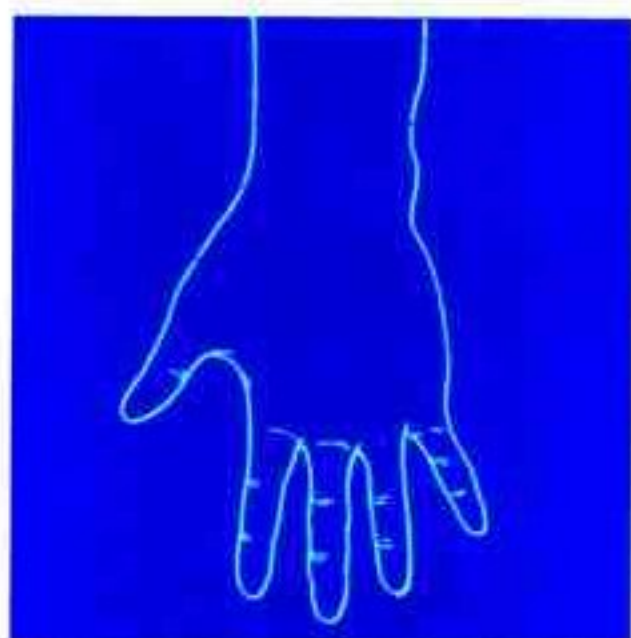
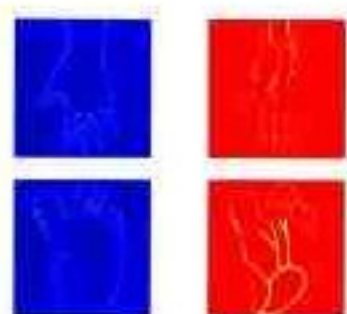


手足创伤感觉重建术

陈绍宗 主编



 人民军医出版社
PEOPLE'S MILITARY MEDICAL PRESS

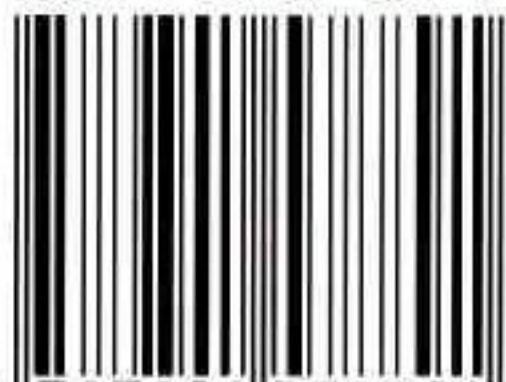


手足创伤感觉重建术

本书由第四、第一军医大学等单位整形科、骨科专家倾力合作编写，介绍了七类用于重建和修复手足创伤性感觉缺失的方法。配有100余幅黑白图片和50余幅彩色图片，生动实用、权威准确，是手足外科、整形外科、烧伤科等学科医师的理想参考书。

○责任编辑 秦素利 郭颖 ○封面设计 吴朝洪

ISBN 7-80157-889-9



9 787801 578891 >

ISBN 7-80157-889-9/R · 883

定价：19.00元

手足创伤感觉重建术

SHOU ZU CHUANG SHANG GAN JUE CHONG JIAN SHU

- 主 编** 陈绍宗 第四军医大学附属唐都医院整形科教授
- 副主编** 柳大烈 第一军医大学附属珠江医院整形外科主任 教授
- 李学拥 第四军医大学附属唐都医院整形外科主任 副教授
- 田立志 沈阳医学院附属手外科医院主任 教授
- 余 斌 第一军医大学附属珠江医院骨科主任 副教授
- 编著者** (以姓氏笔画为序)
- 石 冰 解放军 406 医院美容整形科主任 副教授
- 许龙顺 第四军医大学附属唐都医院整形科 博士
- 李跃军 第四军医大学附属唐都医院整形科 副教授
- 李望舟 第四军医大学附属唐都医院整形科 讲师
- 程 颢 第四军医大学附属唐都医院整形科 博士
- 绘 图** 陈绍宗



人 民 军 医 出 版 社

Peoples Military Medical Press

北 京

图书在版编目(CIP)数据

手足创伤感觉重建术/陈绍宗主编. —北京:人民军医出版社,
2003. 8

ISBN 7-80157-889-9

I. 手… II. 陈… III. ①手—创伤—感觉缺失—外科手术②
足—创伤—感觉缺失—外科手术 IV. R658

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 035076 号

主 编:陈绍宗

出 版 人:齐学进

策划编辑:秦素利

加工编辑:郭 颖

责任审读:余满松

版式设计:赫英华

封面设计:吴朝洪

出 版 者:人民军医出版社

地址:北京市复兴路 22 号甲 3 号,邮编:100842

电话:(010)66882586、66882585、51927258

传真:68222916,网址:www.pmmp.com.cn

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:腾达装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所发行

版 次:2003 年 8 月第 1 版,2003 年 8 月第 1 次印刷

开 本:850mm×1168mm 1/32

印 张:5·彩页 17 面 字 数:120 千字

印 数:0001~4000 定 价:19.00 元

(凡属质量问题请与本社联系,电话(010)51927289,51927290)

主编简介

陈绍宗，男，1936年12月出生，北京通州人。博士生导师，第四军医大学专家组成员。1962年毕业于第四军医大学，分配在军事医学科学院从事科研工作，1975年调入第四军医大学唐都医院，参与组建该院整形烧伤科。历任医师、助教，主治医师、讲师，副主任医师、副教授，主任医师、教授和该科主任。现为陕西省整形烧伤外科学会常务委员（原中华整形外科学会委员），陕西省康复医学会组织修复学会委员、顾问，中华整形外科杂志审稿员、实用美容整形外科杂志编委、中国临床康复杂志编委和专家委员会委员、全军临床医学专家库专家，军队医药卫生评审专家信息库专家，全军医学专业技术资格考试命题委员会委员，西安医学会医疗事故技术鉴定专家库专家。主要从事感觉功能重建及创面修复的研究，“感觉神经植入术研究”获1996年军队科技进步二等奖，完成国家自然科学基金课题一项，参与编写《手术学全集整形与烧伤外科卷》（人民军医出版社）、《整形外科学》（浙江科学技术出版社）、《现代整形外科学》（人民军医出版社）等11部专著。

内 容 提 要

本书重点介绍了目前国内外手足创伤感觉功能重建的研究进展和各种实用有效的手术方法。作者结合大量的基础实验研究和多年的临床经验,总结了血管蒂岛状皮瓣、神经血管蒂皮瓣、感觉神经移位、神经吻合等7类用于重建和修复手足创伤性感觉缺失的方法,并对每种手术方法的应用解剖、适应证、手术步骤和优缺点做了详尽论述。本书内容丰富,层次清晰,并配有大量逼真的插图,生动实用,是手足外科、整形外科、烧伤科等相关学科医师的理想参考书。

责任编辑 秦素利 郭 颖

序

中国有句古话叫“盲人骑瞎马，夜半临深池”，说的是人和马虽然能走也能跑，但因为没有眼睛，视力不行，潜在着很大的危险。人的四肢，特别是肢体末端的手和足，也具有两大主要功能，即运动功能和感觉功能。如果两种功能都完好时，不用眼睛看着，手即可以做很多事，如系鞋带、扣纽扣、从衣袋中取东西、拿水杯等；脚可以在夜间走不平的路面并保持身体平稳，上下楼梯不用低头看台阶，夜间下床时可以用脚找到拖鞋等。所以说，常把感觉功能比作手足的“眼睛”，如果手足丧失了感觉，在没有眼睛帮助的情况下不但很多事做不来，而且还时刻蕴育着“危险”，如烫伤、冻伤、创伤、握物失落、走路跌跤等。

由于神经损伤，手或足的运动和感觉功能均丧失了，但患者来看病时，总是先说“我的手或脚不能动了”，在询问下才说“还有感觉麻木”；医生给治病，虽然运动与感觉功能都同时重建，但最后如运动功能恢复较好而感觉功能恢复较差，患者和医生都能相对地感到满意。相反，如感觉恢复较好而运动较差，则患者常会觉得“白活了”，而医生也多“不好交待”。其所以如此的重要，原因之一是运动是“有形的”，感觉是“无形的”，是一种传统概念上的

偏差。

由于人群素质的普遍提高,患者对医疗要求越来越高,由于诊疗技术的不断深化,医生对疗效追求也日臻完善。神经损伤后,不但要努力重建所失去的运动功能,而且也要使感觉功能恢复得尽善尽美。

本书作者有鉴于此,开展了系列实验研究,结合自己丰富的临床经验,参阅了大量有关文献,写出了这部《手足创伤感觉重建术》专著。做到理论与实践并重,原则与方法共存,还辅以大量解剖与手术图谱,便于临床应用。

此书不但可供读者参考,指导临床工作,提高医疗水平,更可进一步造福患者,受益于人民,是一部具有前瞻性的应时佳作。

中国工程院院士 王澍寰

前言

感觉与运动是手足部位的两大主要功能,缺一不可。但以往多看重运动功能恢复而忽略感觉功能的重建,未深入认识两者之间的内在联系。现在人们已逐步认识到,感觉的丧失尤如该部位的眼睛失明,不仅会失去局部保护功能,容易受到意外损伤,而且因丧失神经营养调节功能,容易发生感染和血运问题,使创面难以愈合。创伤组织的水肿、炎症以及为了创面愈合有意无意地限制肢体运动,也必然造成关节僵硬,影响运动发挥,导致不同程度的伤残。随着我国社会经济的不断发展和生活水平的提高,人们对生活质量和创伤修复水平提出了更高要求,如舌再造术不仅要求再造舌能自由运动,还要求感觉好;乳房再造术不仅要求再造的乳房形态逼真,还要求乳头乳晕有正常感觉。目前,对于手足部位软组织损伤可供选择的修复方法已有不少,对如何重建感觉功能也有一些探索,有些已被证明是可行的,但毕竟还限于零散的报道,更重要的是现有方法尚不足以满足平时、特别是对复杂性和多样性伤情修复的需要,不利于我国创伤修复水平的整体提高。而且近年随着应用解剖学和实验科学突飞猛进的发展,又出现了一些新的令人鼓舞的手

术方法。

在这样的情况下,作者以为,与时俱进,不断创新,系统地总结和介绍这些方法,使其更好地服务于广大人民群众,并在实践中经受检验,不断去粗取精,是我们责无旁贷的义务。为此,作者在广泛阅读近年国内外有关文献资料的基础上,结合本人和单位多年从事感觉功能重建研究和创伤修复的临床经验,系统总结归纳出7类行之有效、适用于手足部位创伤后感觉功能重建的手术治疗方法。

这些方法中虽然包括相当部分皮瓣移植的内容,但与其他有关皮瓣或组织瓣的著述不同,本书不是单纯介绍皮瓣修复创面的方法,而是重点介绍这些皮瓣可以携带的皮神经及与皮瓣的解剖关系,用以满足创面覆盖和恢复感觉功能的需要。这些皮瓣都是邻近手或足的血管神经蒂、血管蒂或血管筋膜蒂岛状皮瓣,并以逆行岛状皮瓣为多。血管蒂或血管筋膜蒂岛状皮瓣的血管可能不与皮神经伴行,也可能走行方向相反,但均可将神经带入皮瓣,术者可根据创伤部位和伤情进行选择,或将两种手术方法结合应用,适应证非常广泛。

术书图文并茂,文字部分9万余字,照片55帧,线条图117帧。详细描述了适应证、手术操作过程、术中注意要点和各手术的优缺点。由于感觉重建手术常须将皮瓣上携带的皮神经与创区的神经或神经断端吻合,或是从某体表部位切取次要的皮神经植入皮瓣后再与创区神经吻合,本书在皮神经供区的选择、解剖、切取和创区皮神经或其断端的寻找方法等方面侧重总结和介绍了编著者

的经验和体会,以期为尚不十分熟悉的术者或青年医师提供参考。此外,对于感觉功能重建的重要性、当前国内对感觉功能评价和训练的方法,也做了较详细的介绍,以使读者对感觉重建问题有较全面的了解。

由于编著者业务水平有限,书中难免存在不妥乃至错误之处,诚望同道们批评指正。

陈绍宗

西安 第四军医大学

目 录

第一章 手足感觉功能重建的重要性及有关问题	(1)
第二章 常用作移植的皮神经及切取方法	(8)
一、腓肠神经	(8)
二、前臂外侧皮神经	(10)
三、股外侧皮神经	(12)
四、前臂内侧皮神经	(14)
第三章 手足创区皮神经断端的寻找	(17)
一、按皮神经的解剖分布寻找	(17)
二、按皮肤血管走行寻找	(20)
三、在正常皮肤内寻找	(21)
四、以细小神经分支作引导寻找	(21)
第四章 感觉功能重建的方法	(23)
第一节 感觉神经植入术	(23)
一、基础研究	(24)
二、感觉神经植入的手术方法	(31)
第二节 皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣	(35)
一、应用解剖	(35)
二、适应证	(37)
三、皮瓣的设计和切取	(37)
四、术中注意要点	(41)
五、优缺点	(42)



第三节 感觉神经移位术	(42)
一、适应证	(43)
二、手术步骤	(43)
三、术中注意要点	(45)
四、优缺点	(45)
第四节 运动神经与感觉神经吻合	(46)
一、适应证	(47)
二、手术步骤	(47)
三、术中注意要点	(49)
四、优缺点	(49)
第五节 神经感觉皮瓣或肌皮瓣	(49)
一、中间指节背侧皮瓣	(50)
二、手指侧方皮瓣	(52)
三、趾短屈肌肌皮瓣	(55)
四、逆行足背岛状皮瓣	(59)
五、足底皮下血管丛皮瓣	(61)
六、逆行第1跖背动脉岛状皮瓣	(64)
七、逆行小鱼际尺侧皮瓣	(66)
八、尺动脉腕上皮支皮瓣	(69)
九、骨间后动脉皮瓣	(72)
十、前臂桡侧皮瓣	(75)
十一、前臂尺侧皮瓣	(79)
第六节 神经血管蒂岛状皮瓣	(81)
一、第1趾蹼间隙皮瓣	(82)
二、跖内侧皮瓣	(86)
三、示指背侧皮瓣	(89)
四、跟外侧皮瓣	(92)
五、第2趾跖侧皮瓣或皮片	(95)
六、指掌侧推进皮瓣	(98)



七、同指指神经血管蒂推进皮瓣	(104)
八、双神经支配逆行指动脉皮瓣	(105)
九、跖侧趾蹼间隙皮瓣	(108)
第七节 带神经全厚皮片	(109)
一、带腓肠神经全厚皮片	(110)
二、带趾神经全厚皮片	(113)
第八节 端侧神经吻合术	(113)
一、基础研究	(116)
二、临床应用举例	(119)
第五章 感觉功能检查和评价方法	(133)
一、自主神经及营养功能检查	(133)
二、感觉功能检查	(135)
三、仪器检查	(137)
四、感觉功能评价	(137)
第六章 周围神经损伤修复后的康复治疗	(139)
一、药物治疗	(139)
二、物理治疗	(141)
三、作业治疗	(142)
附 彩图	

第一章 手足感觉功能重建的重要性及有关问题

以往,有的临床医生只强调运动功能的重要性,而忽视感觉功能重建的必要性,甚至认为感觉功能的好坏无关紧要。殊不知,感觉和运动都是手和足部的主要功能,缺一不可。正如手外科奠基人 Bunnell S 所说:“没有感觉,一个人很难捡起小的物体,而且常将捏持的东西脱落,所谓‘手的眼睛失明’。”我国著名专家王澍寰也指出:“……感觉好坏对肢体功能的发挥影响很大,尤其是手和手指,在某些情况下,感觉功能重要性胜于运动功能。今后,在认识上以及在临床实践中,应注意改变这种想法及做法。”王澍寰还指出:“一只运动自然而无感觉的手是一只盲手。”感觉神经的损伤不仅丧失局部保护功能和神经营养调节功能,易招致如烫伤、冻伤和碰伤等意外损伤,而且易引起感染并使创伤难以愈合,久之影响运动功能的发挥,终将造成关节僵硬和挛缩,遗留不同程度的伤残。

众多临床实践和实验研究资料显示,手或足部神经损伤后修复与否,以及用什么方法修复,感觉功能恢复的程度差异很大。在某些论文报道中,对于皮瓣供区或移植的皮肤组织感觉功能评价,常可见到类似“随着时间延长,感觉逐渐恢复”或“皮肤麻木或缺失范围逐渐缩小”等意见。这种观点的理论基础是神经侧支发芽(collateral sprouting)学说,即周围神经损伤后,邻近未损伤的神经发出侧支长入损伤神经的支配区,使该区的皮肤重新获得神经



再支配。这方面的研究已有相当长时间,而且动物和人都存在皮神经侧支再支配现象,但靠这种自然恢复感觉功能的方法重建的感觉功能程度是很有限的。Ahcan U (1998)等用临床检查、感觉神经动作电位测定、皮肤交感神经反应和茚三酮试验等方法,研究正中神经和尺神经均完全断裂、单独断裂和损伤轴突不能再生只能依赖侧支发芽的3组52例患者手掌的感觉和出汗功能,认为在正中或尺神经单独支配区,感觉和出汗功能的最后恢复不决定于未损伤神经的侧支发芽。

有研究证实,用皮片和无神经的皮瓣修复足部,其感觉恢复效果不肯定,质量差,不能区分锐性、钝性物体,针刺时无痛感,容易破溃,而且长久站立会感到疼痛。Hermanson A(1987)等用取自下肢的19个不吻合神经的游离皮瓣、肌皮瓣或肌瓣修复下肢缺损后,都出现了深压觉,10个皮瓣发生热痛觉,但无一个恢复浅感觉,真皮和表皮中均未发现神经微丝(NF)阳性感觉纤维。Bayramicli M(2000)等证明在大鼠获得神经再支配的游离肌瓣移植皮片后的感觉功能,显著优于无神经支配的皮片,但没有有髓纤维再生,只有粗感觉。感觉皮瓣(即吻合神经的皮瓣)移植后,重建感觉功能的效果无论在速度和质量上,均显著优于非感觉皮瓣。主要原因是前者再生的神经主要来源于吻合的感觉神经,从中央向周围生长扩散;而非感觉皮瓣内再生的神经,来源于受区基底和周边,只能有少数纤维通过皮瓣周边的瘢痕长入,不仅数量少,分布不均,而且细小。但是,如果受区的神经分布比较丰富,如手部,尤其是手指,创伤后用皮片修复仍可恢复较满意的功能。足底的软组织损伤和缺损无论用皮片、感觉皮瓣或非感觉皮瓣修复均可能发生破溃,皮片移植后还往往在足底正常皮肤与皮片交界处形成角化过度。因此发生破溃的原因还不仅在于有无感觉,与足底皮肤本身固有的负重机械特性和衬垫作用也有关。固有的负重机械特性、感觉和衬垫是足部皮肤耐磨耐压的3个重要因素。修复足底皮肤和软组织缺损时如能在皮肤和骨之间插入肌肉组织,不仅



可以重建衬垫,还可改善血运以及用于充填可能存在的骨髓炎死腔。此外,用皮瓣修复足的跟底部,如果皮瓣面积超过创面需要,松弛多余,也会降低皮瓣的耐磨性。

神经损伤缝合或组织瓣移植以后,常会出现定位错误和功能不佳的情况,此与手术时神经束错位或感觉神经位置变化时中枢神经系统适应不完善有关。Dyck PJ(1988)对正中神经断裂缝合及指神经血管束蒂皮瓣转移的6个患者,在术后1.8~35年进行半指触觉定位试验时,发现伤指定位虽与对侧无明显差别,但是有知觉的区域增大了。他认为这种现象的最好解释是轴突生长错误,中枢神经系统未适应。从其他手指转移到拇指的神经血管蒂皮瓣,也有长期存在的手指触觉错误定位现象。有效的治疗方法是进行感觉“再教育”(功能训练)。

感觉功能重建的程度受多种因素的影响,如患者年龄、神经损伤特点、修复方法和技巧、缝合材料、受区损伤情况、训练程度及有无神经病变(如脊髓外伤、糖尿病和慢性酒精中毒)等,但最终取决于良好的神经再生。在临床工作中除应了解上述内容外,还应关注以下问题:

1. 拟行神经移植者,应注意神经供体的选择 应尽量选择神经束数量和外径与待修复的神经相似且束间纤维结缔组织较少者。大多数皮神经尤其是靠近末端者常呈扁圆形,神经束数量少,而束间结缔组织疏松,很容易松散,切取时操作宜轻柔。前臂外侧皮神经移植体是修复指神经的最佳选择,前臂内侧皮神经也较适合。优良的缝合技巧,准确的神经束对位以及无生理性张力,无疑也是必要的。此外,受损神经的显露和游离长度不宜过大,只要满足操作需要即可。有实验证实,对大鼠的坐骨神经进行游离,造成神经缺血,可导致神经轴浆运输显著减慢(实验侧速度为 $3.85 \pm 0.07 \text{ mm/h}$,对照侧为 $5.15 \pm 0.22 \text{ mm/h}$),提示临床手术时应尽量保护神经的外血管系,以防止因影响神经纤维的轴浆运输而影响再生。



2. 神经修复后其远段可能发生受压(entrainment)现象

Schoeller T(1998)等发现,无论是创伤还是因施行显微外科手术造成神经损伤,在神经修复后的再生阶段,在修复部位远侧易发生亚临床的受压情况。这种情况与神经微循环紊乱、水肿和神经容量增加有关,也会严重影响神经再生。可在神经缝合时进行预防性减压,术后则应进行随诊和电生理检查,必要时对远侧受压的神经进行减压。

3. 感觉皮瓣本身和受区血运要有保证 神经再生要在充分的血运条件下才能完成,因此彻底切除受区瘢痕组织,保证充分的血运对神经再生十分必要。同样,感觉皮瓣本身的血运情况对神经再生也有重要影响。Ranne JO(1999)等在大鼠腹股沟皮瓣愈合后 20 周,对感觉神经用降钙素基因相关肽抗血清染色,对肾上腺能神经用神经肽 Y(NPY)染色,证明动脉缺血,尤其是静脉缺血,能显著影响皮瓣的神经再支配,静脉缺血时实际检测不出再生的神经。从而得出结论:充分的血流对皮瓣的感觉和肾上腺能神经再支配非常重要。

4. 注意选择皮片(皮瓣)供区、皮片厚度和移植方法 临床和实验研究表明,皮片(皮瓣)的供皮部位和厚度,会影响感觉恢复的结果。Wei β-Becker(1998)还发现,中厚皮片移植在肌肉筋膜上感觉恢复要比移植在肌肉上好。王澍寰(1993)系统回顾了北京积水潭医院手外科成立早期,用中厚或全厚皮片、手部的一些小皮瓣(如推进、邻指和岛状皮瓣等)、交臂皮瓣及胸腹部皮瓣修复指端缺损的远期疗效,包括颜色、皮下组织多少、出汗情况、质地、温度和感觉。其中对感觉的检查包括一般触觉、疼痛和质地感觉,前者是用针刺和触压,后者是辨别尖圆、鉴别棉布与呢绒、橡皮与木块、金属与木质。发现邻指皮瓣在感觉恢复、外观、温度、出汗、质地和功能方面都较其他方法为优。其次是皮片移植,虽质地和感觉稍差,但其温度、外观和使用方面均较好,而且手术操作较简单。鱼际皮瓣皮肤质量较好,但其供区常遗留疼痛瘢痕和伤指关节伸直障碍。



臂部皮瓣的各项疗效指标都劣于邻指皮瓣和皮片,尤其具有明显质脆易破和触痛废用的缺点,前臂皮瓣在外观和感觉恢复方面似较上臂皮瓣稍好。作者主张凡创面基底条件较好,可以接受皮片移植者,尽量采用厚中厚或全厚皮片,因为这些皮片含有感觉小体;如基底条件不能接受皮片移植,或虽可勉强接受皮片移植,但已接近骨质,或因职业需要经常受到较重摩擦者,宜选用邻指皮瓣或手背、指背的岛状皮瓣,而且尽可能皮瓣上带有与受区感觉神经支吻合的神经。

Waris T(1982)用乙酰胆碱酯酶染色,观察9个患者术后3周所移植的各种厚度皮片中的神经再生情况,发现全厚或厚中厚皮片中毛囊、立毛肌和汗腺能够获得良好的神经再支配。Wada H和Mihara K(1989)在检查移植到手掌的皮片神经再生情况时,发现一个来自足底的中厚皮片内有许多再生的触觉小体,并推荐用这种皮片修复手指。Lin SD(1991)等也证明皮片移植后1~2个月即可获得神经再支配。以上学者都认为,皮片移植后神经再支配的程度与受区的神经分布情况密切相关,受区神经分布越丰富,皮片神经再支配的程度越好,皮片中的感觉形式(type)决定于受区,移植床和周围组织的情况(如有无纤维化和瘢痕组织)控制着神经再支配是否成功。Dykes RW(1979)等也说,移植的皮肤中感觉神经再生能力可达到受区的水平,但感觉形式也变为受区的形式。可见,皮片和移植床有良好的神经支配对皮片获得神经再支配是非常重要的。

参 考 文 献

- 1 王澍寰, 指端植皮的选择与晚期疗效, 中华手外科杂志, 1993; 9(2): 67—69
- 2 王澍寰, 我国周围神经外科的现状与努力方向, 中华外科杂志, 1998;



- 26(8):449—450
- 3 王澍寰. 皮肤感觉功能的组织结构及康复. 中华手外科杂志. 1993;9(2):97
 - 4 高永华, Gibeault JD. 吻合和不吻合神经的游离皮瓣感觉神经再生的实验研究. 中华整形烧伤外科杂志. 1990;6(3):217—218
 - 5 顾玉东. 关于手部创伤治疗的几点意见. 中华外科杂志, 1984;22(4):193—194
 - 6 薛景风, 张 炎, 张 昆. 大鼠坐骨神经局部缺血对其轴浆运输的影响. 解剖学杂志, 1998;21(4):325—328
 - 7 Hermanson A, Dalsgaard C J, Arnander C, *et al.* Sensibility and Cutaneous reinnervation in free flaps. *Plast Reconstr Surg*, 1987;79(3):422—427
 - 8 Jeng S F, Wei F C. Classification and Reconstruction options in foot plantar skin avulsion injuries. *Plast Reconstr Surg*, 1997;99(6):1695—1703
 - 9 Lin S D, Chou C K, Yang C C, *et al.* Reconstruction of plantar heel defect using reinnervated, skin-grafted flexor digitorum brevis flap. *Br J Plast Surg*, 1991;44(2):109—112
 - 10 Potparic Z, Rajaci N. Long-term results of weight-bearing foot reconstruction with non-innervated and reinnervated free flaps. *Br J Plast Surg*, 1997;50(3):176—181
 - 11 Ranne JO, Lahteenmaki PT, Vaalasti A, *et al.* Adequate blood flow is essential for reinnervation in neurovascular skin flaps. *Scand J plast Reconstr Hand Surg*, 1999;33(1):7—12
 - 12 Wada H, Mihara K. Nerve endings in palm skin grafts. *Ann plast Surg*. 1989;22(6):461—466
 - 13 Dyck PJ, Lambert EH, Wood MB, *et al.* Assessment of nerve regeneration and adaptation after median nerve reconstruction and digital neurovascular flap transfer. *Neurology*. 1988;38(10):1586—1591
 - 14 Waris T, Rechardt L, Doc, *et al.* Reinnervation of human skin grafts: A histochemical study. *Plast. Reconstr. Surg*, 1982;72(4):439—445
 - 15 Schoeller T, Otto A, Wechselberger G, *et al.* *Br J Plast Surg*, 1998;51(3):227—230

- 16 Dykes RW, Terzis Jk, Strauch B. Sensations from surgically transferred glabrous skin; Central versus peripheral factors. Canadian. J of Neurological Sciences, 1979; 6: 437
- 17 Weiß Becker C, Fruhstorfer H, Friederich HC, *et al.* Reinnervation of split skin grafts in humans; Comparison of two different methods of operation. Scand. J. Plast Reconstr. Surg Hand Surg, 1998; 32(2): 157—162
- 18 Stevenson TR, Greene TI, Kling TF. Heel reconstruction with the deep circumflex iliac artery osteocutaneous flap. Plast Reconstr Surg, 1987; 79(6): 982—986
- 19 Ahcan U, Arnez ZM, Bajrovic F, *et al.* Contribution of collateral sprouting to the sensory and sudomotor recovery in the human palm after peripheral nerve injury. Br J Plast surg, 1998; 51(6): 436—443
- 20 Rautio J Resurfacing, sensory Recovery of the sole. Clin Plast Surg, 1991; 18(3): 615—626

第二章 常用作移植的皮神经及切取方法

一、腓肠神经

腓肠神经(sural nerve)长 25~35cm,由胫神经在膝关节平面稍下方腓肠肌两头间发出,分布于小腿的后外侧。在小腿上半部位于深筋膜下,分支少;在小腿下 1/3 或中、下 1/3 交界处穿出深筋膜至皮下,与小隐静脉伴行,继续走向外踝和足外侧缘(图 2-1)。腓肠神经解剖较为恒定,但也有少数变异,按其组成为不同的型。付志良等按国人资料将腓肠神经分为 3 种类型:第 1 型腓肠神经由胫神经的腓肠内侧皮神经与腓总神经的腓神经交通支形成,约占 81.5%;第 2 型单独由腓肠内侧皮神经形成,腓神经交通支可存在或缺如,约占 13.3%;第 3 型单独由腓神经交通支形成,腓肠内侧皮神经可以存在,但未达小腿下端,或完全缺如,约占 5.2%。国人资料还显示,具有腓神经交通支者占 79.3%,分为 4 型:甲型,交通支与腓肠外侧皮神经共干起自腓总神经(49.3%);乙型,交通支为腓肠外侧皮神经的终末支(21.9%);丙型,腓肠外侧皮神经由腓神经交通支发出(16.0%);丁型,腓肠外侧皮神经和腓神经交通支分别由腓总神经发出(12.8%)。腓肠神经为扁平状,横径 3.3mm(朱盛修报道为 2.93mm),前后径 1.4mm,主干有 4~5 个束,束间疏松组织较多。

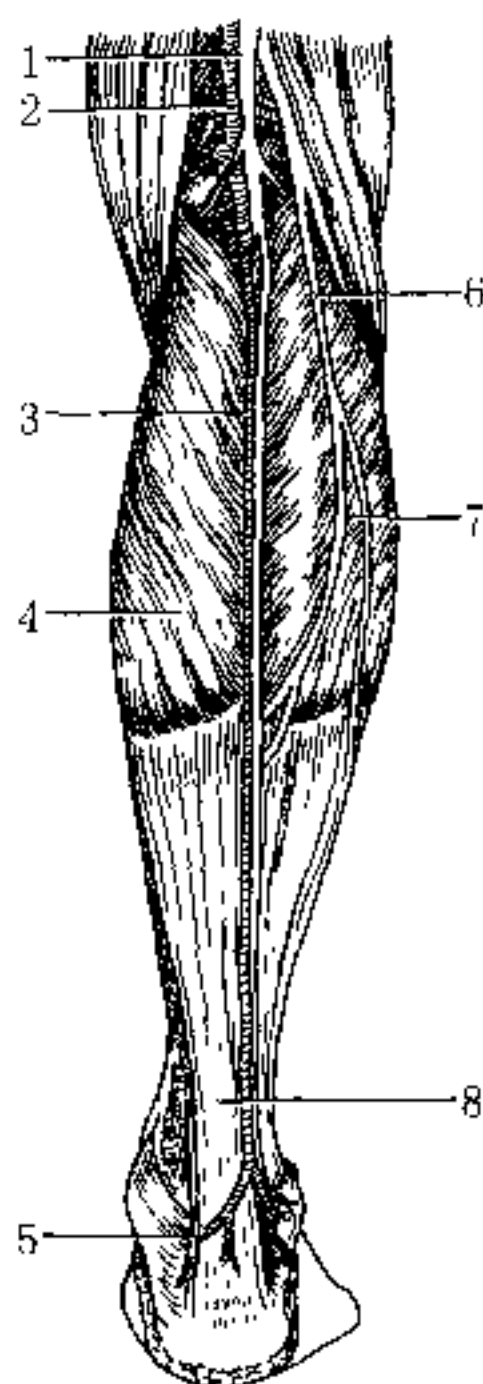


图 2-1 腓肠神经解剖

注:1. 胫神经;2. 腘静脉;3. 小隐静脉和腓肠内侧皮神经;4. 腓肠肌内侧头;5. 胫神经;6. 腓肠外侧皮神经;7. 腓神经交通支;8. 跟腱

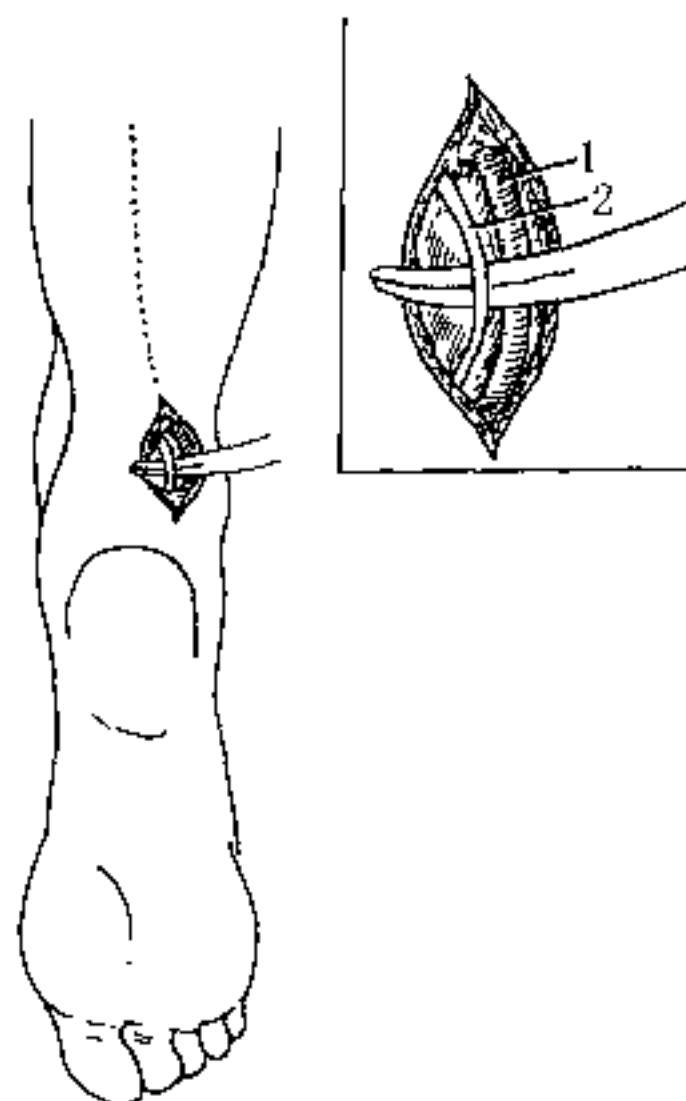


图 2-2 腓肠神经切取

注:1. 小隐静脉;2. 腓肠神经

神经移植体切取:局部浸润麻醉,不上止血带,在外踝后方做1~2cm长纵行皮肤切口,分开皮下组织,以小隐静脉作为标志在其附近找到腓肠神经(图2-2、2-3)。根据统计,腓肠神经位于血管外侧者占56%,在内侧者占22%,在其深面者占12%。沿神经通路向近侧延长皮肤切口,按需要长度切取神经(图2-3),切取长度应比实际缺损长度长15%。取下的移植体尽快用等渗生理盐水纱布包裹备用。神经移植前应去除其外面多余的脂肪和结缔组织。

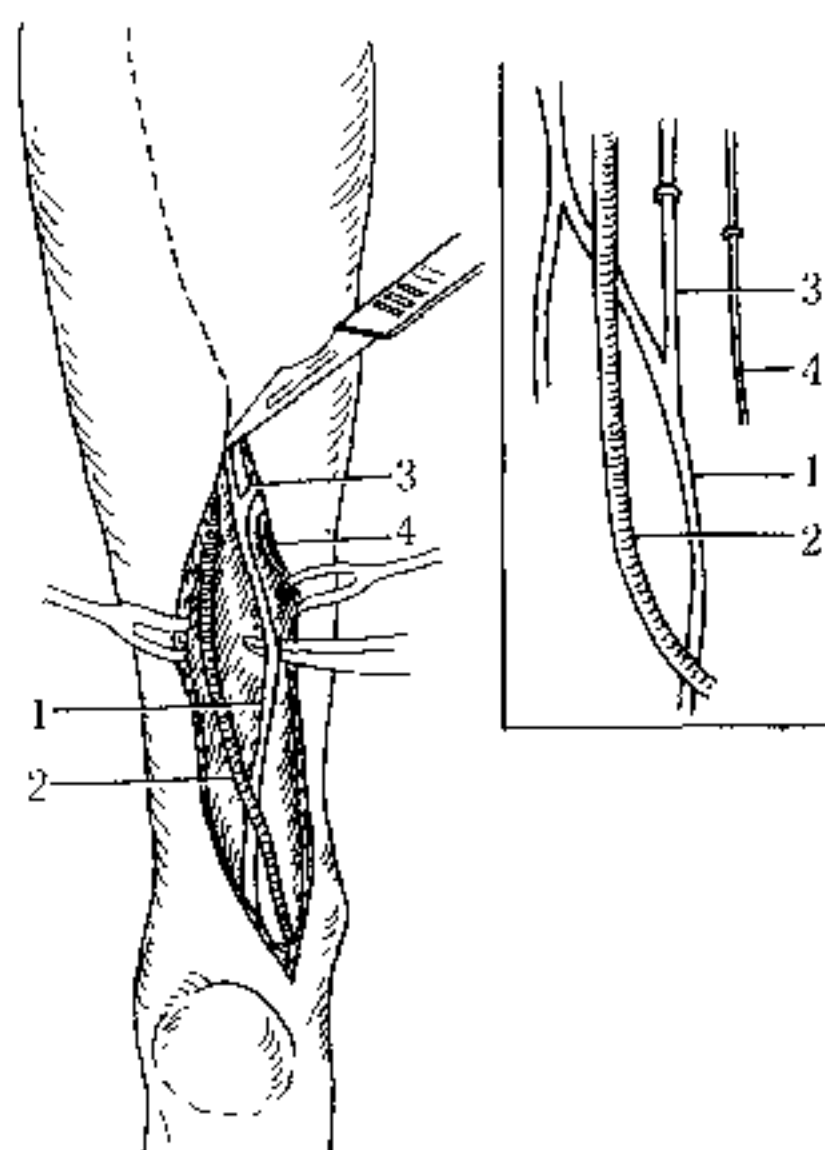


图 2-3 扩大皮肤切口,游离腓肠神经

注:1. 腓肠神经;2. 小隐静脉;3. 腓肠神经交通支;4. 腓肠外侧皮神经

二、前臂外侧皮神经

前臂外侧皮神经(lateral antebrachial cutaneous nerve)发自第5、6颈神经,为纯感觉神经,是肌皮神经的续行段(肌皮神经表面投影线为喙突与肱二头肌外侧沟的连线)。前臂外侧皮神经主干位于肱二头肌腱外侧,肱桡肌浅面,其起点在前臂近侧肘正中静脉和头静脉之间较易找到。该神经在前臂外侧距肘纹约3~5cm处分为前、后两支,分别在前臂外侧份的前、后面下行。前支在腕部与桡神经浅支间有交通,延伸至鱼际;后支较小,经肱骨外上髁前方下行,常止于腕部,亦可与桡神经浅支及前臂后侧皮神经下部交通,延伸至手背外侧(图2-4)。Tank MS(1983)对10个患者的

指神经和前臂外侧皮神经神经束的量、截面积及实际神经束占神经干截面的百分比进行比较研究,发现两者基本相同或非常接近,认为是修复指神经的最适供体。因为神经束数量,指神经最少 4,最多 13,前臂外侧皮神经最少 4,最多 9;神经束截面积,指神经 $(36.66 \pm 11.47) \times 10^{-6} \text{m}^2$,前臂外侧皮神经为 $(34.68 \pm 9.49) \times 10^{-6} \text{m}^2$;神经干横断面积,指神经 $(148.19 \pm 5.56) \times 10^{-6} \text{m}^2$,前臂外侧皮神经 $(132.04 \pm 36.1) \times 10^{-6} \text{m}^2$;实际神经束占整个神经干的百分数,指神经 $26.2\% \pm 6.34\%$,前臂外侧皮神经 $26.7\% \pm 5.33\%$ 。

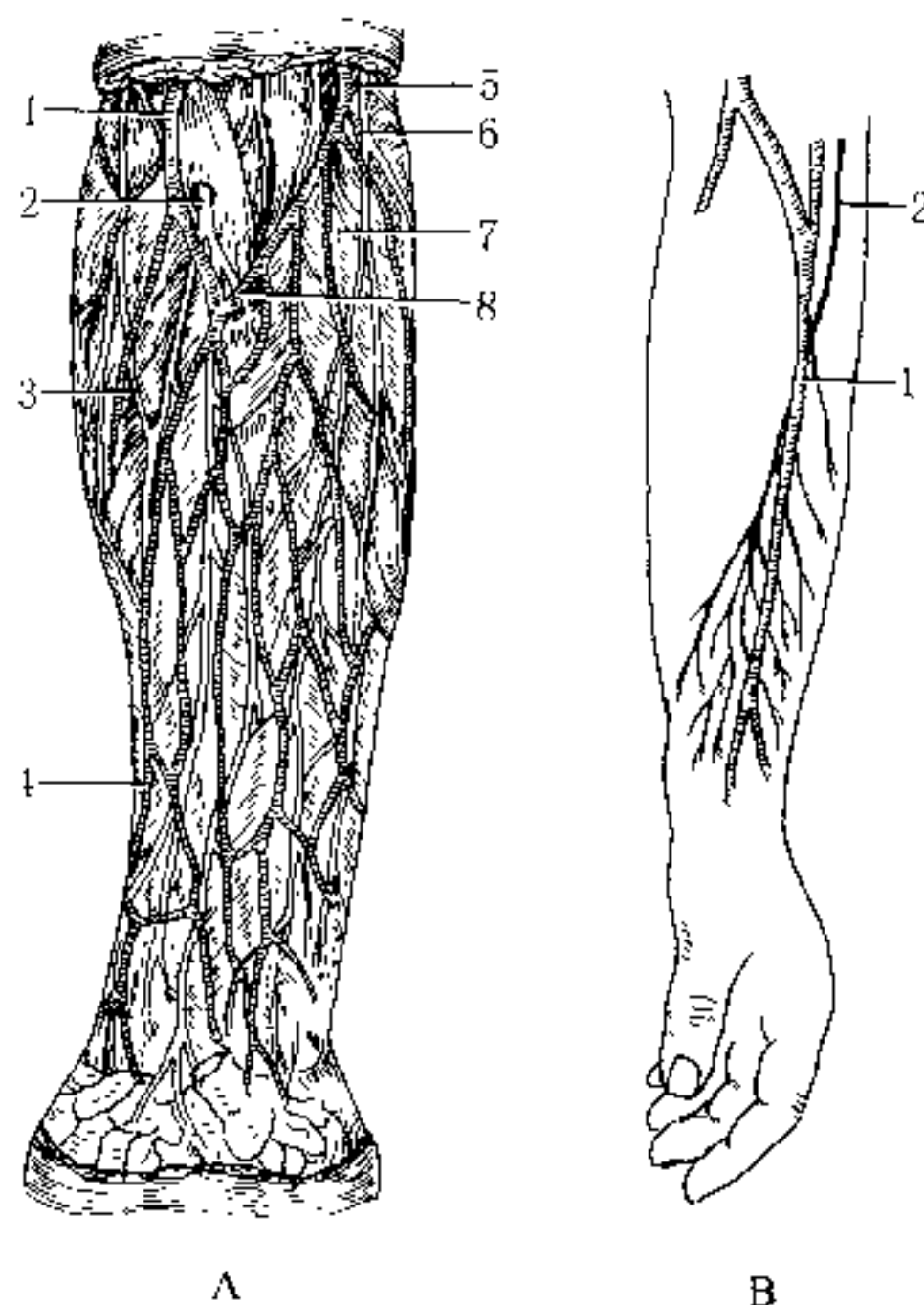


图 2-4 前臂外侧皮神经解剖

注:1. 头静脉;2. 前臂外侧皮神经;3. 前臂后侧皮神经;4. 头静脉;5. 贵要静脉;6. 前臂内侧皮神经;7. 肱二头肌腱膜;8. 肘正中静脉(B图引自:Plast Reconstr Surg,1994;93:1352)

神经移植体切取：前臂外展旋前位，局部浸润麻醉。沿肘窝肱二头肌腱外侧沟稍外方，向前臂桡侧做 4~6cm 纵行或“S”形切口，在切口两侧深筋膜浅面，肘正中静脉和头静脉之间，找到该神经(图 2-5、2-6)。为减少供区麻木范围，可只切取前臂外侧皮神经的分支而不取主干。该神经主干内神经束的束型和数量与指神经相近，为 4~9 个束，外径比指神经略大。据文献报道，切取该神经后，麻木区域位于前臂中段的前外侧，最大面积约 15cm×6cm，术后 8 个月麻木区面积可缩小一半。做神经植入时，神经移植体末端可携带细小分支和一些周围组织，以增加再生神经末梢的数量。

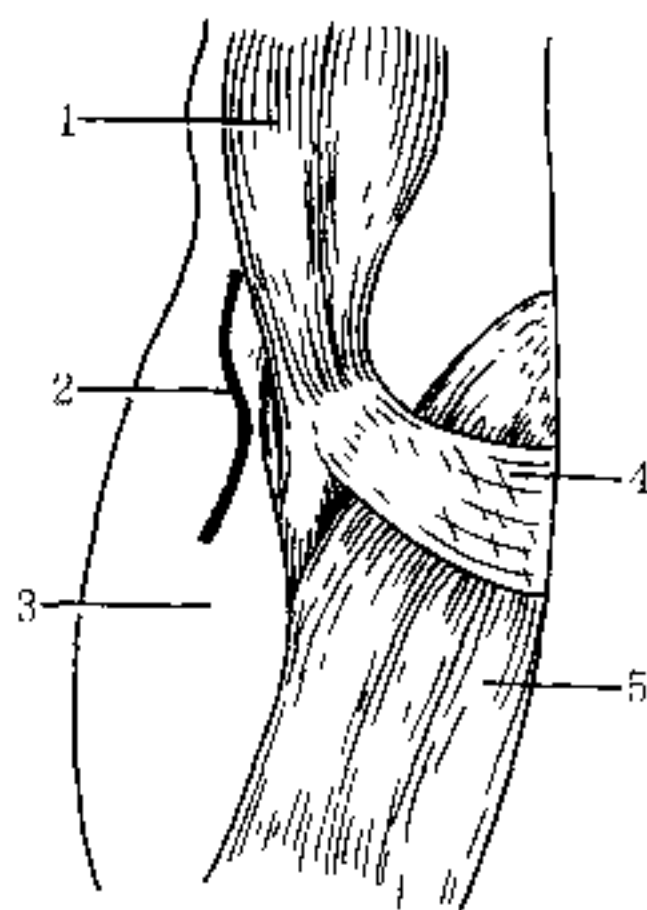


图 2-5 切取前臂外侧皮神经

注：1. 肱二头肌；2. 皮肤切口；
3. 肱桡肌；4. 肱二头肌腱膜；
5. 桡侧屈腕肌

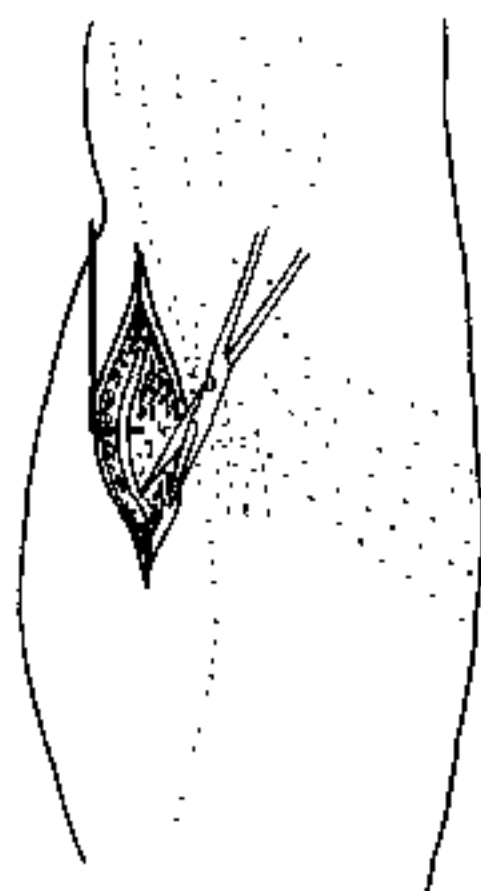


图 2-6 游离前臂外侧皮神经

三、股外侧皮神经

股外侧皮神经(lateral femoral cutaneous nerve)发自第 2、3

腰神经的后股,由腰大肌外缘向下跨过髂窝,在髂前上棘内侧 $0.9 \pm 0.5\text{cm}$ 处穿过腹股沟韧带下缘深面至股部,初位于阔筋膜深面,在腹股沟韧带外侧端下方 $2.5 \sim 5\text{cm}$ 处分别穿出阔筋膜。大约在髂前上棘下 $5 \sim 10\text{cm}$ 处,分成前、后两支,前支紧依髂髌线(髂前上棘至髌骨的连线)下行(最远距此线 0.5cm),分布于大腿前外侧,直至膝关节的皮肤,其起始处横径为 $2.2 \pm 0.5\text{mm}$;后支分布于股后侧面及臀外侧下份的皮肤(图 2-7)。

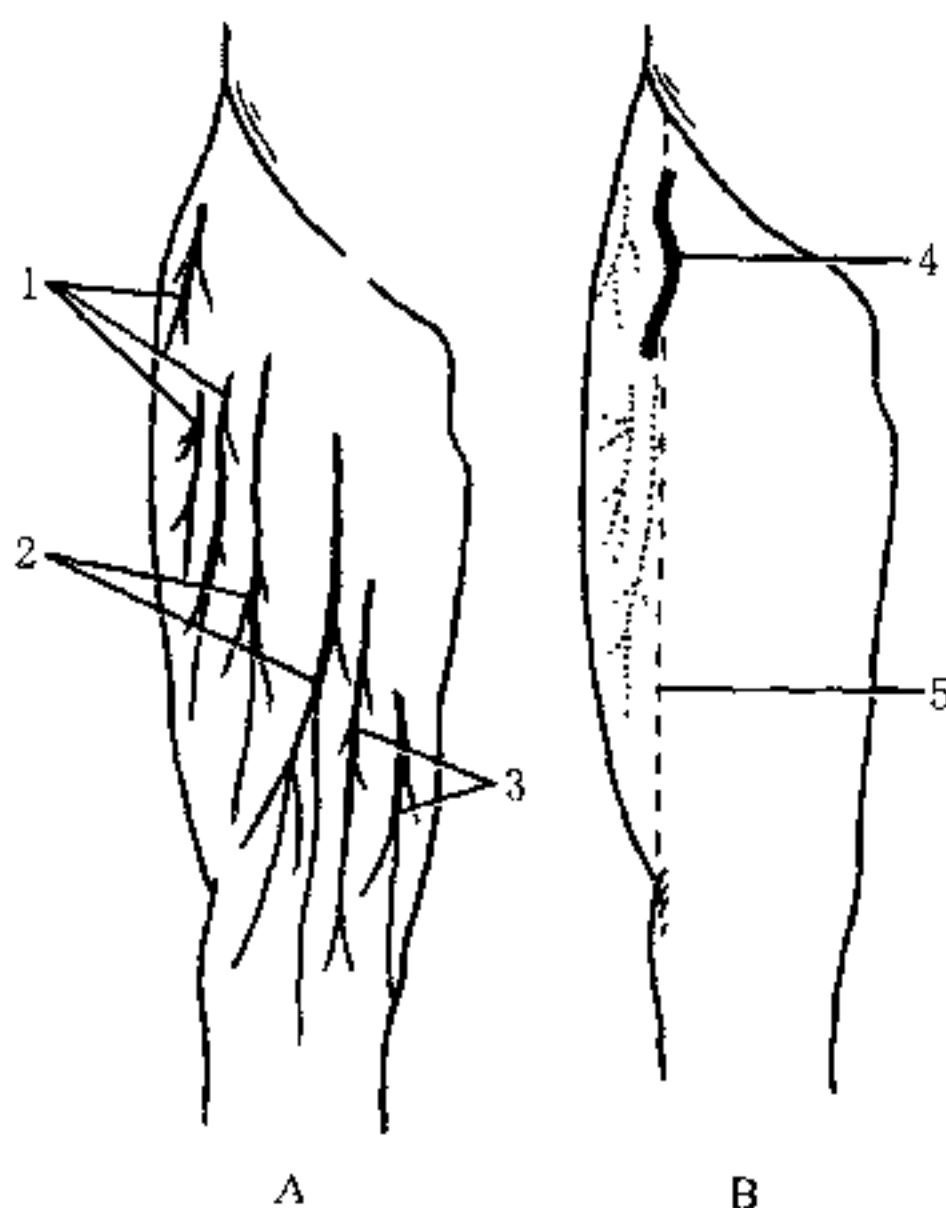


图 2-7 股外侧神经解剖及切取

注:A. 股前部皮神经分布;B. 股外侧皮神经分布;1. 股外侧皮神经;
2. 股中间皮神经;3. 股内侧皮神经;
4. 切口;5. 髂髌线

神经移植体切取:沿髂髌线自髂前上棘下方约 $5 \sim 10\text{cm}$ 处向



远侧做纵行或“S”形切口,分离皮下组织,在切口两侧(距髂嵴线0.4~1.0cm范围内)皮下脂肪深层寻找该神经。按需要向近侧或远侧延长切口,并按所需神经长度和外径切取神经主干或其分支。向近端解剖神经时,须从神经在阔筋膜的穿出点向近侧切开,在其两层之间解剖。因该区皮下脂肪组织较厚,寻找神经时应耐心仔细,凡皮下组织中的细小神经勿轻易切断,可作为线索顺之寻找主干。股外侧皮神经的前、后分支虽较细,但束间排列尚致密,适用于修复指神经,而且供区较隐蔽者。

四、前臂内侧皮神经

前臂内侧皮神经(medial antebrachial cutaneous nerve)发自第8颈神经和第1腰神经,96%以上是以主干或与臂内侧皮神经共干起自臂丛内侧束。其主干沿肱动脉浅面向下,于上臂中、下1/3交界处(肱骨内上髁上方4cm)与贵要静脉一同穿出深筋膜浅居皮下。神经主干多位于贵要静脉的前方,偶有位于其后方。到肘下方,该神经分为前、后两支,前支沿前臂屈肌表面走行,支配前臂内侧前面至腕部的皮肤;后支穿过屈肌上部,支配前臂后侧的尺侧面。两支分别位于贵要静脉的两侧(图2-4A,图2-8)。

该神经主干长度为8~19cm(或10~20cm),分支长度各为6~13cm,穿出深筋膜处主干横径平均2.6mm(朱盛修报道2.82~3.40mm),厚度1.35~1.10mm。

神经移植体切取:于上臂内侧中点附近做纵行皮肤切口,逐层切开,以贵要静脉走行为标志,在深筋膜平面寻找前臂内侧皮神经主干。向远侧延长切口,按所需移植神经的长度和外径,切取神经主干或其一个分支。该神经主干内包括神经束4~6个,神经束直径最大为0.94mm。术中注意勿与臂内侧皮神经混淆(图2-8)。

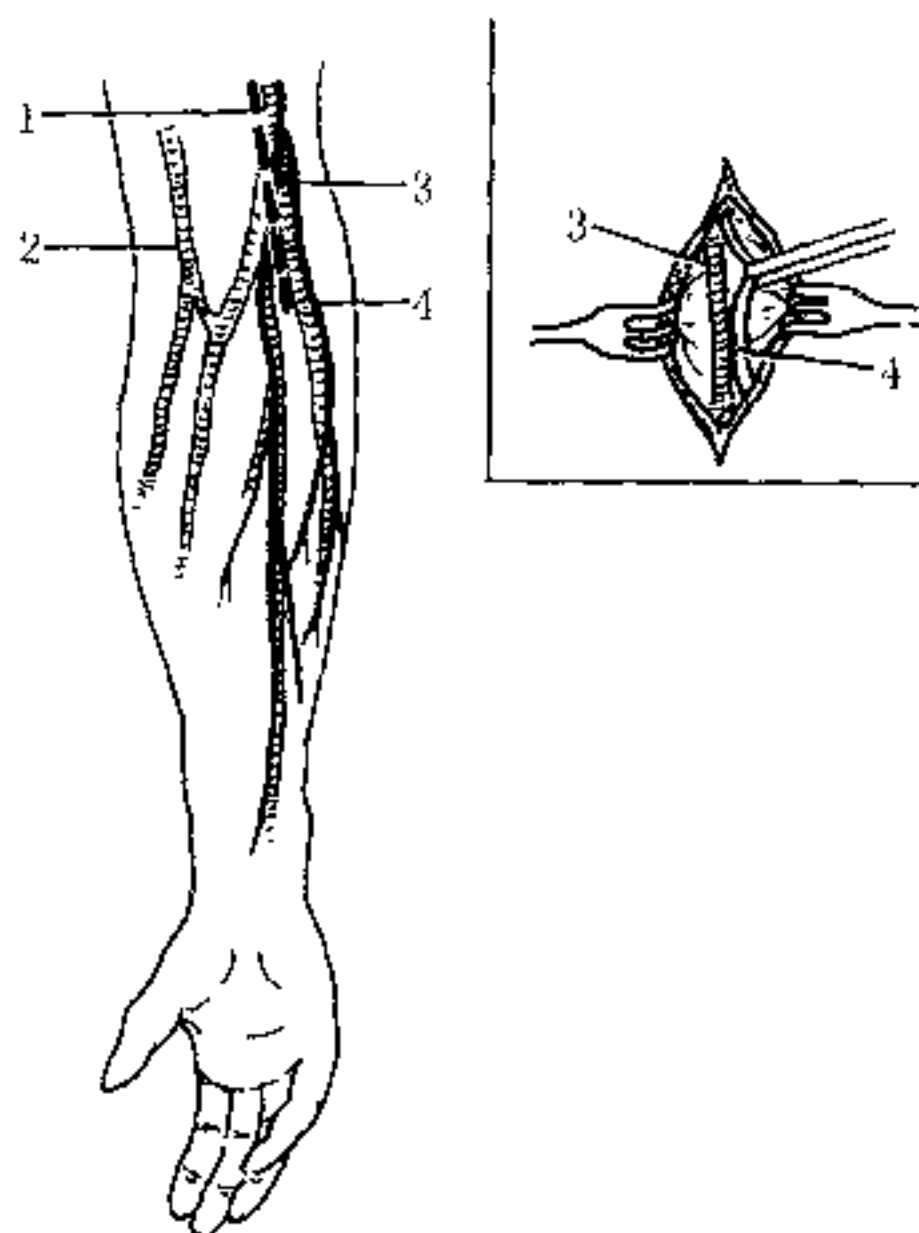


图 2-8 前臂内侧皮神经切取

注: 1. 切口; 2. 头静脉; 3. 贵要静脉; 4. 前臂内侧皮神经

参 考 文 献

- 1 金绍岐编著. 实用外科解剖学. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987; 818—832
- 2 郭恩覃主编. 现代整形外科学. 北京: 人民军医出版社, 2000; 255—256
- 3 付志良, 王汉卿著. 神经学. 见: 河北医学院人体解剖学编写组编. 人体解剖学. 北京: 人民卫生出版社, 1980; 1419, 1436, 1446—1447
- 4 朱盛修主编. 周围神经显微修复学. 北京: 科学出版社, 1991; 227—230, 267



