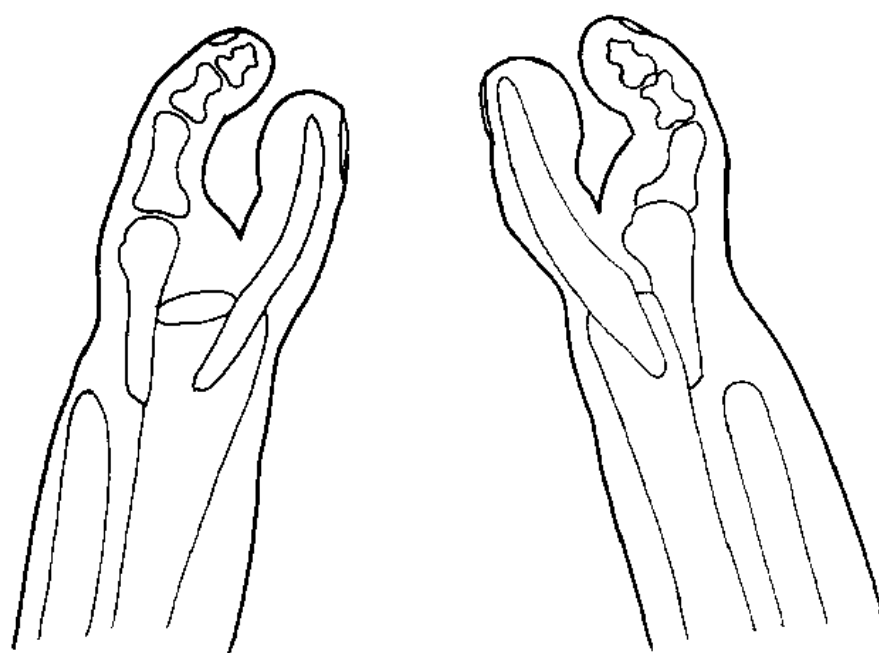
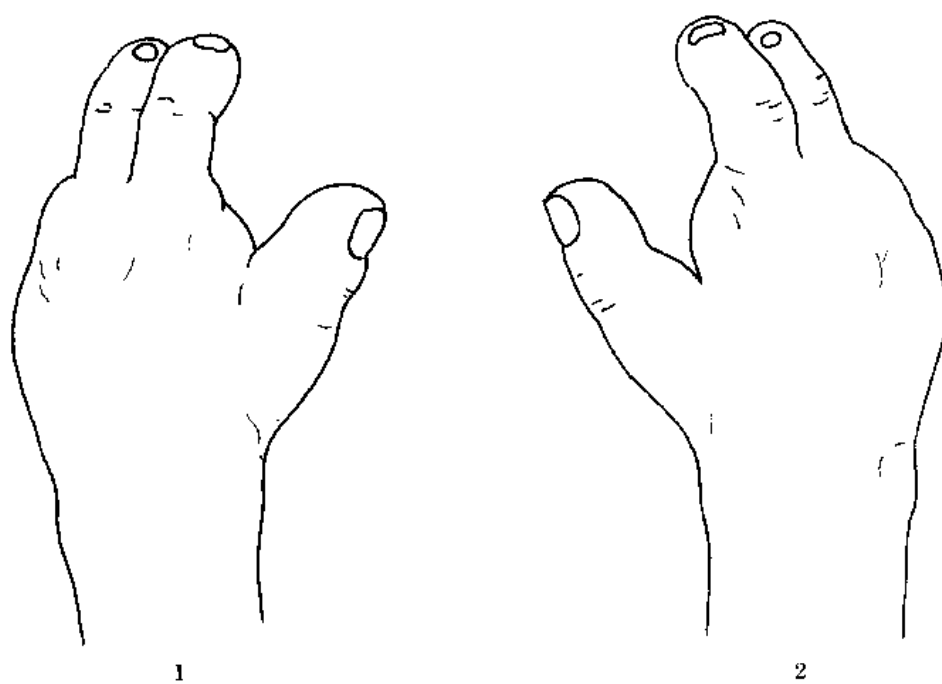


图 9-8 双手两指再造手



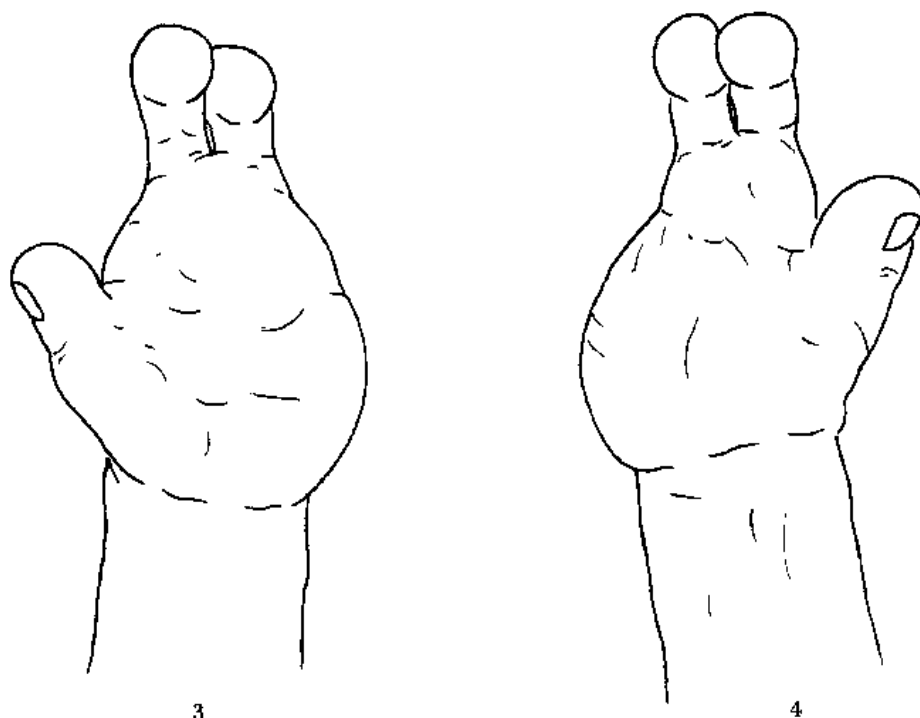


图 9-9 双手三指再造手

### 第三节 前臂延长再造手

#### (一) 手术指征

除了残留前臂长度短于原长度的  $2/3$  之外，还要适应本章第二节所列手术指征。用该节所介绍诸方法再造的新手，凡因前臂过短及肌肉动力不足而得不到满意的功能恢复者，均可用前臂延长再造手技术。

#### (二) 手术方法

这里举例以切取桡骨来接长尺骨，将同侧第二跖趾系列移植到桡骨远端，与延长了的尺骨呈对掌位，重建手功能为典型病例，来说明手术方法。

1. 麻醉 在长效臂丛阻滞下，低位、高位联合硬膜外麻醉，或者全身麻醉下进行。
2. 供足处理 在同侧供足，以足背动脉和大隐静脉为血管蒂，常规解剖和切取第二跖趾系列（参阅第五章）。

根据手术设计需要，可以带有一定大小的足背和跖底皮瓣（图 9-10，图 9-11）。

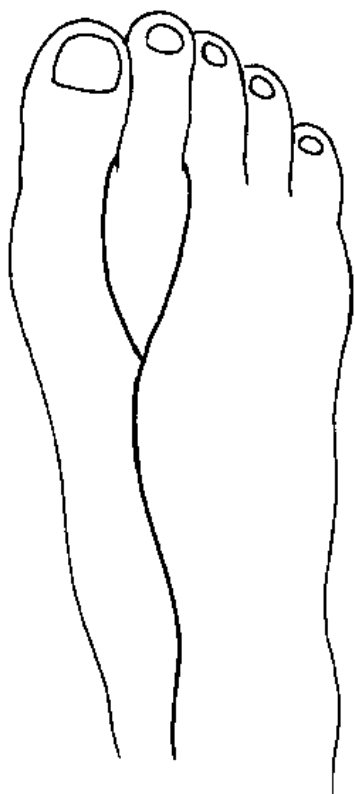


图 9-10 第二跖趾系列，根据手术设计需要，带有一定大小的足背皮瓣

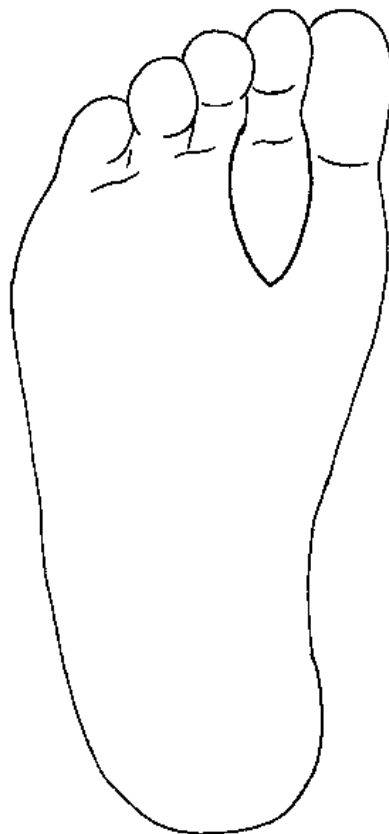


图 9-11 第二跖趾系列所带有的足底皮瓣

血管蒂长度为 10~13cm，足底神经、伸屈肌腱各取 8cm 左右（图 9-12）。

跖骨分离为 6~8cm 长，切断，作“L”形截骨。与桡骨残端的“L”形截骨相嵌。第二跖趾系列仅以血管蒂与供足相连，等待移植。

3. 受区准备 在前臂残端正中作冠状切口，切开皮肤、皮下组织、深筋膜和骨间膜。根据需要，将桡骨和尺骨远端游离一定长度（通常为 3~5cm）。

桡骨作“L”形截骨（图 9-13）。截下的桡骨段用螺丝钉固定在尺骨远端，使尺骨得以延长（图 9-14）。

按需要解剖和游离出一定长度的桡动脉和头静脉。解剖和游离伸、屈肌腱各一根。游离正中神经并在其远端分离出一束。

如果前臂残端皮肤条件较好，也可在尺骨作“L”形截骨，可用微型单侧多功能外固定支架作尺骨延长外固定（图 9-15），或用移植桡骨以外的游离骨块的方法延长尺骨（图 9-16）。

