手外科解剖与临床

丁自海　裴国献 主编
王成琪　顾玉东 主审

山东科学技术出版社

R658.2
DZH

手外科解剖与临床

丁自海　裴国献　主编
王成琪　顾玉东　主审

YX691/21







A0095404



山东科学技术出版社

鲁新登字 05 号

手外科解剖与临床

丁自海　裴国献　主编

王成琪　顾玉东　主审

*

山东科学技术出版社出版

（济南市玉函路　邮政编码 250002）

山东省新华书店发行

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本　26.25 印张　4 插页　573 千字

1993 年 12 月第 1 版　1993 年 12 月第 1 次印刷

印数：1—3000

ISBN7—5331—1319—5/R・373

定价 29.9 元

主　　编　丁自海　裴国献
主　　审　王成琪　顾玉东
编委会成员　丁自海　裴国献　王成琪
蔡锦方　张正治　刘树伟
范启申
撰　写　者（以姓氏笔画为序）
丁自海　解放军济南医学高等专科学校
于涯涛　第一军医大学
王成琪　解放军第八十九医院
王剑利　解放军第八十九医院
田万成　解放军第一〇七医院
卢全中　解放军第一〇七医院
吕　青　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
刘文宽　解放军济南医学高等专科学校
刘树伟　山东医科大学
刘成科　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
孙宝国　解放军济南军区总医院
李坤德　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
李盛芳　山东医科大学
张正治　第三军医大学
张尔坤　解放军第八十九医院
张少成　第二军医大学
张成进　解放军第八十九医院
张巧德　解放军济南医学高等专科学校
张延娟　解放军济南医学高等专科学校
张　福　解放军济南医学高等专科学校
张咸中　吉林省人民医院
张树桧　河南医科大学附属第二医院
沈丽英　上海第一医科大学华山医院
范启申　解放军第八十九医院
周建国　解放军第八十九医院
胡　溱　北京积水潭医院
赵东升　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
原　林　第一军医大学

高承文　解放军济南医学高等专科学校
顾玉东　上海第一医科大学华山医院
徐永清　成都军区昆明总医院
郭福荣　第二军医大学
梁　进　解放军济南军区总医院
谢昌平　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
傅炳峨　第四军医大学
裴国献　解放军第一五三医院济南军区手外科中心
蔡锦方　解放军济南军区总医院
潘冀清　解放军济南军区总医院

绘　图　者（以姓氏笔画为序）
朱丽萍　山东医科大学
邱金铭　解放军济南医学高等专科学校
苏武勇　解放军济南医学高等专科学校
徐　漪　解放军济南医学高等专科学校

责任编辑　颜承隆
封面设计　阎金良
技术设计　韩立生

序

我回忆30多年前刚开始学作手外科的时候，国内没有地方去进修；到国外去学习更没有可能；能看到的国外的有关杂志为数甚少；手外科专业杂志根本没有；能够提供经验借鉴的，也只有40年代国外出版的一两本专业参考书。如何从零起开展手外科工作，是当时面临的一个严重问题。经过反复考虑以及早期的临床实践提示，初步体会到手是人体的一个重要运动及感觉器官，手的伤病，会使上述功能致成不同程度地丧失。治疗的目的，也就是如何最大限度地恢复其功能。功能又建立在精细而复杂的手部解剖结构的基础上。对一个有伤有病手的检查、诊断分析、治疗方案制定以及手术操作，都离不开充实的解剖学知识。所以，手的解剖特别是功能解剖，就成为手外科医生进入手外科艺术殿堂的至关重要的台阶。

30多年的经历证实，我在手外科领域里能积累和掌握一些专业知识，确实得益于对手部功能解剖的钻研。熟悉及灵活运用功能解剖，是在手外科领域中，能以登堂入室的一把钥匙。

《手外科解剖与临床》一书具有特点，不同于一般的参考书，是专题研讨与系统著述，基础研究与临床应用相结合的一本专著。书中一些章节是重点讲解剖的。作者都是多年研究有关手外科解剖的专家。所写内容，不是单纯汇编国内外有关文献，而是多年研究的结晶，既有新的发现，又有独到的见解。内容丰富，既有广度又有深度，读者学起来可事半功倍，省时省力，非常有利于开展临床工作。

书中有关临床部分，有些章节都是由国内知名临床专家撰写，有的内容是几十年研究成果的集锦，无论实验研究还是临床应用水平，均属国内外领先。某些章节的内容起着推动和发展我国手外科事业的作用。

此书的出版，在我国手外科领域中，对有关的理论研究，应用基础研究方面，会有很大促进作用；对临床医疗工作，具有示范及指导意义；并且丰富了我国有关手外科学的文献。

王澍寰

1993年8月于北京

前　言

手是最有价值和最为万能的工具。人们在日常工作和社会活动中，手部随时都有可能受到各种有害因素的伤害，这些伤害虽然达不到致命的程度，但却给受伤者带来很大痛苦，甚至造成终生残疾。因此，手外科愈来愈受到重视，成为近十年来最为活跃的学科之一。

随着手部应用解剖研究的深入和显微外科技术的日臻成熟，在这两个领域里积累了丰硕的成果。为了总结这些成果，在王澍寰、王成琪和顾玉东等手外科专家的鼎力支持下，我们组织了一批在手外科解剖和临床研究方面有一定成就的中青年专家，历时两年完成了这部具有实用价值的临床专著，希望能对读者开展手外科工作有所帮助。

全书24章，约50万字，400余幅插图。作者立足于实用，将手部应用解剖与手外科手术有机地融为一体。内容充分体现了作者多年来的研究成果和临床经验，同时也参考了国内外其他资料。本书基本上反映了目前手外科解剖和临床研究的最新进展。手部电生理检查、腕关节镜检查、手部断层解剖、血管解剖、肌腱解剖、手部生物力学和手功能评定与康复等均是近年来研究的新课题、新成果，作者均作了详尽介绍。在临床部分重点介绍了显微外科技术在手外科的应用。在断肢（指）再植、手再造、拇指功能重建、皮瓣应用、血管、神经、肌腱的修复及严重创伤的处理等方面，作者遵循理论与实践结合、基础与临床结合、系统性与专题性兼顾的原则，在全面的解剖学阐述的同时，将临床已公认的先进手术治疗方法作了详尽介绍，赋于新理论、新观点和新技术，这样即增强了学科之间的交叉与联系，又开阔了知识视野，有利于读者在实践中运用。为了突出重点，使有限的篇幅充分反映手外科的新成就，本书舍弃了同类书中能够查到的诸如清创、感染、肿瘤及先天性畸形治疗等一般手外科内容。

本书的解剖学名词均以1991年全国自然科学名词审定委员会公布的《人体解剖学名词》为准，临床医学名词以《汉英医学词汇》采用的名词为准。

初稿完成后，编委会对全稿进行了认真的审阅，最后两位主编作了统审、修改和技术性整理。王成琪、顾玉东教授详细审阅了全书的主要内容。王澍寰教授就内容的编排及取舍、解剖与临床的结合、如何反映手外科的新进展等问题提出了宝贵的意见，并写了序言。刘正津教授、高英茂教授、华伯勋教授和郑忆柳主任分别审阅了肌腱、手胚胎发生与畸形、手部影像学和电生理检查等章节。济南军区卫生部、济南军区第一五三医院、中国人民解放军济南医学高等专科学校和

山东科技出版社的领导给予了热情的支持。在此，向所有支持、关心本书出版的专家、领导和同志一并致以深切的谢意。

各位作者都是在日常繁重的医疗、教学和科研工作之余挤时间完成各自的编著、绘图任务的，同时由于作者的专业知识与技术的局限，不足和缺点再所难免，衷心希望各位专家和读者给予批评指正。

丁自海　裴国献

1993 年 8 月

目　录

第一章　概述

第二章　手胚胎发生与畸形

第一节　手胚胎发生 …… 4
一、上肢芽的发生和手指形成 …… 5
二、手骨的发生 …… 5
（一）软骨性骨发生 …… 5
（二）手骨次级骨化中心出现时间 …… 8
三、手部关节的发生 …… 8
四、手部肌肉的发生 …… 9
五、手部血管的发生 …… 10
六、手部神经的发生 …… 11
第二节　手部先天性畸形 …… 11
一、畸形分类 …… 11
二、畸形病因 …… 11
三、常见先天性畸形 …… 12

第三章　手部表面解剖学

第一节　手部表面标志 …… 17
一、皮肤标志 …… 17
二、骨性标志 …… 18
三、肌性和腱性标志 …… 18
第二节　手部活体测量 …… 19
一、手指测量 …… 19
二、手掌测量 …… 19
三、手综合测量 …… 19

第四章　手部影像学

第一节　检查方法 …… 20
一、平片 …… 20
二、透视 …… 20
三、体层摄影 …… 20
四、腕关节造影术 …… 20
五、血管造影术 …… 20
六、其他检查方法 …… 21
第二节　手部X线解剖 …… 21
一、骨化点的出现和愈合 …… 21
（一）骺 …… 21
（二）骨龄 …… 22
（三）骨龄标准 …… 22
（四）骨龄的临床应用 …… 22
二、手部籽骨及腕部副骨 …… 23
三、桡腕关节测量 …… 23
（一）桡、尺骨远端茎突下缘高度比较 … 23
（二）桡、尺骨远端关节面相邻缘高度比较 …… 23
（三）桡尺远侧关节间隙 …… 23
（四）桡腕关节面前倾角 …… 23
（五）桡腕关节面内倾角 …… 23
（六）尺腕角 …… 24
（七）桡骨茎突长度 …… 24
（八）尺骨茎突长度 …… 24
（九）桡、尺骨远端关节面尺侧缘的关系 …… 24
（十）腕骨角 …… 24
（十一）腕关节正位 …… 24
（十二）腕关节侧位 …… 24
（十三）Meschan桡腕关节测量法 …… 25
（十四）舟月关节间隙测量 …… 25
（十五）阳性掌骨征测量 …… 25
第三节　投照体位及显示部位 …… 25
一、手后前位（正位） …… 25
二、手侧位 …… 25
三、手掌下斜位 …… 26
四、手掌上斜位 …… 26
五、拇指正位 …… 26
六、拇指侧位 …… 27
七、示指至小指侧位 …… 27

八、腕关节正位 …… 28
九、腕关节侧位 …… 28
十、腕部尺偏位 …… 28
十一、腕骨轴位 …… 28
第四节 手部常见疾病X线表现 …… 29
一、发育畸形 …… 29
（一）多指畸形 …… 29
（二）并指畸形 …… 29
二、手外伤 …… 29
（一）桡腕关节盘损伤 …… 29
（二）Colles骨折 …… 30
（三）腕骨骨折 …… 30
（四）月骨脱位 …… 30
（五）指、掌骨骨折 …… 30
三、手指骨骨髓炎 …… 30
四、手部结核 …… 30
（一）骨结核 …… 30
（二）腕关节结核 …… 30
五、手类风湿 …… 31
六、退行性骨关节病 …… 31
七、大骨节病 …… 31
八、手部软骨瘤 …… 31

第五章 手部生物力学

第一节 生物力学的基本概念 …… 33
一、外力和应力 …… 33
（一）外力 …… 33
（二）应力 …… 33
二、应力—应变 …… 33
三、应力—改建 …… 34
第二节 手部解剖的生物力学 …… 34
一、手关节韧带生物力学 …… 34
（一）腕关节韧带的生物力学 …… 34
（二）掌指关节和指间关节侧副韧带的生物力学 …… 35
二、手部肌肉（腱）的生物力学 …… 36
（一）手的运动 …… 36
（二）手的运动轴 …… 38
（三）肌腱幅度 …… 38
（四）滑车 …… 38
（五）肌力 …… 38
（六）肌腱力 …… 39
（七）组织平衡 …… 39
第三节 生物力学在手部修复中的应用 …… 39
一、皮肤的修复与固定 …… 39
二、骨关节的修复与固定 …… 39
三、单根转移腱越过多关节的手术设计 …… 40
（一）一根肌腱连续跨越两个或多个关节 …… 40
（二）转移腱的尾端分数股固定 …… 40

第六章 手外科检查

第一节 手外科一般检查 …… 41
一、病史采集 …… 41
（一）手外伤病人询问要点 …… 41
（二）非创伤病人询问要点 …… 41
二、手外科一般检查项目 …… 41
（一）手部外观检查 …… 42
（二）手部各系统检查 …… 42
第二节 手部电生理检查（神经—肌电图） …… 49
一、概述 …… 49
（一）定义 …… 49
（二）肌电检查内容 …… 49
（三）肌电检查在手外科中的应用范围 …… 50
（四）运动单位的解剖生理 …… 50
二、正常肌电图 …… 50
（一）针极插入及肌肉放松时的肌电图 …… 50
（二）轻收缩时的肌电图 …… 50
（三）肌肉不同程度用力收缩时的肌电图 …… 52
三、异常肌电图 …… 52
（一）针极插入及肌肉放松时的异常肌电图 …… 52
（二）轻收缩时异常肌电图 …… 54
（三）重收缩时异常肌电图 …… 55
四、检查方法 …… 56

（一）肌电检查的适应证 …… 56
（二）检查前的准备 …… 56
（三）电刺激检查 …… 58
（四）肌肉的选择 …… 58
（五）填写肌电检查报告单和诊断报告表 …… 58
五、神经传导速度 …… 58
（一）神经传导的基本原理 …… 58
（二）运动神经传导速度 …… 58
（三）感觉神经传导速度 …… 62
（四）影响神经传导速度的技术和生理因素 …… 62
（五）影响神经传导速度的病理因素 …… 63
（六）神经传导速度测定的临床意义 …… 63
（七）神经—肌肉传递的重复电刺激检查 …… 64
六、体感诱发电位（SEP） …… 64
（一）测定方法 …… 64
（二）技术要求 …… 64
（三）SEP 测定的刺激、记录位置 …… 65
（四）SEP 潜伏期正常值 …… 65
七、电生理检测在周围神经中的应用 …… 65
（一）神经损伤的临床表现和肌电改变分类 …… 65
（二）神经新近损伤的电生理诊断 …… 65
（三）周围神经损伤的定性、定位 …… 66
（四）臂丛神经根性撕脱和丛性损伤的鉴别 …… 67
（五）周围神经嵌压综合征 …… 70
（六）肌电电生理检测在周围神经手术中的应用 …… 73
（七）周围神经损伤做神经松解术、吻合术及移植术后的肌电观察 …… 73
第三节　腕关节镜检查 …… 74
一、腕关节镜的主要部件及附属设备 …… 74
（一）腕关节镜构造与组成 …… 74
（二）其他辅助设备 …… 75
二、腕关节应用解剖 …… 76
（一）腕骨间关节 …… 76
（二）腕关节韧带 …… 76
（三）关节镜检查易损伤的结构 …… 77
三、关节镜检查方法 …… 77
（一）穿刺部位 …… 77
（二）关节镜检查程序 …… 78
四、应用腕关节镜检查的疾病 …… 80
（一）韧带损伤 …… 80
（二）三角纤维软骨损伤 …… 81
（三）软骨损伤 …… 82
（四）滑膜组织病变 …… 82
（五）桡骨远端关节内骨折 …… 83
（六）桡尺远端关节损伤 …… 83
（七）关节镜其他用途 …… 84

第七章　手的姿势与功能

第一节　手的姿势 …… 86
一、手的休息位 …… 86
二、手的功能位 …… 86
第二节　手的功能 …… 87
一、持握 …… 87
（一）静止持握 …… 87
（二）有地心引力的持握 …… 89
（三）动态持握 …… 89
二、叩击 …… 89
三、接触 …… 89
四、手势 …… 89

第八章　手部皮肤及掌腱膜

第一节　手部皮肤 …… 91
一、手部皮肤结构特点 …… 91
（一）手掌侧皮肤结构特点 …… 91
（二）手背侧皮肤结构特点 …… 93
二、手部皮肤神经末梢 …… 93
（一）感觉神经末梢 …… 93
（二）运动神经末梢 …… 94
三、皮肤血管、淋巴管 …… 94
（一）皮肤血管 …… 94
（二）皮肤淋巴管 …… 95
第二节　掌腱膜 …… 95
一、掌腱膜形态结构 …… 95
二、掌腱膜与周围结构关系 …… 95
三、掌腱膜功能及临床意义 …… 95

第九章 手骨应用解剖与骨折

第一节 手骨应用解剖 …… 97
一、手骨形态 …… 97
（一）腕骨 …… 97
（二）掌骨 …… 99
（三）指骨 …… 100
（四）籽骨和附加骨 …… 101
二、手骨血液供应 …… 102
（一）腕骨血液供应 …… 102
（二）掌骨和指骨血液供应 …… 102
第二节 手骨骨折 …… 102
一、腕骨骨折 …… 102
（一）舟骨骨折 …… 102
（二）三角骨骨折 …… 105
（三）豌豆骨骨折 …… 105
（四）钩骨骨折 …… 106
（五）头状骨骨折 …… 106
二、掌骨与指骨骨折 …… 106
（一）掌骨骨折 …… 106
（二）指骨骨折 …… 108
第三节 舟骨与月骨缺血性坏死 …… 109
一、创伤性舟骨缺血性坏死 …… 109
（一）骨折类型与骨坏死的关系 …… 109
（二）诊断 …… 109
（三）治疗原则 …… 109
二、创伤性月骨缺血性坏死 …… 109
三、骨软骨病月骨缺血性坏死 …… 110

第十章 手关节应用解剖与损伤

第一节 手关节应用解剖 …… 111
一、桡腕关节 …… 111
（一）桡腕关节组成 …… 111
（二）桡腕关节血供和神经支配 …… 113
（三）桡腕关节运动 …… 113
二、桡尺远侧关节 …… 113
（一）桡尺远侧关节组成 …… 113
（二）桡尺远侧关节血供和神经支配 …… 114
（三）桡尺远侧关节运动 …… 114
三、腕骨间关节 …… 114
（一）腕骨间关节组成 …… 114
（二）腕骨间关节血供和神经支配 …… 115
（三）腕骨间关节运动 …… 115
四、腕掌关节 …… 115
（一）腕掌关节组成 …… 115
（二）腕掌关节血供和神经支配 …… 116
（三）腕掌关节运动 …… 116
五、掌骨间关节 …… 116
六、掌指关节 …… 116
（一）掌指关节组成 …… 116
（二）掌指关节血供和神经支配 …… 118
（三）掌指关节运动 …… 118
七、指间关节 …… 118
（一）指间关节组成 …… 118
（二）指间关节血供和神经支配 …… 119
（三）指间关节运动 …… 119
第二节 手关节损伤 …… 119
一、腕部韧带损伤 …… 119
（一）腕关节不稳分类 …… 119
（二）诊断 …… 119
（三）治疗 …… 120
二、腕骨脱位 …… 120
（一）月骨脱位 …… 120
（二）月骨周围脱位 …… 120
（三）经舟骨月骨周围脱位 …… 121
三、腕掌关节脱位 …… 121
四、手部关节强直 …… 121
（一）关节融合术 …… 121
（二）掌指关节成形术 …… 121
（三）掌指关节、指间关节人工关节置换 …… 122
（四）吻合血管的跖趾关节移植修复掌指关节 …… 122
五、手部关节僵直 …… 122
（一）侧副韧带挛缩 …… 122
（二）关节囊挛缩与粘连 …… 123
六、掌指关节侧副韧带损伤 …… 123
七、掌指关节脱位 …… 124
（一）拇指掌指关节脱位 …… 124
（二）示指掌指关节脱位 …… 124
八、指间关节侧副韧带损伤及关节脱位 …… 124

（一）指间关节侧副韧带损伤 …… 124
（二）指间关节脱位 …… 124

第十一章　手肌应用解剖

第一节　手外在肌 …… 126
一、前臂前群肌 …… 126
（一）浅层肌 …… 126
（二）深层肌 …… 128
二、前臂后群肌 …… 129
（一）浅层肌 …… 129
（二）深层肌 …… 131
第二节　手内在肌 …… 132
一、鱼际肌 …… 132
（一）浅层肌 …… 132
（二）深层肌 …… 133
二、掌中间肌 …… 134
（一）蚓状肌 …… 135
（二）骨间肌 …… 135
三、小鱼际肌 …… 136
（一）浅层肌 …… 136
（二）深层肌 …… 137

第十二章　手部血管应用解剖

第一节　手部动脉 …… 138
一、尺动脉 …… 138
（一）尺动脉走行 …… 138
（二）尺动脉分支 …… 139
二、桡动脉 …… 139
（一）桡动脉走行 …… 139
（二）桡动脉分支 …… 139
三、正中动脉 …… 140
四、腕部动脉 …… 140
（一）腕掌网 …… 140
（二）腕背网 …… 140
五、掌部动脉 …… 140
（一）掌浅弓 …… 140
（二）掌深弓 …… 142
（三）掌背动脉 …… 143
（四）掌部动脉配布规律和交通 …… 143
六、手指动脉 …… 144
（一）拇指动脉 …… 144
（二）示指、中指、环指和小指动脉 …… 145
第二节　手部静脉 …… 147
一、手指静脉 …… 147
（一）手指浅静脉 …… 148
（二）手指深静脉 …… 149
二、手掌静脉 …… 149
（一）掌浅静脉 …… 149
（二）掌深静脉 …… 149
第三节　手部淋巴管 …… 150

第十三章　手部肌腱应用解剖与手术

第一节　肌腱形态与功能 …… 151
一、指屈肌腱 …… 151
（一）指屈肌腱形态与结构 …… 151
（二）滑液囊与指屈肌腱鞘 …… 155
（三）指屈肌腱营养 …… 161
（四）指屈肌腱功能 …… 166
二、指伸肌腱 …… 167
（一）指伸肌腱形态结构和功能 …… 167
（二）指伸肌腱血液供应 …… 174
（三）指伸肌腱外科分区 …… 175
第二节　肌腱损伤修复 …… 177
一、制定手术方案 …… 177
二、肌腱缝合方法的选择 …… 177
三、肌腱损伤修复时机的选择 …… 178
四、指屈肌腱损伤修复方法 …… 179
（一）指屈肌腱损伤一期修复方法 …… 179
（二）指屈肌腱损伤二期修复方法 …… 182
五、指伸肌腱损伤修复方法 …… 182
（一）远侧指间关节指伸肌腱损伤修复（Ⅰ区） …… 182
（二）中节指指伸肌腱损伤修复（Ⅰ区） …… 183
（三）近侧指间关节指伸肌腱损伤修复（Ⅲ区） …… 183
（四）近节指指伸肌腱损伤修复（Ⅳ区） …… 184
（五）掌指关节指伸肌腱损伤修复（Ⅴ区） …… 184
（六）手背及腕关节指伸肌腱损伤修复

（Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ区） …… 184
六、术中注意事项及术后处理 …… 184
（一）术中注意事项 …… 184
（二）术后处理 …… 185
第三节 肌腱粘连的防治 …… 185
一、减轻肌腱粘连的措施 …… 185
（一）手术时一般注意事项 …… 185
（二）减少肌腱血供损害，处理好鞘内肌腱 …… 185
（三）修复或重建腱鞘 …… 186
（四）重视术后早期康复治疗 …… 186
二、肌腱松解术 …… 188
（一）松解时机 …… 188
（二）适应证 …… 188
（三）手术要点 …… 188
（四）术后功能锻炼 …… 189

第十四章 臂丛

第一节 臂丛组成 …… 190
一、臂丛的根干股束 …… 190
二、臂丛分支 …… 190
（一）臂丛根的分支 …… 190
（二）臂丛干的分支 …… 190
（三）臂丛束的分支 …… 190
三、臂丛神经根功能分布 …… 191
（一）颈5神经根 …… 191
（二）颈6神经根 …… 192
（三）颈7神经根 …… 192
（四）颈8神经根 …… 192
（五）胸1神经根 …… 192
四、臂丛的交感神经纤维 …… 192
五、臂丛变异 …… 192
第二节 臂丛损伤原因、分类与诊断 … 193
一、原因 …… 193
二、分类 …… 193
（一）节前损伤 …… 193
（二）节后损伤 …… 193
（三）全臂丛神经损伤 …… 194
三、臂丛神经损伤的诊断 …… 195
第三节 臂丛损伤手术治疗及疗效评价 …… 195
一、手术适应证 …… 195
二、手术方法 …… 195
（一）术前准备 …… 195
（二）手术切口及显露 …… 195
（三）手术方式 …… 196
三、臂丛手术治疗的评价 …… 199
第四节 健侧颈神经移位术 …… 199
一、手术适应证与方法 …… 199
（一）手术适应证 …… 199
（二）手术方法 …… 199
二、疗效评价 …… 200

第十五章 手部神经应用解剖与手术

第一节 手部神经应用解剖 …… 201
一、周围神经结构和血供 …… 201
二、正中神经 …… 202
（一）正中神经组成 …… 202
（二）正中神经走行和毗邻 …… 202
（三）正中神经分支 …… 203
（四）正中神经损伤后的主要症状 …… 205
三、桡神经 …… 205
（一）桡神经组成 …… 205
（二）桡神经走行和毗邻 …… 206
（三）桡神经分支 …… 206
（四）桡神经损伤后的主要症状 …… 208
四、尺神经 …… 209
（一）尺神经组成 …… 209
（二）尺神经走行和毗邻 …… 210
（三）尺神经分支 …… 210
（四）尺神经损伤后的主要症状 …… 211
五、肌皮神经 …… 212
（一）肌皮神经组成和走行 …… 212
（二）肌皮神经分支 …… 213
六、腋神经 …… 213
（一）腋神经组成和走行 …… 213
（二）腋神经分支 …… 213
七、上肢神经变异 …… 213
八、常见神经嵌压综合征解剖学基础 …… 214
（一）腕管 …… 215
（二）尺管 …… 216

（三）肘管 …… 216
（四）桡管 …… 217
（五）联合腱板（弓） …… 217
第二节　上肢神经损伤修复方法 …… 218
一、神经松解术 …… 218
（一）手术适应证 …… 218
（二）手术方法 …… 218
二、对端缝合术 …… 219
（一）手术适应证 …… 219
（二）手术方法 …… 220
三、神经移位修复术 …… 221
（一）手术适应证 …… 221
（二）手术方法 …… 221
四、游离神经移植术 …… 222
（一）手术适应证 …… 222
（二）手术方法 …… 222
五、带蒂神经移植术 …… 222
（一）手术适应证 …… 223
（二）手术方法 …… 223
六、吻合血管的神经移植术 …… 223
（一）手术适应证 …… 223
（二）手术方法 …… 223
七、神经植入术 …… 224
（一）手术适应证 …… 224
（二）手术方法 …… 224
八、骨骼肌桥接修复术 …… 225
（一）手术适应证 …… 225
（二）手术方法 …… 225
九、其他生物与非生物材料修复方法 …… 225