- 5 张心宽,徐达传,钟世镇. 股部皮神经营养血管皮瓣的应用解剖. 中国临床解剖学杂志,1998;16(3):205--208
- 6 Tenny JR, Lewis RC. Digital Nerve-Grafting for Traumatic Defects Use of the lateral antebrachial cutaneous Nerve. J of Bone and Joint Surgery, 1984;66A(9):1375 -1379
- 7 Tank MS, Lewis RC, Coates PW. The lateral antebrachial cutaneous nerve as a highly suitable autograft donor for the digital nerve. J Hand Surg, 1983;8(6):942--945

第三章 手足创区皮神经 断端的寻找

进行手足创伤后的感觉功能重建,需要在创区附近找到皮神经,以便与移植的神经或皮瓣中的神经吻合。要寻找的神经可以是位于创面近侧的皮神经近断端(与移植的神经进行端端吻合或端端吻合后植入失神经皮肤),也可以是创区附近健康的皮神经(与移植的神经进行端侧吻合,或将其游离后转位植入到失神经皮肤)。

作者体会,采用下述方法可能有所帮助。

一、按皮神经的解剖分布寻找

1. 腕和手的掌侧面(图 3-1)

中部:

(1)正中神经在前臂远端皮下发出一皮支,分布于腕掌侧皮肤,分支水平差异较大,但总是位于腕横韧带的近端。

(2)正中神经掌皮支,分布于掌凹和鱼际皮肤。

尺侧:

(1)尺神经掌皮支,分布于手掌尺侧 1/3 皮肤。

(2)前臂内侧皮神经的前支常分出一小支(前臂内侧皮神经末支)与尺神经掌皮支联合,协同分布于小鱼际近侧。

桡侧:桡神经浅支的分支与前臂外侧皮神经的末支在腕联合,分布在鱼际桡侧皮肤。

2. 腕和手的背侧面(图 3 2)

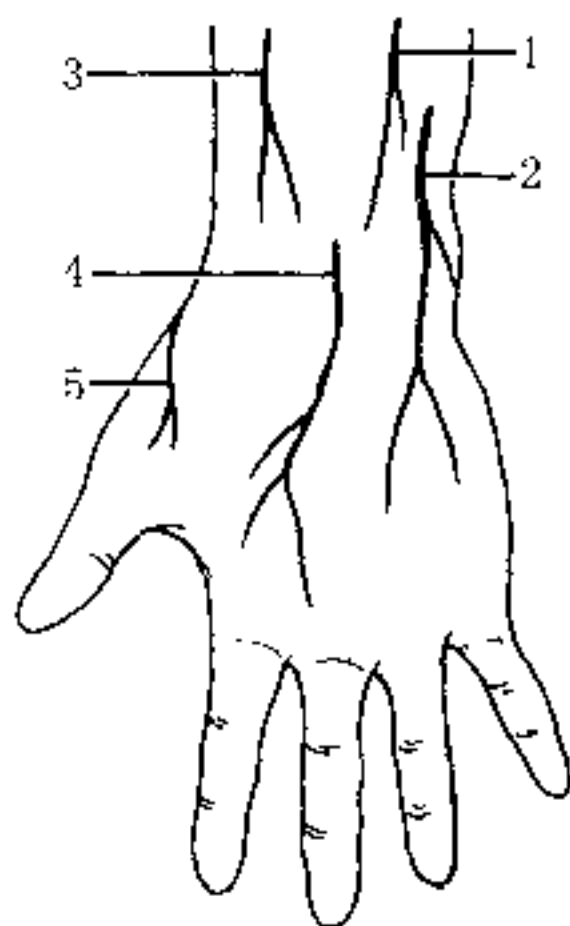


图 3-1 腕和手掌侧面皮神经分布

注：1. 前臂内侧皮神经；2. 尺神经掌皮支；3. 前臂外侧皮神经；4. 正中神经掌皮支；5. 桡神经浅支

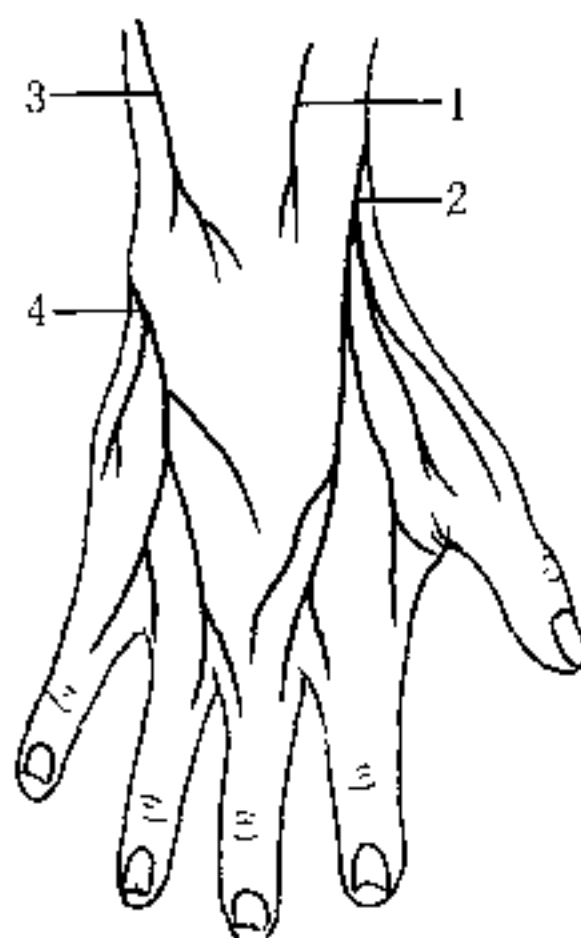


图 3-2 腕和手背侧面皮神经分布

注：1. 前臂后侧皮神经；2. 桡神经浅支；3. 前臂内侧皮神经；4. 尺神经手背支

中部：前臂后侧皮神经末支常越过腕，分布于手背近端桡神经浅支与尺神经手背支分布区之间。

尺侧：尺神经手背支在前臂中点稍低处（相当于前臂远侧 1/3 附近）发出，至腕上经尺侧腕屈肌深面转向背后，穿出深筋膜斜向手背，分成 2~3 支，分布于小指、环指及中指尺侧两个半手指背侧皮肤。

桡侧：桡神经浅支在腕背皮下组织中，在桡骨茎突外侧面跨过拇长屈肌腱、拇短伸肌腱及拇长伸肌腱的浅面。至腕背侧韧带（由腕背面的深筋膜增厚形成，亦称伸肌支持带，宽约 2.5cm，斜行）的浅面，分成内、外两支，分布于拇指背面桡侧，鱼际外侧，拇指与示

指近节相邻的背面,示指、中指近节相邻的背面及中指近节背面尺侧皮肤。

3. 踝和足背(图 3-3)

内侧:隐神经终末支,通过内踝前方至足背,沿足背内缘远行,可达跗趾的跗趾关节,分布于足背内侧的皮肤。

中部:腓浅神经,在小腿前面下部 1/3 处,穿出固有筋膜至浅筋膜层内下行,分为内、外两支,跨过踝部前面至足背,分布于足背中间的皮肤。内侧支成为足背内侧皮神经,在足背又分成两条趾神经——内、外侧趾神经,分布于跗趾内侧和第 2、3 趾背的相对缘。外侧支成为足背中间皮神经,也分为内、外两支,内支至第 3、4 趾相对缘,外支分布于第 4、5 趾相对缘。

外侧:有腓肠神经和小腿外侧皮神经分布。腓肠神经由小腿后面下行,经外踝后方,发出跟外侧的分支,再绕经外踝下方向前至足背外侧,成为足背外侧皮神经,分布于足背外侧和小趾外侧。

4. 跟后部

(1)内侧有胫神经,通过内踝后方时发出 2~3 支跟内侧神经,穿过屈肌支持带或跗展肌起始部至皮下,下行分布于跟区后部、内侧及底面。

(2)外侧有腓肠神经分布。

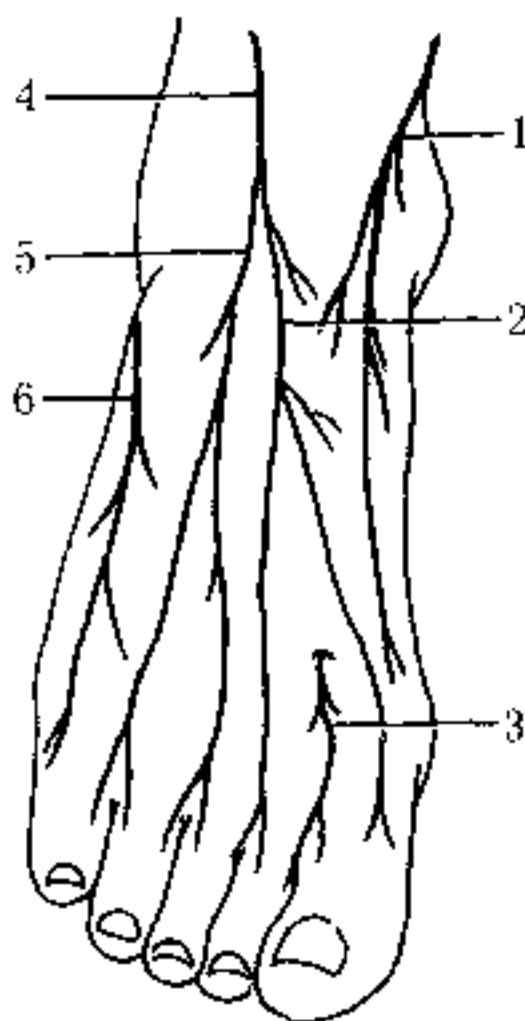


图 3-3 踝和足背皮神经分布

注:1. 隐神经;2. 足背内侧皮神经;3. 腓深神经皮支;4. 腓浅神经;5. 足背中间皮神经;6. 足背外侧皮神经(腓肠神经终末支)



二、按皮肤血管走行寻找

在机体的许多地方,神经和血管的走行关系很密切,它们或伴行,或彼此接近,有时甚至包绕在同一结缔组织鞘内。作者在关于神经再生的实验研究中也注意到此种情形。之所以构成这种有趣现象,可能与胚胎发生学有关,因为皮肤和神经都来源于外胚层。神经再生过程中毛细血管数量和通透性增加,暗示再生轴突和血管之间相互有影响,可能与轴突的趋血管性有关,彼此之间可能存在着某种物质联系(如血管壁含有促神经生长的物质)。一般认为血管生成要先于轴突再生,如 Manek S 等发现血管生成发生在皮瓣的神经再支配之先, Hobson MJ 等发现神经再生过程中轴突和施万细胞一起向前延伸,但从不过血管化区,而且在有纵行方向血管和血管化良好的区域轴突最多。而 Keith A 认为胚胎时期肢体胚芽形成后,是神经引导血管生长。

自 20 世纪 90 年代初期以来,人们在研究皮神经皮瓣(如腓肠神经伴行血管蒂皮瓣)的过程中,对皮肤血供和神经的关系又有了新的认识。Quenu 和 Lejars 发现,皮肤的血供部分地依赖神经周围的血供。许多皮神经都有伴行动脉和回流静脉系统,皮神经的主干和分支呈现线状分布,而血管网络呈弓状环形。Taylor (1987)在对皮肤及其深部组织的动脉系统进行全面研究后,提出了 angiosome(同源血管营养单位)概念,亦即由同源血管支配的复合组织块(composite blocks of tissue supplied by the same source vessel)或身体的血管支配区域(vascular territories of the body)。同时注意到血管和神经的“搭乘”(hitchhike)现象。“搭乘”现象不仅见于深部组织中的神经血管束,也见于皮肤中,静脉和神经伴行的现象也很常见,尤其是在肢体的皮肤中。皮神经由皮动脉或连环动脉系统伴行,它们有时并列,有时隔一段距离,全身许多地方都存在这种模式。如眶上或眶下神经血管束,枕区神经血管束;前臂内侧皮神经与贵要静脉伴行,分叉后伴行前支;前



臂外侧皮神经与头静脉伴行(神经分为前、后两支,静脉伴行前支)。又如隐神经与大隐静脉伴行,腓肠神经与小隐静脉伴行。这种解剖现象为目前的许多筋膜皮瓣提供了基础,也可被用来形成神经血管蒂皮瓣,因而也可用来帮助确定皮神经的位置。

三、在正常皮肤内寻找

在临床实践中,创区周围的组织常有瘢痕存在,有时范围还较广,进行治疗时未必能或不需要将瘢痕组织全部切除。在这样的组织中寻找吻接用的神经往往困难,而且易造成损伤。如能在其近侧结构相对正常的皮肤中,按神经解剖分布、走行寻找,则比较容易。然后循其行程向瘢痕内解剖,直至达到满足要求处。

四、以细小神经分支作引导寻找

皮神经的分布固有其规律性,但各神经的具体解剖位置并非截然不变,而且每个患者的皮下脂肪厚度也不尽相同。有的部位,例如股外侧,皮下脂肪往往较厚,寻找股外侧皮神经时常不能立即找到主干。作者体会在切取神经移植体时,不仅要熟知它的走行分布和所处解剖层次,而且要由浅入深,耐心细微地操作和鉴别。皮神经的靶器官在皮肤,必然有细小分支向浅表走行,因此不应放过任何细小分支,并应以其作为引导向深面解剖,去寻找主干或外径适合的分支,进而确定切取长度。为了尽量缩小神经移植体供区的麻木范围,只要是分支能满足需要,就应避免切取主干。

参 考 文 献

- 1 陈 强综述,胡耀民,钟世镇审校. 血管与周围神经再生的关系. 中国临床解剖学杂志, 1992;10(2):133—135
- 2 金绍岐编著. 实用外科解剖学. 西安:陕西科学技术出版社,1987:747—

751,880—888

- 3 Hobson MI, Brown R, Green CJ, *et al.* Inter-relationships between angiogenesis and nerve regeneration; a histochemical study. *Br J plast Surg.*1997;50(2):125—131
- 4 Manek S, Terenghi G, Nishikawa C, *et al.* Neovascularisation precedes neural changes in the rat groin skin flap following denervation: an immunohistochemical study. *Br J plast surg*,1993;46(1):48—55
- 5 Taylor GI, Caddy CM, Watterson PA, *et al.* The venous territories (venosomes) of the Haman body: Experimental study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg*,1990;86(2):185--213
- 6 Taylor GI, Minabe T. The angiosomes of the mammals and other vertebrates. *Plast Reconstr Surg*,1992;89(2):181—215

第四章 感觉功能重建的方法

手足创伤或火器伤所造成的神经损伤,伤情具有多样性;有时皮肤尚完好,但神经已经损伤;有时神经和皮肤软组织同时损伤或缺损。近年倾向于就近选择神经血管岛状皮瓣或感觉皮瓣的修复方法,因而不断开发一些新的感觉皮瓣供区。对于无邻近组织瓣可以利用的病例,则需要用吻合血管神经的游离皮瓣修复。但 these 方法均有一定的适应证和局限性,如一般的游离皮瓣未必适用于手指,不仅手术操作复杂,安全系数相对较小,而且不适用于皮肤完整不须移植皮肤但有感觉障碍者;来自指和足的皮瓣可能要牺牲神经血管束,而且有其特定的适用部位,往往不能满足多指神经损伤或多处同时感觉障碍的治疗,创伤广泛时还会累及到供区。因此,必须开发新的修复方法,使医务工作者能够根据伤情、患者要求和自己的临床经验有更多的选择余地。

本章叙述国内外近年研究和应用的修复手足创伤后感觉功能障碍的方法,重点介绍手术方法,包括应用解剖、适应证、各类感觉皮瓣的设计、掀起及术中注意要点等,为从事有关临床工作的医师提供参考。

第一节 感觉神经植入术

20 世纪 80 年代后期,我国学者报道了一种重建失神经皮肤感觉功能的新方法,称为感觉神经植入术(sensory nerve implan-



tation)。此法是将感觉神经束埋入失神经皮肤或皮瓣,使其重新建立神经再支配而恢复感觉功能。该技术适应证广泛,术式灵活,易操作,效果良好,深受整形外科、手外科、骨科及显微外科工作者的喜爱。中华显微外科学会主任委员朱家恺教授在《积极开创周围神经外科的新局面》一文中写到:“颈丛神经运动支移位术和感觉神经束植入皮瓣均为我国首次报道,均有较高水平”。

一、基础研究

为了量化评价感觉神经植入重建感觉功能的效果,以及深入阐明神经植入后皮肤感觉感受器(游离神经末梢和感觉小体)再生的机制。第四军医大学应用3种动物(猴、兔、豚鼠)的4种失神经支配皮瓣模型,从形态学与功能,神经溃变与植入神经再生过程的关系,对失神经皮瓣植入神经后游离末梢再生的来源、形态结构、感觉类型、敏感程度,再生方式及途径、范围,感觉小体的再生种类、再生途径、再生率以及游离末梢,感觉小体的成熟过程和程度进行了系统研究。

(一)各种皮肤感觉感受器再生的形态学研究

1. 皮瓣内再生游离末梢的染色方法 显示皮肤内神经纤维末梢的方法有浸银染色法、胆碱酯酶方法和免疫组化染色法等。作者自1989年开始采用抗神经微丝免疫组化方法(neurofilament-160)显示皮肤内的神经纤维末梢获得了良好的效果。光镜下,神经纤维呈藏蓝色或深蓝色,弯曲如丝状或束状分布。毛囊着色略深,纵切面呈管状,中央有串珠样毛发结构,毛囊上段周围可见着色较深的皮脂腺,开口于毛囊内。

正常皮肤的皮下组织切片可见较粗大的神经束自深层向浅层走行,并逐级分支。真皮层内可见神经细束形成的神经纤维网丛(彩图1)。由神经网丛再发出细支,形成游离神经末梢和毛囊器(彩图2)。

2. 游离神经末梢的再生规律 免疫组化染色显示各种动物

模型中游离神经末梢再生规律非常相似,即术后1个月从植入神经的部位开始再生,初期数量较少,之后逐步增多,3~4个月再生末梢密度超过正常皮肤中的密度,6~8个月可达到再生高峰,随时间延长,再生神经纤维由紊乱分布逐渐规律化,其密度也恢复至正常水平。在真皮与表皮交界部位可见具有正常形态和结构的游离末梢,在毛囊周围可见具有接近正常形态的栅栏状毛囊器结构(彩图3、4)。

透射电镜研究证明,兔颈肩部皮瓣植入耳大神经后2个月内再生的纤维为无髓纤维,4个月时出现有髓纤维,但髓鞘厚度较薄,轴突直径较细,有髓纤维的比例较少。随着时间的延长,再生纤维直径逐渐增大,髓鞘厚度逐渐增加,有髓纤维和无髓纤维的比例也逐步达到正常(1:4)。

3. 各种感觉小体的再生规律

(1)触觉小体(Meissner's corpuscle)再生:免疫组化染色、浸银染色与电镜方法互相结合,能详尽显示小体溃变与再生的形态和结构。在正常猴指指腹皮肤,几乎每个真皮乳头内均含有至少一个触觉小体,小体呈圆柱或椭圆形(彩图5),由多条神经轴突支配。轴突自小体尾端进入后,沿纵轴螺旋盘曲走向头部。小体被囊完整,其内轴突、施万细胞和结缔组织膜相间排列。轴突内轴浆基质均匀,可见微丝、微管、线粒体和数量不等的空泡。施万细胞呈多角形,胞核规则,有的胞膜向一侧延伸,形成薄膜结构,将相邻的轴突隔开。结缔组织细胞为细长板片状,胞浆内含有电子密度高的颗粒和空泡(彩图6)。

神经植入后2个月未见触觉小体获得神经再支配。术后4个月可见有不同发展阶段的触觉小体出现,可分为5型:①单轴突,末端稍弯曲;②单轴突,末端有分支;③双轴突,各自分支交错;④多轴突,各自分支盘曲成团;⑤一个真皮乳头含有2个以上小体。小体再生率5个月时为45%,8个月时达70%,其中单轴突支配者占8%~10%,双轴突支配者占30%,小体的横截面积为正

常的 47%，灰度为正常的 58%。术后 12 个月，小体再生率可达 90%，横截面积达正常的 72%，灰度达 79%，板层结构清晰。由双轴突和多轴突支配的小体比例进一步增加，轴突直径变大，除体积外触觉小体形态结构已接近正常(彩图 7、8)。

(2) 环层小体(pacinian corpuscle)再生：采用胆碱酯酶和镀银套染的方法能清晰显示皮肤内环层小体的结构和形态(彩图 9)。环层小体位于真皮深层，呈棕黄色、为洋葱状同心圆结构。外核细胞薄，着色浅，约 20~30 层，最外层为棕黑色被囊，较为光滑、完整。圆心为黑色或棕黑色的轴突。猴手指掌侧皮肤失神经后，环层小体发生溃变，1 个月时内核染色变浅，被囊开始皱缩，外核结构变化不明显；3 个月时见小体内核浅而不均匀，部分外核模糊，被囊皱缩明显；5 个月时部分被囊溶解；8 个月时小体体积明显缩小，被囊溶解破裂；12 个月见溃变小体体积很小，内核、外核及被囊结构消失。当造成失神经支配并把指神经植入皮肤以后，再生的纤维即与溃变的小体重新建立联系，使其获得神经再支配。环层小体再生速度较慢，3~5 个月开始再生；8 个月时小体再生率达 55%，小体内核染色深，轮廓清晰，被囊色加深但仍皱缩。术后 12 个月小体再生率达 60%（相当于文献报道中神经切断经过良好修复后的再生率），可见内核直径更大且色深，轮廓清晰，被囊色深而厚，光滑完整无皱缩，体积略小于正常，外核清晰(彩图 10)。

(3) 上皮细胞轴突复合体(Merkel cell neurite complex)再生：在正常皮肤中，Merkel 细胞轴突复合体均匀分布于基底细胞层紧靠基底膜，胞体呈肾形嵌于基底细胞中，并形成桥粒连接。胞核呈椭圆形位于一侧，胞浆内含有数目不等的神经内分泌颗粒及大量的线粒体，细胞外一侧可见游离神经末梢(彩图 11)。皮肤失神经后，Merkel 细胞发生溃变，表现为细胞体积变小，胞浆内线粒体及神经内分泌颗粒减少，桥粒连接断裂，细胞外的神经末梢轴膜破裂，细胞外形成月牙形的空隙，或细胞溶解变性。但在植入神经后 3 个月，Merkel 细胞未再进一步萎缩，数量亦没有减少。术后 5 个

月大部分细胞轻度萎缩,胞内线粒体和神经内分泌颗粒结构依然清晰。有的细胞向一侧伸出伪足,而另一侧与基底细胞间的桥粒连接断裂,好似沿基底膜游走之势。虽已有神经纤维到达细胞附近,但并未与其建立联系。神经植入后8个月,Merkel细胞形态饱满,体积增大,与周围基底细胞形成桥粒连接。细胞外的新生神经末梢末端呈棒状,位于细胞靠近基底膜的一侧,并与Merkel细胞建立连接。神经植入后1年,Merkel细胞的数量没有明显增加,但细胞的形态更加趋于成熟(彩图12)。

(4)Ruffini小体和Krause小体再生:此两种小体多分布于关节韧带等深层组织结构中,皮肤内的数量较少,位于真皮深层,为慢适应纤维感受器。神经植入后1个月,未见典型结构的Ruffini小体和Krause小体再生。术后5个月,再生的Ruffini小体位于真皮深层胶原纤维之间,呈锚状嵌于其中,外周可见到较完整的结缔组织囊。Krause小体内亦可见神经末梢长入。8个月时Ruffini小体和Krause小体基本发育成熟。

(二)失神经皮肤中神经再生来源的研究

上述形态学研究虽然证明了感觉神经植入失神经皮瓣后,各类皮肤感觉感受器均可再生,但未能直接说明再生的神经末梢来源于植入的神经。作者采用兔耳大神经植入颈肩部失神经皮瓣模型,将 $4\mu\text{l}$ 2%霍乱毒素 β 亚单位辣根过氧化物酶(CB-HRP)注入第1、2颈神经节进行顺行示踪(TMB法呈色),见神经节内神经元细胞体被藏蓝色(CB-HRP阳性颗粒)充满,由神经元发出的神经纤维亦为藏蓝色(彩图13)。标记距离平均为 $13.66\pm 1.75\text{cm}$,最大距离为16cm。1月组CB-HRP阳性颗粒基本局限于包括植入皮瓣部分在内的整个耳大神经干(彩图14)。2个月组皮瓣中央的皮下组织中,可见由植入神经发出的CB-HRP阳性纤维(彩图15)。4个月组阳性纤维见于皮瓣中央和边缘,但真皮层内较少。6个月时真皮内的阳性纤维数量明显增多,构成神经网丛,并由网丛发出细支伸展至真皮浅层接近表皮处或抵达毛囊周围,形

成游离末梢和栅状毛囊器。由此证明皮瓣内的神经系来源于植入神经的再生,而非从其周边长入。

(三) 神经再生方式和再生途径的研究

电镜研究结果证明植入神经的再生轴突以发芽方式向前延伸(顶芽为主),长入溃变的神经内膜管,最后形成末梢(彩图 16)。触觉小体再生方式有二,一种为再生轴突自溃变小体尾端长入,神经成分逐渐增多,形成螺旋结构,灰度增加,小体体积变大(彩图 17)。另一种方式为膜状结构包绕再生轴突(彩图 18),以前者为主。环层小体溃变后,中央的轴突溃变形成中空的洋葱状,板层结构模糊。当植入神经再生轴突到达,便长入小体中心,板层结构逐渐清晰。

(四) 再生神经纤维感觉类型和功能的研究

1. 神经单纤维放电引导模型 采用如图 4-1 所示电生理装置,以对皮瓣的适宜刺激和放电波型判定再生纤维的感觉类型和性质,根据刺激阈值、放电检出率 and 外周感受野面积判定其敏感性和感觉功能重建的程度。

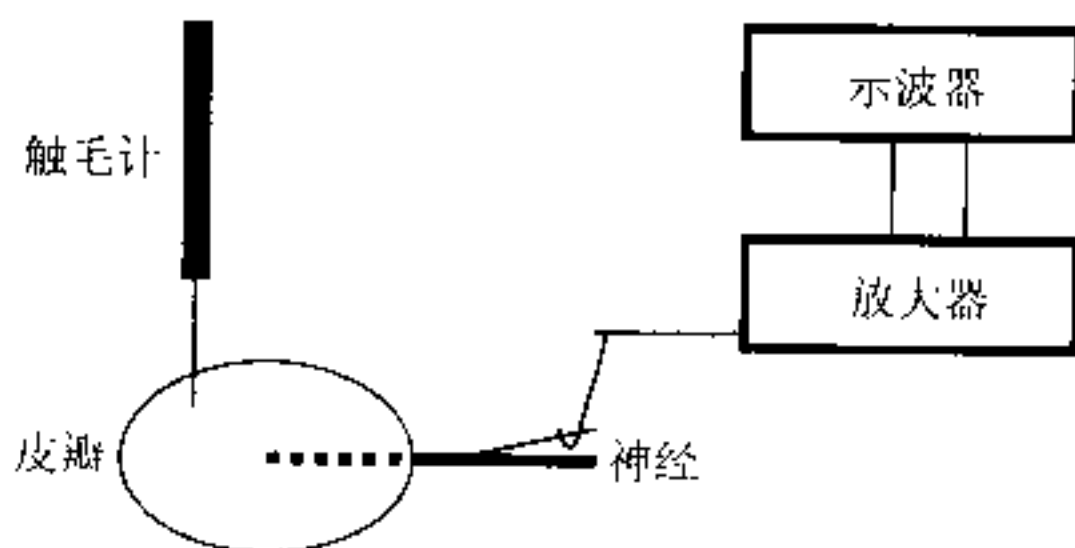


图 4-1 神经单纤维放电引导检查皮瓣感觉功能示意图

各类感觉纤维的判定标准为:用触毛计轻触感受野引起快适应性短阵单相波放电而对温热刺激无反应者,判定为传导触觉信息的 A 类纤维;对持续触压刺激产生持续慢适应放电者,为传导压觉信息的 A 类纤维;对施加 0.4g 以上机械刺激和大于 55℃ 热

刺激引起持续双相波放电者,为传导痛觉信息的 C 类纤维;若室温条件下有自发放电,施加冷热刺激后放电增加者,则判定为冷温觉传导纤维(图 4-2)。

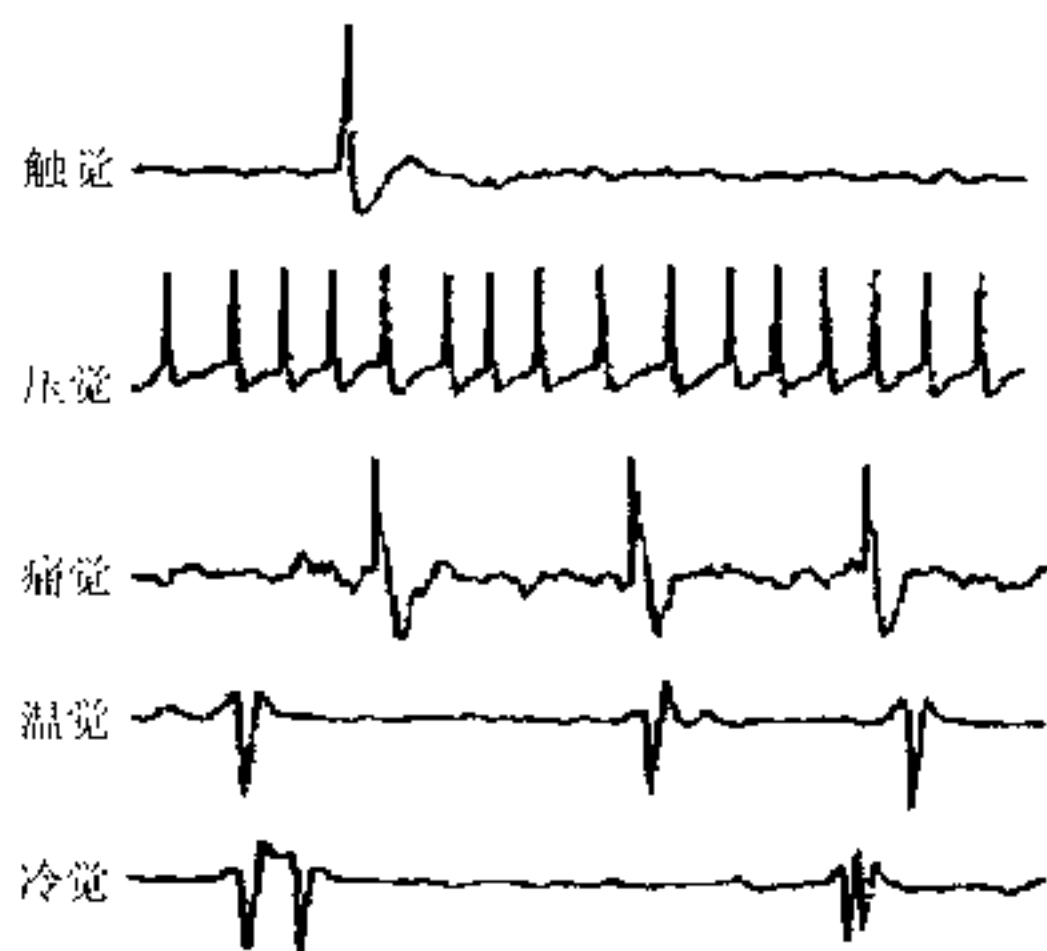


图 4-2 失神经皮肤植入神经后可诱发出
各类感觉纤维放电

2. 有毛皮肤中各类感觉恢复程度及其规律 在兔耳大神经植入颈肩部失神经皮瓣后 1、2、4、6、8 个月分别进行电生理检测,发现如下规律:①感觉开始恢复的时间少于 1 个月;②再生由神经植入处开始,分布范围和密度逐步扩大,与术后时间长短呈正相关。直径为 3cm 的皮瓣植入耳大神经 1.5cm,8 个月时周边部位也有感觉恢复;③触觉、压觉、痛觉、冷温觉等各类感觉均可恢复,以触觉纤维最多,各类感觉纤维比例同正常皮肤;④再生过程的某一阶段出现超正常水平再生现象,如神经植入后 2 个月,放电纤维总数与正常皮肤相当,分别为 44.2 根和 48.4 根。4、6、8 个月组逐渐增多,分别为 72 根、109.6 根和 136.4 根。6~8 个月组皮瓣内低阈值放电纤维数也显著高于正常;⑤感觉恢复为一渐进过程,



速度较快,恢复程度较好。

3. 无毛皮肤中各类感觉纤维再生规律 从放电纤维检出率、外周感受野分布、感觉纤维种类等方面,对猴手指失神经皮肤植入神经后 1~12 个月的感觉恢复进行了评价,发现触觉、压觉、痛觉、冷温觉纤维均可再生,且各类纤维的比例和其感受野的分布同正常皮肤。机械感受器的再生规律是:①再生放电纤维出现较早,术后 2 个月即有少量被检出;②放电纤维检出率较高,术后 3 个月起放电纤维显著增多,并持续上升,8 个月和 12 个月时已达到 58.4% 和 58.6%,接近正常水平;③快、慢适应性纤维发育程度均较好,前者再生早,成熟较快,刺激阈值在术后 8 个月接近正常,12 个月即达到正常,而后者在 12 个月方接近正常。

(五) 植入神经支配范围的研究

实验的目的是检测植入的神经能够支配多大面积的皮肤。用电生理方法检测再生纤维放电区域,用神经元血浆外渗技术显示神经再生的染色范围,用抗 NF 抗体免疫组化染色法对取自放电处的皮瓣标本做形态观察。实验采用兔耳大神经植入模型,皮瓣圆形,直径 3cm,面积约 $7.000 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ (700 mm^2),移植以后面积有些缩小,为 $6.158 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ (615.8 mm^2)。植入神经长度为 1.5cm,植在肉膜浅面(对 20 条耳大神经测量结果,左右径 $1.28 \pm 0.17 \text{ mm}$,前后径 $0.7 \pm 0.09 \text{ mm}$)。在此条件下,术后 8 个月整个皮瓣可获得神经再支配。3 种方法互相印证,结果一致。

(六) 全厚皮片移植于神经植入区后感觉小体再生的研究

模拟临床实际,取手掌尺侧(无毛)、前臂远端桡侧(有毛)和上睑全厚皮片(无毛),移植到猴指腹已做神经植入的皮肤缺失区,证明皮片内均有触觉小体再生,再生率依供区面定,术后 12 个月手掌、前臂和上睑皮肤分别为 60%、40% 和 35%,小体发育基本成熟。

(七) 感觉神经植入术的临床应用研究

感觉神经植入术的手术方法分为“洞穴式植入法”和“全程式植入法”。毕于训等 4 位学者报道了共 46 例洞穴式神经植入的病例,用于手足部位皮瓣转移后的感觉重建,随访时间为 4 个月至 2 年,均有较好的痛觉、冷温觉和触觉恢复,并有两点鉴别觉的恢复。

第四军医大学唐都医院及协作单位自 1986 年至 2001 年,共应用全程式神经植入法 402 例,修复范围包括指、手背、手掌、跟底、跟后、皮管植骨法再造手指。神经全程植入皮片、邻指皮瓣、远位皮瓣或感觉缺失区的皮下,与人工腱或自体肌腱移植及皮瓣形成或修薄的同期或分期进行。个别病例用皮肤扩张器延长前臂正中神经、尺神经,修复其缺损后,再行手部神经植入术,方式灵活,适应证广泛。神经供体包括前臂内侧皮神经、前臂外侧皮神经、腓肠神经、小腿后侧皮神经、股外侧皮神经以及创区附近次要皮神经或撕脱的神经。患者年龄 7~55 岁。植入神经长度为 2.5~15cm。采用发汗试验,测定感觉阈值(触毛计 von frey hair)和两点鉴别觉。随访 350 例,时间为 3 个月~8 年(3~6 个月 75 例,7~11 个月 167 例,1~3 年 92 例,3 年以上 16 例)。测定两点鉴别觉的 180 例中,3~4mm 88 例,5~7mm 60 例,8~10mm 32 例。测定感觉阈值的 120 例中,0.1~0.2g 71 例,0.3~0.4g 32 例,0.5~0.7g 22 例,0.8~1.0g 15 例。按 0~4 级感觉分级法评价, S_0 20 例, S_1 64 例, S_2 85 例, S_3 99 例, S_4 82 例,优良率为 76%。

二、感觉神经植入的手术方法

(一) 适应证

1. 早期或晚期手足感觉神经损伤或合并软组织缺损所致感觉功能障碍,尤其是指和足的负重区。
2. 预构感觉皮瓣。
3. 皮管植骨法再造拇指,同时重建感觉功能。
4. 手足软组织损伤用非感觉皮瓣修复后感觉功能不佳。



5. 其他部位感觉功能丧失需要恢复感觉功能者。
6. 感觉神经近段完好,但远段撕脱或严重毁损无法进行神经桥接移植者。

(二) 手术步骤(举例)

1. 受区准备 手指神经缺损时,切除掌侧瘢痕组织,解剖出指掌侧固有神经的近断端,设计和掀起邻指皮瓣(图 4-3A),亦可酌情移植全厚皮片。跟区软组织缺损时,应在创缘近端作附加切口,寻找适于吻合用的皮神经(如腓肠神经、隐神经、跟外侧神经等)的近断端,并根据伤情在对侧小腿设计和掀起皮瓣(图 4-4)。

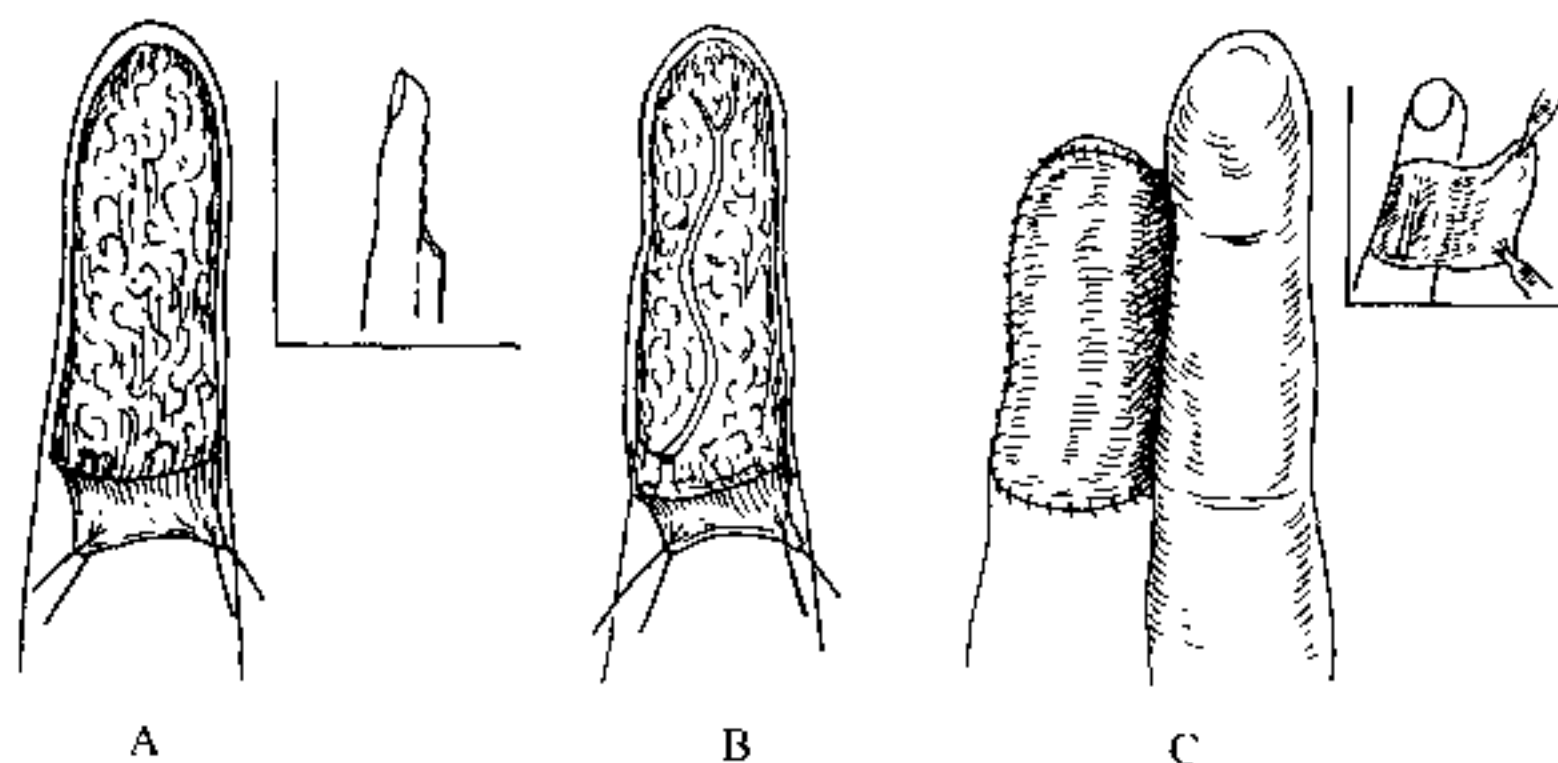


图 4-3 全程式神经植入法修复手指神经缺损

注:A. 显露指神经断端;B. 神经移植体与神经断端吻合;C. 邻指皮瓣覆盖皮肤缺损区

2. 切取皮神经 见常用作移植的皮神经及切取方法(第二章)。

3. 神经植入

(1) 洞穴式神经植入法:指神经缺损时,将切取的皮神经一端与指神经的近断端用 9-0 或 10-0 无创显微缝线做外膜缝合 3~4 针,另一端分成几个小束,在皮瓣下面的中央形成几个小洞穴,直

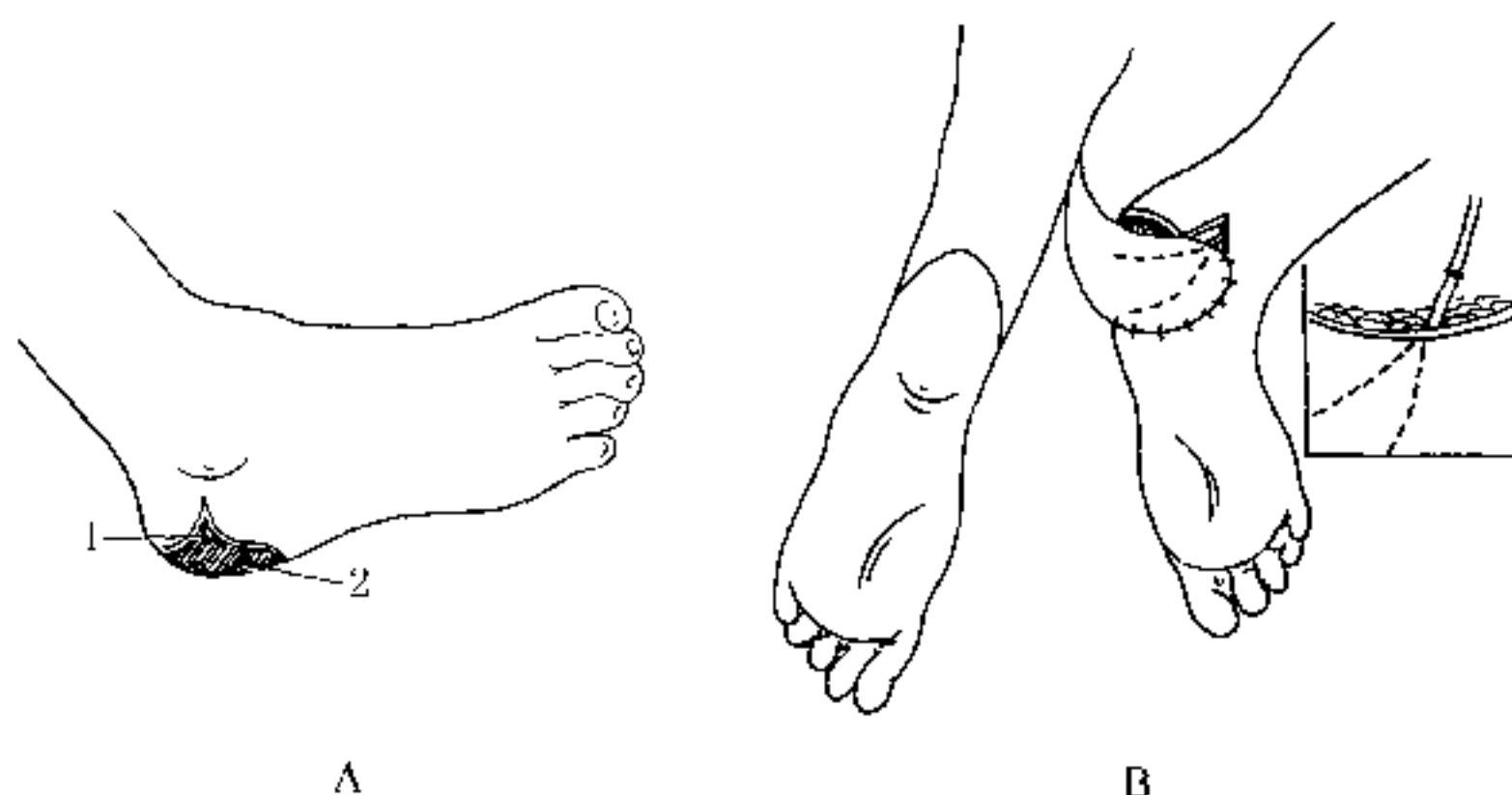


图 4-4 全程式神经植入法修复跟区神经缺损

注：A. 在创缘做附加切口，寻找皮神经断端；B. 交腿皮瓣移植，取神经移植体与皮神经吻合后植入皮瓣。1. 皮神经断端；2. 跟区软组织缺损

至真皮层，然后将每一小束末端置于小洞内，用无创缝线固定于真皮(图 4-5)。亦可在皮瓣下面中央做小切口，深至真皮层，将神经移植物的游离端固定到真皮。

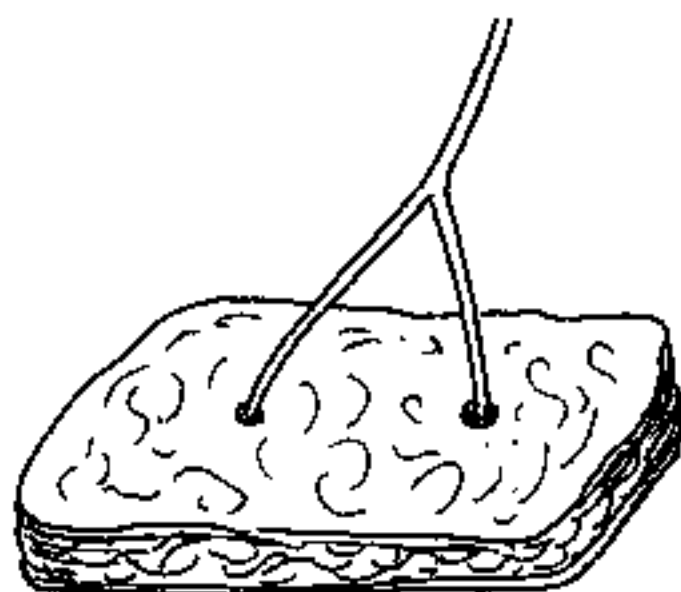


图4-5 洞穴式神经植入法示意图

(2) 全程式神经植入法: 从皮瓣的一端向另一端, 在皮瓣的皮下组织浅层分离隧道至皮瓣中央附近或更远, 将要植入的神经引入其中, 末端固定于真皮或接近真皮处。亦可在皮瓣的皮下面做浅表切开, 避开血管组织, 将移植的神经置于其中, 末端固定于真皮, 并间断缝合浅表切口(图 4-6, 图 4-3B、C)。为增加神经分布面积, 切取的神经移植体可携带分支, 或将其劈叉散开植入, 或同时移植 1 条以上的神经, 或将植入的神经波浪纤曲, 以增加神经与皮瓣的接触面积, 增加轴突发芽的机会, 从而增加再生纤维与终末器官建立联系的数量, 促进感觉功能尽快恢复。

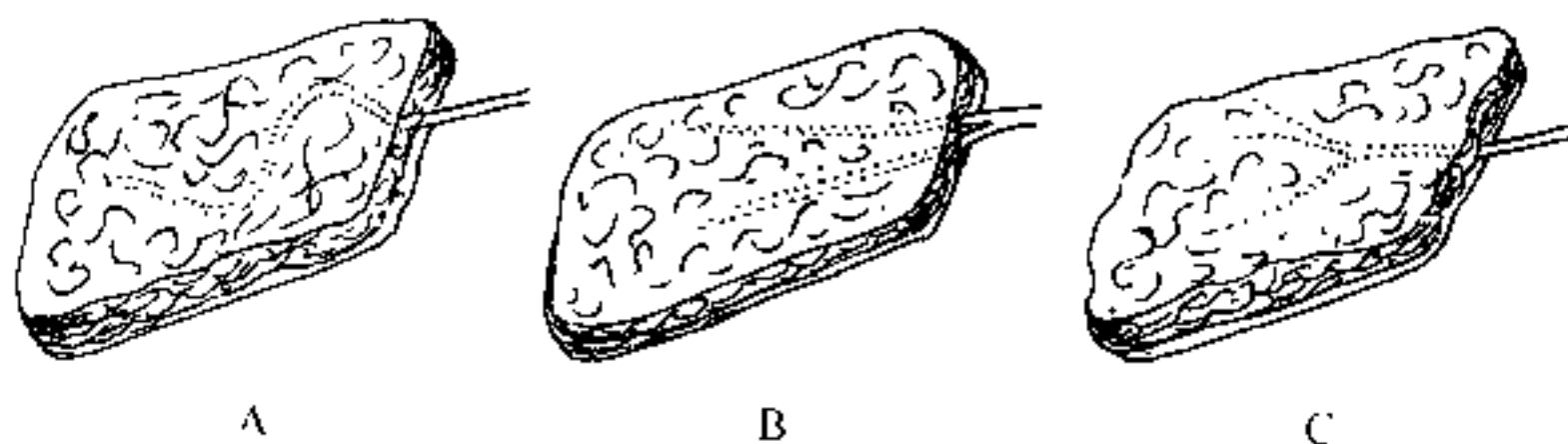


图 4-6 全程式神经植入法示意图

注: A. 神经移植体迂回植入; B. 神经移植体劈叉; C. 神经移植体带分支

4. 缝合皮瓣及神经移植体供区切口

(三) 术中注意要点

(1) 指神经损伤而掌侧皮肤尚好者, 将神经置于创面与皮瓣之间即可, 否则应同时置换皮肤(皮瓣或全厚皮片均可), 或先移植皮肤后植入神经, 做分期修复。

(2) 通过隧道植入神经时, 应避开血管, 潜行分离不得用力, 以免损伤皮瓣血运。

(四) 优缺点

1. 优点 ①适应证广泛, 只要受损神经的近段完好存在, 即可进行感觉功能重建, 适用于多种伤情; ②术式灵活, 可在伤后的

早期或晚期进行手术,能和多种手术的同期或分期进行;③疗效可靠,感觉恢复程度逐步完善。

2. 缺点 此种手术除在某些情况下可利用撕脱肢体废弃的皮神经以外,一般需要切取或移位功能上较次要的皮神经,去修复和重建重要解剖部位的感觉功能,因而神经供体的支配区会发生感觉障碍,但范围随时间延长而缩小。

(五)减轻神经供区并发症的方法

1. 切取神经移植体时尽量取分支,不取主干,或只取神经干中的几束,以减少麻木范围。

2. 采用端侧神经吻合的方法。如在切取腓肠神经移植体后,将其远侧断端与腓浅神经进行端侧吻合,能加速足外侧缘的感觉功能恢复。

(六)神经植入术后的临床过程

神经植入后神经再生早期常有感觉过敏现象,如对冷不耐受,有针刺样不适感或跳痛,以夜间为明显。神经再生的顺序是先出现痛觉、冷温度觉和压觉,后出现轻触觉。神经再支配由神经植入部位开始,范围逐步扩大,功能也逐步完善,是一个渐进性的过程。数月至1年以上时间可以达到较好功能恢复的程度。

第二节 皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣

一、应用解剖

Taylor(1989)在研究皮肤和其深部组织动脉系统时,注意到血管和神经的搭乘(hitchhike)现象,即每条皮神经都有伴行动脉和回流静脉系统,关系密切。伴行动脉的形式有二:①主要动脉型,口径较大,与神经一起穿过深筋膜,伴行较长的行程,如滑车神经和其伴行血管;②链式吻合血管网型,搭乘于神经的横向小动脉互相吻合成纵向血管网,较多见,肢体皮神经的伴行动脉属此类

型。静脉与皮神经伴行现象也很常见,尤其是在肢体。

Bertelli(1991~1998)提出神经旁血管的概念,发现皮肤和神经均由深部主干动脉穿支供应,神经旁小的纵行血管与这些穿支动脉连接,并随神经分叉。神经旁血管有的走在神经表面,与皮下血管吻合,有的进入神经干内,与干内血管吻合,因此既连接神经皮肤穿支,又连接神经内血管,构成完整的神经血管皮肤系统。

据 Masquelet(1992)研究,腓肠神经伴行血管蒂皮瓣的血供来自腓肠浅动脉(superficia sural artery)。该动脉起自腓动脉或腓肠动脉,2~3cm后到达腓肠神经,发出皮支营养小腿上部(相当于神经和其动脉在筋膜下的行程部分)。腓肠浅动脉与神经伴行,有规律地向神经发出小支,但只是在小腿的下2/3才发出到皮肤的小分支(相当于神经在筋膜上的行程部分)。65%的人此动脉下降到踝部,其余35%的人在小腿远侧1/3变为网状(图2-1)。腓肠浅动脉与腓动脉有恒定的吻合,有3~5个肌间隔皮肤穿支起自腓动脉,与神经的血管网吻合。在胫骨、腓骨间隙下部有一个大的吻合支发出跟外侧动脉。皮瓣的回流静脉可能是腓肠浅静脉的筋膜上静脉网、小隐静脉和腓静脉的肌间隔皮静脉。

Bertelli报道,前臂皮神经旁血管口径为0.2~0.4mm。前臂内侧皮神经血供为尺动脉的穿支血管,为链式吻合型,第1、2、3穿支动脉分别在距肱骨内上髁1.8cm、9cm和10cm处发出。其伴行静脉为贵要静脉及其分支,神经分支后,贵要静脉伴行前支。前臂外侧皮神经是肌皮神经的延续,自肱二头肌腱后外侧穿出至肘前穿入深筋膜,在前臂分为前后两支,支配前臂至腕前后外侧皮肤。其血供来源于桡动脉或肱动脉的穿支血管,为主要动脉型。第1穿支动脉在距肱骨外上髁3cm处来源于肱动脉(20%)、桡动脉(50%)、桡动脉起点(30%),血管口径0.8mm,依靠0.2~0.5mm小口径神经旁血管与第2、3穿支动脉吻合。前臂外侧皮神经的伴行静脉为头静脉,分支后静脉伴行其前支(图2-4A)。

在手部,桡神经浅支和尺神经手背支与手背皮肤血供有密切



关系,除神经旁纵向血管外,还有神经内纵向血管,与皮下血管丰富吻合。神经旁动脉有2条伴行静脉,引流到手背的主要静脉。神经旁血管和指掌侧动脉在指蹼间隙或拇指指间关节或更远处均有吻合。拇指背的神经终于指端,其余指背的神经终于近、中指节背侧,因此皮瓣的旋转轴点不同。

二、适应证

1. 腓肠神经伴行血管蒂岛状皮瓣 逆行转移可修复足跟、内外踝、足背和小腿下1/3皮肤缺损。
2. 前臂外侧皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣 逆行转移可修复手掌或手背、腕及前臂远端的皮肤缺损。
3. 桡神经浅支伴行血管蒂皮瓣 修复拇指远、中指节背侧和掌侧,或示指、中指近、中指节背侧皮肤缺损。
4. 尺神经手背支伴行血管蒂皮瓣 用于覆盖环指、小指近、中指节背侧缺损。