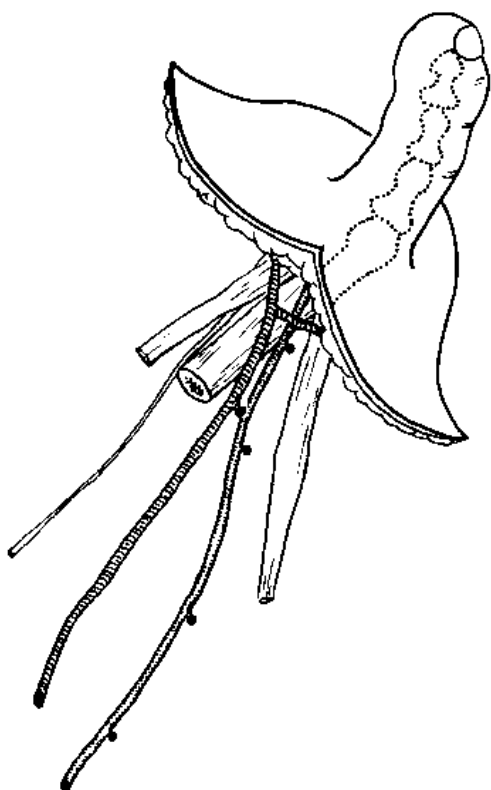


图 9-12 第二趾趾系列和所带的足背、足底皮瓣

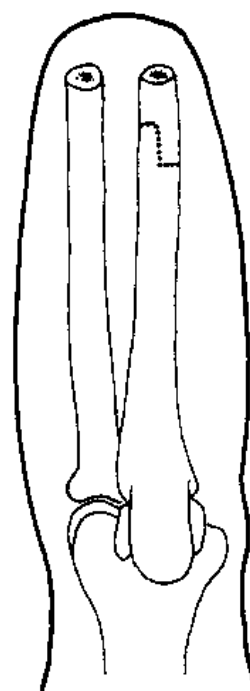


图 9-13 桡骨作“L”形截骨

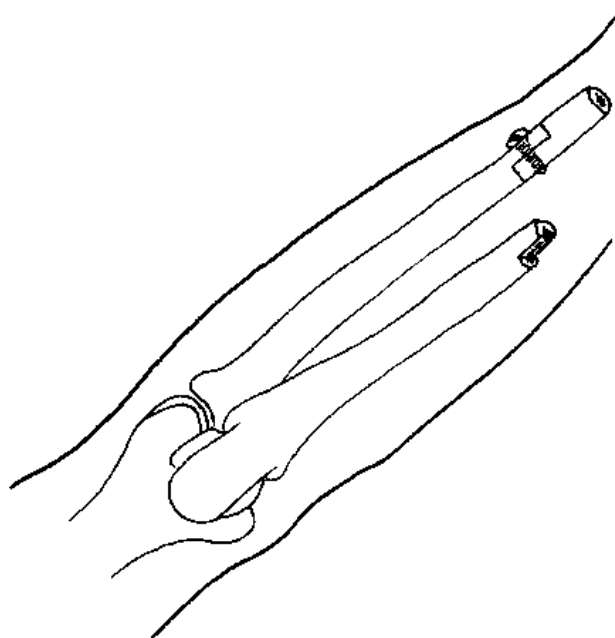


图 9-14 截下的桡骨段用螺丝钉固定在尺骨远端，使尺骨得以延长

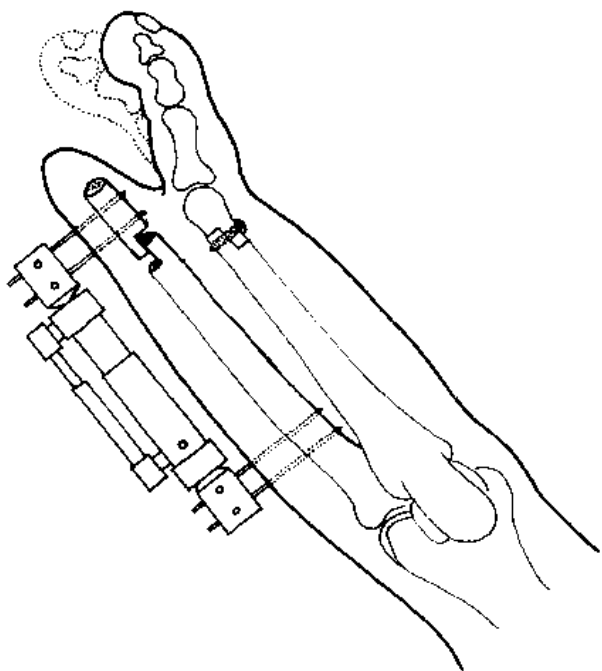


图 9-15 尺骨作“L”形截骨，用微型单侧多功能外固定支架作尺骨固定

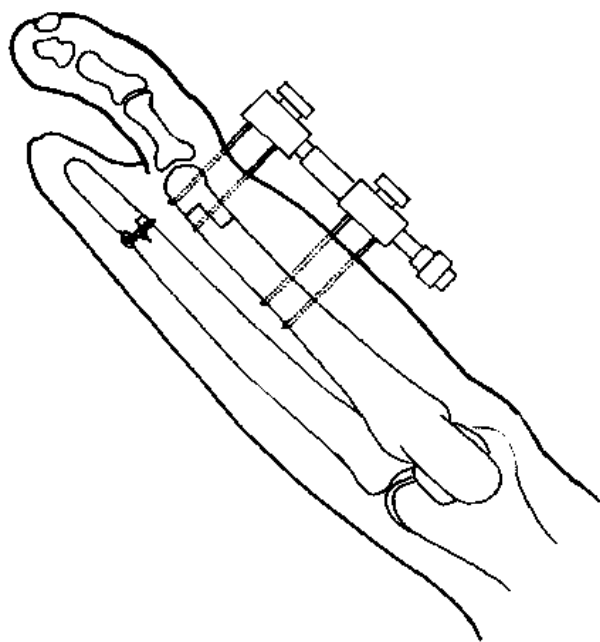


图 9-16 用移植游离骨块的方法延长尺骨

4. 移植再造 从供足切断游离好的第二跖趾系列血管蒂，取下跖趾系列，将所带皮瓣向远端提拉，包裹在延长的尺骨远端，用微型外固定支架将跖趾系列固定在桡骨端，与延长的尺骨呈对指位（图 9-17）。

这样一来，尺骨对指面与足趾趾腹的滋养血管和支配神经相同，有利于感觉功能的恢复。

绞辩式缝合伸屈肌腱，保持一定张力。

用 8-0 无损伤丝线无张力缝合趾神经和一束正中神经。

用 9-0 无损伤丝线分别用端端缝合方式吻合大隐静脉和头静脉，以及足背动脉和桡动脉。

在血管吻合部位皮下留置 1~2 条橡皮引流条，引流可能出现的渗血。逐层缝合深筋膜、皮下组织和皮肤。

#### (五) 术后处理

术后病人在特护室观察。在第一天中，每隔 15 分钟测再造手皮肤温度一次，同时观察皮色和毛细血管充盈度。如果情况稳定，逐步延长观察时间。一旦出现血管危象，及时探查处理。

前臂延长再造手恢复了对指功能（图 9-18）。

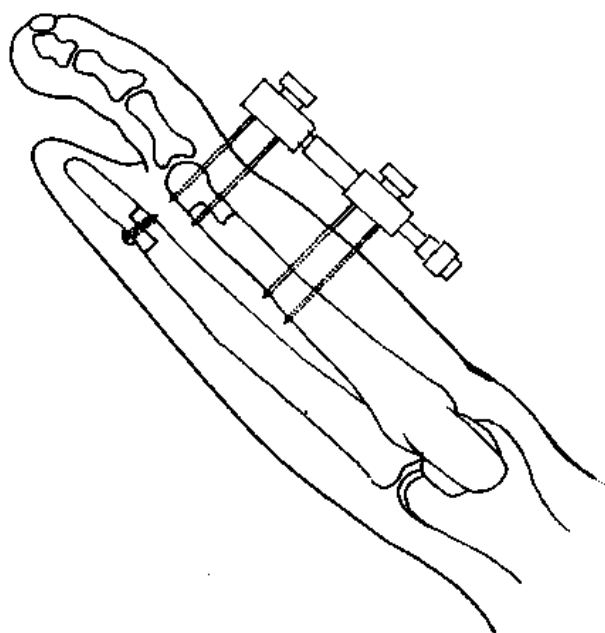


图 9-17 前臂延长再造手



图 9-18 前臂延长再造手恢复了对指功能

### 第四节 典型病例

对于手缺失前臂残端的再造手（不包括全手指缺失的再造），我们根据供足数、再造手数和每只再造手所再造的手指数，分为六个类型：

第一类：双足一手两指（插页图 9-19）。

第二类：双足一手三指（插页图 9-20）。

第三类：一足一手两指（插页图 9-21）。

第四类：双足双手两指（插页图 9-22）。

第五类：一足一手三指（插页图 9-23）。

第六类：双足双手三指（插页图 9-24）。

加上前臂延长再造手，就有七个不同类型的再造手了。以下介绍部分类型再造手的典型病例。

#### 病例一 首例应用人工掌骨移植双侧第二足趾再造具有两指的右手

该例手术由作者在 1978 年设计和施行。患者男性，25 岁。5 年前因爆炸伤行双侧上肢截肢于腕关节上 3cm 处（插页图 9-25）。

手术采用高、低位硬膜外麻醉。

以足背动脉和大隐静脉为血管蒂，用常规方法游离好双侧第二足趾。高位切断趾固有神经、趾深屈肌及趾长、短伸肌腱。距离跖骨头 5cm 以线锯切断跖骨，切除骨间肌。游离足趾在移植操作之前，仍由血管蒂与供足相连，以缩短其缺血时间。

手掌再造：右前臂呈解剖位，于残端沿冠状面作横形切口。将人工掌骨近端髓针插入桡骨髓腔内。以指深屈肌腱及指总伸肌腱经人工掌骨叉口缝合以固定掌骨，用旋前方肌和桡骨骨膜覆盖人工掌骨。

手指再造：由于足趾较短，故尽量使跖骨趾化。取下左侧第二足趾插入桡侧远侧髓针，右侧第二足趾插入尺侧远侧髓针。两再造指呈对指位（插页图 9-26）。桡侧指代拇指功能，其趾深屈肌腱与桡侧腕屈肌腱缝合，趾长、短伸肌腱分别与桡侧腕长、短伸肌腱缝合。尺侧指的趾深屈肌腱与尺侧腕屈肌腱缝合，趾长、短伸肌腱分别与尺侧腕伸肌腱及一条指伸肌腱缝合。尺神经的部分神经束及其背侧支分别与尺侧指的趾神经缝合；前臂内侧皮神经和桡神经浅支分别与桡侧指的趾神经缝合。桡侧指静脉与头静脉行端端吻合，动脉与桡动脉行端端吻合；尺侧指静脉与贵要静脉行端端吻合，动脉则与尺动脉行端端吻合。最后缝合皮肤（插页图 9-27）。

术后恢复过程顺利。术后 3 个月指尖感觉功能开始得到恢复，术后 6 个月时新手指的两点鉴别觉为 10mm。对指功能好（插页图 9-28），张开时两指距离可达 4cm（插页图 9-29）。能用再造的右手握笔书写（插页图 9-30）。

#### 病例二 不用人工掌骨移植双侧第二足趾再造具有两指的左手

患者男性，24 岁，5 年前因爆炸伤失去左手，残端创口一期愈合（插页图 9-31）。

手术在连续硬膜外麻醉和长效臂丛阻滞下进行。用常规方法解剖游离双足第二跖趾系列，跖骨在近侧 1/3 处截断。移植操作前游离组织仍与供足以血管蒂相连（插页图 9-32）。

按常规方法处理残肢受区。前臂取完全旋后位，在桡骨远端两侧切除部分骨皮质，形成接纳移植的跖趾系列的粗糙面。

取下双足第二跖趾系列（插页图 9-33），在其跖骨近端切除部分骨皮质，形成 30°左右的斜面。用左侧第二跖趾系列再造桡侧指以行使拇指功能，右侧第二跖趾系列再造尺侧指。跖骨与桡骨粗糙面之间用骨栓贯穿固定，加用一枚螺丝钉以防止发生跖骨移位（插页图 9-34）。肌腱、神经和血管处理方式与病例一大致相同。关闭创面，在前臂背侧皮下放置引流条（插页图 9-35）。

术后恢复过程顺利。术后 2 个月随访，再造手具有手的初步外形（插页图 9-36）和

有一定力度的对指功能（插页图 9-37）。

### 病例三 再造各具两指的双手

患者男性，22 岁。4 年前因爆炸事故导致双手缺失（插页图 9-38）。其截肢平面，左侧在桡腕关节，右侧在前臂远侧 1/3。

在高低位硬膜外麻醉下，由两组医生同时进行手术。

用常规方法，以足背-第一跖背动脉和大隐静脉为血管蒂，从双足切开游离跖趾皮甲瓣和第二跖趾系，于跖趾关节近侧约 4cm 处截断跖骨。

在右侧前臂作冠状面皮肤切口。分离背掌两侧皮瓣，向近侧返折，游离出桡神经浅支、尺神经背侧支、桡动脉、头静脉、指总伸肌、尺侧腕伸肌和指浅屈肌。切除桡骨末端表面纤维组织，显现新鲜骨组织。尺骨端则截骨 2.5cm。从右髂翼切取骨块，修改成拇指骨支架，凹面朝向尺骨，插入桡骨髓腔。从右足取下跖趾皮甲瓣和第二跖趾系列移植于右前臂（插页图 9-39）。跖骨和桡骨尺侧各以粗糙面对合，髂骨块、桡骨和跖骨三者一起用骨栓贯穿固定（插页图 9-40）。肌腱、神经和血管处理方式与上述病例相同。创口关闭，在皮下放置橡皮引流条（插页图 9-41）。

以相同步骤，用左侧跖趾皮甲瓣和第二跖趾系列在左前臂再造两指。

修复双侧供足（插页图 9-42）。

各具有两指的双手再造成功（插页图 9-43）。

术后 3 周开始被动操练，术后 6 周开始主动操练。术后 8 周 X 片显示骨骼已经获得牢固连接（插页图 9-44）。

术后 6 个月时随访，患者能用再造的双手进行日常生活和工作所需要的各种活动。

### 病例四 再造各具三指的双手

患者男性，18 岁。1 年前双手被切纸机完全切断。当时施行再植手术失败，失去双手（插页图 9-45）。X 片显示右手于诸掌骨基底部缺失，左手残存第五掌骨及近节指骨基，其他掌骨也于基底部缺失（插页图 9-46）。

本例双手分两次手术进行再造。均在硬膜外麻醉下进行。

决定第一次手术，移植右足跖趾皮甲瓣和第二、第三跖趾系列，再造右手的拇指、示指和中指。

用常规方法切开游离右足跖趾皮甲瓣和第二、第三跖趾系列。用钢丝锯在跖趾关节近侧 2cm 处截断第二、第三跖骨（插页图 9-47）。

用常规方法作好右前臂受区的准备，切口止于鼻咽壶（插页图 9-48）。解剖游离指总伸肌的两条肌腱，指屈肌腱，正中神经的两条感觉神经支。在鼻咽壶解剖出桡动脉和头静脉。同时，另一组手术者从左侧髂翼切取一长 4.5cm、宽 1.5cm 的全厚髂骨块，修整成拇指骨支架。

切断血管蒂，取下右侧跖趾皮甲瓣及第二、第三跖趾系列，同时由助手关闭供区创口（插页图 9-49）。骨支架分别由克氏针固定在位（插页图 9-50）。从远端开始缝合皮甲瓣，近侧皮肤与受区桡侧掌侧的三角皮瓣相嵌合。维持移植足趾各关节在伸直位，缝合各趾长伸肌腱和指总伸肌腱以及各趾长屈肌腱和指屈肌腱。修复感觉神经，关闭皮肤。血管蒂通过皮下隧道进入鼻咽壶创口，与桡动脉及头静脉相应吻合。移植的跖趾皮甲瓣及

第二、第三足趾完全成活，供足愈合情况良好（插页图 9-51）。术后 1 个月，X 片显示跖骨与掌骨之间牢固连接，拔除克氏针；术后 2 个月，皮甲瓣所包含末节趾骨与髌骨块之间出现牢固连接，也拔除克氏针（插页图 9-52）。再造的右手重建了令人满意的活动和感觉功能（插页图 9-53）。

术后 8 个月，又再造了左手（插页图 9-54）。患者能用一双新手驾驶摩托车（插页图 9-55），供足外形尚可（插页图 9-56），步行功能无碍。

#### 病例五 残缺前臂延长再造手

患者男性，23 岁。由于爆破伤导致双手缺失（插页图 9-57）。10 个月后施行左侧前臂延长再造手。

在同侧供足，以足背动脉和大隐静脉为血管蒂，常规解剖和切取第二跖趾系列。其带有的足背和跖底皮瓣可以用于创面覆盖。跖骨分离长约 8cm，切断，与桡骨残端的“L”形截骨相嵌。

在前臂残端正中作冠状切口，切开皮肤、皮下组织、深筋膜和骨间膜。桡骨和尺骨远端游离长度为 3cm。

桡骨和尺骨作“L”形截骨，截下 3cm 的桡骨段用螺丝钉固定在尺骨远端。解剖和游离出桡动脉、头静脉及伸屈肌腱各一根。游离正中神经并在其远端分离出一束。

从供足切断游离好的第二跖趾系列血管蒂，取下跖趾系列，将所带皮瓣向远端提拉，包裹在延长的尺骨远端，用微型外固定支架将跖趾系列固定在桡骨端，与延长的尺骨呈对指位。如此，尺骨对指面与足趾趾腹的滋养血管和支配神经相同，有利于感觉功能的同时恢复。绞辫式缝合伸屈肌腱。无张力缝合趾神经和一束正中神经。用端端缝合方式分别吻合大隐静脉和头静脉，足背动脉和桡动脉。留置两条橡皮引流条，逐层缝合深筋膜、皮下组织和皮肤。