第十六章　手外科常用手术入路

第一节　神经手术入路 …… 227
一、臂丛手术入路 …… 227
（一）适应证 …… 227
（二）手术步骤 …… 227
（三）注意事项 …… 228
二、肌皮神经手术入路 …… 228
（一）适应证 …… 228
（二）手术步骤 …… 228
（三）注意事项 …… 229
三、正中神经手术入路 …… 229
（一）适应证 …… 229
（二）手术步骤 …… 229
（三）注意事项 …… 230
四、尺神经手术入路 …… 230
（一）适应证 …… 230
（二）手术步骤 …… 230
（三）注意事项 …… 231
五、桡神经手术入路 …… 231
（一）适应证 …… 231
（二）手术步骤 …… 231
（三）注意事项 …… 232
第二节　肌腱手术入路 …… 233
一、指伸肌腱手术入路 …… 233
（一）适应证 …… 233
（二）手术步骤 …… 233
（三）注意事项 …… 233
二、指屈肌腱手术入路 …… 233
（一）适应证 …… 233
（二）手术步骤 …… 233
（三）注意事项 …… 234
第三节　骨手术入路
一、第1掌骨基底骨折脱位手术入路 …… 234
（一）适应证 …… 234
（二）手术步骤 …… 234
（三）注意事项 …… 234
二、其他掌骨骨折手术入路 …… 234
（一）适应证 …… 234
（二）手术步骤 …… 234
（三）注意事项 …… 234
三、指骨骨折手术入路 …… 235
（一）适应证 …… 235
（二）手术步骤 …… 235
（三）注意事项 …… 235

第十七章　上肢断层解剖与断肢（掌、指）再植

第一节　上肢断层解剖 …… 236
一、肩部横断层解剖 …… 236
二、臂部横断层解剖 …… 236

（一）臂上份横断层解剖 …… 236
（二）臂中份横断层解剖 …… 237
（三）臂下份横断层解剖 …… 237
三、肘部横断层解剖 …… 237
（一）经肱尺关节横断层解剖 …… 237
（二）经桡尺近侧关节横断层解剖 …… 238
四、前臂横断层解剖 …… 239
（一）前臂上份横断层解剖 …… 239
（二）前臂中份横断层解剖 …… 239
（三）前臂下份横断层解剖 …… 240
五、手断层解剖 …… 240
（一）手连续横断层解剖 …… 240
（二）手连续矢状断层解剖 …… 248
（三）手连续斜状断层解剖之一（从桡侧斜向尺侧） …… 252
（四）手连续斜状断层解剖之二（从尺侧斜向桡侧） …… 255
（五）手血管断层解剖 …… 258
第二节 断肢再植 …… 262
一、断肢类型 …… 262
（一）切割性断离 …… 262
（二）碾轧性断离 …… 262
（三）挤压性断离 …… 263
（四）撕裂性断离 …… 263
二、再植适应证与禁忌证 …… 263
（一）再植适应证 …… 263
（二）再植禁忌证 …… 264
三、再植术中应修复的组织与先后顺序 …… 264
四、断肢再植手术操作 …… 264
（一）清创术 …… 264
（二）骨骼固定 …… 265
（三）离体断肢灌注 …… 266
（四）肌肉和肌腱的修复 …… 266
（五）血管修复 …… 266
（六）神经修复 …… 270
（七）皮肤覆盖 …… 270
（八）再植肢体外固定 …… 270
五、断肘与肘上外伤性断肢再植要点 …… 271
六、肘下外伤性断肢再植要点 …… 271
七、术后处理及并发症防治 …… 272
（一）设置隔离病房 …… 272
（二）全身情况观察及处理 …… 272
（三）抗痉挛药物的应用 …… 273
（四）抗凝剂的应用 …… 273
（五）防止伤口感染 …… 273
（六）高压氧的应用 …… 273
（七）局部处理 …… 273
八、功能锻炼 …… 274
九、再次手术改进功能 …… 274
第三节 断掌再植 …… 274
一、断掌分型 …… 274
（一）按掌部动脉解剖部位分型 …… 274
（二）以解剖为基础分型 …… 274
（三）按断掌形态分型 …… 275
（四）其他 …… 275
二、断掌再植手术操作 …… 276
（一）清创术 …… 276
（二）骨骼固定 …… 276
（三）血管修复 …… 276
（四）神经修复 …… 276
（五）肌腱修复 …… 276
（六）断掌再植时限 …… 276
（七）特殊类型的断掌再植 …… 276
第四节 断指再植 …… 277
一、断指再植适应证 …… 277
二、断指保存 …… 277
（一）术前暂存 …… 278
（二）术中暂存 …… 278
（三）携带暂存 …… 278
三、手术顺序及方法 …… 278
（一）断面清创 …… 278
（二）骨骼固定 …… 278
（三）肌腱修复 …… 279
（四）血管修复 …… 279
（五）神经修复 …… 279
（六）伤口缝合 …… 279
（七）术后包扎和固定 …… 279
四、断指再植中应注意的几个问题 … 279
（一）断指移位再植 …… 279
（二）指神经缺损的处理 …… 280
（三）指动脉缺损的处理 …… 280
（四）指静脉缺损的处理 …… 280

（五）动静脉转流再植断指 …… 280
第五节　多指离断和一指多段离断的再植 …… 281
一、多指离断的再植 …… 281
（一）再植方法选择 …… 282
（二）逆行法断指再植的适应证及优点 …… 282
二、一指多段离断的再植 …… 282
第六节　指端损伤的处理 …… 283
一、手术适应证 …… 283
二、修复方法 …… 283
（一）指尖再植修复 …… 283
（二）带血管神经蒂皮瓣修复 …… 284
（三）组织移植修复 …… 286
第七节　小儿断指再植 …… 288
一、小儿解剖生理特点与断指再植过程中注意事项 …… 289
（一）营养与免疫 …… 289
（二）血管系统 …… 289
（三）骨骼系统 …… 289
（四）肌肉系统 …… 289
（五）皮肤及皮下组织 …… 289
二、小儿断指再植手术麻醉 …… 290
三、小儿断指再植手术特点 …… 290
四、小儿断指再植手术顺序 …… 290
（一）清创术 …… 291
（二）骨骼固定 …… 291
（三）肌腱修复 …… 291
（四）血管修复 …… 292
（五）神经修复 …… 294
（六）皮肤缝合 …… 294
（七）手术后包扎与制动 …… 294
五、小儿断指再植术后观察与护理 …… 295
（一）全身情况的观察 …… 295
（二）患指情况的观察 …… 295
（三）小儿断指再植术后护理要点 …… 296

第十八章　拇指功能重建

第一节　第二足趾移植再造拇指 …… 297
一、第二足趾移植再造拇指的解剖基础 …… 297
（一）足背动脉 …… 297
（二）第2趾趾动脉 …… 299
（三）第2趾趾静脉 …… 299
（四）第2趾趾神经 …… 300
（五）第2足趾的第二套血供系统 …… 300
二、第二足趾移植再造拇指的方法 …… 300
（一）最佳手术方案的选择 …… 300
（二）适应证 …… 301
（三）手术方法选择 …… 301
（四）游离足趾 …… 301
（五）手术注意事项及术后处理 …… 303
第二节　前臂复合组织瓣再造拇指 …… 304
一、应用解剖 …… 304
（一）动脉 …… 304
（二）静脉 …… 304
二、手术适应证 …… 304
三、手术方法 …… 305
（一）术前准备 …… 305
（二）手术步骤 …… 305
四、术后处理 …… 305
第三节　趾短伸肌移植重建拇指对掌功能 …… 305
一、应用解剖 …… 305
二、手术适应证 …… 305
三、手术方法 …… 305
（一）肌皮瓣设计 …… 305
（二）手术步骤 …… 305
第四节　肌腱与骨转移重建拇指对掌功能 …… 306
一、肌腱转移重建拇指对掌功能 …… 306
（一）环指指浅屈肌腱转移重建拇指对掌功能 …… 306
（二）示指伸肌腱转移重建拇指对掌功能 …… 307
（三）掌长肌腱转移重建拇指对掌功能 …… 308
二、骨转移重建拇指对掌功能 …… 308
第五节　小指展肌转移重建拇指对掌

功能 …… 309
一、应用解剖 …… 309
二、手术方法 …… 309

第十九章 足部小关节移植重建掌指关节或指间关节功能

第一节 跖趾关节移植术 …… 310
一、应用解剖 …… 310
（一）第2、3跖趾关节的血管 …… 311
（二）第2、3跖趾关节的神经 …… 311
二、手术适应证 …… 312
三、手术方法 …… 312
（一）术前准备 …… 312
（二）手术步骤 …… 313
四、术后处理 …… 314
第二节 趾间关节移植术 …… 314
一、应用解剖 …… 314
二、手术适应证 …… 314
三、手术方法 …… 314
（一）术前准备 …… 314
（二）手术步骤 …… 314
四、术后处理 …… 315

第二十章 手再造术

第一节 应用解剖 …… 316
一、第2、3足趾联合移植的应用解剖 …… 316
（一）动脉 …… 316
（二）静脉 …… 317
（三）神经 …… 317
二、踇趾甲皮瓣与同侧2、3足趾联合移植的应用解剖 …… 317
（一）动脉 …… 317
（二）静脉 …… 317
（三）神经 …… 317
第二节 全手指缺失二手指再造 …… 318
一、手术适应证 …… 318
二、手术主要步骤与方法 …… 318
（一）麻醉 …… 318
（二）手术步骤 …… 318
三、手术注意事项 …… 319
四、术后处理 …… 320
第三节 全手指缺失三手指再造 …… 320
一、手术适应证 …… 321
二、手术特点与注意事项 …… 321
三、术后处理 …… 322
第四节 全手指缺失四手指再造 …… 322
一、手术适应证 …… 322
二、手术特点与注意事项 …… 322
三、术后处理 …… 323
第五节 全手指缺失五手指再造 …… 323
一、手术适应证 …… 324
二、手术特点与注意事项 …… 324
三、术后处理 …… 325

第二十一章 手功能重建中前臂部组织瓣应用解剖与手术

第一节 桡动脉皮瓣 …… 326
一、应用解剖 …… 326
（一）桡动脉 …… 326
（二）桡静脉 …… 326
（三）皮神经 …… 326
二、手术适应证 …… 326
三、手术方法 …… 327
（一）体位 …… 327
（二）皮瓣设计 …… 327
（三）手术步骤 …… 327
四、手术注意事项 …… 328
第二节 尺动脉皮瓣 …… 329
一、应用解剖 …… 329
（一）尺动脉 …… 329
（二）尺静脉 …… 329
（三）皮神经 …… 329
二、手术适应证 …… 329
三、手术方法 …… 329
（一）体位 …… 329
（二）皮瓣设计 …… 329
（三）手术步骤 …… 329
四、注意事项 …… 330
第三节 尺动脉腕上皮支皮瓣 …… 331

一、应用解剖 …… 331
（一）动脉 …… 331
（二）静脉 …… 331
（三）皮神经 …… 331
二、手术适应证 …… 331
三、手术方法 …… 331
（一）体位 …… 331
（二）皮瓣设计 …… 331
（三）手术步骤 …… 331
四、手术注意事项 …… 332
第四节　前臂骨间后动脉皮瓣 …… 332
一、应用解剖 …… 332
（一）骨间后动脉 …… 332
（二）骨间前动脉背侧皮支 …… 333
（三）静脉 …… 333
（四）皮神经 …… 333
二、手术适应证 …… 333
三、手术方法 …… 333
（一）体位 …… 333
（二）皮瓣设计 …… 333
（三）手术步骤 …… 334
四、手术注意事项 …… 334
第五节　前臂筋膜瓣 …… 334
一、应用解剖 …… 335
二、手术适应证 …… 335
三、手术方法 …… 335
（一）体位 …… 335
（二）筋膜瓣设计 …… 335
（三）手术步骤 …… 336
四、手术注意事项 …… 337
第六节　前臂静脉皮瓣 …… 337
一、应用解剖 …… 338
二、手术适应证 …… 338
三、手术方法 …… 338
（一）体位 …… 338
（二）手术步骤 …… 338
四、手术注意事项 …… 339
第七节　桡动脉浅支岛状筋膜瓣 …… 340
一、应用解剖 …… 340
（一）浅支动脉 …… 340
（二）静脉 …… 340
二、手术适应证 …… 340
三、手术方法 …… 340
（一）体位 …… 340
（二）筋膜瓣设计 …… 340
（三）手术步骤 …… 340
四、手术注意事项 …… 341

第二十二章　手部皮瓣

第一节　手背皮瓣 …… 342
一、应用解剖 …… 342
二、手术适应证 …… 342
三、手术方法 …… 342
（一）皮瓣设计 …… 342
（二）显露血管 …… 342
（三）解剖平面 …… 342
（四）皮瓣切取 …… 343
（五）修复创面 …… 343
四、术后处理 …… 343
第二节　示指背侧皮瓣 …… 343
一、应用解剖 …… 343
二、手术适应证 …… 344
三、手术方法 …… 344
（一）皮瓣设计 …… 344
（二）显露血管 …… 344
（三）解剖平面 …… 344
（四）皮瓣切取 …… 344
（五）修复创面 …… 344
四、术后处理 …… 344
第三节　手指掌侧皮瓣 …… 344
一、应用解剖 …… 345
二、手术适应证 …… 345
三、手术方法 …… 345
（一）切口设计 …… 345
（二）切取平面和显露血管 …… 345
（三）皮瓣游离和修复创面 …… 345
四、术后处理 …… 345
第四节　手指侧方皮瓣 …… 345
一、应用解剖 …… 345
二、手术适应证 …… 345
三、手术方法 …… 346

（一）皮瓣设计 …… 346
（二）显露血管 …… 346
（三）解剖平面 …… 346
（四）皮瓣切取 …… 346
（五）修复创面 …… 346
四、术后处理 …… 346
第五节 小鱼际皮瓣 …… 346
一、应用解剖 …… 346
二、手术适应证 …… 346
三、手术方法 …… 347
（一）皮瓣设计 …… 347
（二）显露血管 …… 347
（三）解剖平面 …… 347
（四）皮瓣切取 …… 347
（五）修复创面 …… 347
四、术后处理 …… 347
第六节 游离甲床移植 …… 347
一、应用解剖 …… 347
二、手术适应证 …… 348
三、手术方法 …… 348
（一）断层甲床游离移植 …… 348
（二）全厚甲床游离移植 …… 348
（三）带血管蒂游离甲床移植 …… 348
（四）受区准备 …… 348
四、术后处理 …… 349

第二十三章 手部严重损伤

第一节 手部皮肤套状撕脱伤 …… 350
一、类型 …… 350
二、特点 …… 350
三、处理原则 …… 350
（一）撕脱皮肤的比例 …… 351
（二）撕脱皮瓣的方向 …… 351
（三）皮肤边缘毛细血管反应 …… 351
（四）皮肤边缘出血试验 …… 351
四、皮肤套状撕脱伤的处理 …… 351
（一）拇指皮肤套状撕脱伤 …… 351
（二）手指皮肤套状撕脱伤 …… 352
（三）手背手掌皮肤撕脱伤 …… 354
（四）全手皮肤套状撕脱伤 …… 356
第二节 手部复合伤 …… 358
一、特点 …… 358
二、手术适应证及手术时机的选择 …… 359
（一）手术适应证 …… 359
（二）手术时机的选择 …… 359
三、复合伤的处理 …… 359
（一）手及前臂部复合伤的处理 …… 359
（二）前臂部皮肤、肌肉组织缺损的处理 …… 359
（三）手及前臂部皮肤、神经、肌腱或骨关节缺损的处理 …… 361
（四）手和前臂部皮肤、骨关节缺损的处理 …… 362
第三节 手部毁损性损伤 …… 364
一、类型 …… 364
（一）挤压损伤型 …… 364
（二）撕脱损伤型 …… 364
（三）绞轧损伤型 …… 364
（四）爆炸损伤型 …… 365
二、早期处理原则 …… 365

第二十四章 手功能评定与手功能康复

第一节 手功能评定 …… 366
一、手功能损伤综合评定标准 …… 366
（一）手外观与解剖 …… 366
（二）感觉与运动 …… 367
二、臂丛损伤术后功能评定 …… 374
（一）Narakas 臂丛损伤功能评定标准 …… 375
（二）顾玉东臂丛损伤功能评定标准 …… 375
三、周围神经损伤术后功能评定 …… 375
（一）肌力恢复分级标准 …… 375
（二）感觉恢复分级标准 …… 376
（三）神经修复疗效评定标准 …… 376
（四）低位尺神经损伤功能评定 …… 376
（五）低位正中神经损伤功能评定 …… 376
四、手部肌腱损伤术后功能评定 …… 376
第二节 手功能康复 …… 377

一、心理疗法 …… 377
二、物理疗法 …… 377
（一）直流电药物离子导入疗法 …… 378
（二）音频电疗法 …… 378
（三）超短波疗法 …… 378
（四）超声波疗法 …… 378
（五）红外线疗法 …… 378
（六）水疗法 …… 378
（七）石蜡疗法 …… 378
三、运动疗法 …… 378
（一）运动疗法的运动学基础 …… 379
（二）运动疗法的方法 …… 380
四、作业疗法 …… 381
（一）作业疗法的分类和特点 …… 381
（二）手部作业疗法的设备和内容 …… 382
五、康复工程 …… 382
（一）矫形器（支具） …… 382
（二）假肢 …… 383

第一章 概 述

手是人们的劳动器官，它创造了人类的现代文化和财富，从粗笨的原始石器工具，到现代的电子、微机等高科技仪器，无不为手的制造产品和手的精化与延伸。手也是感觉器官，它是人体触觉最灵敏的部位之一，不但能感觉物体的形状，还能辨别物体的性质。盲人通过手指的触觉，可以像眼睛一样阅读盲文书籍。手还是人们的社交工具，它以握手、抚摸、手势等方式传递信息，表达感情，进行着人们之间的广泛而微妙的社交活动。手更是人体完美的一部分，完整的手，像人们的面孔一样给人以美的感觉和印象。缺失一个或一部分手指，不但给人体的完美造成缺陷，也给人的精神带来创伤。许多丧失一个或一节手指的青年人，来信迫切要求治疗，叙述他（她）们精神如何的痛苦：不敢用伤手与人握手，不愿把伤手露在外面，甚至有的因此而失恋等。手的功能具有这些特殊性，因而在手外科的处理中，要不断地更新旧的观念，不要生搬硬套一般外科和骨科的传统概念和操作方法，不断地探索研究新的方法。从精确的解剖学研究，到细微的功能修复与重建，都需要积累丰富的经验和掌握精湛的技术，才有可能对各种手部创伤的处理获得理想的效果。人们对手部创伤的处理，要求其完美程度越来越高，不但要求最大限度的恢复功能，还要求恢复其美观。这就需要每一位手外科医师对于手部创伤的认识具有不断的创造性，处理方案的设计上要有计划性，手术操作技术要有艺术性。

近10余年来，显微外科解剖学发展较为迅速，尤其对手部的应用解剖，已由宏观进展到微观，这就为进一步了解手的细微结构和精细灵巧的功能，以及对手部创伤修复的最佳手术方案的制定奠定了基础。

显微外科技术的发展和临床应用，是外科领域里的一大发展，是外科手术操作技术一次革命，使外科手术操作由宏观提高到微观，使许多过去在肉眼下不能进行的精细手术，而今在手术显微镜下获得成功。尤其是手外科的技术获得迅猛的发展，是与显微外科技术的发展有着直接的关系。

综上所述，手是人类高智能的显示器官。一切智能的思维，需通过手制造出新的成果；一切高、精、尖的仪器，也需要通过灵巧的手去操作。由于手的解剖结构较为复杂，手部创伤的处理，要求得更高。紧密结合手的解剖结构而设计手部各种创伤的最佳处理方案的书籍目前尚缺。将现代手部解剖学方面的新的研究与临床手部创伤处理的新的经验结合为一体，为手外科医师们提供解剖基础与临床应用紧密结合的参考书籍，是作者撰写本书的目的，也是一次大胆尝试。能将手的每种病损，紧密结合应用解剖的理论基础和生物力学的特点，进行检查和制定最佳手术方案，将会得到理想的效果。现就手部的结构特点和手术要点作一概述。

1. 手部皮肤　手部皮肤的解剖结构与身体其他部位的皮肤不同，有其特殊性，手的掌部和背部的皮肤也不尽相同，以适应手的功能特点。

手掌面的皮肤，由于握、捏、抓、钩等动作以及与物体直接接触的结果，解剖结构较致密，皮下脂肪组织较背侧多而呈颗粒状，

皮肤无毛，无汗腺，有许多横纹，有致密的短纤维贯穿，分成许多小隔，使掌侧皮肤与掌腱膜紧密相连。在手掌皮纹处，皮肤与深筋膜直接相连。这些结构的特点，使手掌在握物时皮肤不滑动，稳固可靠。有着丰富的神经感受器，触觉十分灵敏。同时也有较厚的角化层，可增加耐磨压性能，但影响伤口愈合，容易产生瘢痕。

手背部皮肤薄而松软，富有弹性，皮下脂肪少，有疏松的筋膜。这些特点使手指在伸屈、握拳、抓物等劳动时皮肤不感紧张。但在外伤时容易撕脱。

手部皮肤的这些特点是机体高度特殊化的结果，在皮肤缺损时，很难理想地用身体其他部位的皮肤替代。因此，清创时，应当尽量珍惜有活力的组织，切除皮缘应当以毫米计算，以决定取舍，只要存有血供的皮肤应当尽量保留。

缝合皮肤时，尽量对齐每一处的横纹，采用细针线缝合。掌侧皮肤缝合针数要密些，拆线要晚些(10～12 天)，背侧的皮肤可缝合稀疏些。如果需要其他部位的皮肤修复较大面积的创面，尤其是手掌部，应采用色泽近似，皮下脂肪较少，薄而致密并携带有神经的皮瓣，以便恢复感觉。

2. 手部肌肉和肌腱　手部肌肉可分为内在肌和外在肌，由于手功能的复杂性和灵巧性，手部肌肉较多，共有 39 块。其中内在肌 19 块，外在肌 20 块。由于拇指功能占手部的 40%以上，它单独就占有 7 块肌肉。

手部的内在肌，肌腹位于手部，肌腱短而细，是手指细小灵巧动作的动力。而外在肌的肌腹位于前臂部，有较长的肌腱延伸至腕部、掌部及手指，是手部粗壮有力动作的动力。两者协调配合，才保持了手指复杂多变、敏捷迅速的功能。

因此，在手的肌肉或肌腱损伤修复过程中，应注意到这些特点，保持其解剖对位，逐个修复，操作要精细，坚持无“创伤”原则，才能获得优良的效果。

肌腹部位的损伤，应找准每条肌肉两断端，对齐缝合。损伤严重而无生机的肌肉应予切除，缺损较多无法对端修复者，可将浅、深两组的肌肉互换对端缝合，以恢复重要功能的肌肉动力。

肌腱部位的损伤，最好每条肌腱均予精细的修复，尤其手的内在肌的肌腱，有条件者应尽力进行修复，方能恢复手指的灵巧精细的动作。肌腱断端的缝合应以简便牢靠，整齐光滑，影响血液循环小为原则。应采用细针线，在手术显微镜下进行，根据肌腱血供的特点，应采取偏肌腱的腹侧，单线细针为宜。

3. 手的血管　手的血液供应较丰富，以桡动脉和尺动脉为主在手掌部形成掌浅弓和掌深弓，然后发出指掌侧总动脉，再发出指掌侧固有动脉供应各指。掌心动脉和掌背动脉虽较细小，但它们之间吻合较丰富。掌浅弓血管较粗，以尺动脉为主与桡动脉分支形成，位于掌腱膜深面，临床意义较大，是指固有动脉的主要发源处。

腕部伤断时尺、桡动脉均应恢复正常的血供，掌浅弓部的伤断或指掌侧总动脉伤断，亦必须修复。指掌侧固有动脉也均应尽量修复，确实无条件者，亦应修复一侧，既使指背还存有较多的软组织，能够保持指远段的血供，亦不可忽视指掌侧血管的修复。只有保持足够的血供，才能恢复手指良好的外形和灵敏的感觉。

手部的静脉系统分为深、浅两层，其中浅层静脉较为丰富而粗大，是手静脉血液回流的主要通路，深层静脉多与动脉伴行。

手指背侧静脉较掌侧粗而多，是手指主要的回流静脉。

手掌背部的浅层静脉亦较掌侧粗而多。

手部静脉有较多的静脉瓣，尤其是深、浅

静脉交通支上较多而呈双瓣。

整个手的静脉的解剖结构，其血流方向是由深静脉至浅静脉，由手掌到手背，因此，手部的浅层静脉较为重要。

4. 手部神经 手部神经来自正中神经、尺神经和桡神经，以感觉神经为主，少部分支配内在肌的运动。其中正中神经和尺神经的腕以远部分是手部的主要神经。

鉴于上述手的血管和神经的解剖特点，在手的血管和神经损伤的修复过程中，要求准确对位，精良修复，尽量修复每条主要的血管和神经，才能恢复手的丰富的血供和灵敏的感觉，以及理想的外观和优良的功能。

手部神经的损伤，应在手术显微镜下采用 10～11 "0" 细针线进行精细的缝合。大、小鱼际肌的运动支，应尽量修复。更重要的是要重视手指的感觉的恢复。因此，每一指两侧的指固有神经均应修复。

5. 手骨与关节 由于手的功能需要，手的骨关节较多，共有骨 27 块，重要的关节 20 余个。如此众多的骨与关节，才能保持手的灵活多变的运动功能。由于这些关节都较浅且呈半圆形的鞍状关节或屈戍关节，周围有坚强的韧带，不仅有利于手关节的灵活运动，又能保持其较好的稳定性。

在手骨关节损伤的处理过程中，应尽量恢复其解剖对位，尽量保留关节的完整性，即使只有一端关节面完整亦应当保留，以便为后期关节功能重建创造条件。处理小儿骨关节损伤时，应特别注意骨骺的保留，不可轻易的切除骨骺和行关节融合术，以免日后生长停滞，出现畸形和功能障碍。

（王成琪）

第二章　手胚胎发生与畸形

第一节　手胚胎发生

手是身体的重要运动器官之一。主要由骨骼、肌肉、皮肤、神经和血管组成。其组织发生从受精卵开始。男女性生殖细胞结合形成受精卵之后，立即进行细胞分裂，产生的细胞叫卵裂球。以后卵裂球之间出现腔隙，形成胚泡。胚泡一端有一团细胞，叫内细胞群(图 2—1)，它是成胚原基。当胚泡植入子宫内膜后，内细胞群的细胞分化为两层细胞，分别叫内胚层和外胚层。以后外胚层的细胞增生、迁移，铺展在内外胚层之间，形成中胚层。靠近神经管的中胚层细胞增生，形成许多细胞团，叫体节(图 2—2)。外侧的中胚层叫侧中胚层。侧中胚层中出现腔隙，形成胚内体腔，于是侧中胚层被分为二层：衬于外胚层的部分，叫体壁中胚层；盖着内胚层的部分叫脏壁中胚层。第 3 周末，三胚层的胚盘开始卷褶，第 4 周即卷成桶状。外胚层包在外面，形成皮肤的表皮及其演化组织。