三、皮瓣的设计和切取

(一)逆行腓肠神经伴行血管蒂皮瓣

以腓窝中点至外踝内侧缘连线为中轴,依皮瓣转移到足部受区所需蒂的长度,以轴线为中心设计皮瓣,蒂的旋转轴点在外踝上方5cm(图4-7)。按Masquelet的解剖学研究,腓肠浅动脉只是在小腿下2/3发出皮支(相当于神经在筋膜上的行程部分),理论上皮瓣应设计在中轴线上小腿下2/3的任何部位。但根据作者实践,皮瓣可以设计在小腿的上部、中部,这可能与该动脉到达神经后进一步发出小腿上部皮支有关。皮瓣切取从其近端或蒂部开始均可。从近端(靠近腓窝端)开始时,切开皮肤、皮下和深筋膜,在深筋膜下找到腓肠神经(或腓肠内侧皮神经)和小隐静脉,结扎后切断。可根据神经走向调整皮瓣位置,使神经位于皮瓣的中轴线上。切开皮瓣内侧缘,在深筋膜下解剖,尽量包括筋膜深面的疏松

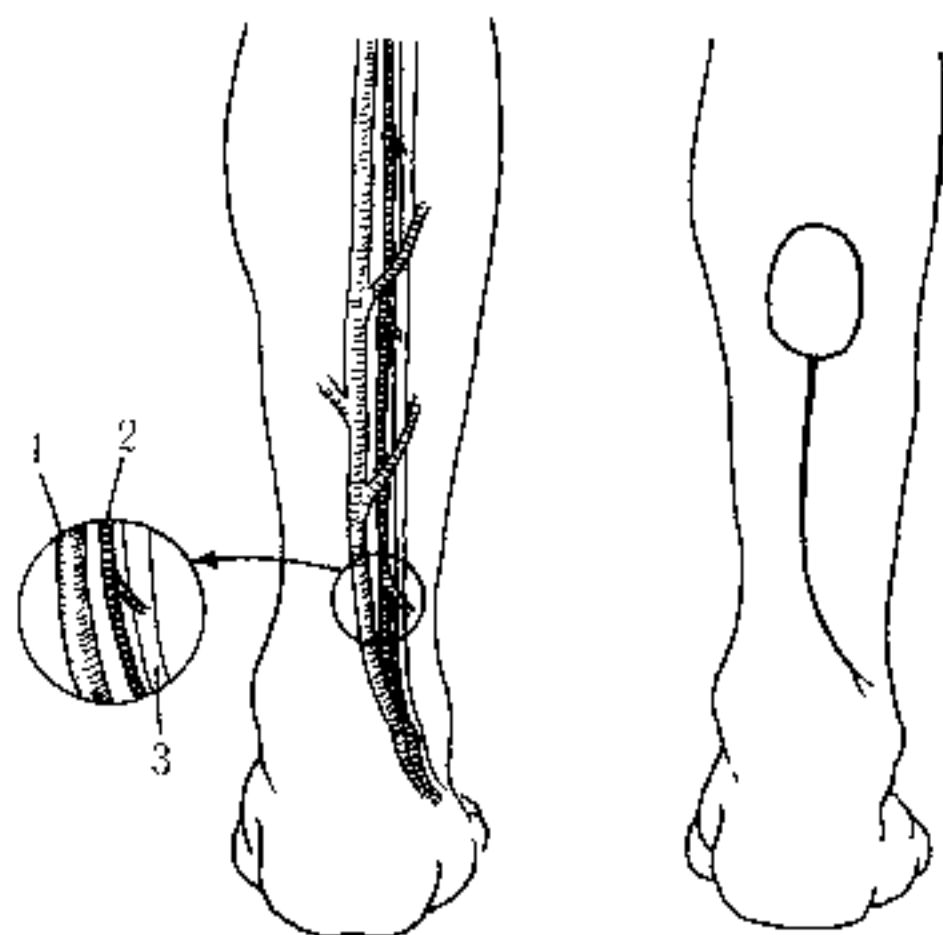


图 4-7 腓肠神经伴行血管蒂皮瓣设计

注:1. 小隐静脉;2. 腓浅动脉;3. 腓肠神经

(引自:Plast Reconstr Surg,1994;93:1011)

组织,切勿使神经与深筋膜分离。如神经位于腓肠肌两头之间隙内,应携带肌袖,并随时将神经、深筋膜和皮瓣边缘皮下组织间断缝合固定。切开皮瓣外侧时,注意保留腓神经交通支(发自腓总神经,在小腿中段与腓肠内侧皮神经合成腓肠神经)于皮瓣内。最后切开蒂部皮肤至皮下浅层,向两侧剥离,找到神经、伴行血管及小隐静脉,以其为中心,从两侧切开深筋膜并从深面游离,形成宽2~3cm含神经、血管的筋膜蒂(图4-8),将皮瓣完全掀起。如果从蒂部开始切取皮瓣,先沿中轴线切开皮肤至皮下浅层,找到小隐静脉、腓肠神经及其伴行动脉,按上述方法解剖血管神经筋膜蒂和掀起皮瓣。为能使皮瓣具有感觉和保留足外侧感觉功能,可向腘窝方向切开皮肤,进一步解剖游离出适当长度的腓肠神经(或腓肠外侧皮神经),以和创区的皮神经端侧吻合,或与其断端吻合。

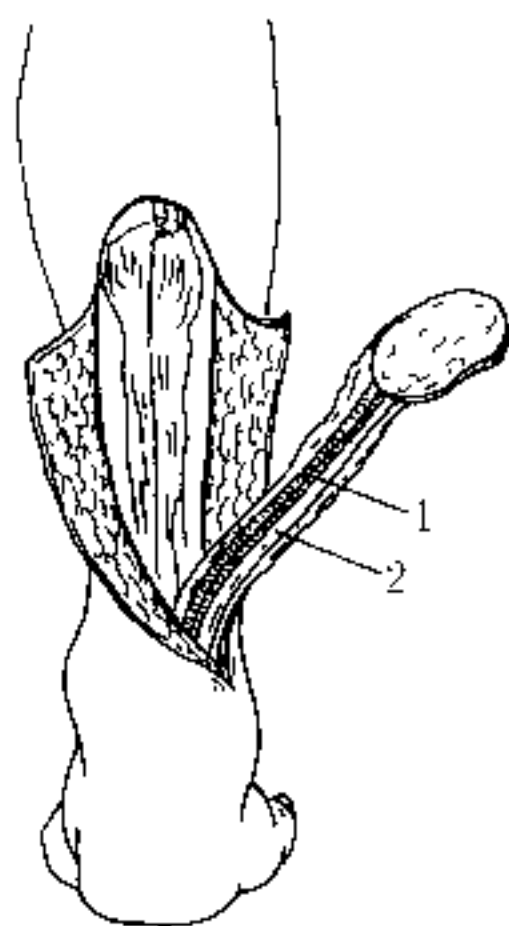


图 4-8 皮瓣掀起

注:1. 小隐静脉及腓浅动脉;2. 腓肠神经(引自:Plast Reconstr Surg, 1994;93:1015)

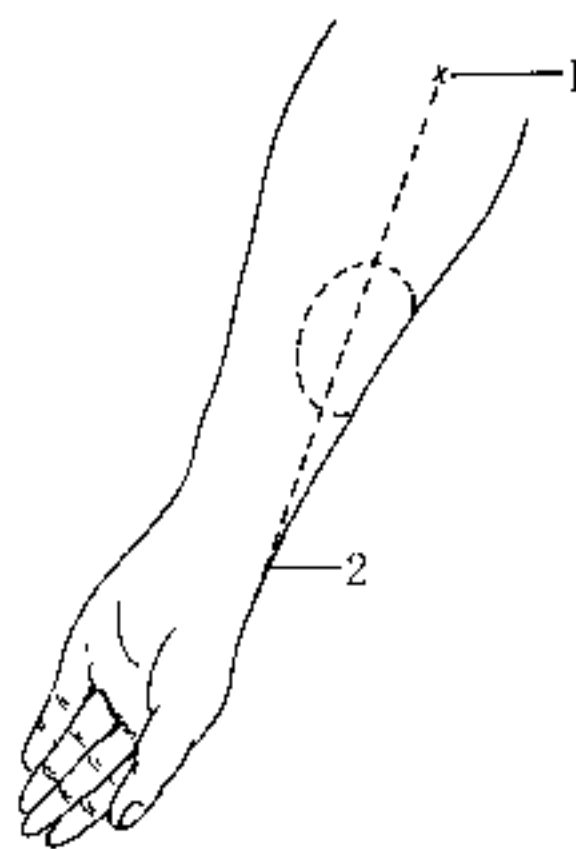


图 4-9 前臂外侧皮神经伴行血管蒂皮瓣设计

注:1. 肘横纹中点;2. 桡骨茎突

(二)逆行前臂外侧皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣

以桡骨茎突与肘横纹中点连线为轴线,以头静脉为标志,根据受区缺损面积及皮瓣转移到受区所需蒂的长度在前臂近、中部设计皮瓣。旋转轴点在桡骨茎突近侧 5~7cm(该处有一起始部外径为 0.4~0.6mm 的穿支血管进入神经血管束,是皮瓣的关键血管)(图 4-9)。先在皮瓣近侧切开,贴真皮层下游离创缘,找到前臂外侧皮神经和头静脉并结扎、切断。切开皮瓣两侧,从皮下组织深层解剖皮瓣,深筋膜不必包括,但必须将皮神经和其伴行静脉包括进皮瓣内。在皮瓣远端到旋转轴点做“S”形切口,剥离创缘,在神经血管轴两侧各 1.5cm 处切开皮下组织,以保证神经、静脉、神经旁血管和静脉旁血管的连续性,将皮瓣完全掀起(图 4-10)。为

能使皮瓣具有感觉,可向肘窝方向进一步解剖出适当长度的前臂外侧皮神经,以便和创区的皮神经端侧吻合,或与其断端吻合。

(三) 手部皮神经皮瓣

皮瓣供区有 5 个(图 4-11):

①以桡神经浅支的拇背支为蒂,皮瓣设计在第 1 掌骨中、远侧 $1/3$ 的外侧面,皮瓣旋转轴点在指间关节平面或更远;②以桡神经浅支拇背支为蒂,皮瓣设在第 1 掌骨中、远侧 $1/3$ 的内侧,皮瓣轴点在指间关节平面或更远;③以桡神经浅支示指支为蒂,皮瓣在第 2 掌骨基部外侧,旋转轴点在指蹼平面;④以桡神经浅支第 3 指支为蒂,皮瓣在第 2 掌骨腕掌关节,旋转轴点在指蹼平面;⑤以尺神经手背支为蒂,皮瓣设计在第 4 和第 5 掌骨腕掌关节,旋转轴点在指蹼平面。

先切开皮瓣近侧端,将神经及邻近静脉包进皮瓣,从深筋膜下掀起。切开皮瓣两侧和远侧缘,蒂部保留 1.5cm 宽含所需神经、静脉和神经旁血管的皮下组织,游离至皮瓣旋转轴点即可转移到受区。

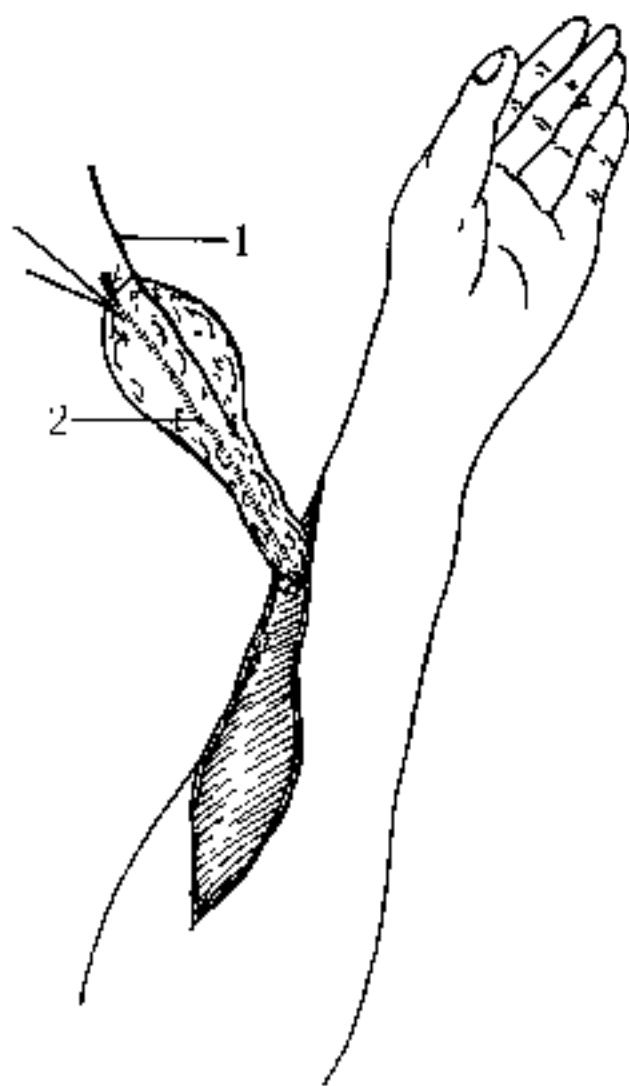


图 4-10 皮瓣掀起

注:1. 前臂外侧皮神经;2. 前臂外侧皮神经及伴行血管

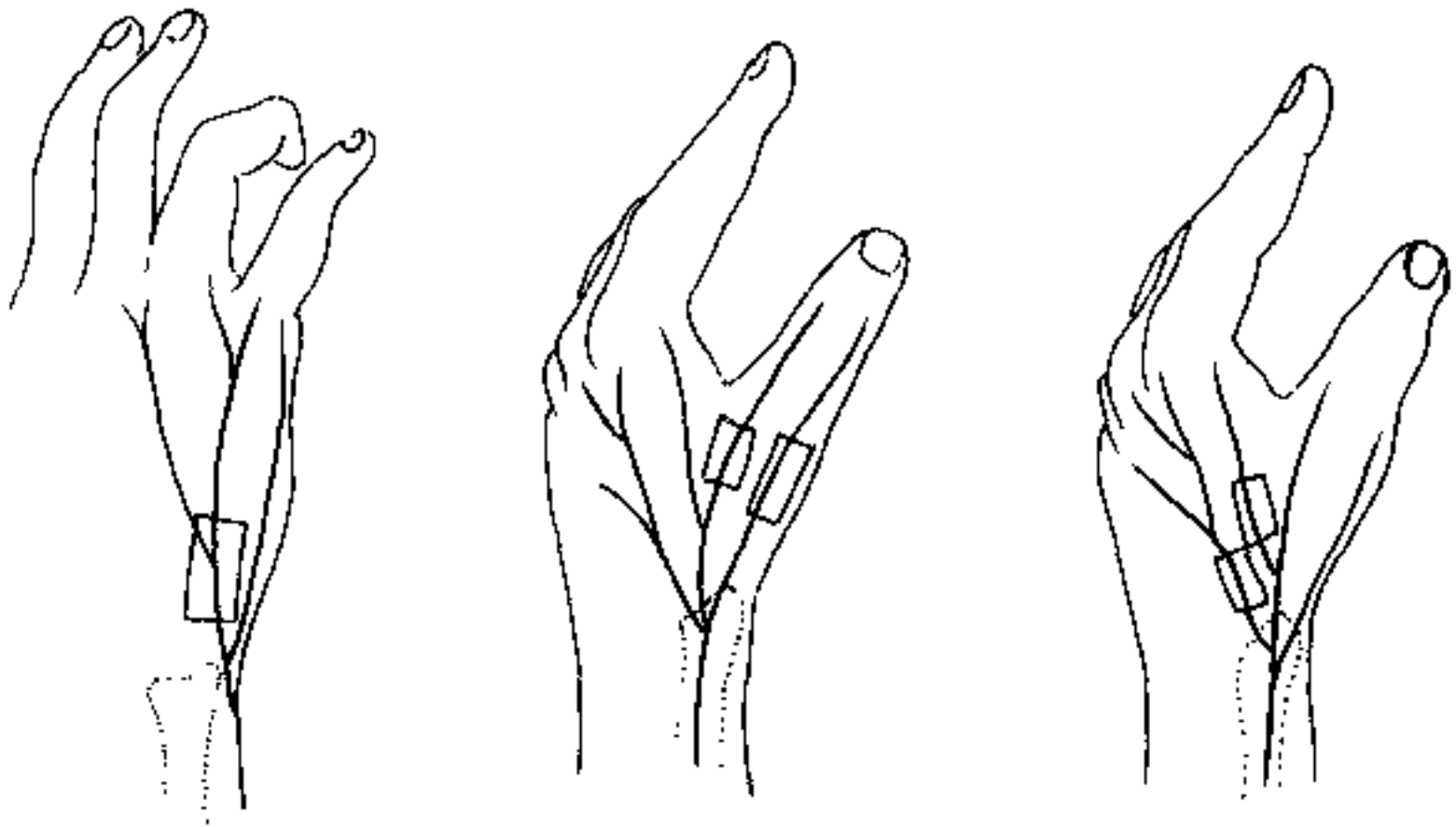


图 4-11 手背皮神经皮瓣供区

(引自:Br J Plast Surg, 1992;45;388)

四、术中注意要点

1. 逆行腓肠神经伴行血管蒂岛状皮瓣 ①神经血管蒂至少应包括 2~3cm 宽的筋膜组织;②最好切开旋转轴点与创面间的皮肤进行皮瓣逆行转移,蒂部扭转角度不能过小,可以在皮瓣的远侧端(向着踝的一端)蒂部带上一条宽 2cm 左右和适当长度的皮肤,增加转移通道的宽度;③腓肠神经伴行血管在外踝上 5cm 处与腓动脉穿支吻合,不得损伤,蒂的旋转点至少在外踝近侧 5cm。

2. 逆行前臂外侧皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣 ①皮瓣最远端的供血穿支动脉来自桡动脉,是关键性血管,切勿损伤;②皮瓣近端皮下组织增厚,结构疏松,皮瓣设计过大将降低神经伴行血管的供血能力,作者主张皮瓣近端距肘横纹不超过 5~6cm。

3. 手部皮神经皮瓣 ①皮瓣远端(靠近血管蒂的一端)切开深度只达真皮层下,勿损伤神经和血管;②如需要重建皮瓣感觉,



可在皮瓣近端沿神经走行切开皮肤,游离出适当长度的神经带入皮瓣,与创区神经吻合。

五、优缺点

(一)逆行腓肠神经伴行血管蒂岛状皮瓣

1. 优点 ①血供可靠;②操作容易;③不牺牲主干动脉;④蒂长(最长可达16cm),修复范围广。

2. 缺点 ①皮瓣易水肿;②足背外侧感觉减退或麻木。作者建议在腓动脉肌间隔穿支远侧(外踝部)结扎小隐静脉,或将小隐静脉或其交通支与大隐静脉吻合,有利于减轻水肿。

(二)逆行前臂外侧皮神经伴行血管蒂岛状皮瓣

1. 优点 ①不损伤主干动脉,解剖容易;②可提供皮瓣感觉;③蒂长,修复部位选择余地较大。

2. 缺点 静脉回流较差,皮瓣肿胀,可能因发生局部皮瓣坏死而牺牲1条主要静脉。

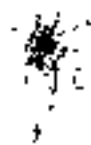
(三)手部皮神经皮瓣

1. 优点 ①手术操作简单;②供区可直接缝合。

2. 缺点 皮瓣面积小,约 $2\text{cm}\times 1\text{cm}\sim 3\text{cm}\times 1.5\text{cm}$ 。

第三节 感觉神经移位术

将性质相同的神经移位于某神经缺损区,与该神经的远断端缝合,重建神经的运动或感觉功能,称为神经移位术(transposition of nerve)。对感觉神经而言,还可将创区附近对感觉功能要求相对次要部位的皮神经,移位并植入到修复该区的皮瓣或皮片下面,以恢复重要功能部位的感觉。



一、适应证

1. 上肢正中神经、尺神经、桡神经同时断裂缺损,可根据神经伤断程度做神经交插缝合。
2. 桡神经浅支和尺神经背侧感觉支转位到掌部,和指总神经吻合,恢复手指感觉功能。
3. 将膈神经、肋间神经或副神经移位至肌皮神经,恢复屈肘功能。
4. 将颈丛神经运动支转位至肌皮神经、腋神经、桡神经、正中神经或其他神经治疗臂丛根性撕脱伤。
5. 将以桡侧副动脉为蒂的前臂后侧皮神经折叠移位,修复桡神经缺损。
6. 骨间前神经旋前方肌支与尺神经掌深支缝合,重建尺神经高位损伤或臂丛下根性损伤后手内肌的神经支配。
7. 肋间神经外侧皮支转位至正中神经,恢复手部感觉。

二、手术步骤

以用桡神经浅支和尺神经背侧感觉支移位重建正中神经损伤后1~3指感觉功能,以及将隐神经终末支移位到足底皮瓣重建皮瓣感觉功能为例。

1. 受区准备 沿鱼际纹做掌部切口,在掌骨间隙寻找和游离出指总神经断端(图4-12)。

2. 解剖供神经

(1)尺神经背侧感觉支:自腕关节尺侧向中指蹠方向做“S”形切口,深至皮下组织深层,在深筋膜上解剖出该神经,尽量靠末端切断(图4-13)。

(2)桡神经浅支:在腕关节桡侧向第2掌骨方向做“S”形切口,解剖出该皮支,尽量自远端切断,但支配拇指桡侧的感觉支应保留(图4-14)。

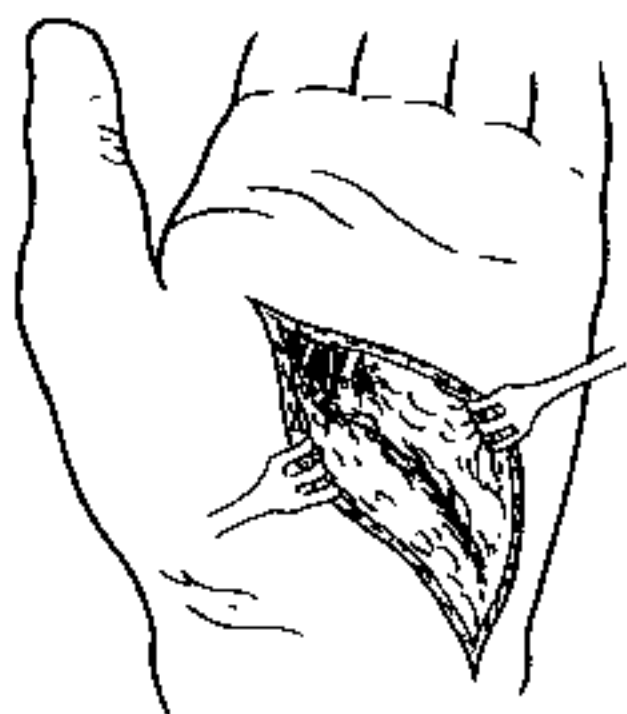


图 4-12 解剖和游离指总神经
断端

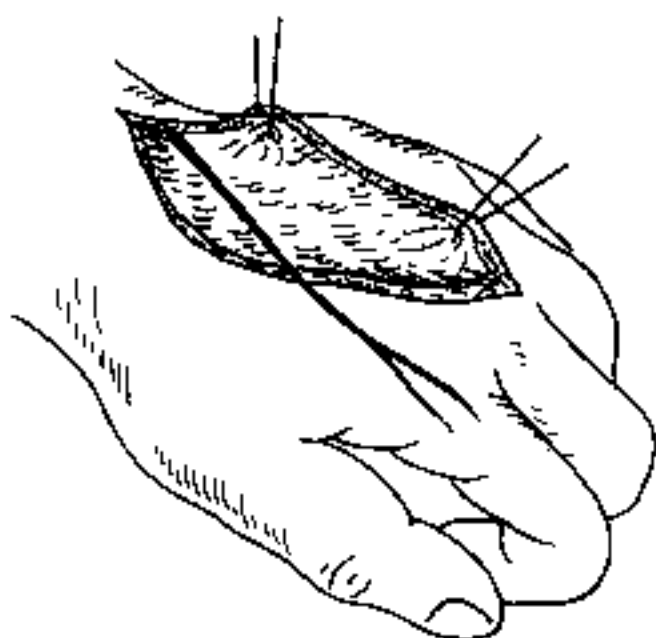


图 4-13 解剖和游离尺神经
背侧支

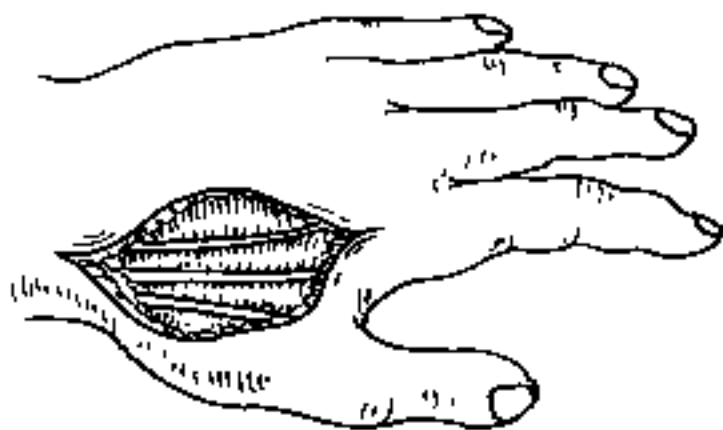
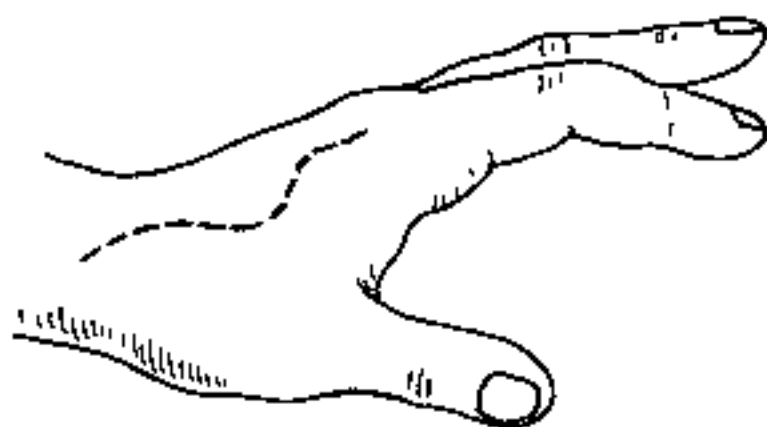


图 4-14 解剖和游离桡神经浅支

(3) 隐神经终末支: 自内踝远侧沿足背内侧缘向跗趾的跖趾关节方向做“S”形切口, 解剖游离出该神经, 按到达足跟底中央或更

远处长度的需要切断神经远端(图 4-15)。

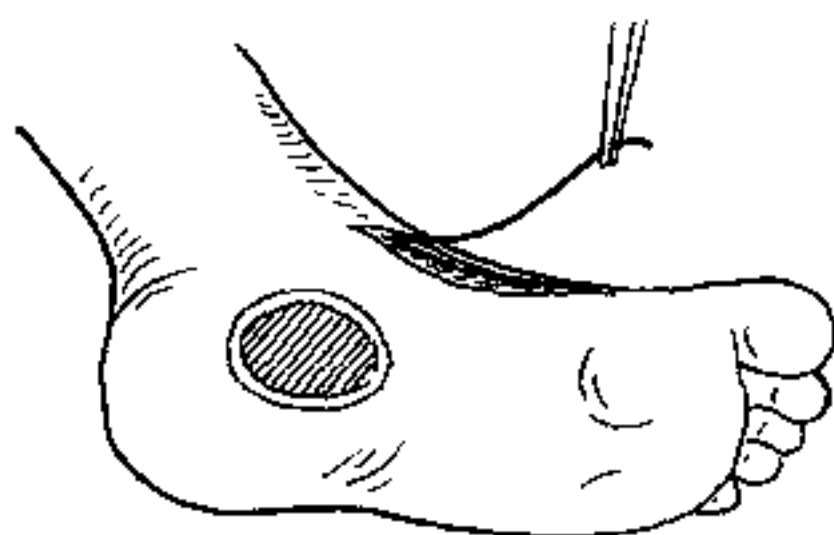


图 4-15 解剖出隐神经终末支

3. 神经移位 尺神经背感觉支经尺侧腕屈肌深面移至手掌, 与指总神经做外膜缝合(图 4-16)。桡神经浅支经虎口皮下转移至手掌, 与指总神经断端做外膜缝合, 或将指总神经转移至手背, 与桡神经浅支缝合(图 4-17)。隐神经终末支经皮下隧道转移至足跟区, 植入于皮瓣中(图 4-18)。

4. 缝合神经供区和受区皮肤切口

三、术中注意要点

1. 缝合神经不应有张力。
2. 桡神经浅支移位时, 须保留该神经支配拇指桡侧的感觉支。

四、优缺点

1. 优点 手术简便, 不需要从他处切取神经移植体。
2. 缺点 神经供区皮肤感觉功能减退。

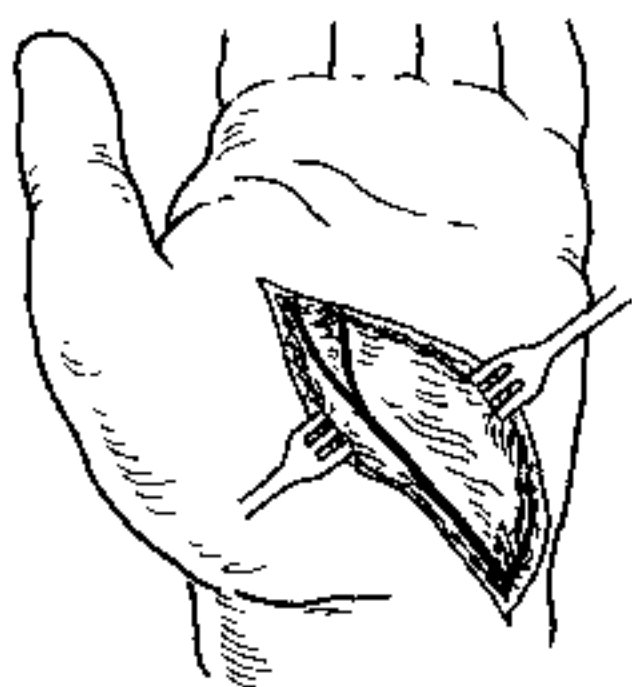


图 4-16 尺神经背侧支与指总神经吻合

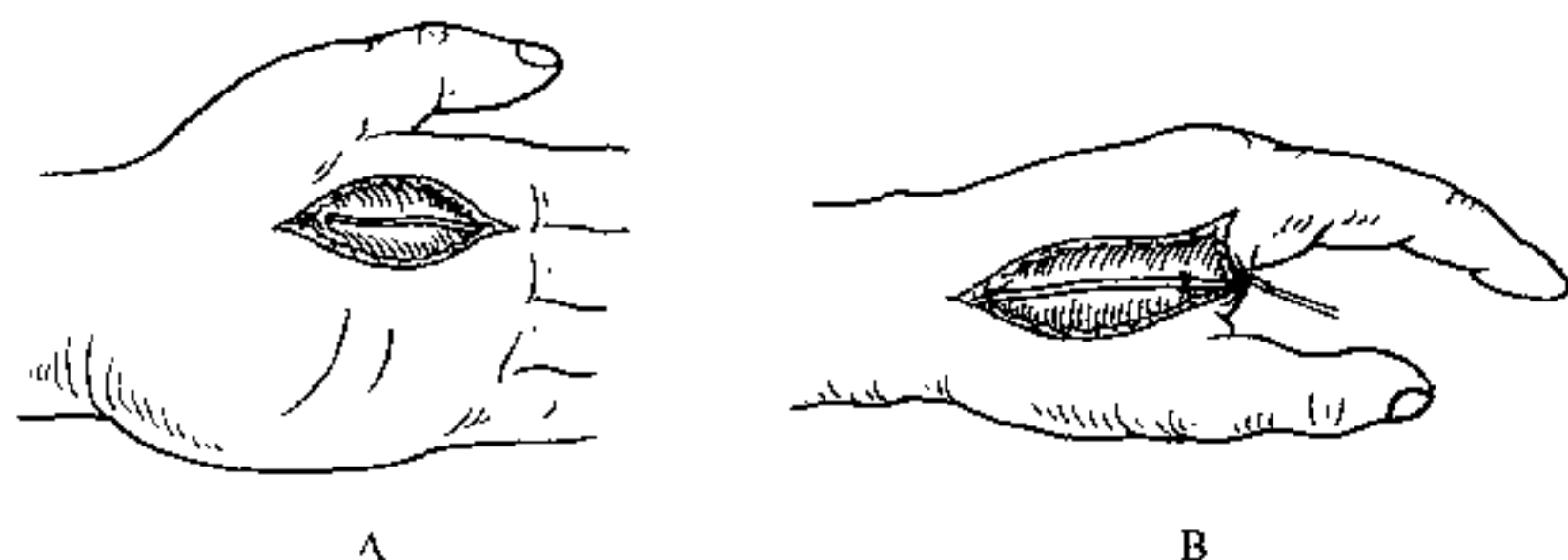


图 4-17 指总神经与桡神经浅支吻合

注：A. 显露指总神经断端；B. 指总神经转移到手背

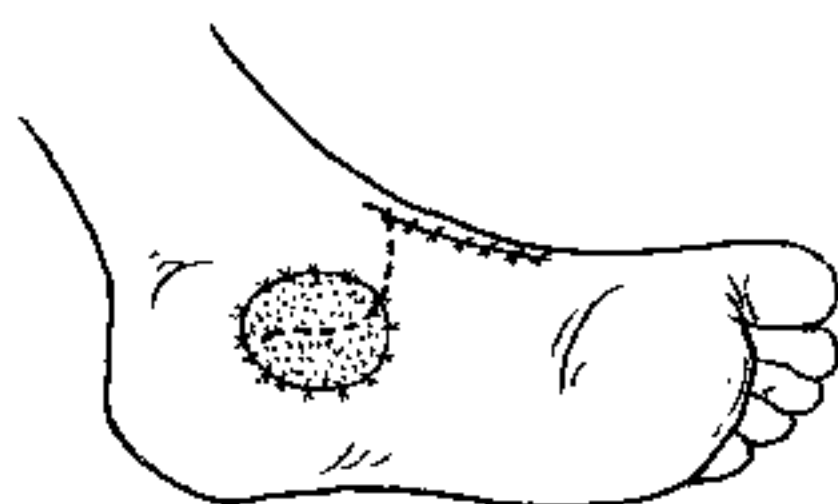


图 4-18 隐神经终末支移位至皮片下

第四节 运动神经与感觉神经吻合

运动神经与感觉神经吻合 (coaptation of the sensory nerve to the motor nerve) 通过肌皮瓣或肌瓣的运动神经与创区皮神经吻合, 使该组织瓣建立感觉功能, 如用背阔肌肌皮瓣或肌瓣加皮片移植修复小腿或足部缺损时, 将胸背神经与创区的皮神经吻合。其原理尚不清楚, 可能是肌肉感受器如肌梭 (muscle spindles) 和腱的高尔基器 (golgi tendon organs) 使患者感觉到输入信号的关系。

一、适应证

用于足底或小腿部软组织缺损的修复和感觉功能重建。

二、手术步骤

以用背阔肌肌瓣加中厚皮片移植修复足跟缺损为例。

1. **受区准备** 对跟区清创,解剖显露胫后动静脉、大隐静脉及腓肠神经或隐神经(图 4-19)。

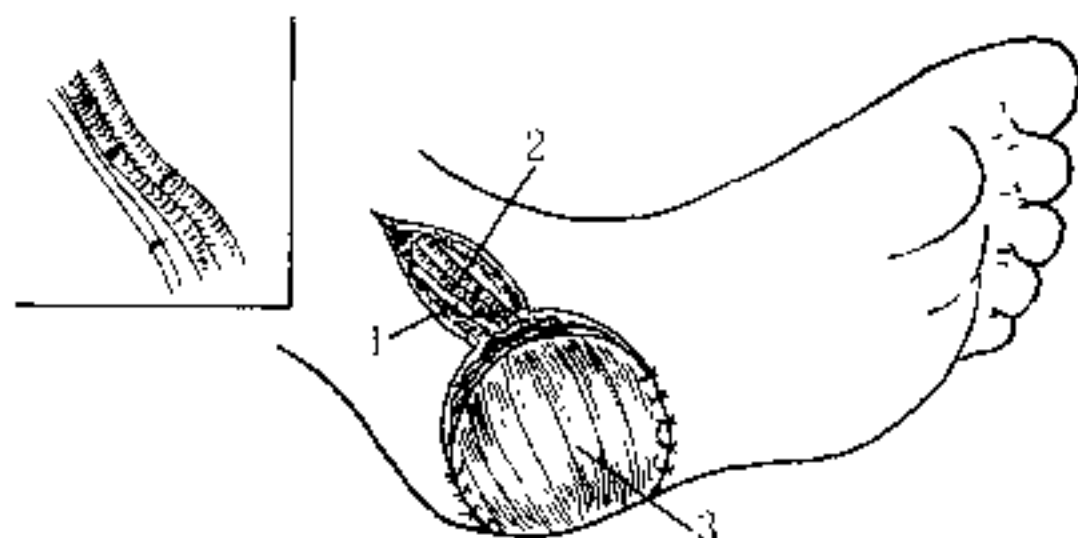


图 4-19 跟区清创,显露胫后血管和神经

注:1. 胫后神经;2. 胫后动、静脉;3. 创区

2. **切取背阔肌肌瓣** 自腋后线沿背阔肌外缘做斜行或“S”形切口,显露肌肉外侧缘,向内侧牵开。用手指钝性分离,在肌肉深面距其外侧缘约 2cm 处,找到胸背血管和神经(图 4-20)。在肌肉浅、深两面解剖肌肉,结扎切断胸背血管和胸外侧血管的交通支、肋间血管穿支。根据肌肉深面血管走行和所需肌瓣长度、宽度切取肌瓣。

3. **肌瓣移植** 肌瓣移至足跟创区,暂固定数针,将胸背动脉和胫后动脉、胸背静脉和大隐静脉、胸背神经和腓肠神经或隐神经进行血管、神经吻合(图 4-21)。

4. **移植中厚皮片** 自背部或股外侧用鼓式切皮机或辊轴刀切取中厚皮片(不宜太薄),移植于肌瓣表面,并用尖刀片在皮片上

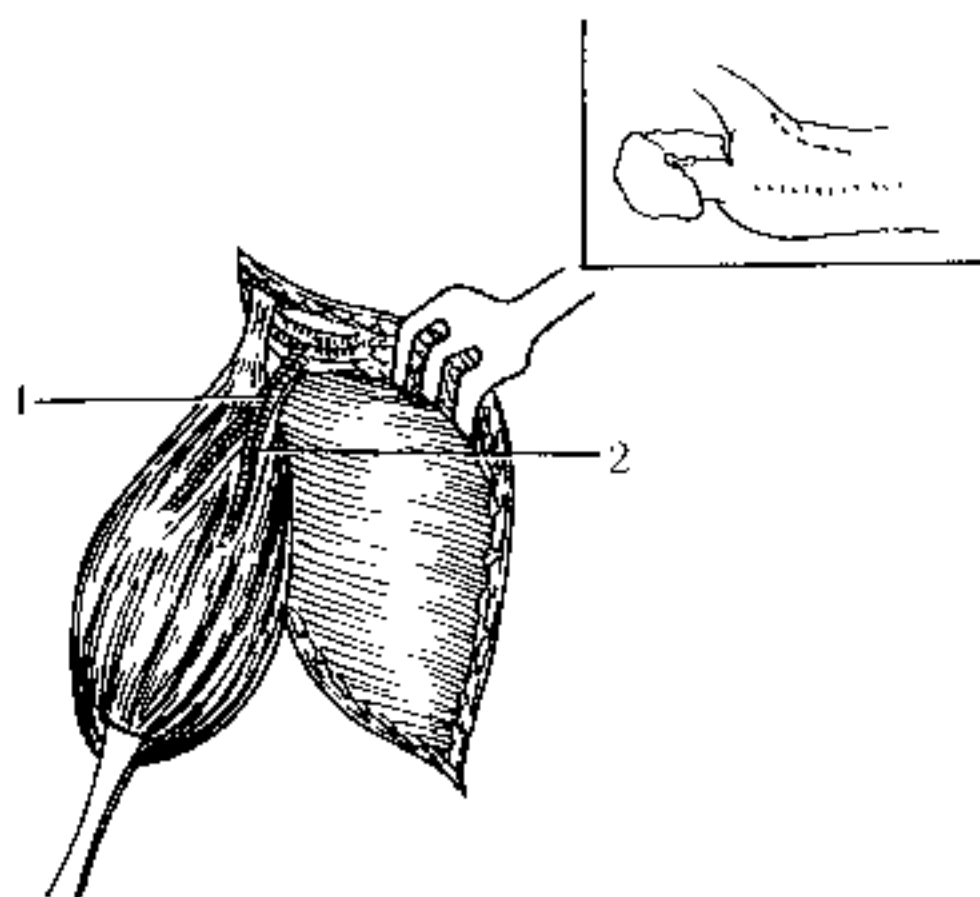


图 4-20 切取背阔肌肌瓣

注:1. 胸背动脉;2. 胸背神经

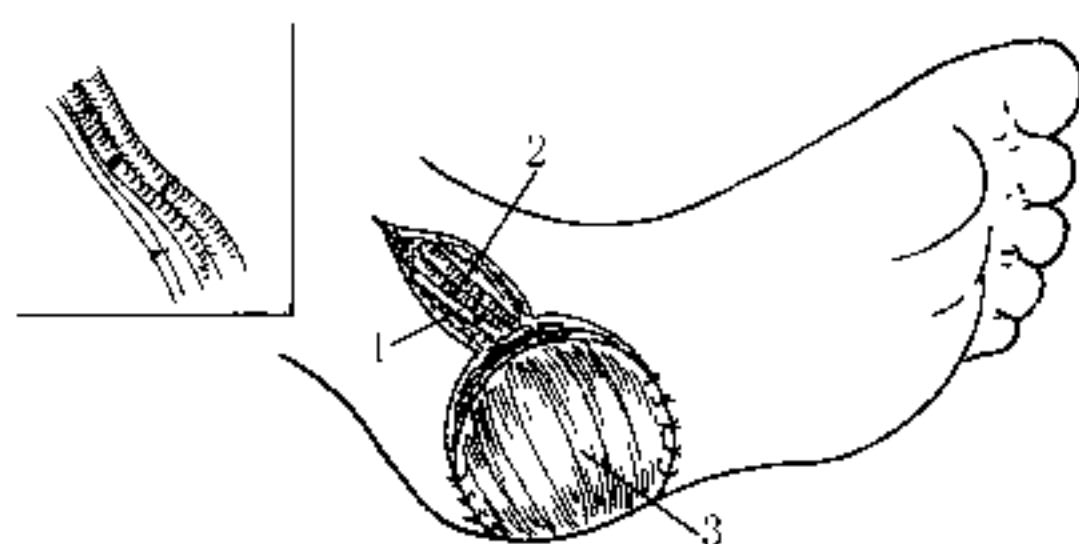


图 4-21 肌瓣移植

注:胸背动脉和胫后动脉吻合,胸背神经和胫神经皮支吻合

戳若干小洞(图 4-22)。

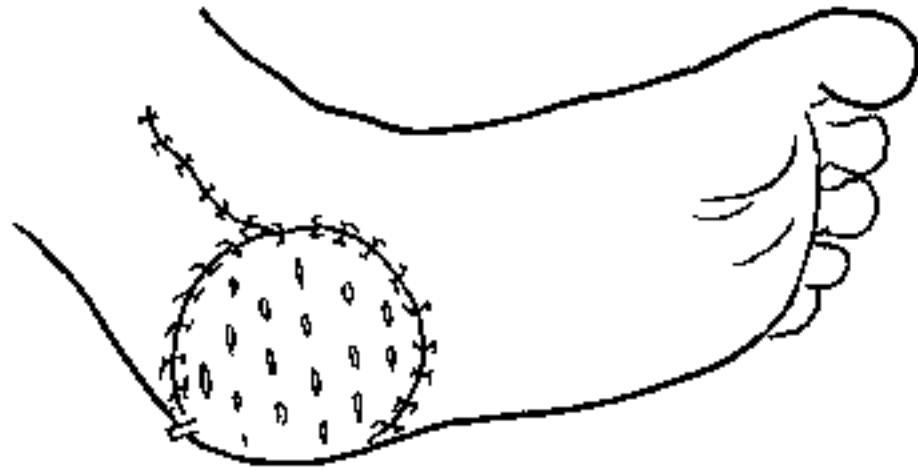


图 4-22 肌瓣上移植中厚皮片

三、术中注意要点

1. 同显微外科血管吻合术。
2. 跟区应移植较厚皮片,并移植在肌膜上。

四、优缺点

1. 优点 ①可使肌瓣和皮片重建保护性感觉;②肌肉组织起衬垫作用,耐压性好,能充填深在腔隙;③肌肉会发生萎缩,使修复部位不臃肿,外形好。
2. 缺点 ①手术操作较复杂,须进行血管吻合;②不能提供精细感觉。

第五节 神经感觉皮瓣或肌皮瓣

神经感觉皮瓣或肌皮瓣(neurosensory flap or musculocutaneous flap)为轴型皮瓣,种类较多,在手足修复和感觉功能重建中用途较广,一般设计成逆行岛状皮瓣。用此类皮瓣重建感觉功能是通过皮瓣上携带的皮神经和受区的皮神经吻合,但皮瓣的皮神经和血管蒂并不伴行,因而不属于神经血管蒂皮瓣。如尺动脉腕上皮支皮瓣携带前臂内侧皮神经,中间指节背侧皮瓣携带指固有

神经背侧支,阔筋膜张肌肌皮瓣携带股外侧皮神经等等。

一、中间指节背侧皮瓣

(一)应用解剖

手背和近侧指节背侧皮肤由桡神经浅支和尺神经手背感觉支支配。第2指节背侧皮肤由两条指掌侧固有神经分别在近侧指节基部发出的背侧支支配。此感觉支斜向近侧指间关节背侧,发出分支支配中间指节同侧指背的皮肤。指掌侧固有神经发出背侧感觉支后,沿手指掌侧继续下行,在远侧指间关节分成3支:背侧支到甲皱和甲床,一支到指尖,另一支到指腹。但是,拇指和小指的指掌侧固有神经没有背侧支,仅在指固有神经远侧发出一些小支,支配远侧指节背面的皮肤。指掌侧固有神经直径为1.0~1.5mm,其背侧支的直径为0.5mm。指掌侧固有动脉与其同名神经伴行,位于神经的背外侧(图4-23)。

中间指节背侧皮瓣(the dorsal middle phalangeal finger flap)即指包括第二指节背侧皮肤,以指掌侧固有动脉和其伴行静脉为蒂,含有指神经背侧支的皮瓣。鉴于上述解剖特点,除拇指和小指以外,其余3指均可在中间指节背侧掀起这种皮瓣。

(二)适应证

用于修复相邻或相隔手指掌侧或指端的严重缺损。如皮瓣中



图4-23 手指神经血管解剖

注:1. 指背动脉及神经;
2. 甲床支;3. 关节支;
4. 指神经背侧支;5. 指
掌侧固有动脉和神经

不含指掌侧固有动脉血管蒂,可形成带指神经背侧支的邻指皮瓣,用于修复相邻手指的缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

根据修复部位,选择示指、中指、环指第2指节背侧设计皮瓣,远端不超过远侧指间关节,近端可达近侧指间关节近侧1cm,两侧为手指侧中线(图4-24A)。在血管蒂侧,皮瓣边缘可向掌侧扩展5mm。

皮瓣掀起和转移(以用中指中间指节背侧皮瓣修复示指指腹为例):

上止血带,手术放大镜下,做中指桡侧侧中线切口。显露桡侧指固有神经血管束,切开皮瓣边缘,自伸指肌腱腱膜浅面掀起皮瓣。游离解剖出指固有神经及其背侧支,将背侧支自指固有神经分出部切断,指固有神经保留于原位(图4-24B)。向近侧解剖游离血管蒂至指总动脉(必要时至掌浅弓)。做示指尺侧侧中线切口,分离两侧创缘,解剖出指神经断端(图4-24C)。在中指皮瓣的远端结扎切断指动脉,将岛状皮瓣经皮下隧道或切开皮肤,转移到示指创面。用9-0无创缝线将示指指神经的断端与皮瓣上的指神经背侧支做外膜缝合。间断缝合皮瓣,皮瓣供区移植中厚皮片(图4-24D)。

(四) 术中注意要点

1. 用中指桡侧指动脉为蒂的第2指节背侧皮瓣修复拇指缺损时,需要结扎切断示指尺侧指动脉,以延长皮瓣的旋转弧。
2. 在特殊情况下需要做吻合血管移植皮瓣时,应将供指的指背静脉包括在皮瓣内。
3. 解剖皮瓣血管蒂时,必须包括血管周围的软组织,不可单独游离指动脉和其周围软组织内的伴行静脉,以免损伤血管蒂。
4. 皮瓣缝合不宜过紧,注意仔细止血。

(五) 优缺点

1. 优点 ①血运可靠,感觉恢复好,外观好,不牺牲指掌侧固

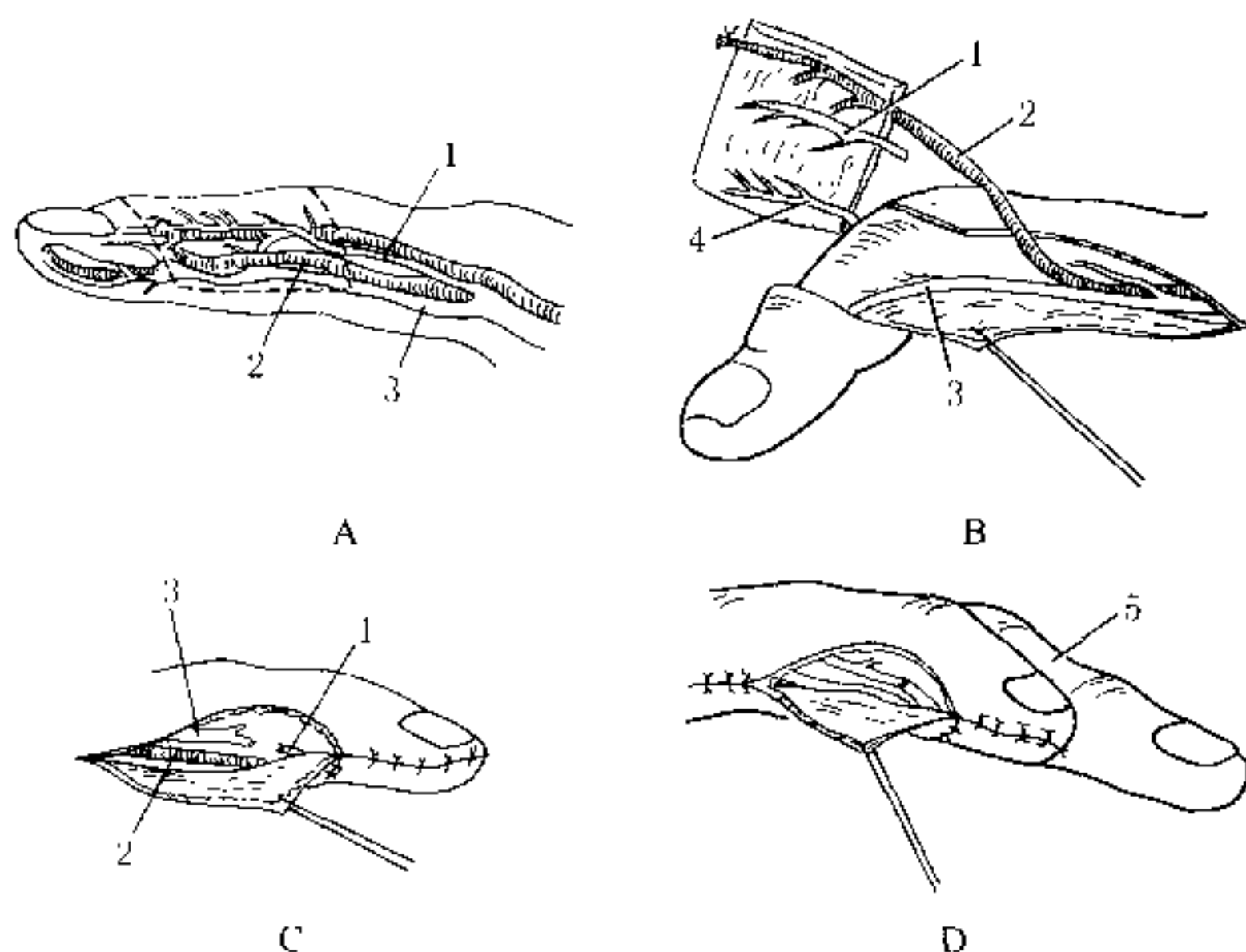


图 4-24 中间指节背侧皮瓣设计、掀起和转移

注：A. 右手中指；B. 右手中指；C. 左手示指；D. 左手示指、中指

1. 指神经背侧支；2. 指动脉；3. 指神经；4. 另一侧指神经背侧支；
5. 移植的皮片(引自：Plast Reconstr Surg, 1992; 90: 1010)

有神经。②皮瓣转移后无感觉错位现象。③可用作岛状皮瓣或吻合血管的游离皮瓣，也可从邻近手指掀起双叶岛状皮瓣以供延长手指用。

2. 缺点 产生指背皮瓣供区瘢痕，影响美观。

二、手指侧方皮瓣

(一) 应用解剖

见中间指节背侧皮瓣(第四章第五节. 一)。

手指侧方皮瓣(the lateral finger flap)即含手指掌侧固有神经背侧支的指动脉皮瓣。

(二) 适应证

1. 面积较大的手指软组织缺损,有肌腱、指骨或关节外露;
2. 手指部分截指需要进行延长或再造;
3. 虎口、指蹼、手掌或手背中小面积的皮肤缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

皮瓣范围从近侧指节的基部到甲根近侧,两边到手指掌侧和背侧的中线,可根据需要进行设计,Hirase Y(1992)报告皮瓣面积可达 $3.5\text{cm} \times 5\text{cm}$ 。供皮瓣手指选在邻指,以指动脉为蒂画出轮廓,切取面积应稍大于受区。皮瓣血管蒂的旋转轴点位于指总动脉分叉处(图 4-25)。

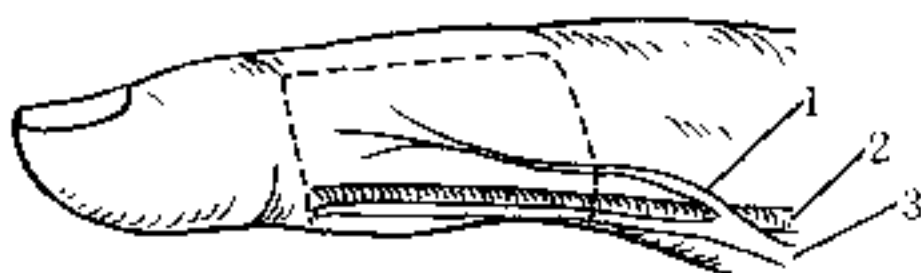


图 4-25 手指侧方皮瓣设计

注:1. 指神经背侧支;2. 指动脉;3. 指神经

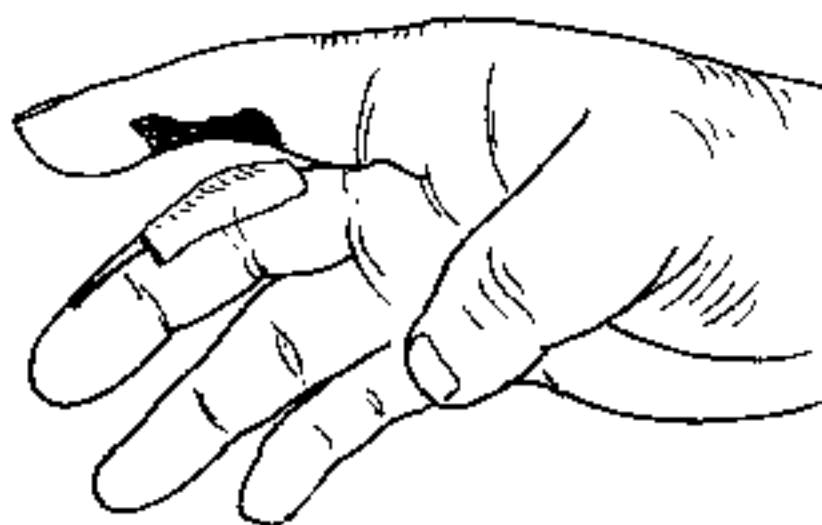


图 4-26 指蹼切口,显露指总动脉、神经

皮瓣切取(以中指侧方皮瓣修复示指掌侧为例):上止血带,做中指、示指指蹼近侧“S”形切口,显露指总动脉分叉处(图 4-26)。沿至中指的指掌侧固有动脉走行,在手指侧方做切口达皮瓣的近

侧缘。做皮瓣的掌侧缘和远端切口,自屈指肌腱腱鞘浅面向背侧掀起皮瓣。沿指血管神经束包膜纵行切开,仔细将神经与血管锐性分开,在指根部鉴别和保护进入皮瓣的指固有神经背侧支,在指动脉深面继续剥离。做皮瓣背侧切口,结扎、切断皮瓣远端的指动脉,向近端游离血管蒂至指总动脉分叉处,完全掀起皮瓣(图 4-27)。在手术放大镜下做指固有神经背侧支与固有神经主干的神经内分离,依需要长度切断背侧支。之后,在示指创面近侧形成皮下隧道或切开皮肤,转移皮瓣至受区,进行神经吻合(图 4-28)。供皮瓣区创面取全厚皮片修复。