术后再造的左手恢复了对指功能（插页图 9-58），使患者重新获得一定程度的自行处理日常生活和工作的能力。

## 第十章 桥式交叉吻合血管游离组织移植术

### 第一节 概 述

自从 Daniel 和 Taylor 在 1973 年首先介绍用显微血管吻合的方法进行髂腹股沟皮瓣远处移植以来,显微外科医生不断寻找用于组织缺损的显微外科修复的人体组织供区。现在,吻合血管的游离组织移植已经在修复和重建外科中得到广泛应用,人们可通过一期手术修复单一或复合组织的缺损,不再需要作分期的皮瓣转移手术。

移植组织的血液循环是通过其血管蒂与受区的相应血管吻合而获得重建的。移植组织内血循环重建是否有效是移植组织成活的关键所在。

然而,有效血循环重建是由好几个因素来决定的。其中,受区血管的质量有着举足轻重的作用。换言之,要想取得最佳效果,受区用于吻合的血管必须是健康的,必须要有满意的外径、位置和血流。

只有当在受区准备中证实有可供吻合的血管时,才能从供区游离供移植的组织并把移植手术进行下去。要是发现血管由于炎性改变而使其管壁增厚、管腔狭窄,就不适宜进行吻合,可能要放弃游离组织移植手术。

然而,如果进一步探查发现手术区近侧肢体的血管适宜于吻合,还可以进行组织移植。因此,如果忽略了对受区血管的探查,有可能会发生显微外科医生最不愿见到的棘手场面,这就是:移植组织已经从供区取下,而受区又找不到可供吻合的血管,不得不中止手术,供移植的组织只好作无谓的牺牲。

总而言之,应用一般的游离组织技术,无论是移植什么游离组织,也不管是怎样进行移植,都必须有可供吻合的血管。

1979 年, Taylor 介绍了一个病例,移植一块髂骨游离皮瓣以修复右小腿骨骼和皮肤的复合缺损。

手术中取下髂骨皮瓣,开始吻合血管时,发现胫前动脉发生顽固性痉挛,采用各种措施均无法使之缓解。最后从左小腿掀起一块皮瓣,暴露并游离胫后血管,将移植在右小腿上的髂骨皮瓣的旋髂深血管与左侧胫后血管吻合。左小腿上像铰链一样翻开的皮瓣边缘与右小腿创口的皮肤边缘缝合,从而将两条小腿连接在一起。髂骨皮瓣的一部分皮肤边缘与左小腿创口的另一侧皮肤边缘缝合,使创口完全关闭。

术后 5 个星期,切开皮桥,暴露吻合的血管,结扎后切断,重新关闭切口。皮桥继续保留 1 个星期后才完全切断。两侧小腿分离后,移植皮瓣仍然生长良好,胫骨与移植髂骨在术后 4 个月出现坚固连接。Taylor 称此术式为“交腿游离皮瓣”。

临床上已经证实,带蒂随意皮瓣是可以远处转移的。移位的皮瓣最终从其与受区周围组织之间形成的侧支循环取得血液供应。根据临床观察,皮瓣重建充足的血液循环大约需要 3 个星期时间。那么,通过血管吻合的方法移植的游离皮瓣的情况又如何呢?移

植的皮瓣能否不必依赖其血管蒂供应血液,也能从侧支循环获得足够的血液供应而成活呢?还有,移植以后需经过多长时间,这种侧支血液循环才足以供养整个移植的皮瓣呢?

为了对这一系列问题作出回答,作者用 25 条体重 5~10.5kg 的狗进行实验。以前腹壁浅血管为蒂,从狗的下腹壁掀起一块面积为 50cm<sup>2</sup>,厚度为 0.3~0.4cm 的椭圆形皮瓣。模拟游离移植,将皮瓣完全解剖出来。其中 2 条狗的皮瓣在游离之后立即切断并结扎血管蒂,再将皮瓣缝回原位,其余 23 条狗的皮瓣的血管蒂仍保持完整,然后将皮瓣放回原位,与腹壁皮肤缝合。

实验结果,游离组织移植到位重新建立血液循环之后,与受区周围组织之间就开始形成侧支循环。经过 21 天,所形成的侧支循环就足以养活整个移植组织瓣,不再依赖原来的轴性血管的血液供应。

结论是:只要以一种可靠的办法为移植的组织提供足够的血液循环,并持续 3 个星期以上;那么游离组织就可以移植至没有可供吻合的血管的受区,并且能够存活。桥式交叉吻合血管游离组织移植术就是这种可靠的办法。

桥式交叉吻合血管游离组织移植术涉及两个供区和一个受区:

第一供区为受区提供移植组织,称为移植组织供区。

第二供区为移植组织提供建立暂时血供的血管,称为血管供区。

第二供区和受区分别位于两个肢体上,通过由两层皮肤构成的皮桥彼此相连,以给移植的游离组织提供暂时血供。经过 4 个星期或稍长一些时间,阻断暂时血供不影响移植组织在受区的存活时,用手术切断皮桥,分开肢体,便可达到组织修复的目的。

整个手术命名为桥式交叉吻合血管游离组织移植术,简称桥式交叉移植术。

迄今为止,作者已经为 50 多个病例成功地进行了桥式交叉吻合血管游离组织移植术。在有指征作游离组织而对受区有没有可供吻合的血管还存在怀疑的病例,桥式交叉吻合血管的方式成为一项可供选用的常规技术。

桥式交叉吻合血管游离组织移植术在整形和重建外科领域的应用前景是十分广阔的。它还可以用于修复采用一般游离组织移植术无法修复头颅和面部的皮肤缺损,因为在这些部位,暴露和分离受区用于吻合血管可能在颜面部留下令人不悦的瘢痕,影响美容效果。

上肢的活动范围广,手几乎可以到达身体的任何一个部位,因此,如果用上肢作血管供区,那么,身体任何部位的组织缺损都可以通过桥式交叉吻合血管游离组织移植术来修复。

## 第二节 手术指征和手术方法

### (一) 手术指征

由于本手术涉及身体三个部位:一个受区和两个供区,手术创伤大,操作时间又长,对技术要求高;因此,手术指征要从严掌握。

有做传统的游离组织移植术的指征,而受区或其邻近部位又不具有可供吻合的血管的病例,才考虑选用桥式交叉移植术。下列情况可以考虑:

(1) 大面积深层次复合组织的缺损。因为这些病例的受区往往找不到可供吻合的血

管,即使能找到一些知名血管,也往往被包埋在纤维组织中,就是分离出来,由于管腔狭窄,管壁弹性差,仍然不适合于吻合。

(2) 围绕肢体的环形瘢痕,例如再植肢体的瘢痕,其残存的血管不适用于吻合。

(3) 解剖受区血管会导致毁容,或者保留受区血管用于更加重要的再造手术时,可采用本手术。例如面部手术需要通过额外切口解剖受区血管而影响容貌的病例,可采用桥式交叉移植术。

为使桥式交叉移植术得以安全顺利地进行,还必须具备三个条件:①患者能耐受长时间手术创伤和长时间的术后肢体固定;②第二供区血管未受过伤,也无畸形和变异,术后不给供肢带来任何功能损害;③要求手术者具有熟练的游离组织移植技能,术中能相互配合,术后有专人严密观察。

## (二) 手术方法

1. 麻醉 儿童可用全身麻醉。成人可用区域阻滞麻醉,使病人在术中处于清醒状态,以便配合改变体位和手术结束配合进行肢体固定。

2. 组织供区的处理 移植组织的选择乃根据受区部位、大小和性质而定。其血管蒂可游离的长度以不短于 6cm 为好,不然就要增加第二供区血管的游离长度。

组织供区多位于躯干部位,手术时先切取供区供移植的组织,这样可以减少术中改变体位的次数。

移植组织的解剖方法可按常规进行。有两点值得强调提出:

(1) 移植的游离组织必须大于受区创面。因为移植组织在游离后有相当程度的收缩,并且部分皮肤还要在桥式交叉时参与皮桥的形成。经验表明,受区瘢痕组织在彻底切除之后所形成的创面比术前所见的瘢痕组织要大得多,因此,对受区创面大小要有正确的估计。倘若移植的是肌皮瓣,含有较厚的肌肉层,需要有更多的皮肤才能确保在缝合时没有张力。

(2) 解剖分离移植组织血管蒂时,应尽可能地向近端游离,使之有足够长度以满足交叉移植的需要。比如,背阔肌肌皮瓣可以以肩胛下血管为血管蒂,理由是血管分离时很容易追踪到肩胛下动、静脉在腋动、静脉上的起点。但是在移植肩胛皮瓣时,由于解剖上的困难,则只能以旋肩胛动、静脉为血管蒂。移植组织完全游离之后,不切断血管蒂,暂时留在原位,一直到血管供区和受区都准备完绪(图 10-1),方能切断血管蒂,取下游离组织进行移植,做到最大限度地缩短移植组织的缺血时间。

3. 受区准备 受区的瘢痕必须彻底予以切除,以便为移植组织提供血供丰富的组织床,最好在瘢痕相邻的正常皮肤上作切口,使创面四周均为具有良好血供的正常皮肤。桥式交叉移植的游离组织成活,最终依靠其与受区周围组织之间所形成的侧支循环。

创面四周潜行分离以松解组织挛缩,以利于缝合后的创面愈合。

4. 血管供区的处理 血管供区的选择标准:

(1) 选用的血管在切断后不会危及肢体远侧的血液循环。

(2) 通过肢体交叉选用血管的位置能接近移植组织血管蒂,以便于血管吻合的操作。

(3) 选用的血管应从未受过损伤,管壁和管腔正常,口径与移植组织的血管蒂口径相近。

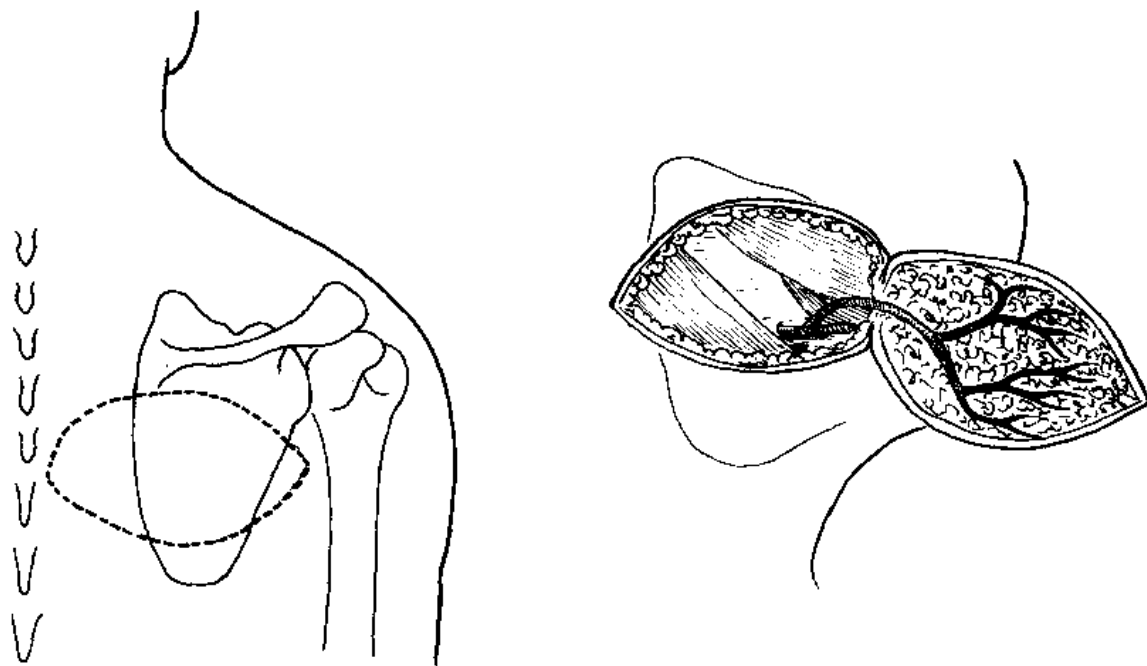


图 10-1 移植肩胛皮瓣

(4) 血管可游离长度在成人不少于 6cm。

根据手术设计，将提供血管供区的肢体与受区所在肢体置于交叉位，确定皮桥位置和供区血管所需游离的长度。

于供区作“S”形切口，它的长轴位置与拟解剖的血管走向路线一致。比预计的游离长度多 1~2cm。切口由近侧向远侧延伸，在皮桥的位置向外凸出，以形成以内侧为蒂的皮瓣，以便与受区皮缘缝合构成皮桥的底部。

假如要解剖的是大隐静脉和胫前动脉，“S”形切口的纵轴线则在近侧向内侧偏斜，便于分离大隐静脉和同时解剖胫前动脉（图 10-2）。

要是解剖分离胫前动、静脉，在小腿前外侧作“S”形切口，根据需要呈弧形越过踝部到达足背。在踝关节远侧踇长和趾长伸肌腱之间，解剖分离出足背动、静脉束。在小腿伸肌支持带近端，胫前肌腱和踇长屈肌腱之间，解剖分离出胫前动、静脉，注意保护好腓深神经。切断和结扎全部分支，掀起全段血管束。在其远端 1cm 处将动、静脉分开，以便于进行血管吻合。

要是以胫后动、静脉作供血血管，则可在小腿后内侧作“S”形切口，由远侧至近侧显露胫后动、静脉（图 10-3）。纵形切开跟腱腱膜前方的深筋膜，向后牵开，在踇长和趾长屈肌腱之间寻找血管神经束，包括胫后动脉、两条伴行静脉和胫后神经。将血管和神经分开，完成血管分离。在胫后动脉和腓动脉交通支的近侧切断胫后动、静脉，可以减少对足部血供的损害。