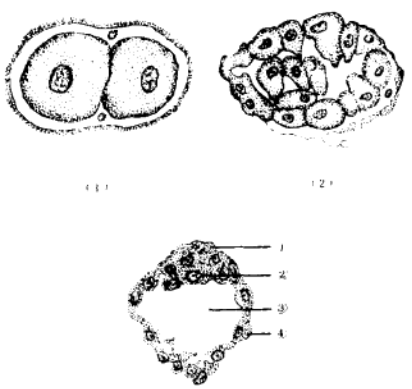


图 2—1　卵裂及胚泡形成
(1) 2 个卵裂球　(2) 胚泡开始形成
(3) 胚泡形成　①极端滋养层　②内细胞群
③囊胚腔　④滋养层

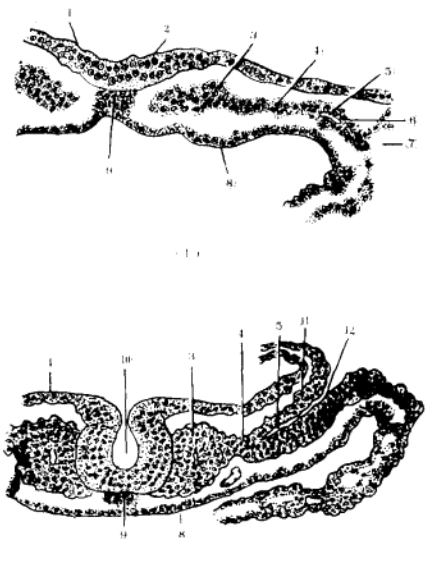


图 2—2　三胚层、体节、体壁中胚层和脏壁中胚层的形成
(1) 第三周初，三胚层及体节出现　(2) 第三周末，体壁和脏壁中胚层出现
①外胚层　②神经板　③体节　④间介中胚层　⑤胚内体腔　⑥侧中胚层　⑦胚外体腔　⑧内胚层　⑨脊索　⑩神经沟　⑪体壁中胚层　⑫脏壁中胚层

一、上肢芽的发生和手指形成

约在胚胎发育的第 26 天，在胚胎侧面，第 5～7 颈节处，中胚层组织增生，每侧各出现一个隆起，即上肢芽。于第 28 天，上肢芽已明显可见（图 2—3）。它是由该处体壁中

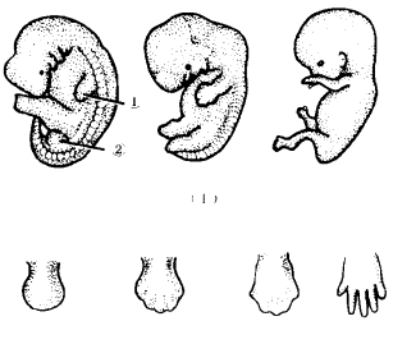


图 2—3　上肢芽发生和手指形成
(1) 上肢芽发生　(2) 手指形成
①上肢芽　②下肢芽

胚层的间充质及其表面覆盖的一层外胚层构成的。在上肢芽出现的早期，其顶部的外胚层细胞增生，形成顶端外胚层嵴，简称顶嵴（图 2—4）。顶嵴的产生直接影响着肢体的分

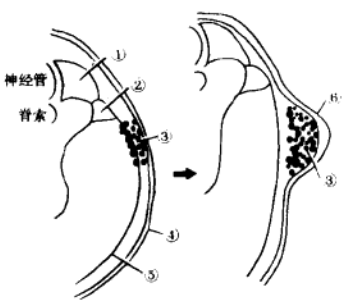


图 2—4　顶嵴的发生
①体节　②间介中胚层　③肢芽中胚层
④外胚层　⑤体壁中胚层　⑥顶嵴

化发育。有些肢体畸形首先是由于顶嵴的分化不全或损伤等因素引起的。肢体的发育从近端向远端发展。第 28～30 天，上肢芽增粗，并向体侧弯曲。第 31～32 天，上肢芽出现一缩窄环，近端圆柱形，远端扁平状叫手板（见图 2—3）。第 33 天，臂和前臂已能区分。手板也已看出腕和指板的分段结构。胚胎发育到第 35 天，上肢芽出现手指间隔痕迹。肢芽中的间充质组织密集，开始分化骨骼和肌肉组织。第 37 天时，由于骨骼和肌肉组织的发生，手指痕迹明显，手指间的结缔组织变薄，其外观如蹼状，叫蹼状手板（见图 2—3）。第 43 天左右指蹼逐渐被吸收、消失，手指分开，增大成形。

二、手骨的发生

骨骼是由中胚层分化来的。身体中的大部分中轴骨是由体节分化的。对于肢骨包括手骨在内是来自体节还是来自体壁中胚层组织，意见尚不一致。近几年来，经动物实验证明，肢骨包括手骨在内都是来自产生肢芽部位的体壁中胚层组织。手骨包括腕骨、掌骨和指骨，其发生方式和长骨一样属于软骨性骨发生。

（一）软骨性骨发生

软骨性骨发生包括软骨周骨化和软骨内骨化两个过程。前者主要形成骨领并参与骨密质的形成，使骨不断加粗；后者主要形成初级和次级骨化中心，使骨不断加长。其发生过程大致如下。

1. 软骨雏形的形成　上肢芽内在形成手指骨处间充质细胞增生形成许多细胞团，这些细胞分化形成骨原细胞。骨原细胞收回突起，分泌基质和胶原原纤维，把自己包埋于其中，改称为软骨细胞。软骨基质和纤维的折光率一致，新鲜时呈半透明状态，故叫透明软骨。其形状近似于将来形成的骨，称软骨雏形。软骨外周的间充质细胞分化形成软骨膜。软骨雏形形成后，软骨细胞继续分裂增殖，形成新的软骨细胞并分泌基质纤维，使软骨增长增粗，这叫间质性生长。软骨膜中

的间充质细胞先后分化成骨原细胞和软骨细胞，并分泌基质纤维，使软骨不断加粗，称为外加性生长。通过这两种生长方式使软骨雏形不断长大。

2. 软骨周骨化　从胚胎第3个月开始，软骨中部软骨膜内层的骨原细胞分裂分化为成骨细胞。其胞体立方形，有突起，环绕软骨的外面，分泌基质纤维，并有钙盐沉着，形成一薄层骨组织，其形状似领圈，叫骨领。骨领形成后，其周围的软骨膜改称骨膜。最初形成的骨领短而薄，以后骨领逐渐加厚，并不断向软骨的两端扩展。

3. 软骨内骨化　软骨内骨化包括初级骨化中心的形成及次级骨化中心的形成等。

（1）初级骨化中心的形成　在骨领形成的同时，被骨领包围的软骨中部，软骨细胞肥大，软骨基质迅速钙化。软骨细胞因缺乏营养而迅速变性死亡，残留大小不等的腔隙，这一区域是骨化最先开始的部位。

（2）血管侵入　骨外膜的血管连同破骨细胞、骨原细胞及未分化的间充质细胞穿过骨领，进入初级骨化中心。破骨细胞附着在钙化的软骨基质表面，形成许多皱褶，叫皱褶缘（图2—5）。在皱褶缘的周围有一环形胞质区，除微丝外其他细胞器少，叫亮区。亮区的细胞膜平整并紧贴骨质表面，形成一道“围墙”，包围在皱褶缘的四周。破骨细胞释放乳酸解离骨质中的钙盐，且释放溶酶体酶，溶解骨质中的有机成分。破骨细胞不断地溶解吸收钙化的软骨基质，形成许多小腔隙，称原始骨髓腔。骨原细胞分裂分化为成骨细胞，沿残留的软骨基质表面排列，并分泌基质、纤维，形成类骨质。成骨细胞还分泌基质小泡，其内含有大量的碱性磷酸酶、磷脂及钙盐晶体。基质小泡破裂，释放其内容物促使钙盐沉着，使类骨质变成骨质。这些不规则的骨组织叫原始骨小梁。骨小梁间的间充质分化为造血组织，充填在原始骨髓腔内。

（3）骨髓腔的形成　初级骨化中心内，原始骨小梁存在的时间很短。随着新骨小梁的形成，原始骨小梁不断被破骨细胞溶解吸收，原始骨髓腔不断扩大而融合为一个大腔，称骨髓腔，内含骨髓。以后骨领外面的成骨细胞不断在骨表面造骨，使骨干不断加粗。而骨髓腔面又不断被破骨细胞溶解吸收，因而骨髓腔不断扩大（见图2—5）。

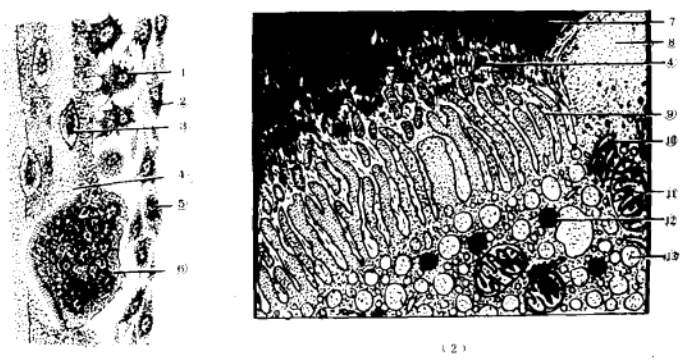


图2—5　骨发生中的细胞

（1）骨发生中的各种细胞　（2）破骨细胞超微结构

①成骨细胞　②骨原细胞　③骨细胞　④溶解中的骨基质　⑤骨原细胞分裂　⑥破骨细胞

⑦骨质　⑧亮区　⑨皱褶缘　⑩粗面内质网　⑪线粒体　⑫溶酶体　⑬吞饮泡

（4）初级骨化中心向骨骺端延伸　随着骨髓腔的进一步扩大，初级骨化中心不断向骨干两端延伸，其骺软骨继续生长。于是，自骺软骨至骨髓腔之间出现了软骨内骨化连续变化的四个区域（图 2—6）：

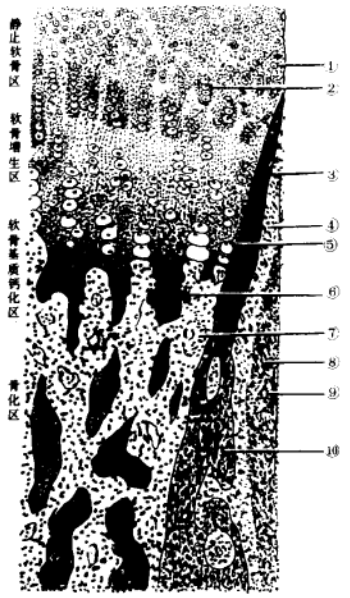


图 2—6　指骨的软骨内成骨

①幼稚软骨细胞　②软骨细胞行列　③骨领　④成骨细胞　⑤钙化的软骨基质　⑥破骨细胞　⑦初骨髓　⑧骨膜　⑨血管　⑩骨细胞

1）静止软骨区　此区内软骨细胞数量多，体积小，分化能力强。此区是典型的透明软骨区，还未受到骨化的影响。在软骨内成骨初期，此区范围较大。

2）软骨细胞增殖区　位于静止软骨区的骨干侧，是由软骨细胞增生形成的。软骨细胞较大，常见细胞分裂相。细胞连续分裂，沿着骨的长轴排成纵行，这是软骨的生长区。由于软骨细胞的繁殖和基质的增加，使骨逐渐加长。

3）软骨基质钙化区　此区位于软骨细胞繁殖区近骨干侧。软骨细胞不再进行细胞分裂，体积变大，核呈固缩状态，胞质呈空泡状。电镜下可见空泡为基质小泡。基质小泡破裂后，释放其内的碱性磷酸酶、磷脂等，促进钙盐沉着。

4）骨化区　此区近骨髓腔。骨髓腔的血管连同破骨细胞、骨原细胞及间充质细胞侵入钙化的软骨基质，破骨细胞溶解吸收软骨基质，形成纵行隧道。骨原细胞分化为成骨细胞，排列在残留的钙化软骨片表面，产生骨质，形成骨小梁。这样的骨小梁不断形成，又不断被吸收改建，使骨干不断增长。骨髓腔也渐向两端扩展变大，腔内充满红骨髓。腔内的间充质细胞增生并贴近骨干的骨髓腔面，形成一薄层结缔组织膜，叫骨内膜。

（5）次级骨化中心的出现　次级骨化中心出现的时间差异较大，数量也不相同。长骨一般在出生前后出现，位于长骨两端的软骨中，而手骨则在生后出现。尽管不同骨出现次级骨化中心的时间和数量不同，但其变化过程相同，皆与初级骨化中心的成骨过程相似。次级骨化中心内顺次出现软骨细胞分裂繁殖、软骨细胞肥大、细胞周围基质钙化和软骨细胞变性死亡。血管及破骨细胞等侵入次级骨化中心，破坏钙化的软骨基质，从而出现许多不规则的腔隙。成骨细胞在残留的软骨基质表面生成骨组织，成为原始骨小梁。许多骨小梁不规则排列，即为原始骨松质。以后，上述成骨过程自次级骨化中心向周围扩展，以致骺软骨大部分被骨松质代替。原始的骨松质经不断地吸收和改建，形成板层骨构成的骨松质。仅在关节面保留一层软骨，终生存在，称为关节软骨。在骨骺和骨干交界处保留的一层软骨称骺板。在骨生长尚未停止之前，骺板软骨继续保持着增生能力，借此可增加骨的长度。直到青春期，骺板软骨失去增殖能力，完全被骨组织代替。此时，骨骺和骨干完全愈合，称为干骺闭合。从此，骨停止生长。

（6）哈佛氏系统的形成　在骨发生过程中，最初形成的骨组织疏松，纤维散乱，含有较多的骨细胞，支持能力极差。一般认为，约在出生一年后，才开始形成哈佛氏系统即骨单位，形成了真正的密质骨，增强了骨的支持能力。最近有人报道，胚胎时期即发现存在原始的哈佛氏系统，只不过哈佛氏骨板层数较少，形态不规则，哈佛氏系统数量也少。哈佛氏系统的形成是由一端开始，向另一端进展（图 2—7）。先由破骨细胞破坏原有的骨组织，形成一些纵行隧道。在隧道最宽处出现一转变区，此处破骨细胞消失。来自骨干表面或骨髓腔面的血管随同骨原细胞穿行其中。骨原细胞增殖分化为成骨细胞，贴附于隧道的内壁排列成层，分泌基质纤维形成类骨质，并钙化形成骨板。骨板由外向内逐层增加，呈同心圆排列，叫哈佛氏骨板，缩小的纵行隧道，形成哈佛氏管（又叫中央管）。两者共同构成哈佛氏系统。哈佛氏系统形成之后，中央管内则无成骨细胞，仅衬有一层扁平的骨原细胞。这样，新的骨单位不断形成，旧的骨单位不断被分解吸收，残留的不完整的哈佛氏骨板即为间骨板。

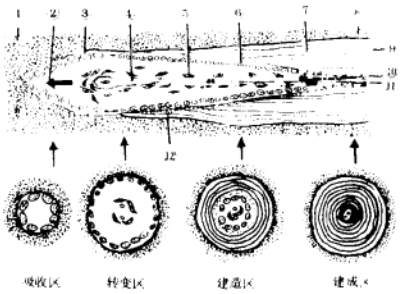


图 2—7　哈佛系统的形成过程

①骨质　②吸收腔　③破骨细胞　④毛细血管　⑤骨原细管　⑥成骨细管　⑦骨板　⑧粘合线　⑨骨板　⑩骨内膜　⑪毛细血管　⑫类骨质

（二）手骨次级骨化中心出现时间

手骨初级骨化中心出现不迟于胚胎第 12 周，而次级骨化中心则在生后出现。通常用放射照像方法测定其出现的时间、大小、数目及合并情况，以作为对骨骼发育情况的评价。每块腕骨只有一个骨化中心，其出现时间见表 2—1。

表 2—1　腕骨骨化中心的出现时间

	男性出现时间	女性出现时间
头状骨	初生～1 岁	初　生
钩　骨	初生～1 岁	初生～1 岁
三角骨	2～6 岁	2～4 岁
月　骨	3～7 岁	2～5 岁
舟　骨	5～7 岁	4～5 岁
大多角骨	4～7 岁	3～5 岁
小多角骨	4～10 岁	3～5 岁
豌豆骨	10～16 岁	9～14 岁

（宗铁生·人体胚胎学）

掌骨的初级骨化中心位于掌骨体，于胚胎第 9 周出现。每块掌骨有一个次级骨化中心，位于第 1 掌骨底及第 2 至第 5 掌骨头，男性出现于 3～6 岁，女性出现于 2～4 岁。掌骨底与掌骨体愈合的时间男性为 16 岁，女性为 15 岁。掌骨头与掌骨体愈合的时间男性为 17 岁，女性为 16 岁。

指骨有初级和次级两个骨化中心。初级骨化中心位于指骨体，近节至远节指骨的初级骨化中心分别出现在胚胎第 10 周、11 周及第 8～9 周。次级骨化中心位于指骨底，其出现时间见表 2—2。

表 2—2　指骨次级骨化中心出现时间

	男性出现时间	女性出现时间
示、中、环指的近节指骨	2～3 岁	1～3 岁
小指的近节指骨	3～5 岁	2～3 岁
拇指的近节指骨	4～5 岁	3～5 岁
示、中、环指的中节指骨	3～5 岁	2～4 岁
小指的中节指骨	4～7 岁	2～4 岁
拇指的远节指骨	2～5 岁	1～4 岁
中、环指的远节指骨	3～5 岁	2～5 岁
示、小指的远节指骨	4～7 岁	2～5 岁

（宗铁生·人体胚胎学）

三、手部关节的发生

手部关节属于滑膜性关节，它是由相邻

两骨之间的间充质分化而成。在软骨雏形形成的同时，在两骨之间和其周围的间充质细胞增生，密集排列。软骨周围的间充质分化成软骨膜，软骨之间的间充质是将要形成关节的部位（图 2—8）。当骨干骨化时，两骺软骨

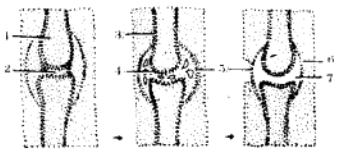


图 2—8　关节的形成过程

①软骨　②中间区　③软骨膜　④软骨形成层
⑤滑膜间充质　⑥纤维层　⑦关节腔

之间的间充质逐渐变薄，以后随着间充质细胞的退化和被吸收，其中出现小腔并逐渐汇合成大腔即关节腔，关节腔形成之后，其周围的间充质增生，形成关节囊和关节韧带。关节囊是由两层组织构成，外层叫纤维层，主要由平行排列和交错排列的胶原纤维组成，其两端与骨膜纤维相连续，有维持关节稳定的作用。内层叫滑膜层，为一薄层结缔组织，其中含有较多的细胞成分。滑膜层除构成关节腔内壁外，随着胚胎的发育逐渐被覆于关节内韧带的表面。在关节软骨周缘，滑膜细胞转变过渡为软骨细胞。胚胎后期滑膜层可辨认出两层，即细胞性内膜层和内膜下层。细胞性内膜由 1～4 层滑膜细胞组成，细胞之间有散在的纤维和无定形基质，构成了关节囊平滑的内表面。滑膜细胞可分泌透明质酸等滑液成分和形成胶原纤维，还能吞噬滑膜腔中的细胞碎片。内膜下层含有丰富的血管、神经和与表面平行的胶原纤维、弹性纤维及结缔组织细胞。滑液中的液体、电解质等是由滑膜的内膜下层血管渗出的。

关节韧带开始较细，在胚胎发育过程中，间充质细胞不断形成新的胶原纤维，加入韧带之中使其韧性逐渐增强。韧带中部分纤维束的末端埋入关节附近附着处的内部，使构成关节的骨骼保持适当的位置。

四、手部肌肉的发生

手部肌肉的发生来源曾是一个长期争论的问题。有人认为它来自体节的生肌节，也有人认为来自肢芽内的体壁中胚层。为此，一些学者做了大量动物实验。Mclachlan 等（1979）把相当于鸡胚翼部的体壁中胚层和外胚层分离出来进行移植，发现移植物发育形成的鸡翼内有骨骼肌组织。因此，他们认为鸡翼内的肌肉组织是由原位的间充质分化而来，即来自鸡翼部的体壁中胚层，而不是来自生肌节。但是，对于高等脊椎动物手部肌肉的发育仍不十分清楚。一般认为不是从生肌节的细胞迁移来的，而是由肢芽内原位的间充质分化发育而成。

胚胎发育到第 8 周至第 9 周时，手指内将要形成肌纤维的部位，间充质细胞开始增大伸长，形成成肌细胞（图 2—9）。此细胞核较大，染色较淡，核仁明显，胞质内含有丰富的核蛋白体。以后细胞质内出现蛋白质颗粒，沿细胞长轴呈线状排列，形成肌原纤维。成肌细胞由梭形逐渐延长，以后聚集成平行排列的细胞束，其间的细胞膜融合消失，细胞核成行排列于细胞的中央，此种大细胞称为肌管。以后肌管外周的蛋白质颗粒继续形成肌原纤维。随着肌原纤维的增多，细胞核逐渐向细胞周围迁移，贴近于细胞膜的内侧。胚胎第 3 月末，肌原纤维出现明暗相间的横纹。到出生时，骨骼肌纤维已具有成体骨骼肌纤维的一切主要特征，但比成体肌纤维细，细胞核较圆，而且不很贴近肌细胞膜，暗带也不如成体的显著，所以，看上去横纹比较细。

出生后，随着个体的发育，骨骼肌纤维不断生长。但是，骨骼肌纤维的数量并不增多，仅仅是肌细胞增长增粗。一般认为，生后骨骼肌纤维长度的增加，是由于新肌节产生，而不是原来的肌节变长所致。

手部肌肉的正常发生和分化是在神经的诱导下和在胚胎场(embryo field)的作用下进行的。实验证明，若去掉脊神经，或者把此处的间充质组织移植到别处，就不能分化出手部特定的肌肉，更无从谈起按预定位置生长了。实际上，肢芽一形成，神经就长入其中，并和肢芽中分化着的间充质建立了密切的联系。神经和分化着的肌细胞之间的早期接触，是肌肉组织的正常分化和功能完善的关键因素之一。只有当神经长入肢芽原基，肌细胞才开始分化。手部肌肉的变异和缺失与脊神经的发育不良有关。一块或几块肌肉变异或缺失，常不引起明显的功能异常，临床意义不大。但是，肌肉缺如往往伴有其他严重畸形。

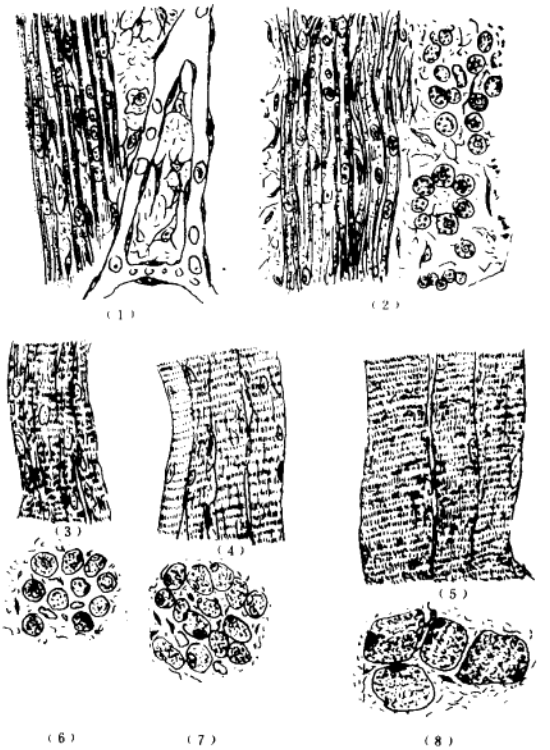


图 2—9　骨骼肌组织发生

(1)8～9周　(2)10周　(3)20周　(4)足月胎儿　(5)成年　(6)～(8)为(3)～(5)的横切面

五、手部血管的发生

手部的动脉起源于肢芽发生部位相应体节的节间动脉。节间动脉的外侧分支构成肢芽内的血管丛，它们沿着肢体的长轴生长。以后在血液流体力学的影响下，一些血管因血流减少而退化消失；而另一些血管血流量越来越大，逐渐合并变粗，分化为上肢的轴动脉，即锁骨下动脉。左、右锁骨下动脉的来源不同。左侧锁骨下动脉起源于左侧第 6 节间动脉，右侧锁骨下动脉则由右侧第 7 节间动脉、右侧第 4 弓动脉及右侧部分背主动脉共同演化而成。锁骨下动脉进入上肢芽后，靠近正中神经走行。在其行进过程中，除发出一些小支外，主干延续为腋动脉、肱动脉、尺动脉和桡动脉。尺动脉和桡动脉在手掌部吻

合形成掌浅弓和掌深弓。

上肢静脉是由上肢芽的边缘静脉形成的。随着手板的出现，上肢轴前缘的边缘静脉逐渐汇合成手部浅静脉，在手背形成手背静脉网。由此网上行逐渐汇合成两条大的浅静脉即头静脉和贵要静脉。以后，随着胚胎的发育，手指分开，在各指背面形成两条互相吻合的指背静脉，到指根附近汇合成数条掌背静脉，于手背中部注入手背静脉网。

六、手部神经的发生

约在胚胎发育的第 26 天，上肢芽刚一出现，脊神经即长入其中。这些神经来自颈下段和胸上段脊神经的前支。开始，它们以分散的小束长入肢芽的背侧和腹侧。以后，随着上肢芽的生长和转位，这些分支汇合成较大的神经束即臂丛。臂丛分为内侧束、外侧束和后束。内侧束和外侧束以支配屈肌群为主，而后束以支配伸肌群为主(图 2—10)。

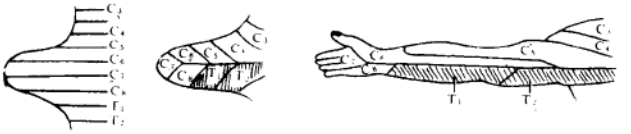


图 2—10　手部神经来源及皮神经分布

第二节　手部先天性畸形

手部先天性畸形较为常见，其发生率为 1/531。畸形表现多样，严重的畸形直接影响手的功能，给病人带来诸多不便，大部分病人要求手术。了解畸形的胚胎发生过程、分类及病因，对于制定合理的手术方案，使畸形的手最大限度地发挥功能至关重要。