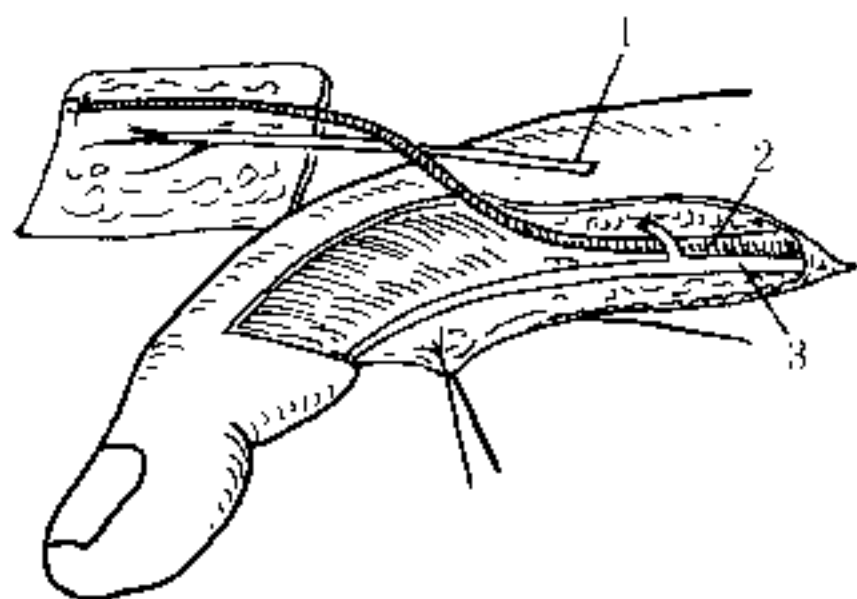


图 4-27 手指侧方皮瓣掀起

注:1. 指神经背侧支;2. 指动脉;3. 指神经

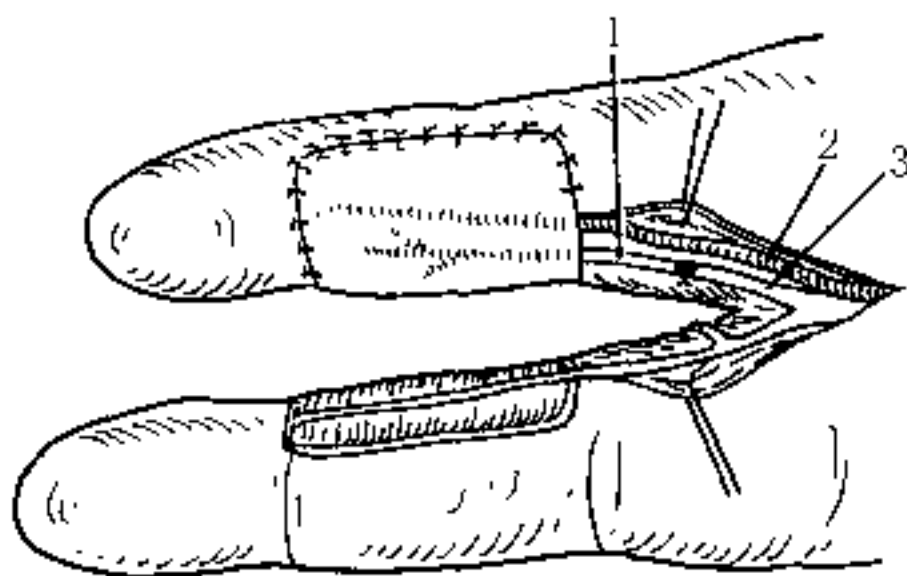


图 4-28 皮瓣转移到邻指

注:1. 指神经背侧支;2. 指动脉(皮瓣血管蒂);3. 患指指神经近断端



(四) 术中注意要点

1. 切取皮瓣时必须保护指掌侧固有神经及其背侧支,在指根部解剖显露血管神经束时,应仔细鉴别背侧支,并沿该分支向远侧分离,确保其进入皮瓣;

2. 游离指神经主干时,应紧贴神经干锐性分离,务必保留动脉与皮瓣间的联系,防止血管和皮瓣分离。

(五) 优缺点

1. 优点 ①皮瓣包含指神经的背侧支而不包括指神经主干,因而不损伤供指感觉功能,又能为皮瓣提供感觉;②皮瓣供区选自伤指邻近手指的侧面,设计和转移较灵活,位置较指背皮瓣隐蔽;③血管神经解剖位置恒定,不须吻合血管。

2. 缺点 ①皮瓣转移后有感觉错位现象,应进行感觉再训练;②皮瓣跨越指间关节,需要坚持较长期的功能锻炼。

三、趾短屈肌肌皮瓣

(一) 应用解剖

趾短屈肌肌皮瓣(the flexor digitorum brevis musculocutaneous flap)由跖内侧动脉、跖外侧动脉供应,可以其中任一血管为蒂。皮肤感觉由胫后神经跖内侧感觉支提供。

趾短屈肌位于踇展肌和小趾展肌之间,与其一起构成足底第1层肌肉。该肌起自跟骨内侧突和跖腱膜,向前走行,在跖骨底部分成4条腱,其前端又各分成2条,构成趾长屈肌腱通过的腱裂孔,止于第2~5趾中节趾骨底。

胫后动脉、胫后静脉和胫神经通过内踝和跟骨结节之间后,分为跖内侧、跖外侧神经血管束进入足底。跖内侧动脉、跖内侧静脉和跖内侧神经一同向前,过踇展肌深处,到达踇展肌和趾短屈肌的沟中,沿途发支供应该二肌。跖内侧动脉末支接近踇趾内侧时,与第1跖足底动脉分支吻合,再行至踇趾内侧。跖内侧神经在踇展肌和趾短屈肌沟中,紧位于跖腱膜的深面,在此处分出至踇趾内侧

的趾足底固有神经和内侧 3 条趾足底总神经,支配内侧三个半足趾。跖外侧动脉与伴行静脉和跖外侧神经一同向前外斜行,通过趾短屈肌和跖方肌之间,在屈趾短肌和小趾展肌起始部附近向该二肌发出数个分支(图 4-29),并在二肌间通过,动脉与足背动脉的足底深支汇合,形成足底动脉弓,从此弓发出趾足底动脉,继而分出趾底固有动脉。跖外侧神经则穿过趾短屈肌和跖方肌之间,至小趾展肌和趾短屈肌之间,即分为浅、深 2 支,发出至小趾外侧的趾足底固有神经和至第 4、5 趾间的趾足底总神经。足底内侧 $2/3$ 和外侧 $1/3$ 的皮肤,分别由跖内侧、跖外侧神经之趾总神经皮支支配。这些皮支在趾总神经浅面与其分离,常以单束穿过跖腱膜。内、外侧的趾底神经血管束(包括皮支),分别通过踇展肌和趾短屈肌及趾短屈肌和小趾展肌之间的裂隙。

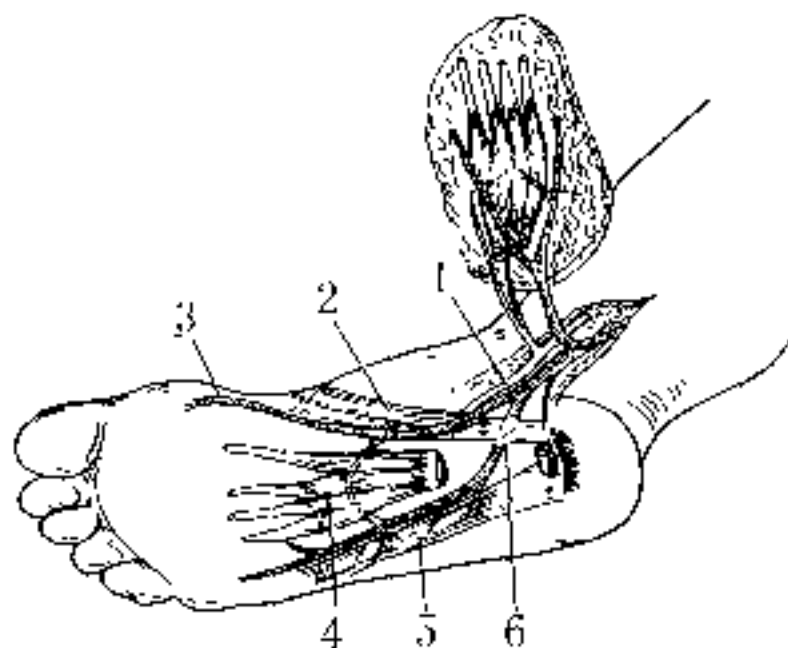


图 4-29 趾短屈肌血管解剖

注: 1. 跖内侧神经; 2. 踇展肌; 3. 跖内侧动脉; 4. 趾短屈肌; 5. 小趾展肌; 6. 趾外侧动脉 (引自: Plast Reconstr Surg, 1984; 74: 87)

(二) 适应证

1. 跟区底部或跟区后部软组织缺损和慢性溃疡;
2. 跟腱或跟骨外露。

(三) 肌皮瓣的设计和切取

根据跟区缺损部位和范围,在足底非负重区皮肤上画出肌皮瓣范围,面积应略大于实际缺损区,以跖内侧血管或跖外侧血管为蒂,皮瓣内含胫后神经的跖内侧感觉支(图 4 30)。

先做内踝后方切口,显露胫后动脉、胫后静脉和胫神经,向足底解剖。切断踇展肌在跟骨的起始部,显露跖内侧、跖外侧动脉、

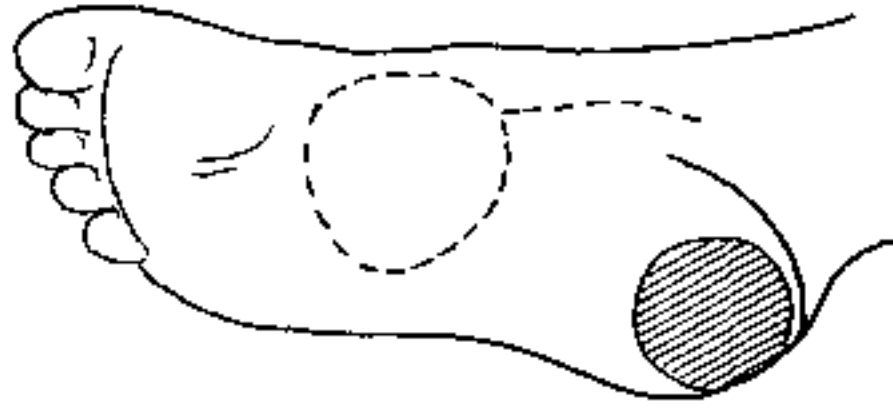


图 4-30 趾短屈肌岛状肌皮瓣设计

静脉和神经。切开皮瓣内侧缘,找到趾短屈肌,在其深面解剖。在向趾短屈肌发出分支处远侧结扎并切断跖内侧动脉、跖内侧静脉(图 4-31)。继续向远侧解剖,切开肌皮瓣远侧缘达趾短屈肌腱浅面,在趾短屈肌的肌肉和腱移行处切断至 2~5 趾的肌腱。切开肌皮瓣外侧缘和近侧缘,结扎并切断跖外侧动脉向趾短屈肌发出的分支,切断肌肉在跟骨的起点(图 4-31、4-32),小心保护发自胫后

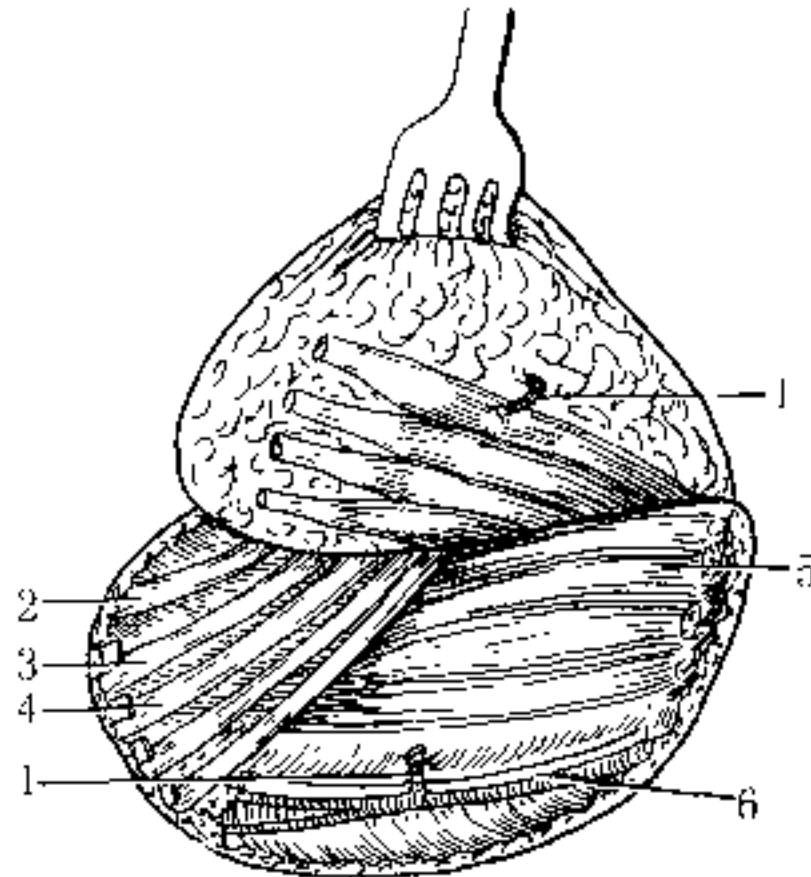


图 4-31 趾短屈肌肌皮瓣掀起

注:1. 结扎的跖外侧动脉趾短屈肌肌支;
2. 跖长屈肌腱;3. 趾短屈肌腱;4. 趾长屈肌
腱;5. 跖方肌;6. 跖外侧动脉

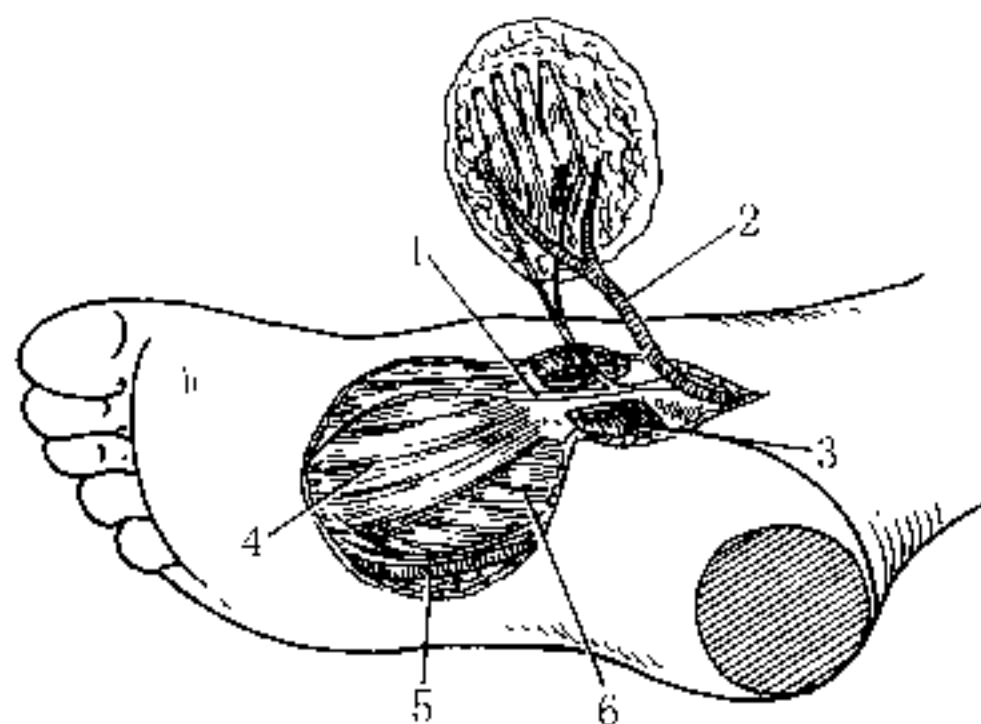


图 4-32 趾短屈肌肌皮瓣完全掀起

注:1. 跖内侧神经;2. 跖内侧动脉;
3. 跖展肌(切断);4. 趾长屈肌腱;5. 跖外
侧动脉、神经;6. 跖方肌

神经的跖内侧感觉支和趾短屈肌的运动支,将肌皮瓣完全掀起并向跟区缺损区移位。

(四) 术中注意要点

1. 在结扎切断跖内侧、跖外侧血管前,应分别在发出趾短屈肌分支的近侧上血管夹,观察其供血情况。如果其中之一发生阻塞或血流量减少,可单独以另一血管为蒂。

2. 切取肌皮瓣时须仔细鉴别位于筋膜内的跖内侧神经感觉支,将其包括在皮瓣内。

(五) 优缺点

1. 优点 ①肌皮瓣皮肤与跟底部皮肤质地相近;②含有肌肉衬垫,有感觉;③一期完成修复。

2. 缺点 肌皮瓣与足底皮肤缝合处可能发生角化过度,早期有感觉错位现象,须进行感觉再训练。

四、逆行足背岛状皮瓣

(一) 应用解剖

足背动脉在第1跖骨间隙的近侧1/3分出足底深支,与跖外侧动脉交通形成足底弓,此动脉吻合系统可使足底弓逆行血流营养的逆行足背岛状皮瓣(distally based dorsalis pedis island flap)成活,而无损足其余部位的血供(图4-33)。足背动脉发出皮支的部位主要是在伸肌支持带远端和足底深支之间。据Man和Acland(1981)报道,伸肌支持带范围内,平均有皮支5.4支,而伸肌支持带和足底深支之间为3.8支。皮瓣的静脉包括浅、深两套系统,前者为足背的静脉弓和浅静脉丛,后者为足背静脉,两者间有交通吻合,吻合部位可能在第1跖骨间隙基部。因此,皮瓣的引流取决于深静脉系统以及浅、深静脉之间的充分吻合。皮瓣的神经为腓浅神经。

(二) 适应证

适用于修复足前端缺损和截趾后范围较大的皮肤缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

皮瓣设计面积取决于足背动脉皮支的范围和浅、深静脉系统之间的吻合部位。设计时,以足背动脉为中心轴,皮瓣近端不超过伸肌支持带上缘,远端接近足趾基部,宽度接近整个足背的宽度(图4-34)。最好将一半足背的静脉弓包括进去,以充分保证静脉回流。对于面积较小的皮瓣,也应尽量包括足背动脉的皮支和静脉网。

上气囊止血带,先做皮瓣近端切开,显露胫前或足背动脉、静脉,向远侧解剖皮瓣直达足底深支,形成含胫前或足背动脉、静脉和足底深支的双血管蒂皮瓣,剥离中切勿将血管与皮瓣分离(图4-35)。切断大、小隐静脉,保留足背静脉并将腓浅神经带入皮瓣。放松止血带,观察皮瓣颜色。用血管夹阻断近端血管蒂的血运20min,观察皮瓣血循环变化,可见颜色稍变暗,有轻度静脉充血

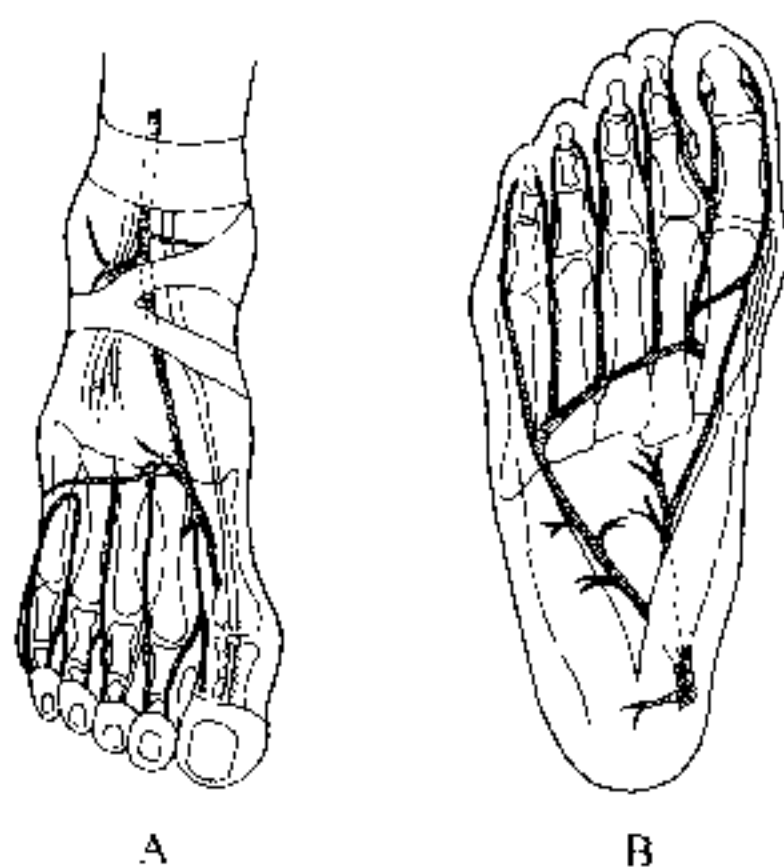


图 4-33 足部动脉解剖
注：A. 足背；B. 足底

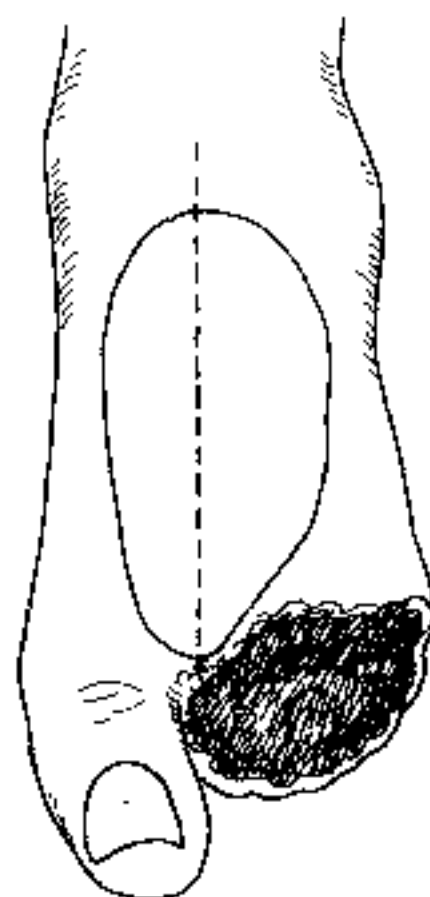


图 4-34 逆行足背岛状皮瓣设计

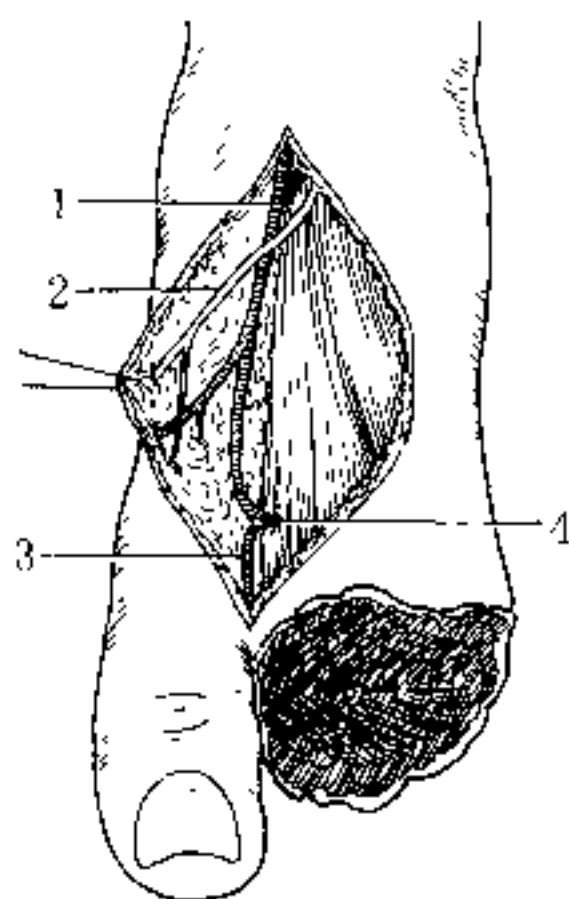


图 4-35 解剖游离皮瓣
注：1. 足背动脉；2. 腓浅神经；
3. 第 1 跖背动脉；4. 深穿支

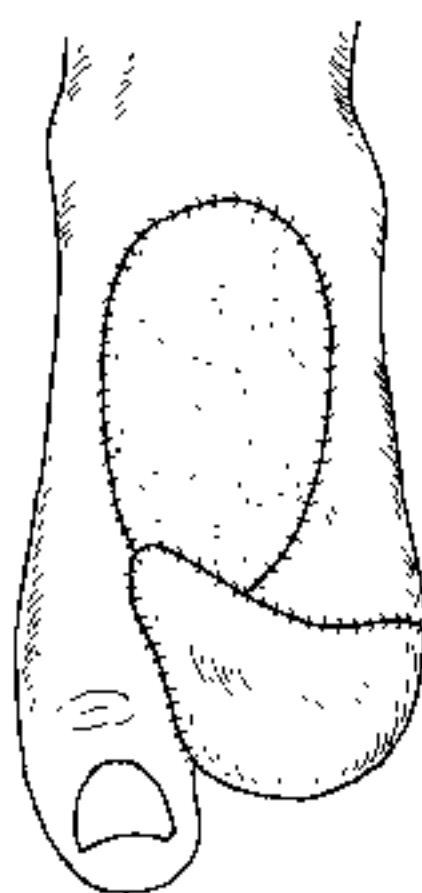


图 4-36 皮瓣以深穿支为轴点旋转

表现,但很快转为正常颜色。结扎、切断近端血管蒂,皮瓣以足底深支为蒂旋转移位到足前端皮肤缺损区(图 4-36),供瓣区移植中厚或全厚皮片。

(四)术中注意要点

必须证实静脉引流充分。可在血管蒂上血管夹处的远侧向胫前静脉或足背静脉内注入约 5ml 造影剂进行静脉造影,明确证实自胫前静脉或足背静脉向足底弓区域通过 2 条伴行静脉的逆行引流情况,对 2 条伴行静脉间存在的交通支也可证实。

(五)优缺点

1. 优点 ①皮肤质地与缺损区相同,可一期完成修复手术;②皮瓣携带皮神经,可与创区皮神经吻合或桥接移植,提供感觉。

2. 缺点 ①静脉回流依赖足背动脉的伴行静脉,是否引流充分需要术中确定;②皮瓣只能以足背动脉深穿支为旋转轴移植,移动范围和延伸性有限。

五、足底皮下血管丛皮瓣

(一)应用解剖

据 Shaw WW 和 Hidalgo DA(1986)研究证明,在足前部,从足背动脉发出的环绕足背的分支,与在跟区后部从胫后动脉和腓动脉发出的跟后动脉支,在足跟至足跟与跖骨头连线中点的跖腱膜浅面形成广泛的血管网,血管口径 0.8mm,内外方向排列,可以这些血管网为蒂掀起旋转皮瓣,即为足底皮下血管丛皮瓣(plantar subcutaneous plexus flap)(图 4-37)。跟内侧神经(the medial calcaneal nerve)在跟区发出平行支,内外方向扇形分布(图 4-38),深度距皮表约 4mm,因此切口设计方向宜与神经平行。足跟远侧跖部皮肤由跖内侧神经、跖外侧神经的感觉支支配,这些感觉支在跖腱膜和其两侧的肌肉之间从深面到达皮下组织,而不是横过很厚的跖腱膜。足底远侧的感觉支在跖腱膜下走行,在跖骨头近侧约 3cm 穿出至皮下。

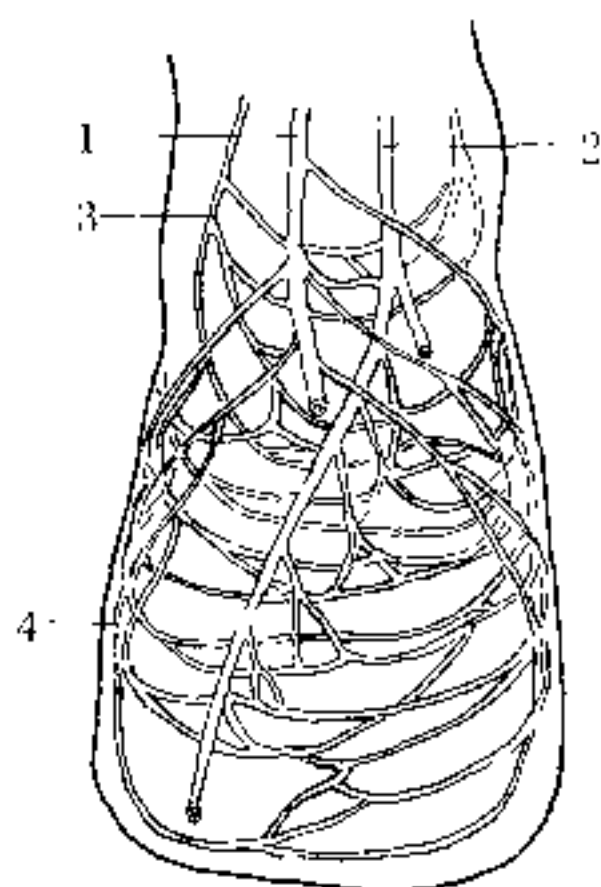


图 4-37 足底近侧皮下血管丛

注:1. 足背动脉;2. 胫后动脉;3. 腓动脉;4. 跖外侧动脉 (引自: Plast Reconstr Surg, 1986; 78(5); 633)

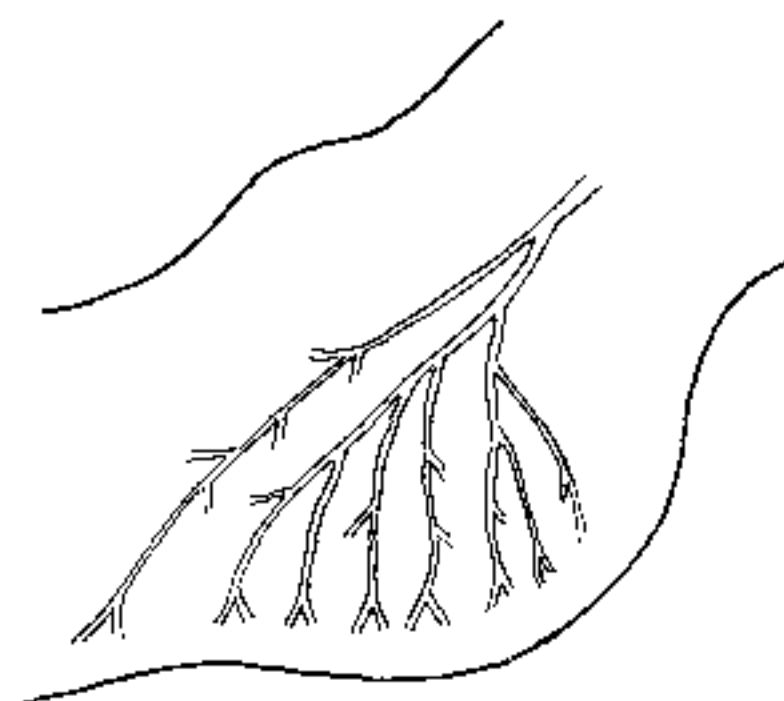


图 4-38 跟区内侧神经分布

(引自: Plast Reconstr Surg, 1986; 78(5); 630)

(二)适应证

修复跟区底部和足底中外侧小面积皮肤缺损。

(三)皮瓣的设计和切取

对足底近侧的缺损,旋转皮瓣设计在足底中部非负重区。如单纯考虑血供问题,皮瓣蒂部设在足底内、外侧均可。蒂要足够宽,以尽量多地包括来自足背的动脉、静脉。如跟区感觉无受损,皮瓣蒂应设在内侧,皮瓣切口应延伸较长距离,达到足底中部非负重区,以充分动员组织。而对于偏瘫和其他无感觉的患者,可从修复缺损最适合的设计考虑,将皮瓣蒂设在外侧(图 4-39)。

蒂在内侧的皮瓣解剖和掀起:先切开皮瓣外侧缘,从小趾展肌表面掀起皮瓣(图 4-40)。到达此肌和跖腱膜间裂隙时,找到跖外

侧神经的皮支。切断跖外侧动脉到皮瓣的分支,进一步游离神经。继之从跖腱膜表面掀起皮瓣,到达跖腱膜和跖展肌间隙时,找出跖内侧神经到皮肤的分支。向近侧掀起皮瓣时,可将跖内侧、跖外侧神经的皮支从神经干上做短距离剥离,可以不影响皮瓣转移又能保留皮瓣感觉。跖内侧动脉到皮瓣的某些分支因不妨碍皮瓣旋转,可予保留。皮瓣缝合到位后,供瓣区创面移植全厚或中厚皮片。

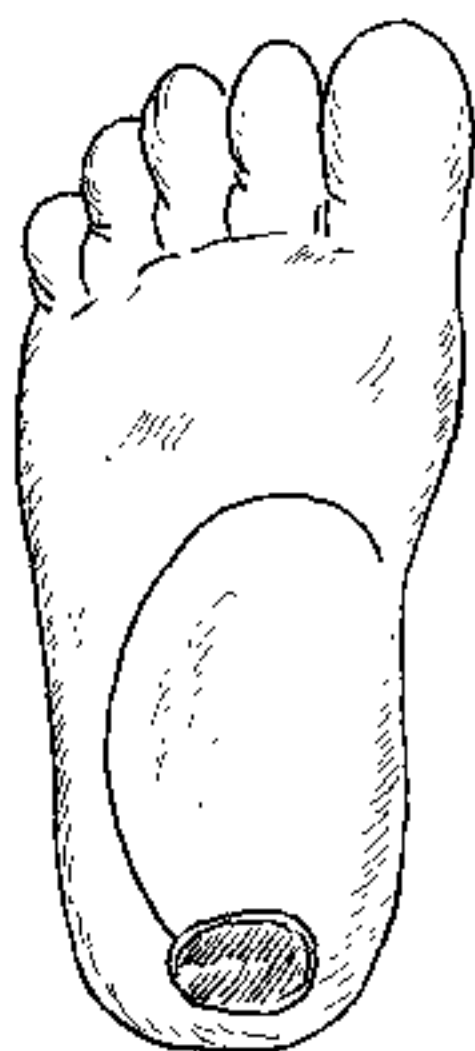


图 4-39 足底皮下血管
丛皮瓣设计

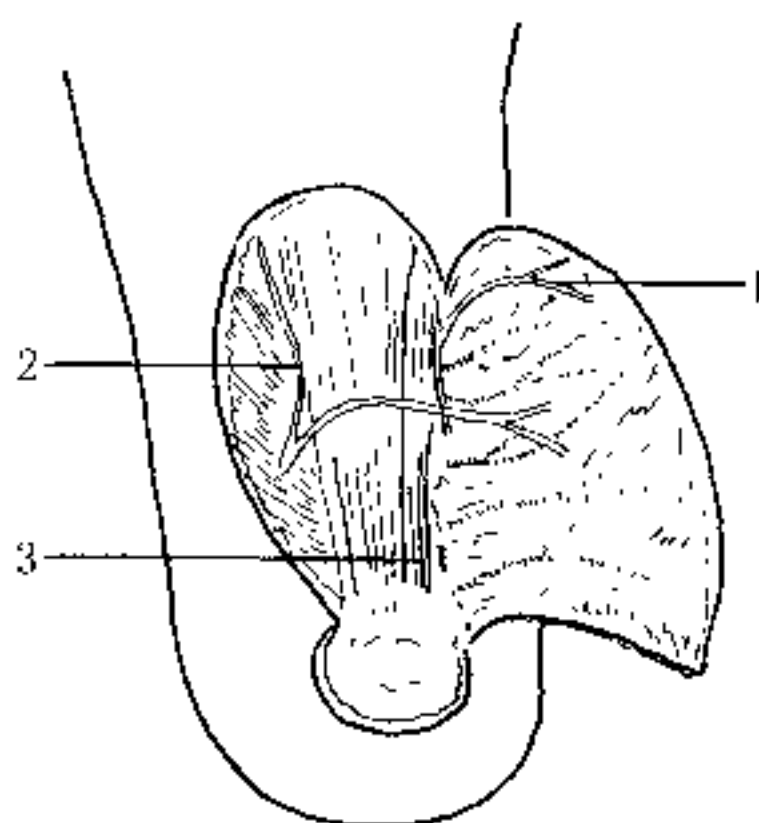


图 4-40 足底皮下血管丛皮瓣掀起

注:1. 跖内侧神经;2. 跖外侧神经;3. 跖展肌

(四) 术中注意要点

1. 跖神经在跖骨头近侧 3cm 发出趾蹼分支,走行于跖腱膜分叉处之间皮下组织中,这些分支发出感觉支,斜行分布于跖骨头下面的皮肤。为避免损伤这些分支,跖部皮瓣的远端不应延伸到接近跖骨头 3cm 处。

2. 为使皮瓣更安全,皮瓣蒂旋转点与跖部深面相互连接的血管应保留。

3. 跖内侧、跖外侧神经皮支应从主干神经上剥离 1~2cm,以使皮瓣旋转不受限制。

1. 跟内侧神经位置浅表,分支为内外方向平行排列,其分布区应视作一个单位,不应有切口跨越。

(五)优缺点

1. **优点** 与跖部其他包括跖腱膜的神经血管蒂皮瓣和肌皮瓣比较,此种从跖腱膜浅面掀起的皮瓣对跖部结构破坏少,又能提供感觉,解剖也较容易。

2. **缺点** 不适合修复面积较大的足底缺损。

六、逆行第 1 跖背动脉岛状皮瓣

(一)应用解剖

同第 1 趾蹼间隙皮瓣(第四章第六节)。

(二)适应证

修复足底远端内侧跖趾关节处的小面积缺损和溃疡。

(三)皮瓣的设计和切取

术前用多普勒血流仪测定足背动脉和第 1 跖背动脉(first dorsal metatarsal artery)的血流情况及血管行程,在皮肤上进行标记。按跖侧创面修复的需要和皮瓣转移所需血管蒂的长度,以第 1 跖背动脉标记为中心,在第 1、2 跖骨间隙背侧设计皮瓣,皮瓣血管蒂(第 1 跖背动脉)的旋转轴点位于趾蹼,皮瓣的近侧端位于第 1 跖背动脉起始部附近(图 4-41)。切开第 1 趾蹼近侧皮肤、皮下,在第 1、2 跖骨间隙找到第 1 跖背动脉和伴行静脉,游离至皮瓣远端。切开皮瓣远端和内侧缘,从伸趾肌腱腱膜浅面向外侧掀起皮瓣(图 4-42),游离至第 1 跖背动脉时,从其深面解剖,并始终保持血管与皮瓣的联系。继续向外侧解剖,切开皮瓣的外侧缘和近端。此时第 1 跖背动脉的近端和远端分别有足背动脉和第 1 跖背

动脉相连(图 4-43)。在足背动脉分出足底穿支动脉的稍远侧,用血管夹阻断足背动脉的血运,观察皮瓣的血循环情况,确认良好后,结扎、切断足背动脉,进行皮瓣转移(图 4-44)。如果需要吻合神经,应向皮瓣近端延长切口,找到腓深神经皮支,或在皮瓣近端解剖时即找出神经备用。

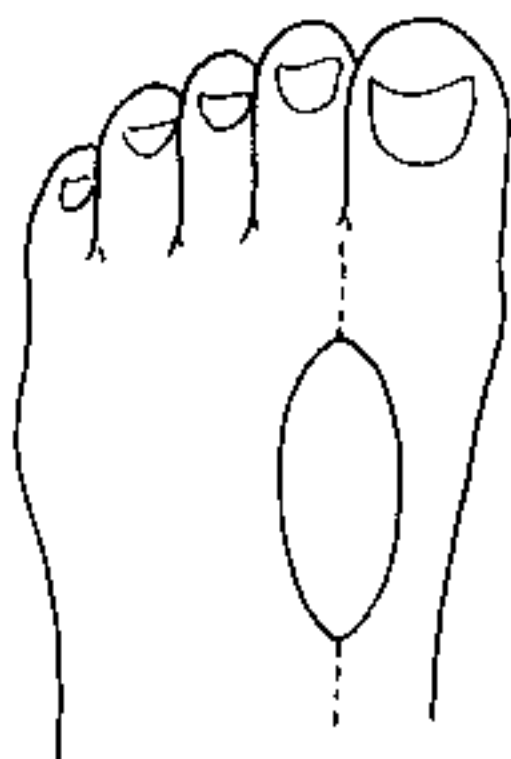


图 4-41 逆行第 1 跖背动脉岛状皮瓣的设计

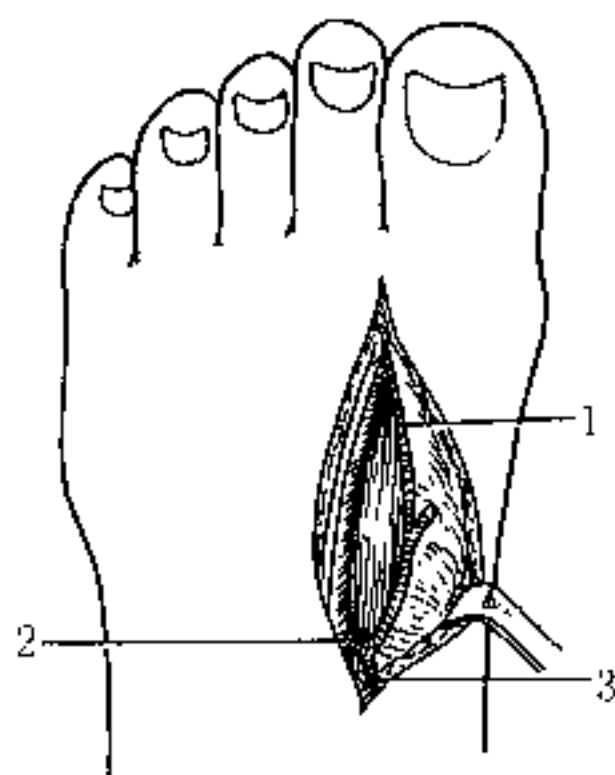


图 4-42 解剖皮瓣

注:1. 第 1 跖背动脉;2. 足背动脉足底深穿支;3. 足背动脉

(四) 术中注意要点

1. 第 1 跖背动脉位于第 1、2 跖骨间隙中,应从其两侧和深面解剖,多带周围软组织,形成筋膜血管蒂。
2. 趾背总静脉分支必须包括进血管蒂内,以利引流。

(五) 优缺点

1. 优点 ①皮瓣移植不须吻合血管,操作较简便;②保留了足背动脉和其足底的深穿支;③腓深神经皮支可提供感觉。
2. 缺点 皮瓣面积较小,一般为 $2\text{cm} \times 4\text{cm}$ 。

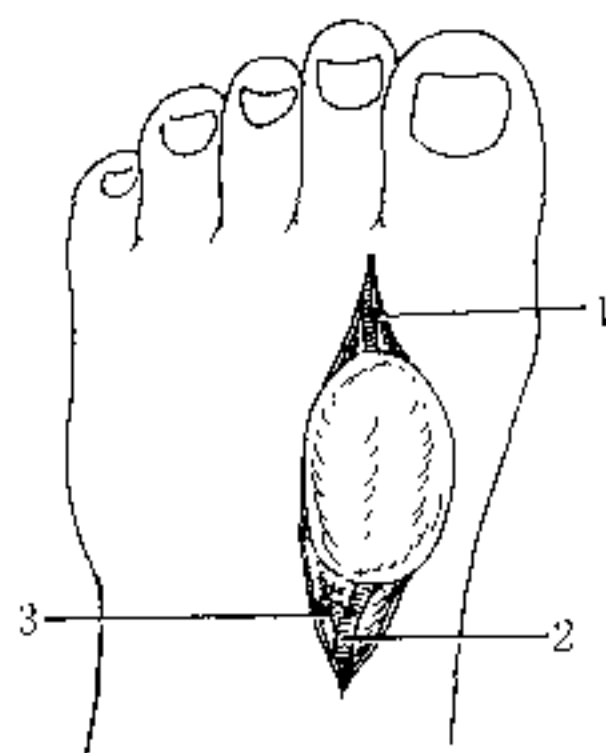


图 4-43 逆行第 1 跖背动脉岛状皮瓣掀起(待断蒂)

注: 1. 第 1 跖背动脉; 2. 足背动脉; 3. 足背动脉足底深穿支



图 4-44 逆行第 1 跖背岛状皮瓣转移

七、逆行小鱼际尺侧皮瓣

(一) 应用解剖

小鱼际皮肤由穿过小鱼际肌或筋膜的肌皮穿支或筋膜皮肤穿支供血。在小鱼际的远侧,小指尺侧指掌侧固有动脉向尺侧横行发出数个分支与上述穿支相互吻合,且解剖关系较为恒定,据此可以设计小指尺侧指掌侧固有动脉为蒂的逆行小鱼际尺侧皮瓣(the reverse ulnar hypothenar flap)(图 4-45)。该皮瓣位于小鱼际尺侧缘的远侧,神经支配为尺神经的掌侧或背侧皮支,由 Omokawa S (2000 年)等首先报道。

(二) 适应证

1. 小指掌侧软组织缺损,有腱、骨或关节外露。
2. 小指指腹缺损或截指后残端。

(三) 术前准备

因皮瓣由对侧指动脉逆行灌注供血,术前应进行 Allen 试验和用多普勒血流仪检测小指动脉的血运情况。

(四) 皮瓣的设计和切取

在小鱼际远侧半的尺侧,外展小指肌表面,以小指尺侧指动脉及其向尺侧横行发出的筋膜皮肤穿支为蒂设计皮瓣(图 4-46)。皮瓣宽 1.5~2.0cm,长度最多可达 5cm。

按设计从手背开始切开皮肤、皮下组织,在深筋膜下解剖。将小指尺侧指动脉及其向小鱼际尺侧皮肤发出的穿支及尺神经背侧支或掌侧支包括在皮瓣内。在近端结扎指动脉、静脉,逆向解剖至皮瓣的旋转轴点(近侧指间关节平面),将皮瓣完全掀起,切断尺神经皮支,即可逆行转移到小指远端缺损(图 4-47)。皮瓣的神

经与小指固有神经的断端吻合(图 4-48)。皮瓣供区直接拉拢缝合或用“Z”成形术闭合。

(五) 术中注意要点

1. 在筋膜下解剖皮瓣,小鱼际浅面的穿支动脉、小静脉和筋膜组织包括进皮瓣,必须保留皮瓣与小指尺侧指动脉间的软组织附着。

2. 尺神经皮支的近断端须包埋在脂肪组织和小鱼际肌中,防止形成神经瘤。

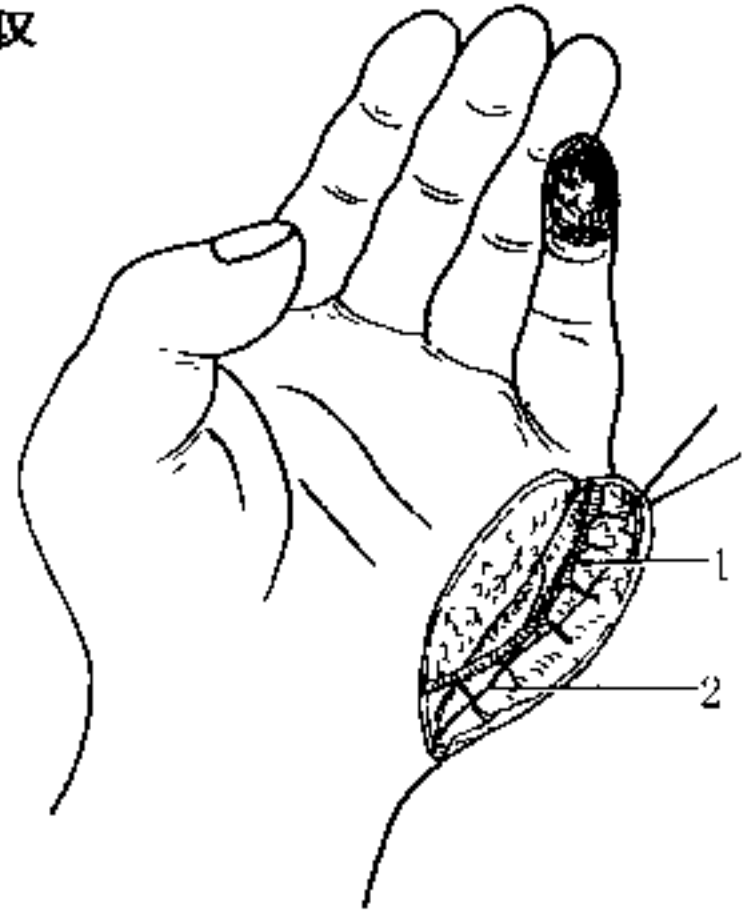


图 4-45 逆行小鱼际尺侧皮瓣
应用解剖

注:1. 小指尺侧指掌侧固有动脉;2. 尺神经掌侧或背侧皮支
(参考:Plast Reconstr Surg, 2000; 106:829)

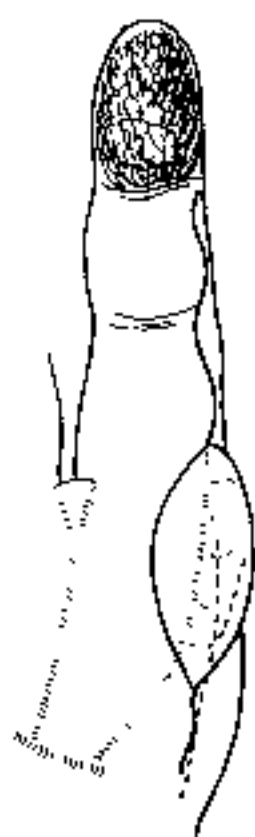


图 4-46 逆行小鱼际尺侧皮瓣设计

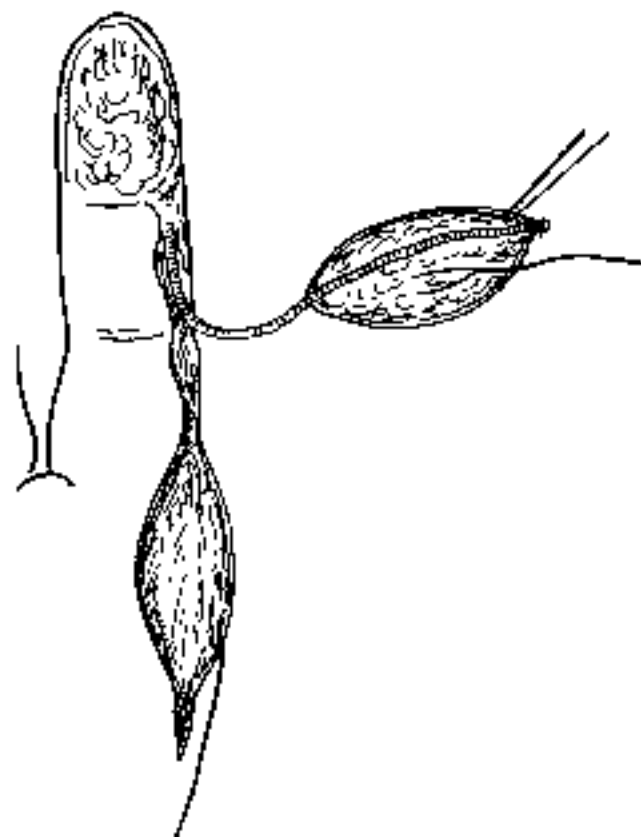


图 4-47 逆行小鱼际尺侧皮瓣掀起

(六) 术后处理

术后第 3 天开始进行小指掌指关节和指间关节活动锻炼。

(七) 优缺点

1. 优点 ①为筋膜皮瓣,含有薄而牢固的筋膜皮肤结构,皮瓣质地、颜色匹配好;②可携带尺神经的掌侧或背侧皮支提供皮瓣感觉;③皮瓣设计灵活,可修复小指的复杂损伤,根据皮瓣的位置、血管蒂长度和旋转轴点,理论上可覆盖小指整个掌侧和环指近节的掌侧面。

2. 缺点 ①皮瓣供区周围发生不完全性感觉缺失;②皮瓣供区直线形瘢痕常须做“Z”成形术。



图 4-48 逆行小鱼际尺侧皮瓣转移

注:1. 尺神经掌侧皮支或背侧皮支;2. 指神经断端

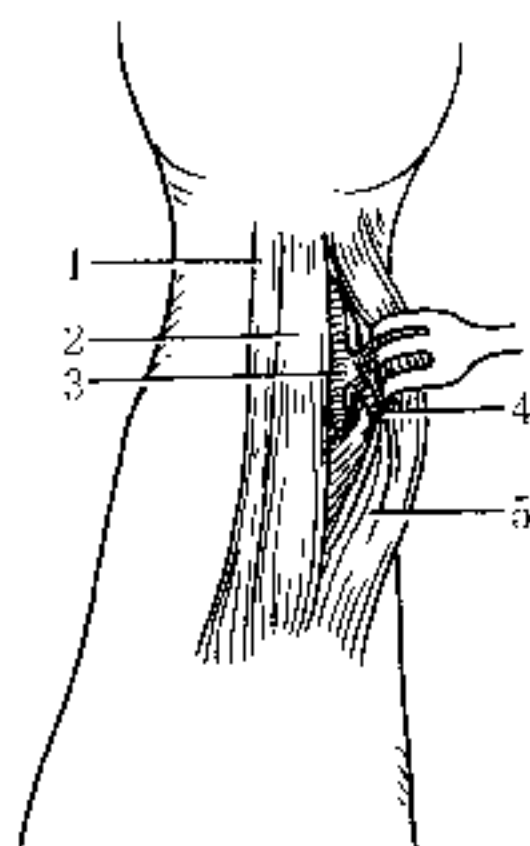


图 4-49 尺动脉腕上皮支皮瓣应用解剖

注:1. 掌长肌腱;2. 指浅屈肌腱;3. 尺动脉;4. 尺动脉腕上皮支(上行支);5. 尺侧屈腕肌

八、尺动脉腕上皮支皮瓣

(一) 应用解剖

尺动脉腕上皮支(above-wrist cutaneous branch of ulnar artery)在豌豆骨上方 $3.73 \pm 0.56\text{cm}$ 处发自尺动脉,多是垂直向内侧发出。起始处外径 $1.33 \pm 0.13\text{mm}$,为尺动脉皮支中最粗者,主干长 $1.24 \pm 0.24\text{cm}$ 。开始位于尺侧腕屈肌腱的深面,后从尺侧腕屈肌和尺侧腕伸肌间隙穿出,纵向分为两支:下行支较粗大,主要分布于腕背和手背的皮肤;上行支较细小,沿豌豆骨与桡骨内上髁连线向近端走行 $9.61 \pm 3.12\text{cm}$,其末端呈树枝状继续走向近端,并与尺动脉其他皮支或肌皮支吻合(图 4-49)。该皮支为皮瓣的营养

血管,静脉回流有浅、深两套系统,即贵要静脉及尺动脉皮支的两条伴行静脉(外径 $1.5 \pm 0.24\text{mm}$)。感觉支配为前臂内侧皮神经。该神经在臂的肱骨内上髁上方 4cm 处穿出深筋膜下行,潜出处横径平均 2.6mm ,到肘下分为前、后两支,分布在前臂的内侧皮肤。

(二) 适应证

修复手掌、手背、腕和虎口区皮肤缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

前臂旋后位,以豌豆骨和肱骨内上髁连线为轴线,以豌豆骨近侧 4cm 处为轴点,在前臂尺侧下、中部设计皮瓣。皮瓣内含尺动脉腕上皮支及其上行支,也可根据实际情况包含下行支(图 4-50)。临床实践证明,皮瓣切取范围近端可达肘上,远端至腕,两侧可到前臂掌侧、背侧的中份。

由腕横纹向近端,沿尺侧腕屈肌桡侧缘做 5cm 长切口,在尺侧腕屈肌桡侧找到尺动脉、尺静脉。切断该肌下部纤维,即可见到在距豌豆骨近端约 4cm 处由尺动脉发出腕上皮支,继续向近端解剖,直至看到上行支。在确认尺动脉腕上皮支的上行支进入皮瓣后,按设计切开皮瓣四周,在深筋膜下锐性切取皮瓣(图 4-51)。游离至皮瓣蒂部时,血管蒂周围宜多带些软组织,不显

露血管。结扎、切断皮瓣与尺动脉间的交通支,并在皮瓣的近端和远端结扎、切断贵要静脉,即可掀起皮瓣。皮瓣近端切开时先不宜过深,应以贵要静脉走行为标志,在深筋膜平面寻找前臂内侧皮神

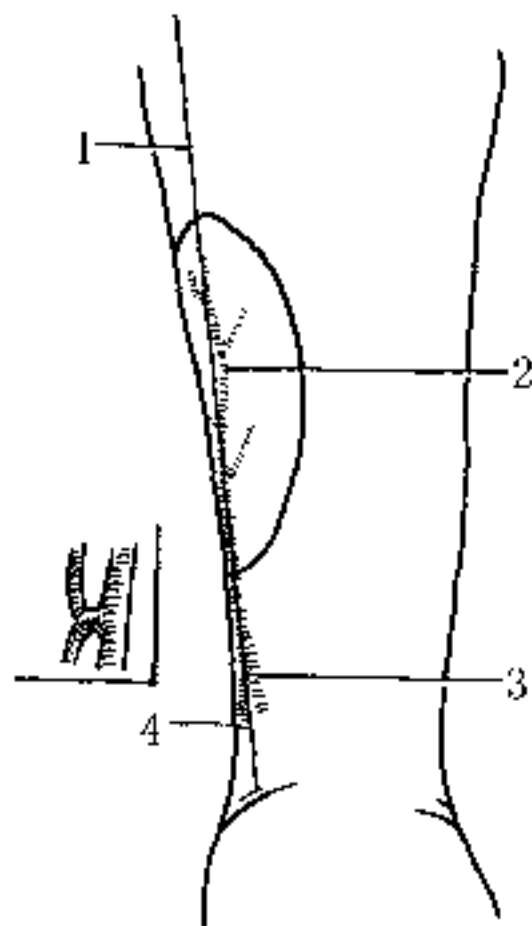


图 4-50 尺动脉腕上皮支皮瓣设计

注:1. 肱骨内上髁与豌豆骨连线;2. 尺动脉腕上皮支(上行支);3. 尺动脉;4. 尺动脉腕上皮支(下行支)