在小腿，将皮桥设计在中、下部，只解剖供血管的远侧 1/3，可以减少对肌肉血供的不良影响。

解剖后的血管蒂暂不切断，用温盐水纱布覆盖，等待移植。

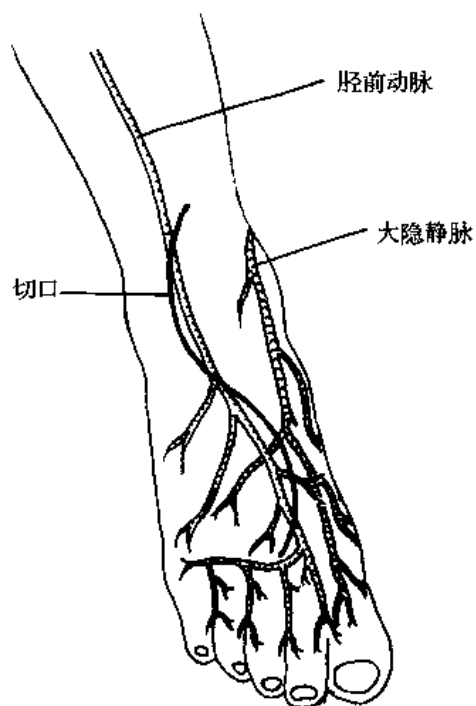


图 10-2 血管供区解剖大隐静脉和胫前动脉的切口

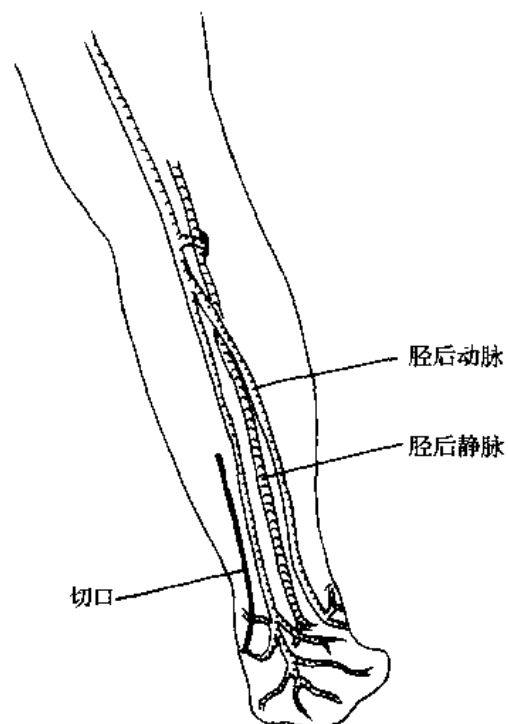


图 10-3 血管供区解剖胫后动、静脉的切口

以上肢为血管供区时,一般采用桡动脉和头静脉作为供血管几乎可以到达身体的各个部位。切开分离时在前臂桡侧掌面作“S”形切口,从解剖学鼻烟壶或其近侧开始解剖桡动脉和头静脉(图 10-4)。头静脉位置表浅,容易解剖。桡动脉从腕关节近侧开始解剖,在桡侧腕屈肌腱外侧切开深筋膜,向内侧牵开肌腱,从桡动脉伴行静脉上将它分离出来。

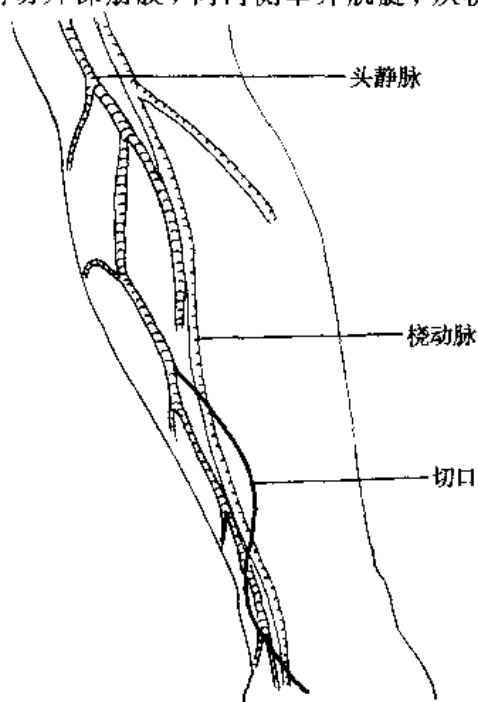


图 10-4 血管供区分离桡动脉和头静脉的切口

再向两侧进一步解剖，切断和结扎全部分支。

5. 移植操作 从供区取下用于移植的组织，安放在受区。如果移植组织含有骨骼，应首先将骨骼固定在受区骨骼上。

移植组织的血管蒂要处在靠近供血管的位置上。逐层缝合相应的软组织和皮肤，只开放血管吻合所需要的创面。

6. 交叉移植的操作 在血管供区远侧切断供血管，向近侧翻转。再从远端开始缝合皮肤，保留近端 3~5cm 切口，作为建立皮桥之用。

将血管供肢置于受肢之下，并由助手维持相对位置，以便使两对准备吻合的血管彼此紧靠。

将供区肢体切口的内侧皮缘与受区创口的外侧皮缘缝合形成皮桥的底，作为吻合的组织床。

供血管通过皮桥引向受区，与受区的移植组织血管蒂吻合。

最后，把移植组织的内侧皮缘向内牵，与供区肢体切口的外侧皮缘缝合，覆盖吻合的血管，形成皮桥的面。至此便可以完全关闭创面（图 10-5）。

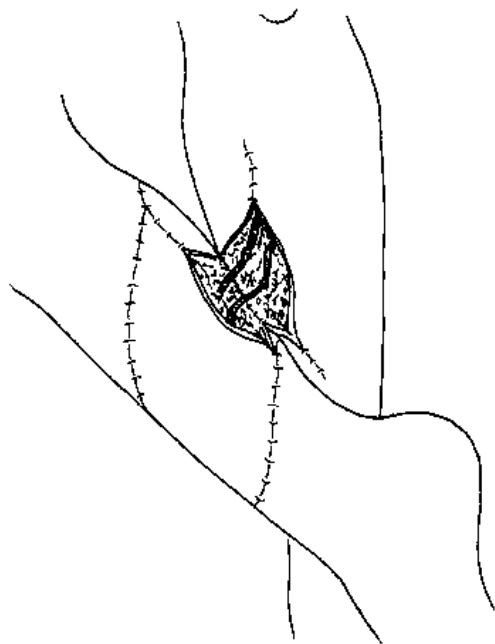


图 10-5 交腿皮桥的形成过程

有时，移植组织的皮肤不参与皮桥的形成，需要在受区附近另外做一个切口。根据手术设计，将两个有关肢体固定在预定的交叉位置上，受区在与血管供区相接触部位作一纵形切口，向两侧作潜行分离 3~4cm，与受区以皮下隧道相通。维持既定位置，缝合相对应的内侧皮缘，形成皮桥的底（图 10-6）。供血管经皮桥穿过皮下隧道送入受区创面，与移植组织血管蒂端端吻合。再逐层直接缝合皮肤，闭合皮桥和受区的创面（图 10-7）。

缝合之前在移植深面放置负压引流或者橡皮引流条（图 10-8）。在皮桥周围放置纱布以支持皮桥和防止血管受压。并在交叉肢体之间放置纱布垫以预防受压而出现褥疮。

7. 肢体固定 肢体交叉固定务必使吻合血管的径路不呈锐角扭曲，而且要尽可能舒适以提高病人的耐受能力和减少对肢体功能的影响。通常采用石膏管型固定（图 10-9），

包石膏时不得压迫吻合的血管。

也可以用单侧多功能外固定支架进行固定（图 10-10）。

裸露皮桥和部分移植皮瓣以观察血运。

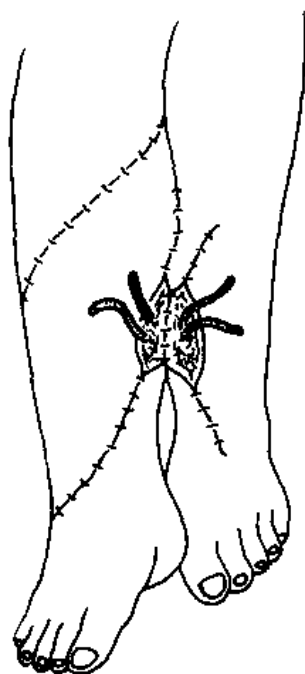


图 10-6 特殊皮桥的底

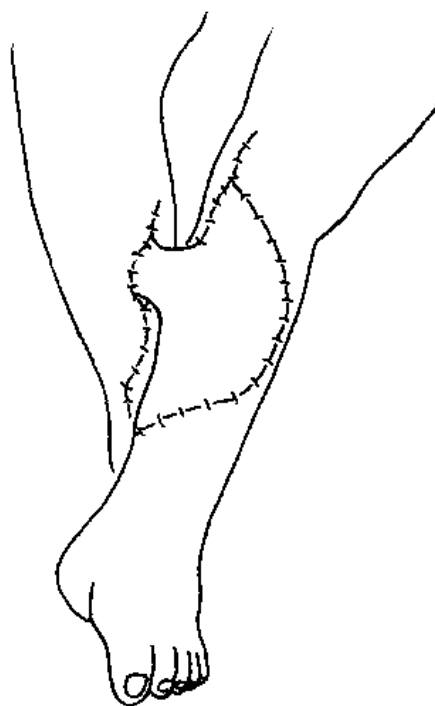


图 10-7 交腿皮桥的形成

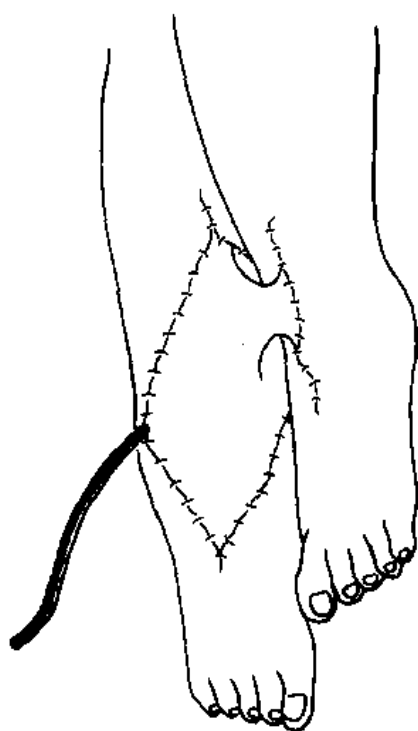


图 10-8 放置引流条

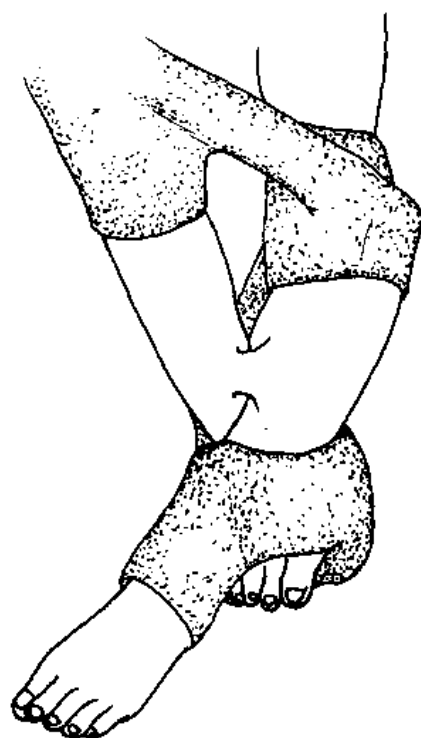


图 10-9 石膏管型固定

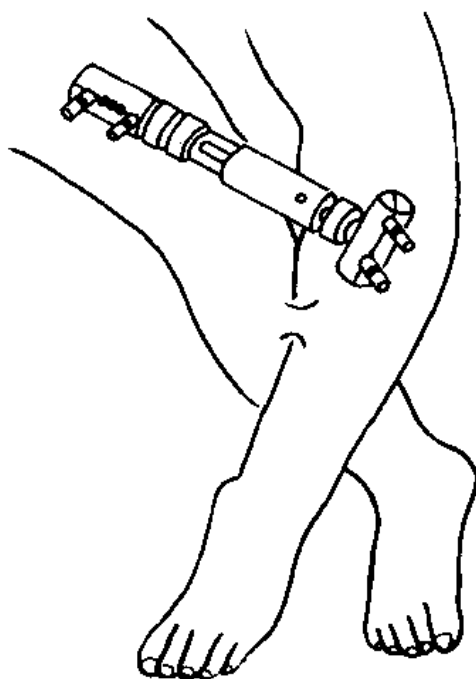


图 10-10 用单侧多功能外固定支架进行固定

### (三) 术后处理

术后用药按常规进行。全身情况和移植组织局部血运观察，参照显微外科术后处理原则。皮桥切断时间一般在术后 4~6 周（图 10-11）。切断前不必间隔阻断血管蒂而进行所谓的侧支循环训练。若受区损伤广泛或者瘢痕不能彻底切除，以及术后出现过血管危

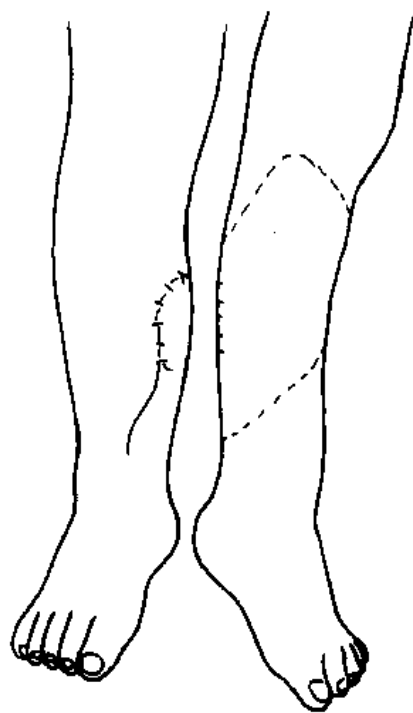


图 10-11 切断皮桥

象, 都应推迟数周再切断血管蒂。

### 第三节 典型病例

#### 病例一 桥式交叉吻合血管背阔肌肌皮瓣移植修复下肢广泛皮肤软组织缺损

患儿女性, 8岁。6个月前因交通事故, 右下肢被严重压伤, 导致右侧胫骨和腓骨开放性骨折, 伴有广泛的皮肤和软组织挫伤, 继发组织坏死。经过3个月的治疗, 创面愈合, 但右足发生内旋畸形, 不能负重(插页图10-12)。瘢痕区域长24cm, 最宽处达12cm, 小腿近侧为2cm。

在全身麻醉下进行桥式交叉吻合血管背阔肌肌皮瓣移植术, 沿着切口标线(插页图10-13)切除瘢痕组织。切取长为24cm、最宽处为10cm的纺锤形背阔肌肌皮瓣, 准备好血管供区和受区(插页图10-14)。按手术步骤完成手术(插页图10-15)。移植术后30天切断血管蒂。2年后随访, 右下肢负重和步行功能得到很好恢复(插页图10-16)。