一、畸形分类

为了提供一个良好的治疗基础，制定一个较为确切的分类标准是十分必要的。但由于畸形的种类很多，有的一种畸形涉及到多种组织损害，因此，十分确切的分类几乎是不可能的。现行的 Swanson 分类法(1976)将其分为七类。①肢体部分形成障碍(failure of formation of parts)，如缺指畸形；②肢体分化障碍(failure of differentiation of parts)，如并指畸形；③重复畸形(duplication)，如多指畸形；④过度生长(overgrowth)，如巨指畸形；⑤发育不全(undergrowth)，如短指畸形；⑥先天性缩带综合征(congenital constriction band syndrome)，如先天性肢体环状狭窄；⑦骨骼畸形(generalized skeletal abnormalities)，如手部软骨发育不全。

二、畸形病因

手部先天性畸形的病因可能与两个主要因素有关，即内因——遗传因素，外因——胚胎所处环境的影响。一般认为，20%的畸形是由于遗传，20%是单纯由外环境影响所致，剩余部分可能是上述两种因素相互作用的结果。

在遗传因素中，Apert 综合征所致的简单的短指畸形和 Holt－oram 综合征引起的手部畸形是单纯遗传因素造成先天性畸形的典型例子。

从胚胎发育的过程来看，上肢基本成分的形成主要在胚胎早期，从第 3 周开始至第 7 周已基本形成。因此，胚胎所处的环境在头三个月对其生长和发育的影响是关键性阶段。目前，从临床和实验观察已知致畸的环境因素有：①母亲的营养，如铜、碘、维生素 A、B_2、D 等缺乏；②化学因素，如大量使用某种抗生素和化学药物。1956～1962 年在中欧很

多早孕妇女由于服用酞胺呱啶酮(Thalidomide),致大量胎儿畸形,尤以上肢为多;③放射线,如频繁X线照射;④内分泌因素,如糖尿病产物的影响,可使先天性畸形的发生率增加5～7倍;⑤感染,如早孕妇女患流行性蔷薇疹,胎儿致畸率高达40～80%;⑥创伤,母亲的严重创伤可增加畸形的发生率。

由于很多先天性畸形在治疗上十分困难,了解上述可能的致畸因素,尽量予以避免,可以减少先天性畸形的发生率。

三、常见先天性畸形

多指畸形　多指为最常见的手部先天性畸形,可为单发多指,也可以是多个手指长出多余手指。单侧性多指多发生于拇指桡侧,双侧性多指常发生于小指尺侧,很少长在中间。多指可与并指同时发生。多指的形状和结构各不相同,有的仅为球状小肉赘,有的则发育十分完善。多指畸形系显性遗传(图2—11)。

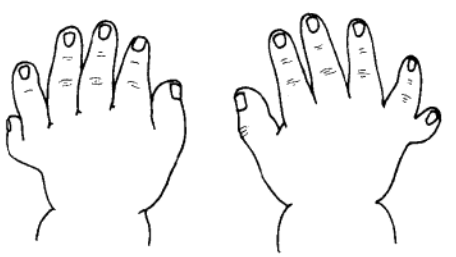


图2—11　多指畸形

蹼样指　是手部常见的畸形之一。这种畸形多是由于两个或多个手指之间的皮肤未能分离,而其指骨分离,且发育良好。正常情况下,手板形成之后,手板内的间充质密集,形成手指的雏形。而手指雏形之间的间充质逐渐变薄,退化消失。如果手指间的组织没有退化消失,就会形成蹼样结构(见图2—3)。此畸形手术处理简单。其发生与遗传有关。

并指畸形　并指畸形是最常见的手畸形之一。并指的表现多样,两个手指并指,也可3个、4个或全部手指并指。有的仅在指根部部分并指,表现为指蹼短浅;有的表现为手指末端并指;有的则是间段性并指。从组织发生的角度分为两种,即软组织并指和骨性并指。软组织并指又叫皮肤性并指,其并指的手指骨之间几乎没有皮肤,软组织也很少,但指骨不融合;骨性并指是并指的指骨融合为一体,如尖头并指畸形,2～3个残指融合为一体,外形呈锥状。此畸形常伴有其他畸形,又叫阿佩尔氏综合征(Aperts syndrom),是常染色体显性遗传所致(图2—12)。



图2—12　并指畸形

拇指3节指骨畸形　此畸形有两种情况,一是该拇指像其他手指一样有3节指骨,较长,但没有鱼际肌,故无对掌功能。第1掌骨的次级骨化中心同其他掌骨一样在掌骨头。二是拇指近节指骨与远节指骨之间有一楔状指骨,因此,拇指呈角状,故又称角形拇指畸形。角形拇指畸形的鱼际肌完整,对掌功能良好。其发生原因,有人认为是返祖现象,现在一般认为是常染色体显性遗传所致。

复拇指畸形　这是多指畸形的一种,其表现多样,有的具有两个近乎正常的拇指;有的一个拇指近乎正常,而另一个拇指细小而浮动;还有的仅在拇指末节分支为二,或者仅甲床较正常变粗(图2—13)。

拇指长指骨畸形　此种病人拇指较长,X线显示只有两节指骨,但较长。

扳机拇指畸形　此畸形表现是拇指指间关节伸直障碍,拇指呈扣扳机状,故叫扳机拇



图 2—13　三节型拇指多指畸形

指畸形。这是由于拇屈肌腱轻度增厚，使腱鞘相对狭窄，造成肌腱远端血液循环障碍、水肿，导致拇指指间关节不能伸直。但是，肌腱和腱鞘光滑，滑液正常。根据此点，可与风湿性腱鞘炎等引起的扳机指相区别。有人报道，掌指关节的韧带挛缩或肌腱发育不良，致使关节不能伸展，是引起扳机指的重要原因。此病与遗传因素有关。有一病例，家庭四代中有6例扳机指病人。

拇指发育不全　此畸形表现为拇指瘦小、浮动，伴有鱼际肌缺如。此种拇指发育不全与第1掌骨缺如或发育不全有关。

拇指内收屈曲畸形　此畸形表现为拇指呈内收屈曲状。这在手的先天性畸形中是相当常见的。其原因是拇指的屈肌和伸肌力量不平衡所致。具体地讲，有的是拇短伸肌力量薄弱，有的是拇长伸肌力量较弱；有的拇短屈肌挛缩；还有的表现为第1骨间背侧肌挛缩。此种病常有明显的家族史，故认为该畸形与遗传有关。患拇指内收屈曲畸形的病人，还伴有其他手指的屈曲畸形，这是由于神经及肌肉病变引起的关节轻度或重度弯曲畸形。

手指屈曲畸形　其表现是手指屈曲，常见于双侧。单侧屈曲指常发生于右手。手指屈肌腱异常附着或缩短，屈肌或伸肌肌力不平衡，是造成手指屈曲畸形的主要原因。此病也与遗传有关，一般认为是常染色体显性遗传所致。

短指畸形　1个至多个手指较短。其发生原因是骨发生过程中，软骨内骨化受干扰所致。在胚胎阶段，早期的指骨发生和生长均正常，但中期指骨的骨化生长发生障碍，使指骨变短，手指也变短。常与形体矮小伴随发生，其发生原因是常染色体显性遗传所致(图2—14)。

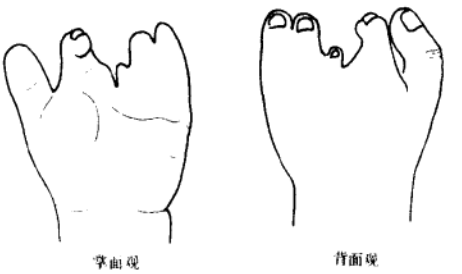


图 2—14　短指畸形

无手或无指畸形　患者仅有手掌部而无手指，或既无手指也无手掌，故叫残肢畸形。此畸形发生原因一般认为是母亲服用反应停(thalidomide)的结果。因为在此药流行之前很少看到此种畸形。

手指发育不全　此畸形表现为手掌远侧有球状软组织突起，其长短不等。有的突起基部有缩窄沟，但无指甲存在。通常发生于单侧手，可累及每个手指，但拇指被累及的频度较大。其原因是指骨发育不全，是母亲怀孕期间服用某些化学药物所致(图2—15)。

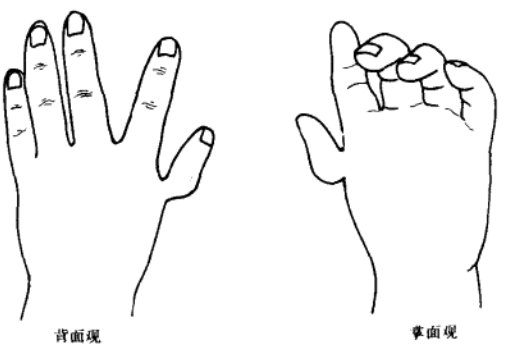


图 2—15　拇指发育不全

爪状手　手指呈爪状，手指关节的伸展性受到限制，环指和小指屈曲，手的宽度大于长度。此病为遗传代谢性疾病，是由于细胞内一种不正常的物质堆积，影响了骨骼和软组织的代谢。虽然代谢障碍出生时即有，但大部分症状后来才出现，如肝脾肿大、智能低下和其他骨骼系统的异常等，故叫 Hurler 氏征候群，又叫多发性骨发育不全。

先天性巨指症　此症表现为一个或几个手指粗大，也可能伴有肢体其他部分增大。按其表现分为两种，一是生来就有的，二是生后逐渐形成的，但其病因都是先天性的。出生就有的巨指症，是由于局部组织对各种生长因子的敏感性增加，使巨指中的间充质组织过度增生，脂肪组织增加。骨骼和肌肉也较正常粗大。许多学者提示，神经的过度发育与巨指的产生有关。Klikian 等在实验中发现巨指中神经丰富。由于局部组织过度增生，往往产生肢体弯曲畸形(图 2—16)。后天性局限性手指粗大多由于局部的血管、神经及淋巴管发生异常所致，如家族性肢体淋巴水肿(密勒氏病)就是其中一例。

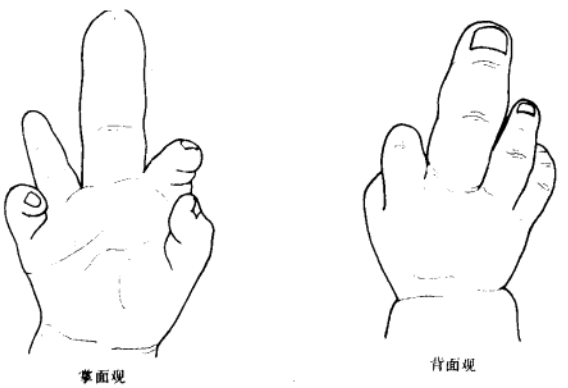


图 2—16　先天性巨指症

裂手畸形　此畸形手常纵裂为两部分，恰似龙虾钳，故又叫龙虾钳手(图 2—17)。其发生原因是胚胎发育过程中，手原基中排纵裂发育不良，中指缺失，与其相连的第 3 掌骨也可能缺失，而桡侧及尺侧的手指发育正常。这种情况的分裂手最为常见。有的可出现 3 个手指缺如，即示指、中指及环指均未发育，形成环形手。极罕见的情况是 4 个手指缺如，部分掌骨也缺如，只存在拇指或小指。

桡侧缺如畸形手　其表现是手向桡侧偏歪，尺侧呈弓形弯曲(图 2—18)。这是由于桡骨部分缺失或全部缺失所致。其发生原因是胚胎发育过程中，上肢芽的顶端外胚层嵴发育异常。有人做实验，去除鸡胚上肢芽顶端的外胚层嵴，鸡的翅膀发育畸形，形如人的桡侧缺如畸形手。此病以纵裂缺如为特征，有的桡骨缺如同时伴有桡侧腕骨及掌骨缺如，也可能伴有桡侧手指缺如。在桡骨及腕骨均缺如

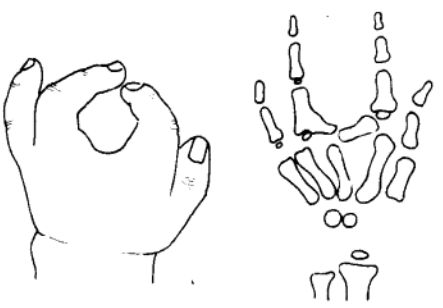


图 2—17　裂手畸形

(1)裂手畸形外形　　(2)X 线所示

的患者，手向桡侧侧屈成角畸形，形如匙状。这样，尺骨呈弓形弯向桡侧，同时腕关节向桡侧脱位。这类畸形不仅存在有骨的变化，而且桡侧的肌肉、肌腱、血管、神经以及软组织均有畸形。

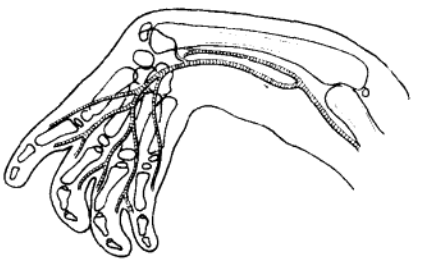


图 2—18　桡侧缺如畸形手

尺侧缺如畸形手　此畸形与桡侧缺如畸形手相反，手向尺侧偏歪，桡侧呈弓形或角状弯曲。这是由于尺骨部分缺如或全部缺如所致，有的还伴有尺侧腕骨、掌骨或手指的缺如。尺骨的缺如多在远端。如果尺骨近端缺如，常伴有远端尺桡关节融合。如果尺骨全缺如，则伴有桡骨与肱骨骨性融合畸形。此病例较桡侧缺如畸形手少见。其病因尚不十分清楚(图 2—19)。

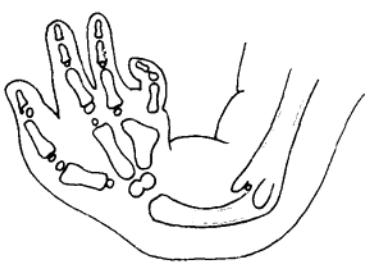


图 2—19　尺侧缺如畸形手

手指关节粘连畸形　一个或多个关节强直，不能活动。关节处皮褶消失。此畸形常伴有尖头并指畸形、巨指畸形或并指短指畸形。这是由于在胚胎发生阶段，相邻指骨之间发生关节的部位，间充质组织未被吸收，故没有形成关节腔，而是被致密的结缔组织和韧带连接起来；另一种情况是关节腔已形成，但是关节韧带和软骨的生长压力失调，造成关节软骨生长过度，表面不平，以致相邻的软骨紧靠在一起或生长在一起，造成关节不能活动。此畸形在家族中反复出现，故认为与遗传有关。

手指关节发育不良　其主要症状是受累的关节不稳定，可左右前后活动，不易固定位置。可以发生于一个关节或几个关节。若多个关节受累，可致持握功能障碍，甚至功能丧失。拇指关节发育不良相当少见，但一旦发生，对手的功能影响最大，使手的握力大大减小，对掌功能丧失。此畸形是在骨的发生过程中，关节周围韧带发育异常，或者关节周围结缔组织发育不良，造成关节周围支持组织薄弱。一般认为关节周围组织发育不良是软骨和骨的干扰引起的。

手部软骨发育不良　其表现是手指增粗变短，有的是结节状凸出，外观呈串珠状。有的出现腕关节脱位和偏斜，腕关节呈内收或外展状态。这是软骨发育不良所致，可能是隐性遗传性疾病。胚胎阶段，软骨雏形形成之后，经过骨化，部分软骨仍遗留下来，位于干骺端或骨干部，这些软骨不再继续骨化。出生后，残留的软骨又开始增生，形成软骨细胞团，叫软骨瘤。以后，软骨瘤组织可以变性成透明胶冻状，当这些变性组织被吸收后，形成空腔。显微镜下可见到不规则的软骨片，其内主要成分是成熟的软骨细胞，伴有钙化的软骨基质，周围有结缔组织包绕。软骨瘤的最常见生长方式是自骨髓腔向周围生长，使周围骨密质逐渐变薄并向外突出，有时可向一侧突出。少数病变位于骨膜下或骨密质表面。此病多发生于手的指骨和掌骨，凡是软骨性成骨的骨骼均可发生。此病病程缓慢，一般多在儿童时期出现症状。

先天性肢体环状狭窄　又称沟槽样手，表现为肢体的环状狭窄。它可产生于上肢或

下肢。其发生原因可能是在胚胎阶段，肢体局灶性缺血，导致缺血部位的软组织生长障碍。由于局部软组织缺乏，而形成环形深沟，骨质也常受累而发生异常，严重者需远端截肢。实验证明，在妊娠第5～6周时，子宫肌肉若过度收缩，可导致胎儿局部缺血(图2—20)。

蜘蛛指　患者手指纤弱细长，手指呈钩状屈曲，像是蜘蛛的腿，故叫蜘蛛指。X线显示指骨、掌骨都特别细长，指间关节稍屈，这可能是因为掌骨、指骨的长度超过屈肌腱长度所致。患者的其他骨骼也特别细长。此病为显性遗传所致。一些散发病例可能是基因突变引起。此病人常伴有发育迟缓、痴呆、先天性心脏病等。



图2—20　先天性肢体环状狭窄

(李盛芳)

第三章　手部表面解剖学

手部表面解剖学的目的是通过观察和触摸手部表面的皮肤标志、骨性标志、肌性或腱性标志，了解必要的测量数据，为手部疾病的诊断和手术操作时确定部位、方向、角度及深度提供参考依据。

第一节　手部表面标志

手部表面标志包括皮肤标志、骨性标志、肌性和腱性标志。这些标志在手处于不同状态时显露程度不同。因此，在检查时可通过运动不同的关节使某些标志更加显著。

一、皮肤标志

在腕部掌面可见三条横行的皮肤皱纹，即近侧横纹、中间横纹和远侧横纹。近侧横纹较为恒定，与尺骨小头约在同一水平。中间横纹平桡、尺骨茎突的连线，也相当于桡腕关节线。远侧横纹最为明显，约与腕横韧带近侧缘相当，也与腕横关节的最高点平齐。由于腕部皮肤皱纹的存在，在该区不宜作与皱纹垂直的切口，以免形成挛缩性瘢痕，影响腕的背伸活动。

手掌部掌面皮肤有三条较为明显的掌纹，即掌近侧横纹、掌中间横纹和掌远侧横纹。这些横纹犹如手掌皮肤的“关节”，分别适应各个手指的活动（图 3—1）。掌近侧横纹又叫鱼际纹，斜行于鱼际尺侧，由掌近侧缘的中份向第 2 掌指关节方向走行，该横纹可适应拇指单独活动的需要。掌中间横纹通常从第 2 掌指关节平面向内走行达小鱼际外侧缘，该横纹主要适应示指活动的需要。掌远侧横纹从第 2 指蹼近侧 1.5cm 处向内横行至掌尺侧缘，该横纹适对第 3～5 掌指关节线，在掌指纹近侧约 2cm。掌远侧横纹可适应中指、环指和小指活动的需要。正常情况下手指在屈曲时指腹的远端可触及掌远侧横纹，临床上可以此标准了解手指屈曲受限的程度。



图 3—1　掌纹

①掌远侧横纹　②掌中间横纹　③掌近侧横纹　④腕横纹　⑤指横纹

手指的掌面有数条横纹，即近侧横纹、中间横纹和远侧横纹，各横纹均与皮下的屈肌腱纤维鞘紧密相连。横纹的两端为手指掌侧、背侧的交界处。近侧横纹也叫掌指纹，与指蹼边缘平齐，不要误认为正对掌指关节线。中间横纹正对近侧指间关节线。远侧横纹位于远侧指间关节线稍上方。这些横纹可适应指间关节的屈曲运动。在手指背面的近侧和远侧指间关节处均有数条横纹，以适应指间关节的背伸。

指蹼是手掌远侧缘相邻指根部之间掌、背侧皮肤相互移行所形成的皮肤皱襞，平近节指骨的中部。指蹼的边缘与手掌侧皮肤在同一平面上，而与背侧皮肤则形成一斜面，这

一特征在行指蹼成形术时应予考虑。

拇指与示指之间的指蹼较大，称为虎口。虎口的宽度和深度对于拇指的活动度，特别是对拇指的外展和对掌尤为重要。正常情况下，如拇指充分外展使虎口开大，此时拇指尺侧缘与示指桡侧缘间的角度将大于 90°，当虎口发生疤痕挛缩畸形时该角度将不同程度地缩小，影响拇指的功能，因此必须进行修复与重建。

二、骨性标志

在腕部远侧横纹的外侧可触及舟骨结节，舟骨结节稍远侧为大多角骨结节，二者构成腕桡侧隆起。在远侧横纹的内侧可触及豌豆骨，豌豆骨的稍远侧为钩骨钩，二者构成腕尺侧隆起。桡侧隆起和尺侧隆起作为腕管两侧缘，与腕横韧带和腕管沟共同构成腕管。

豌豆骨上有尺侧腕屈肌腱附着，当屈腕并稍向尺侧倾斜时，豌豆骨可稍向侧方移位，容易触及，因此，豌豆骨是腕掌侧最重要的骨性标志之一。

桡骨和尺骨下端均可触及。在腕背中点稍外侧，桡骨背侧结节向后突出，桡骨骨折行髓内针固定术时常以此结节作为进针的标志。

桡骨茎突比尺骨茎突低且靠前，二者高度相差约 1.25cm，桡骨远端骨折时这种位置关系发生改变。前臂处于半旋前位时，尺骨茎突更为突出。尺骨头比桡骨远端小得多，故尺骨头仅占腕部横径的内侧 1/3，而桡骨则占外侧 2/3。

在手背面，掌骨和指骨位于皮下，易于触及，当屈掌指关节时，掌骨头明显可见。

三、肌性和腱性标志

当用力握拳并屈腕时，在腕部掌侧可看到前臂屈肌腱形成的数条纵行隆起。在桡动脉搏动处的桡侧为肱桡肌腱，尺侧由外向内依次为桡侧腕屈肌腱、掌长肌腱、指浅屈肌腱和尺侧腕屈肌腱（图 3—2）。正中神经位于桡侧腕屈肌腱与掌长肌腱之间的深面或掌长肌腱的深面。尺动脉和尺神经则介于指浅屈肌腱与尺侧腕屈肌腱之间，向远侧经豌豆骨外侧入掌。在尺动脉表面有一层较坚韧的筋膜覆盖，故不易摸到搏动。

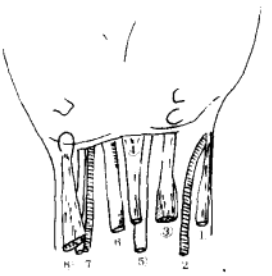


图 3—2　腕部腱性标志

①肱桡肌腱　②桡动脉　③桡侧腕屈肌腱　④掌长肌腱　⑤正中神经　⑥指浅屈肌腱　⑦尺动脉、神经　⑧尺侧腕屈肌腱

在手掌掌侧面的桡侧，由以鱼际肌为主形成的隆起叫鱼际，在尺侧，由以小鱼际肌为主形成的隆起叫小鱼际。手掌中间呈三角形的凹陷叫掌心，其深面有较大的血管、神经、指屈肌腱、蚓状肌和骨间肌等。当正中神经损伤时，可造成鱼际肌瘫痪、萎缩，出现鱼际平坦。当尺神经损伤时可造成小鱼际肌、骨间肌等瘫痪、萎缩，出现小鱼际平坦，掌骨间隙加深。

在手腕的背侧，自桡侧向尺侧可以辨认出拇长展肌腱、拇短伸肌腱、拇长伸肌腱和指伸肌腱。拇指伸展时，拇指伸肌腱在拇指背面直至远节指骨底均可摸到。其余各指伸展时，可清楚地看到指伸肌腱走向各指。当拇、示指相互靠拢时，在第 1 掌骨间隙可见到由第 1 骨间背侧肌形成的隆起。

在拇指外展且背伸时于桡骨下端背面可见一凹陷，此为解剖学鼻烟窝，窝之外侧界

为拇短伸肌腱和拇长展肌腱，内侧界为拇长伸肌腱，窝底为手舟骨、大多角骨及第1掌骨底（图3—3）。桡骨茎突位于窝内，桡动脉经此窝至第1掌骨间隙。头静脉是鼻烟窝内浅层结构中的重要内容之一，其行程由内向外斜跨桡侧的腕长伸肌腱，继而上行。手舟骨骨折时鼻烟窝处有压痛，该骨手术时由此处进入，应注意勿伤及桡动脉和头静脉。

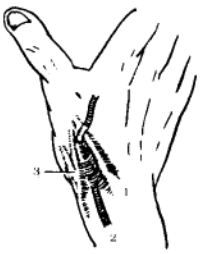


图3—3　鼻烟窝

①拇长伸肌腱　②头静脉　③拇短伸肌腱和拇长展肌腱

第二节　手部活体测量

早在1966年何光篪等曾对汉族人的手作了较详尽的活体测量，取得了丰富的测量数据。此后吴晋宝等（1986）利用图像仪进一步完善了该项工作，充实了测量数据。

一、手指测量

手指长度的测量数据见表3—1。

表3—1　手指长度（cm）

		拇指	示指	中指	环指	小指
男	（何光篪）	6.03	6.99	7.86	7.42	5.89
	（吴晋宝）	6.09	6.85	7.92	7.47	5.95
女	（何光篪）	5.60	6.61	7.40	6.94	5.48
	（吴晋宝）	5.62	6.60	7.49	7.08	5.68

在各指中，以中指最长，其次为环指和示指。左右侧相应各指长度无显著性差异，而男女性之间手指长度则有显著性差异。

手指掌侧面积的测量数据见表3—2。

表3—2　手指掌侧面积（cm^2）

	拇指	示指	中指	环指	小指
男	13.48	12.68	14.17	12.70	9.03
女	11.46	11.37	12.62	11.30	8.22

（吴晋宝资料）

二、手掌测量

手掌的测量数据见表3—3。

表3—3　手掌测量（长度：cm，面积：cm^2）

		掌正中长	掌中间宽	手周长	掌面积
男	（何光篪）	10.39	9.56	—	—
	（吴晋宝）	10.43	8.27	102.45	94.77
女	（何光篪）	9.69	8.66	—	—
	（吴晋宝）	9.61	7.44	94.96	78.60

三、手综合测量

手的综合测量数据见表3—4。

表3—4　手综合测量（长度：cm，面积 cm^2）

	手的长度	手掌侧总面积	手掌侧总面积占全身体表面积的百分比（%）
男	18.34	156.83	0.95
女	17.00	133.57	0.90

（吴晋宝资料）

在男性，鱼际厚4.27cm，小鱼际厚2.98cm；在女性，鱼际厚3.99cm，小鱼际厚2.78cm。

（丁自海）

第四章　手部影像学

构成手部的骨骼和软组织在密度上有显著性差别。同时骨骼本身的密质骨、松质骨、骨髓腔、关节腔等结构的密度也不同，形成了鲜明的自然对比。因此，手的良好自然对比给影像检查提供了良好条件。