经,然后根据需要的长度切断,以便和创区的皮神经吻合。

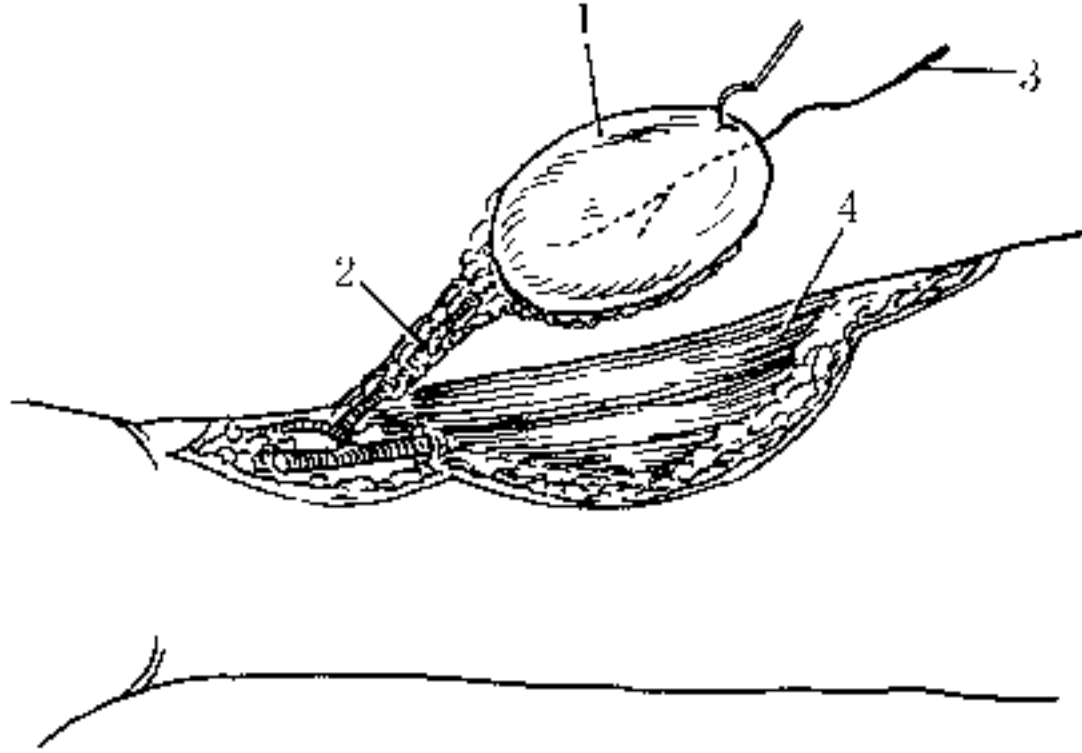


图 4-51 解剖和游离皮瓣

注:1. 皮瓣;2. 尺动脉腕上皮支(上行支);
3. 前臂内侧皮神经;4. 尺侧腕屈肌

(四) 术中注意要点

1. 皮瓣的静脉回流本身已显不足,逆行转移时尤应注意切勿使蒂部受压。
2. 携带皮蒂或吻合贵要静脉,可使皮瓣血液回流充分。
3. 手术操作须仔细,解剖至豌豆骨近端 3~5cm 时,注意切勿损伤尺动脉发出的腕上皮支。

(五) 优缺点

1. 优点 ①不牺牲桡动脉、尺动脉主干血管及前臂骨间动脉;②皮瓣的轴心线比尺动脉皮瓣更偏向前臂内侧,供区更为隐蔽;③前臂内侧皮神经可提供感觉。

2. 缺点 ①静脉回流不足。据黄樊青等(1993)研究,尺动脉升支和降支伴行静脉很细,而且前臂近端 1/3 血管稀疏。当皮瓣长度大于 10cm 时,因切断与肘部的交通支影响静脉回流,且动脉血进入侧支循环尚未建立的静脉系统,会引起毛细血管压力增高,造成静脉淤血,引起皮瓣水肿或坏死。②因皮瓣供区在前臂尺侧,

扶案工作者可能有不适感。

九、骨间后动脉皮瓣

(一)应用解剖

骨间后动脉皮瓣(the posterior interosseous artery flap)亦即骨间背侧动脉皮瓣,或称前臂背侧皮瓣。骨间后动脉(骨间背侧动脉)在骨间膜的上缘发自骨间总动脉,有两条伴行静脉,穿过骨间膜上缘至背侧,在距肱骨外上髁 7.5~9.5cm,距尺骨茎突 12.3~16.0cm 处,从旋后肌深面进入小指固有伸肌和尺侧腕伸肌的肌间隔,在此平面发出骨间返动脉向近端走行,骨间返动脉在起始部发出肌间隔皮穿支(图4-52、4-53)。骨间后动脉起点外径为1.1~

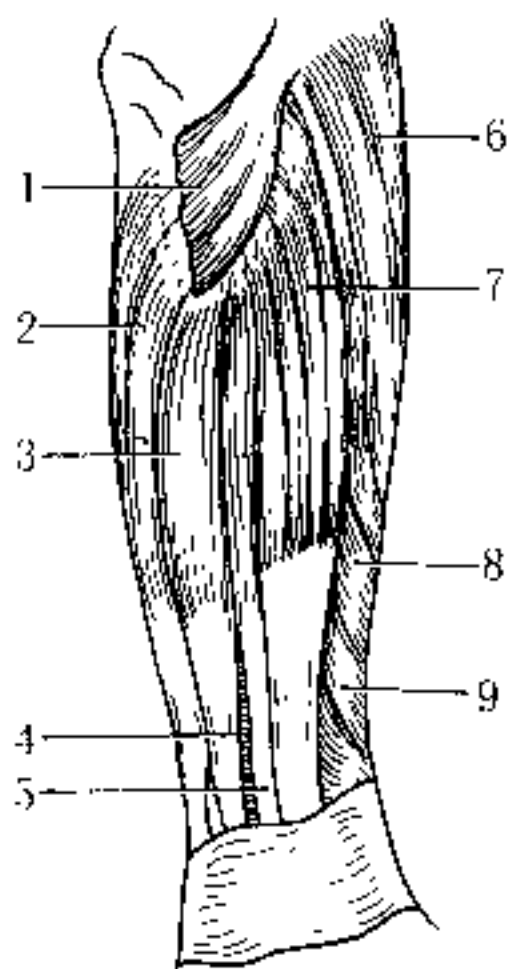


图 4-52 前臂肌肉浅层

注:1. 肘肌;2. 尺侧腕屈肌;3. 尺侧腕伸肌;4. 骨间后动脉;5. 小指伸肌;6. 桡侧腕伸肌;7. 指伸肌;8. 拇长展肌;9. 拇短伸肌

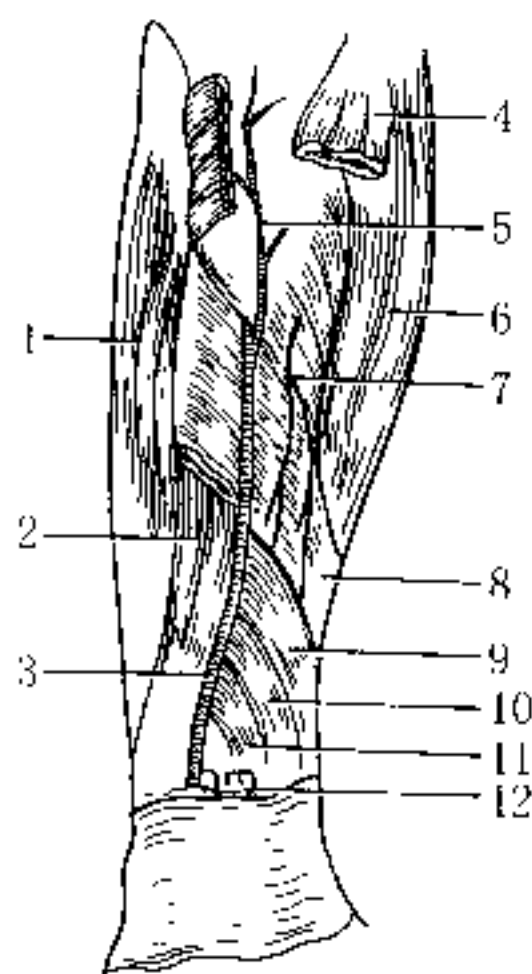


图 4-53 骨间后动脉解剖

注:1. 尺侧腕屈肌;2. 尺侧腕伸肌;3. 骨间后动脉;4. 指伸肌;5. 骨间返动脉;6. 桡侧腕伸肌;7. 骨间后神经;8. 拇长展肌;9. 拇短伸肌;10. 拇长伸肌;11. 示指伸肌;12. 伸指肌腱

1.8mm,途中发出 5~13 个筋膜皮肤穿支,分布于前臂后侧近端 1/2 至远端 1/3 部位,动脉终于尺骨茎突上 2.5cm,与骨间前动脉背侧支吻合。

皮瓣的感觉神经为前臂后侧皮神经,在臂的背侧中部起始于桡神经,在肘后进入前臂背侧,与骨间后动脉走行一致。有文献报道,骨间后动脉解剖变异较大,如血管的远侧末和骨间前动脉发生吻合,血管的中 1/3 部薄弱,管腔狭窄等,往往是血管发育不全或发育障碍所致。

(二) 适应证

1. 手背皮肤软组织缺损及虎口狭窄。
2. 拇指脱套伤及拇指再造时皮肤覆盖。

(三) 皮瓣的设计和切取

以肱骨外上髁和尺骨小头桡侧缘连线为皮瓣的轴心线,尺骨茎突近侧 2.5cm 为旋转轴点,根据创面面积和轴点至受区的距离设计皮瓣(图 4-54)。如设计为逆行岛状筋膜皮瓣,可在连线上距肱骨外上髁 7.5~9.5cm 处标记皮瓣的中心。前臂旋前位,先切开轴心线的远侧端,在尺侧腕伸肌和小指固有伸肌之间,分离出骨间背侧血管束并附带部分肌间隔(图 4-55)。切开皮瓣两侧皮肤,自远而近从肌膜浅层掀起皮瓣至旋后肌远侧缘,在动脉外侧找到骨间背侧神经,予以保护。结扎骨间后动脉发出的肌支(图 4-56),将皮瓣完全掀起。用血管夹阻断皮瓣一端的血循环,观察皮瓣

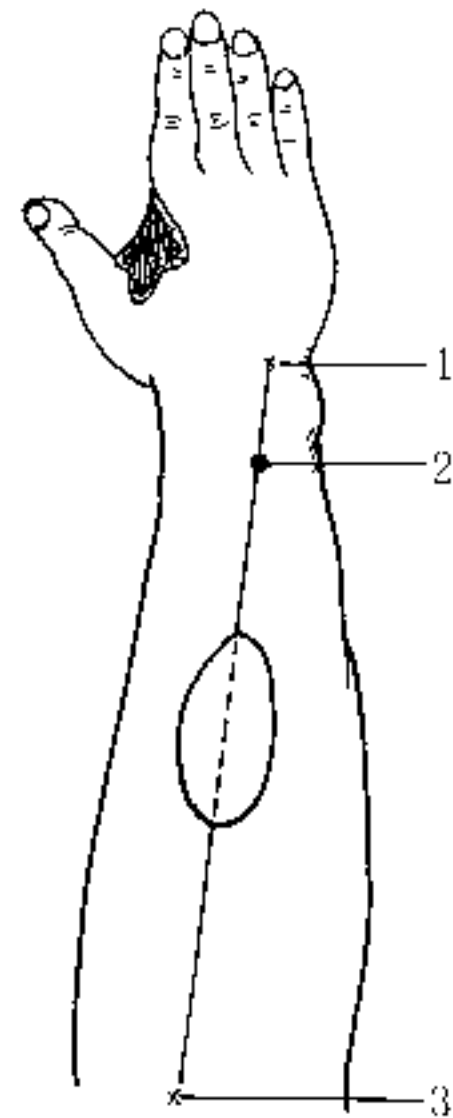


图 4-54 骨间后动脉皮瓣设计

注:1. 尺骨小头桡侧;
2. 皮瓣旋转轴点;3. 肱骨外上髁

颜色,在确认皮瓣血循环无问题后,依创面修复需要和皮瓣移植方

式处理蒂部和转移(图 4 57)。

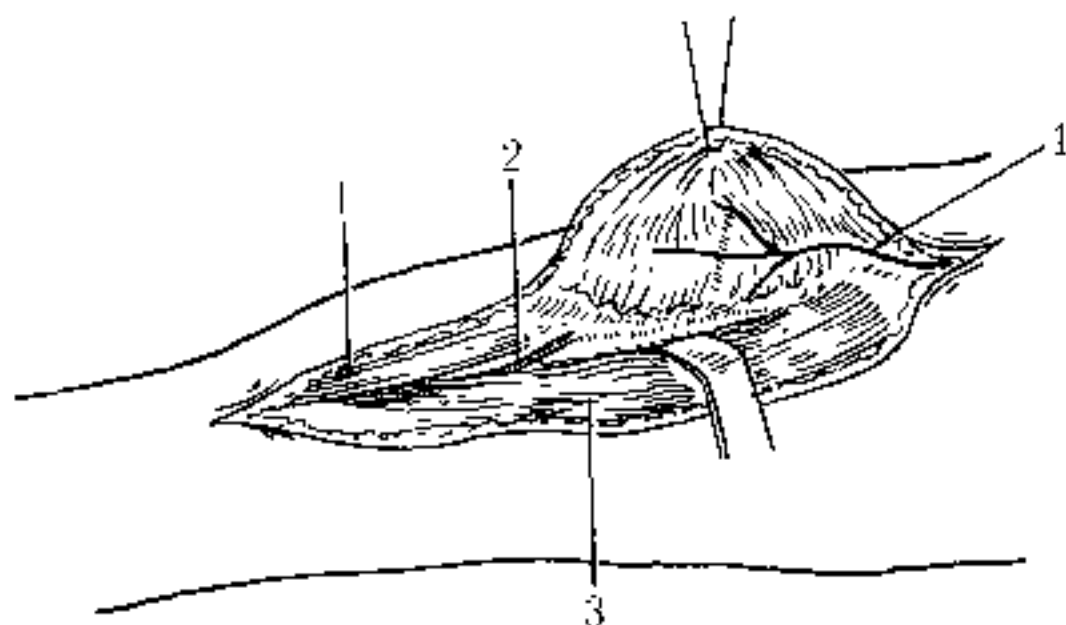


图 4-55 解剖皮瓣

注:1. 尺侧腕伸肌;2. 骨间背侧动脉;3. 小指固有伸肌;4. 前臂外侧皮神经

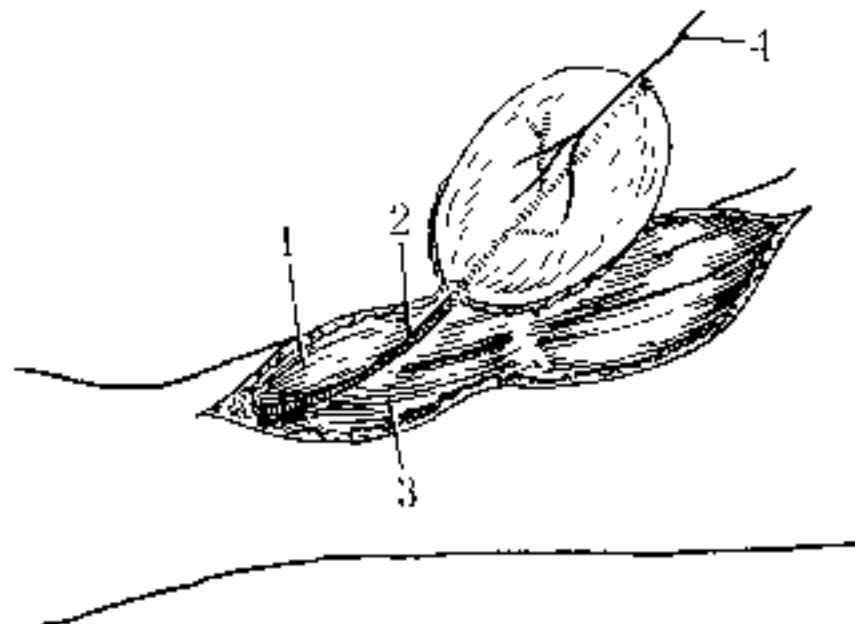


图 4-56 结扎骨间后动脉肌支,掀起皮瓣

注:1. 尺侧腕伸肌;2. 骨间背侧动脉;3. 小指固有伸肌;4. 前臂后侧皮神经

(四)术中注意要点

1. 骨间背侧神经与动脉伴行,为运动神经,分离血管时,切勿损伤。

2. 皮瓣逆行转移时, 旋转轴点与缺损区的距离应估计充分, 血管蒂长度要足够。

3. 存在有肌间隔皮穿支者, 应在骨间返动脉起始部将部分筋膜包括进皮瓣。

(五) 术后处理

同前臂桡侧皮瓣(第四章第五节. 1)。

(六) 优缺点

1. 优点 ①不牺牲主干血管; ②手术操作简便; ③可形成有感觉的皮瓣。

2. 缺点 ①骨间后动脉可能有变异, 应熟悉解剖, 准备应变方案(可考虑用骨间前动脉穿支为蒂的皮瓣, 或骨间前动脉筋膜皮瓣代替); ②前臂背侧遗留瘢痕。



图 4-57 骨间后动脉皮瓣转移, 供区移植中厚皮片

十、前臂桡侧皮瓣

(一) 应用解剖

前臂桡侧皮瓣(the radial forearm flap)由桡动脉及其皮支营养。桡动脉下自起点到桡骨茎突长约 20cm, 在前臂上 1/3 行于旋前圆肌和肱桡肌之间, 在前臂中 1/3 为肱桡肌内缘掩盖, 在前臂下 1/3 则走行在肱桡肌腱和桡侧腕屈肌腱之间, 为皮肤和筋膜所覆盖, 很容易摸到(图 4-58)。因此, 根据是否被肱桡肌掩盖, 桡动脉干分为近侧的深段(长约 12cm)和远侧的浅段(长约 8cm)。桡动脉外径为 2.3~2.8mm, 表面投影为肘前部中点肱二头肌外侧缘至桡骨茎突内侧的连线。

桡动脉在前臂发出约 14 个皮支, 浅段 10 支, 深段 4 支, 多数

起自动脉的内、外侧,向外下及内下走行,少数呈袢状返行向上。

这些皮支在前臂皮下组织内形成丰富的血管网,与尺动脉皮支、骨间动脉分支、肱动脉下端皮支广泛吻合,皮瓣最大面积达 $35\text{cm} \times 15\text{cm}$ 。皮瓣的静脉为头静脉和桡动脉的 2 条伴行静脉。头静脉外径为 $2.5 \sim 3.3\text{mm}$,桡静脉为 1.3mm ,两者间有交通。做游离皮瓣时,头静脉作回流主干;做逆行岛状皮瓣时,桡静脉作回流血管。Khashaba AA 和 Mc Gregor IA(1986)用电磁血流计研究人前臂桡侧皮瓣在术中的血流动力学,发现浅静脉或其中任何一条伴行静脉均可引流该皮瓣,而且逆行皮瓣的血流量与顺行皮瓣无明显差别。Ciria Llorens G(1999)等用二重彩色影像扫描研究该皮瓣掀起后前臂的血流变化,证明手部总体血流不受影响,骨间前动脉会成为主要轴型血管。该皮瓣的神经为桡神经浅支和前臂外侧皮神经,前者长约 18cm ,在前臂上 $1/3$ 居动脉外侧,行至前臂下 $1/3$ 离开动脉,亦以是否被肱桡肌掩盖分为近侧的深段和远侧的浅段,分界点在前臂中、下 $1/3$ 交界,在此处肱桡肌外缘较易找到;后者位于桡动脉和前者的外侧,近端与头静脉伴行,之后分为前、后 2 支。

(二) 适应证

1. 逆行岛状皮瓣 ①手部大面积软组织缺损,有深部组织外

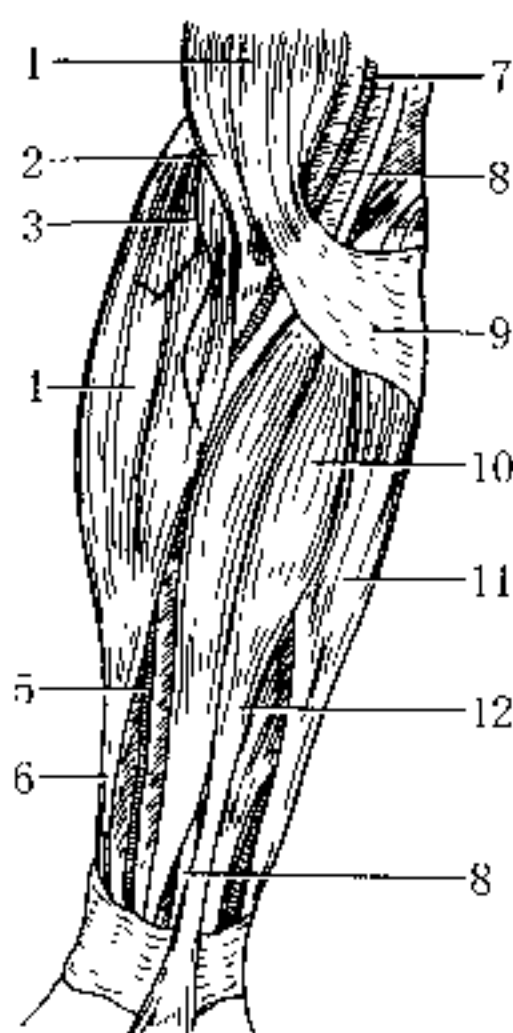


图 4-58 前臂桡侧皮瓣应用解剖

注:1. 肱二头肌;2. 肱肌;
3. 前臂外侧皮神经;4. 肱桡肌;
5. 桡动脉;6. 桡侧腕屈肌;7. 肱
动脉;8. 正中神经;9. 肱二头肌
腱膜;10. 掌长肌;11. 尺侧腕屈
肌;12. 指浅屈肌

露及虎口开大；②拇指再造。

2. 游离皮瓣 ①口腔颌面部软组织缺损修复；②器官再造；③跟区软组织缺损的修复。

3. 顺行岛状皮瓣 肘前、肘后软组织缺损的修复。

(三) 皮瓣的设计和切取

术前进行 Allen 氏试验及超声多普勒血流仪检查，排除血管解剖变异和了解血流情况。

在供侧前臂标出桡动脉、桡静脉、桡神经浅支和前臂外侧皮神经，根据缺损面积画出包括上述结构的皮瓣范围(图 4-59)。先做皮瓣蒂部切口，在桡侧腕屈肌桡侧显露桡动脉、桡静脉(图 4-60)。

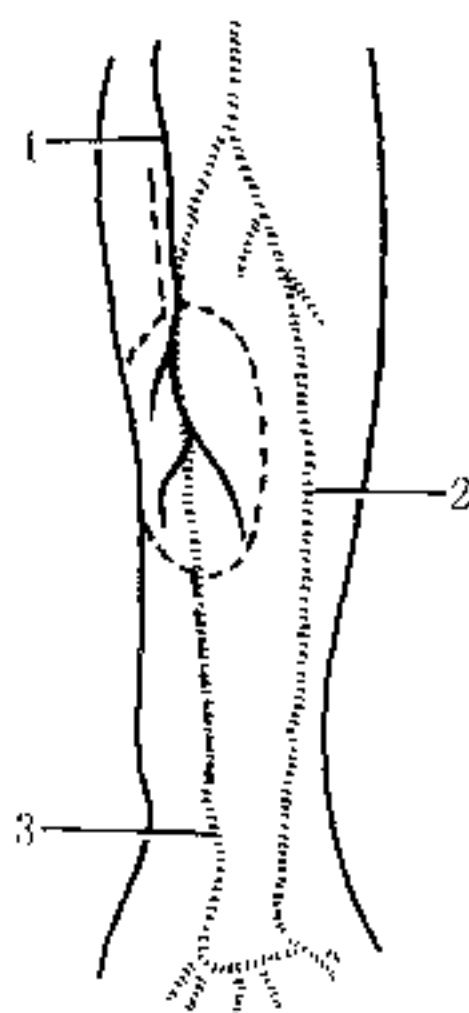


图 4-59 前臂桡侧皮瓣设计

注：1. 前臂外侧皮神经；
2. 尺动脉；3. 桡动脉

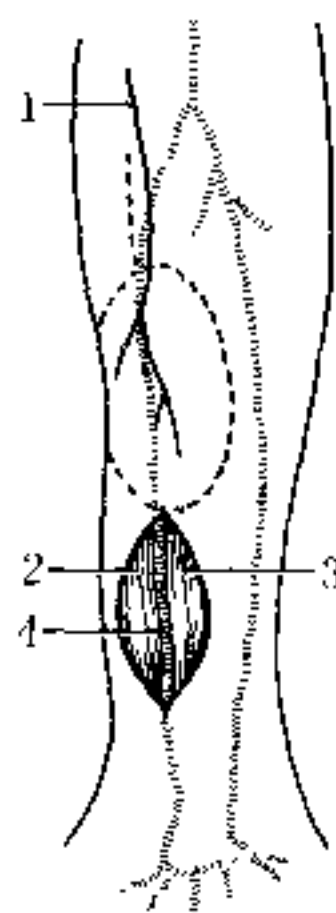


图 4-60 显露前臂桡侧皮瓣血管蒂

注：1. 前臂外侧皮神经；2. 肱
桡肌；3. 桡侧腕屈肌；4. 桡动脉

切开皮瓣远端和桡、尺侧缘，循深筋膜与肌膜之间向中线做锐性分离，尺侧分离至桡侧腕屈肌腱，桡侧至肱桡肌腱，注意保护桡动脉



向皮肤发出的细小分支,结扎,切断桡动脉发出的肌支,从桡动脉、桡静脉深面掀起皮瓣。同时,应在肱桡肌腱外侧仔细解剖出桡神经浅支,找出与头静脉伴行的前臂外侧皮神经。如进行吻合血管移植,则结扎、切断皮瓣远端的正中静脉、头静脉及桡动脉、桡静脉。放松止血带后观察皮瓣血运,确认良好即可断蒂。如做逆行岛状皮瓣,应先用血管夹阻断皮瓣近端的桡动脉、桡静脉,证实皮瓣血运良好再切断血管蒂,并在近端解剖出桡神经浅支或前臂外侧皮神经(图 4-61),皮瓣可经皮下隧道转移到手部受区。

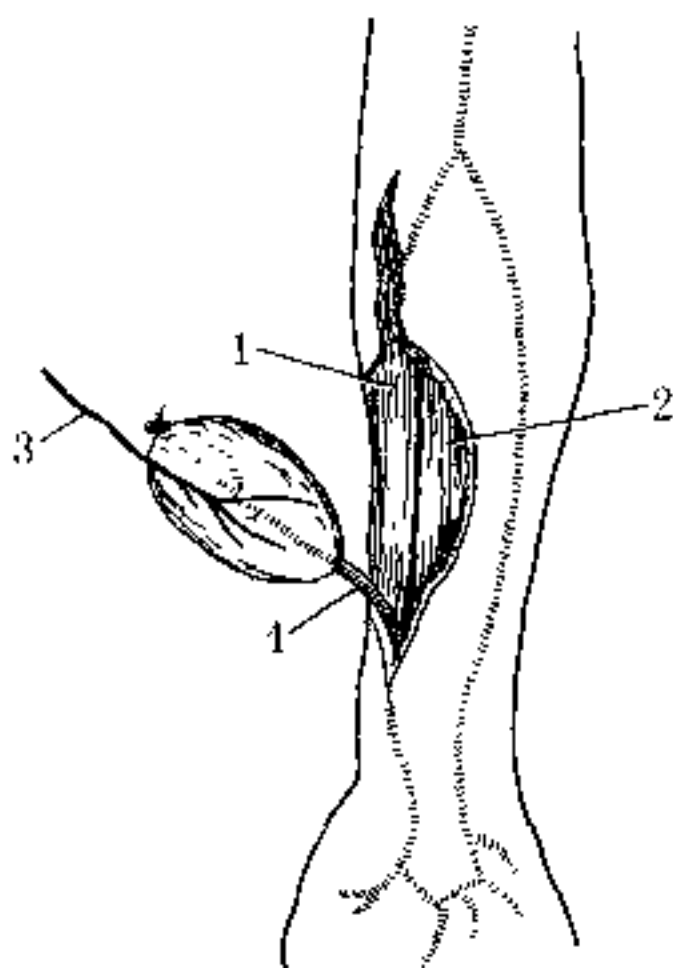


图 4-61 前臂桡侧皮瓣掀起

注: 1. 肱桡肌; 2. 桡侧腕屈肌;
3. 前臂外侧皮神经; 4. 桡动脉

(四) 术中注意要点

1. 前臂皮瓣属于干网状血管供血型皮瓣,桡动脉与皮瓣之间的联系为细小皮支和少量疏松的结缔组织,剥离皮瓣时不可将动脉与皮瓣分离。

2. 桡动脉在肌肉掩盖部分发出皮支较少,皮瓣设计应尽可能在前臂远端。如果必须涉及中、近端,应仔细保护皮支,还可在桡动脉的显露部分带一些皮下组织或一条皮肤,以增加皮瓣内的皮支数量。

3. 皮瓣血管蒂切断前,认真检查尺动脉是否通畅及全身的血循环情况。

(五) 术后处理

1. 抬高患肢。
2. 常规应用解痉和抗凝剂。

(六) 优缺点

1. 优点 ①血管恒定, 蒂长, 口径大, 位置表浅, 顺行或逆行切取均可; ②皮肤色泽好, 质地柔韧, 较薄; ③可形成有感觉的皮瓣或皮骨瓣(含桡骨时)。

2. 缺点 ①因牺牲前臂一条重要血管而引起手或腕的水肿、关节僵硬; ②前臂遗留明显瘢痕; ③皮骨瓣术后, 如果用力不慎可能发生桡骨骨折。

十一、前臂尺侧皮瓣

(一) 应用解剖

尺动脉近侧半被旋前圆肌和指浅屈肌掩盖, 远侧半位置表浅, 仅被深筋膜掩盖, 平均长度为 10.9cm。尺动脉发出至尺侧腕屈肌和掌长肌的肌支, 并在其远侧半从两侧发出桡侧皮支和尺侧皮支, 前者平均为 4.8 个, 分布于前臂掌侧, 并与桡动脉的尺侧皮支有吻合。后者平均 2.3 个, 较为恒定, 在尺侧腕屈肌深面走行, 至前臂内侧皮下向内上斜行, 分出上、下 2 支, 呈树枝状分布于前臂及腕的皮肤。尺动脉有 2 条伴行静脉, 是皮瓣逆行转移的主要回流静脉。贵要静脉起自手背尺侧, 沿前臂尺侧上行, 在肘窝注入肘正中静脉或肱静脉。尺神经在前臂远侧 2/3 与尺动脉伴行, 前臂内侧皮神经与贵要静脉伴行, 可带入皮瓣(图 4-62)。

尺动脉下 2/3 的表面投影为由肱骨内上髁至豌豆骨连线的下 2/3。前臂尺侧皮瓣(the ulnar forearm flap)是以尺动脉和伴行静脉为蒂的皮瓣, 作为游离皮瓣移植时, 贵要静脉为主要回流静脉。如以尺动脉的尺侧皮支为蒂形成皮瓣, 可避免牺牲尺动脉。

(二) 适应证

同前臂桡侧皮瓣(第四章第五节, 十)。



(三) 皮瓣的设计和切取

以尺动脉在前臂体表投影为纵轴,在前臂掌面尺侧设计皮瓣,上界达前臂上、中 1/3 处,下至腕横纹,外界为桡动脉的内侧缘,内界为前臂尺侧缘,可设计成顺行或逆行皮瓣(图 4-63)。

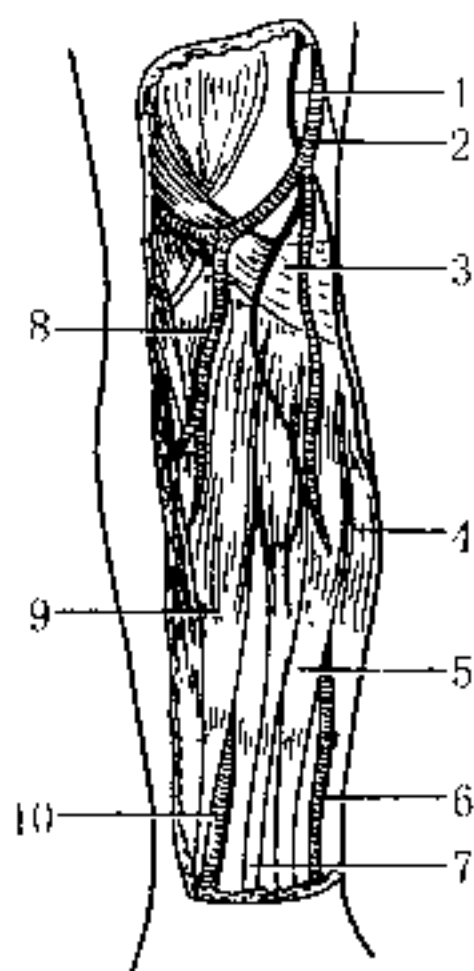


图 4-62 前臂尺侧皮瓣应用解剖

注:1. 前臂内侧皮神经;
2. 贵要静脉;3. 肱二头肌腱膜;4. 尺侧腕屈肌;5. 指浅屈肌;6. 尺动脉;7. 掌长肌;
8. 旋前圆肌;9. 桡侧腕屈肌;
10. 桡动脉

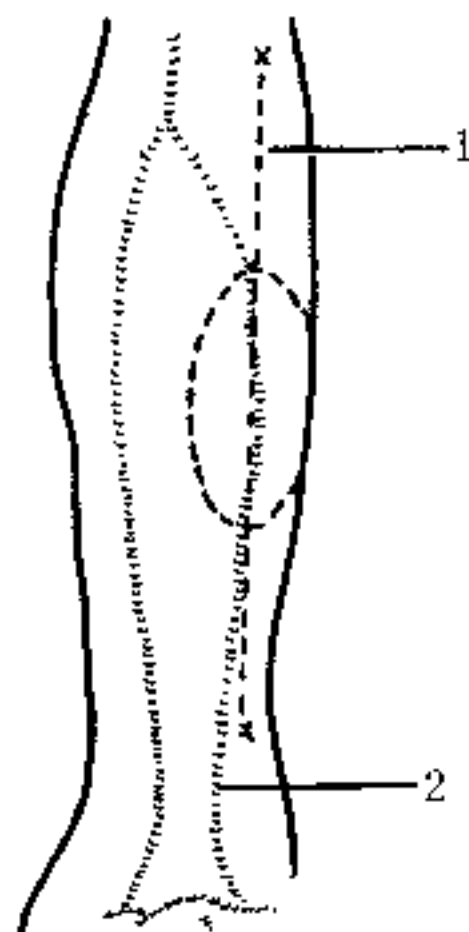


图 4-63 前臂尺侧皮瓣设计

注:1. 肱骨内上髁与豌豆骨连线;2. 尺动脉

根据转移形式,切开皮瓣上、下极的皮肤,显露尺动脉、尺静脉血管蒂。做皮瓣两侧切口,在深筋膜下从皮瓣两侧向中线解剖,必须把尺动脉包括进皮瓣内。如做逆行转移,应在皮瓣近侧解剖出前臂内侧皮神经带入皮瓣,待皮瓣完全游离后,阻断血管蒂近端,确认手和皮瓣的血运良好即可在该处结扎、切断(图 4-64)。

如做游离皮瓣移植,应在近端解剖出贵要静脉作吻合用。

(四) 术中注意要点

1. 该皮瓣的皮支主要在尺动脉的中、下段发出,故皮瓣应设计在前臂远侧。

2. 在肌间隔中分离血管时,应靠近肌肉,并把肌膜带入皮瓣。

3. 在前臂中、下段,尺神经与尺动脉平行走行,游离血管蒂时应注意保护。

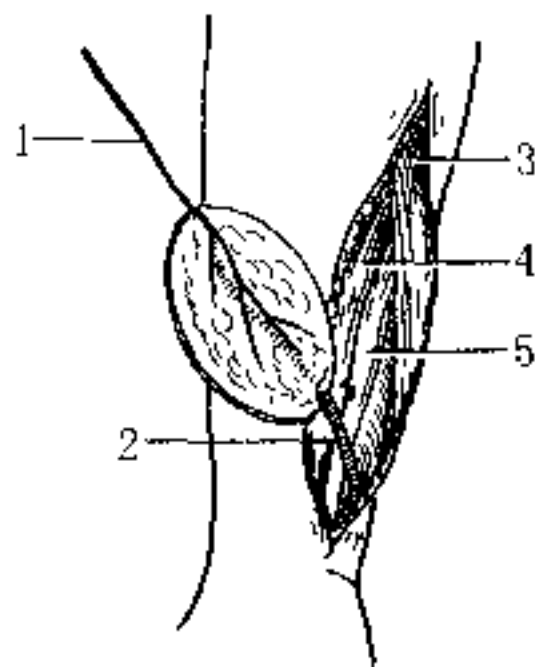


图 4-64 前臂尺侧皮瓣切取

注: 1. 前臂内侧皮神经; 2. 尺动脉; 3. 尺侧腕屈肌; 4. 指浅屈肌; 5. 掌长肌

(五) 术后处理

同前臂桡侧皮瓣(第四章第五节. 1)。

(六) 优缺点

1. 优点 此皮瓣较前臂桡侧皮瓣位置隐蔽,薄而柔软,毛发及皮下脂肪少。

2. 缺点 ①牺牲前臂 1 条主要血管(必要时可移植静脉);②供区遗留明显瘢痕。

第六节 神经血管蒂岛状皮瓣

神经血管蒂岛状皮瓣(neurovascular island skin flaps)的支配神经和血管两者并行,形成典型的神经血管蒂轴型皮瓣,如第 1 趾蹼间隙皮瓣、跖内侧皮瓣、示指背侧皮瓣、跟外侧皮瓣和第 2 趾跖侧皮瓣等。

一、第 1 趾蹼间隙皮瓣

(一) 应用解剖

足部的动脉供应来自胫前、胫后和腓动脉。这些动脉由 3 个主要横弓,即跖浅弓、跖深弓(通常称跖弓)和由弓状动脉形成的足背动脉弓相连接。80% 的人第 1 跖背动脉发自足背动脉,该动脉到达第 1 趾蹼间隙后形成 2 条趾背动脉,分别分布在第 1、2 足趾相邻面的皮肤。腓深神经的末支(皮支)与第 1 跖背动脉伴行,也在第 1 趾蹼处分为 2 支,分布于第 1、2 趾相邻的侧面。因此,可以形成以足背动脉、第 1 跖背动脉和其分出的 2 条趾背动脉以及腓深神经皮支为蒂的第 1 趾蹼间隙皮瓣(the first web space flap)(图 4-65)。该皮瓣由 1、2 趾相邻面皮肤构成,静脉回流主要为足背浅静脉系统,其次为第 1 跖背动脉的伴行静脉。

第 1 趾蹼间隙除由趾背动脉供应外,还接受趾底动脉的血供,并有来自 2 条趾背神经(起源于腓深神经)和 2 条趾底神经(起源于跖内侧神经)的双重神经支配(图 4-66),因而可按不同修复部位需要设计不同形式的第 1 趾蹼间隙皮瓣,如单趾蹼皮瓣、双岛状皮瓣、全趾蹼皮瓣和含足背或跖趾背皮肤的趾蹼皮瓣等(图 4-67),但用于手部缺损修复时需做吻合血管移植。

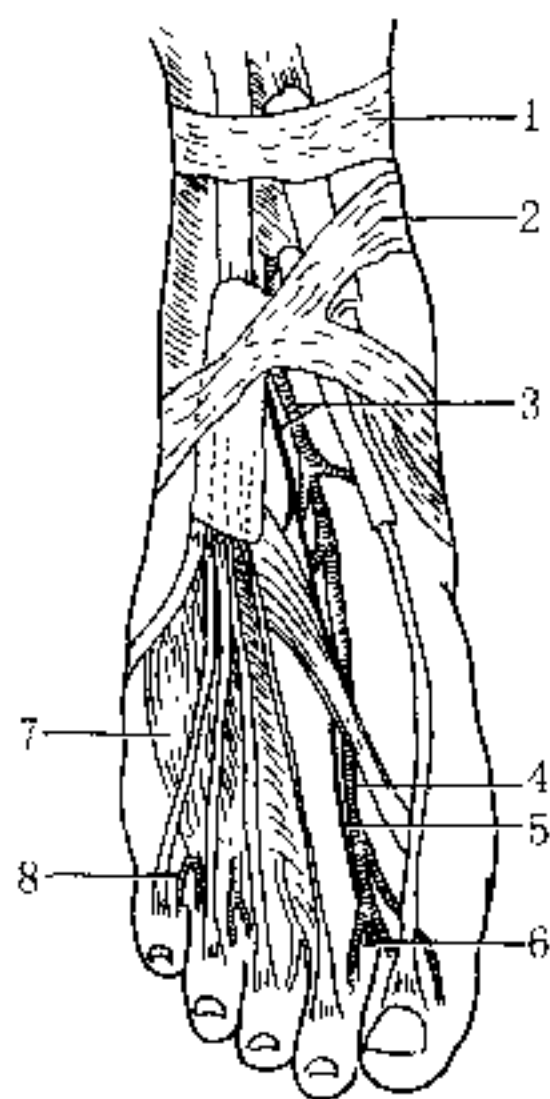


图 4-65 足背应用解剖

注: 1. 伸肌腱上支持带; 2. 伸肌腱下支持带; 3. 足背动脉、腓深神经; 4. 第 1 跖背动脉; 5. 腓深神经皮支; 6. 趾底动脉分支; 7. 趾短伸肌; 8. 趾背动脉

第1跖背动脉和第1跖底动脉之间有恒定的交通分支通过跖横韧带的远端,这些分支称为远侧或前侧交通动脉(distal or anterior communicating arteries)(图4-68),因此依靠跖背和跖底动脉的分支及其远侧的交通支,可供养蒂在远侧(趾蹼)、不含第1跖背动脉的第1趾蹼间隙皮瓣,用以修复足背远端或2~5跖趾关节背侧的皮肤缺损,或覆盖伸趾肌腱延长或关节囊成形术后的缺损,但皮瓣转移时需要将腓深神经皮支切断(如果需要皮瓣有感觉,也可将切断的腓深神经皮支断端与足背外侧的皮神经吻合)

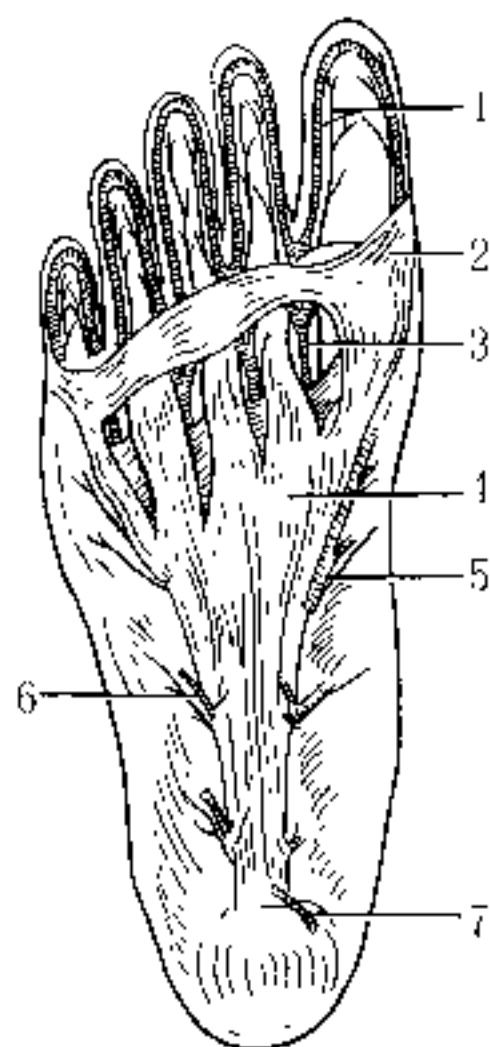


图4-66 足底应用解剖

注:1. 跖底动脉、神经;2. 跖浅横韧带;3. 跖底动脉、神经;4. 跖腱膜;5. 跖内侧动脉神经皮支;6. 跖外侧动脉神经皮支;7. 跟外侧动脉、神经

(二) 适应证

岛状皮瓣的血管蒂较长,可转移到足背或足底的任何部位,修复小于 $6\text{cm} \times 3\text{cm}$ 的缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

有条件者术前应用多普勒血流仪检查血管走行和血流情况,不宜进行血管造影。

皮瓣范围包括第1、2趾相邻侧面、第1趾蹼间隙和其背侧、跖面的部分皮肤,为蝶形。先沿第1跖背动脉走行切开皮肤,显露跖背静脉和足背静脉。在趾蹼处分离出跖背动脉末段和趾背动脉。沿皮瓣设计线切开皮肤,自远面近在腱和关节囊浅面逆行追踪,分离、掀起皮瓣(图4-69)。根据到达修复部位的长度需要解剖游离含足背动脉、足背静脉和腓深神经皮支的血管神经蒂(图4-70),并结扎、切断足背动脉的足底穿支。

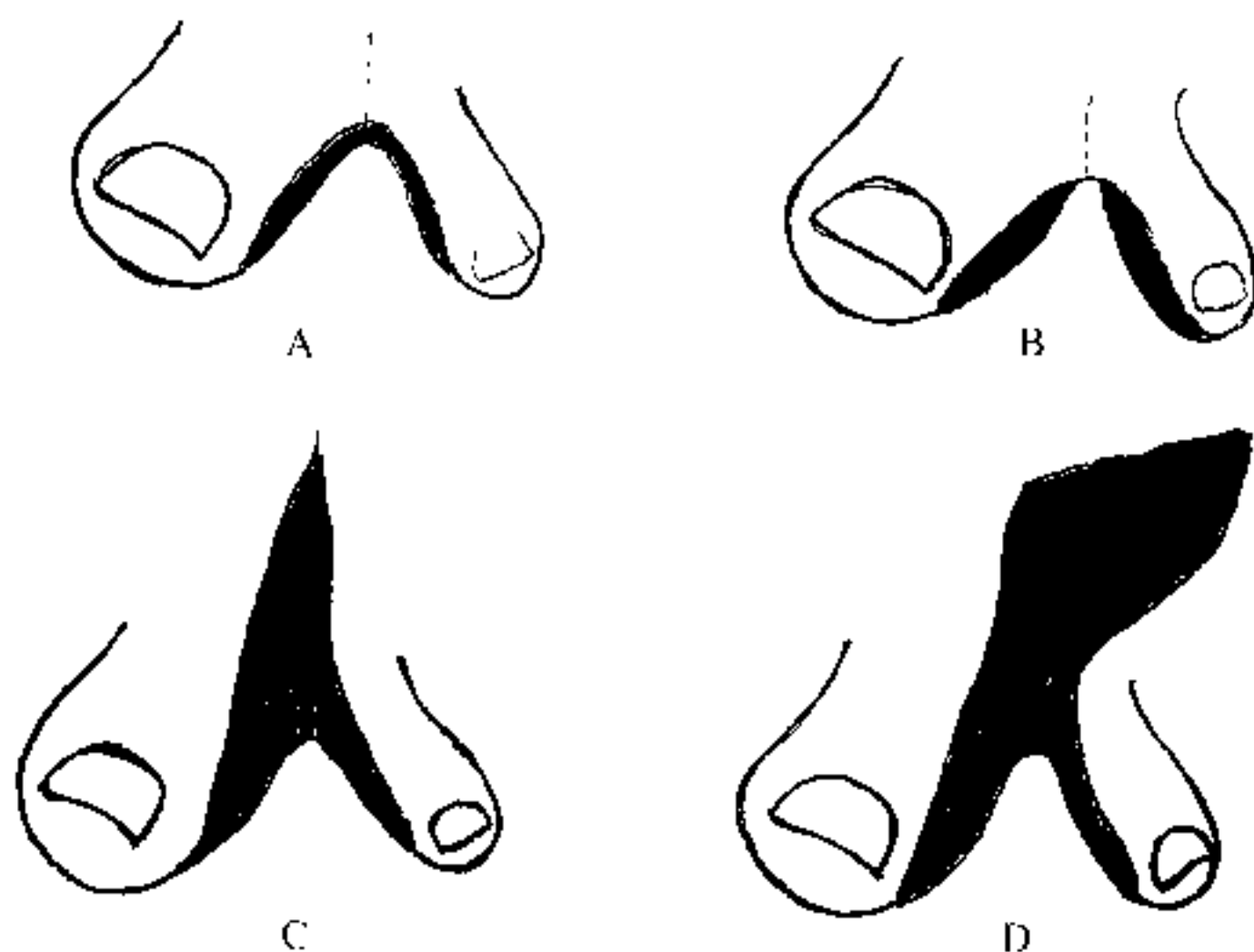


图 4-67 不同形式的第 1 趾蹼间隙皮瓣

注：A. 单趾蹼皮瓣；B. 双岛状皮瓣；C. 全趾蹼皮瓣；D. 足背趾蹼皮瓣（引自：Plast Reconstr Surg, 1999; 103(2): 509）

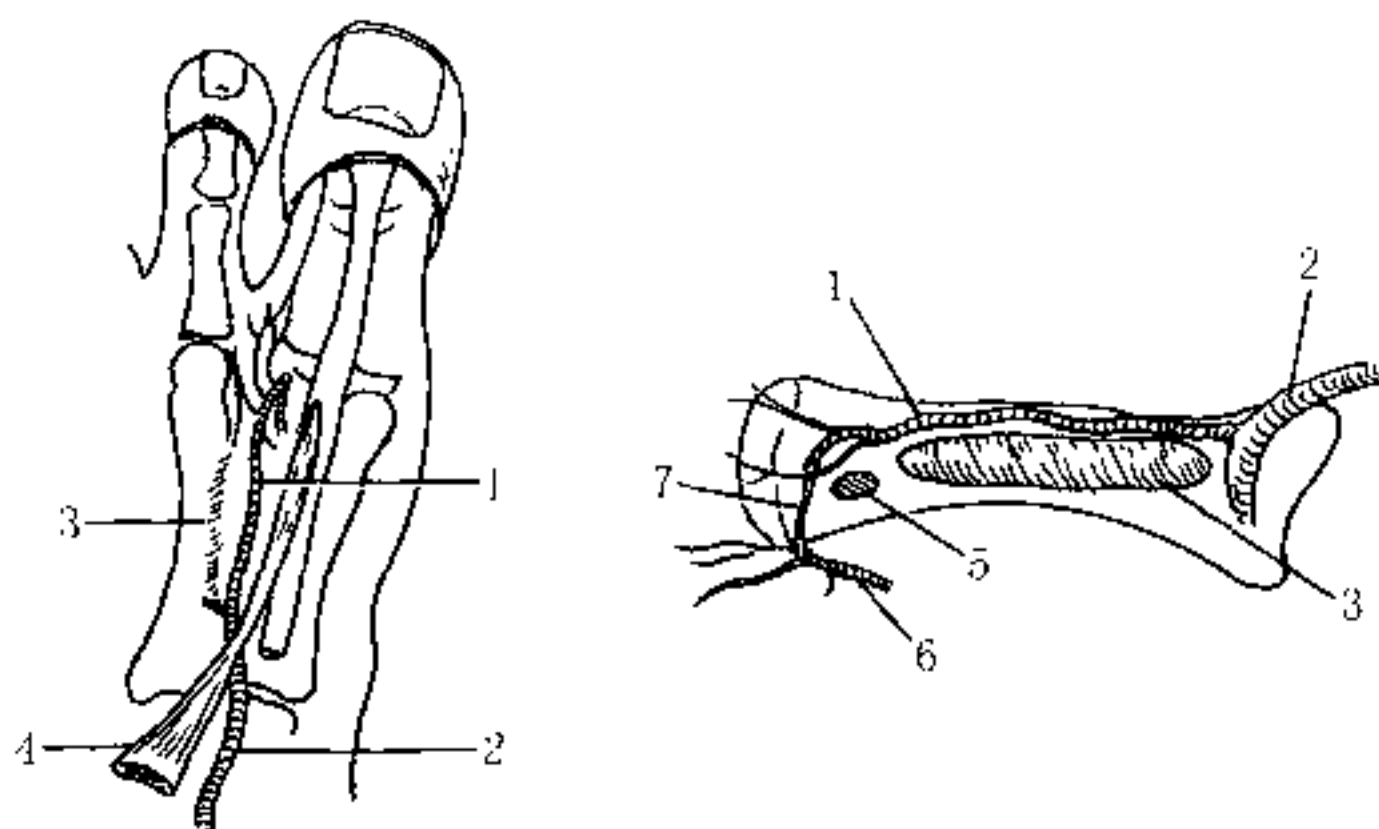


图 4-68 第 1 趾蹼间隙应用解剖

注：1. 第 1 跖背动脉；2. 足背动脉；3. 第 1 背侧骨间肌；4. 跖短伸肌；5. 跖横韧带；6. 第 1 跖底动脉；7. 远侧交通动脉（引自：Br J Plast Surg, 1989; 42(5): 508）

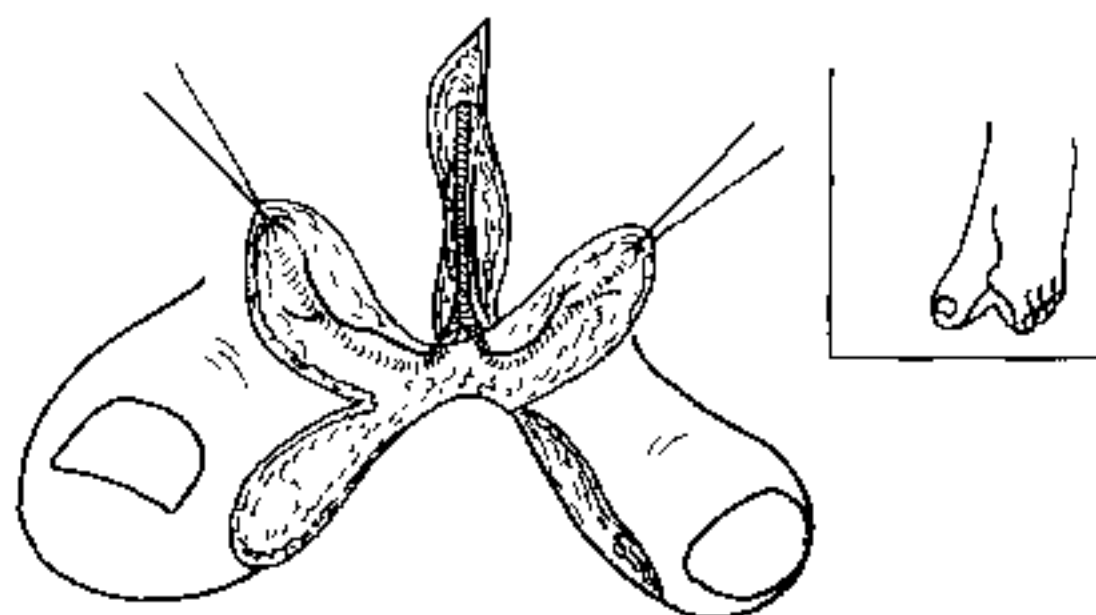


图 4-69 第 1 趾蹼间隙皮瓣的设计和掀起

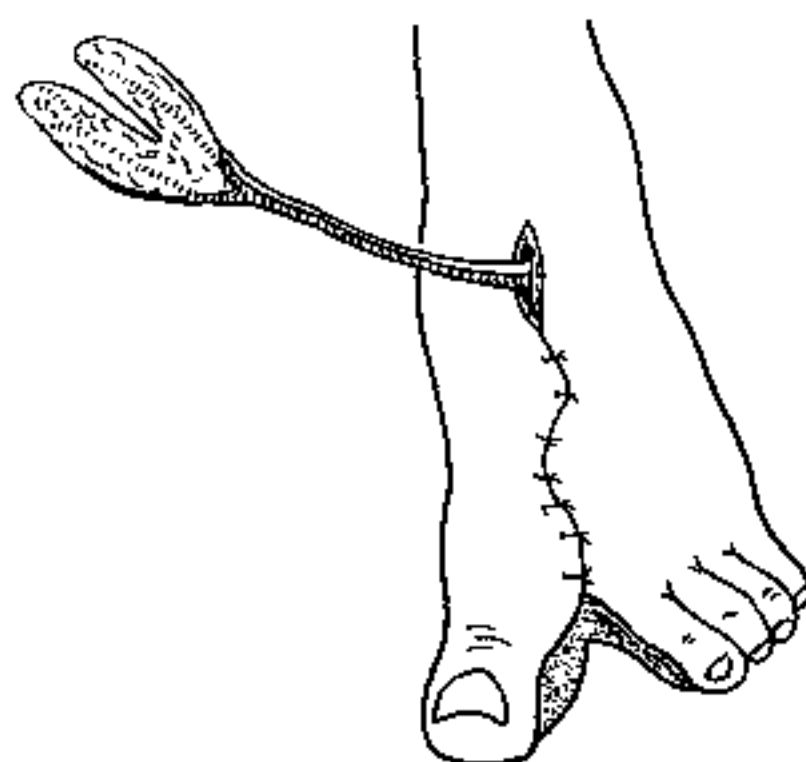


图 4-70 第 1 趾蹼间隙皮瓣完全掀起

(四) 术中注意要点

1. 第 1 跖背动脉分布有两种类型：一种位置较浅，位于筋膜层附近；另一种较深，在第 1 背侧骨间肌内或其深面。
2. 掀起皮瓣时，腱或骨面的表面应保留一些软组织。