#### 病例二 桥式交叉吻合血管游离髂骨皮瓣移植修复下肢骨骼软组织缺损

患者女性, 19岁, 因爆炸伤导致右小腿胫骨腓骨开放性粉碎性骨折, 急诊清创后局部发生感染。经处理后瘢痕愈合, 但因胫骨缺损形成假关节, 不能负重和行走, 右踝关节附近有一18cm×10cm大小的瘢痕组织(插页图10-17)。

患者在硬膜外麻醉下, 施行桥式交叉吻合血管游离髂骨皮瓣移植术。以旋髂深血管为血管蒂, 从左腹股沟区, 切取髂骨皮瓣, 其髂骨块长10cm、宽3cm, 皮瓣呈椭圆形, 大小为18cm×10cm。按常规准备好受区, 左足与小腿作“S”形切口, 分离出大隐静脉和足背-胫前动脉为移植组织提供暂时血供(插页图10-18)。

髂骨皮瓣安置到受区, 髂骨块两端由螺钉固定在胫骨上, 皮瓣缝合时留出4cm长的创口暂且不作缝合, 作为血管通道, 并且参与构成皮桥的底(插页图10-19)。动、静脉血管相应吻合(插页图10-20)。关闭创口, 术毕(插页图10-21)。手术后4周, 予以同位素 $\gamma$ 照相, 显示髂骨血供良好(插页图10-22)。修复后效果良好(插页图10-23)。

# 第十一章 游离组织组合移植术

## 第一节 概 述

当前,游离组织移植技术已经在修复和重建外科中得到了广泛的应用,成为肢体显微修复与再造的一个切实可行而有效的治疗手段。

桥式交叉吻合血管游离组织移植术的成功,使受区缺乏可供吻合的血管的情况下,也可以进行游离组织移植;而游离组织组合移植技术的研究成功,又为用一般的游离组织移植不能修复的肢体组织严重缺损以及肢体复杂缺失的再造,提供了一个可行和有效的方法。

在一般游离组织移植术,受区仅用一条动脉供应血液,用一条静脉作回流通路,一次手术只能移植一个游离组织块。

下列三种情形的肢体修复和再造难以用通常的游离组织移植术进行:

- (1) 肢体缺损面大而深,用最大的组织瓣也无法覆盖。
- (2) 肢体有两种或两种以上组织缺损,需要用多个独立的游离组织予以修复。
- (3) 肢体除了需要再造缺失的某一部分之外,还要用移植游离组织的方法修复相关的组织缺损。

作者根据各供区游离组织血管蒂的解剖结构的观察和研究结果,设计出游离组织组合移植术。

其技术要点为:通过血管吻合,将两个或两个以上具有独立血管蒂的游离组织连接起来,构成一个具有共同血管蒂的组合体,再移植到受区修复组织缺损,或再造缺失肢体。这样,受区用一条动脉供应血液和一条静脉作回流通路,就可以同时移植两块或两块以上的游离组织,上面所提到的三个临床难题都可以得到满意的解决。

与传统的游离组织移植术比较,游离组织组合移植术有如下主要优点:

- (1) 多块游离组织能够在一次手术同时移植,尤其适用于大面积组织缺损和多种组织缺损的修复。
- (2) 过去无法治疗或疗效不佳而不得不考虑截肢的肢体在用了本手术方法后可望保留或恢复其功能。
- (3) 以最少的手术次数和最短的治疗时间,获得最佳的治疗效果,减轻病人痛苦及经济负担。

## 第二节 手术指征和手术方法

### (一) 手术指征

本手术方法以游离组织移植术为技术基础,故选择病人时,首先要适应游离组织移

植术的手术指征。同时还要考虑以下几点：

(1) 肢体组织缺损严重而且复杂，需要移植多个游离组织予以修复，但是受区只有一组可供吻合的血管。

(2) 接受手术的病人一般情况良好，能耐受创伤大、时间长的手术。

(3) 本手术方法在技术上要求高，手术者必须具有熟练的显微外科技术和丰富的手术经验。

## (二) 手术方法

1. 麻醉 由于组合移植时移植组织常常在身体的不同部位，而且受区和供区也常不在同一麻醉平面，手术时间特别长，术中还可能改变体位；所以，对麻醉的要求高。

连续硬膜外麻醉是比较理想的方法，能使麻醉区域内肢体的血管呈扩张状态，有利于血管吻合操作。

如果供区和受区均在下肢，可用低位连续硬膜外麻醉。

如果供区和受区分别在躯干上部和下肢，则应采用高、低位联合连续硬膜外麻醉。

如果受区在手部，可加用长效或连续臂丛阻滞麻醉。

儿童则以全身麻醉为好。

2. 皮肤消毒和铺巾 由于组合移植时手术野往往分散在身体各个部位，因此要事先计划好病人体位以及手术部位皮肤消毒和铺巾。

在通常情况下总是先上麻醉再进行皮肤消毒和铺巾，但在作双侧背阔肌肌皮瓣组合移植时，可以先取坐位消毒皮肤，再仰卧在铺好无菌巾和手术单的手术台上；然后，进行麻醉及完成其他部位的消毒和铺巾。这样做，手术中即使更换体位也不必再行消毒，手术者也不要更换手术衣。

3. 供区的选择和处理 由于我们有了桥式交叉吻合血管游离组织移植技术，受区血管是否具有可供吻合的血管，不再是进行游离组织移植的关键所在了。反之，各供区组织血管蒂是否适合于组合，则是组合移植能否实施的关键。故而游离组织组合移植术通常以切开分离供移植的组织开始为好。

根据组织缺损和肢体缺失的实际情况以及对修复和再造的治疗要求，选择供区并设计供移植组织的大小和形状。

在供区组织中，最好有一个组织的血管蒂在结构上具有可供吻合的血管分支，以便于血管组合。如果找不到这种血管分支，则可考虑用端侧吻合的方法。

大面积软组织缺损的修复，可以选用背阔肌肌皮瓣。其可切取面积大。作者做过的最大的背阔肌肌皮瓣，面积为43cm×29cm。以肩胛下血管为血管蒂，其外径在成人可达2.5 mm，可游离长度为3cm。其分支旋肩胛动、静脉可用作血管组合。

手部中等面积的软组织缺损的修复，以移植肩胛皮瓣为好。因为该皮瓣无肌肉层，所含皮下脂肪比腹部皮瓣为薄。而且供区创面多能直接缝合，只遗留线状瘢痕。切取后不损害上肢功能。

骨骼缺损的修复，以缺损长度及有否合并软组织缺损为依据，选用带血管腓骨、髂骨或者腓骨皮瓣、髂骨皮瓣。

拇、手指的再造，以带血管踇趾皮甲瓣、足趾为移植组织。足背动脉和大隐静脉为血管蒂。前者的足底深支和后者的一条分支用于进行血管组合。

供区组织用常规方法解剖和游离。尽可能将血管蒂游离得长一些。并在本干保留用于组合的动、静脉分支,至少游离 0.5 cm。

解剖好的游离组织暂不切断血管蒂,用温盐水纱布覆盖,直到受区准备完毕,再切断血管蒂,以缩短移植组织的缺血时间。

4. 受区准备 彻底切除瘢痕组织,以形成一个血供丰富的组织床,接纳移植的组织。受区周围皮肤潜行分离 3~5cm,以充分松解瘢痕引起的挛缩,便于与移植组织进行分层缝合。寻找和分离出可供吻合的动、静脉。倘若受区缺乏合格的血管,则可进行桥式交叉吻合血管游离组织移植术。

#### 5. 组合移植的主要步骤

(1) 移植组织的安置:在受区安置移植组织,除了要满足治疗要求和达到创面的填充和覆盖之外,还要注意两点:①移植组织间的相对位置要安排妥当,使用于组合的血管应彼此靠近;②选作共同血管蒂的血管要靠近受区相应血管,以便进行无张力吻合。

(2) 移植组织的固定:在血管组合操作之前,先缝合并不妨碍下一步操作的部分创面,目的在于固定移植组织,减少彼此移位和牵拉血管。如果移植组织中包含骨骼块,应先固定骨块,再进行皮肤缝合。

(3) 血管吻合:先组合移植组织血管蒂,形成共同血管蒂;再将共同血管蒂与受区动、静脉相应吻合,在作桥式交叉时则与血管供区的相应血管吻合。吻合血管要确保质量,吻合部位的张力越小越好,还要避免周围组织对吻合口的压迫。

(4) 其他组织的处理:肌腱、神经等组织的修复方法按照组织移植的一般常规进行。

在可能渗血的部位放置负压引流条,可防止血肿形成和继发感染。最后,闭合全部创面。

### (三) 术后处理

术后按游离组织移植术处理原则进行。要注意各个移植组织的血液循环情况,分别观察和记录。发现血管危象及时处理。

## 第三节 临床应用

四肢复杂的组织缺损和肢体缺失的治疗,往往需要同时移植两块或两块以上具有独立血管蒂的游离组织。如果受区只能提供一组动、静脉用于血管吻合,则须用游离组织组合移植。

本章介绍已在临床应用的八类游离组织组合移植术,着重介绍它们的手术指征和血管组合方式。

### (一) 双侧游离背阔肌肌皮瓣组合移植

1. 手术指征 用于修复肢体特大面积软组织缺损。特别适合于深层软组织缺损的填充和修复,可使肢体获得接近正常轮廓的丰满的外形。

作者体会到本手术在修复儿童下肢大面积皮肤和软组织缺损中特别有用。由于儿童处于生长阶段,广泛的软组织缺损所产生的瘢痕组织会妨碍肢体的生长,甚至继发骨骼畸形。在彻底切除瘢痕组织后,代之以双侧背阔肌肌皮瓣,修复软组织缺损,就能圆满

达到治疗目的。

2. 血管组合方式 提供背阔肌血循环的是胸背动、静脉，其为肩胛下血管的延续。

肩胛下动脉在距其腋动脉起始部大约 3cm 处发出旋肩胛动脉，其外径在成人约 2.5 mm，可游离长度约 3cm。胸背动脉在入背阔肌之前有一条分支供养前锯肌，其外径约 1.5 mm，可游离 1~2 cm。这些动脉及其伴行静脉均适合于作血管吻合，均可用于血管组合，只是旋肩胛血管外径粗一些位置高一些，更适合用于血管吻合。

双侧背阔肌肌皮瓣组合移植的血管组合方式为：一侧背阔肌肌皮瓣的肩胛下血管或胸背血管与另一侧背阔肌肌皮瓣的旋肩胛血管吻合，形成一个以另一侧背阔肌肌皮瓣血管蒂即肩胛下血管或胸背血管为共同血管蒂的移植组织组合体（图 11-1）。

## （二）游离背阔肌肌皮瓣和游离腓骨的组合移植

1. 手术指征 节段性长骨缺损，伴有大面积软组织缺损，用腓骨皮瓣不能完全修复时，需要作游离背阔肌肌皮瓣和游离腓骨组合移植。该手术方法可以达到一次手术同时修复软组织和长骨两个不同性质组织缺损的治疗目的。

2. 血管组合方式 背阔肌肌皮瓣血管蒂，即肩胛下血管及其延续胸背血管，在成人长度可达 5~9cm，动脉外径为 2.5 mm 左右，静脉外径为 3mm 左右。腓骨血管蒂的游离长度则仅为 2~3cm。故两者组合时，总是以前者的血管蒂作为共同血管蒂。换句话说，腓骨的腓血管与背阔肌的血管蒂上的旋肩胛血管相应吻合（图 11-2）。

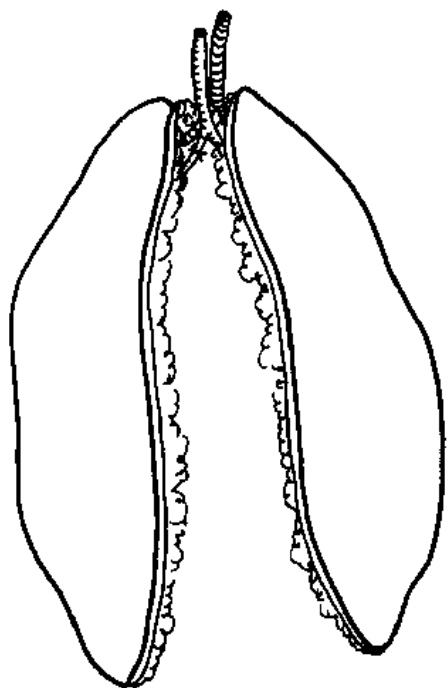


图 11-1 双侧游离背阔肌肌皮瓣组合移植

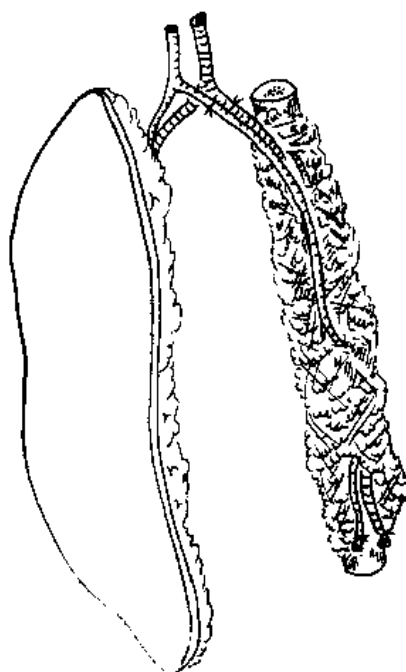


图 11-2 游离背阔肌肌皮瓣和游离腓骨的组合移植

### (三) 双侧游离背阔肌肌皮瓣和游离腓骨组合移植

1. 手术指征 节段性长骨缺损所伴有的软组织缺损,用单侧背阔肌肌皮瓣不能完全覆盖时,为本术式的手术指征。对于下肢大段长骨缺损并伴有特别广泛软组织缺损的病例,根据作者的经验,用本术式治疗,具有特别满意的治疗效果。

2. 血管组合方式 双侧背阔肌肌皮瓣的血管蒂,均要保留一组分支血管,以供血管组合之用。通常将一侧背阔肌肌皮瓣的血管蒂与另一侧血管蒂上的旋肩胛血管吻合,而这一侧背阔肌血管蒂上事先保留的旋肩胛血管或前锯肌血管则与游离腓骨的腓血管吻合,以另一侧背阔肌肌皮瓣的血管蒂作为移植组合体的共同血管蒂(图 11-3)。