手的疾病众多而复杂，除外伤、炎症和肿瘤外，全身疾病如内分泌紊乱、营养代谢障碍，发育障碍、血液病、遗传病等疾病也都能引起手的骨骼改变，因此，影像学检查在手部疾患中应用相当广泛。

影像学检查不仅能明确正常和异常，还能显示病变的范围、程度，对其疾病也能做出定性诊断。应当指出，不少手部疾病的骨骼系统的影像学表现晚于临床表现，因此，初次检查为阴性也不能排除早期病变的存在，应根据病情的发展及临床表现，定期复查。此外，应根据病变的发展规律，恰当地掌握影像学检查时间，如急性骨髓炎在出现症状后两周才出现骨和骨膜的改变。过早做影像学检查不但不能获得正确的诊断，反而造成浪费，增加了受检者的辐射剂量。

必须指出，不少手部疾患缺乏典型的特征性影像学表现。因此在分析手部疾患时必须结合病史、体格检查和化验检查等临床资料，才能得出正确的结论。

第一节　检查方法

一、平　　片

摄片是手部疾患常规检查方法。凡疑手的疾患部分或全部累及骨骼系统或部分有特征性软组织病变均可选用平片检查。摄片检查应注意以下几点：①常规摄片体位应包括正、侧两个位置，有些情况需加照斜位、切线位或轴位；②照片应包括腕关节及周围软组织；③某些早期或细微病变，因表现轻微而不能确诊时，可加照对侧相同的部位，以便对照观察。

二、透　　视

由于骨骼含有大量的钙盐，密度高，用透视法检查不能观察其正常结构及病理改变。因此，透视检查法只适用于外伤性骨折和脱位的整复及异物定位等方面的检查，而不适于骨病的诊断。

三、体层摄影

腕关节的诸骨小病灶或死骨常被周围硬化的骨质所遮盖，用普通摄片显示不清者可用体层摄影法做进一步检查。

四、腕关节造影术

关节囊、关节软骨和关节内的韧带同属软组织，与周围软组织间缺乏自然对比，所以普通X线片不能显示关节内软组织病变。为了检查上述软组织病变，可向关节腔内注入高密度（有机碘水溶液）或/和低密度（滤过的空气、氧气或二氧化碳气体）的造影剂，造成人工对比，这种检查方法称为关节造影。

五、血管造影术

多用于良、恶性肿瘤的鉴别诊断。近年来用于四肢烧伤、脉管炎、断肢再植和显微血管外科，以便观察血运情况以及血管成活情况。

六、其他检查方法

CT、MR及DSA等现代医学影像学方法较少用于手部疾患。近年来，腕关节损伤常选用MR来判定关节囊、韧带和关节软骨的损伤情况，克服了腕关节造影的副作用和痛苦。DSA检查也优于常规血管造影，在显示细小血管的解剖和病变方面有独到之处，对断肢再植和显微血管外科都有重要意义。但MR、DSA检查费用昂贵，不宜普及。

影像学检查的方法日新月异，检查工具多种多样，各有其优缺点。有的价格较昂贵，有的对人体有一定的损害，所以在选择检查设备和方法时应全面考虑，合理选用。选择的原则以临床检查目的和部位为依据。常用的透视和摄片是最简单的X线检查方法，如果应用这些方法可以明确诊断，就不应进行其他更复杂的检查，以免增加病人的痛苦和经济负担。

第二节　手部X线解剖

一、骨化点的出现和愈合

（一）骺

骺　指胎儿出生前后在长骨两端及骨的突出部位的软骨。这些软骨随着年龄的增长逐渐骨化而在X线上显影。在骨化初期，软骨中心可出现一个或多个细点状影，此即继发（次级）骨化点（中心）。它的数目、形态和大小，因骨骼及其部位的不同而变异很大，常可引起诊断上的困难，甚至发生误诊。

骺愈合　在长骨发生过程中，原发与继发骨化点不断造骨，分别形成骨干与骺，二者之间仍保留一片软骨，称为骺软骨，此在X线片上表现为骺线。骺软骨不断增长，又不断骨化，使长骨不断加长。发育到一定年龄，骺软骨停止生长，并逐渐被骨化，此时表现为骺线变薄和先期钙化带模糊，继而可见骨纹通过，最后先期钙化带完全消失，表明骨发育停止。事实上，在骺愈合后，先期钙化带可不消失，甚至30岁以上仍可见到，故通常公认当2/3～3/4以上的骺软骨变为模糊并有骨纹穿过时，即为骺愈合。

关于骨化点（中心）出现和愈合的年龄，国内已有许多资料可供参考（表4—1）。

表4—1　1938例健康男女骨化点出现与愈合百分率

性别	男																		女														
年龄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
桡骨远端	17	65	93														(7)	(46)	20	94													(28)	
尺骨远端						17	45	75	91								(24)	(46)					16	45	77	98							(17)	(47)
头状骨	92																		100															
钩骨	88																		100															
三角骨		18	19	41	70	90															16	67	96											
月骨			20	49	62	85															35	67	96											
大多角骨			13	26	70	90															26	44	88	92										
小多角骨			12	29	70	91															19	48	86	98										
舟骨				16	70	90																25	70	86	98									
豌豆骨									12	53	60	84																19	32	61	72	100			
掌骨		24	85														(14)	(24)	(59)	(89)	76	93											(20)	(66)	(88)
近节指骨		70	100														(16)	(27)	(62)	(92)	20	94											(16)	(57)	(88)
中节指骨		24	93														(13)	(25)	(60)	(92)	20	94											(14)	(51)	(78)
远节指骨		18	81	98													(25)	(36)	(64)	(94)	65	85											(14)	(47)	(83)	(94)

注：1. 括号内数字为愈合百分率。　2. 无括号数字为出现百分率。

（二）骨龄

骨龄系指骺或小骨的骨化点出现和骺与骨干愈合的年龄。研究骨化点的出现和骺与骨干愈合的时间同实际年龄关系，称为骨龄测定。这是临床了解儿童生长发育状态的一种方法。某些疾病，如内分泌、营养障碍和发育异常等，与骨龄的关系密切。

正常骨龄因人、性别、种族和地区而有所不同，但却有一定规律。根据北京研究材料，骨龄具有以下几个规律。

1. 性别差异　女性发育（骨化点出现及骺愈合）比男性早1～3年。

2. 个体差异　骨化点出现和骺愈合时间因个体而异，但有一定的正常范围，约在两年左右。骨化点出现早的正常范围小，适于作为骨发育的标志，如腕部头状骨和钩骨的骨化点，男性1岁时92%已出现。骨化点出现晚的正常范围较大，例如舟骨骨化点出现年龄，男性6岁时16%，7岁70%，8岁90%，亦即男性6～8岁间出现舟骨骨化点均属正常范围。

3. 同一个体不同部位的差异　同一儿童上肢的肩、肘、腕3个部位骨发育速度基本相同，但不完全一致。一般在同一年龄组中，肩、肘部发育最快，腕部可能属于中等或上、中等。双侧腕关节发育完全相同者71%，说明双侧上肢骨的发育程度基本相同，但不完全一致.

4. 骨化点出现的时间与骺愈合的关系　骨化点出现早的骺愈合晚，出现晚的骺愈合早。

（三）骨龄标准　（见表4—2）

（四）骨龄的临床应用

在临床上，可用骨龄来推断骨的发育是否正常，并可判断骨发育的程度。通常自出生后至14岁，可根据骺骨化中心出现时间测定骨龄，而14～25岁则按照骺的愈合时间来测定。这种方法，一般最适应于7岁以下的儿童。应用时可以根据实际年龄来查对有哪些骨化点出现，如7岁男性儿童上肢3个部位（肩、肘、腕）可有20个骨化点，若不足时，应进一步分析。如缺少尺骨远端或肱骨内上髁骨化点可仍属正常范围（7岁开始出现，但并非必须出现）；若缺少月骨骨化点（7岁时85%出现）即应视为发育迟缓的表现。此外还须注意在7岁以下年龄组骨化点出现的数目，并观察同哪个年龄组相似，借此判断发育延迟的程度。

1080例各性别年

表4—2　　龄组骨龄标准

年龄组（岁）	腕骨和桡骨骨化点数		出现之骨化点名称	
	男	女	男	女
0.5	2	2	头钩	头钩
1.0	2	2	头钩	头钩
1.5	2	3	头钩	头钩桡
2.0	3	3	头钩桡	头钩桡
2.5	3	3	头钩桡	头钩桡
3.0	3	4	头钩桡	头钩桡三
3.5	3	5	头钩桡	头钩桡三月
4.0	4	5	头钩桡三	头钩桡三月
4.5	4	7	头钩桡三	头钩桡三月小大
5.0	4	7	头钩桡三	头钩桡三月小大
5.5	5	8	头钩桡三月	头钩桡三月小大舟
6.0	5	8	头钩桡三月	头钩桡三月小大舟
6.5	7	8	头钩桡三月小大	头钩桡三月小大舟
7.0	8	8	头钩桡三月小大舟	头钩桡三月小大舟

根据骺的愈合情况，还可以判断骨发育程度，例如正常14岁男性上肢3个部位都不应有骺愈合情况，若出现则表示骨发育过速。正常18岁男性89～94%掌、指骨的骺已愈合，若仍未愈合则表明骨发育延迟。对判断中间年龄组的骨发育程度有一定限制，因为在男性11～14岁时上肢3个部位的骨化点情况可能完全相同。

利用骨龄推断骨的发育虽有一定价值，但也受到一定限制，特别是对较大儿童或少

年。一般临床上常根据腕部骨化点的数目来判断儿童的发育情况。许多统计资料表明，这种判定是不符合实际的。如男性6～8岁3个年龄组可能完全相同。男性在4岁前50%以上有两个骨化点，实际年龄可能是1～4岁。在5岁和7岁腕部骨化点有3～7个，平均分布，因此，如果男性骨化点在3～7个之间则可能是5～7岁。此外，头状骨和钩骨在1岁以前骨化点完全出现，而其余的除豌豆骨外，差不多是同时出现的，并不是每年出现一个。因此，不能单纯依靠腕骨骨化点的出现数目来判断骨的发育。

二、手部籽骨及腕部副骨

手部籽骨出现在掌指关节和指间关节，最常见的部位是第1掌指关节（100%），其次为第5掌指关节（男78.4%，女76.5%），拇指指间关节（72.9%）和第2掌指关节（男49.2%，女45.9%）。罕见的部位有第3～4掌指关节和示指的远侧指间关节，出现率不到10%。

腕骨副骨相当多，业经报道的腕骨副骨有24种，可位于掌侧和背侧，其中较常见的是第2小多角骨和中央骨。第2小多角骨位于腕关节的背侧，小多角骨和第2掌骨间。中央骨位于背侧，头状骨与舟骨远极之间。在胎儿发育时期，中央骨可与舟骨远极融合。中央骨的出现率为0.5%，其余腕骨副骨是非常罕见的。

三、桡腕关节测量

（一）桡、尺骨远端茎突下缘高度比较

桡骨茎突下缘低于尺骨茎突下缘，其相差距离为7.8mm（3～16mm）。小于10mm者约占82.7%，超过10mm者仅占17.3%。

（二）桡、尺骨远端关节面相邻缘高度比较

根据桡、尺骨远端关节面相邻缘高度不同，将其分为三型：①桡低型：桡骨远端关节面尺侧缘低于尺骨远端关节面桡侧缘，占28.4%，最多低5mm；②等高型：桡骨远端与尺骨远端的关节面相邻缘高度相等，占44.2%；③桡高型：桡骨远端关节面尺侧缘高于尺骨远端关节面桡侧缘，占27.4%，其中相差最多达5mm。

（三）桡尺远侧关节间隙

根据桡尺远侧关节间隙大小及桡尺远侧关节相邻缘关节面是否重叠分为三型：①重叠型：正位片中桡尺远侧关节无明显间隙，桡骨远端尺切迹与尺骨头有所重叠，占46.2%，最多达5mm；②接触型：桡、尺骨远端相邻缘，既无重叠也无明显关节间隙，两者正好接触，占38.4%；③分离型：桡尺远侧关节间隙较大，有一定距离，呈现分离状，占15.4%，分离最多达3mm。

（四）桡腕关节面前倾角

在桡腕关节侧位片测量时应注意前倾角。由桡骨远端腕关节面的连线同垂直于桡骨纵轴的垂线所形成的夹角为桡骨腕关节面的前倾角（向掌侧倾斜），正常为9°～20°（左侧为9.4°±2.2°，右侧为10.7°±2.2°）（图4—1）。

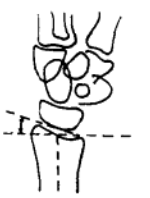


图4—1　桡腕关节面的前倾角

（五）桡腕关节面内倾角

在桡腕关节正位片测量时应注意内倾角。通过桡骨远端腕关节面的尺侧缘作桡骨纵轴的垂线，此线与腕关节面切线的夹角为桡骨腕关节面的内倾角（向尺侧倾斜），正常为20°～35°（图4—2）。

桡腕关节是保证手功能活动的枢纽，桡

骨远端关节面正常的内倾角和前倾角又是维持桡腕关节正常活动的必要条件之一。Colles骨折或桡腕关节脱位时，上述正常角度会发生改变。因此，桡骨远端腕关节面前倾角和内倾角的增大、缩小或消失，也是桡骨远端骨折、桡腕关节脱位可供诊断参考的依据之一。在治疗中恢复正常的内倾角、前倾角的解剖位置必须予以足够的重视，否则将会影响手的功能。

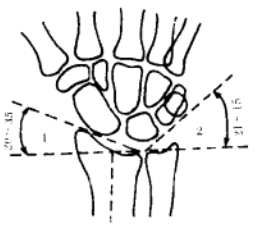


图 4—2　桡腕关节面的内倾角
①内倾角　②尺腕角

（六）尺腕角

在桡腕关节的正位片上，作月骨与三角骨尺侧缘的切线，此线与尺骨腕关节面切线的夹角称为尺腕角（此角易受手向桡、尺侧倾斜的影响，投照时应使手自然前屈），正常为21°～51°。

（七）桡骨茎突长度

自桡骨腕关节面的尺侧缘向桡侧作与桡骨纵轴相垂直的垂线，此线至桡骨茎突下缘的平行距离，正常为8～18mm。

（八）尺骨茎突长度

为尺骨腕关节面至尺骨茎突下缘的平行距离，正常为2～8mm。

（九）桡、尺骨远端关节面尺侧缘的关系

多数不在同一平面上，二者间高度相差一般不超过5mm.

（十）腕骨角

在桡腕关节正位片上，分别作舟骨、三角骨与月骨近侧关节面的切线，两线间的夹角正常均值为130°（图4—3）。马德隆畸形时，此角度变小。



图 4—3　腕骨角

（十一）腕关节正位

沿月骨4个周缘画线，呈不等边的四边形，月骨脱位时则呈三角形（图4—4）。

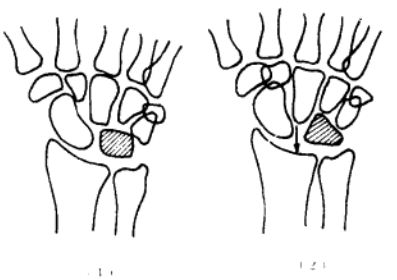


图 4—4　腕关节正位示意图
(1) 月骨正常位　(2) 月骨脱位

远侧列腕骨顺序自桡侧编号1、2、3、4，恰与1、2、3、4掌骨顺序相对应，第5掌骨也与第4腕骨相对（图4—5），否则说明桡腕关节有复杂脱位。



图 4—5　远侧列腕骨与掌骨的对应关系

（十二）腕关节侧位

腕关节侧位时各腕骨互相重叠不易区

分，但桡骨纵轴延长线可通过月骨和头状骨，在此线稍掌侧（前方）为小多角骨及舟骨，前方为豌豆骨，再前方为大多角骨，线的背侧（后方）是钩骨和三角骨。正确认识各腕骨的位置，对于诊断月骨脱位、舟骨结节骨折很有价值，但须注意豌豆骨可因腕部屈伸而引起位置变化，不要将正常所见误认为豌豆骨脱位。当月骨向掌侧脱位时，月骨窝状关节面向前，可使头状骨上移至月骨的后方。

（十三）Meschan 桡腕关节测量法

正位片屈腕轴线垂直于前臂轴位，与桡、尺骨茎突的连线形成 10°～15°角。侧位片腕骨正中平面垂直于桡骨的腕关节面，与前臂轴线成 165°角，桡骨的腕关节面与前臂轴线成 75°角。

（十四）舟月关节间隙测量

男女左右腕骨的舟月关节间隙范围均在 1.0～2.5mm 之间，男性左右腕骨的舟月关节间隙平均为 1.7mm，女性为 1.6mm。当舟月关节间隙超过 2.5mm 时，可疑有月骨脱位或其周围性腕骨脱位，结合常规后前位片表现，能确定诊断。

（十五）阳性掌骨征测量

双手正位片，在第 4、5 掌骨头间画一切线，正常时，其延长线在第 3 掌骨头远侧通过，若与第 3 掌骨头交叉，即为阳性掌骨征。可见于某些先天性骨骼发育障碍，如杜纳氏综合征（图 4—6）。

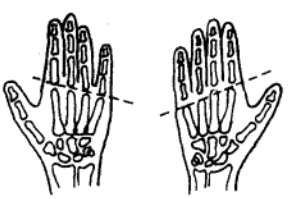


图 4—6　阳性掌骨征测量

第三节　投照体位及显示部位

手部 X 线检查是骨科的重要检查项目，全手的常规 X 线片为正位及斜位，是手骨及手关节的概观像。观察手异物时用正侧位片。局部手指和经概观像观察后需了解骨质细节时，可摄局部片。

一、手后前位（正位）

摄片目的　概括观察手骨形态、软组织阴影、关节和异物等。为手部常规片。

摄影体位　被检者侧身坐摄影台一端，被检侧腕关节及指伸展，手掌向下，五指稍分开，平放于片盒上，第 3 掌骨远端置胶片中心。

照片显示　2～5 掌、指骨的正位投影，拇指的掌指骨呈斜位像，腕骨的舟骨为轴位投影，豌豆骨与三角骨重叠，钩骨的钩突与体部重叠，其他骨的邻接面多有重叠，骨皮质与髓质层次分明，可见软组织轮廓（图 4—7）。



图 4—7　手后前位

二、手侧位

摄片目的　观察手部软组织异物的位置。

摄影体位　被检者坐正位，腕部及手指伸直，拇指位于其余四指前方，小指及第 5 掌骨靠近片盒，手掌与片盒垂直，第 5 掌骨头位于胶片中心。

照片显示　为手的侧位像，示指、中指及环指、掌骨重叠。只能用于分辨手内软组织异物在掌侧或背侧的深度。拇指自然前伸时显示拇指掌、指骨正位影像（图 4—8）。

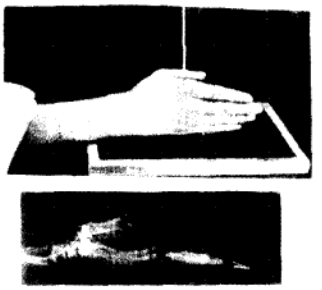


图 4—8　手侧位

三、手掌下斜位

摄片目的　用于观察第 1、2、3 掌骨、各指骨及其关节的侧斜位影像。因 4、5 掌骨部分重叠，环指、小指骨显示为斜位影像，故适于观察各掌、指骨的背侧皮质。

摄影体位　被检侧小指和第 5 掌骨放在片盒外边的内侧，手掌向内倾斜，各指均匀分开，稍屈曲，第 3 掌骨头在胶片中央。

照片显示　2～5 掌、指骨的外斜影像，掌基底部有不同程度的重叠，背侧内部及掌侧外部的骨皮质呈切线像。拇指的外斜位像显示其背侧外部及掌侧内部的皮质呈切线位，掌指及指间关节有重叠，掌腕关节清晰（图 4—9、10）。



图 4—9　2～5 掌、指骨下斜位像

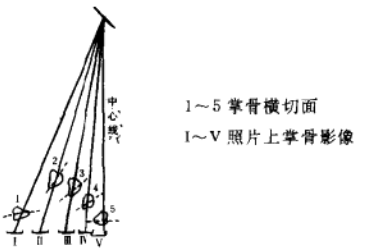


图 4—10　斜射线投照示意图

四、手掌上斜位

摄片目的　观察手掌上斜投影图像，适于了解各掌、指骨的掌侧内部、背侧外部（2～5 掌、指骨）骨皮质和拇指掌、指骨的掌侧外部、背侧内部的骨皮质情况。

摄影体位　手的尺侧置于片盒内边，手指稍分开，手背向外倾斜与片盒约呈 45°角，环指及小指置片盒上，第 3 掌骨头居胶片中心。

照片显示　手掌上斜位影像。第 2～5 掌、指骨斜位像，其掌侧内部、背侧外部的骨皮质呈切线位投影。第 4 及 5 掌骨及诸关节斜位像显示清晰，第 1～3 掌骨基底部较多重叠。拇指呈侧位投影（图 4—11）。

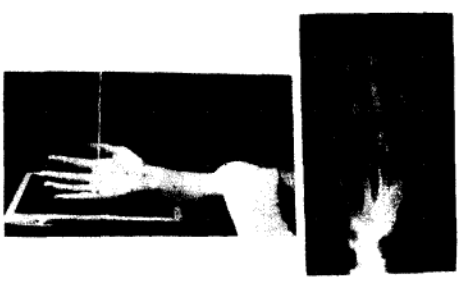


图 4—11　掌上斜位像

五、拇指正位

摄片目的　观察拇指及其关节或软组织的正位影像。

摄影体位　此位置有两种摆法：①掌下

正位：见手侧位片，纸包胶片下垫纱布卷，使拇指保持水平。②掌上正位：手内旋、外翻至掌面向上（转360°），将拇指背面平置胶片上。

照片显示　拇指正位影像（图4—12）。

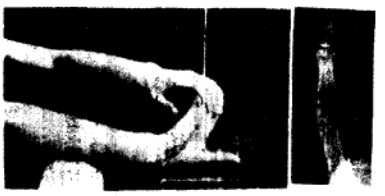


图4—12　拇指正位像

六、拇指侧位

摄片目的　观察拇指骨质及关节改变，了解软组织异物在掌面或背面深度。

摄影体位　患手示指至小指屈曲呈半握拳状，手背向上，拇指外侧向下置纸包胶片上。

照片显示　拇指及第1掌骨侧位影像（图4—13）。

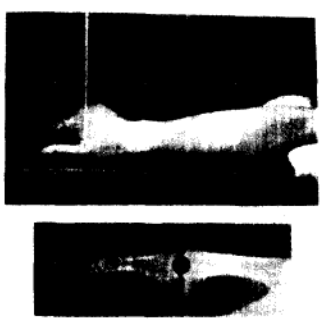


图4—13　拇指侧位像

七、示指至小指侧位

摄影目的　观察示指至小指骨侧位影像，与正位片为相互垂直方向的常规片。

摄影体位　①示指、中指侧位：患指伸直，其余各指屈曲，手旋前并外展，使外侧面贴近胶片。②环指、小指侧位：手指伸直分开，使掌面向上，尽量旋前，使被检指呈侧位，胶片置患指下。

照片显示　被检指的侧位影像（图4—14、15、16、17）。

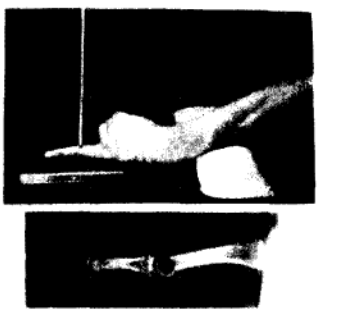


图4—14　示指侧位像



图4—15　中指侧位像



图4—16　环指侧位像

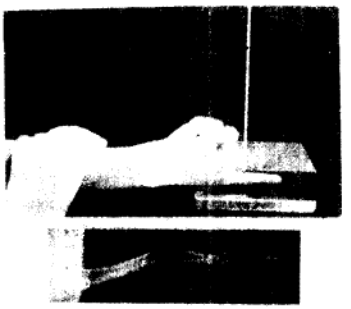


图 4—17　小指侧位像

八、腕关节正位

摄片目的　概括观察腕骨、掌骨近端、尺桡骨远端的骨质、关节及周围软组织情况，多用于腕部外伤。观察小儿发育情况，需摄双侧腕部正位。

摄片体位　患者手呈半握拳状或伸直（小儿），掌面向下，腕部放在胶片照射区中部，用沙袋或其他辅助用具压手指及前臂，以防止移动。摄双侧者，双腕并放片盒上。

照片显示　显示腕骨、掌骨基底部，尺骨及桡骨远端的正位影像，可分辨软组织轮廓，成人各腕骨多有重叠，桡腕关节面清晰。小儿腕骨的出现因年龄而异，形态也不完整，相互间距离较大（图 4—18）。