(五) 优缺点

1. 优点 血管蒂长，皮瓣可抵达足底或足背的任何部位。
2. 缺点 ①可能存在解剖变异，因此解剖皮瓣血管有一定难

度;②以足背动脉为蒂的第1趾蹼间隙皮瓣要牺牲足背动脉。

二、跖内侧皮瓣

(一)应用解剖

见趾短屈肌肌皮瓣(第四章第五节)。

(二)适应证

修复跟区底部或跟区后下部软组织缺损或跟骨外露。以跖外侧动脉为蒂的跖内侧皮瓣,适用于修复足底远侧的缺损。

(三)皮瓣的设计和切取

跖内侧皮瓣(the medial plantar flap)为筋膜皮瓣,以跖内侧动脉为蒂。但也可以跖外侧动脉为蒂,或将两者均包括在内。可设计成带蒂轴型皮瓣、岛状皮瓣或游离皮瓣。最好用多普勒血流仪测定血管位置,以血管为中心,在足底内侧和足弓处设计皮瓣,要避开负重区,皮瓣远端可达跖骨头近侧,外侧端在足底外侧负重区以内(图4-71)。先在皮瓣远端经皮肤和跖腱膜做切口,达趾短屈肌平面(此肌覆盖在跖长屈肌上),将跖腱膜包括进皮瓣。在跖展肌和趾短屈肌间隙找到跖内侧血管和神经,结扎、切断血管,并从趾足底总神经上劈下皮支神经纤维,将血管和皮神经支一起带入皮瓣(图4-72),而保留趾足底总神经干于原位。然后,以皮瓣内跖内侧动脉和皮神经支作为解剖平面的指导,始终保持在其深面,贴趾短屈肌和趾足底总神经表面剥离,自远而近掀起皮瓣并转移至跟区底部受区。解剖皮瓣到近端时,应尽量向近侧劈开皮神经支,并须切断跖展肌,以利皮瓣转移(图4-73)。

以跖外侧动脉为蒂的跖内侧皮瓣的掀起方法同上。亦可从近端开始解剖,切开内踝后方皮肤,打开踝管,显露胫后动脉。斜行切断跖展肌,解剖出跖内侧动脉,并游离出跖外侧动脉约4cm长。之后,在跖内侧、跖外侧动脉分出部的近侧端结扎、切断胫后动脉,即可形成以跖外侧动脉为蒂的跖内侧皮瓣(图4-74)。

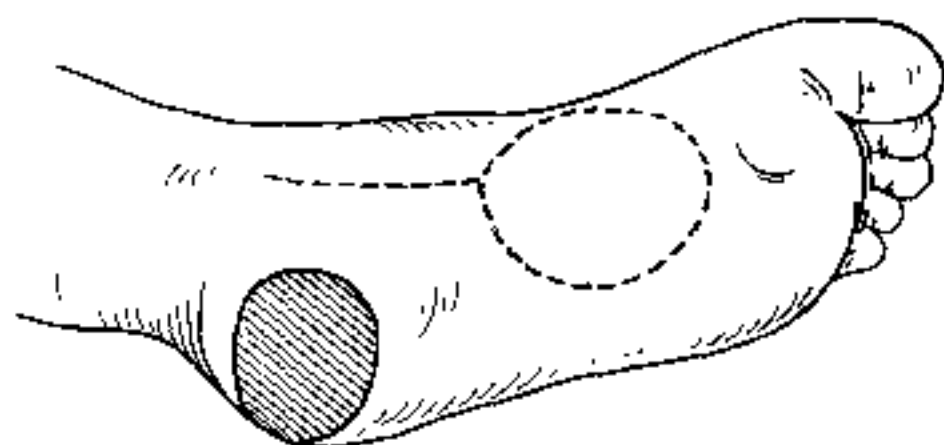


图 4-71 跖内侧皮瓣的设计

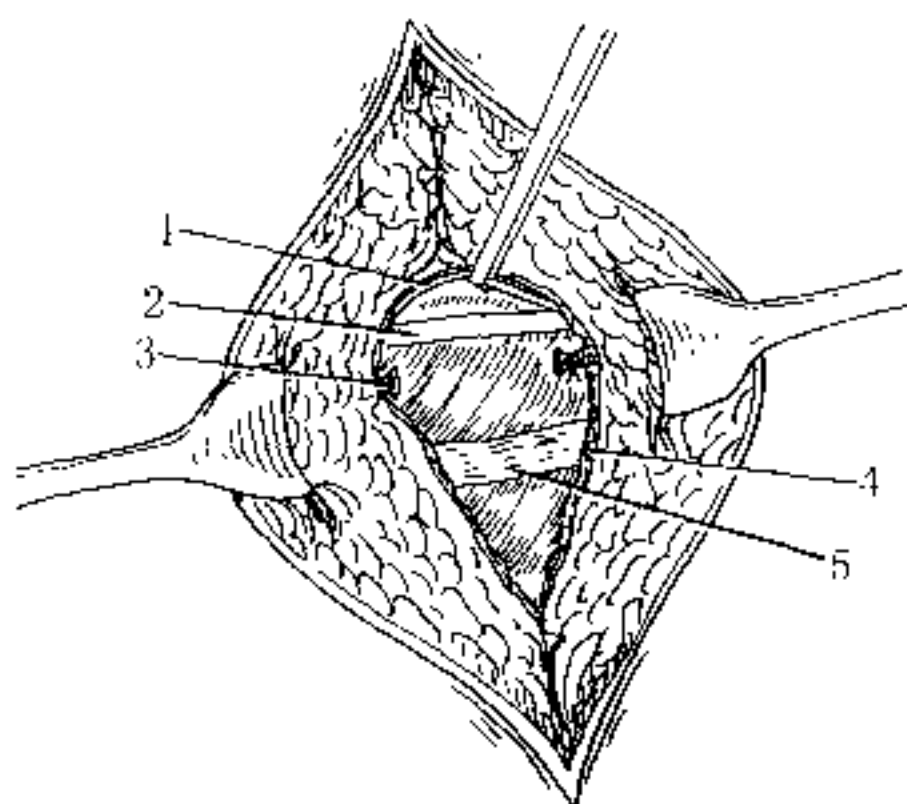


图 4-72 跖内侧皮瓣远端切开

注:1. 跖内侧神经皮支;2. 跖内侧神经;3. 跖内侧动脉;4. 跖腱膜;5. 趾短屈肌腱

(四) 术中注意要点

1. 手术操作在放大镜下进行,皮瓣解剖始终保持在跖内侧动脉和皮神经支的深面进行,切勿使他们与皮瓣分离。
2. 跖内侧神经的皮支与跖内侧动脉在皮瓣蒂部是分开的,解剖时应仔细,切勿伤及。

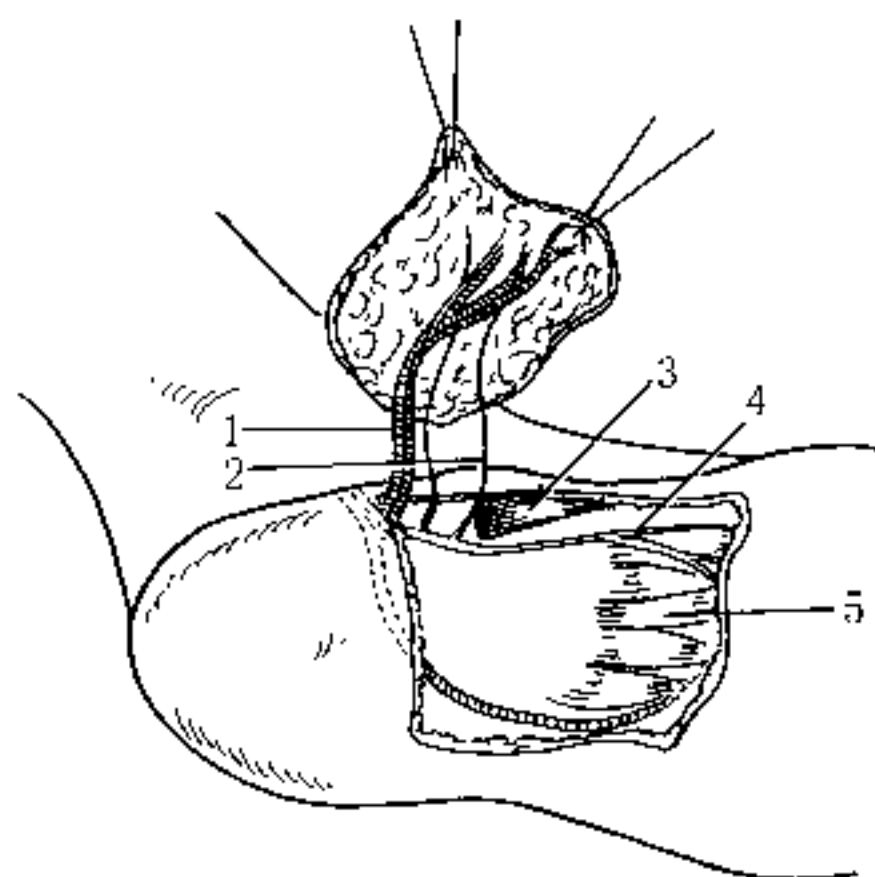


图 4-73 跖内侧皮瓣掀起

注:1. 跖内侧动脉、跖内侧静脉;
2. 跖内侧神经皮支;3. 跖展肌;4. 跖
内侧神经;5. 趾短屈肌

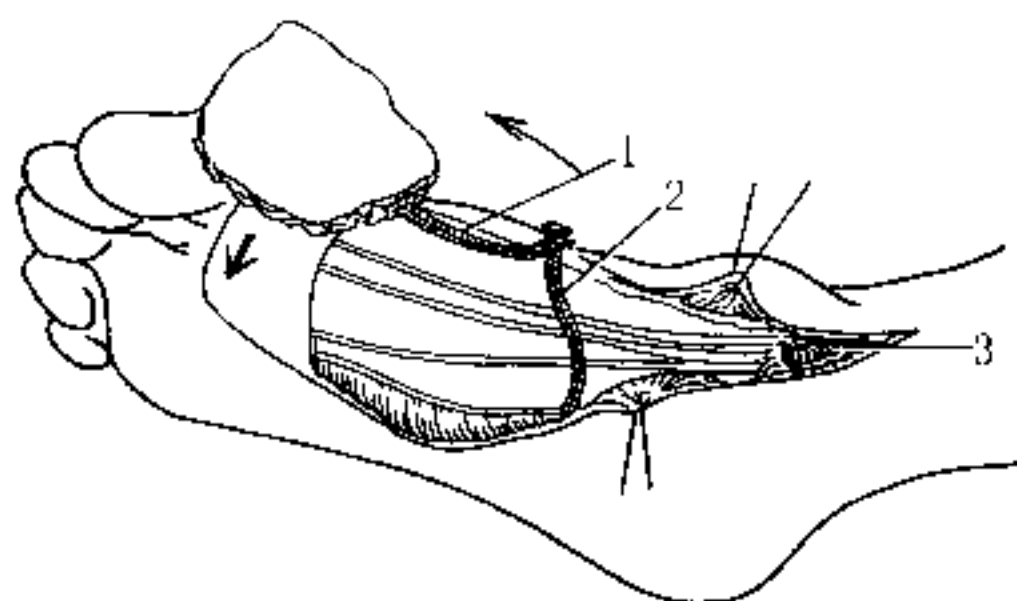


图 4-74 跖外侧动脉为蒂的跖内侧皮瓣

注:1. 跖内侧动脉、跖内侧静脉;2. 跖外
侧动脉,跖外侧静脉;3. 胫后动脉

(引自: Plast Reconstr Surg, 2000; 106
(4):874)

3. 解剖皮瓣过程中随时将跖腱膜和皮瓣做间断缝合固定,防止两者分开。

4. 带蒂跖内侧皮瓣转移时,如蒂部太宽可能形成较大的猫耳畸形,但随时间延长可逐渐缩小,近期内不宜修整。

(五) 优缺点

1. 优点 ①皮瓣质地与跟区皮肤相似,厚薄适中,不滑动,稳定性好,耐摩擦;②能提供感觉;③设计灵活,可设计成轴型皮瓣、岛状皮瓣或游离皮瓣;④如在跖内侧动脉、跖外侧动脉分出部的近侧结扎、切断胫后动脉,可形成以跖外侧动脉为蒂的跖内侧皮瓣,逆行转移修复足底前部的缺损。

2. 缺点 皮瓣边缘和皮瓣供区植皮处缝合缘(尤其是在接近负重区)易产生角化过度。

三、示指背侧皮瓣

(一) 应用解剖

示指背侧皮瓣(index dorsal flap)又称第1掌背动脉皮瓣(the first dorsal metacarpal artery skin flap),由 Holevich(1963)首先报道,之后 Foucher(1979)报道了岛状皮瓣。该皮瓣的血管蒂为第1掌背动脉及其末支示指背桡侧动脉和示指背静脉。第1掌背动脉在第1、2掌骨间隙的近端,第1背侧骨间肌两头之间由桡动脉的腕背支分出,斜向示指掌指关节偏桡侧。34%的示指背桡侧动脉是第1掌背动脉的延续支,否则即是源于掌深弓和拇主要动脉等的穿动脉。示指背桡侧动脉外径平均0.5mm,示指背静脉外径1.5~2.5mm。示指背侧皮瓣血管蒂的体表投影线为第1掌骨基底至第2掌骨头桡侧的连线。皮瓣的神经为桡神经浅支分出的第3支指背神经,位于示指桡侧皮下脂肪内,外径1.0~1.3mm(图4-75)。

(二) 适应证

1. 拇指掌侧或背侧皮肤缺损及感觉重建。
2. 与虎口皮瓣瓦合进行拇指再造或拇指延长术。

3. 虎口开大。
4. 手背和腕背皮肤缺损。
5. 手掌桡侧皮肤缺损。

(三) 皮瓣的设计和切取

皮瓣范围以示指近节背侧皮肤为主,必要时可包括第2掌骨背侧的皮肤。皮瓣远端为近侧指间关节平面,两侧为手指侧中线(图4-76)。皮瓣最大面积可达 $3\text{cm} \times 6\text{cm}$,但面积过大将会影响

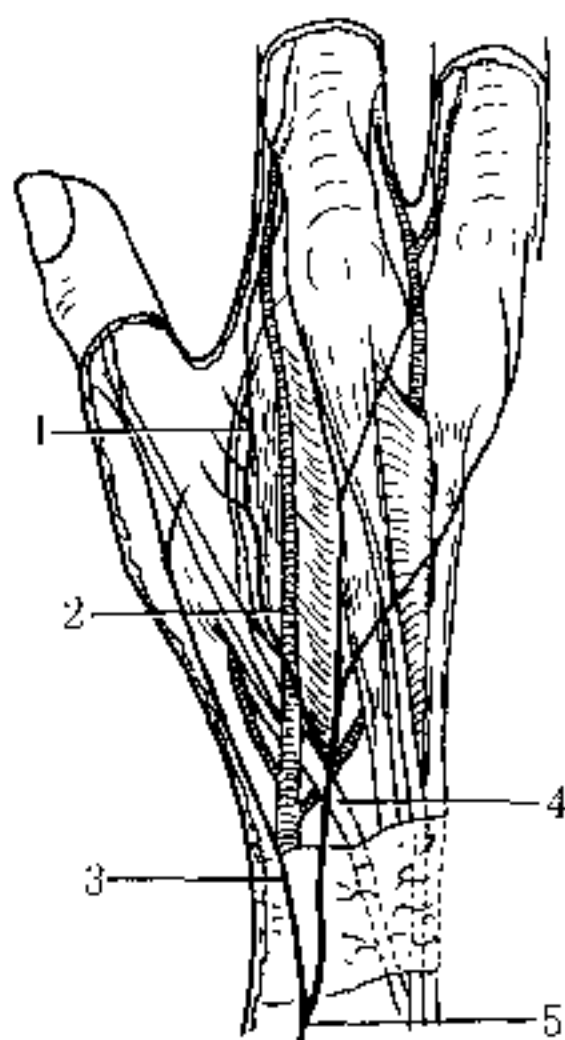


图 4-75 示指背侧皮瓣应用解剖

注:1. 示指桡侧神经;2. 第1掌背动脉;3. 桡动脉;4. 拇长伸肌腱;5. 桡神经浅支

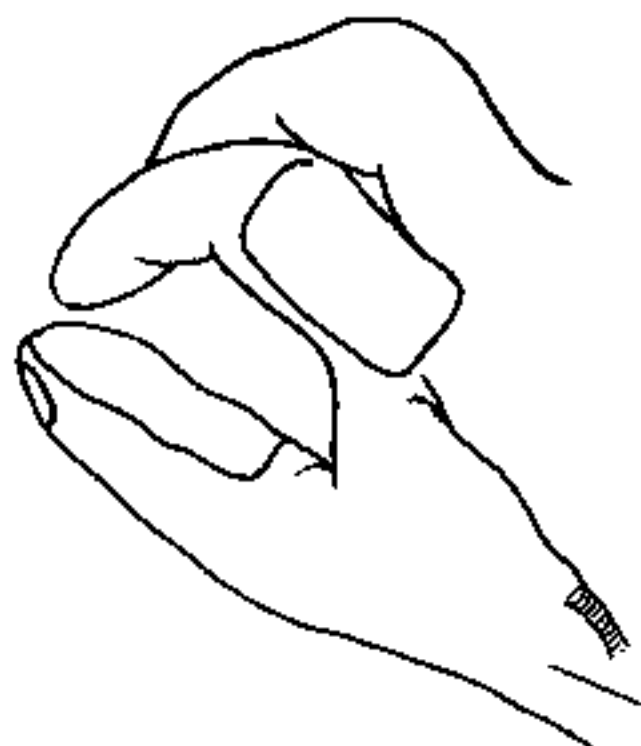


图 4-76 示指背侧皮瓣的设计

供区的功能。切取皮瓣可顺行或逆行。顺行切取时,按第1掌背动脉投影线做“S”形切口,显露血管神经蒂。再切开皮瓣远端,结扎、切断指背静脉,由远而近自腱膜浅面掀起皮瓣,至皮瓣近端切口时暂停止剥离。分离切口两侧,找到第1掌背动脉、伴行静脉和

指背神经,形成包括三者在内的筋膜蒂(宽约 2.0~2.5cm),自第 1 背侧骨间肌浅面掀起,游离至拇长伸肌腱与第 2 掌骨交界处(图 4-77)。放松止血带,观察皮瓣血运。逆行切取时,从皮瓣的远端和两侧切开,向近侧解剖。接近皮瓣近端时,皮瓣未完全掀起之前,用透照法证实血管和神经蒂在皮瓣之内。然后,形成包括血管和神经的筋膜蒂,即可转移皮瓣(图 4-78)。向掌侧转移时,最近途径是经过第 1 背侧骨间肌的两头之间。

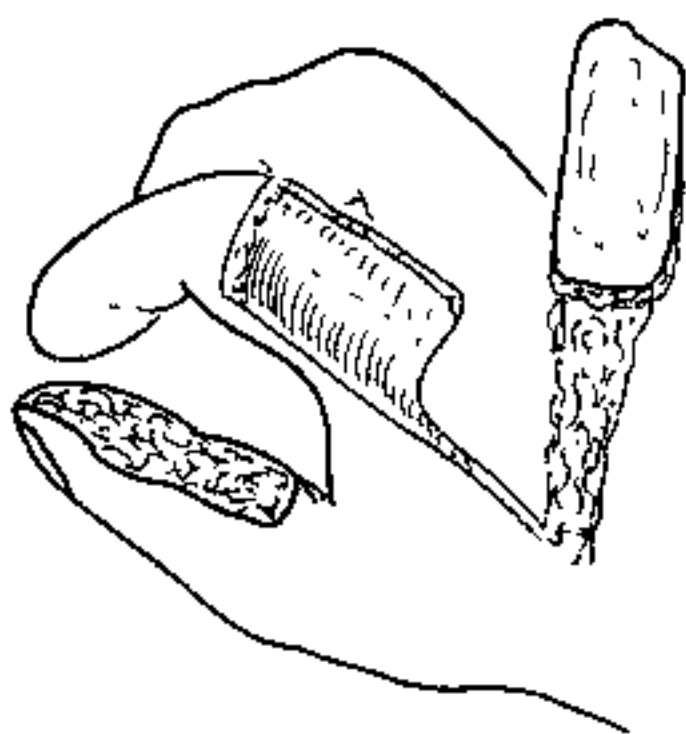


图 4-77 示指背侧皮瓣掀起

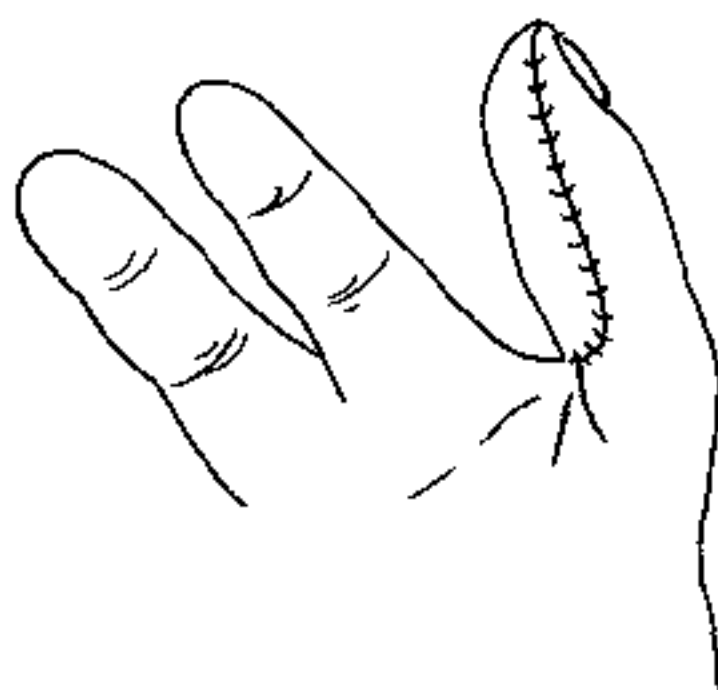


图 4-78 示指背侧皮瓣转移到拇指

(四) 术中注意要点

1. 第 1 掌背动脉的出现有时不恒定,皮瓣未完全掀起之前应探查证实该动脉是否存在。
2. 皮瓣的血管神经束位于示指桡侧侧中线的背侧,皮瓣桡侧切口不宜跨越侧中线,以免损伤含指桡侧指固有动脉或误认为是第 1 掌背动脉。
3. 游离血管神经蒂时多带些疏松组织,并适当保留皮下静脉。
4. 皮瓣中的神经走行于皮下脂肪内静脉的稍深处,往往不能看到,切勿损伤。

(五)优缺点

1. 优点 ①手术操作较简便;②血管神经蒂长,设计成岛状皮瓣可转移到手掌和手背等处;③厚度适中,颜色、质地与邻近的皮肤相似。

2. 缺点 ①影响手背外观;②皮瓣转移后有感觉定位错误,需要进行感觉再训练。

四、跟外侧皮瓣

(一)应用解剖

跟外侧皮瓣(the lateral calcaneal artery skin flap)位于足外踝后方,皮瓣的血管神经蒂包含跟外侧动脉、小隐静脉和腓肠神经。跟外侧动脉通常为腓动脉的终末支,也可起自胫后动脉,走行于外踝与跟腱外侧缘之间,在外踝处距跟腱外侧缘 5~8mm,之后逐渐向前弯曲,在外踝下端的下方 30mm 处变为水平方向,经覆盖腓骨长肌、腓骨短肌的伸肌支持带,抵达第 5 跖骨头。在皮瓣的弯曲部分,跟外侧动脉发出 2 个以上分支,直接走行到足跟的跖面,但少数人的跟外侧动脉在刚过皮瓣的弯曲部分即以网状丛形式终止。腓肠神经在外踝下端动脉垂直段前方 5~10mm,在足外侧缘动脉的水平段背侧 10mm,与动脉平行走行(图 4-79)。据文献报道,患有动脉硬化的人,胫下的 3 个动脉(胫前动脉、胫后动脉和腓动脉)中,以腓动脉受累机会最少。当腓动脉最后被阻塞时,其远侧分支如跟外侧动脉即发挥重要功能。Grabbe WC(1981)对 12 例 18~50 岁的正常人进行多普勒测定,证明跟外侧动脉均存在,另外 12 名老年患者(24 个小腿)跟外侧动脉存在率为 92%。

(二)适应证

修复跟区后部皮肤小面积缺损、跟腱外露、慢性溃疡及外踝部缺损。

(三)皮瓣的设计和掀起

术前用多普勒血流仪检测跟外侧动脉位置并做标记。按比实

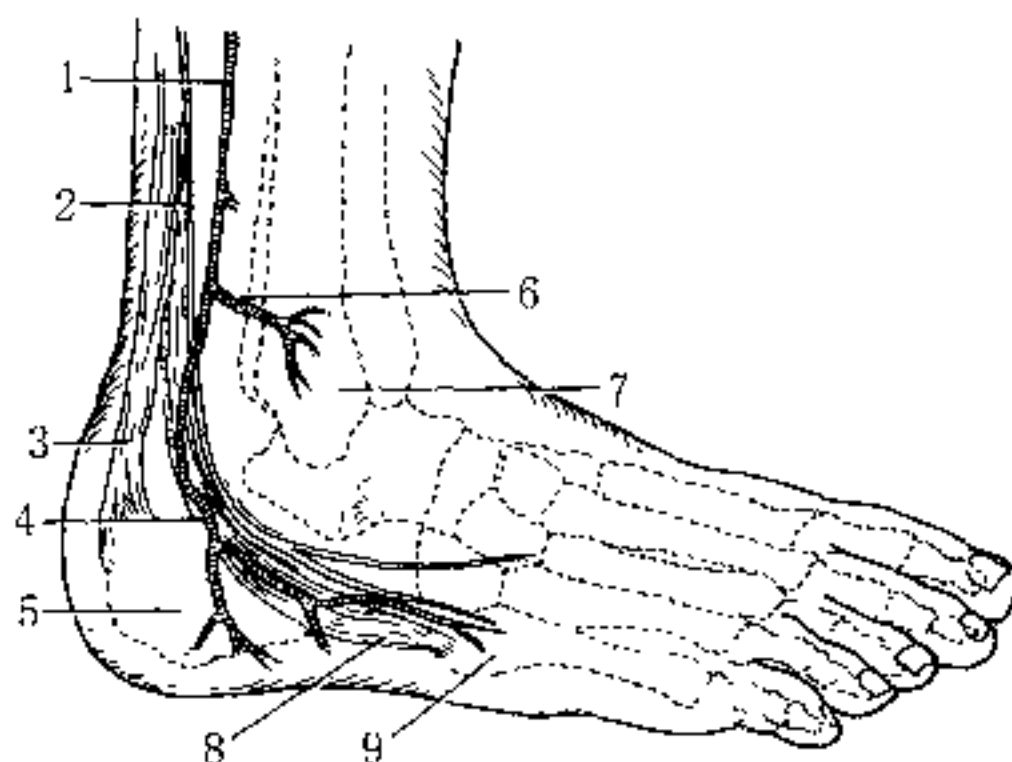


图 4-79 跟外侧皮瓣应用解剖

注:1. 腓动脉;2. 腓肠神经;3. 跟腱;4. 跟外侧动脉;5. 跟骨;6. 外踝动脉;7. 外踝;8. 腓骨长肌腱、腓骨短肌腱;9. 第5跖骨基部

(引自:Plast Reconstr Surg,1981;68:724)

际缺损面积稍长稍宽,在外踝后缘与跟腱外侧缘间设计皮瓣,蒂在外踝平面以上,宽约4.5cm。可设计长、短两种形式的皮瓣(图4-80),短型皮瓣以跟外侧动脉垂直部为轴,长约8cm,长型皮瓣长约14cm,血管包括动脉的水平部,后者是否须做延迟术尚有争论。由于该皮瓣属轴型皮瓣,其远侧端可较蒂部宽些。

短型皮瓣的切取:患者侧卧或半侧卧位,按设计画线先做皮瓣后缘切口,沿跟腱外缘切开皮肤、皮下组织,达跟骨骨膜。再靠外踝切开皮瓣前缘达深筋膜。皮瓣远端达足背和跖部两种不同皮肤的交汇处(约在足底平面以上1cm)。掀开皮瓣一侧的边缘,可见血管神经结构位于皮下组织深层,直视下向远侧解剖,由近而远从跟骨骨膜平面掀起皮瓣(图4-81)。Holmes J 和 Rayner CRW (1984)认为从远而近掀起皮瓣,会使进入皮瓣最安全的解剖平面较为容易。

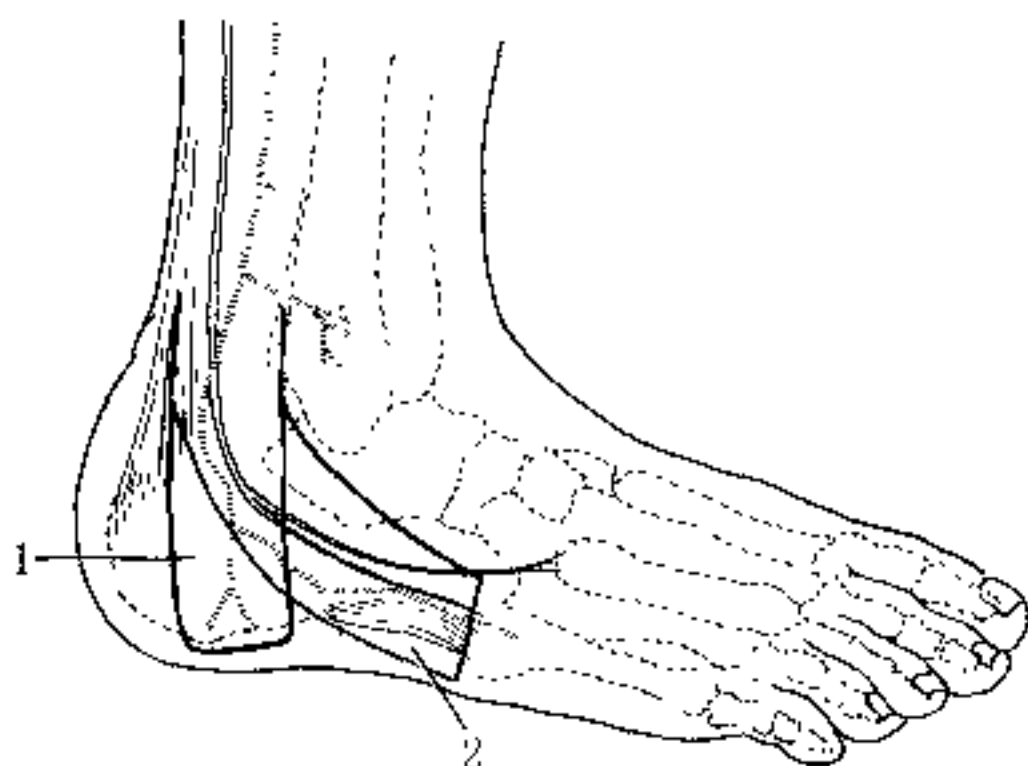


图 4-80 跟外侧皮瓣设计

注:1. 短型皮瓣;2. 长型皮瓣

(引自:Plast Reconstr Surg,1981;68:725)

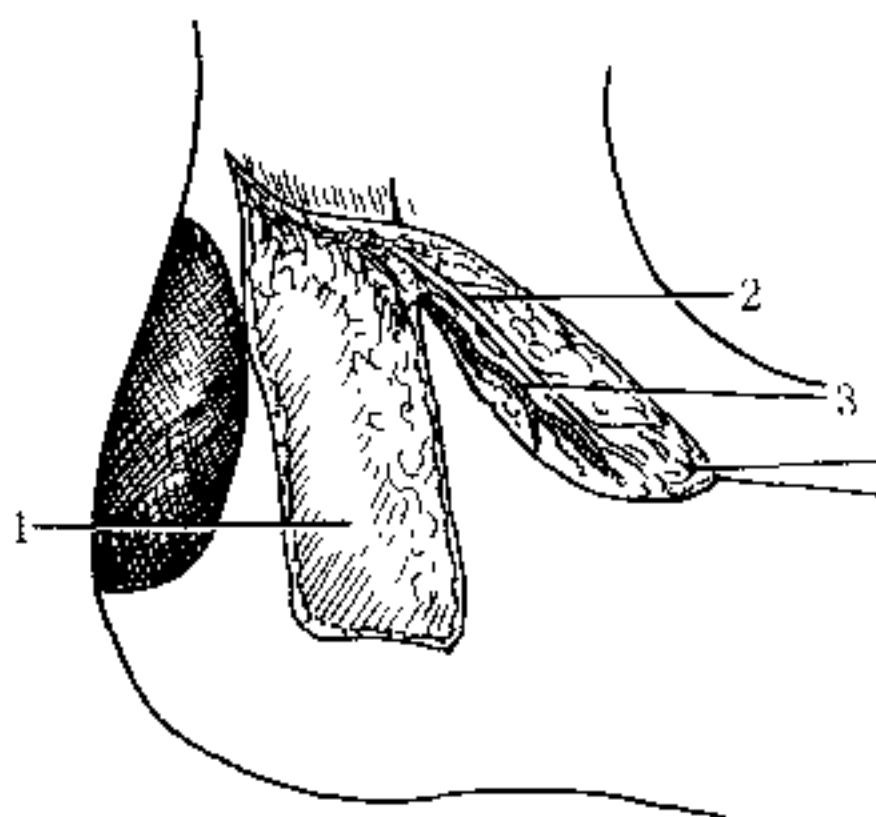


图 4-81 跟外侧皮瓣掀起

注:1. 跟骨骨膜;2. 腓肠神经;3. 跟外侧动脉

(四)术中注意要点

1. 此种皮瓣虽由轴型动脉营养,但静脉引流常有变化,因此皮瓣近侧端宽度要足够。做岛状皮瓣时,蒂部切口应深至真皮下

平面,皮下组织中的小静脉应当保留,皮瓣的皮下组织应稍大于皮肤。

2. 下肢创伤严重的患者,术前宜做血管造影。

3. 掀起长型皮瓣时,皮瓣远端暂不切断,可用血管夹夹住进行荧光试验,以确定是否需要进行皮瓣延迟术。

(五)优缺点

1. 优点 ①血管较恒定,解剖容易;②皮肤质地与邻近缺损区相同。

2. 缺点 皮瓣掀起后足背外侧缘的感觉短期紊乱。

五、第2趾跖侧皮瓣或皮片

(一)应用解剖

在足底部,由跖外侧动脉形成的足底弓发出跖足底动脉,在趾蹼近侧分为2支,变为趾底固有动脉,分别位于邻近足趾的相邻面跖侧。伴行神经为趾足底固有神经,内侧三个半足趾跖面的趾足底固有神经发自跖内侧神经,外侧一个半足趾跖面的趾足底固有神经发自跖外侧神经。

在足背部,足背动脉在发出足底深穿支后,在第1、2跖骨间形成第1跖背动脉,向远侧行走至趾蹼处分为2支,变为趾背动脉,分别位于1、2趾的相邻面背侧。其余的跖背动脉由足背动脉在足背中部分出的弓状动脉发出,在趾蹼处也分为2支,变成趾背动脉,分布于2~5趾相邻两趾间的背侧。神经支配为腓深神经分出的趾背神经和腓浅神经发出的足背内侧皮神经、足背外侧皮神经(图4-82)。第2趾跖侧皮瓣或皮片(the second toe plantar flap or skin graft)位于第2趾的跖面,其神经血管蒂包括:外侧或内侧趾底固有动脉或第1跖背动脉(蒂较长),趾背皮下静脉或跖侧的皮下静脉(前者蒂较长、口径较大),以及外侧或内侧趾足底固有神经。跖侧皮下静脉外径为0.4~0.6mm;背侧皮下静脉(大隐静脉)口径较大,蒂较长;趾底固有动脉和神经外径为1mm,与手指

的神经血管相当。

(二) 适应证

适用于修复手指掌侧小面积软组织缺损和感觉功能重建。如果联合应用第 1 趾蹼或相邻趾的跖侧皮瓣,可修复较大面积的缺损。

(三) 皮瓣或皮片的设计和切取

皮瓣位于第 2 趾跖侧,自跖趾关节至远侧趾间关节,两侧不超过足趾的侧中线(图 4-83)。首先切开皮瓣远端,找到趾底固有动脉和神经后即结扎、切断。切开皮瓣两侧,由远而近自腱鞘浅面掀起皮瓣(图 4-84)。继续向近侧解剖血管神经蒂,解剖趾底固有动脉时,须仔细结扎分支。跖侧皮下静脉管壁很薄弱,切勿伤及。背侧皮下静脉蒂长、口径大,解剖也较容易,做吻合血管移植时常被选用。放松止血带,观察皮瓣血运良好即可转移或断蒂进行吻合血管神经移植(图 4-85)。如切取的皮瓣内不含上述血管,只含趾底固有神经,即成为带神经的全厚皮片(图 4-86)。

(四) 术中注意要点

1. 皮瓣设计面积应比实际缺损而积大 2~3mm,以便无张力缝合。

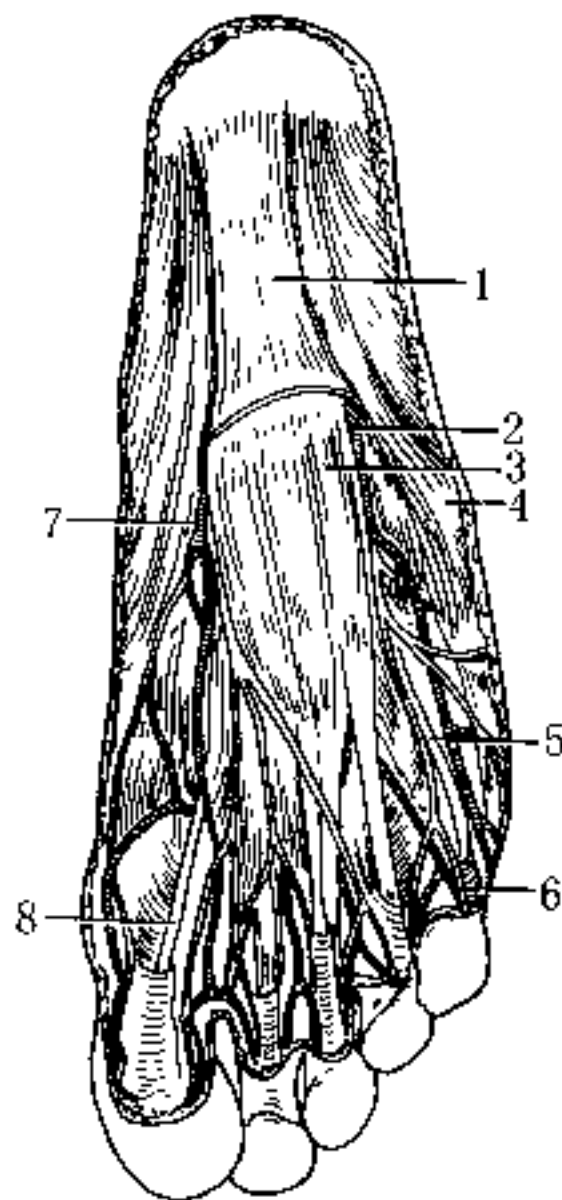


图 4-82 第 2 趾跖侧皮瓣应用解剖

注: 1. 跖腱膜; 2. 跖外侧动脉; 3. 趾短屈肌; 4. 第 5 跖骨底粗隆; 5. 足底趾总神经; 6. 趾固有动脉、趾固有神经; 7. 跖内侧动脉; 8. 跖长屈肌腱

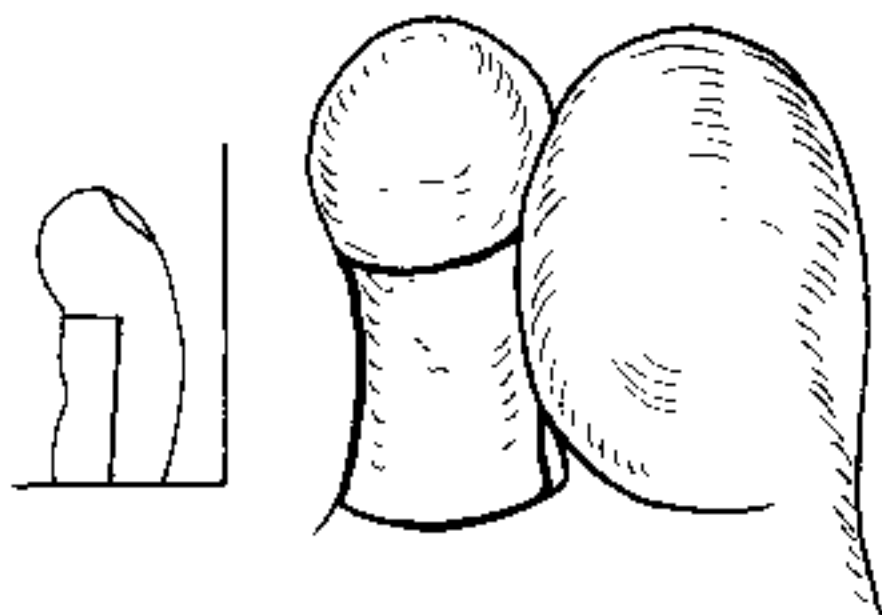


图 4-83 第 2 趾跖侧皮瓣的设计

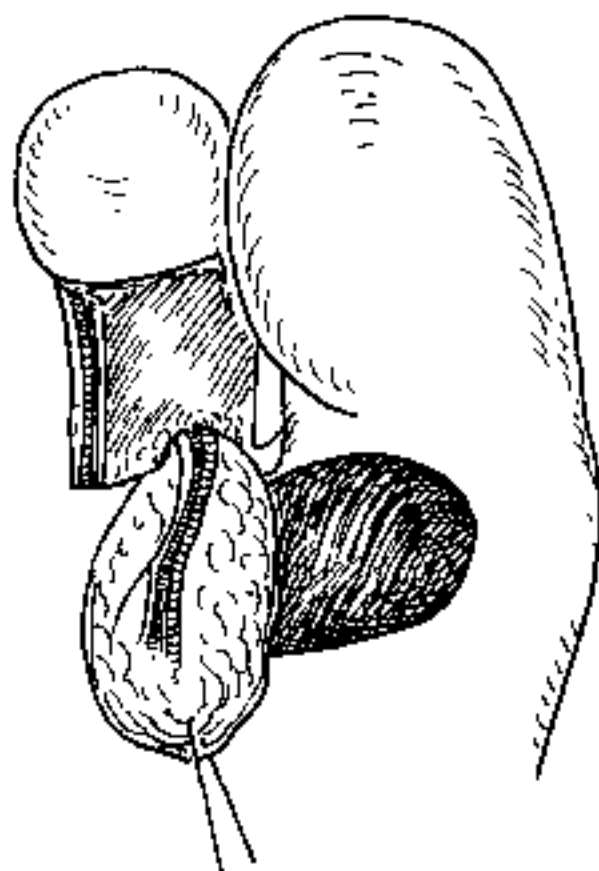


图 4-84 第 2 趾跖侧皮瓣掀起

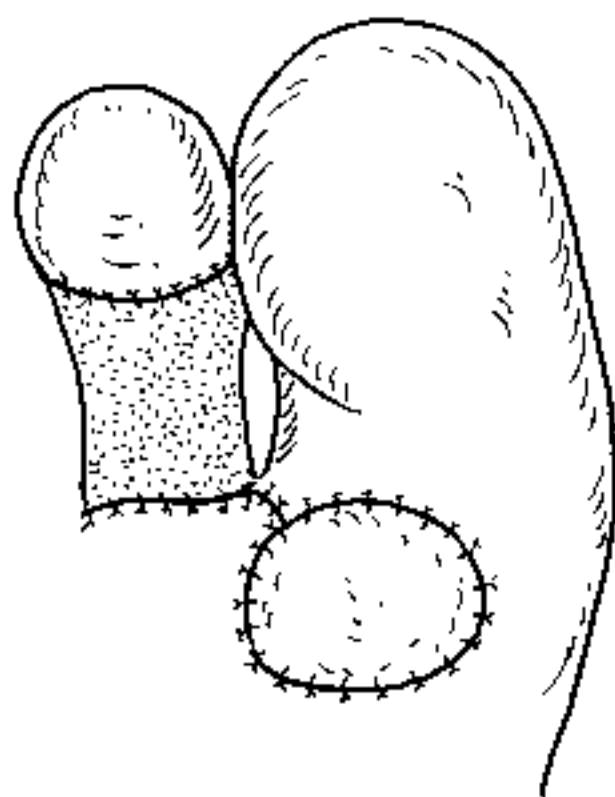


图 4-85 第 2 趾跖侧皮瓣转移

2. 切取皮瓣时,凡不准备利用的神经血管束均应保留在供趾,不得损伤。

3. 手指受区神经血管用指侧中线切口显露,血管神经吻合后如果切口直接闭合有困难,应做皮片移植。

4. 如果手指受区的动脉血管不满意,最好选用第 1 掌背动脉。

5. 作为带神经全厚皮片移植时,须适当去除皮下脂肪组织并注意保持趾底固有神经与皮肤的联系。

(五) 术后处理

1. 按显微外科常规给予血管扩张药。

2. 术后 1 周开始练习手指屈、伸活动。

3. 患者感受到运动或静止触觉时,开始进行感觉训练。

1. 足趾皮瓣或皮片供区移植的全厚皮片于术后 7~10d 拆去缝线,2 周开始功能锻炼。

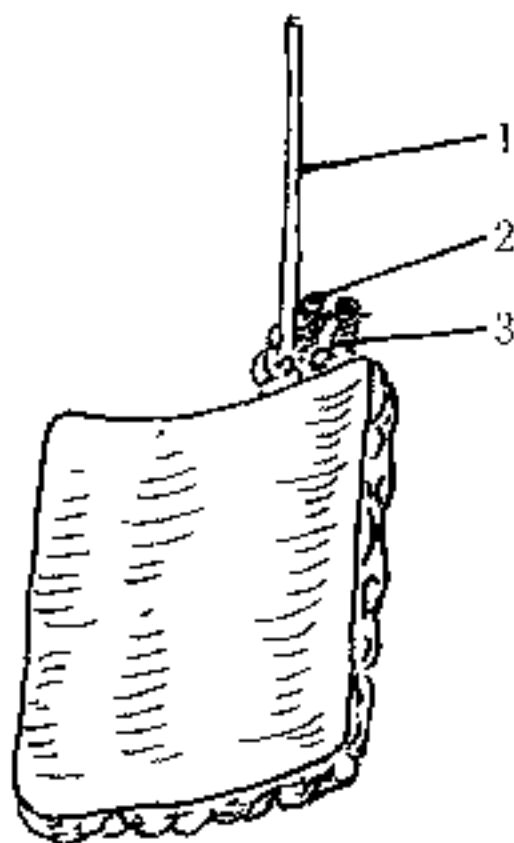


图 4-86 带神经的全厚皮片

(六) 优缺点

1. 优点 ①供区隐蔽;②皮肤质地、颜色与手指接近;③皮瓣缝合缘不易产生角化过度现象。

2. 缺点 ①手术操作较费时;②皮瓣面积小。

六、指掌侧推进皮瓣

(一) 应用解剖

指掌侧推进皮瓣(the neurovascular palmar advancement flaps of finger)是位于手指掌侧面,含指神经血管束的轴型皮瓣,向远端推进可修复指端缺损和感觉缺失。

桡动脉经第 1 掌骨间隙到达手掌后,穿第 1 背侧骨间肌两头之间,在此分为掌深弓和拇主要动脉(相当于浅弓的指总动脉分支)。该动脉在掌指关节平面内收拇肌覆盖下分为 2 支,沿拇指掌侧两缘下行,支配拇指掌侧皮肤。示指桡侧和小指尺侧,分别有示指桡侧动脉和小指尺掌侧动脉分布;示指尺侧、小指桡侧及中指、环指掌面两侧为指总动脉分出的指掌侧固有动脉分布。正中神经

在手掌通常分为 3 支指掌侧总神经,每支又分叉为指掌侧固有神经,分布于桡侧三个半指毗邻侧。尺神经在手掌分为浅、深 2 支,浅支在掌短肌远缘,分成至环指、小指毗邻面的掌指支和至小指尺侧的掌指支,支配尺侧一个半手指的皮肤(图 4-87)。

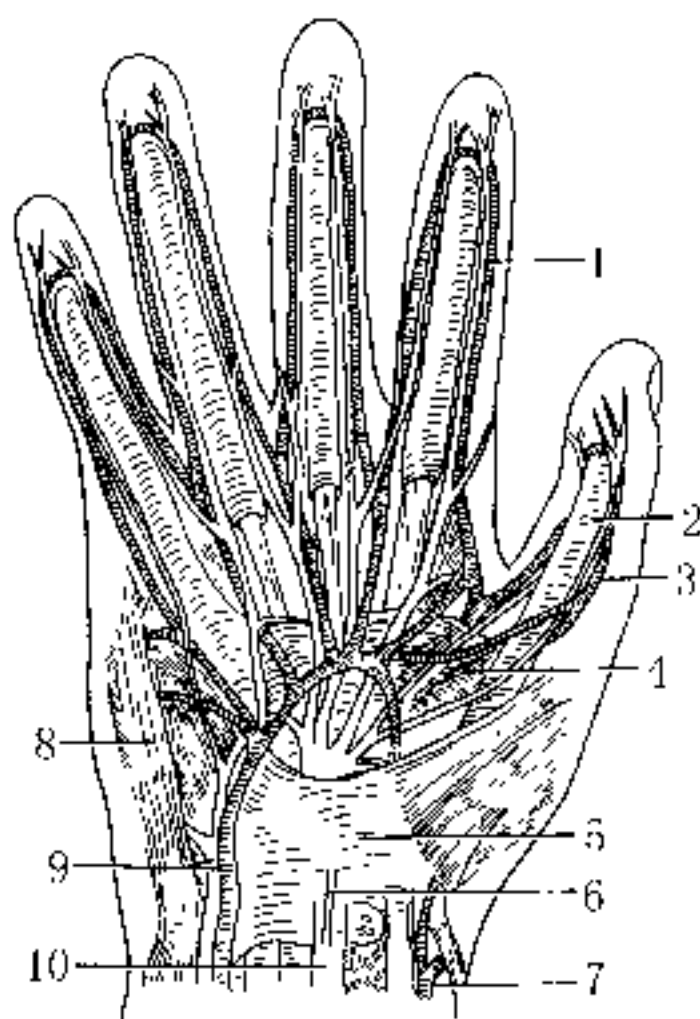


图 4-87 手掌动脉和神经解剖

注:1. 指掌侧固有动脉和神经;2. 拇长屈肌腱鞘;3. 拇主要动脉;4. 拇收肌;5. 腕横韧带;6. 正中神经掌皮支;7. 桡动脉;8. 展小指肌;9. 尺动脉、尺神经;10. 正中神经

在手背侧,由桡动脉和尺动脉的腕背支、骨间掌侧动脉及骨间背侧动脉组成腕背网,发出第 2~4 掌背动脉,沿相应的背侧骨间肌背面下行至近节指骨底各分为 2 支指背动脉,分布至第 2~5 指相对缘背侧。小指背侧的尺侧缘由腕背网单独发一小支营养。第 1 掌背动脉由桡动脉在即将穿过第 1 背侧骨间肌时分出,沿该肌背侧下降分为 3 支,至拇指背侧两缘(拇指背侧动脉)和示指桡侧



缘(图 4 88)。桡神经浅支,在腕上 3 横指穿出深筋膜,分布于手背桡侧半及桡侧两个半指背面近侧的皮肤。尺神经手背支在腕上 4~5cm 穿出深筋膜,分布于手背尺侧半及尺侧两个半指背面的皮肤。此外,指背神经支配还有指掌侧固有神经的指背支(由指基部斜向第 2 指节背侧分布)及其发出的分支。

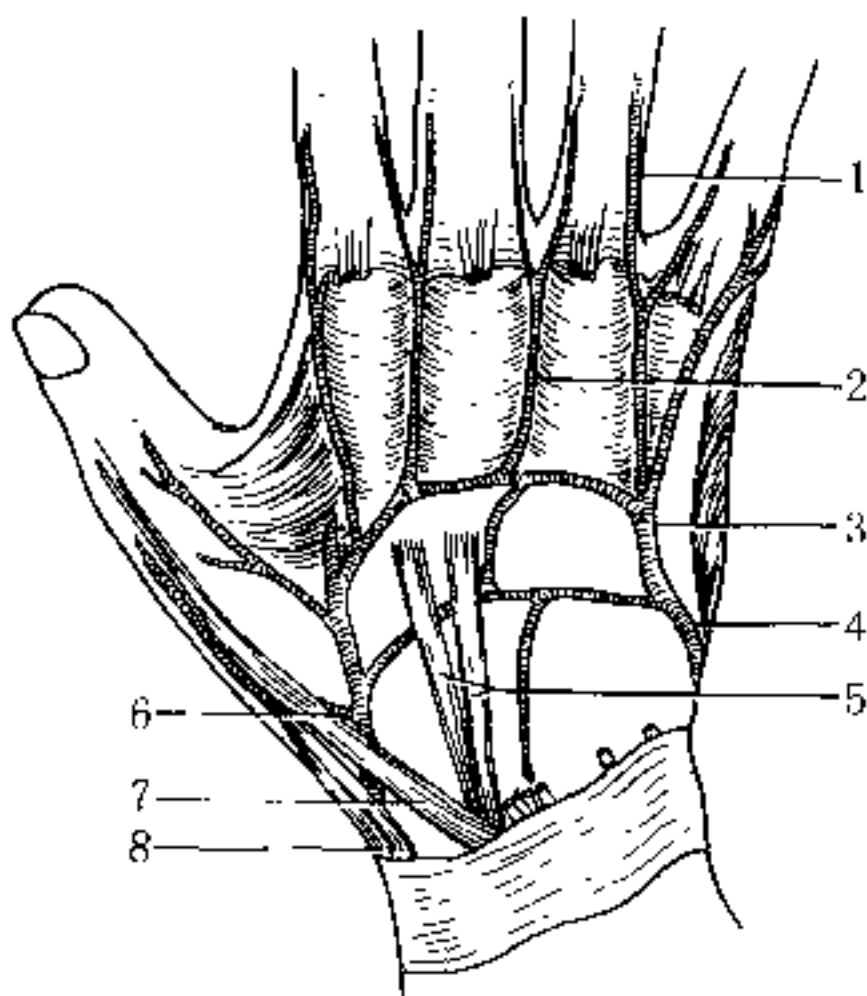


图 4-88 手背动脉解剖

注:1. 指背动脉;2. 掌背动脉;3. 腕背动脉网;4. 尺动脉腕背支;5. 桡侧腕长伸肌、桡侧腕短伸肌;6. 桡动脉;7. 拇长伸肌;8. 拇短伸肌

(二) 适应证

1. 指端或指腹软组织缺损或严重损伤。
2. 手指掌侧部分瘢痕挛缩。
3. 拇指远端深在横行伤口,感觉丧失。
4. 手指断端。



(三) 皮瓣的设计、掀起和推进

在伤指掌侧设计皮瓣,皮瓣远端与创缘相接,两边为手指侧中线,近端达手指基部(图 4-89)。

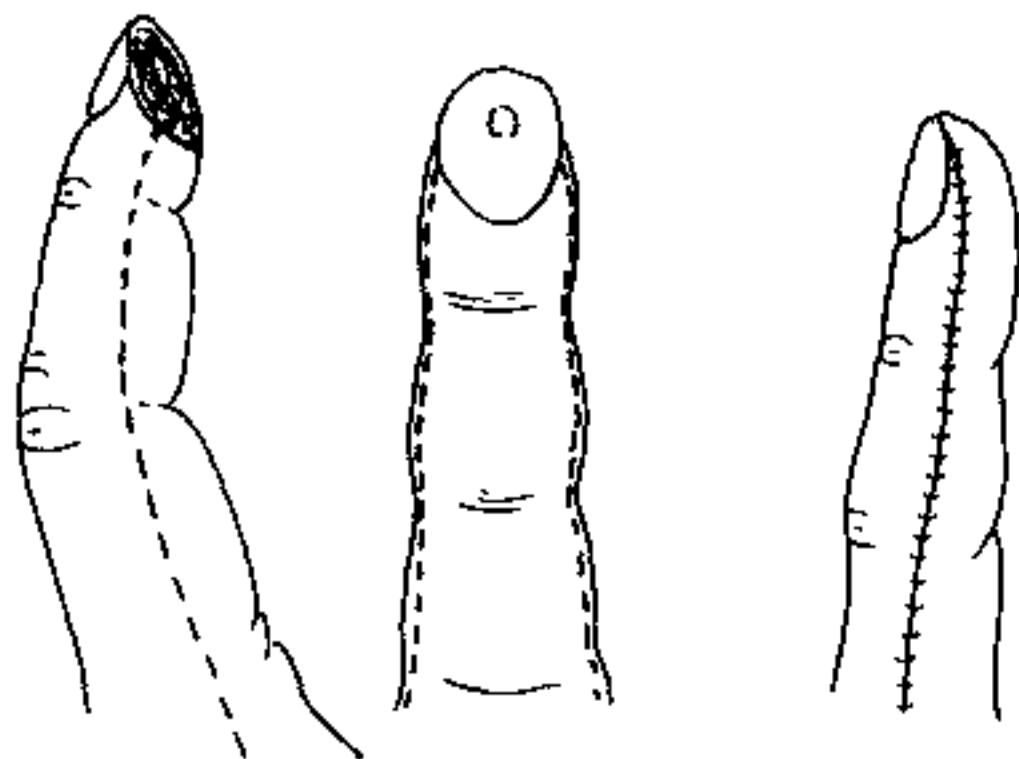


图 4-89 在伤指掌侧设计推进皮瓣

先做手指两侧侧中线切口,在指屈肌腱鞘浅面锐性分离,将两侧指掌侧固有动脉和神经束包括在皮瓣内,由远而近掀起皮瓣。到达皮瓣近端时,如皮瓣推进长度不足,可将两侧侧中线切口斜向手指掌侧正中,使两者相交呈“V”形。进一步向近侧端解剖和游离神经血管束,屈曲指间关节,将皮瓣向远侧推进,完全覆盖创面。缝合皮瓣远端,再缝合两侧,指基部切口经游离创缘做“Y”形缝合(图 4-90)。Foucher G(1999)报道在掌侧皮瓣两侧各做“Z”成形术或进行皮片移植,可使皮瓣推进距离达 2.5cm(图 4-91)。如被截断的一段手指有血管而无神经可供吻合,可结合再植及掌侧推进皮瓣的办法修复。如果无血管可供吻合用,单纯回植的办法对儿童尚有价值,对成人选择性病例则可应用回植皮瓣(reposition flap)的办法修复,即切除该段断指掌侧的皮肤,把含有甲床和指骨的部分回植,然后推进手指掌侧皮瓣,提供皮肤覆盖(图 4-92)。