### (四) 双侧游离腓骨组合移植

1. 手术指征 主要用于负重肢体的长骨大段缺损,比如长度超过 6cm 的股骨或胫骨的缺损。对于骨骼处于生长期的儿童的股骨长段缺损,用本术式治疗,能迅速恢复下肢负重功能,并促进正常的骨骼生长和防止骨骼畸形的发生。也适用于成人股骨下段或胫骨上段肿瘤切除所遗留的大段长骨缺损。

2. 血管组合方式 游离腓骨的血管蒂为腓动、静脉,这组血管伴随着整条腓骨包在腓骨肌袖之中。切取腓骨时,血管远侧断端外径仍有 2mm,适合于作血管吻合,可用于血管组合。操作时将一根腓骨上下颠倒一下,其血管蒂近端与另一腓骨血管蒂远端吻合,而以后一根血管蒂的近端作为移植组合体的共同血管蒂(图 11-4)。

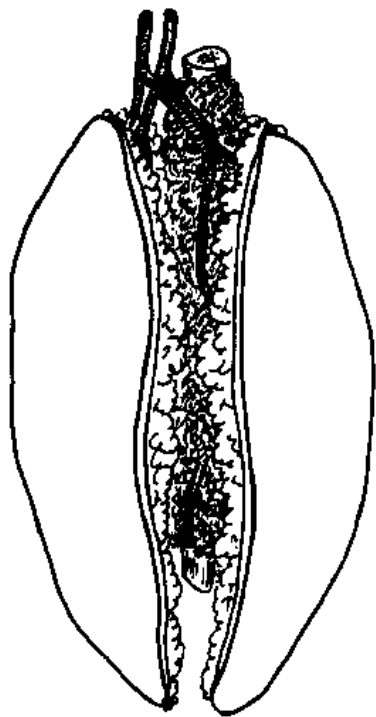


图 11-3 双侧游离背阔肌肌皮瓣  
和游离腓骨组合移植

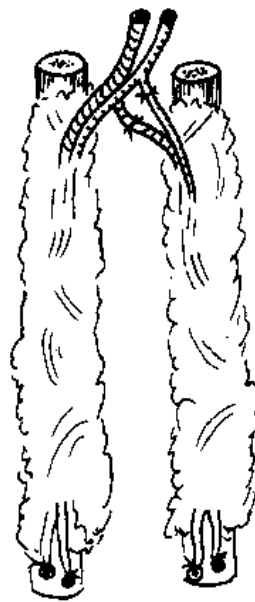


图 11-4 双侧游离腓骨组合移植  
的共同血管蒂

3. 腓骨的排列和固定 用双侧腓骨组合移植修复股骨下段肿瘤切除所造成的骨缺损时, 由于股骨残端细而胫骨残端宽, 双腓骨应呈倒“V”形排列 (图 11-5)。在肢体近侧双腓骨靠紧股骨残端, 用螺钉固定, 在远侧则分开嵌在胫骨的两个髁上。

在修复胫骨上端缺损时, 双腓骨呈“V”形排列, 即一端合并固定在胫骨残端, 另一端分开嵌在股骨的两个髁上 (图 11-6)。

用于修复长骨中段缺损时, 双腓骨并行排列 (图 11-7)。

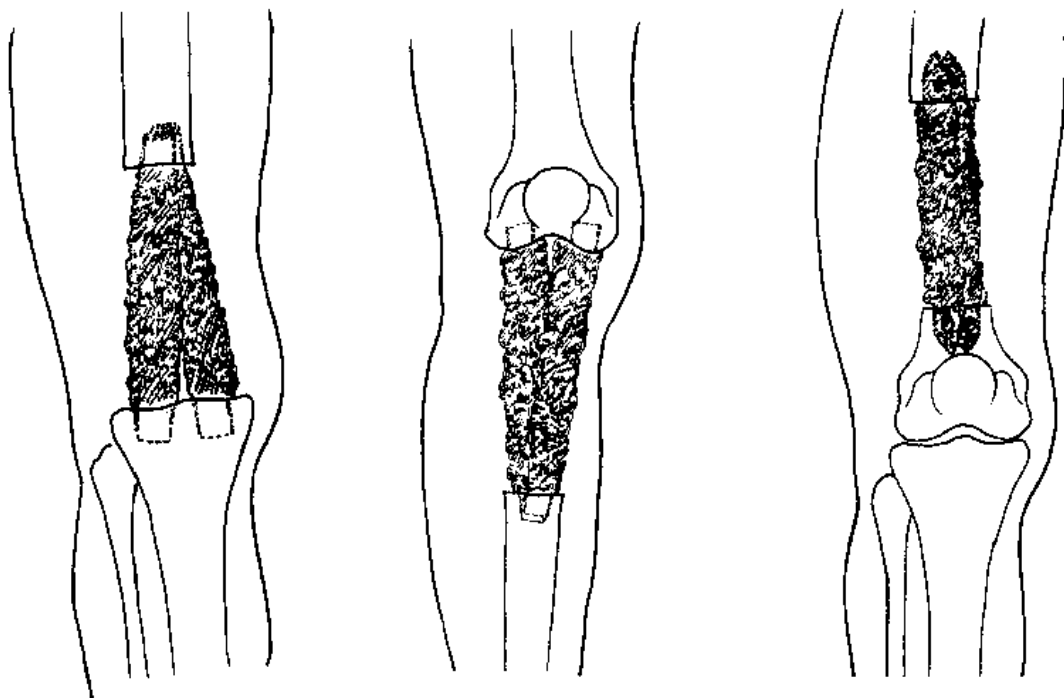


图 11-5 双侧游离腓骨组合移植, 双腓骨呈倒“V”形排列

图 11-6 双侧游离腓骨组合移植, 双腓骨呈正“V”形排列

图 11-7 双侧游离腓骨组合移植, 双腓骨平行排列

以上这些排列方式符合负重应力传递方式, 为日后重新获得理想的负重功能打好基础。

#### (五) 踇趾皮甲瓣和肩胛皮瓣的组合移植

1. 手术指征 用于拇指缺失同时伴有中等大小皮肤缺损的病例, 也适用于合并虎口、手掌和邻近部位中等大小皮肤缺损的拇指缺失, 还可用于第一掌骨中点以近平面缺失拇指的再造。

2. 血管组合方式 肩胛皮瓣的血管蒂为旋肩胛血管, 长约 4cm。踇趾皮甲瓣以足背动脉和大隐静脉为血管蒂, 前者有一足底深支, 外径约 1.5 mm, 可游离长度 0.5 cm, 适用于吻合。大隐静脉及其分支也适合血管吻合操作。

本手术方法的血管组合方式为: 旋肩胛动脉与足背动脉的足底分支吻合, 旋肩胛静脉与大隐静脉的一条分支吻合, 以踇趾皮甲瓣的血管蒂为组合体的共同血管蒂 (图 11-8)。

有时也可以以旋肩胛血管为共同血管蒂, 则应在旋肩胛血管上保留供养肩胛骨的血管分支, 供血管组合。

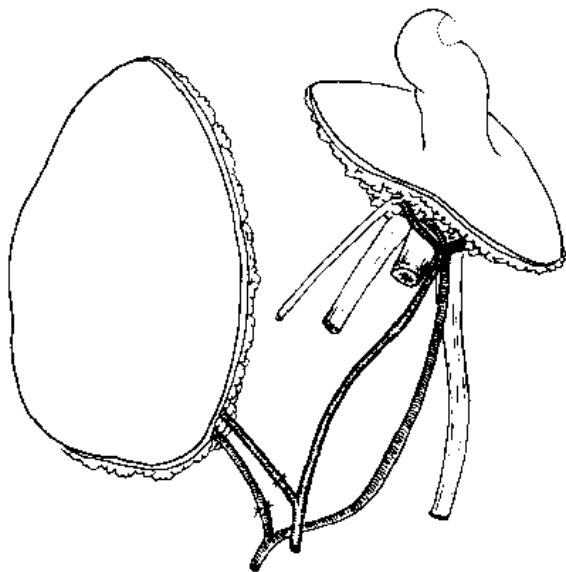


图 11-8 脚趾皮甲瓣和肩胛皮瓣的组合移植

#### (六) 背阔肌肌皮瓣和脚趾皮甲瓣的组合移植

1. 手术指征 拇指缺失所合并的软组织缺损面积大, 需要移植背阔肌肌皮瓣才能修复时, 可用本术式一期完成拇指再造和软组织修复。

2. 血管组合方式 以背阔肌肌皮瓣血管蒂-肩胛下血管为组合体的共同血管蒂, 其上面保留的旋肩胛血管用于血管组合。脚趾皮甲瓣的血管蒂比较细小, 作为共同血管蒂同时供养体积很大的背阔肌肌皮瓣不甚可靠。

该手术方法的血管组合方式为: 足背动脉与旋肩胛动脉吻合, 大隐静脉与旋肩胛静脉吻合, 从而形成以肩胛下血管为共同血管蒂的移植组合体 (图 11-9)。由于手或前臂的

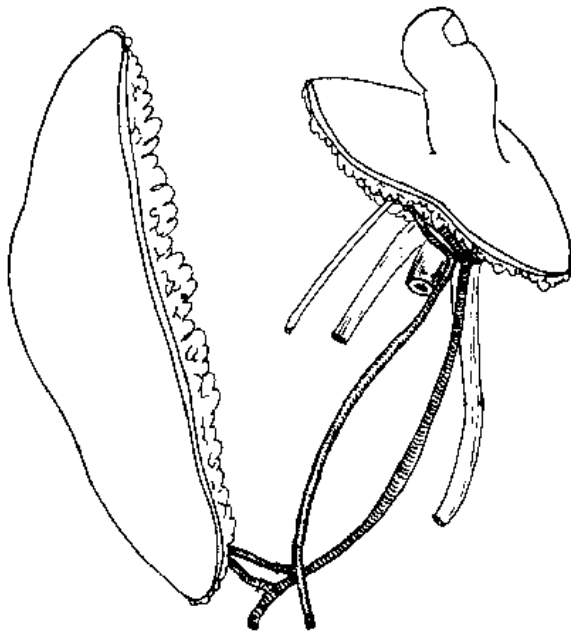


图 11-9 背阔肌肌皮瓣和脚趾皮甲瓣的组合移植



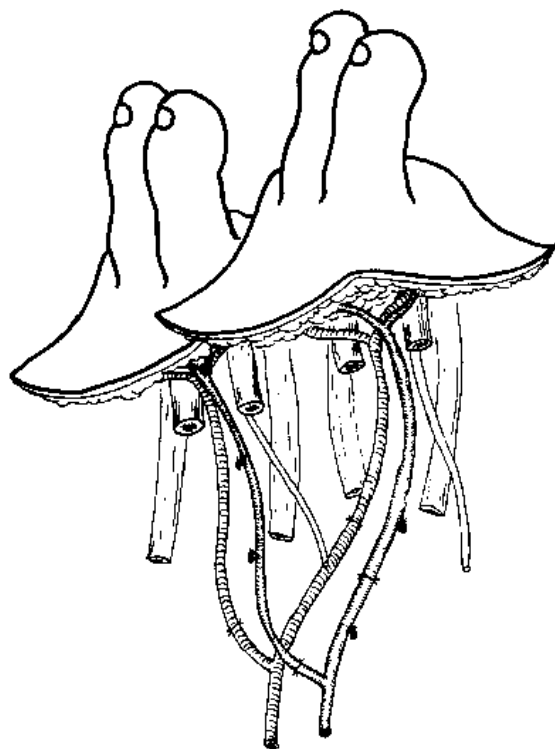


图 11-11 双足游离足趾组合移植

#### 第四节 典型病例

##### 病例一 双背阔肌肌皮瓣组合移植修复上肢广泛皮肤缺损

患者女性，21岁。右上肢严重挤压伤后发生皮肤坏死，愈合后留下广泛瘢痕（插页图 11-12）。采用双侧背阔肌肌皮瓣组合移植，为巨大的皮肤缺损创面提供充分覆盖（插页图 11-13）。修复的前臂外观令人满意，手功能也得到一定的改善（插页图 11-14）。

##### 病例二 双背阔肌肌皮瓣组合移植修复下肢大面积皮肤软组织缺损

患儿女性，8岁。3年前因车祸致左下肢挤压伤，胫骨腓骨开放性骨折伴广泛皮肤和软组织挫伤。以后由于瘢痕挛缩，踝关节僵硬于跖屈位。不能站立和步行（插页图 11-15）。

在全身麻醉下，以肩胛下血管为血管蒂，切取右侧背阔肌肌皮瓣，大小达  $30\text{cm} \times 9\text{cm}$ ，左侧背阔肌肌皮瓣，大小达  $28\text{cm} \times 11\text{cm}$ （插页图 11-16）。受区切除瘢痕后，创面达  $26\text{cm} \times 18\text{cm}$ （插页图 11-17）。

在右足足背、踝部和小腿前方作一长  $14\text{cm}$  的“S”形皮肤切口，游离出足背-胫前动脉和大隐静脉，为移植组织提供暂时血供（插页图 11-18）。双背阔肌肌皮瓣移植到位，组合血管，以右侧背阔肌肌皮瓣的血管蒂为共同血管蒂，与受区相应的血管吻合（插页图 11-19）。手术结束（插页图 11-20）。

手术后 8 周，切断皮桥（插页图 11-21）。修复效果良好（插页图 11-22），双侧上肢

能充分上举，供区功能不受影响（插页图 11-23）。

### 病例三 背阔肌肌皮瓣和游离腓骨组合移植修复小腿骨骼和软组织复合缺损

患儿女性，5岁。3个月前被汽车压伤左腿，导致胫骨及腓骨骨折，一期处理后，患肢呈进行性畸形加重，左腿比右腿短了3.5cm，小腿内侧有一片7cm×12cm大小的瘢痕组织，丧失了负重和步行功能（插页图 11-24）。X片显示胫骨缺损4cm。

患者在全身麻醉下进行手术。以左胸背部和右小腿为供区，切取20cm×9cm大小纺锤形背阔肌肌皮瓣和11cm长游离腓骨，同时，准备好受区（插页图 11-25）。

腓骨两端分别插入胫骨两端，远近两侧各用两枚螺钉固定。小腿交叉，安置好背阔肌肌皮瓣，与受区皮肤缝合并形成皮桥的底，移植组织经血管组合后，以背阔肌肌皮瓣的血管蒂为共同血管蒂，与血管供区相应血管吻合（插页图 11-26）。放置引流条后，关闭创面（插页图 11-27）。