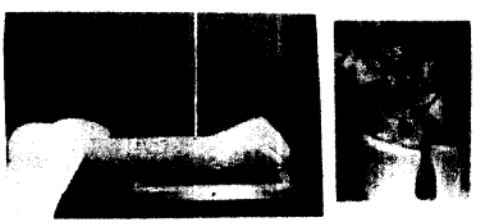


图 4—18　腕关节正位像

九、腕关节侧位

摄片目的　观察尺骨、桡骨远端，腕桡关节的侧位投影形态和月骨影像。

摄影体位　患肢手伸直或微屈，掌内旋 90°，腕部尺侧在下，垂直于片盒的照射区中部，使尺骨茎突位于照射中心。

照片显示　尺桡骨远端、腕骨和掌骨基底部侧位影像，腕骨多重叠，月骨显示较清晰，与桡骨组成的桡腕关节显示较好。腕部软组织的背侧轮廓清晰（图 4—19）。

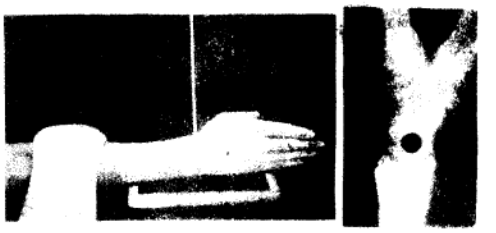


图 4—19　腕关节侧位像

十、腕部尺偏位

摄片目的　此位置使舟骨的长轴与胶片平行，可获得舟骨正面投影，并避免与其他骨重叠。

摄影体位　患手掌面向下并向尺侧偏移。腕部置胶片中心，片盒下垫置使远端抬高 20°角的盒，或指骨掌屈，片盒平放。

照片显示　舟骨长轴展开影像，与其他骨的邻接面显示清晰（图 4—20）。



图 4—20　腕部尺偏位

十一、腕骨轴位

摄片目的　观察腕骨掌面情况。

摄影体位　腕部掌面向下，手掌稍向桡侧偏移，腕部皱褶处对胶片后 2/3 处，然后

做到：①使手掌抬起，极度向背侧伸展，可让被检者自己用对侧手协助牵拉；②被检者背向摄影台站立，上臂向后，手掌平置于片盒上，极度向手背伸展。

照片显示　腕骨轴位投影呈半月状排列，豌豆骨、大多角骨、钩骨及舟骨的掌面骨质显示清晰，其他部分重叠（图4--21）。

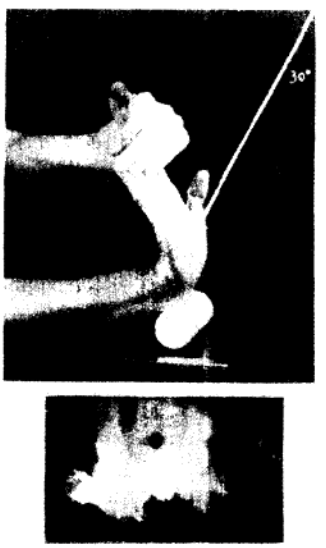


图4—21　腕骨轴位

第四节　手部常见疾病X线表现

一、发育畸形

（一）多指畸形

多指可以有完整的全指发育，也可以仅单个指骨成双，还可有软组织增加，形成多余团块而缺乏骨质。增加的手指可与增大的或分叉的掌骨连接，而增加完整的掌骨则罕见。多指在桡侧者称做轴前多指畸形，位于尺侧者则称做轴后多指畸形（见第2章）。

1. 轴前多指畸形　多位于桡侧，有四个亚型。

（1）真性拇指多指畸形　此型多为单侧型。其表现是多样的：①拇指轻度增宽，伴有双甲；②远节指骨分裂；③远节指骨成双；④两节指骨均成双；⑤发育最完全的是拇指完全分开，包括掌骨和指骨。

（2）三节指骨的拇指多指（见图2—13）。

（3）示指多指　此型罕见，只占多指畸形的3.4%。

（4）多指并指畸形　拇指轻度成对，中指及环指不同程度并指。此种畸形有一特点，即在同一家族中的成员，多指不一定与并指同时发生。

2. 轴后多指畸形

（1）A型　额外指形成良好，与小指或一额外掌骨连接。

（2）B型　额外指形成不完全，只有皮瓣形成。

（二）并指畸形

并指畸形是相当常见的先天性畸形，可以只发生在软组织（皮肤性并指畸形）或同时发生在骨质。并指只发生在指的近段称做部分并指畸形；波及全指者称做完全性并指畸形。并指畸形大多数为常染色体显性遗传。

二、手外伤

（一）桡腕关节盘损伤

部分腕部损伤的病人中，X线检查无任何骨质异常或有骨折但愈合后仍有疼痛和功能障碍。通过桡腕关节造影可证明其中有些病人为关节盘损伤。若有关节盘损伤，桡腕关节造影检查可见关节盘有裂隙、缺损及造影剂进入桡尺远侧关节等（图4—22）。



图4—22　示各种类型关节盘损伤造影剂外溢

（二）Colles 骨折

Colles 骨折是桡骨远端，距远端关节面 2.5cm 以内的骨折，常伴远侧断段向背侧倾斜，前斜角减小或成负角，使手呈银叉状畸形。骨折线常为横行，有时为粉碎骨折，骨折线累及关节面。此种骨折常合并尺骨茎突骨折和远端尺桡关节分离。桡骨远端骨骺未联合前，常发生桡骨远端骨骺分离，即称骺离型克氏骨折（图 4—23）。

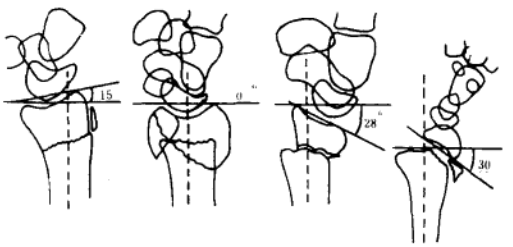


图 4—23 Colles 骨折

（三）腕骨骨折

腕骨骨折中最常见的是舟状骨骨折。舟状骨骨折可分为四型：腰部骨折、近端骨折、远端骨折和结节部骨折。舟状骨骨折的特点是骨折线难辨认，骨痂很少或无骨痂。如果后前位片上骨折线显示不清，可投照腕部舟骨位（在后前位的基础上，手尺侧偏斜，桡侧抬高 30°）。有些病例在伤后初次照像检查骨折线显示不清，但两周后，由于断端骨质吸收，骨折线清晰可见，舟状骨骨折常合并缺血坏死和囊状变性。

（四）月骨脱位

月骨脱位为常见的腕骨脱位。跌倒掌面触地时，月骨被桡骨下端和头状骨挤压，即发生掌侧脱位。侧位 X 线片上显示月骨向掌侧移位，远侧的碟状关节面转向掌侧，近侧的球状关节面转向背侧。在正位 X 线片上，月骨呈三角形（图 4—24）。

（五）指、掌骨骨折（见第 9 章第 2 节）。



图 4—24 月骨脱位

三、手指骨骨髓炎

手指骨骨髓炎多发生于远节指骨，又称做骨瘭疽，一般是由局部软组织感染直接蔓延而来。临床上多数表现为局部红、肿、热、痛等症状，有时也出现全身症状。

X 线表现以骨质破坏为主，可累及指骨的一侧或整块指骨，并可出现小块死骨，没有骨膜反应。

四、手部结核

（一）骨结核

指骨骨干结核又称结核性指骨炎，多发生在 10 岁以前的儿童。临床症状轻微，除局部肿胀外，可无其他症状。病变常为多发性。累及掌指骨的骨干，很少累及远节指骨。X 线表现与长骨囊型结核相似。轻型病变指骨中央骨小梁吸收，指骨轻度增宽，可有清晰的骨膜增生；较严重的病变指骨骨髓结构消失，出现囊状透亮区，残留松质骨呈边缘模糊的带状影像，骨干中央膨胀，皮质变薄，故又称做骨囊样结核和骨“气鼓”。病变虽然可侵犯整个指骨干，但并不波及腕骨或指间关节。抵抗力低的病人，病变可破坏皮质，形成死骨和窦道。

（二）腕关节结核

腕关节结核多发生于儿童。由于患侧长期充血，腕骨生长快，骨化核较健侧出现为早。单纯型滑膜结核的 X 线表现为软组织肿

胀和骨质疏松。单纯型滑膜结核较少见，多数累及滑膜和骨质。患侧腕骨表现为体积缩小，皮质消失和皮质下骨质侵蚀。关节间隙变窄。病变往往累及多个腕骨，以头状骨、大多角骨和舟骨较明显。多数病例累及桡腕关节，使关节间隙变窄，尺桡骨远端关节面有骨质破坏。有些病变累及第2、3掌骨基底部。除骨质破坏外，还伴有骨膜增生，近列腕骨常出现向前半脱位，病变晚期可发生骨性强直，但只发生于个别腕骨，并非全部腕骨。

五、手类风湿

病变常对称性侵犯四肢关节，最常侵犯手和足。手的病变则最常侵犯掌指关节、近侧指间关节、桡腕关节和腕骨间关节。示指和中指掌指关节骨质病变出现最早，发病率也最高。

早期改变　①关节周围软组织梭形肿胀：由于滑膜增厚及关节积液所致，最常见于近侧指间关节；②骨质疏松：由于废用和局部充血所致，早期发生于关节周围，晚期波及全骨；③关节间隙增宽；④骨膜反应和骨化：限于关节附近和肌腱、韧带附着处，先为层状骨膜反应，后变为实质性增厚，最后使骨皮质增厚；⑤关节皮质的侵蚀：表现为皮质变薄、中断或呈小锯齿状。最早的关节皮质的吸收见于第2、3掌骨远端的桡侧面；⑥关节面间隙变窄：由于关节软骨破坏所致。

晚期改变　①半脱位和脱位：由于远侧指间关节屈曲和近侧指间关节背伸，可发生半脱位和脱位。指骨尺侧偏斜，桡尺远侧关节脱位，尺骨向背侧脱位；②关节间隙变窄，骨质破坏明显；③骨性融合最常见于腕关节；④广泛性骨质破坏向骨端蔓延，指骨基底往往呈杯口状。

六、退行性骨关节病

多侵蚀远侧指间关节，在远侧指间关节的背侧出现结节，即黑伯登结节，为远节指骨基底及中节指骨远端的骨刺及其滑囊纤维结缔组织增生所致。在侧位X线片上，远节指骨基底的背侧面和中节指骨的远端有较大的骨刺形成。关节间隙变窄，关节面不规则，但关节皮质边缘不消失。病变最常侵犯远侧指间关节。其次是近侧指间关节，偶而也侵犯腕关节，有些指间关节病变偶可发生骨性僵直。

七、大骨节病

大骨节病手骨变化最早，也最明显，可作为早期诊断的依据。钱致中等人根据指、掌骨的改变，将大骨节病分为四型：①干骺型：此型见于骨骺核骨化前后，多见于3～8岁的儿童，临床症状多属阳性。X线表现为干骺端凹陷，边缘模糊，呈锯齿状。②干骺骨骺型：此型见于9～14岁的儿童。X线表现为干骺端临时钙化带增宽、凹陷，有大块骨质脱落，松质骨内有骨小梁破坏及囊状变性；骨骺小，呈碎裂状态，陷入干骺端内或完全消失；干骺早期部分性联合。③骨端型：此型见于骨骺软骨板联合前后，多发生于14～18岁。干骺早期联合。骨端扩大，密度不均匀，关节面凹凸不平。④骨关节型：此型发生在骨骺软骨板联合以后，发病年龄多在15～24岁。X线表现为骨端扩大，关节间隙变窄，关节面凹凸不平，有骨质增生、硬化及游离体。

八、手部软骨瘤

软骨瘤在X线片上的表现多种多样，依肿瘤的形状分为六型：①中间型：位于指骨骨髓腔内，穿透性密度减低，皮质菲薄；②多中心型：指骨呈磨砂玻璃样，边缘呈波纹

样；③皮质型：位于骨皮质，向外突出或凹陷缺损；④混合型：中心型与皮质型软骨瘤发生在同一指骨；⑤多发型：2个指节以上的软骨瘤；⑥巨大型：全指骨破坏，膨胀生长。

（张 福）

第五章　手部生物力学

一个活的生物体，每时每刻都在为适应环境运动着。机体各种组织结构，各个部分都在不停地承受外力，产生应力，传导应力，在应力环境中不间断地进行应变、改建。用力学原理研究生物体的生理活动和运动的新型学科就叫做生物力学（biomechanics）。生物力学应用于人体，应用于医学领域，即应用生物力学的概念和原理来认识和解释人体正常生理和病理现象，从而有助于疾病的诊断和治疗。因此，生物力学是每一个医生必须掌握的一门基础科学。

由于长期劳动的结果，使得现代人的手异常地精巧灵活，其结构也变得特别严密复杂。对于一个手外科医生来说，掌握生物力学，按手的生物力学原理进行手的修复和重建，显得尤为必要。

第一节　生物力学的基本概念

一、外力和应力

（一）外力

对人体来说，所承受的外力包括：自重力、肌肉收缩力和韧带张力。外伤时还要承受暴力。外力对人体作用方式有：拉力、压力、弯曲力、扭曲力、剪力和旋转力。

（二）应力

组织单位面积所受到的力称为组织的应力。应力包括内应力和外应力。

1. 内应力　即组织内部的相互结合力，来源于地心引力。内应力使每一个组织相互结合，压紧而不分离。内应力是保持组织的完整性和连续性的基本力学条件，是保持组织的数量和结构方式最基本的生物力学环境。

2. 外应力　任何外力作用于受力组织后，不但使受力组织的形状和量发生改变，而且使受力组织内部连续排列的组织结构也发生形状和量的改变，引起其相对位置发生移动改变，移动所致的相互作用力称为组织的外应力。外应力即通常所说的应力。

应力的大小和外力的大小成正比。应力作用点即应力点（负重点）。应力传导的方向即应力线（负重线）。应力作用面即应力面（负重面）。应力作用区即应力区（负重区）。当应力大于组织承受能力（组织强度）时，即可发生组织损伤（如骨折、韧带或肌肉断裂等）。骨组织结构及其连续性是应力传导的物质基础，当组织发生中断时，应力传导也随之受阻或中断。经过修复组织结构和连续性重新建立，应力传导也随之恢复。

二、应力—应变

外力使受力组织发生形状和量改变，在生物力学上称之为应力—应变。在外力消失后，受力组织的变形也随之恢复原来状态，生物力学称之为弹性变形。弹性变形无组织破坏。如果外力消失后，受力组织的变形依然存在或不能恢复原状者，生物力学称之为塑性变形，塑性变形有组织的破坏（如骨折等）。外力虽小，但其变换速度超过了受力组织恢复变形的速度时，最终将发生塑性变形者，称为疲劳变形，如疲劳骨折（应力骨折）。

三、应力－改建

受力组织的力学性质在生物力学环境中为适应应力的变化而发生改变，这一改变过程被称为应力—改建。在应力—改建过程中，受力组织的数量和力学性质，始终与应力的大小保持着动态平衡。

现代生物力学认为，受力组织的力学性质必须和作用力的大小相适应。在正常生理活动中，受力组织处在生理性应力环境中，其组织的数量和结构，随应力的改变而改建。在活体中这种应力—改建不间断地进行着。应力减少或失去应力时，组织的数量和结构发生破坏吸收（负平衡）。应力增加时，组织的数量和结构则发生再生（正平衡）。由此可见，应力是受力组织再生和愈合的必要条件。适当的功能训练有利于组织愈合过程。

应力—改建过程包括破坏吸收和新组织再生两个过程。在生理情况下两个过程维持着动态平衡。当破坏吸收超过组织新生时称为负平衡。当组织新生超过破坏吸收时称为正平衡。改建的内容包括受力组织的数量和组织的结构的改变。

在骨科和手外科，主要研究骨骼、关节、韧带和肌肉的生物力学。骨关节和软组织的应力—应变，应力—改建的过程类同，所不同的只是应力的性质不同，骨组织以压应力为主，软组织以张应力为主。下边以骨为例。

骨组织的破坏吸收过程：超生理应力、寿命性老化、高频率应力疲劳、旷置或废用等即骨组织所承受的应力过强或过小，甚至失去应力，骨组织都将发生破坏吸收的改建过程。在这种情况下，刺激破骨细胞使其数量增多，合成分泌出溶胶原酶对骨的胶原纤维结晶进行溶解吸收。合成分泌水解酶时羟基磷灰石结晶进行水解、离解、破坏和吸收，使组织数量减少，同时骨结构也发生破坏吸收，使骨刚度下降。

再生新骨组织的过程：在生理性应力增加时，刺激成骨细胞使其数量增加，合成过程超过破坏过程。合成并分泌溶胶原和钙化基质，并沿着应力线聚合排列成新骨组织，使骨组织的数量增加。同时在变形部位成骨细胞只合成和分泌相应数量的钙化基质，将细胞间基质中的无机盐转化到胶原纤维上去，提高了骨组织的抗变形能力。骨组织的数量不变，只在结构上发生改变。

第二节 手部解剖的生物力学

一、手关节韧带生物力学

（一）腕关节韧带的生物力学

1.腕关节运动时各韧带的状态 通过对腕关节进行各个方向的被动活动，观察主要韧带的力学机制及其相互关系。

腕关节外展时，远排腕骨相对近排腕骨向桡侧偏斜，使三角头韧带和三角钩韧带拉紧，牵动三角骨向尺侧移位，反过来使止于三角骨的韧带被拉紧，包括月三角韧带、尺三角韧带和背侧桡尺三角韧带，结果月三角韧带牵动月骨向尺侧移位，使桡月韧带紧张，从而导致近排腕骨尺侧移位，直至韧带达最大紧张度。

腕关节内收时，远排腕骨尺侧偏斜，使桡舟头韧带、桡舟韧带和舟大多角韧带拉紧，牵动舟状骨向桡侧移位，导致近排腕骨桡侧移位，结果使尺月韧带和桡舟月韧带拉紧，直至两排腕骨相对运动停止，韧带达最大紧张度（图 5—1、2）。

腕掌屈时，近排腕骨向背侧移位，桡腕关节和腕中关节的背侧间隙明显增大。腕过度掌屈时，掌侧韧带除桡舟月韧带和尺月韧带外皆松弛，同时腕背侧韧带紧张，以背侧桡尺三角韧带为明显。

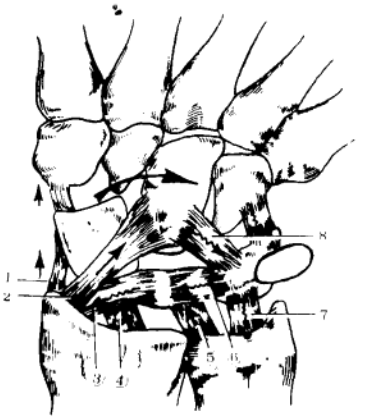


图 5—1　腕关节内收时不同韧带张力的改变
①桡舟韧带　②桡舟头韧带　③桡月韧带　④桡舟月韧带　⑤尺月韧带　⑥月三角韧带　⑦尺三角韧带　⑧三角头韧带

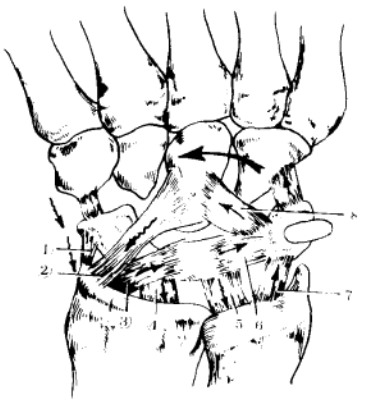


图 5—2　腕关节外展时不同韧带张力的改变
①桡舟韧带　②桡舟头韧带　③桡月韧带　④桡舟月韧带　⑤尺月韧带　⑥月三角韧带　⑦尺三角韧带　⑧三角头韧带

腕背伸时，桡舟韧带、桡舟头韧带、桡月韧带及尺月韧带均紧张，以前两者为明显。此时 Poirier 间隙亦随之加大。

由于远排腕骨相互之间以及与掌骨之间相互紧密咬合，并有韧带加固，故可作为一个运动整体，而近排腕骨相互间亦紧密连接，也可作为一个运动单位。但远近两排腕骨之间，除了桡侧的舟大多角韧带及尺侧的三角头韧带和三角钩韧带把两排腕骨连接起来外，腕中关节缺乏韧带连结。舟大多角韧带和三角钩韧带像两个支点，使舟状骨和三角骨紧密连结在远排腕骨桡、尺侧，从而使整个近排腕骨围绕这两个支点，相对远排腕骨作相反的侧方运动和轻微的背伸、掌屈和旋转运动。切断经过腕中关节的三角头韧带和桡舟头韧带都不致腕中关节不稳，但切断舟大多角韧带或三角钩韧带，均可导致远近两排腕骨从相应侧脱离，由近排腕骨转向远排腕骨的力线弧就中断，从而出现腕中关节不稳。

2. 腕关节韧带损伤的力学机制　大多数腕关节骨折或脱位的损伤机制基本相同。手背伸是一种防御性姿势，故跌倒时腕呈强有力背伸状，手掌着地。此时，造成损伤的力是三维的，包括背伸、内收和一个旋转分力即腕骨间旋后。在此过程中，首先引起桡舟头韧带、桡舟韧带和舟大多角韧带紧张，继而引起桡舟月韧带和尺月韧带紧张。由于桡舟韧带、桡舟头韧带和桡舟月韧带是腕掌侧韧带中较为薄弱的，尤其是桡舟头韧带是远排腕骨与前臂连接的唯一韧带，力臂最长，在极度背伸和内收时张力最大，最易发生断裂。可同时伴有桡舟韧带、桡舟月韧带和舟月骨间韧带的断裂，从而导致舟骨脱位或不稳，是临床上最常见的腕关节不稳。

（二）掌指关节和指间关节侧副韧带的生物力学

1. 侧倾实验与韧带损伤

（1）示、中指近侧指间关节桡侧副韧带对成人新鲜尸体示、中指标本进行桡侧副韧带重力负荷实验，结果为，当近侧指间关节侧倾至 17.72°±2.32°时韧带开始断裂，侧倾至 24.72°±3.25°时韧带完全断裂。断裂后回缩（即间隙）为 0.104±0.016cm，断裂的载荷为 28kg。断裂的部位位于韧带的中份，呈

横行断裂，断端较整齐，有2.5%发生止点撕脱骨折。

(2) 拇指掌指关节尺侧副韧带 用上述同样标本作拇指掌指关节尺侧副韧带重力负荷实验，结果为，当拇指掌指关节侧倾至27°±2.25°时韧带开始断裂，侧倾至35°±3.14°时韧带完全断裂。韧带断裂后回缩0.13±0.02cm，韧带断裂时的载荷为34kg。韧带断裂部位接近近节指骨底附着部，横行断裂，断端整齐，有1.5%发生止点撕脱骨折。

上述实验结果对于临床判断韧带损伤的程度及确定治疗原则均有一定的参考价值。

2.侧副韧带损伤的机制 对成人新鲜尸体示指、中指标本的近节指间关节桡侧副韧带进行了其他几种负荷实验，以了解损伤的机制，其结果如下。

(1) 拉力实验（轴向牵拉） 示指载荷65kg时侧副韧带断裂，断裂部位接近起点或止点处，断端不整，呈锯齿状或斜行。中指载荷65kg时侧副韧带断裂，断裂部位接近起点处，断端不整，呈锯齿状。

(2)侧弯实验 示指力臂为3.0cm，载荷15.5kg时韧带断裂，断裂的部位位于中份，呈横行，与关节面平行，断端整齐。中指力臂为2.5cm，载荷为16kg时断裂，断裂的部位同示指。

(3) 扭转实验 示指扭转角度为140°时断裂，断裂的方向与韧带纵向平行或斜行裂开，伴有起点处部分撕脱，断端不整。中指扭转角度为200°时断裂。断裂的方向同示指。

上述实验结果表明，侧副韧带的损伤不单纯是伸直状态下的侧方暴力，而且还存在着轴向的拉伸与扭转等机制。不同的损伤机制发生不同的病理变化，因此在临床上应采用不同的治疗措施。

3.侧副韧带的应力实验 首先将韧带正常解剖数据输入电子计算机。拇指的韧带：长1.45cm，宽0.85cm、厚0.13cm；示、中指的韧带：长1.32cm、宽0.76cm、厚0.07cm。将实验手指轴向固定在实验机上，轴向牵拉中节，直至韧带断裂。其结果为：示、中指的载荷（loadKN）为0.27±0.06，拉长（elong MM）为3.99±1.14，应力（stress GPA）为0.05±0.01。拇指的上述各项数据分别为0.45±0.01、5.78±0.89和0.07±0.01。

了解上述实验结果，对于分析侧副韧带的强度、韧带移植时的选材及人工韧带的研制有一定的参考价值。指间关节侧副韧带损伤后，早期可单纯修复，晚期病例则需行韧带重建。在选用生物材料和人工材料时要充分考虑其生物力学性能。

示、中指的指间关节侧副韧带的侧倾角度与韧带损伤程度成正比，指间关节的侧方稳定主要依靠侧副韧带。而拇指掌指关节的尺侧副韧带的侧倾角与韧带损伤的程度不一定成正比，这是由于拇收肌在起作用的缘故。拇收肌反射性收缩可掩盖韧带断裂的部分真象，当韧带与拇收肌同时断裂时，应力侧倾实验的角度才是韧带损伤的程度，这一点在临床上应予注意。

二、手部肌肉(腱)的生物力学

(一) 手的运动

手部肌肉是手活动的动力。手的外在肌的肌腹位于前臂，肌腱位于手部，通过滑动装置把肌力传导到手部，而产生手部各关节的动作。手的内在肌是肌腹、肌腱都位于手内，是完成对掌、对指、内收及外展的主要动力，并具有协调外在肌伸屈指间关节的功能。

肌腱在一个平面上滑动时(如在前臂、掌部和手背部）或关节由屈曲位伸直时（如指背、手背)，肌腱周围只有腱周组织，对肌腱既有滑动作用，也有营养作用。通过关节屈侧的肌腱（如手指部屈肌腱)，或呈角度牵拉

的肌腱（如手指屈肌腱和腕部的伸屈肌腱），为防止弓弦状畸形，使关节充分活动，必须借助滑车的作用（如腕管、腕背管和指腱鞘）。这合乎生物力学原理。

关节周围的肌肉不仅是关节活动的动力，而且也是关节稳定的因素之一。

肌肉是通过拮抗和协调、合力与分力来维持关节的活动和稳定的。使关节向某一特定方向运动的肌肉叫做主动肌，行相反方向运动的肌肉为拮抗肌。如行腕关节屈曲时，屈腕肌为主动肌，而伸腕肌则为拮抗肌。前者起运动作用，后者起稳定作用。屈指时，指浅、深屈肌是主动肌，而指伸肌为拮抗肌，蚓状肌和骨间肌协同指屈肌做掌指关节的屈曲动作。同时又协同指伸肌做指间关节的伸直动作，既有拮抗又有协同的双重作用。

当关节行顺地心引力运动时，行逆地心引力方向收缩的肌肉则变成了“主动肌”。例如，在自然站立体位屈肘时，是逆地心引力方向运动。肱二头肌是主动肌，肱三头肌是拮抗肌。但当自屈肘90°位伸肘时，则为顺地心引力运动。肱二头肌的收缩起到了拮抗重力、维持关节的稳定作用，拮抗的肱二头肌则成了“主动肌”（主动舒张）。

当一个关节向某一方向运动时，没有主动肌的收缩带动不了关节运动。没有拮抗肌的收缩不但引起关节的过度活动，损伤关节，而且失去了活动的分寸和力量，成为失控的关节运动，也就成了一个无用的关节。例如，小儿麻痹后遗症、脑瘫、周围神经瘫患者的肢体关节就是如此。例如，桡神经损伤时，伸腕、伸指肌群麻痹（或肌腱断伤），不但造成垂腕、垂指畸形，而且屈腕、屈指力量明显减小，指关节屈曲度也减小。因此，对关节运动来说，拮抗肌和主动肌的作用，在生理情况下是互相协调的，缺一不可。