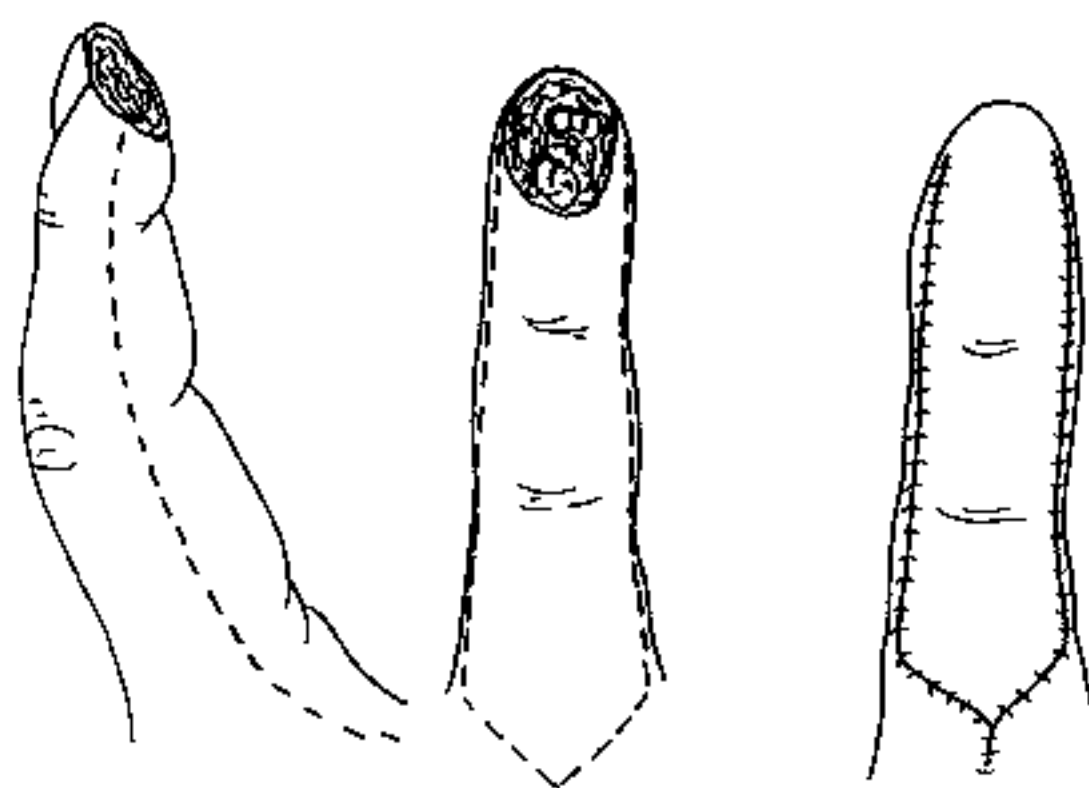


图 4-90 “V”形指掌侧推进皮瓣

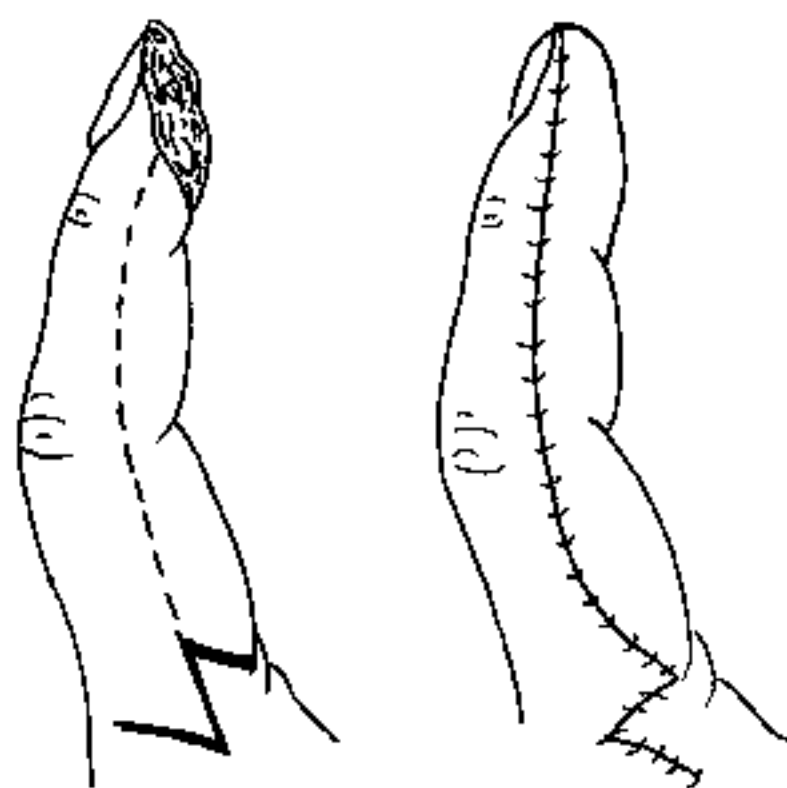


图 4-91 “Z”形指掌侧推进皮瓣(Foucher 法)

(四) 术中注意要点

1. 皮瓣推进到指端缝合后,须屈曲手指,使皮瓣的皮下面与手指创面紧密接触,以利愈合,但又要防止包扎过紧影响血运。
2. 拇指有独立的拇指背侧动脉,指掌侧皮瓣不会影响拇指背

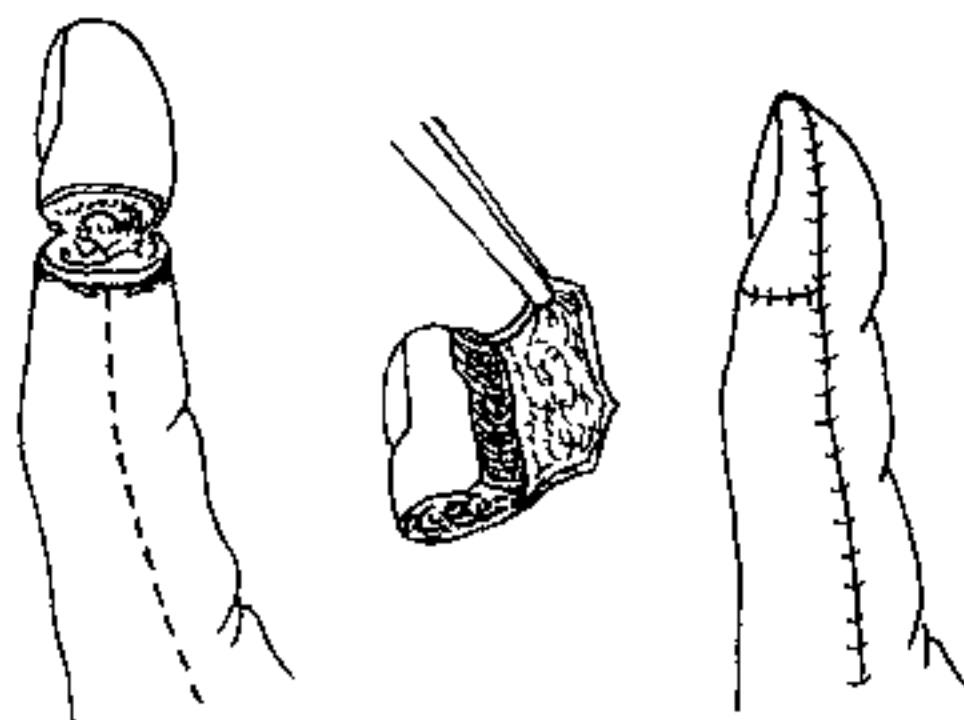


图 4-92 断指回植结合推进皮瓣修复离断的末节手指

(引自: Br J Plast Surg, 1999; 52: 65)

侧皮肤的血运。作者曾为 1 例拇指末端缺损的患者采用掌、背侧双推进皮瓣修复, 效果很好。但对中指和其他手指, 必须保留指掌侧固有动脉的背侧支。

3. 用克氏针固定皮瓣的尖端, 可避免因缝合过紧导致指甲弯曲畸形。

(五) 术后处理

1. 患指屈曲位固定 1~2 周, 随时观察皮瓣远端的血运。
2. 2 周左右拆线, 逐步进行伸直手指的训练。

(六) 优缺点

1. 优点 ①手术简便; ②血运可靠; ③能保留手指感觉, 无感觉错位问题。

2. 缺点 ①手指两侧直线切口瘢痕; ②皮瓣近端宽于远侧, 向远侧推进后手指形态欠佳, 常须同时修整。

七、同指指神经血管蒂推进皮瓣

(一) 应用解剖

见指掌侧推进皮瓣(第四章第六节,六)。

(二) 适应证

同指指神经血管蒂推进皮瓣(homodigital neurovascular advancement flap)适用于指尖、指腹皮肤软组织缺损,缺损宽度不超越手指侧中线而累及指背,长度小于远侧指节的2/3,或有指骨外露,或为断指残端,无法用手指掌侧推进皮瓣修复者(Borman H等报道,手指掌侧推进皮瓣最大推进距离小于8mm,而指神经血管束岛状皮瓣可推进5~22mm)。

(三) 皮瓣的设计和切取

皮瓣可设计成斜三角形或阶梯形(图4-93)。皮瓣的血管蒂可以为任一侧的指掌侧固有动脉,手指尺侧的切口瘢痕较隐蔽,一

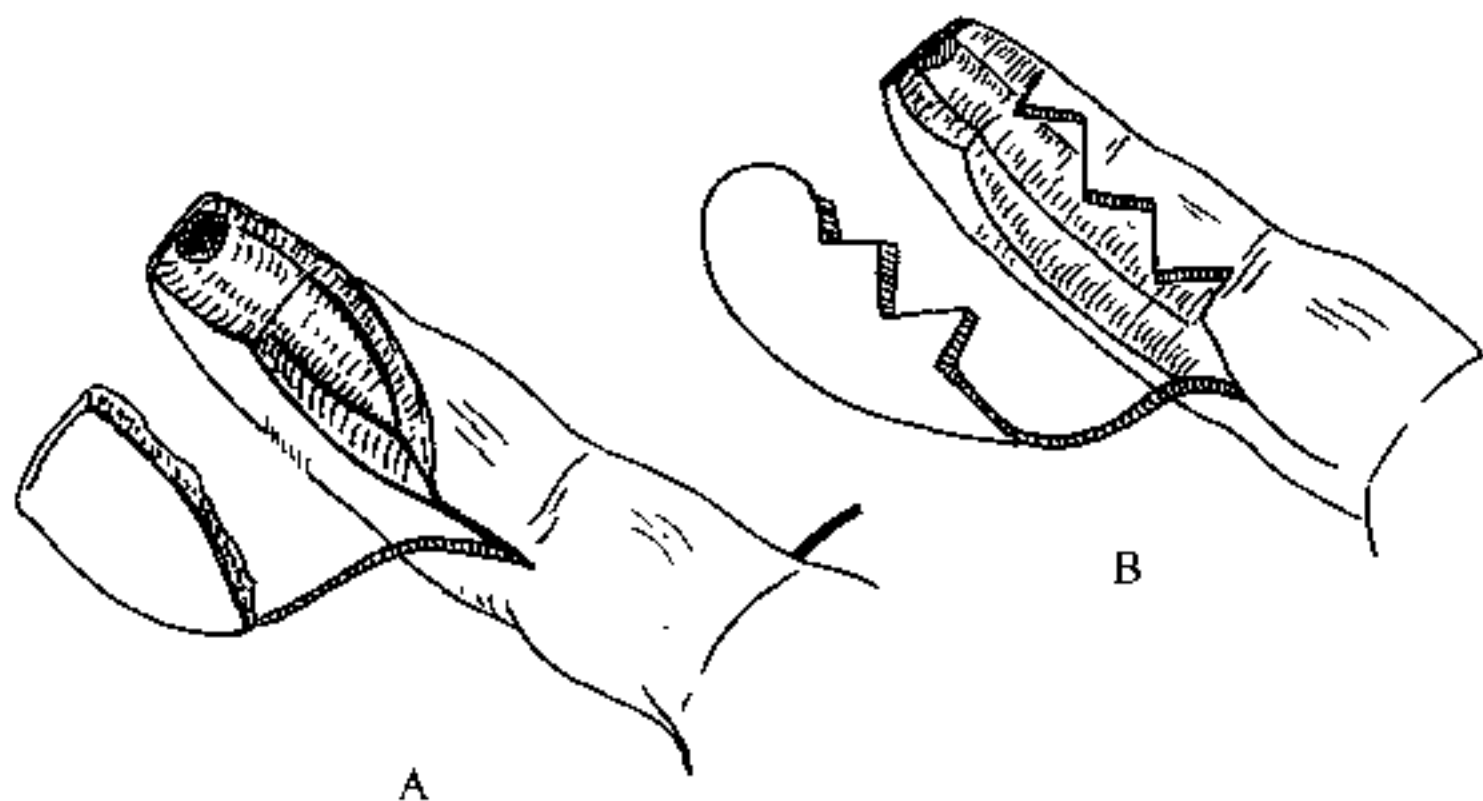


图4-93 指神经血管蒂岛状皮瓣设计

注:A. 斜三角形皮瓣;B. 阶梯形皮瓣

(引自:Ann Plast Surg,2000;45;25)

般常选用尺侧指动脉。皮瓣尖端的宽度与缺损的宽度相等,长度与缺损长度相符,一般长 2~3cm。供区缺损用“V-Y”推进的方法闭合,如果不能完全覆盖则进行皮片移植。从屈指肌腱鞘浅面掀瓣,必须将指固有神经血管束包进皮瓣。蒂的近端根据需要进一步解剖游离,以便获得最大推进长度。

(四) 术中注意要点

1. 分离皮瓣神经血管蒂时注意应用无创技术,避免血管痉挛和损伤。
2. 血管蒂周围应携带一些软组织。
3. 阶梯皮瓣一般用于横断伤残端覆盖,受区覆盖及供区闭合应无张力。

(五) 优缺点

1. 优点 ①皮瓣血供好,颜色、质地、厚度适合,不缩短伤指长度,不损伤他指,手术一次完成;②皮瓣推进距离较长。
2. 缺点 ①手指掌侧形成瘢痕,尤其是阶梯形皮瓣形成的瘢痕较多;②供区闭合张力大时,仍须植皮修复;③术后早期患指可能出现寒冷刺激过敏现象。

八、双神经支配逆行指动脉皮瓣

(一) 应用解剖

桡侧三个半手指的掌面及中、末指节的背面由正中神经分布,近侧指节的背面由桡神经浅支分布。尺侧一个半手指的掌面、背面均由尺神经分布。尺神经手背支至小指背面的指背神经可追寻至手指末端。供应中间 3 指远中指节背面的神经,皆为指掌侧固有神经在近节指骨基部发出的背侧支,其投影线是近节指骨基底掌侧至近侧指间关节的背外侧面的连线(详见图 4-23)。

手背的神经分布常有变异,常见者为第 3、4 指相邻侧面的神经来源不恒定,可全为桡神经分布,或由桡神经与尺神经联合分布,或第 4 指外侧由尺神经单独分布,亦即桡神经浅支在手背的分



布区常为桡侧三个半或 3 个手指。少见的变异是桡神经浅支分布区可以少到一个半手指,或者大到 5 个手指。

(二)适应证

双神经支配逆行指动脉皮瓣(reverse digital artery flap with bilateral neuroorrhaphy)用于修复指端缺损,指腹缺损,手指加长或拇指再造。

(三)皮瓣的设计和切取

根据指端或指腹缺损的大小、部位和形状,在伤指某侧的背外侧面设计皮瓣(图 4-94A)。在皮瓣近端相应的两掌骨之间做曲线形切开,分离皮下组织,辨认出桡神经浅支或尺神经手背支的终末支。切开皮瓣近端和掌侧缘,解剖出该侧指掌侧血管和神经,找到和鉴别指固有神经发出的指背支,将上述终末支和指背支各约 1.0cm 携带入皮瓣近端后切断(图 4-94B)。在皮瓣近端结扎、切断指动脉,切开皮瓣远侧缘和背侧缘,沿指侧中线锯齿状向指远端延伸切口,显露指血管神经。仔细将血管蒂与神经分离,分离长度根据皮瓣逆行转移至受区的需要而定(图 4-94B)。皮瓣完全掀起,彻底止血,皮瓣转移至指端受区,用 9-0 无创缝线将皮瓣上的 2 条神经与 2 条指神经的断端吻合(图 4-94C)。缝合皮瓣,皮瓣供区移植全厚皮片,血管蒂折转处亦移植皮片,防止创缘直接缝合使之受压(图 4-94D)。

(四)术中注意要点

1. 操作轻柔,减轻血管痉挛,防止损伤血管和神经。
2. 仔细辨认带入皮瓣的桡神经浅支或尺神经手背支以及指掌侧固有神经的指背支。
3. 手指受伤范围不局限于远侧指节者,宜用多普勒血流仪检测近、中指节指动脉的循环情况。
4. 切口线设计尽量用锯齿状,以防止直线瘢痕挛缩。

(五)优缺点

1. 优点 ①位置较隐蔽;②颜色、质地与受区近似;③手术一

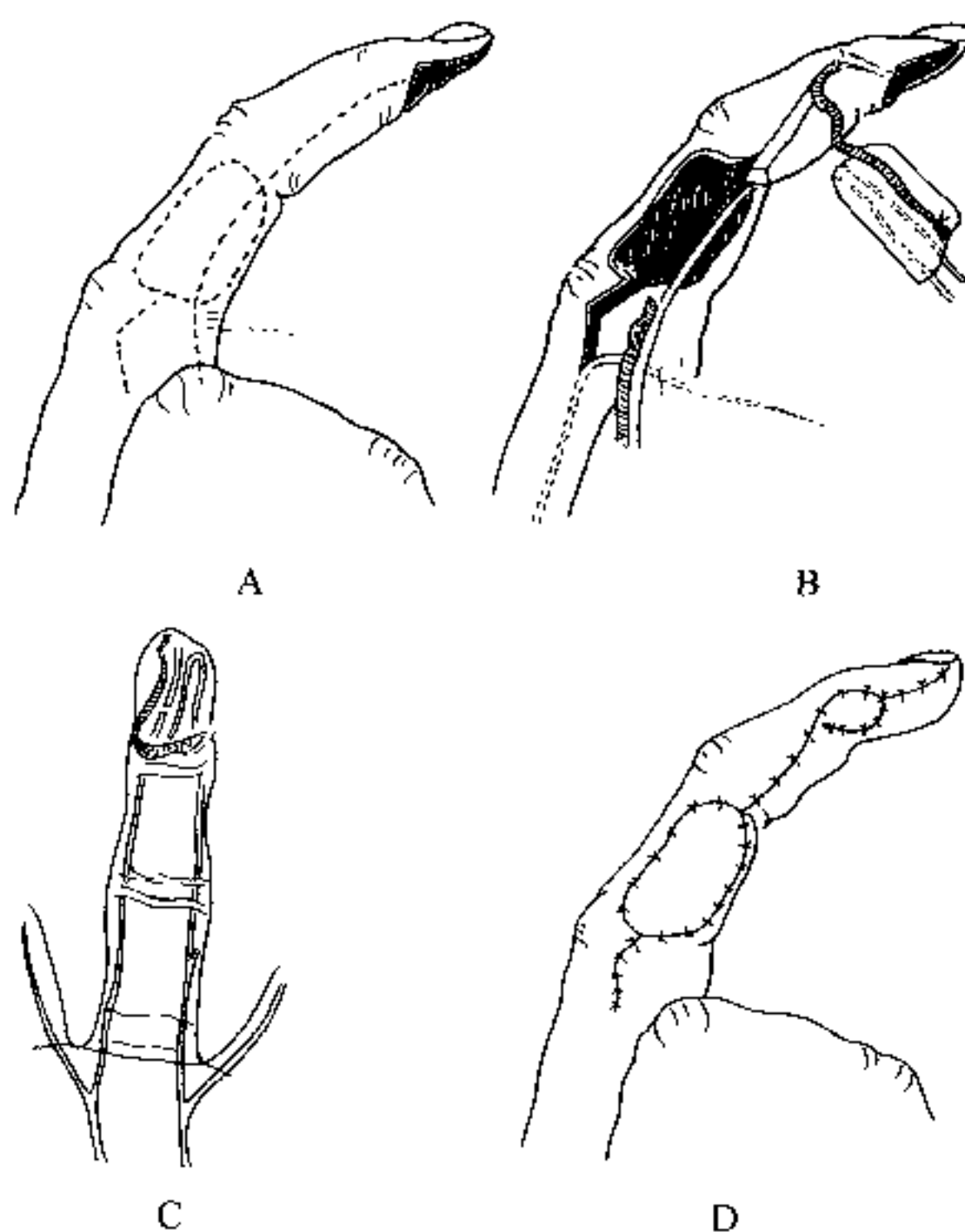


图 4-94 双神经支配逆行指动脉皮瓣的设计和掀起

注：A. 皮瓣设计和皮肤切口；B. 桡神经浅支或尺神经手背支及指神经背侧支带入皮瓣；C. 皮瓣转移，两条神经与指神经断端吻合；D. 皮瓣供区和血管蒂转折处移植皮片

(引自：Br J Plast Surg, 1993; 46: 484)



期完成。

2. 缺点 手术操作较复杂。

九、跖侧趾蹼间隙皮瓣

(一) 应用解剖

足部血供变异较大,但主要变异表现为主要血管网特定分支的增大或缩小。跖底和趾底动脉即足底趾总动脉和趾动脉的变异多发生在拇趾和小趾,第2趾和第1趾蹼间隙的趾底动脉恒定存在。趾总动脉和趾总神经位于两跖骨间沟内,由跖下脂肪垫保护。跖底动脉在跖骨头横韧带处与足背动脉发出的跖背动脉有交通,足趾还有趾背动脉的供应,因此足趾接受足底和足背的双重血供(详见图4-33)。

(二) 适应证

跖侧趾蹼间隙皮瓣(the plantar digital web space island flap)适用于足底远侧(尤其是跖骨头处)皮肤软组织缺损,用常规方法治疗无效且不适于移植皮片修复者。

(三) 皮瓣的设计和切取

术前用多普勒血流仪测定足底动脉弓及第1跖底动脉的位置并标记。

局部清创,准备受区。按创面大小在第1趾蹼间隙设计皮瓣,皮瓣可扩展至第2趾的内侧(图4-95)。环形切开皮瓣边缘并在皮瓣近侧沿跖底动脉行程切开皮肤,自皮下浅层向两侧剥离。从皮瓣的最远端开始,自皮下脂肪及深筋膜浅面,在1、2跖骨头间沟内,掀起含皮肤和皮下组织的以第1跖趾动脉为蒂的岛状皮瓣(图4-96)。然后,在跖腱膜浅面向创面形成皮下隧道,进行皮瓣转移。

(四) 术中注意要点

跖趾静脉脆弱,游离皮瓣血管蒂时必须包括神经血管束周围的脂肪组织。

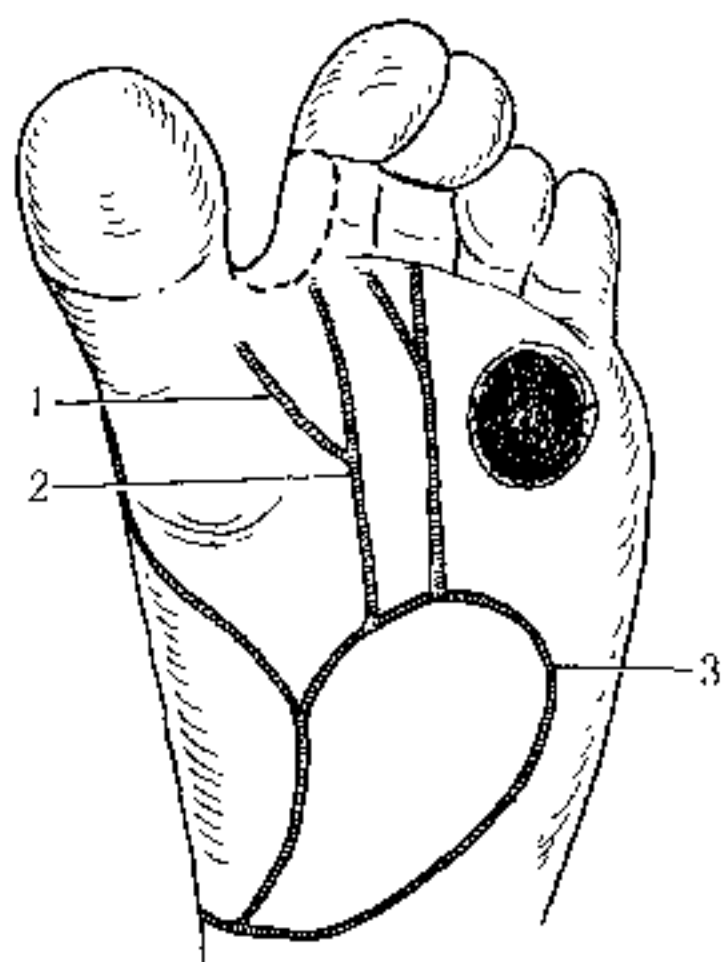


图 4-95 跖侧趾蹼间隙皮瓣设计

注: 1. 趾动脉; 2. 趾总动脉;
3. 足底动脉弓

(引自: Ann Plast Surg, 1987;
19:69)

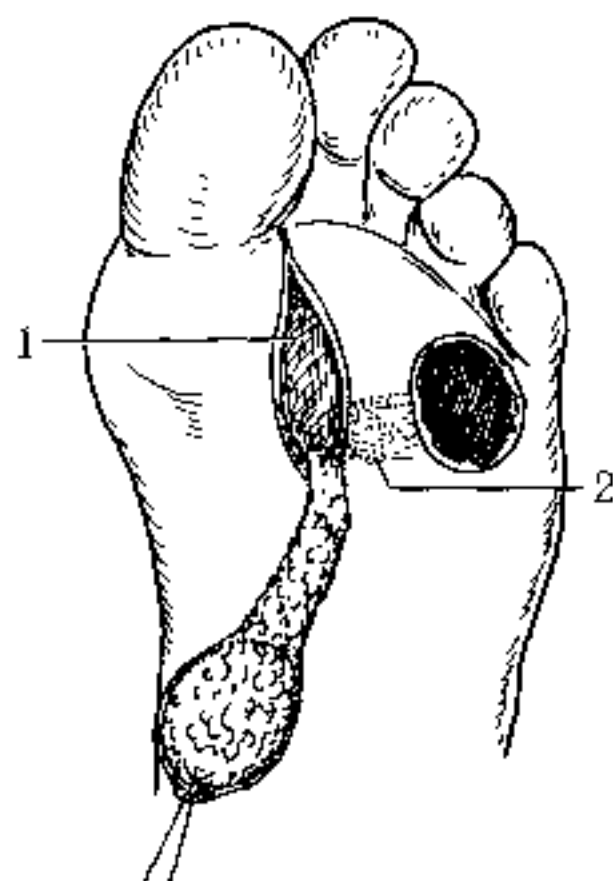


图 4-96 跖侧趾蹼间隙皮瓣掀起

注: 1. 深筋膜; 2. 皮下隧道

(五) 优缺点

1. 优点 ①皮瓣供区隐蔽, 位于非负重区, 不影响足部结构的完整性; ②皮肤质量与跖部皮肤相近; ③皮瓣血运可靠, 带有感觉神经。

2. 缺点 皮瓣面积不大, Granick MS(1987)报道为 $3\text{cm} \times 3\text{cm}$, 手术操作较费时。

第七节 带神经全厚皮片

Maquierira NO(1974)报道自 1967 年开始用带神经的全厚皮片(the innervated full-thickness skin graft)移植, 重建指或跟区的感觉功能。皮片的供区来自多处, 如携带指神经或趾神经的皮



片,以及携带前臂内侧皮神经的前臂皮片等。移植的方式有两种:一是在伤后即刻移植,同时修复皮肤和神经的缺损;另一种方法是在组织瓣(如皮瓣)修复后感觉功能不佳,将麻木区的皮肤切除而代之以带神经的皮片。稍后,Lister(1978)等报道了用带腓肠神经的足外侧皮片修复跟区缺损。此皮片有腓肠神经相连,不予切断,直接转移到跟区。而来自指、趾或前臂的带神经皮片转移到指,必须将神经切断,与创区的感觉神经吻合。为防止神经瘤形成,被切断的神经近断端应做结扎或埋入邻近的软组织内。

皮神经的神经干一般位于深筋膜的浅面或深面,入皮下脂肪后分为若干细小分支或纤维,到达真皮或真皮与表皮交界处则形成游离神经末梢。由于要保证皮片顺利成活必须尽量去除皮下组织,而要保留皮片的神经支配又必须完整无损地保持皮神经与皮片间的原有联系,因此形成了带神经的全厚皮片。

切取这种皮片的供区,如果面积较小,可将创缘直接拉拢缝合,否则应从他处切取中厚皮片进行移植覆盖。皮下组织较厚的带神经皮片(如趾腹皮片),不仅脂肪和纤维组织成分多,而且神经细小,制备带神经皮片费时较多,也容易损伤神经。Maquieira的经验是:①用锋利的尖剪,垂直剪断皮下脂肪小叶;②用手指向上推顶皮片,同时轻轻牵拉皮神经,使位于神经小支间的脂肪组织突出,一点一点向前剪除,直到真皮组织。

一、带腓肠神经全厚皮片

(一)应用解剖

腓肠神经分布于小腿后面外侧及外而下部的皮肤。此神经由胫神经在膝关节平面稍下方发出,在腓肠肌两头之间深筋膜的深面下行,至小腿中部常接收发自小腿外侧皮神经的1条交通支,于小腿中、下1/3交界处穿出深筋膜至皮下,与小隐静脉伴行。发出至足跟外侧的分支以后,经外踝后方下行,至足背外侧成为足背外侧皮神经(详见第二章)。

(二) 适应证

带腓肠神经全厚皮片(the full-thickness skin graft innervated by sural nerve)适用于指或跟区的皮肤软组织缺损,以及用皮片或组织瓣修复后感觉功能不佳者。

(三) 皮片的设计和切取

术前可用1%利多卡因5ml在外踝上方阻滞腓肠神经,造成足背外侧皮肤的感觉缺失,以确定神经走行及其支配区域。以外踝上5cm为腓肠神经旋转轴点,在神经阻滞试验确定的足背外侧皮神经支配区的皮肤上,按修复需要画出皮片切取范围,最大可达6cm×5cm(图4-97)。自外踝上方5cm开始,绕过外踝后方至皮片供区,画出弧形切口线。按弧形线切开皮肤、皮下组织,以小隐静脉作为标志,在外踝后方找到和游离出腓肠神经。顺其走行向足外侧延长切口,直至足外侧皮神经进入皮片供区。环形切开皮片供区,仔细保留含神经的软组织,从其深面掀起皮片(图4-98)。向近侧游离神经至切口起始处。在保持神经与皮肤连接的原则下,小心去除皮片的皮下脂肪组织,修剪成含神经的全厚皮片,即可转移至受区(图4-99,4-100),皮片供区另取中厚皮片覆盖。

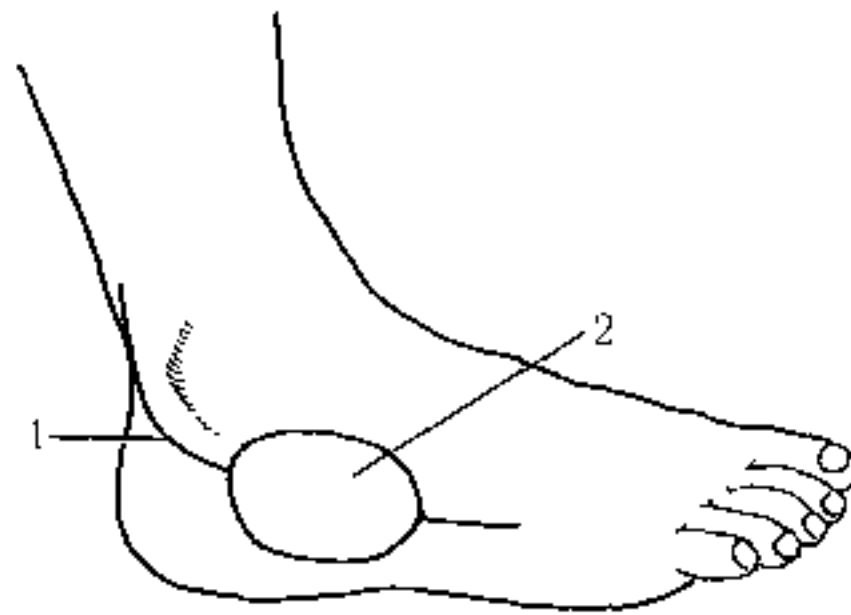


图4-97 带腓肠神经全厚皮片设计

注:1. 切口;2. 皮片

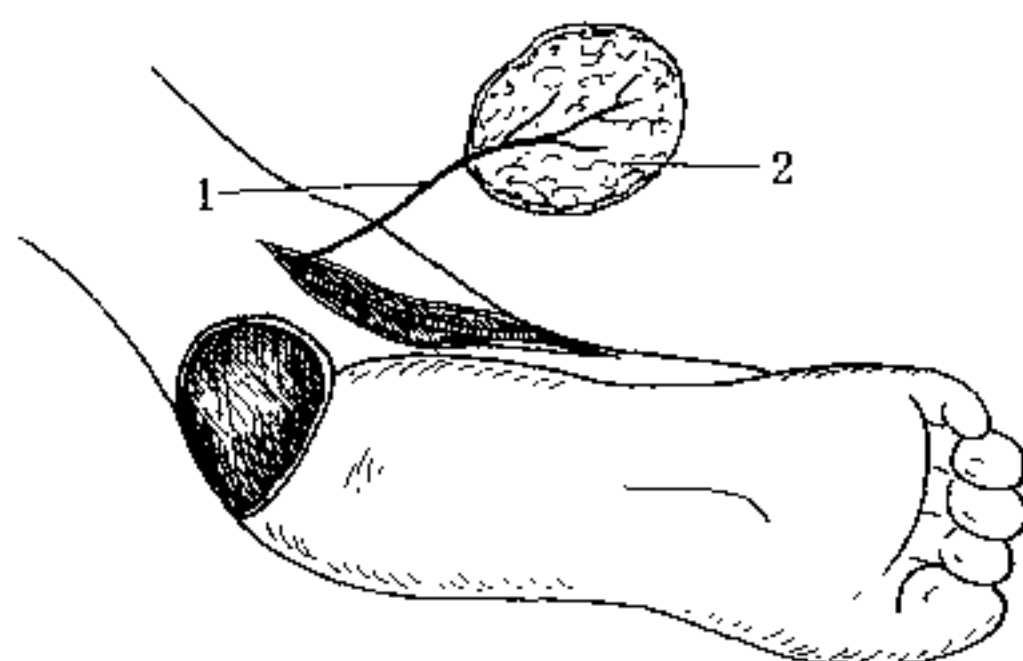


图 4-98 带腓肠神经全厚皮片掀起

注:1. 腓肠神经;2. 全厚皮片及皮下组织

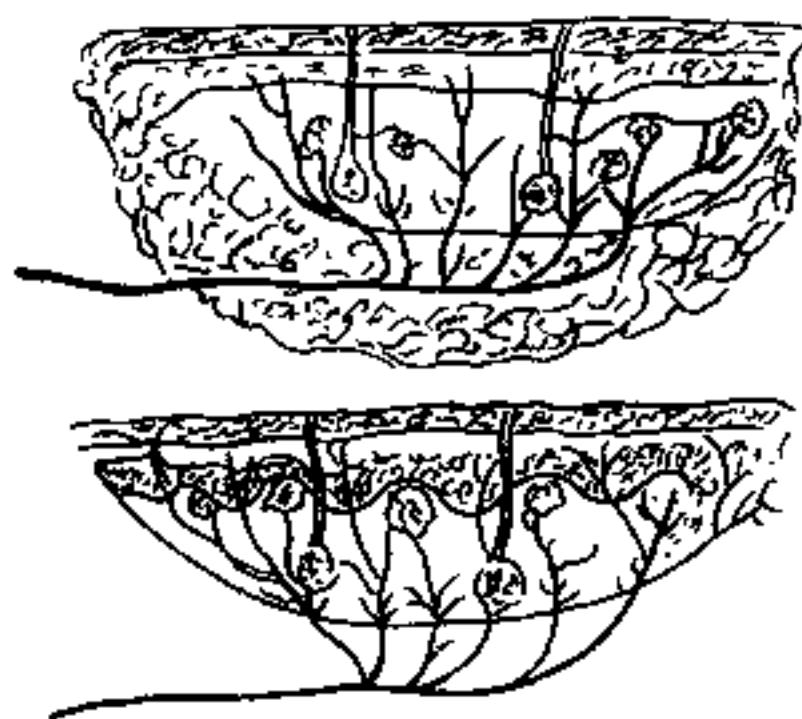


图 4-99 去除脂肪组织,形成带神经全厚皮片

(引自:Plast Reconstr Surg,1974;53:570)

(四)术中注意要点

1. 在足背外侧切取皮片时,须保留腱膜组织。向近端游离腓肠神经时,切勿损伤跟外侧动脉。
2. 修剪皮片脂肪组织时,应仔细保护包括在皮片内的细小神经分支。

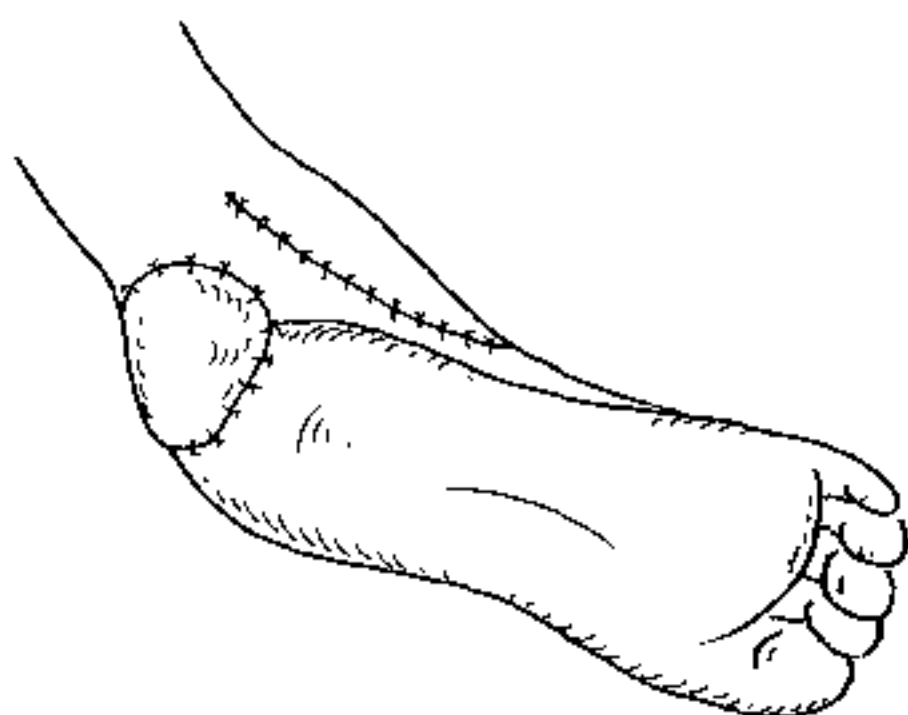


图 4-100 带神经全厚皮片转移到跟后部

3. 术中随时湿润和保护暴露的神经。
4. 皮片通过皮下隧道转移时,应避免神经张力或受压。

(五) 术后处理

1. 抬高患肢以利静脉回流。
2. 2 周拆线,负重行走锻炼应渐进行。

(六) 优缺点

1. 优点 神经变异性小,手术操作较简单。
2. 缺点 足外侧供皮区皮肤感觉障碍。

二、带趾神经全厚皮片

在趾的跖侧,可切取含趾神经的全厚皮片,详见第四章第六节第 2 趾跖侧皮瓣。

第八节 端侧神经吻合术

端侧神经吻合术(end-to-side neurorrhaphy),是将受损神经远侧段的断端,缝合到邻近的同种健康(正常)神经的侧面,通过正

常神经轴突发芽长入受损神经,使受损神经支配区获得神经再支配(reinnervation)。故正常神经称为供神经(donor nerve),受损神经称为受神经(receptive nerve)。两神经进行端侧吻合时只做外膜间的缝合,如果将神经吻合部的外膜去除或者切开,称为外膜开窗。

传统的端端神经吻合法(end to-end neurorrhaphy)的效果已被充分肯定。但在临床实践中,有些神经损伤,如远段完好而近段严重毁损或撕脱,无法用常规方法进行修复,或无适合的神经移植体,或需要保留神经干内有功能的神经束而又不宜切除干内的瘢痕组织或神经瘤的不完全性神经损伤,端侧神经吻合术由此应运而生。实际上端侧神经吻合术的提出已有 100 年的历史,一般认为 Balance 是首创者。1903 年,他把面神经的远断端缝合到副神经(accessory spinal nerve)上,治疗 1 例面痉挛患者。也有学者提出 Kennedy 才是首先应用这种技术的人。1899 年他为 1 例病史长达 10 年的面痉挛患者实施手术,在不损伤供神经支配区功能的基础上,从茎乳孔分离出面神经吻合到副神经的侧面,并于 1901 年见诸报端。术后,供神经支配区(胸锁乳突肌和斜方肌部位)短暂性麻痹,于 46d 恢复,23 个月后面痉挛治愈,仅肩部运动时面部有连带运动。同期,Harri 和 Low(1903)用此法治疗臂丛干性损伤,将上干远端缝到第 7 颈神经神经根,臂丛有一定程度的恢复。可能是曾出现过面神经和副神经或舌下神经端侧吻合后,对神经功能有影响的情况,此后未再见到报道。至 20 世纪 90 年代初,对周围神经再生的研究已取得很大进展,但对臂丛伤(尤其是根性撕脱)和面神经伤(尤其是在骨孔处断裂)的治疗,多以切断功能相对次要的正常神经与其吻合为代价,造成新的功能障碍。如健侧第 7 颈神经神经根移位术,早期常引起第 7 颈神经支配区感觉和运动功能异常,后期则有健手麻木、不适和乏力等表现。为了寻求更佳的修复方法,人们不断探索新的治疗措施,许多学者追溯历史,端侧神经吻合术因此而被重新纳入视线。1992 年,Viterbo 首次在

动物模型上获得神经再生的证据,使端侧神经吻合术再次成为人们的关注热点。

应当指出,真正意义上的端侧神经吻合术,应该是完整保留供神经的神经内膜管,长入受神经的轴突是来自供神经的侧支发芽,而不是从不慎切断的轴突断端发出,否则就是传统意义上的端端吻合了。

10年来,有关端侧神经吻合术临床应用和实验研究的报道已有数十篇。研究内容集中在轴突发芽的来源、外膜或束膜开窗对再生的影响、再生轴突的功能、供神经功能是否受损以及影响神经再生的因素等方面。已经取得的共识是:①健康正常的供神经能发出运动和感觉性轴芽;②再生的轴突可产生有效的功能恢复,以感觉神经为好;③外膜上开窗不影响供神经的功能,多数学者主张外膜开窗有利于轴突发芽;④选择与受神经有协同作用的供神经,可避免同一神经元的拮抗肌对供神经支配肌的不利作用;⑤国内外的临床应用报道一致肯定其效果。

目前存在的问题:①实验研究中,动物模型均是把大鼠坐骨神经或其一个分支作为供神经,而把另一个分支切下作为受神经,如切断腓总神经,其远断端吻合到坐骨神经或胫神经的侧面。由于供神经、受神经发自相同的神经节,切断受神经必然导致发出该神经的神经元细胞损伤或死亡,从而干扰实验结果的可靠性,也不符合临床应用实际;②均是研究运动纤维为主的混合神经,无专门研究感觉神经的资料;③对供神经轴突发芽部位、再生启动时间、轴突延伸过程和神经再生顺序尚缺少研究;④由于上述模型本身的关系,对感觉功能的检测只是挟捏神经,观察皮肤的收缩反应,不能定量并了解感觉类型;⑤促进神经再生与传统方法进行对比的研究以及扩大临床应用均有待加强。

作者以兔耳大神经端侧吻合模型,利用 CGRP(降钙素基因相关肽)免疫组化、荧光双标记、示踪、GAP-43(神经生长相关蛋白)探针标记、Tau 蛋白(微管形成蛋白)表达和 cAMP(环磷酸腺苷)



测定等手段,对供神经、受神经从神经节、吻合口和神经干不同平面的轴突再生过程进行观察,研究感觉神经端侧吻合后轴突发芽部位、启动时间、再生顺序和过程。同时还将受神经植入皮下,检测皮肤获得神经再支配的情况及感觉类型。临床应用 26 例,用于小腿皮瓣术后保留或重建皮瓣及足的感觉功能,效果较好,介绍如下。

一、基础研究

1. 再生神经的功能

(1)以兔耳大神经一侧作为供神经,切取另一侧耳大神经移植体作为受神经。端侧吻合后(外膜开窗),将受神经植入失神经皮瓣,用单纤维放电法检测皮瓣内诱发的放电纤维数、分布和各类感觉纤维出现率。术后 4 个月放电纤维数达到正常的 58.6%,触觉、压觉、痛觉、冷温觉放电纤维均可再生,以触觉纤维最多。说明神经端侧吻合后,长入受神经的轴突可以产生有效的各类感觉功能恢复。

(2)以兔耳大神经一侧作为供神经,另一侧在近端切断,与供神经端侧吻合(下同)。术后 10 周、20 周、30 周取受神经标本,用多道生理记录及分析系统测定供神经从神经节到吻合口远端神经干上各点及受神经点的最大动作电位幅值、传导速度,并计算动作电位幅值恢复率。实验证明随时间延长,再生纤维数与其动作电位幅值恢复率呈正相关,有髓纤维直径和髓鞘厚度也逐渐增加。

2. 供神经轴突发芽部位

(1)在神经节至端侧吻合口的供神经干上设多个点,术后 10 周、20 周、30 周取各点标本进行 HE 染色、甲苯胺蓝染色和图像分析。可见距吻合口最近点的有髓纤维数均显著多于其余点,而且随时间延长其计数逐步增多,而其余各点间无显著差异,绝对数值也无任何变化。间接证明轴突发芽部位来自吻合口近端的供神经干。

(2)计算受神经各点动作电位幅值恢复率,可见距吻合口越近数值越大,越远数值越小。

3. 受神经内再生轴突的来源研究

(1)荧光双标记:设供神经、受神经端侧吻合、不吻合和吻合后结扎供神经3组,在吻合口远侧的供神经、受神经干先后注入 Fast Blue(FB)和 Nuclear Yellow(NY),分别标记神经元胞体(第2~3颈神经)的胞浆和胞核,观察神经元的分支投射,直接证明再生轴突来源于供神经。NY单标记细胞的出现,表明受神经内有轴突长入,实验也显示轴突数量随时间延长而增多。

(2)受神经 HRP 逆行示踪,标记供神经背根节神经元细胞,结果同上。

4. 外膜开窗对侧支发芽的影响 A组供神经外膜开窗做耳大神经端侧吻合,B组不开窗只做吻合,对受神经进行组织学和电生理检查。结果:两组受神经内有髓纤维计数、直径、髓鞘厚度、动作电位幅值恢复率和神经传导速度无显著差别。

5. 端侧吻合后 cAMP 含量及超微结构变化 cAMP 为细胞代谢活动第2信使系统,其重要作用是在信使分子结合到细胞受体和产生生理效应之间充当联系。术后不同时间测定端侧吻合组和未做吻合的对照组神经节(第2颈神经)、神经干和吻合口标本 cAMP 的含量和电镜检查。结果:供神经、受神经内 cAMP 含量变化曲线相似,即2d下降到正常水平以下,4d陡然上升,7d到达峰值,然后缓慢下降。但供神经各时间点 cAMP 水平始终高于受神经,维持时间也显著延长(受神经30d,供神经60d)。与此同时供神经的神经元、神经干发生可逆性应激性变化(溶酶体增多、线粒体肿胀,髓鞘扭曲等),cAMP 水平恢复正常时,超微结构也恢复正常。第14d供神经干内出现再生轴突。

6. 端侧吻合后神经再生顺序

(1)HRP 逆行示踪兔背根节,早期标记的神经元细胞中,中、小型者占93.9%,其为C类纤维和A δ 纤维的发源地。



(2)CGRP 免疫反应纤维表达,证明早期再生 CGRP 阳性纤维(主要在背根节中、小型细胞内表达)。意义:背根节内有大、中、小 3 型细胞,代表不同直径轴突的起源部位。细小神经纤维是传递痛觉、冷温觉信息的纤维,无髓或髓鞘薄。再生初期产生的轴浆流有限,而细小纤维需要的少。

7. GAP-43 神经节探针标记 GAP 43 表达与神经再生密切相关,富含于生长锥中。耳大神经端侧吻合组和不吻合对照组术后 1d、4d、7d、14d、28d、42d、56d 和 84d 取第 2 颈神经节,制作切片进行原位杂交。以高倍镜下阳性标记物占整个视野面积比作为半定量计算标记量。结果:含 GAP-43 寡核苷酸探针实验组,供神经、受神经第 2 颈神经节于术后第 1d 便表达,2 周达到峰值。但供神经的标记显著高于受神经,维持时间也显著长于后者。未含 GAP-43 寡核苷酸探针实验组全部为阴性反应。本实验反映了轴突再生的启动时间和生长过程,与前述 cAMP 的实验结果相符。

8. GAP-43 和 Tau 蛋白在第 2 颈神经节和受神经内表达 兔耳大神经端侧吻合后 1 周、2 周、4 周、6 周、8 周、12 周取吻合口和受神经标本,免疫组化 ABC 法处理,了解 Tau 蛋白和 GAP-43 的表达规律及关系。结果:供神经第 2 颈神经节术后 1 周开始标记,第 2 周达高峰,4~6 周减少,8~12 周降至 1 周时的水平。两种染色结果相同。而受神经第 2 颈神经节 1~2 周 GAP-43 偶有少量表达,其余均阴性。术后 4 周吻合口出现两种标记纤维,6~12 周增多并维持同一水平。意义:①轴突再生与微管形成同步;②吻合口和受神经处两种蛋白表达较神经节迟 2 周,反映再生信号启动至把合成的蛋白运输到再生部位所需的时间。

9. 端侧吻合后再生轴突计数和截面积测定 于术后 1d、4d、7d、14d、28d、42d、56d 和 84d,在供神经干近端、吻合口和受神经取标本,正常耳大神经作为对照,HE 染色、图像分析。结果:术后 1d 吻合口毛细血管扩张,白细胞游出,1 周形成肉芽,2 周纤维组织形成,4 周少量再生轴突长入受神经。轴突计数和截面积:供神



经近端与正常神经无显著差别,4周、6周、8周、12周受神经内轴突数分别为前者的16.2%、38.9%、55.9%和61.2%,轴突截面积也同步增大,4周、6周、8周、12周各组分别达到正常的27.7%、38.4%、61.2%和64.3%,增加幅度也一致。意义:从一个侧面评价术后3个月时再生轴突的发育过程和程度。

二、临床应用举例

(一) 适应证

1. 神经近端严重毁损或撕脱,而远段完好,无法用常规的端端吻合法修复神经缺损者。

2. 小腿皮瓣(隐动脉皮瓣、交腿皮瓣和腓肠神经伴行血管蒂皮瓣)顺行转移时,其远段神经与邻近皮神经端侧吻合,保留足背内侧或足背外侧的感觉功能,逆行转移时同时保留或重建皮瓣和足背的感觉功能。

3. 神经干内有部分纤维损伤形成瘢痕及神经瘤须治疗,而又要保留有正常功能的纤维时,可切取神经移植体在病损部位的远端、近端分别做端侧吻合。

4. 与神经植入术结合,重建失神经皮肤的感觉功能,如将神经移植体与创区邻近的正常皮神经进行端侧吻合后再进行神经植入术。

(二) 端侧吻合的方法

1. 端侧吻合(供神经外膜开窗)(图4-101A)。
2. 侧侧吻合(开窗)(图4-101B)。
3. 架桥移植(图4-101C)。
4. 螺旋吻合(图4-101D)。

(三) 手术步骤

例一、腓肠神经伴行血管蒂逆行岛状皮瓣修复跟区缺损。

1. 受区准备 跟区清创,在足背解剖出隐神经终末支或足背内侧皮神经备用。

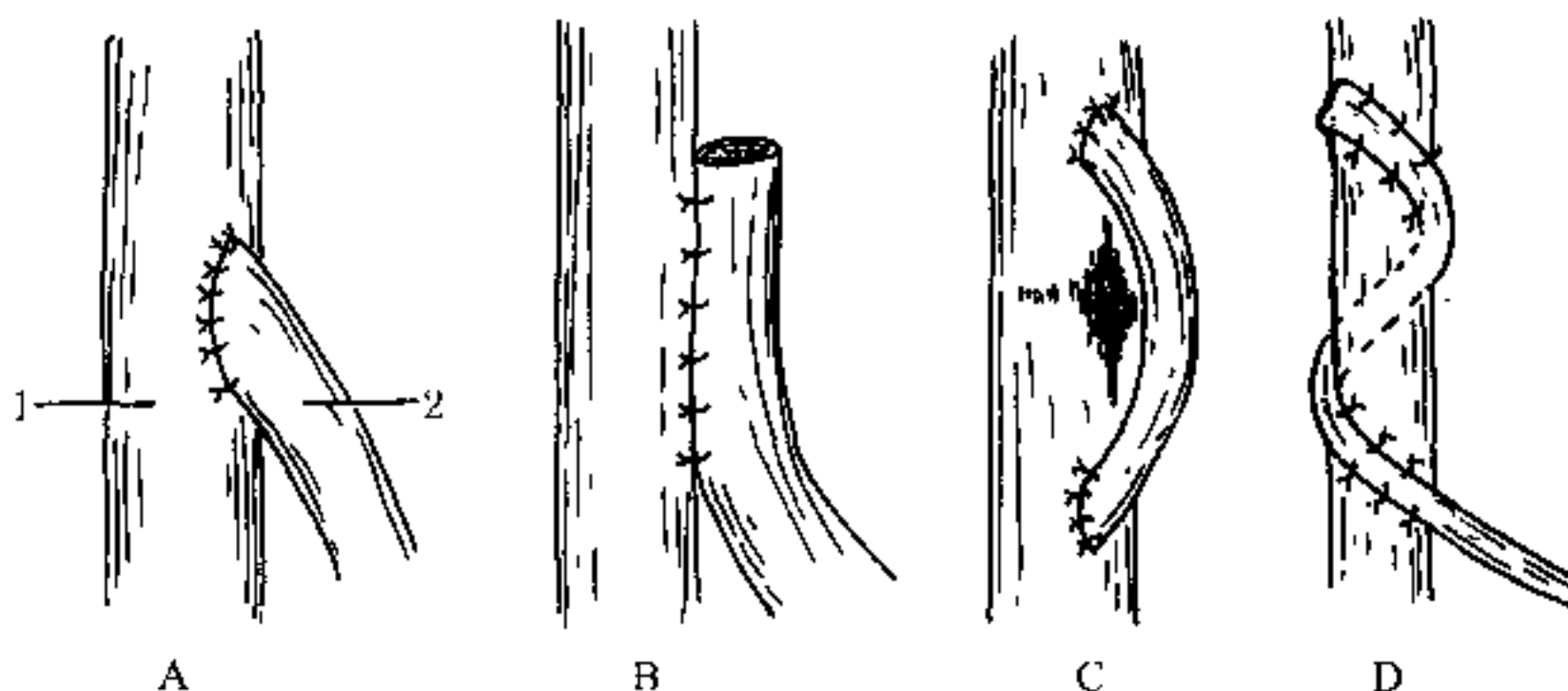


图 4-101 神经端侧吻合的形式

注：A. 端侧吻合；B. 侧侧吻合；C. 架桥；D. 螺旋吻合 1. 供神经；
2. 受神经

2. 皮瓣的设计和切取 按第四章第二节腓肠神经逆行血管蒂岛状皮瓣的设计和切取方法进行，并向腘窝方向进一步解剖腓肠神经或腓肠外侧皮神经，按皮瓣逆行转移时该神经与足背皮神经进行端侧吻合所需的长度，切断该神经近端(图 4-102)。

3. 皮瓣转移和神经吻合 转移皮瓣到跟区，固定几针。做足背内侧皮神经或隐神经终末支(供神经)外膜开窗(纵行切开 2~3mm)，将腓肠神经(受神经)通过皮下隧道移至供神经，断端用 9-10/0 尼龙线与供神经外膜开窗处做外膜间吻合 3~4 针(图 4-103)。