术后8周，γ照相检查显示，移植腓骨血供良好（插页图 11-28）。术后3个月，X片显示移植的腓骨与胫骨已牢固连接（插页图 11-29）。术后18个月随访时，左下肢已完全恢复功能，移植的皮瓣耐寒能力与健侧相同（插页图 11-30）。

### 病例四 双腓骨组合移植修复股骨大段缺损

患儿女性，4岁。右侧股骨患骨髓炎2年，导致节段性骨骼缺损（插页图 11-31），有明显的假关节活动（插页图 11-32）。

患者在全身麻醉下施行手术。以腓血管为血管蒂，从双小腿分别切取腓骨，左侧为14cm，右侧为14.5cm。

在受区作18cm长的纵形切口，切除坏死骨端，直到见到骨髓渗血为止。显露并游离大隐静脉和股动脉。由于当时尚未开发单侧多功能外固定技术，故采用两枚司氏钉横穿双小腿固定患肢（插页图 11-33）。

右侧腓骨的远端插入右侧股骨骨髓腔，其近端与近段股骨内侧骨皮质紧密接触。左侧腓骨上下颠倒后，其近端插入股骨外髁髓腔，其远端则紧靠近段股骨的外侧。近段股骨及其两侧的腓骨用两根钢丝捆在一起（插页图 11-34）。两腓骨的腓静脉经血管组合后，与受区大隐静脉吻合；取下一段约长5cm的静脉，上下颠倒，其近端与组合后的双腓骨的共同动脉蒂吻合，其远端与股动脉作端侧吻合（图 11-35）。关闭创面。用一副脊柱钢板夹牢司氏钉（插页图 11-36）。

手术后2个半月，X片显示骨连接（插页图 11-37）。手术后1年半，X片显示移植的腓骨明显增粗（插页图 11-38）。修复后两下肢等长，功能良好（插页图 11-39）。

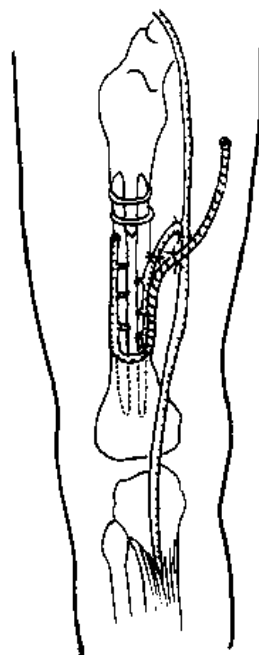


图 11-35 血管吻合示意图

## 第十二章 神经相对延长治疗全臂丛神经根损伤

### 第一节 概 述

全臂丛神经根性撕脱损伤的手功能重建治疗,迄今仍是没有完全解决的医学难题。顾玉东等将健侧颈<sub>7</sub>作为供神经,用来治疗臂丛神经根性撕脱损伤,使患肢获得一定的功能恢复率。我院于20世纪60年代开始施行上臂肿瘤切除远侧肢体再植的方法,成功地保留了患肢的肘、前臂和手的功能。作者综合上述两种技术,设计出神经相对延长治疗全臂丛神经根损伤这一新技术。技术的要点是:借助上臂短缩以获得患侧周围神经(即正中神经、尺神经和桡神经)的相对延长,以便与对侧颈<sub>7</sub>神经和同侧膈神经直接吻合,治疗全臂丛根性撕脱损伤。现已施行三例,术后经1年半以上时间的随访,患肢感觉、运动功能有所恢复,虽然丧失了肘的伸屈功能,瘫痪手的功能却获得了部分重建。

根据 Bonnel 的报告,颈<sub>7</sub>、正中、尺和桡神经的有髓神经纤维数分别平均为 23781、15915、14161 和 15954,故颈<sub>7</sub>的神经最多只能与正中神经、尺神经和桡神经中的两条神经相接。作者进行的 45 例人体尸体解剖测量和 3 例新鲜尸体模拟手术显示:在锁骨下平面切断的正中神经和尺神经,经皮下隧道与健侧颈<sub>7</sub>神经根的前、后股神经直接吻合,所需缩短肱骨的长度,男性和女性分别为  $11.9 \pm 1.6\text{cm}$  和  $11.1 \pm 1.18\text{cm}$ 。桡神经与膈神经直接吻合所需缩短肱骨的长度,男、女性分别为  $9.9 \pm 1.5\text{cm}$  和  $10.4 \pm 1.8\text{cm}$ 。因此,上臂缩短对侧颈<sub>7</sub>神经和同侧膈神经移位术在技术上是完全可行的。本方法与文献报告的方法比较,其优点在于,不需进行 20cm 左右长度的神经移植,吻合口由两个减为一个,还缩短了神经再生的距离,从理论上讲,更有利于上肢肌肉功能的恢复和重建。

由于术后双侧上肢由同一侧大脑半球支配,术后半年,本文报告的三例,健手屈曲时患手指开始有轻微动作;1 年时健手屈曲力度增大,患手的活动度也增加。经过一段时间有意识地训练患手的触觉及浅感觉,健、患两侧活动逐步分离。术后 16 个月,EMG 显示患侧拇短展肌和第一骨间肌均出现少量动作电位。术后 1 年半,桡神经运动传导速度达到正常的  $1/4$ ,2 年半后,正中神经和尺神经运动传导速度达到正常的  $1/3 \sim 1/2$ 。提供颈<sub>7</sub>供神经的健侧在术后仅有个别指指端腹侧局部感觉麻木,皮肤颜色及肌力正常。感觉麻木症状在术后 3~4 周可自行消失。

### 第二节 手术指征和手术方法

#### (一) 手术指征

单侧全臂丛根性撕脱损伤,愿意短缩患侧上臂以获得部分手功能的恢复。

#### (二) 手术方法

1. 麻醉 采用全身麻醉。

2. 体位 患者取仰卧位，用碘酒、酒精消毒，常规铺巾。

3. 皮肤切口和组织显露 在近肩关节处和鹰嘴上方 10cm 处各作一个锯齿状环形切口，在近肩关节切口切开前方皮肤，进入胸大肌和三角肌之间，在喙突上切断胸小肌、喙肱肌和肱二头肌短头的附着点，显露出臂丛和血管束。

4. 游离周围神经和血管束 在鹰嘴上方切口沿着正中神经走行方向切开皮肤、皮下组织和筋膜，充分游离正中神经、尺神经、桡神经和肱动脉。结扎血管束的分支后将血管束游离出来。在肱骨干两端寻找桡神经，切断其上臂分支，游离其干支。

5. 短缩上臂 解脱肩关节后在鹰嘴上方 10cm 处用线锯锯断。保留肱桡肌附着点，切除肱二头肌和肱三头肌。保留血管束的连续性。将肱骨残端悬吊在肩峰。缩短的长度在 20cm 左右，相对地延长了正中神经、尺神经和桡神经的长度。

6. 切断患肢周围神经和游离膈神经 正中神经在内外束交汇处切断，尺神经则在其前侧束的起始处切断，桡神经也在其起始处切断（图 12-1），在患侧颈部作“L”形切口，从胸锁乳突肌后缘入路，切开筋膜和颈阔肌，切断肩胛舌骨肌，结扎颈横血管，在前、中斜角肌之间寻找和游离膈神经。

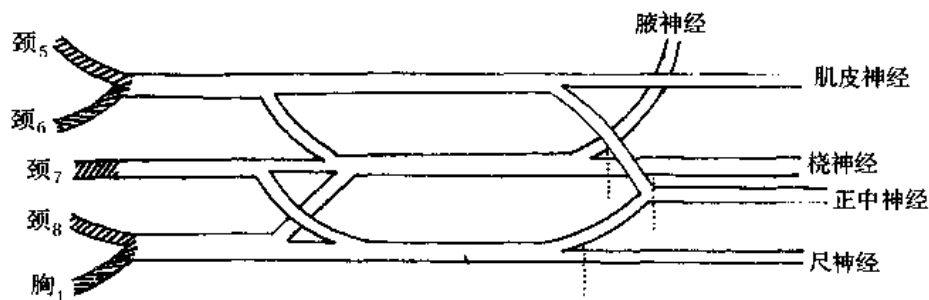


图 12-1 患肢周围神经的切断部位

7. 游离和切断健侧颈<sub>7</sub>神经干 在对侧颈部作“L”形切口，也从胸锁乳突肌后缘入路，切开筋膜和颈阔肌并切断肩胛舌骨肌，结扎颈横血管后，在前、中斜角肌表面寻找和游离臂丛神经干，分出中干，前股在合并成内侧束之前的位置切断，后股在合并成后束之前处切断（图 12-2）。

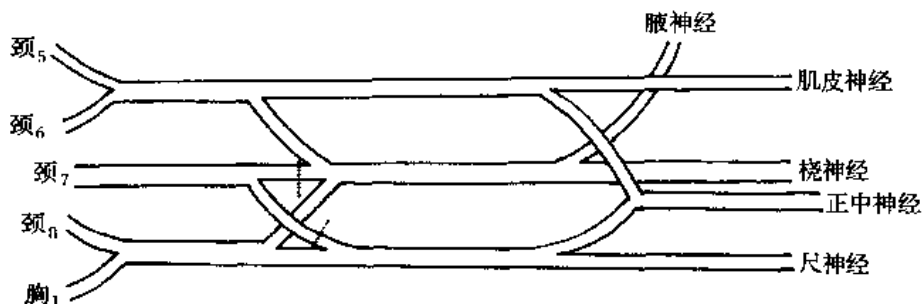


图 12-2 健侧颈<sub>7</sub>神经干切断部位

8. 神经缝接 正中神经、尺神经经皮下隧道，到达健侧颈<sub>7</sub>神经干，分别与颈<sub>7</sub>神经干的后、前股神经进行无张力的外膜直接吻合。桡神经经皮下隧道与同侧膈神经无张力

外膜直接吻合(图 12-3)。由于膈神经较桡神经为细,缝接起来有一定困难。作者先在膈神经外膜下注射一定量的等渗盐水,使膈神经扩张到其直径与桡神经的直径相接近,再进行缝接。

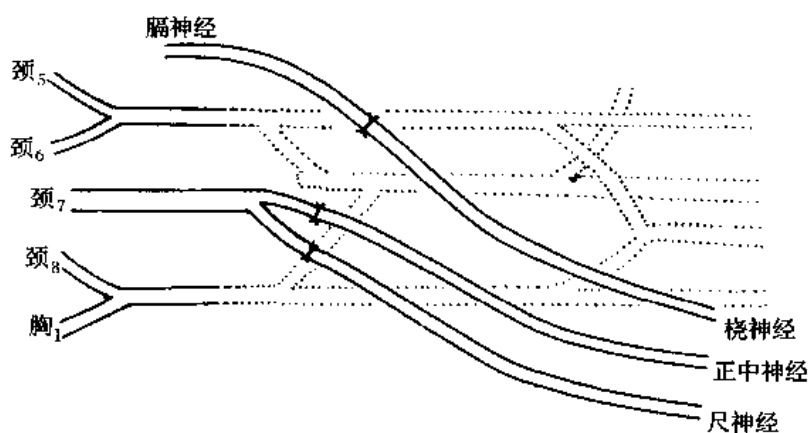


图 12-3 神经缝接

9. 固定 术毕,患肢贴胸位石膏固定。

### (三) 术后处理和随访

术后常规应用抗生素、活血化瘀药物、神经营养药物,如维生素 B<sub>12</sub>、TTFD、尼可林、脑活素、康络素等。密切观察健侧上肢的感觉及运动变化。术后 1 个月开始进行电刺激治疗。

## 第三节 临床资料

作者从 1994 年 9 月 26 日至 1996 年 7 月 9 日,采用本术式共治疗全臂丛根性神经损伤 3 例,均为男性。年龄分别为 27 岁、30 岁和 18 岁。致伤原因全部为摩托车车祸。两例为左上肢,一例为右上肢,均为撕脱伤导致全臂丛根性神经损伤。

术前检查发现:3 例患者的患侧上肢感觉功能缺失,上臂、前臂和手内部肌均有明显萎缩,肌力均为 0 级。各关节主动运动功能丧失,被动运动正常。肢端肿胀,腱反射消失,皮温下降,Horner 征阳性。

术后 3 个月肘关节以上感觉功能有所恢复,半年后健侧腕关节和手指屈曲时患手指有轻微动作,1 年时健侧腕关节和手指屈曲力度增大时,患手的活动度也随着增加,开始针刺患手时,在健侧相应部位感到疼痛。经过一段时间有意识的训练,促进其大脑支配的转换,健、患两侧的感觉和活动逐步分离。仔细观察健侧上肢,病例 1 仅出现拇指指端腹侧蚕豆大小面积的感觉麻木,病例 2、病例 3 则出现 1~3 指掌侧麻木,手指伸屈运动好,肤色正常,肌力 V 级。三例的健侧感觉麻木症状在术后 3~4 周消失。患肢术后感觉、运动功能恢复分别如表 12-1、表 12-2 和表 12-3 所示。

表 12-1 病例 1 感觉、运动功能恢复的随访

	半年	1 年	1 年半	2 年	3 年
M 尺侧屈腕肌 指屈深浅肌伸肌 (未修复桡神经)	MO	M1~2	M2~3	M3	M3~4
S 手背和手掌皮肤	SO	S1~2	S2~3	S3	S3+
Tinel	+	+	+	±	-

表 12-2 病例 2 感觉、运动功能恢复的随访

	半年	1 年	1 年半	2 年
M 尺侧屈腕肌 指屈深浅肌	MO	M1~2	M2~3	M3
桡侧伸腕肌 指总伸肌	MO	M1~2	M2~3	M3
S 手背和手掌皮肤	SO	S1~2	S2~3	S3
Tinel	+	+	+	±

表 12-3 病例 3 感觉、运动功能恢复的随访

	半年	1 年	1 年半	2 年
M 尺侧和桡侧屈腕肌	MO	M1~2	M2~3	M3
指屈深浅肌 屈拇长肌	MO	M1~2	M2~3	M3
桡侧伸腕肌 指总伸肌	MO	M1~2	M2~3	M3
肱桡肌	MO	M1~2	M2~3	M3
S 手背和手掌皮肤	SO	S1~2	S2~3	S3
Tinel	+	+	+	±