作用于双关节或多关节的肌肉，为了更有效地运动某关节，需要其中一个或几个关节稳定在某个位置上，或进行反方向的运动，以加强此关节的运动力量和范围。这一个或几个关节的主动肌就成为协同肌。这一协同动作，就称为协同作用。例如，屈指时，除了屈指肌收缩外，同时还需要伸腕肌收缩，使腕关节背伸保持腕关节稳定，以加强屈指肌的力量和扩大指关节屈曲范围。伸腕肌就是屈指肌的协同肌。这一协同动作（伸腕）就称为协同作用。

和主动肌进行同一方向运动的肌肉，称为辅助肌。这和协同肌是完全不同的概念，不能混淆。例如屈腕时屈指肌是屈腕肌的辅助肌，伸腕时伸指肌是伸腕肌的辅助肌。

肌肉的协同作用有助于肌腱移位术供体的选择。如伸指肌麻痹，可选择屈腕肌移位替代伸指肌的作用。伸腕肌移位可替代屈指肌的作用。这样的肌腱移位术，术后的功能容易训练，效果也好，因为它们系协同肌。

手部的外在肌大多为越过多关节的肌肉。如屈指肌为越过腕、腕掌、掌指关节和1～2个指间关节的肌肉。滑动范围大，借助腕管、腱鞘的滑车作用，使手指各关节充分屈曲，充分发挥其功能。然而，越过多关节的肌肉的屈伸活动达到一定限度后，就不能再产生有效的张力，因此，并不能使所有的关节同时产生充分的运动。例如握拳这一动作，只有腕关节处于中立或背伸位时，才可以充分握紧。反之，如果腕关节处于屈曲位时，握拳就不会充分。这主要是因为超过了屈指肌的滑动范围所致。同时也受到背侧伸指肌的牵制。在屈腕状态下，强行或反复用力握拳，必然引起伸指肌肉的牵拉伤，引起不适或疼痛。因此，当桡神经麻痹时，伸腕伸指肌处于瘫痪状态，应用支具把腕关节固定于伸腕位，以预防在握拳时拉伤伸肌。

另外，越过多关节的肌肉，即使不收缩，在被动关节活动时，也可以使另一组肌肉被动牵拉，而发生关节活动。如屈腕可使伸指

肌被动受牵拉，使掌指关节伸直。反之腕背伸可使屈指肌被动牵拉，产生屈指动作。利用这一原理，对肌肉麻痹或挛缩病人，可施行腱固定术，以获得部分手功能。

（二）手的运动轴

为了测定活动度，必须先确定运动轴。不同方向的活动有不同的轴。以拇指的腕掌关节为例，伸屈运动的轴平行于手掌，外展内收活动的轴垂直于手掌，而旋转轴为纵向，平行于骨骼且垂直于上述两个轴。关节活动时的运动轴位于构成关节的两个骨端均不移动的部位。手部关节大部由一凹一凸两个骨端构成，轴心往往是在凸侧骨端的几何中心。大部分手部关节的轴心在正常活动时是固定不变的，少数由于凸出的骨端不是圆形，活动时轴心位置不断变换。这时，在某一位置的轴心即称为该位置的“瞬时中心”。在进行手部生物力学研究时，一般是假定所有关节的运动轴都是固定不变的。轴心确定以后，只要了解肌腱至轴心的垂直距离和肌腱的拉力，即可计算出该腱施加于关节的旋转力矩。

（三）肌腱幅度

肌腱牵动关节完成指定动作时肌腱移动的距离叫幅度。肌腱由肌肉完全放松至完全收缩时的活动距离称为有效幅度，而使关节完成全程活动时肌腱所需的活动距离称为需要幅度。在正常手，肌腱跨越一个以上关节时，肌肉的有效幅度通常相当于其跨越关节的需要幅度之和。施行肌腱转移时，应了解转移肌腱的有效幅度及其所跨越关节的需要幅度，如前者明显小于后者之和，则结果不佳，除非其所跨越的关节有一部分被对抗肌所固定或同时作了关节融合术。另一个克服转移腱有效幅度不足的办法是改变肌腱的杠杆臂，使肌腱的止点更接近轴心，或在近轴心处加一滑车，这样，在同一肌腱幅度下可提供更大的关节活动范围，但力量减小。下面的肌肉—肌腱单位的正常活动幅度数值可供手术设计时参考。

指深屈肌	70mm	指浅屈肌	64mm
指伸肌	50mm	拇长屈肌	52mm
拇长伸肌	58mm	拇短伸肌	28mm
拇长展肌	28mm	腕部肌腱	33mm

病变或手术以后，由于粘连或肌肉纤维化等因素，上述幅度将减少。但有些肌肉可通过游离其筋膜附着而增加幅度。如松解肱桡肌的筋膜附着和它在桡骨上广泛的腱样附着后，其幅度可增加1倍。

（四）滑车

手部的多数肌肉、肌腱被紧紧保持在骨面上，因而手指能保持形态一致，不因活动而隆起或增宽，只有很小的弓弦现象，这牺牲了力的强度但换得了大的活动范围与动作的精确性。这一情况也有利于生物力学计算，因不论关节位置如何，肌腱与轴心的距离保持不变，故旋转力矩也不变。

肌腱转移时，可通过滑车的安置而改变其对关节的效应。屈腱移植术时，滑车的位置甚为重要，转移或移植腱通过滑车后，应即鉴定其幅度。近侧指间关节屈曲至90°时，肌腱约活动15mm，掌指关节屈曲至90°时，肌腱可活动25mm，如果发现后者已达前者的1倍，即提示滑车位置过远或过松，应移近滑车或收紧再建的滑车。否则，术后任何主动活动都只能极度屈曲掌指关节而指间关节全无活动，除非用外力保持近节指骨于伸直位。

（五）肌力

肌肉的力量基本上是固定不变的，其大小取决于肌肉横断面的面积。肌肉转移时，可通过杠杆臂的改变来调整力矩的大小，但肌力的绝对值保持不变。肌肉的工作能力 $W=F\cdot d$，F为绝对肌力，一般认为每平方厘米截面积的肌肉，绝对力量为3.65～4kg。故绝对肌力 $F=3.65$（或4）×肌肉的横截面积。d为肌肉的收缩幅度。前臂肌肉的工作能力

(单位：Mkg) 为：旋前圆肌　1.2；桡侧腕伸短肌　0.9；桡侧腕长伸肌　1.1；拇长屈肌　1.2；肱桡肌　1.9；拇长展肌 0.1；尺侧腕屈肌 2.0；掌长肌　0.1；桡侧腕屈肌　0.8；指伸肌　1.7；指深屈肌　4.5；尺侧腕伸肌　1.1。

（六）肌腱力

指深屈肌腱为手部的主要功能腱．设负荷为一个单位，则深腱在手的各种功能活动中的力为 2.77～5.0 施力单位。示指的深腱在持握时的力小于捏持，但中、小指则不然。浅肌腱的力为 0.79～4.23 单位；与骨间肌肌力相仿。蚓状肌在捏持时力最小，持握时力明显增大。手内在肌在持握时很重要，起稳定掌指关节的作用。

尸体标本的测试表明，负荷为 1kg 时，外在肌腱承受的力为 1.6～5.4kg，内在肌腱为 0.9～3.06kg。在日常生活中捏持时上述值为 15.5～30kg，持握时可达 60kg。拇指必须对抗另 4 个手指的力量，致使肌腱的张力达到 75kg。

（七）组织平衡

这一概念的含义是重建手部功能时必须兼顾各种组织，不能期望一根肌腱能在水肿和瘢痕化的组织中滑动，也不能指望一个移植腱能带动因纤维化或其他病变而僵直的关节。对于因类风湿等原因造成的手部疾病，如仅作关节置换矫正关节畸形而未同时治疗伴存的结缔组织严重变性，则肌肉—肌腱—韧带复合体的不平衡仍然存在，即使手的外形改善，功能仍很差，且可能引起假体折断或松动。

第三节　生物力学在手部修复中的应用

手结构的完整性和连续性是手生物力学的基础，不可能在组织结构缺损或中断、畸形的情况下，建立正常的生物力学功能。因此，手部修复的首要任务是恢复其原来的解剖结构。修复术中、术后的合理固定，可使修复的组织结构不发生断裂和错位，同时有利于修复组织的愈合及塑形，使修复组织处在生理性应力环境之中，有助于应力—改建过程的进行。

一、皮肤的修复与固定

在手掌部进行手术，应沿皮纹切口，严禁和皮纹垂直交叉的切口，如直切口，以避免条状切口疤痕的形成，影响手功能和外形。手掌部的皮肤缺损，应避免强行缝合，因为这样必然要造成手指的屈曲畸形或手掌横弓的缩小。不但影响手指的伸展和手掌的张开，而且造成手的畸形，甚至残废。正确修复方法是按缺损面积进行皮肤移植。这一原则也适用于指蹼和虎口。

手背部的皮肤缺损，在进行皮肤移植时，要注意恢复它的最大面积。要能够使掌指关节和指间关节充分屈曲。一般在握拳的姿势下来计算皮肤的缺损面积。否则必然影响手指的屈曲功能。

在进行手部包扎固定时，要注意维持手的功能位姿势。虎口张开，其余四指张开以维持虎口和指蹼不发生挛缩是非常关键的，也是医师容易忽略的。否则，将造成虎口和指蹼挛缩，严重影响手功能的发挥。

二、骨关节的修复与固定

手部的骨关节损伤，要求解剖复位，因为任何移位，尤其是成角、旋转移位，必然严重影响手的功能和外形。对于修复后的固定要求也相当严格，要求不超越关节，稳固，不产生应力遮挡、废用。目前所用的微形钢板较好，或克氏针交叉内固定也受医生的推崇，但实施时有一定的难度。外固定时手要尽可能放在功能位上。

三、单根转移腱越过多关节的手术设计

多块肌肉损伤或瘫痪时，往往需要以一块转移肌肉完成一个以上的动作，术前必须周密计划，方法有二：

（一）一根肌腱连续跨越两个或多个关节

肌腱给予所跨越的各个关节以旋转力矩，其大小与力矩臂的长度成比例。肌腱牵拉时即活动这一系列关节，而无法只单独影响其中的一个关节。如要一个关节活动而其他关节不动，必须有其他肌肉或外力在不拟活动的关节处对抗此肌腱的牵拉。以拇指为例，拇长屈肌是指间关节的屈肌，但也是掌指关节、腕掌关节和腕关节的屈肌。只有在后述各关节另有稳定肌作用的情况下，才能单独活动指间关节。内在肌瘫痪时，拇短屈肌和拇收肌失去作用，拇长屈肌即成为远侧两个关节仅有的屈肌，其后果在自由活动时尚不明显，但在用力捏持时，因示指施力于拇指使其伸直，需要拇指的每个关节都以足够的屈曲力加以平衡。如捏持 1kg，在拇指指间关节需 2kg 拇长屈肌的力量方能平衡。在掌指关节，因杠杆臂长，以致力矩为 1kg×5cm＝5kg·cm。但平衡的屈曲力量仍只有拇长屈肌的 2kg，此腱在该关节的力矩臂为 1.5cm，1.5×2＝3kg·cm，与上述 5kg·cm 不能平衡而使掌指关节伸直。病人为了平衡他的拇指，只能增加唯一的屈肌的张力，张力达 3.3kg 时即可在掌指关节得到 5kg·cm 的屈曲力矩，但这又同时增加了指间关节的力矩而使其转至屈曲位，平衡进一步受到破坏，病人最终只能放弃捏持动作。这一原理可用于所有“钮扣”畸形的手指。这种情况无法通过锻炼改善，必须在继发性畸形发生以前确定原发软弱的存在并予矫正，例如在上述例子中加强拇短屈肌，或行掌指关节融合术。

（二）转移腱的尾端分数股固定

转移腱的尾端分为数股分别固定于各自的止点，肌肉收缩时，所有附着点一起活动。至各附着点的肌腱幅度相同，术后各股肌腱所能获得的有效幅度与活动最小的一根肌腱幅度一致。例如，严重的手和前臂外伤时，有人用一根肌肉提供所有四根指深屈肌腱的屈曲力量，如果术时有一个手指僵直或活动受限，则其他三指也将不能活动或活动受限。防止的办法是术时将僵直手指排除在外，或将手术延迟至所有手指被动活动均已改善。

（张树桧）

第六章　手外科检查

手外科检查的项目有多种，根据不同的情况选用适宜的检查方法，对于做出正确的诊断和制订治疗方案是至关重要的。

第一节　手外科一般检查

在手外科的诸多疾患中，通常采用一般的检查方法即可能做出正确的诊断。因此，熟练掌握一般的检查方法是手外科医师的基本功。

一、病史采集

在行手外科检查之前，必须获得详尽的病史资料，包括病人的性别、年龄、职业（含第二职业）、业余爱好、右利或左利、过去疾病史对手的影响、过去外伤史以及手术史对手的影响等。除了对上述情况进行了解外，还应对以下两种情况予以注意。

（一）手外伤病人询问要点

1. 受伤时间　包括：①被外力作用的时间；②就诊的时间，包括断肢（指）在途中采用不同方式（远端浸泡、低温、干燥等，近端绷扎或按压止血等）处理的时间。

2. 受伤地点　必须明确其环境是否清洁，有无有害粉尘或液体浸泡污染的可能。

3. 受伤原因　包括致伤机理、暴力的大小、方向及方式，手在整个受伤过程中经历的姿势及伤手解脱暴力的方式，致伤物有无高（低）温及合并化学物质的损伤。

4. 伤口就诊前的情况　包括疼痛、出血、受伤前后及运送途中手部感觉、运动的变化。

5. 紧急处理的方式及外地医院的处理经过（包括手术、用药情况）。

6. 病人对手部感觉及运动的主诉。

（二）非创伤病人询问要点

1. 手部不适感出现时间及加重时间（如疼痛、麻木、感觉迟钝、肿胀及挛缩），不适感是否为持续性。

2. 加重不适感的动作与姿势。

3. 生活、工作及运动对手活动的影响。

4. 受伤肢体或其他肢体的关节、肌腱是否有同样疼痛。

5. 昼夜节律及气候变化对不适感的影响。

对手的全面估价，在非创伤病人还必须排除全身性疾病对手的影响（如糖尿病、中风、痛风、关节炎及全身结缔组织病），这些可作为突出或最早的症状就诊。

二、手外科一般检查项目

在检查之前，应了解病人的心理状态，因为许多病人对检查存有恐惧心理，在察看伤口、活动僵硬关节及刺激疼痛过敏区时，由于病人的心理作用或不配合，往往使检查不易进行，尤其是小儿患者。因此必须做好解释工作。同时应有一套分散注意力，消除病人恐惧感的方法。检查动作应轻柔，有条理，同时还应让病人了解检查的意图以便主动配合。

手外科一般检查的顺序是由近到远，由非损伤区到损伤区。肢体要充分暴露，做好

健、患侧对比，避免遗漏。检查内容包括手部外观检查和各系统检查。

（一）手部外观检查

1. 手的姿势 正常的手在无意识支配的情况下，其内在肌与外在肌张力处于相对平衡状态。手部休息位姿势的改变，意味着手部肌张力平衡的改变，如指深、浅屈肌腱断裂，患指呈伸指畸形。神经损伤早期虽肌肉麻痹但其张力尚存在，可暂无显著变化，因而短时间内手的姿势可不改变，等肌肉出现萎缩时才随之产生变化，应注意鉴别。

2. 皮肤 检查时应注意：①皮肤的质地、潮湿度、色泽度及是否平滑。干燥、粗糙、光亮的皮肤多为神经损伤后的营养不良。皮肤色泽可反映动脉血液供应及静脉回流情况。血管痉挛或雷诺氏病的症状之一是皮肤苍白，它提示血管危象的发生。皮肤瘢痕常提示损伤的程度，为深部组织损伤提供检查线索。尤其是切割伤，皮肤的疤痕往往代表深部组织损伤的部位。另外，皮肤本身的损伤，特别是烧伤，遗留瘢痕增生或挛缩常引起严重畸形。深部组织损伤易产生复杂的继发性病理变化，如关节病理性脱位，关节囊、肌腱及韧带挛缩，血管神经短缩等。

3. 肿胀与萎缩 手局部肿胀多为炎症和肿瘤。手部肿块要注意其大小、范围、形状、质地及有无搏动和波动，有无压痛、叩击痛或其他异常，手指伸屈活动对其大小、张力有无影响。亦可根据肿块是否活动，来判断与皮肤、肌腱、腱鞘、关节囊、骨骼、神经及血管的关系。弥漫性肿胀提示范围广泛的感染或血液循环障碍（见于外伤、骨折整复后）。断肢（指）再植后手部弥漫性肿胀说明静脉回流障碍。

手部萎缩常是由神经损伤、长期血供不足手内在肌失用、营养不良所致。双侧对比可查出轻微的改变。

4. 手部畸形 包括先天性畸形和后天性畸形两种。

（1）先天性畸形 国际手外科协会将其分为七类（见第2章）。

（2）后天性畸形 根据病因将其分为七种。

1）关节囊或韧带挛缩造成的畸形 如鹅颈畸形，常见于类风湿性关节炎等。

2）皮肤瘢痕挛缩造成的畸形 多由烧伤、严重手外伤及术后感染所造成，常见有虎口挛缩。

3）骨折愈合或骨缺损造成的掌、指骨成角、短缩或旋转畸形。

4）肌肉挛缩造成的畸形。

5）大脑瘫引起的上肢畸形。

6）肌肉肌腱损伤后造成的畸形 如槌状指及钮扣畸形等。

7）周围神经损伤所致畸形 如桡神经损伤的垂腕畸形。

5. 自主运动 让患者按医生的指示作动作，通过动作了解骨骼、关节、神经、肌肉、肌腱、腱滑动及固定结构存在的异常。任何动作缺陷或异常，均与上述结构有关。自主运动时应将手平放，手指伸直，然后分指合指、握拳松开、反复多次。如指尖都能触及掌横纹，说明上述结构均属正常。

（二）手部各系统检查

经过一般外观检查，在得到第一印象后，应重点检查某一或几个系统，以便在书写病历及做出诊断时能更加明了、准确。

1. 周围神经检查

（1）神经营养性变化 周围神经内除含有运动与感觉神经外，尚有大量的交感神经纤维。因此，神经损伤后其分布区域的皮肤干燥、光滑、薄而软，指甲厚有横嵴且变脆、弯曲。皮肤干燥是神经功能障碍的早期症状，不可忽视。临床上可通过碘淀粉试验或茚三酮试验检查有无汗液分泌。有条件者可做肌电图检查。

（2）感觉检查　首先应将目的和方法告诉病人以求其配合。检查时要与健侧作对比，有时需要复试。

1）触觉　先让病人闭目，在健康皮肤上以棉絮轻触，反复几次后改为正式测试。检查时，让病人回答棉絮触及皮肤的次数。

2）痛觉　以大头针尖做试验，方法同上。

触、痛觉的结果可分为过敏、正常、迟钝（减退）与消失四种。

3）两点分辨觉（两点区分试验）　该试验是由 Dellon（1976）首先报道。人体任何部位都有区分两点的能力，只是两点之间的距离不同。手指尖的两点分辨觉最敏感，距离最短。正常手指远节为 2～3mm，中节为 4～5mm，近节为 5～6mm。检查时可用两点分辨规或两脚规，测试力要轻，两针脚要放在手指纵方向上。神经损伤开始修复后，两点距较正常为大，随着神经纤维的生长，两点距逐渐缩小。但很难达到伤前的正常水平，所以检查结果只能近似于正常范围。

4）Moberg 拾物检查　将钮扣、硬币等十数个小物件放在一个小器皿内，让患者拾起而凭感觉说出其名称。开始可以看着，以后闭眼测试，一共 10 次。根据说对次数加以评定等级。这是一项综合感觉试验，观察精细分辨能力。主要测试拇指、示指及中指的感觉。

5）叩击试验　神经损伤后，新生的神经纤维是未形成髓鞘的纤维，当叩击这个部位时，感觉纤维便产生向该神经单一分布区放射性过敏感觉，此为阳性。本试验的意义是，神经修复后，利用叩击试验来检查神经生长到达的部位及判断其生长速度。对于陈旧性神经损伤，当神经近端形成假性神经瘤时，利用此叩击试验可辨认神经受伤部位（图 6—1）。

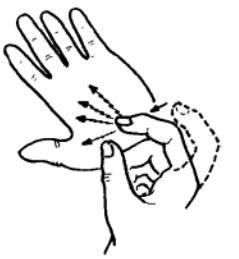


图 6—1　叩击试验

（3）各主要神经功能检查

1）正中神经　检查正中神经功能时，首先检查拇指掌外展动作，即将手背放在桌面上，让拇指向前竖起，触摸拇展短肌肌腹的张力，如能完成此动作，说明该肌神经支配正常，则进一步检查正中神经支配的其他内在肌。如果只简单地观察病人能否握拳，则很难判断有无正中神经损伤，因为环指、小指的指深屈肌由尺神经支配，而且指深屈肌诸腱之间有腱性联合，因此握拳时示指及中指可因环指和小指的活动而带动屈曲。在作屈腕动作时，检查桡侧腕屈肌及掌长肌的肌腹肌腱张力，可判定该两肌有无瘫痪。

2）尺神经　检查尺神经时，让病人手平伸并将各指分开，检查者用一手将病人的示指、小指向中间挤压，另一手能触试第 1 骨间背侧肌和小指展肌肌腹的张力。亦可做掌短肌反射检查，该肌由尺神经浅支支配，在豌豆骨桡侧按压尺神经可引起掌短肌收缩，称为掌短肌反射。当尺神经在腕关节水平损伤时，此反射不能引出。此外还可做 Froment 征试验。正常情况下，当拇指与示指作捏持动作时，由于手部内、外在肌的协同作用，拇指指间关节及掌指关节均呈微屈曲位才能完成拇指与示指“O”形捏持动作。当尺神经损伤时，拇收肌及部分拇短屈肌麻痹，使拇指掌指关节掌侧力量薄弱，做上述动作时，拇指便会出现掌指关节过伸、指间关节屈曲畸形，即 Froment 征阳性（图 6—2）。晚期尺神

经损伤出现“爪形手”畸形。

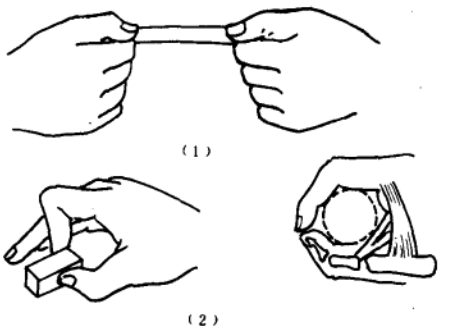


图 6—2　Froment 试验

(1) Froment 征阳性　(2) 正常拇、示指相捏

3）桡神经　桡神经支配所有的上肢伸肌。桡神经损伤后有典型的垂腕、垂指畸形。掌指关节缺乏自主伸展动作，因为蚓状肌及骨间肌有屈曲掌指关节及伸展指间关节的作用。当手指近节被托起时病员能自主有力地伸直指间关节。

4）正中神经和尺神经　在低位正中神经和尺神经合并损伤时，患手呈猿手畸形，拇指不能与小指对指。此外，手指的屈曲动作由指屈肌腱来完成而无内在肌的配合，屈指间关节的顺序将从远侧到近侧，与正常手相反。

神经损伤后其所支配的皮肤感觉区明显障碍（见第 15 章），检查时按每个神经的不同支配部位，系统、详细地检查记录。

(4) 周围神经损伤分类

1）Seddon 三级分类法

Ⅰ级（机能性麻痹）　是指神经轻度受压或纯性打击造成的损害，未发生髓鞘的退行性变，运动障碍明显而无肌肉萎缩，痛觉迟钝而不是丧失。短期内可以恢复而不留后遗症。

Ⅱ级（轴索断裂）　神经受到严重持续的压挤而发生髓鞘退行性变，但神经外膜、神经束膜及神经内膜尚未受到损害。检查可见损伤的神经分布区有感觉和运动功能障碍。此种损伤临床预后尚好。

Ⅲ级（神经断裂）　神经完全性损害，不但神经纤维受到损害，而且支持性组织结构也遭到损害。

2）Sunderland 五级分类法（图 6—3）

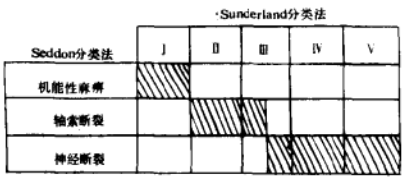


图 6—3　Seddon 和 Sunderland 分类法的对应关系

Ⅰ级损伤　因神经水肿所致的运动麻痹，病人很少有感觉及植物神经功能障碍，属一过性症状，很快即可恢复。

Ⅱ级损伤　相当于 Seddon 分类的轴索断裂，神经虽然发生退行性变，但其支持组织结构未受损害，所以预后较好。

Ⅲ级损伤　其中一部分损伤较轻者功能可以自行恢复，相当于 Seddon 分类的轴索断裂组。但在一些严重的病例中，有大量的神经轴索受损，受损处产生的瘢痕影响轴索的生长，此种相当于神经断裂。

Ⅳ级损伤　较为严重的一种损伤，只有神经外膜连续性存在，损伤内部为神经瘤样连接。神经轴索不能通过损伤区的瘢痕组织，必须通过手术才能恢复神经的功能。

Ⅴ级损伤　神经连续性完全破坏。

(5) 神经损伤及神经修复后的功能评定

评定的项目包括肌力的评定和感觉的评定。

按国际标准，把感觉的检查分为五级，根据检查情况，按级记录。

Ⅰ级(S_1)　无感觉；

Ⅱ级(S_2)　神经单一分布区有深痛觉；

Ⅲ级(S_3)　神经单一分布区有浅痛觉及

触觉；

Ⅳ级(S_4)　神经单一分布区有浅痛觉及触觉且重叠感消失。

Ⅴ级(S_5)　在神经单一分布区恢复两点鉴别能力。

2. 血管检查　检查时应注意皮肤的颜色、温度、张力、毛细血管充盈速度、甲床颜色、脉搏等。若有疼痛应问清疼痛的形式及规律等。

动脉血供不足时皮肤颜色苍白、指腹萎陷、张力低、温度低、动脉搏动减弱或消失，毛细血管反应迟缓或消失。长期供血不足者手指变细，整个手肌肉萎缩，怕冷等，静脉回流不畅时皮肤发绀，指腹张力较高，毛细血管反应快等，检查时可采用以下方法：

(1) Allen 试验　方法为①在腕部压迫桡动脉和尺动脉；②令病人做握拳放松动作若干次，以驱出手部的血液，然后再放开手于松弛位(应避免过度伸指)；③单独放开桡动脉，若手掌及五个手指能迅速充盈，表明桡动脉血流通畅，与尺动脉间有良好的侧支循环，否则提示桡动脉狭窄或阻塞；④重复①、②的动作，单放尺动脉，判断方法同桡动脉(图 6—4)。