4. 缝合皮瓣和足背皮肤切口

5. 术中注意要点

(1) 神经吻合不应有张力。

(2) 由于供神经较细，可将两神经做侧侧吻合，有利于轴突长入受神经。

(3) 如果创区有皮神经断端存在，亦可与腓肠神经做端端吻合。

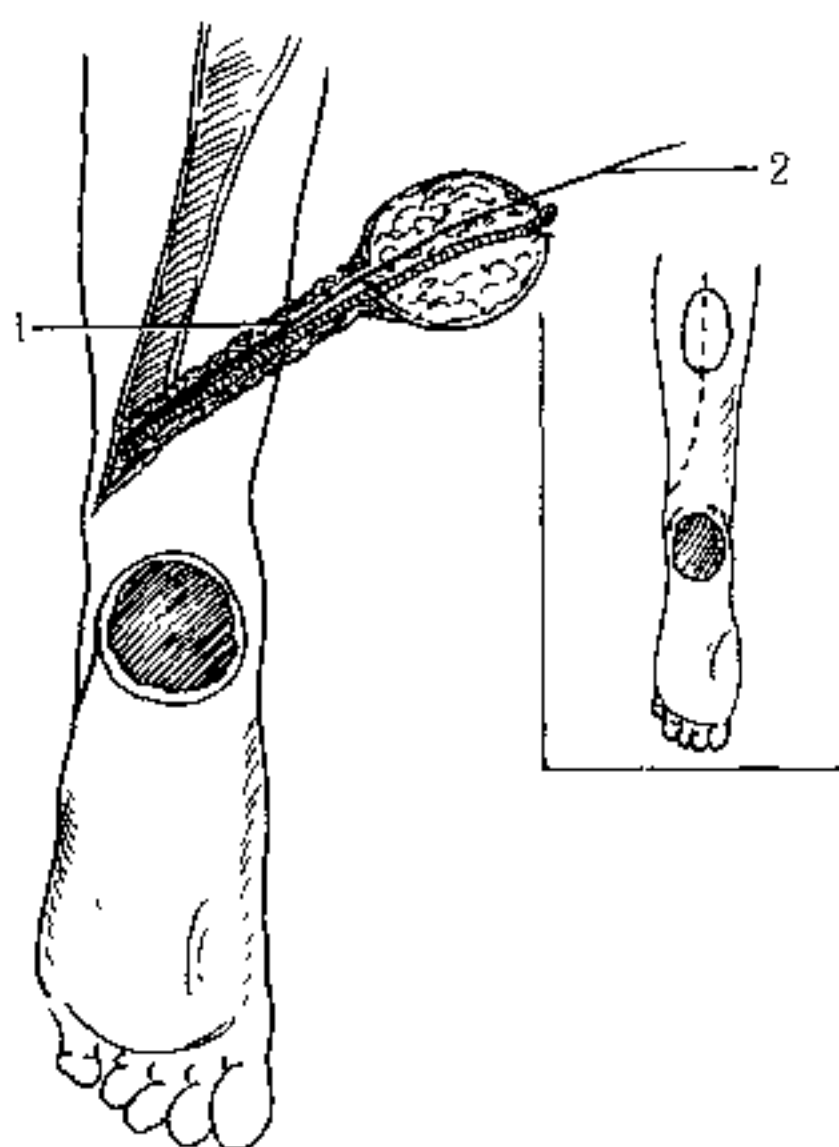


图 4-102 逆行腓肠神经伴行血管蒂岛状皮瓣的设计和切取

注:1. 小隐静脉和腓肠神经;2. 皮瓣近端携带的腓肠神经

(4)为促进皮瓣感觉恢复,可同时进行神经植入术。

例二、含隐神经和隐血管、大隐静脉的交腿皮瓣修复跟区缺损。

1. 受区准备 跟区清创,在小腿下后方解剖出腓肠神经备用。

2. 皮瓣的设计和切取 按修复跟区缺损的需要,在对侧小腿内侧设计蒂在近端筋膜皮瓣,皮瓣最远端位于内踝上方 5cm,大隐静脉和隐血管神经包括在皮瓣内。切开皮瓣远端的皮肤、皮下组织,在皮下组织深层附近找到这些血管和神经。切开皮瓣两侧,在皮瓣内游离一段隐神经切断,继之向踝部方向游离该神经(图 4-104A、B)。

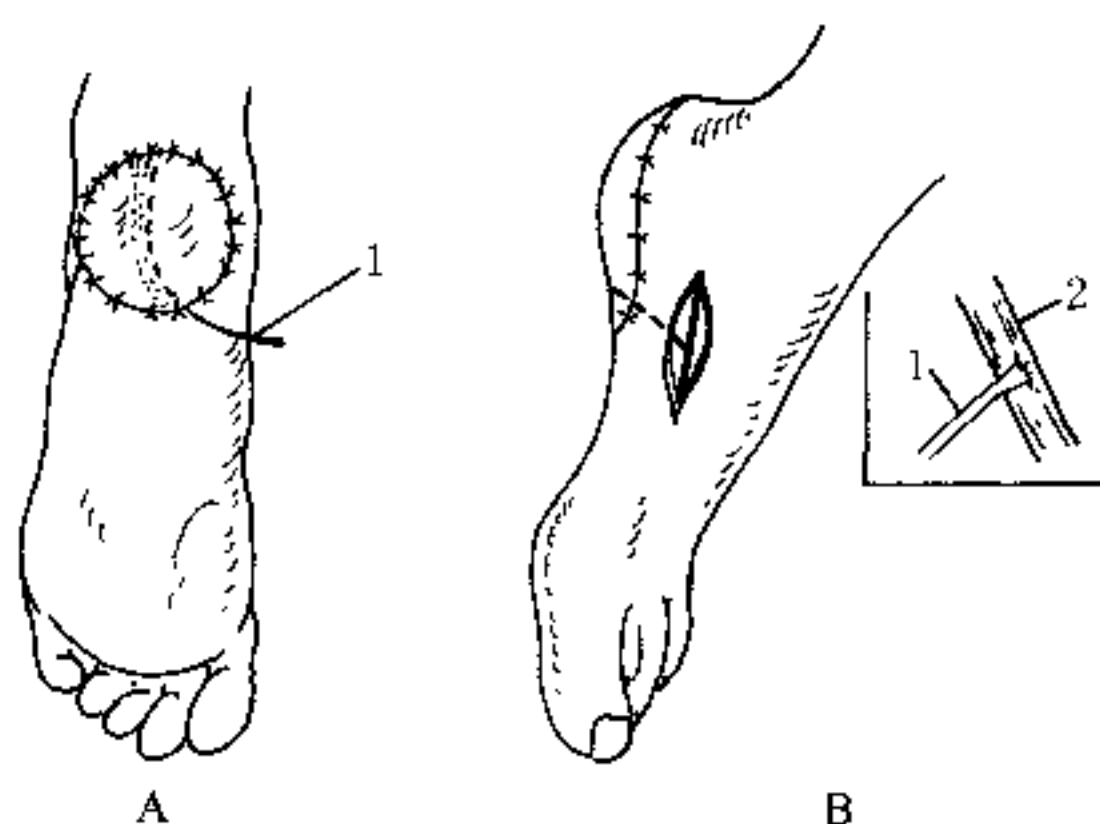


图 4-103 逆行腓肠神经伴行血管蒂皮瓣断蒂,神经端侧吻合

注:1. 皮瓣近端携带的腓肠神经;2. 足背内侧皮神经

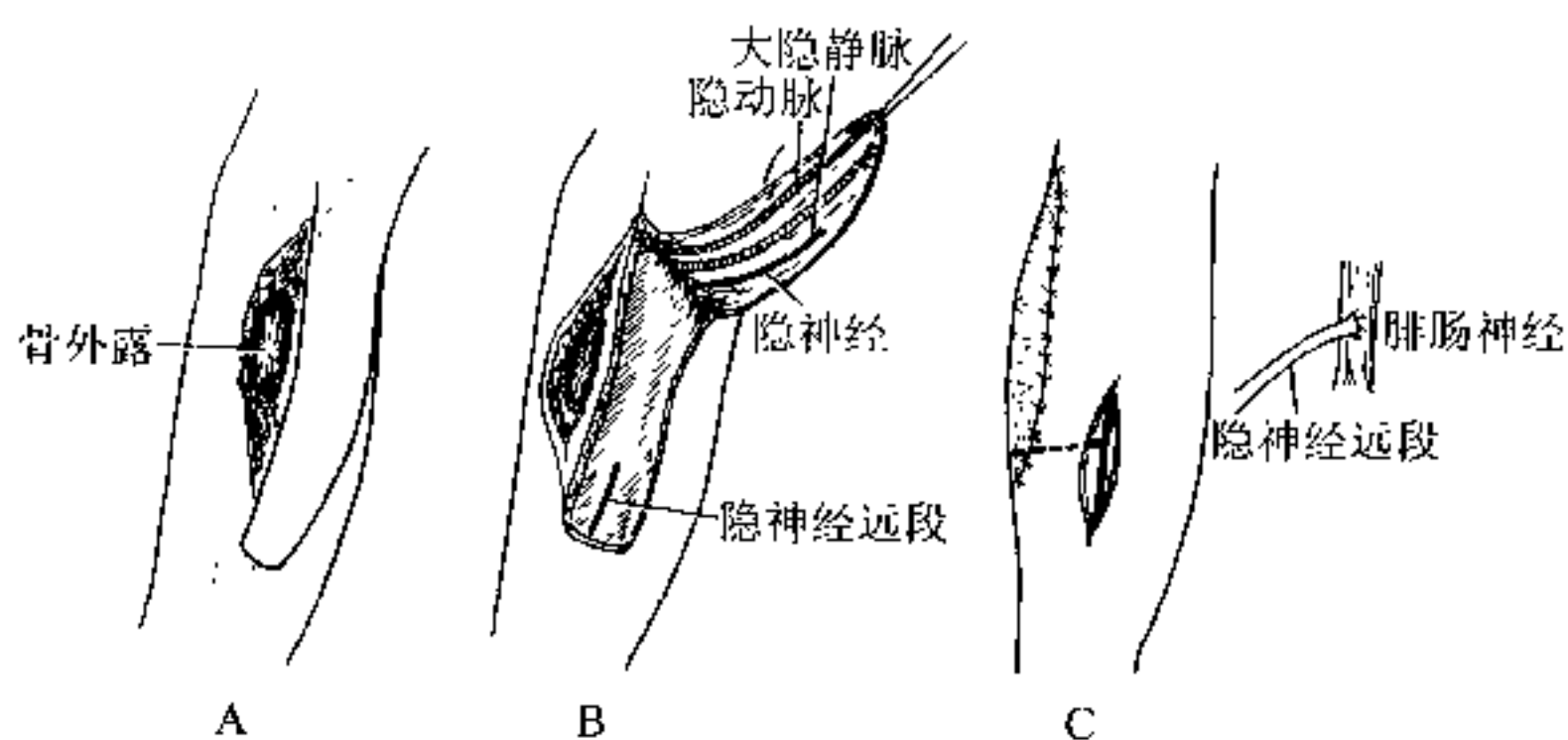


图 4-104 小腿内侧筋膜皮瓣中隐神经的处理

注:A. 皮瓣设计;B. 保留皮瓣近段、中段的隐神经,远段留在原位;C. 隐神经远段与腓肠神经端侧吻合

3. 皮瓣转移和神经吻合 皮瓣转移到对侧跟区适当部位,隐

神经远断端与腓肠神经端侧吻合,以保留足内侧缘的感觉功能。石膏固定双腿于保持皮瓣蒂部松弛位(图 4-104C)。

4. 皮瓣断蒂及神经吻合 3 周后切断皮瓣蒂部,完成跟区修复。在完全切断皮瓣蒂之前,先做浅层切开,由浅入深找到隐神经近端。向近端延长皮肤切口,进一步游离神经并在适当部位切断。根据具体情况,将隐神经与足背皮神经端侧吻合或与皮神经断端吻合,以重建皮瓣的感觉功能(图 4-105,图 4 106)。

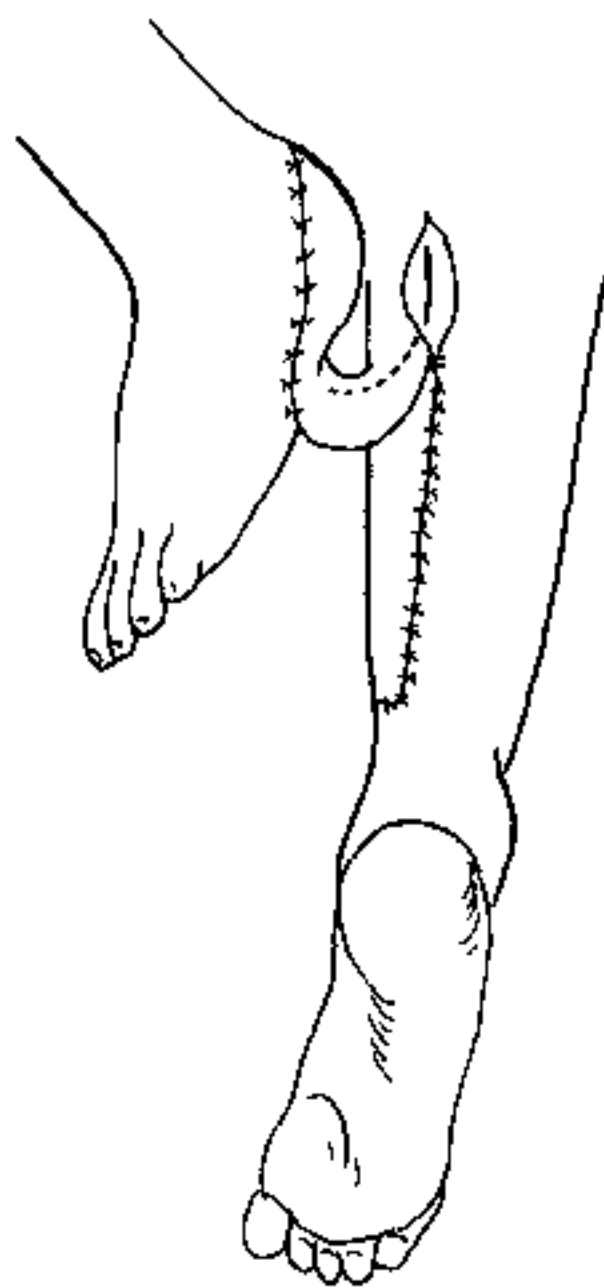


图 4-105 交腿皮瓣断蒂前解剖隐神经近端

5. 术中注意要点 ①隐神经与大隐静脉伴行,以大隐静脉作为标志容易找到。②在皮瓣内解剖隐神经时,切勿损伤大隐静脉和隐血管。③为促进皮瓣感觉恢复的速度和程度,可同时进行神经植入术。

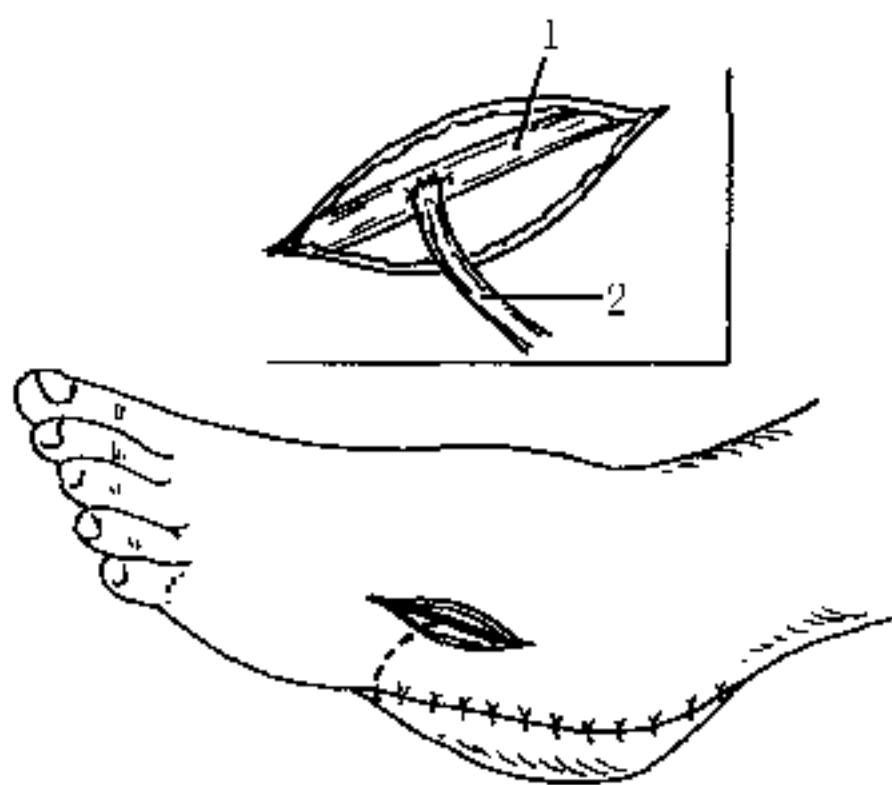


图-106 皮瓣内神经与足背皮神经端侧吻合

注:1. 足背外侧皮神经;2. 隐神经

参 考 文 献

- 1 陈绍宗,姜树军,胡三觉,等. 神经植入重建皮瓣感觉功能的实验研究和临床应用. 中华整形烧伤外科杂志,1991;7(3):164-167
- 2 陈绍宗,李跃军,李芸元. 感觉神经植入皮瓣后再生末梢观察. 中国临床解剖学杂志,1993;11(4):293-294
- 3 李跃军,陈绍宗,李芸元,等. 感觉神经植入失神经皮瓣后末梢再生的动态观察. 中国临床解剖学杂志,1993;11(2):134-136
- 4 李学拥,李芸元,陈绍宗. 感觉神经植入失神经皮瓣后神经再支配的电镜观察. 中华医学杂志,1994;74(10):624-625
- 5 李学拥,李芸元,陈绍宗,等. CB-HRP 顺行示踪法观察神经植入皮瓣后再生神经纤维的分布. 中华显微外科杂志,1994;17(3):212
- 6 陈绍宗,王珍祥,李芸元. 猴失神经手指皮肤植入神经后触觉小体再生研究. 中华显微外科杂志,1995;18(增刊):52-55
- 7 李学拥,陈绍宗. 感觉神经植入皮瓣后再生纤维的成熟过程的电镜观察.



- 中国修复重建外科杂志,1995;9(1):31—33
- 8 李跃军,陈绍宗,胡三觉,等.兔耳大神经植入颈肩部失神经皮瓣后感觉重建的量化研究.中华显微外科杂志,1996;19(3):193—196
 - 9 王珍祥,陈绍宗,李荟元.猴失神经支配皮肤植入神经后感觉小体和游离末梢的再生.中华整形烧伤外科杂志,1996;12(1):12—14
 - 10 李跃军,陈绍宗,李学拥.猴指神经皮下植入后感觉神经电生理的研究.中华手外科杂志,1997;13(4):245—247
 - 11 程 飏,陈绍宗.猴手指神经皮下再植触觉小体和游离神经末梢形态学动态观察.第四军医大学学报,1997;18(3):214—217
 - 12 李跃军,陈绍宗,程 飏,等.猴失神经手指埋入神经后机械感受器再生研究.中华整形烧伤外科杂志,1998;14(5):348—351
 - 13 李学拥,陈绍宗,李跃军,等.猴失神经手指神经植入后游离末梢的溃变与再生.中华显微外科杂志,1998;21(4):283—284
 - 14 程 飏,陈绍宗,李学拥,等.失神经支配皮肤植入神经环层小体的再生过程.第四军医大学学报,1999;20(2):113—116
 - 15 程 飏,陈绍宗,李跃军,等.神经皮下再植后环层小体和游离末梢的溃变与再生.中华显微外科杂志,1999;22(4):265—267
 - 16 李学拥,陈绍宗,李跃军,等.神经植入猴失神经手指后上皮细胞轴突复合体的超微结构.中华创伤杂志,1999;15(1):18—20
 - 17 李学拥,陈绍宗,李跃军,等.神经植入猴失神经手指后对 Merkel 细胞溃变与再生的超微结构观察.中华手外科杂志,1999;15(1):60—61
 - 18 杨 帆,陈绍宗,李跃军.兔感觉神经植入失神经皮瓣后再生末梢支配面积的动态变化研究.第四军医大学学报,1999;20(8):707—709
 - 19 李学拥,陈绍宗,李跃军,等.神经植入猴失神经手指后触觉小体溃变与再生的电镜观察.中国修复重建外科杂志,1999;13(4):193—198
 - 20 李学拥,陈绍宗,李跃军,等.猴失神经手指神经植入后感觉终器的溃变与再生.第四军医大学学报,1999;20(11):982—985
 - 21 陈绍宗.小腿皮瓣术后足部感觉障碍的预防.实用美容整形外科杂志,1999;10(4):194—195
 - 22 柳大烈,岸本三郎,安野洋一.感觉神经植入皮瓣后降钙素基因相关肽 CGRP 阳性神经纤维的观察.实用美容整形外科杂志,1999;10(6):300—301

- 23 陈绍宗,杨帆,李跃军.神经原性血浆外渗法测量皮肤的神经再支配.中国临床解剖杂志,2000;18(1):66-67
- 24 侯春林,包聚良,苟三怀,等.包含指掌侧固有神经背侧支的指动脉皮瓣转移修复指端创面.中华显微外科杂志,1986;6(4):202-204
- 25 金绍岐编著.实用外科解剖学.西安:陕西科学技术出版社,1987:883-890
- 26 丸毛英二主编.杨果凡译.肌皮瓣与肌瓣.北京:人民军医出版社,1988;772-774
- 27 路来金,王首夫,付忠国,等.前臂骨间背侧动脉逆行岛状皮瓣在手外科的应用.中华显微外科杂志,1988;11(2):74-76
- 28 张高孟,顾玉东,徐建光,等.尺动脉腕上皮支皮瓣12例报告.中华显微外科杂志,1991;14(2):69-70
- 29 徐建光,顾玉东,张高孟,等.尺动脉腕上皮支皮瓣的解剖及临床应用.中国临床解剖学杂志,1993;11(4):256-257
- 30 黄樊青,侯明钟,袁启智,等.尺动脉腕上皮支皮瓣的静脉返流问题.中国修复重建外科杂志,1993;7(1):24
- 31 宋基学,马云鹏,张国强.骨间后动脉前臂背侧逆行岛状皮瓣修复手部软组织缺损.中华整形烧伤外科杂志,1995;11(1):26-28
- 32 程廷英,高建章,王秋根,等.用尺神经手背支或桡神经浅支转位与指总神经吻合恢复手指感觉功能.第二军医大学学报,1993;14(6):593-594
- 33 姜永冲,路来金,王玉发,等.带贵要静脉前臂内侧皮神经移植修复周围神经缺损.中华显微外科杂志,1995;18(1):55-57
- 34 王和驹,吕国坤,王书成,等.带腓肠神经伴行血管蒂逆行岛状皮瓣的临床应用.中华显微外科杂志,1996;19(2):82-84
- 35 侯书键,程国良,方光荣,等.不同类型前臂逆行岛状皮瓣修复手部皮肤缺损.实用手外科杂志,2001;15(2):76-77
- 36 倪国华,董献瑞,杨志立,等.尺动脉腕上皮支皮瓣的应用体会.实用手外科杂志,2001;15(2):115
- 37 陈绍宗,程颺,曲辉.端侧吻合法感觉神经移植后轴突长入神经移植段的初步研究.第四军医大学学报,1997;18(6):592-593
- 38 陈振兵,洪光祥,王发斌,等.神经端侧吻合技术的临床应用.中华显微外科杂志,1997;20(2):136-137



- 39 陈统一,赵金忠,陈中伟.大鼠神经端侧吻合的实验研究.中华显微外科杂志,1998;21(2):86-89
- 40 董震,成效敏,袁伟,等.不同端侧缝合方法对周围神经再生的影响.中华手外科杂志,1998;14(3):175-177
- 41 洪光祥,郑毅,王发斌,等.周围神经端侧吻合后神经再生的研究.中华手外科杂志,1998;14(1):42-44
- 42 罗永湘,王体沛,方煜.神经端侧吻合的临床应用.中华显微外科杂志,1998;21(2):90-92
- 43 徐清贵,洪光祥,王发斌,等.神经端侧缝合法防止失神经肌肉萎缩的实验研究.中华手外科杂志,1999;15(1):42-44
- 44 曹祖峰,陈绍宗,张盈华,等.兔耳大神经端侧吻合后神经元胞体和神经干内 cAMP 的水平.第四军医大学学报,1999;20(11):969-971
- 45 朱庆棠,朱家恺,劳镇国,等.神经端侧吻合后侧支再生的形态学研究.中华显微外科杂志,1999;22(2):117-119
- 46 曲辉,陈绍宗,刘明锁,等.兔神经端侧吻合再生轴突荧光素双标记研究.第四军医大学学报,2000;21(12):1501-1502
- 47 程飏,陈绍宗,李学拥,等.端侧神经吻合后降钙素基因相关肽在背根神经节及神经纤维中的表达.现代康复,2001;5(3):32-33
- 48 程飏,陈绍宗,李学拥,等.端侧神经吻合侧支发芽辣根过氧化物酶逆行标记实验.现代康复,2000;4(12):1836-1837
- 49 易西南.周围神经端侧吻合再生纤维来源的实验研究.中国临床解剖学杂志,2000;19(3):252-253
- 50 陈绍宗,程飏,李跃军.神经端侧吻合重建足部皮瓣手术后感觉功能.中华整形外科杂志,2000;16(3):149-150
- 51 程飏,陈绍宗,李学拥,等.端侧神经吻合术后神经再生初期生长相关蛋白 GAP-43 在第 2 颈椎背根神经节内的探针标记.现代康复,2001;5(4):44-45
- 52 陈绍宗,李望舟,李学拥,等.感觉神经端侧吻合后再生纤维的功能.安徽医科大学学报,2002;37(5):343-345
- 53 Maquieira NO. An innervated full-thickness skin graft to restore sensibility to fingertips. Plast Reconstr Surg,1974;53(5):568-575
- 54 Lister GD. Use of an innervated skin graft to provide sensation to the re-



- constructed heel. *Plast Reconstr Surg*, 1978; 62(2): 157—161
- 55 Grabh WC, Argenta LC. The lateral calcaneal artery skin flap (the lateral Calcaneal Artery, Lesser Saphenous vein, and sural Nerve skin flap). *Plast Reconstr. Surg*, 1981; 68(5): 723—730
- 56 Morrison WA, Crabb DM, O'Brien BM. The instep of the foot as fasciocutaneous island and as a free flap for heel defects. *Plast Reconstr Surg*, 1983; 72(1): 56—63
- 57 Cohen BE, Cvonn ED. An innervated cross-finger flap for fingertip reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 1983; 72(5): 688—695
- 58 Ikuta Y, Murakami T, Yoshioka K, *et al.* Reconstruction of the heel pad by flexor digitorum brevis musculocutaneous flap transfer. *Plast Reconstr Surg*, 1984; 74(1): 86—94
- 59 Holmes J, Rayner CRW. Lateral calcaneal artery island flaps. *Br J Plast Surg*, 1984; 37(3): 402—405
- 60 Gulyas G, Mate F, Kartik I. A neurovascular island flap from the first web space of the foot to repair a defect over the heel: case report. *Br J Plast Surg*, 1984; 37(3): 398—401
- 61 Yanai A, Park S, Iwao T, *et al.* Reconstruction of a skin defect of the posterior heel by a lateral calcaneal flap. *Plast Reconstr Surg*, 1985; 75(5): 642—646
- 62 Shaw WW, Hidalgo DA. Anatomic basis of Plantar flap design: Clinical Applications. *Plast Reconstr Surg*, 1986; 78(5): 637—649
- 63 Hidalgo DA, Shaw WW. Anatomic basis of Plantar flap design. *Plast Reconstr Surg*, 1986; 78(5): 627—636
- 64 Khashaba AA, McGregor IA. Haemodynamics of the radial forearm flap. *Br J Plast Surg*, 1986; 39(4): 441—450
- 65 Timmons MJ, Missotten FEM, Poole MD. Complications of radial forearm flap donor sites. *Br J Plast Surg*, 1986; 39(2): 176—178
- 66 Chang KN, DeArmond SJ, Buncke HJ. Sensory reinnervation in microsurgical reconstruction of heel. *Plast Reconstr Surg*, 1986; 78(5): 652—664
- 67 Granick MS, Newton ED, Futrell JW. *Ann Plast Surg*, 1987; 19(1):

68—74

- 68 Ishikawa K, Isshiki N, Sazuki S, *et al.* Distally based dorsalis pedis island flap for coverage of the distal portion of the foot. *Br J Plast Surg*, 1987;40(5):521—525
- 69 Small JO, Brennen MD. The first dorsal metacarpal artery neurovascular island flap. *J Hand Surg(Br)*, 1988;13(2):136—145
- 70 Guimberteau JG, Goin JL, Panconi B, *et al.* The reverse ulnar artery forearm island flap in hand surgery; 54 cases. *Plast Reconstr Surg*, 1988;81(6):925—932
- 71 Costa H, Soutar DS. The distally based island posterior interosseous flap. *Br J Plast Surg*, 1988;11(3):221—227
- 72 Earley MJ, Milner RH. A distally based first web flap in the foot. *Br J Plast Surg*, 1989;42(5):507—511
- 73 Hirase Y, Kojima T, Matsuura S. A versatile one-stage Neurovascular flap for fingertip reconstruction: The dorsal Middle phalangeal finger flap. *Plast Reconstr Surg*, 1992;90(6):1009—1015
- 74 Masquelet AC, Romano MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: Anatomic study and clinical experience in the leg. *Plast Reconstr Surg*, 1992;89(6):1115—1121
- 75 Bertelli JA. Neurocutaneous axial island flaps in the forearm; Anatomical, experimental and preliminary clinical results. *Br J Plast Surg*, 1993;46(6):489—496
- 76 Lai CS, Lin SD, Chou CK, *et al.* Innervated reverse digital artery flap through bilateral neurotomy for pulp defects. *Br J Plast Surg*, 1993;46(6):483—488
- 77 Sadai S. A distally based island first dorsal metatarsal artery flap for the coverage of a distal Plantar defect. *Br J Plast Surg*, 1993;46(6):480—482
- 78 Hasegawa M, Torii S, Katoh H, *et al.* The Distally based superficial sural artery flap. *Plast Reconstr Surg*, 1994;93(5):1012—1020
- 79 Viterbo F, Trindade JC, Hoshino K, *et al.* End-to-side neurotomy with removal of the epineurial sheath; an experimental study. *Plast Re-*



- constr Surg, 1994; 94(6): 1038--1047
- 80 Viterbo F, Franciosi L, Palhares A. Nerve grafting and end-to-side neurorrhaphies connecting the phrenic nerve to the brachial plexus. *Plast Reconstr Surg*. 1995; 96(2): 494—495
- 81 Bertelli JA, Kaieli T. Retrograde-Flow Neurocutaneous island flaps in the forearm: Anatomic basis and clinical results. *Plast Reconstr Surg*, 1995; 95(5): 851—859
- 82 Bertelli JA, Sartos A. Is axonal sprouting able to traverse the conjunctival layers of the peripheral nerve? A behavioral. Motor and sensory study of end-to-side nerve anastomosis. *J Reconstr Microsurg*, 1996; 12(8): 559—563
- 83 Greant Ph. The distally based superficial sural flap for reconstruction of the lower leg and foot. *Br J Plast Surg*, 1997; 50(4): 295—296
- 84 Sawamura Y, Abe H. Hypoglossal-facial nerve end-to-side anastomosis for preservation of hypoglossal function: recuffs of delayed treatment with a new technique. *J Neurosurg*, 1997; 86(2): 203—206
- 85 Shan MH, Kaskian AK, Karp S. *et al.* Axonal regeneration through an autogenous nerve bypass: an experiment study in the rat. *Ann Plast Surg*, 1997; 38(4): 408—415
- 86 Stephen KY, Than, *et al.* Motor collateral sprouting through an end-to-side nerve repair. *J Hand Surg*, 1998; 23A(5): 844—851
- 87 Kimata Y, Mukouda M, Mizuo H, *et al.* Second toe plantar flap for partial finger reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 1998; 101(1): 101—106
- 88 Giunta R, Lukas B. Impossible harvest of the posterior interosseous artery flap: a report of an individualized salvage procedure. *Br J Plast Surg*, 1998; 51(8): 642—645
- 89 Weinzweig N, Davis W. Foot and ankle reconstruction using the radial forearm flap: a review of 25 cases. *Plast Reconstr Surg*, 1998; 102(6): 1999—2005
- 90 Ciria Llorens G, Gomez Cia T, Melendez T. Analysis of flow change in forearm arteries after raising the radial forearm flap: a prospective study using colour duplex imaging. *Br J Plast Surg*, 1999; 52(6): 440—444

- 91 Fortes WM, Noah EM, Liuzzi FJ, *et al.* End-to-side neurorrhaphy: evaluation of axonal response and upregulation of IGF- I and IGF II in a non-injury model. *J Reconstr Microsurg*, 1999; 15(6): 449--457
- 92 Woo SH, Choi BC, Oh SI, *et al.* classification of the first web space free flap of the foot and its application in reconstruction of the hand. *Plast Reconstr Surg*, 1999; 103(2): 508--517
- 93 Foucher G, Delaere O, Citron N, *et al.* long term outcome of neurovascular palmar advancement flaps for distal thumb injuries. *Br J Plast Surg*, 1999; 52(1): 64--68
- 94 Mamoru M, Hitoshi H, Masaki N. Schwann cells can induce collateral sprouting from intact axons: Experimental study of end-to-side neurorrhaphy using a Y-chamber model. *J Reconstr Microsurg*. 1999; 15(4): 281--286
- 95 Santamaria E, Fu Chan Wei, *et al.* Sensation recovery on innervated radial forearm flap for hemiglossectomy reconstruction by using different recipient nerves. *Plast Reconstr Surg*, 1999; 103(2): 450--457
- 96 Borman H, Maral T, tancer M. Fingertip preconstruction using two variations of direct flow homodigital island flaps. *Ann Plast Surg*, 2000; 45(1): 24--30
- 97 Bayramicli M, Jackson IT, Herschman. Innervation of skin grafts over free muscle flaps. *Br J Plast Surg*, 2000; 53(2): 130--136
- 98 Omokawa S, yajima H, Inada Y, *et al.* A Reverse ulnar hypothenar flap for Finger Reconstruction. *Plast Reconstr Surg*, 2000; 106(4): 828--833
- 99 Li YJ, Chen SZ, Li XY, *et al.* Reinnervation of cutaneous mechanoreceptors subsequent to sensory nerve implantation into denervated glabrous skin in monkeys. *Asian Journal of Surgery*, 2000; 23(2): 153--157
- 100 Oberlin C, de vasconcellos ZA, touam C. Medial Plantar flap passed distally on the lateral plantar artery to cover a forefoot skin defect. *Plast Reconstr Surg*, 2000; 106(4): 874--877
- 101 Chen SL, Chou GH, Chen TM, *et al.* Salvage of completely degloved finger with a posterior interosseous free flap. *Br J Plast Surg*, 2001; 54(1): 69--71



- 102 McCallister WV, Tang P, Smith J, *et al.* Axonal regeneration stimulated by the combination of nerve growth factor and ciliary neurotrophic factor in an end-to-side model. *J Hand Surg [Am]*, 2001; 26(3): 478—488

第五章 感觉功能检查和评价方法

一、自主神经及营养功能检查

(一) 外观

神经损伤后出现肌肉萎缩,指端变细,指腹干瘪,皮肤光泽差,干滑不润,易脱屑。指纹模糊或消失,指甲退化增厚并出现纵形嵴,游离缘弯曲等。有的患者有外伤、烫伤或慢性溃疡。神经修复后上述营养变化逐渐改善、消失。

(二) 出汗

自主神经分布到皮肤上的纤维与感觉纤维相同,感觉消失区与无汗区相符合,故神经损伤后其支配区皮肤出汗与否提示感觉功能是否有恢复。

(三) 皮温

神经损伤后血管舒缩功能紊乱,早期血管扩张,皮温升高,皮肤潮红。2周后血管逐渐收缩,皮温下降,皮肤苍白,患者自觉怕冷。神经修复后怕冷感逐渐减轻。

(四) 寒冷反射试验

室温 25°C ,手浸入 5°C 水中5min后,正常出现手指血管收缩,皮温下降,但短时间后血管扩张,皮温上升。如此反复几次后,使手离开冷水,指温很快恢复正常或稍升高。神经损伤后以上指温变化消失,离开冷水后指温恢复慢。

(五)出汗试验

检测方法较多,这里介绍两种。

1. 茚三酮试验(ninhydrin fingerprinting test) Moberg 于 1958 年首先用于临床。此法利用汗液中含有氨基酸,与茚三酮反应后变紫红色之原理。方法:测试前患者清洁手部,去除污物和油脂。使患者发汗(如光照、体力活动、喝热饮料或服阿司匹林),令患指在干净的未触摸过的纸(如吸耐力较好的层析纸)上按指印(双手相应的指腹都要测,压印时力量要一致)。压拇指印时,应从桡侧甲缘滚到尺侧甲缘,如此可使桡神经支配的外侧区能够检查到。指印边缘用铅笔标出,编号。不能触摸试纸,也不能戴橡皮手套摸,只能用金属镊夹持,放入 1%丙酮茚三酮溶液内显像。溶液中加入几滴冰醋酸(涂布或滴上均可),在 110℃干热中成像。此时可见纸上有红点状色印,每 1 个红点代表 1 个汗腺开口。然后立即放入 1%丙酮硝酸铜溶液中固定(95%甲醛溶液中加入硝酸铜成 1%硝酸铜溶液,或 100ml 丙酮溶液内加几滴浓硝酸,使丙酮酸化后再加入硝酸铜成 1%硝酸铜溶液)。

色印呈现强度分为四级:+++ (正常),++ (出汗减少),+ (出汗缺乏),— (无汗)。进行茚三酮试验须有主观感觉检查法作为补充,因为有汗印存在不能说明神经完全正常或皮肤感觉功能恢复,尤是不能说明恢复质量。

2. 溴酚蓝试验(bromphenol blue test) Seddon 于 1972 年首先用于临床,后由 Sakurai 做了详细介绍。将溴酚蓝干粉放入纯丙酮中溶解,制成 2%~3%溴酚蓝溶液,试纸浸入后很快取出,电吹风干燥,纸呈橘黄色带有光泽。测试前清洗患处,晾干。将试纸平放桌上,受试部位轻压纸上约 1min。有出汗功能时,汗滴为发亮的深蓝色小点,呈现指纹形态。原理:汗液中含 pH6.5 或更高值的氢氧化离子,与橘黄色溴酚蓝反应成蓝色。此法较简便、精确。



二、感觉功能检查

感觉功能检查依赖患者的主观反应,正确配合十分重要。要向患者解释清楚检查的目的、方法和注意事项,仔细耐心,不做暗示,双侧对比。

(一) 痛觉

用针刺检查,其反应取决于针刺的强度和部位。神经损伤后出现痛觉减退、过敏、麻木或消失。

(二) 冷温觉

用直径 5mm 或 10mm 的平底铜管,内盛冰块或 45℃ 水进行检查,用于检测对冷、热的识别。

(三) 触觉

1. 棉絮法 用毛状小束棉絮轻划皮肤,正常时有感觉并可定位。

2. 触毛计(von frey hair)法 由不同直径的尼龙单丝组成,按各号单丝垂直刺激皮肤时被稍折弯所需的力(以 g 表示)编号。也可用马鬃或猪鬃制成,鬃的一端固定在竹制或木制的柄上,在微量天平上进行测试,以垂直触压秤盘时刚使鬃变弯为准,确定其刺激强度(刺激阈值),以 g 表示。受试者不能用眼看,只有在有感觉时回答“知道”即可,不做暗示询问患者是否知道。

(四) 实物感或物体辨别觉

患者闭眼触摸和识别形状、大小不同的物体,6 次中 5 次正确为合格。注意正常手指勿触及。

(五) 两点鉴别觉(two point discrimination, 2PD)

用于检查患者判断所感觉到的触觉刺激是一点还是两点,以及两点间的最小距离,是检测感觉障碍或感觉功能恢复的可靠方法。有静止法和移动法两种。

1. 静止法(S2PD) 系 Weber 于 1835 年提出,用于检测慢反

应纤维的密度,用回形针或最好用盘状测量器检测。后者为八角形薄片状,每边突出2个规定距离的针尖。刺激时要求两点连线与手指纵轴平行,由远及近,两点压力要小,不能使皮肤变白缺血。每处检查3次,其中2次以上回答正确即认为对两点分辨距离判断正确,宜反复检查。

2. 移动法(m2PD) 由 Dellon 于 1978 年提出,可同时检测快、慢两种反应纤维。刺激时,用回形针制成2个刺激点,在测试部位皮肤上轻轻滑动。如果是检测手指,回形针运动方向应与手指纵轴平行,以患者回答刺激点为两点的最小距离作为检测结果,应重复进行。

两点鉴别觉试验评价标准见附表。

附表 Weber 和 Moberg 两点鉴别觉试验评价标准

区 域	距 离(mm)		
	正常	减弱	消失
指尖—远侧指间关节	2~5	6~10	>10
远侧指间关节—近侧指间关节	3~6	7~10	>10
近侧指间关节—指蹼	4~7	8~10	>10
指蹼—远侧掌横纹	5~8	9~20	>20
远侧掌横纹—掌中部	6~9	10~20	>20
掌心近端—腕部	7~10	11~20	>20

(六)神经干扣击试验(tinel's sign)

用于检查神经再生,再生神经轴突未形成髓鞘之前,外界扣击或震动可引起疼痛、放射痛和过电感等过敏现象。方法:沿修复的神经干用扣击或用30Hz音叉产生震动,当抵达轴突再生的水平面时,即可出现上述现象。通过定期复查,可了解神经再生的情况和速度。



(七) 位置觉

属本体感觉,正常指间关节被动活动 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 时,有位置变化的感觉。神经损伤后位置觉明显减退或消失,修复后位置觉较易恢复。轻摸患者指或趾,令其说出是哪一侧或哪一个。

三、仪器检查

(一) 感觉神经动作电位(SNAP)

用肌电图仪检查,刺激时间 0.1ms,频率 0.5Hz,刺激强度稍大于产生最大反应的强度。根据电位的波形、潜伏期和传导速度了解神经损伤和恢复情况。但有报道认为神经损伤不严重或已恢复相当好时不能记录到 SNAP。

(二) 体感诱发电位(SEP)

检查感觉纤维向心传导情况,观察指标是波形、波幅和潜伏期。神经完全性损伤时,SEP 为一条直线,不全性损伤时波幅下降和潜伏期延长。与 SNAP 结合有定位诊断作用,在神经缝合后 3 个月即可出现,对观察早期神经再生及估价预后有较大意义。

四、感觉功能评价

0~4 级	感觉分级法较为简单实用,适用于评价临床病例。
S_0	感觉缺失
S_1	深感觉恢复
S_2	浅痛觉和触觉部分恢复,可保护伤指免受损伤
S_{2-}	浅痛觉和触觉大部分恢复,有感觉过敏
S_3	浅痛觉和触觉恢复,无感觉过敏现象
S_{3+}	同 S_3 ,有良好定位能力,2PD 接近正常
S_4	感觉正常



参 考 文 献

- 1 陆裕朴,褚晓朝,殷琦. 手部神经功能检查. 手外科杂志, 1990; 6(2): 84—91
- 2 手功能评定标准专辑: 手功能评定标准专题讨论会纪要. 手外科杂志, 1990; 6(2): 57 - 72
- 3 Weiß Becker C, Fruhstorfer H, Friederich HC, *et al.* Reinnervation of split skin grafts in Humans; comparison of two different methods of operation. Scand J Plast Reconstr Hand Surg, 1998; 32(1): 157—162
- 4 Ahcan U, Arnez ZM, Bajrovic F, *et al.* Contribution of collateral sprouting to the sensory and sudomotor recovery in the human palm after peripheral nerve injury. Br J Plast Surg, 1998; 51(6): 436—443

第六章 周围神经损伤修复后的康复治疗

周围神经损伤后的功能恢复,有赖于人们从中枢到靶器官通路上的各个环节,对神经再生的理解程度和驾驭能力,必须同时研究神经的生物学、生理学和有关的外科技术。实验研究和临床实践证明,对缝合后的神经进行适当而及时的康复治疗,如药物治疗、物理治疗和作业治疗,均有助于缩短神经功能恢复的时间和提高恢复的程度。

一、药物治疗

1. 神经营养药 主要通过加速神经纤维合成所需的蛋白质、磷脂等的合成,促进神经再生。临床上常以维生素 B₁、维生素 B₆和地巴唑三药合用,称神经营养药。

(1)维生素 B₁ (thiamine, 硫胺素):是维持神经系统和消化系统正常功能的水溶性维生素,在体内以硫胺素焦磷酸(即辅羧酶)的形式参与糖代谢过程中 α -酮酸的氧化脱羧反应。维生素 B₁ 缺乏时, α -酮酸氧化脱羧受阻,血液和组织中丙酮酸和乳酸堆积,组织能量供应减少,神经受累,出现感觉异常、肌肉酸重、肌力下降等周围神经炎症状,同时影响心肌代谢。用量:10~30mg/次,每日3次。易被维生素 C 破坏,勿同时服用。不良反应:极少数病人注射后发生过敏反应。

(2)维生素 B₆ (pyridoxine, 吡多辛, 吡多醇):是具有解毒、止

吐等作用的水溶性维生素,能促进氨基酸吸收和蛋白质合成,参与脂肪代谢。在体内与 ATP 酶作用迅速转变成 5-磷酸吡多醛和 5-磷酸吡多胺,参与多种氨基酸的吸收、转运、生物氧化和代谢,为转氨酶、氨基酸脱羧酶、脱氨酶和转硫酶等多种酶的辅酶。有报道正中神经卡压及其他周围神经卡压用大剂量维生素 B₆ 治疗,症状可缓解或治愈。用量:10~20mg/次,每日 3 次。

(3)地巴唑(dibazol, bendazol):对血管平滑肌有直接松弛作用,使血压有所下降,用于治疗轻度高血压和脑血管痉挛;对胃肠平滑肌有解痉作用,可用于内脏平滑肌痉挛;对脊髓等中枢神经系统有兴奋作用,用于神经疾患。用量:10mg/次,每日 3 次。

(4)维生素 B₁₂(cyanocobalamine, 氰钴胺):是细胞内生化反应的辅酶,参与核酸、甲硫氨酸、胆碱、脂肪和糖代谢,影响细胞发育成熟、髓鞘形成和消化系统上皮细胞功能。维生素 B₁₂ 缺乏时,与叶酸缺乏的结果一样,并有神经损害症状。临床上可用于对神经疾患(如神经炎、神经萎缩和神经痛)的治疗。肌注:首剂 250μg,隔日 1 次,1~2 周后改为每周 1 次。

(5)钴宾酰胺(mecobalamine, 甲钴胺, 弥可保):是另一种辅酶型 B₁₂,参与生物转甲基作用,并参与核酸、蛋白质和脂质的合成。药理作用:增强神经细胞内核酸和蛋白质合成,是甲硫氨酸合成酶的辅酶,在转甲基作用中,提供甲基,合成胸腺嘧啶(DNA 中的一个核酸),对蛋白合成起决定作用。此外,作为甲基供体,帮助神经细胞从脑磷脂合成磷脂酰胆碱。磷脂酰胆碱为髓鞘的主要成分,磷脂酰胆碱的合成与髓鞘、核糖体膜、线粒体、突触、神经再生、发育和脱髓鞘病变有关。用法:口服 500μg,每日 3 次。肌注 500μg,隔日 1 次。不良反应:少数病人食欲不振、恶心、腹泻,偶发皮疹。

(6)神经节苷脂(cronassial, 康络素):可促进施万细胞增殖和增强其吞噬功能,为神经再生创造条件,刺激轴突出芽。适应于神经损伤吻合后,卡压性周围神经疾病和周围神经慢性病变,大剂量可治疗脑、脊髓损伤和脑卒中。肌注 10~20mg,每日 1 次,最多每



日 100mg,疗程为 20~30 天。不良反应:少数病例皮肤过敏。

2. 中草药 国内学者已开展一些研究,并取得较好进展。实验表明,人参、党参、丹参、黄芪、红花、当归、桃仁、生地黄等具有刺激蛋白质合成,促进糖酵解,提高能量代谢和增加机体对有害刺激的防御能力,与活血化瘀增加受损部位血供作用的药物联合应用有利于神经再生。这些药物亦可和维生素 B₁、维生素 B₆、维生素 B₁₂ 及地巴唑联合应用。纯中药的合剂已在临床试用并取得满意疗效。但中药并非无毒副作用,中药配伍应用于病人时应遵循辨证原则,宜在有经验的中医师指导下进行。

3. 神经营养因子 目前已有 20 余种,如神经生长因子(NGF)、睫状神经节营养因子(CNTF)、脑源性营养因子(BDNF)、碱性成纤维细胞生长因子(bFGF)等,但只有 NGF 的结构被阐明,已初步应用于临床。NGF 为一种神经肽,体内有特异受体,在体内、体外应用均有效。他兼有神经元营养和促突触生长的双重效应,对中枢和周围神经系统神经元的生长、发育、分化、再生和功能特性表达均有重要的调控作用。其作用机制是与受体结合,提供受体介导的内吞机制产生内在化,形成由轴膜包绕含有 NGF 并保持其生物活性的小泡,经轴突沿微管逆行到胞体,再经第 2 信使体系转导,启动一系列连动反应,对靶细胞的基因表达进行调控,发挥生物效应。用法:肌注 3~5μg/kg,每周 3 次。

二、物理治疗

物理治疗是周围神经损伤后重要的治疗方法之一,方法很多,如光疗、磁疗、电疗、超声、温热疗法、水疗等。所使用的物理因子一般为小剂量,效应方式多样,如促进局部血液循环,减轻炎症和水肿,加快局部组织代谢,诱发化学改变,减轻纤维组织增生等;作用部位或在神经元,或是神经本身及周围组织,以达到促进神经再生和功能恢复。这些方法均有一定的科学实验依据,有的方法在临床应用据称已取得较好疗效,如有人报道采用无热量-微热量超



短波治疗,每日1次,每次10~15min,1~3个疗程后大部分病例神经功能恢复较好。还有报道主张早期用超短波治疗,恢复期用直流电碘离子导入,用经皮电刺激治疗臂丛神经和桡神经损伤。使用夹板,抬高或悬吊患肢以消除炎症和水肿,或将伤口愈合的患处浸入温热水中,每日2次,每次20min,擦干后涂以油性润肤霜柔润皮肤,辅以超短波、红外线或按摩等,也是简易有效的治疗方法。有关这些物理疗法的作用机制尤其是临床应用研究仍有待深入进行。

三、作业治疗

作业治疗是根据周围神经损伤常发生的几种功能障碍而制定的,治疗手段主要包括感觉再训练、运动功能训练、交感神经功能障碍的治疗、肢体水肿的预防和治疗,以及日常生活活动能力的训练。本文重点介绍感觉再训练。

进行感觉再训练(reeducation)是基于以下设想,即正在经受周围神经再生的患者,有一个时期感到感觉功能恢复程度不及其实际证明的程度。这种现象的原因是患者中枢神经系统对再生神经感觉分布区受到刺激的放电冲动变化未能做正确解析。感觉再训练就是帮助患者学习正确解析这些冲动变化,在恢复过程的适当时期通过特定的感觉训练,使其感觉潜力完全达到。亦即是利用大脑的可塑性,使各种感觉冲动传导到感觉皮质时被重新调整解析,使患者具有接受被重新解析的感觉信息的能力,从而达到改善感觉功能的目的。

感觉再训练的方法包括:

(1)保护觉训练:感觉完全丧失时,患者用视觉协助,避免接触过热、过冷、锐器及重物,忌用患手持握机械器具和活动物体。足底感觉缺失者应穿衬以软垫的鞋保护,防止发生压迫溃疡。

(2)位置觉训练:保护觉恢复后,用橡皮或钝性物体反复刺激患指,让患者在闭眼和直视状态下体会刺激的感觉,至患者能准确

判断所刺激的手指,并用秒表记录每次判断正确所需的时间,统计和比较每 10 次操作的对错比例。

(3)动态、静态触觉训练:用铅笔橡皮头在患指上滑动和按压,由轻到重,反复刺激,按闭眼—睁眼—闭眼的顺序训练,患者反复体会辨别,逐步达到区分两种不同的触觉。还应当用 30Hz 和 256Hz 音叉反复刺激患指,促进 256Hz 震动觉恢复。

(4)鉴别觉训练:待 256Hz 震动觉恢复,开始出现两点鉴别觉时,选用小球、纽扣、硬币、钥匙、木块、木棒、棉团、几何形状的塑料块、不同质地的布类和不同粒度的砂纸棒等物,放入布袋或盒中,令患者触摸、移动,进行辨别。经过反复训练,达到闭眼时能够辨别。

(5)使用能力训练:在暗箱内进行装配螺母,组装零件,扣纽扣,系带子和挑拣物品等训练,记录和比较每项训练完成的情况和时间。

(6)脱敏训练:令患者逐一触摸棉团、毛线团、不同质地的布类、米类、豆类等软硬度不同的物品,反复刺激,直至过敏现象消失。也可用音叉震动刺激脱敏。

进行感觉再训练时的注意事项:

(1)由于功能性感觉能力可以通过感觉再训练得到改善,故再训练应在伤后尽早开始,并在功能性活动中进行。

(2)伤肢伴有疼痛,或仍有开放性伤口、肿胀等情况,应先查明原因,待得到良好控制时再训练。

(3)未能分辨 30Hz 震动觉之前即可进行刺激定位和质地觉训练,而刺激识别觉和实体觉训练在能分辨 30Hz 和 256Hz 震动觉后开始。

(4)随着感觉恢复,应指导患者在日常生活中应用该感觉,提供充分的使用机会,增加对感觉的意识。

(5)正常手与患手做相同的活动,有利于提高再训练的效果。

(6)感觉再训练的原则是集中精力、反馈、记忆和强化,患者要



积极配合,在安静舒适的环境中进行。

(7)训练时间不宜过长,过多,每日 1~3 次,每次 10~15min,以不引起患者疲劳为限。

(8)训练物件安全,对感觉障碍区无伤害,并指导患者保护感觉缺失区,避免意外损伤。

最近,Cheng ASK(2001)报告一组 49 个患者,69 个手指在指神经缝合(未移植神经)后,用夹板固定掌指关节小于 70°位。3 周末开始,对照组接受活动范围和力量练习,进行水肿治疗。实验组除此之外还接受触觉刺激训练。触觉刺激器有两种。一为 15cm 直径的旋转盘,上有 20 个 1mm 高突起和 10 个平段,电动旋转,速度为每秒 1 转,伤指接触圆盘(相当于 20Hz 刺激),每次 20min,每周 2 次,直到回到工作岗位。另外一种刺激器是家用塑料小刺激器,形状大小如钥匙链(4.5cm×3cm),表面有两排金属钉状突,高约 1mm,相距 10mm。以两点辨别觉(移动和静止)、皮肤压力阈值和 0~4 级感觉分级法评价功能。结果:术后 6 个月实验组患者中 S₃₊或 S₄者占 68.8%,而对照组为 36%,形成显著差别。张福杰等(2002)对 42 例手指用邻指皮瓣和肢体带蒂皮瓣修复的患者,用患指触摸 10 种日常生活用品训练,辨别物体的形状、质地和温湿度。术后 6 周开始,每日 2 次,每次 20min,每日总结比较。结果:术后 3 个月训练组和对照组无明显差异,6 个月后两个训练组的感觉恢复明显快于对照组。术后 1 年,两个训练组分别有 98.3%和 83.7%的患者感觉功能达到 S₃以上,而两个对照组仅有 46.7%和 20.0%患者达到 S₄。

参 考 文 献

- 1 李德爱,李 杨,孙 伟主编.实用外科药物治疗学.北京:人民卫生出版社,1998:831-833



- 2 张 兰,陆廷仁,刘晓华.手神经损伤的感觉评估与再训练 58 例.中华理疗杂志,2000;23(5):302—303
- 3 赵庆荣,郭 非,雷景爱,等.周围神经损伤的综合康复治疗.中华物理医学与康复杂志,2000;22(4):255
- 4 吴阶平,裘法祖主编.黄家驷外科学.第 5 版.北京:人民卫生出版社,1992;2615—2616
- 5 李青峰,范存义,顾玉东.经皮电刺激促进周围神经再生的临床应用.中华显微外科杂志,1995;18(4):253—255
- 6 孔吉明,钟世镇,胡耀民,等.周围神经损伤所致感觉神经元胞体死亡的保护.中华显微外科杂志,1995;18(4):269—271
- 7 方有生.周围神经损伤的药物治疗现状和进展.现代康复,2000;4(11):1610—1612
- 8 何予工.物理疗法治疗闭合性周围神经损伤 34 例.河南医科大学学报,1996;31(2):160—161
- 9 方有生,周俊明,陈德松,等.经皮电刺激促进周围神经再生的临床应用.中华手外科杂志,1998;14(4):222—224
- 10 赵庆荣,郭 非,雷景爱,等.周围神经损伤的综合康复治疗.中华物理医学与康复杂志,2000;22(4):255
- 11 戴 玲.周围神经损伤的作业治疗.现代康复,2000;4(11):1608—1609,1615
- 12 张福杰,王国文.手指皮瓣移植后感觉训练.中国临床康复,2002;6(6):835
- 13 Dellon AL, Curtis RM, Edgerton MT. Reeducation of sensation in the hand after nerve injury and repair. Plast Reconstr Surg, 1974; 53(3): 297—305
- 14 Cheng ASK, Hung LK, Wong JM W, *et al.* A prospective study of early tactile stimulation after digital nerve repair. Clin Orthopae, 2001; (384): 169—175