注：上述表格资料是根据英国医学研究院神经外科学会制订的标准所测定。

手内部肌的肌电图随访也出现了可喜的结果：术后 8 个月 EMG 显示患侧拇短展肌和第一骨间肌均无动作电位，16 个月 EMG 显示上述两肌均出现少量动作电位。术后 1 年半左右桡神经运动传导速度为正常的 1/4，2 年半后正中神经和尺神经均测到运动传导速度，达到正常的 1/3~1/2。病例 3 术后半年已能用恢复部分手功能的手连续写出 50 多个字（插页图 12-4）。

## 参 考 文 献

- [1] 于仲嘉. 四肢显微血管外科学. 上海: 上海科学技术出版社, 1995
- [2] 于仲嘉. 拇手指再造中供足血管异常的处理. 中华显微外科杂志, 1988, 11: 54
- [3] 于仲嘉. 复杂拇指缺失的再造. 中华显微外科杂志, 1990, 13: 136
- [4] 于仲嘉. 儿童下肢大面积软组织缺损的双背阔肌肌皮瓣修复. 中华外科杂志, 1991, 29: 192
- [5] 于仲嘉. 拇手指再造中供足血管异常的处理. 中华显微外科杂志, 1988, 11: 54
- [6] 于仲嘉, 王琰. 手缺损再造一例. 中华医学杂志, 1979, 59: 10
- [7] 于仲嘉, 何鹤皋, 汤成华. 再造手. 中华医学杂志, 1983, 63: 673
- [8] 于仲嘉, 何鹤皋, 汤成华. 跖趾游离皮甲瓣再造拇指. 中华医学杂志, 1983, 63: 750
- [9] 于仲嘉, 何鹤皋, 汤成华. 移植三趾再造手. 中华骨科杂志, 1983, 3: 323
- [10] 于仲嘉, 何鹤皋, 睦述平. 拇指再造 109 例分析. 显微医学杂志, 1985, 8: 651
- [11] 于仲嘉, 何鹤皋, 唐一声. 游离背阔肌皮瓣和带血管游离腓骨组合移植二例报告. 中华显微外科杂志, 1986, 9: 113
- [12] 于仲嘉, 何鹤皋, 曾炳芳等. 游离背阔肌肌皮瓣与腓骨移植修复皮肤: 骨骼复合缺损. 中国修复重建外科杂志, 1993, 7: 203
- [13] 于仲嘉, 汤成华, 何鹤皋. 桥式交叉游离背阔肌皮瓣移植一例报告. 中华医学杂志, 1984, 64: 309
- [14] 于仲嘉, 施时琴. 肩胛皮瓣与跖趾皮甲瓣组合移植一例报告. 中华骨科杂志, 1985, 5: 327
- [15] 于仲嘉, 姜佩珠, 睦述平等. 拇指皮甲瓣移植时受区切口的改进. 中华显微外科杂志, 1992, 15: 36
- [16] 于仲嘉, 曾炳芳, 何鹤皋. 桥式交叉吻合血管游离移植. 中华骨科杂志, 1994, 14: 322
- [17] 于仲嘉, 睦述平, 曾炳芳等. 双足第二、三趾趾移植再造四指. 中华显微外科杂志, 1993, 16: 29
- [18] 于仲嘉, 黄玉池. 有关断肢(指)再植的讨论. 中华显微外科杂志, 1994, 17: 29
- [19] 于仲嘉, 黄玉池. 先天性胫骨假关节 30 例. 上海医学, 1994, 17: 33
- [20] 于仲嘉, 黄玉池. 有关断肢(指)再植的若干问题. 中华显微外科杂志, 1994, 17: 5
- [21] 于仲嘉, 黄玉池. 桥式交叉吻合血管双侧背阔肌肌皮瓣组合移植. 现代手术学杂志, 1996, 1: 54
- [22] 于仲嘉, 黄慕洁, 张玲. 狗皮瓣血管带不同时间切断对存活的影响. 中华医学杂志, 1984, 64: 449
- [23] 于仲嘉, 黄慕洁, 张玲. 抗凝药物对狗小静脉血栓形成的抑制作用. 中华实验外科杂志, 1984, 1: 113
- [24] 于仲嘉, 虞申. 第二趾趾移植桡骨残端同时延长尺骨再造手一例. 中华显微外科杂志, 1995, 18: 279
- [25] 于仲嘉, 虞申, 睦述平等. 微型单侧多功能外固定支架在手外科的应用. 中国修复重建外科杂志, 1996, 9: 207
- [26] 李少华, 于仲嘉, 何鹤皋等. 跖趾甲瓣与第二跖趾骨、关节和肌腱的复合移植再造拇指. 中华手外科杂志, 1994, 10: 198
- [27] 陈中伟, 于仲嘉, 鲍约瑟. 足趾移植再造拇指. 中华医学杂志, 1978, 58: 341
- [28] 陈中伟, 于仲嘉, 王琰. 带血管游离腓骨移植 30 例报告. 上海医学, 1979, 2: 1
- [29] 陈绍宗. 带神经肩胛皮瓣的显微外科解剖研究. 中华外科杂志, 1988, 26: 179
- [30] 陈遥良, 沈宗文. 腓骨的血液供应. 解剖学报, 1981, 12: 13
- [31] 苗华, 尹正银. 胫骨前部的血液供应. 解剖学报, 1981, 12: 376
- [32] 杨东岳, 顾玉东. 第二趾游离移植再造拇指 40 例报告. 中华外科杂志, 1977, 15: 13
- [33] 黄玉池, 曾炳芳, 于仲嘉. 小腿组织缺损的显微外科修复. 中华显微外科杂志, 1989, 12: 180

- [34] 黄玉池, 曾炳芳, 于仲嘉. 多指缺失的显微外科再造. 国外医学, 创伤分册, 1993, 14: 39
- [35] 黄玉池, 于仲嘉. 手显微外科术后早期活动的进展. 实用手外科杂志, 1997, 11 (3): 47
- [36] 黄玉池, 于仲嘉. 手功能显微外科重建术的进展. 实用手外科杂志, 1997, 11 (4): 45
- [37] 黄恭康, 刘宗昭. 吻合旋髂深血管的游离髂骨移植. 中华外科杂志, 1982, 20: 23
- [38] 黄慕洁, 于仲嘉. 狗皮瓣异体移植的实验研究. 中华器官移植杂志, 1986, 7: 129
- [39] 潘达德. 足趾移植再造拇指、手指的若干问题. 中华显微外科杂志, 1988, 11: 14
- [40] Acland RD. Microvascular anastomosis. Surgery, 1974, 75: 185
- [41] Acland RD. The free iliac flap Plast Reconstr Surg, 1979, 64: 30
- [42] Barlett Sp. The latissimus dorsi flap. Plast Reconstr Surg, 1981, 67: 631
- [43] Barwich WJ. The free scapular flap. Plast Reconstr Surg, 1982, 69: 779
- [44] Buncke HJ, McLean DH, George PT, et al. Thumb replacement; Great toe transplantation by microvascular anastomosis. Br J Plast Surg, 1973, 26: 194
- [45] Chen ZW, Qian YQ, Yu ZJ. Extremity replantation World J Surg, 1978, 2: 513
- [46] Cobbett JR. Free digital transfer. J Bone Joint Surg, 1969, 51 (B): 677
- [47] Donski PK. Combined osteocutaneous microvascular flap procedure for extensive bone and soft tissue defects in the tibia. Ann Plast Surg, 1986, 16: 386
- [48] Gilbert DA. An overview of flaps for hand and forearm reconstruction. Clin Plast Surg, 1981, 8: 129
- [49] Fissste J. The use of the parascapular flap in midpalmar soft tissue defect. Ann Plast Surg, 1983, 10: 235
- [50] Hamilton SG. The scapular free flap. Br J Plast Surg, 1982, 35: 2
- [51] Harū K. A free transfer of both latissimus dorsi and serratus anterior flaps with thoracodorsal vessel anastomoses. Plast Reconstr Surg, 1982, 70: 620
- [52] Harū K. Combined myocutaneous flap and microvascular free flap. Plast Reconstr Surg, 1981, 68: 700
- [53] Holle J, Freilinger G, Mandl H, et al. Grip reconstruction by double toe transplantation in cases of a fingerless hand and handless arm. Plast Reconstr Surg, 1982, 69: 962
- [54] Kleinert HE, Juhala CA, Tsai TM, et al. Digital replantation. Orthop Clin N Amer, 1977, 8: 309
- [55] Leung PC. Transplantation of the second toe to the hand. J Bone Joint Surg, 1980, 62 (A): 990
- [56] Leung PC. thumb reconstruction using second-toe transfer. Hand Clin, 1985, 1: 285
- [57] Lichtman DM, Ahbel DE, Murphy RB, et al. Microvascular double toe transfer for opposable digits. J Hand Surg, 1982, 7: 279
- [58] Lister GD. Reconstruction of the hand with free microvascular toe-to-hand transfers. Plast reconstr surg, 1983, 71: 372
- [59] Morrison WA, O'Brein BM, MacLeod AM. Thumb reconstruction with a free neurovascular wrap-around flap from the big toe. J Hand Surg, 1980, 5: 575
- [60] Morrison WA, O'Brein BM, MacLeod AM. Digital reconstruction in the mulilate Hand. Ann Plast Surg, 1982, 9: 392
- [61] Morrison WA, O'Brein BM, MacLeod AM. Experience with thumb reconstruction. J Hand Surg, 1984, 9 (B): 223
- [62] O'Brien BM. Microsurgery of the Upper Extremity. J Hand Surg, 1990, 15 (A): 316
- [63] O'Brien BM, Brennen MB, MacLeod AM. Microvascular free toe transfer. Clin Plast Surg, 1978, 5: 223

- [64] O'Brien BM, MacLeod AM, Sykes PJ. Microvascular free toe transfer for digital reconstruction. *J Hand Surg*, 1978, 3: 123
- [65] Rose EH, Buncke HJ. Simultaneous transfer of the right and left second toes for reconstruction of amputated index and middle fingers in the same hand; Case report. *J Hand Surg*, 1980, 5: 950
- [66] Swanson AB. The Krukengerg Procedure in the Juvenile Amputee. *J Bone Joint Surg*, 1963, 45 (A): 276
- [67] Swanson AB. Levels of amputations of fingers and hand. *Surg Clin N Amer*, 1964, 44: 1115
- [68] Taylor GI. The free vascularized bone graft. *Plast Reconstr Surg*, 1975, 55: 533
- [69] Taylor GI. Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flap. *Plast Reconstr Surg*, 1979, 64: 595
- [70] Taylor GI, Waton N. One-stage repair of compound leg defects with free vascularized flaps of groin skin and iliac bone. *Br J Plast Surg*, 1978, 61: 494
- [71] Tsai TM. Second and third toe transplantation to a transmetacarpal amputated hand. *Ann Acad Med Singapore*, 1979, 8: 413
- [72] Tsai TM, Jupiter JB, Wolff TW, et al. Reconstruction of severe transmetacarpal mutilating hand injuries by second and third toe transfer. *J Hand Surg*, 1981, 6: 319
- [73] Wei FC, Chen HC, Chuang CC, et al. Reconstruction of a hand amputated at the metacarpophalangeal level using combined second and third toes from each foot. *J Hand Surg*, 1986, 11 (A): 340
- [74] Wei FC, Chen HC, Chuang CC, et al. Multiple simultaneous toe transfer. *Plast Reconstr Surg*, 1988, 81: 366
- [75] Wei FC, Colony LH. Microsurgical Reconstruction of Opposite Digits in Mutilating Hand Injuries. *Clin Plast Surg*, 1980, 16: 471
- [76] Wei FC, Colony LH. Microsurgical restoration of distal digital function. *Clin Plast Surg*, 1989, 16: 443
- [77] Yoshimura M. Toe-to-hand Transfer. *Plast Reconstr Surg*, 1980, 66: 74
- [78] Yu ZJ. Microvascular surgery of the extremities. Springer-Verlag first ed. 1994
- [79] Yu ZJ. Reconstruction of a Digitless Hand. *J Hand Surg*, 12 (A): 772
- [80] Yu ZJ. Combined transplantation of free tissues *Plast Reconstr Surg*, 1987, 79: 222
- [81] Yu ZJ. The use of bilateral latissimus dorsi myocutaneous flaps to cover large soft tissue defects in the lower limbs of children. *J Reconstr Microsurg*, 1988, 4: 83
- [82] Yu ZJ. Unilateral multifunctional external fixator in plantation of severed bilateral lower limbs *Chin Med J*, 1994, 107: 387
- [83] Yu ZJ, He HG. Method of Reconstruction Thumb, Index and/ or Middle Finger for Digitless Hand. *Chin Med J*, 1985, 98: 868
- [84] Yu ZJ, He HG. Thumb reconstruction with free big toe skin- nail flap and bones, joints and tendons of the second to toe. *Chin Med J*, 1985, 98: 863
- [85] Yu ZJ, He HG. Combined bilateral free latissimus dorsi skin flap transplantation *Clin Med J*, 1986, 99: 225
- [86] Yu ZJ, He HG, Tang CH. Hand Reconstruction. *Chin Med J*, 1983, 96: 243
- [87] Yu ZJ, He HG, Tang CH. Cross-bridge transplantation of the latissimus dorsi flap in one case *Clin Plast Surg*, 1983, 96: 772
- [88] Yu ZJ, He HG, Tang CH. Reconstruction of the thumb by free skin-nail flap of the big toe. *J Reconstr Microsurg*, 1984, 1: 155

- 
- [89] Yu ZJ, He HG, Tang CH. Microsurgical reconstruction of the amputated hand. J Reconstr Microsurg, 1984, 1: 161
- [90] Yu ZJ, He HG, Tang CH. Bilateral hand reconstruction (cases) J Reconstr Microsurg, 1985, 1: 253
- [91] Yu ZJ, Huang YC, YU S, et al. Thumb reconstruction in a bilateral upper extremity amputee: an alternative to the krukembg procedure. J Hand Surg 1999, 24 (A): 194.
- [92] Yu ZJ, Tang CH, He HG. Cross-bridge free skin flap transfer. J Reconstr Microsurg, 1985, 1: 309
- [93] Zhang GL. Thumb reconstruction with free rib flap and big toe nail flap. Chin Med J, 1989, 105: 114
-