(2) 多普勒血流探测仪　利用超声波反射原理检测动脉通畅与否。其操作简单，灵敏度高，可作为诊断及术前的常规检查。此外还可为手术的设计、预测及定位提供准确依据。

(3) 光电血流体积描记检查　利用光波二极管发出的红外线照射在浅表的小血管上，由此产生的反射波再由光电管转化成电信号，据其强弱来判定血管内血流体积的大小。同多普勒血流仪一样，本法简便、准确，值得推广。

(4) 红外线辐射仪检查　本法是通过摄像机将人体辐射的红外线转化成电信号，经计算机处理后以色块及数字的形式反映皮肤表面温度，本法可分辨 0.1℃的温差，不与被测体直接接触，且可动态观测。是一种较为理想的血液循环检查方法。

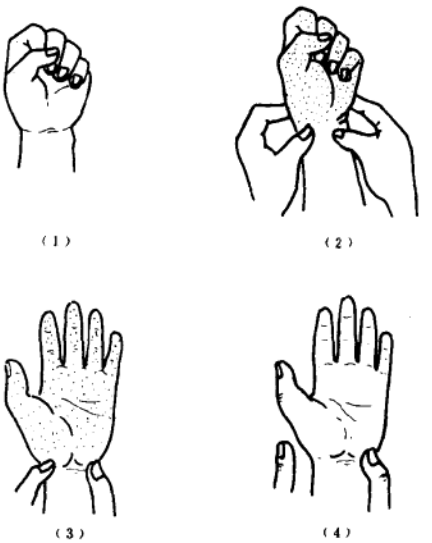


图 6—4　Allen 试验

(1) 检查前　(2) 握拳(压迫桡、尺动脉)　(3) 松拳(压迫桡、尺动脉)　(4) 单放桡动脉(压迫尺动脉)

(5) 血管造影　由于近年来 X 线设备的更新换代，血管造影技术日臻完善，图像清晰，诊断准确，必要时可采用。

(6) 彩色 B 超　可动态观察，监测大、中血管的血流情况及管壁、管腔的形态，为当前较先进的血管检查仪。但毛细血管无法采用此项检查，因此较少用于手部循环检查。

(7) 微循环显微仪　是通过显微镜(25～2000 倍)和计算机图像处理来显示微循环状况。此法图像清晰，能动态观察并留下资料。是目前检查手部微循环的较好方法。

3. 关节检查　在叙述手部关节检查法之前，需先明确手部运动的概念。

(1) 各指的指间关节仅有屈曲和伸展运动。

(2) 掌指关节除有屈伸活动外，还可做

收展运动。在解剖学姿势时，以中指为轴线，示指的桡偏，环指和小指的尺偏运动称之为外展，反之为内收。而中指的侧方活动则不用内收或外展而改称为尺偏或桡偏。

(3) 拇指的运动较为复杂，其腕掌关节特别重要。关节囊松弛、活动范围大是拇指特殊功能的重要组成部分。拇指的外展和伸展是两个不同的概念。拇指外展是指拇指伸直时，腕掌关节做离开手掌平面与之垂直方向运动。拇指伸展是指拇指在手掌同一平面上与手掌分开的运动（又称掌侧外展）。

对于关节活动的检查，应注意以下几种情况：

(1) 关节被动活动完全消失 多为关节本身强直或由肌肉萎缩、肌腱粘连、关节囊挛缩及皮肤严重疤痕造成。

(2) 自动活动受限而被动活动正常 提示由于肌腱断裂或运动该关节的肌肉的神经损伤。

(3) 主动活动范围小于被动活动 提示多为肌腱粘连所致。

(4) 主、被动活动范围均受限且等幅 表示非骨性强直，多为关节囊挛缩、瘢痕或肌腱粘连。

检查时应注意排除关节间的相互影响，如有时一个手指伸肌腱粘连，由于手指伸肌腱之间有腱联合，相邻指也可被影响而不能完全伸直，检查时应加以鉴别。

(5)手部各关节的正常活动度 腕关节：背伸 60°～80°，掌屈 70°～80°，桡偏 20°，尺偏 30°。拇指：外展 80°左右，伸屈 60°～70°。掌指关节：屈曲 0°～70°，过伸 0°～30°。指间关节：屈曲 0°～80°，过伸 0°～60°。示指至小指：各手指的关节屈伸幅度不一样，每一手指各关节的屈伸幅度也不一样。掌指关节的屈伸度以小指最大，示指最小。近、远侧指间关节亦并不一致，大致范围为：掌指关节：屈曲 0°～90°，过伸 0°～30°，内收至外展 30°～40°（中、环指）或 50°～60°（示、小指）。近侧指间关节：屈曲 0°～100°，过伸 0°～10°。远侧指间关节：屈曲 0°～70°（图 6～5）。

4. X 线片的常用划线和测量(见第4章)。

5. 肌肉与肌腱检查

(1)肌肉检查 除肌肉本身的病变外，多是由于支配该肌神经损伤所致。通常肌肉的检查除测量其体积外，主要是做肌力分级检查，常用六级法：

O 级 肌肉在做自主收缩时，毫无动作，也无肌腹张力的增加。

Ⅰ级 病人做动作时，可有肌肉收缩或肌腱张力，但不产生关节活动。

Ⅱ级 当肌肉收缩时，在不对抗地心吸引力的条件下，关节有活动。

Ⅲ级 可以在对抗地心吸引力的条件下，活动肢体并达正常活动范围，但不能对抗外加阻力。

Ⅳ级 关节不仅可以对抗地心吸引力而且能主动活动，还可对抗轻阻力。

Ⅴ级 关节可对抗较强的阻力并达到正常的肌力。

检查中应注意某些关节是由多块肌肉支配的，而某些肌肉的重叠分布相互间可有筋膜相连或粘连，在强烈运动时麻痹的肌肉可被收缩的肌肉所带动而出现假象。因此必须在肌肉收缩时用手指触摸被检查的肌肉，看其是否有主动收缩，张力是否正常。此外，可通过肌电图检查来协助诊断。

(2) 肌腱检查 肌腱是传达和实施动力的纽带，对于其功能的评定方法较多，但目前没有一种方法是精确可靠的。相比较以下几种相对全面而被普遍采用。

1)测量关节活动的方法 分别测量手指的掌指关节、近侧指间关节及远侧指间关节的主、被动活动度数，以此了解肌腱的情况。临床上常用的表格形式比较简单明了，但无法做动态对比。

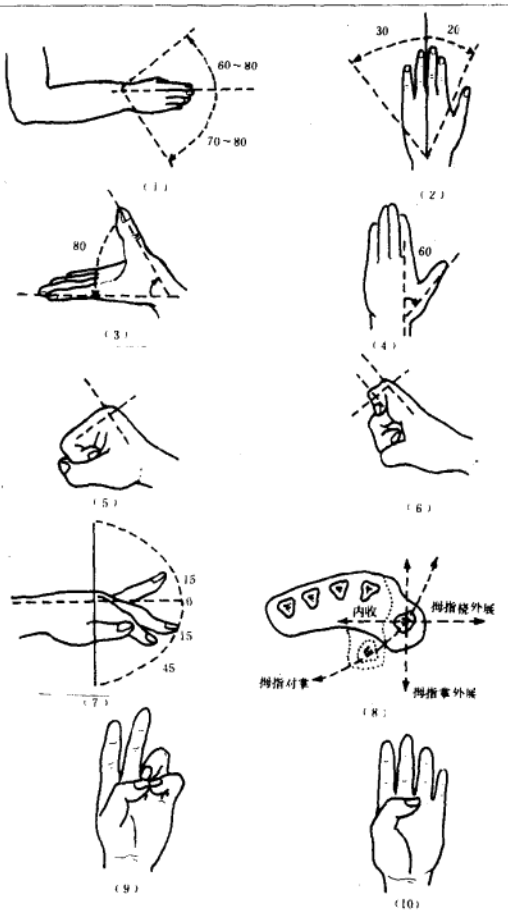


图 6—5　手部各关节的正常活动度

(1) 腕关节伸与屈　(2) 腕关节尺偏与桡偏　(3) 拇指掌侧外展与内收　(4) 拇指桡侧外展与内收　(5) 掌指关节屈与伸　(6) 指间关节屈与伸　(7) 手指的屈伸范围　(8) 拇指的运动轴　(9) 拇指对指　(10) 拇指对掌

2)测量指腹至掌横纹距离的方法　用屈指时测出的远侧掌横纹与指尖间的距离来判断屈肌腱的功能。此法是由 Boyes(1950)提出的。评价标准是：

优　指尖距远侧掌横纹在1.5cm 以内；

良　指尖距远侧掌横纹在1.5～2.5cm 之间；

中　指尖距远侧掌横纹在2.5～3.5cm 之间；

差　指尖距远侧掌横纹在 3.5cm 以上。

此法虽较简便，但在手指屈曲畸形时，指尖距远侧掌横纹可能小于 1.5cm，按标准应该评为“优”，但手指伸展却受限，因此该法亦不理想。

3) Kleinert 法　Kleinert (1973) 总结肌腱治疗经验时提出如下评价方法。

屈指：

Ⅰ级　指尖能触及近侧掌横纹或指尖到远侧掌横纹的距离＜1cm；

Ⅱ级　指尖到远侧掌横纹的距离＜

1.5cm；

Ⅲ级 指尖到远侧掌横纹的距离＜3.0cm。

伸指：

Ⅰ级 伸直欠缺度数＜15°；

Ⅱ级 伸直欠缺度数＞15°但＜30°；

Ⅲ级 伸直欠缺度数＞30°但＜50°。

结果评定：

优 伸屈均为Ⅰ级；

良 伸屈均为Ⅱ级；

中 伸屈具有两者之一或两者均为Ⅱ级；

差 伸屈均差于Ⅲ级。

4）测量关节总主动活动度的方法（TAM） 该法是Eaton（1975）首先提出的。测量方法是用掌指关节（MP）、近侧指间关节（PIP）和远侧指间关节（DIP）的主动屈曲角度之和减去各关节主动伸直受限角度之和，差值即为该手指的总主动活动度。公式为：

屈（MP＋PIP＋DIP）°－伸（MP＋PIP＋DIP）°＝TAM

例如指深屈肌腱修复术前TAM为140°，术后为170°，修复术后功能改善170°－140°＝30°，与健侧相比较来评定该肌腱功能时，170°为健侧的65%，140°为健侧的54%，30°为改进功能11%。

评级法：

优 活动范围和正常侧相同；

良 TAM大于健侧的75%；

中 TAM大于健侧的50%；

差 TAM小于健侧的50%；

劣 TAM比术前还差。

TAM测量法较全面地反映了手指肌腱功能的状况，同时还能对手术的效果作出精确的评价，应予以推广使用。

手部任何肌肉都存在着与之相反作用力的拮抗肌。当肌腱损伤或断裂时，手的动力平衡将被破坏，其休息位也会发生相应的改变。检查时，必须依据解剖及畸形位置加以判断。以指屈肌腱为例，指屈肌腱损伤后，伤指呈伸直状态，屈曲功能障碍，但由于肌腱断裂的区域不同，损伤后各有特点：

Ⅰ区 指屈肌腱有腱鞘包绕，此区损伤只伤及指深屈肌腱。畸形为远侧指间关节不能屈曲呈伸直状态；

Ⅱ区 此区肌腱被坚韧的纤维骨性鞘管包绕，鞘管有环形韧带及交叉韧带组成，起着指屈肌腱滑车的作用。在Ⅱ区内，指浅屈肌腱在近节指骨中部分成二束并转向指深屈肌腱深面，向远侧止于中节指骨中部。因此，此区损伤若在分叉处近端，则是浅腱在浅层，深腱在深层，首先伤及浅腱，若在分叉处以远损伤则先损伤深腱。而在分叉处，两腱在同一水平，故易同时损伤。

Ⅲ区 此区包括指浅、深屈肌腱，其中浅肌腱在浅层，故损伤首先累及指浅屈肌腱。此区中的指深屈肌腱有蚓状肌附着，故当肌腱断裂在蚓状肌止点以远时，常无肌腱回缩，但指浅肌腱因无蚓状肌附着故常回缩至腕部。

Ⅳ区 在腕管内，肌腱外被有滑膜鞘，排列集中有序。此区较少损伤，但一旦损伤，往往为多发性。

Ⅴ区 在前臂远端至肌腹，此区因腕屈肌腱在浅层，指屈肌腱在深面，故往往是腕屈肌腱更易损伤，检查时切勿遗漏。

检查时，检查者可将患者手指中间指节固定，若患者不能屈曲远侧指间关节，则为指深屈肌腱断裂。若将其相邻两指固定在伸直位，而令其屈曲近侧指间关节，若不能完成屈曲则为该指指浅屈肌腱断裂。若两关节均不能屈曲，则该指浅、深屈肌腱均已断裂。

肌腱粘连的检查须与关节僵直及韧带挛缩相鉴别。一般可通过以下几点鉴别：①皮肤有瘢痕，有肌腱外伤史或手术史；②手指主动屈伸活动虽受限，但肌腱张力存在；③

被动活动关节时关节无僵直感且可触及绷起的肌腱。

（3）握力和捏力的检查

1)握力的检查　握力的检查可用握力测定仪。对于握力很小的手也可用血压计代替，其方法是把血压计气囊卷成 5cm 直径的圆柱形并加压到 6.67kPa（50mmHg），然后嘱病人用力握此气囊，超过 6.67kPa 部分就为应测的握力。根据 Swanson 测得的男性优势手握力为 47.6kg，非优势手为 45.0kg；女性优势手为 24.6kg，非优势手为 22.4kg。

2)捏力的检查　捏力的检查可用捏力测定仪，捏的方式包括拇指分别与示指、中指、环指及小指相捏，拇指与示指、中指同时相捏以及拇指与示指桡侧的侧捏三种。男性三指捏力优势手为7.9kg，非优势手为7.5kg；女性优势手为5.2kg，非优势手为4.9kg。男性侧捏力优势手为7.5kg，非优势手为4.7kg；女性优势手为4.9kg，非优势手为 4.7kg。

（4）手部运动的检查

手部运动只对肌肉、肌腱及握力、捏力检查后就作出整个手功能的评定显然是不全面的。实际上，手在工作和日常生活中完成的大多数动作都是单项运动的组合。Napier（1956）以解剖及功能观点，将手的运动分为握持运动及非握持运动两大类。其中握持运动又分为强力握持及精细握持两类。希望通过这种综合动作的检查较全面地反映手的功能情况。

1)非握持运动检查　用整个手或个别手指做推、提、钩、压的动作，如拳击、手托、掌推、指压、拍打、钩指等；

2)持握运动检查　将所要拿或抓的物件握在手里。其中强力抓握时（如使用锤子），手的动作是腕关节背伸，掌指关节及指间关节强力屈曲，手指内收，屈曲的手指将锤柄牢固地按压在手掌上，整个拇指对掌并内收，压在手指上或锤柄上，整个动作牢固有力。而精细抓握的特点是，抓捏小的物件时（如拧小螺帽），手腕可以在掌屈至背伸间的任何位置上活动，手指半屈，拇指与其他各手指相对，轻轻拿住螺帽，以拇指与示指或拇指与示指、中指，甚至是整个五指尖一起拧螺帽。动作轻巧、灵活而敏捷，这些动作的完成主要靠手屈肌及内在肌的作用。夹捏是精细抓握的另一种形式，主要使用指的远节甚至指端，一般由拇指与示指或拇指、示指、中指三指进行。如拣针、捻线头及执笔、拿筷子等。拇指与三个或四个手指一起捏可拿较大或较多的小物件，如抓一把花生米等。

（王剑利）

第二节　手部电生理检查（神经-肌电图）

一、概　述

（一）定义

手部电生理检查是指应用神经-肌电图检测手段，记录上肢神经肌肉的生物电活动，进行分析后判断上肢神经肌肉所处的功能状态，结合临床表现从电活动的角度诊断运动神经肌肉性疾病。它包括研究运动单位功能的针电极肌电图；研究神经传导功能的传导速度测定；神经肌肉接头传递功能的神经重复电刺激检查。近年来，进一步发展了各种诱发电位研究，包括体感诱发电位（somatosensory evoked potentials，简称 SEP）；视诱发电位（visual evoked potentials，简称 VEP）和听诱发电位（auditory evoked potentials，简称 AEP），从而将研究领域从外周一直延伸到中枢，可从各个平面判断疾病的范围和性质，扩大了检测方法，提高了神经-肌电图的应用价值。所以电生理检查对神经肌肉疾病的研究和临床诊断具有重要意义。

（二）肌电检查内容

肌电检查内容包括：①直接记录肌电位

(肌电图)；②刺激神经记录肌肉诱发电位(神经传导速度、神经重复电刺激)；③记录各种反射活动(H反射、F反应)；④刺激感觉神经、器官，在中枢神经系统记录诱发电位(SEP)。

(三) 肌电检查在手外科中的应用范围

在手外科中，检查周围神经损伤和后期功能重建占较大比例，神经-肌电图检查有下列作用：

1. 神经损伤定位、定性诊断。确定神经根性撕脱伤、神经根、丛和上肢各神经损害部位和范围；测定神经卡压征的受压程度。

2. 神经手术后新生电位的出现是神经再生最灵敏的早期客观指标。神经吻合、移位、桥接术后定期的检测，根据其新生电位的变化可推测其再生程度、部位和预后。

3. 手功能重建前，对肌肉功能分析，以选择合适的手术方案和判定术后功能恢复的程度。

4. 鉴别周围神经损伤和其他神经肌肉疾患的电生理诊断。

(四) 运动单位的解剖生理

运动单位是肌肉活动的最小功能单位，由一个脊髓前角细胞及其轴突所支配的一群肌肉纤维组成(图6—6)。每个运动单位的肌纤维并非成群排列，而是随机分布在直径为5～11mm的圆形区域内。针电极接触的0.5mm² 面积内的肌纤维，可有5～30个运动单位的纤维混杂分布，针电极引导出的肌电图记录分析的电位就是运动单位电位。

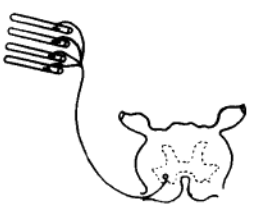


图6—6 运动单位(示一个前角细胞支配四条肌纤维)

二、正常肌电图

(一) 针极插入及肌肉放松时的肌电图

1. 插入电位 是指针极插入、挪动和叩击时因针极对肌肉纤维或神经支的机械刺激及损伤作用而猝发之电位。正常肌肉插入电位持续时间短，针极一旦停止移动，插入电位也迅速消失。在示波屏上只能看到伴随针极移动、基线漂移，不能看到具体插入电位的形象。

2. 终板噪声 针极插入正常肌肉运动终板时，出现1.0～4.0/μV的不规则低电压波动，可听到海啸样杂音，为终板噪声(图6—7)。如将针极稍作移动，可见其由短时限(0.5～2.0ms)、低电压(100/μV)的负相电位组成。

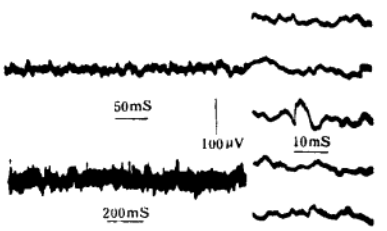


图6—7 终板噪声

3. 电静息 肌肉完全放松时，不出现肌电位，示波屏上呈一条平线。

(二) 轻收缩时的肌电图

正常肌肉随意收缩时出现的动作电位称为运动单位电位(图6—8)。它不是来自肌肉的单根纤维而是来自成组的肌纤维即运动单位发放出来的电位。

从一块肌肉可以纪录到不同形状、不同时限及不同波幅的运动单位电位。这些差异不只是由于每个运动单位本身的结构、空间排列和兴奋时程不同引起的，也取决于电极与受检运动单位的彼此位置关系。因此，在作肌肉定量分析时，每块受检肌肉至少需要分析20个运动单位电位。对运动单位的分析



图 6—8　运动单位电位

有三个参数：时限、相位、波幅。全身不同肌肉的运动单位电位时限有很大差异，面部肌肉较短（2～6ms），四肢肌肉较长（3～13ms）。低温缺氧可使时限增宽，它也随年龄的增长而增长。

1. 运动单位电位时限的测量　运动单位时限是指运动单位电位变化的总时间。测定是从离开基线的偏转起到返回基线所经历的时间（图 6—9）。

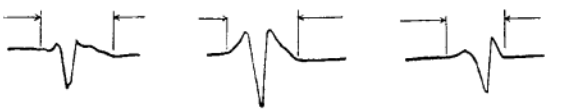


图 6—9　运动单位电位时限的测量

在测定平均时限时应注意从肌肉不同部位记录的不同电位中测量，选择基线平稳、电位完整、起止点清晰的电位。避免将同一个运动单位电位重复发放算成不同运动单位电位，影响结果的正确性。时限变动超过正常值±20%以上属异常。

2. 运动单位电压的测量　运动单位电位电压代表亚运动单位肌纤维兴奋时所产生的动作电位幅度的总和，可由最高正相和负相间的差距来测定（图 6—10）。

正常情况下，在轻收缩时记录的运动单位电位中最高的幅度一般不超过 5.0mV。

3. 运动单位电位的波形测量　运动单位的波形由离开基线偏转的次数（相位）来决定，根据偏转次数的多少分为单相、双相及多相电位（五相以上则称为多相电位）。正常肌肉双相及三相电位占 80%，多相电位小于 12%。

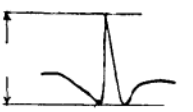


图 6—10　运动单位电位电压的测量

20 个运动单位电位平均时限测算公式：

肌肉定量 20 个运动单位连加÷20＝平均值

（平均值－标准值）÷标准值*×100%

*标准值根据不同受检肌肉、年龄来划分，如表 6—1 所示。

超过＋20%为神经源性疾病。超过－20%多见于肌源性疾病。

4. 上肢各肌肉运动单位的平均时限标准值（表 6—1）。

表 6—1　　上肢各肌肉运动单位电位平均时限标准值

年龄（岁）	肱二头肌	肱三头肌	指屈浅深肌	指伸肌	肱桡肌	尺侧屈腕肌	对掌拇短肌	外展拇短肌	背侧第 I 骨间肌	小指展肌	年龄（岁）
0	7.7	9.0	7.4	7.1	7.3	8.6	6.1	6.2	7.7	6.2	0
3	8.2	9.6	7.9	7.6	7.8	9.2	6.7	6.8	8.2	6.8	3
5	8.5	9.9	8.2	7.8	8.1	9.5	7.2	7.3	8.5	7.3	5
8	8.9	10.3	8.5	8.2	8.5	10.0	7.8	7.9	8.9	7.9	8
10	9.1	10.6	8.7	8.4	8.6	10.2	8.2	8.3	9.1	8.3	10
13	9.4	11.0	9.0	8.7	8.9	10.5	8.6	8.7	9.4	8.7	13

续

年龄(岁)	肱二头肌	肱三头肌	指屈浅深肌	指伸肌	肱桡肌	尺侧屈腕肌	对掌拇短肌	外展拇短肌	背侧第Ⅰ骨间肌	小指展肌	年龄(岁)
15	9.6	11.2	9.1	8.8	9.1	10.8	8.9	9.0	9.6	9.0	15
18	9.8	11.4	9.4	9.0	9.3	11.0	9.1	9.2	9.8	9.2	18
20	10.0	11.6	9.6	9.2	9.5	11.2	9.1	9.2	10.0	9.2	20
25	10.3	11.9	9.9	9.5	9.8	11.5	9.1	9.2	10.3	9.2	25
30	10.6	12.0	10.2	9.8	10.1	11.9	9.2	9.3	10.6	9.3	30
35	10.9	12.1	10.5	10.0	10.4	12.2	9.2	9.3	10.9	9.3	35
40	11.1	12.2	10.7	10.2	10.5	12.4	9.2	9.3	11.1	9.3	40
45	11.2	12.3	10.8	10.3	10.6	12.5	9.3	9.4	11.2	9.4	45
50	11.4	12.4	11.0	10.5	10.8	12.8	9.3	9.4	11.4	9.4	50
55	11.6	12.5	11.1	10.7	11.0	13.0	9.3	9.4	11.6	9.4	55
60	11.9	12.6	11.4	11.0	11.3	13.3	9.4	9.5	11.9	9.5	60
65	12.2	12.7	11.7	11.2	11.6	13.7	9.4	9.5	12.2	9.5	65
70	12.4	12.8	11.9	11.4	11.8	13.9	9.4	9.5	12.4	9.5	70
75	12.6	12.8	12.1	11.6	12.0	14.1	9.4	9.5	12.6	9.5	75
80	12.8	12.8	12.3	11.8	12.2	14.3	9.4	9.5	12.8	9.5	80

(三)肌肉不同程度用力收缩时的肌电图

肌肉收缩时因用力程度不同,参加收缩的运动单位数目和放电频率不同,故出现不同波形(图 6—11)。

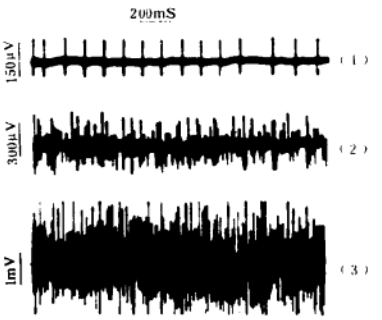


图 6—11 肌肉不同程度收缩时肌电图
(1)单纯相 (2)混合相 (3)干扰相

1.单纯相 轻度用力收缩,只有一个或几个运动单位参加收缩。肌电图上出现孤立的运动单位电位。

2.混合相 中等度用力,动员更多的运动单位参加收缩,致有些区域电位密集,不能分离出单个电位,有些区域仍可见单个运动单位电位。

3.干扰相 肌肉作最大用力收缩时,动员更多的运动单位参加工作,并且放电频率增高致运动单位彼此重叠无法分出单个电位。

有时用力程度不同,放电波型不完全与上述相符,介于两型之间,可称为单纯-混合相或混合-干扰相。

三、异常肌电图

(一)针极插入及肌肉放松时的异常肌电图

1.插入电位延长 针极插入、挪动时骤然出现电位排放,其频率可达 150Hz,针极挪动停止后电位并不立即消失,但其数量、频率逐渐减少以致消失,挪动针极后复又出现。

插入电位可由纤颤电位、正相电位等低电压电位组成。示波线上可见基线漂移,扬声器上出现暴雨之"沙沙"声(图 6—12)。

病理意义 常见于神经源性疾病,是肌肉去神经支配后肌膜兴奋性增高的后果,在周围神经损伤中最常见,多发性肌炎、皮肌炎中也可见到。

2.肌强直电位与肌强直样电位

(1)肌强直电位是插入电位延长的一种

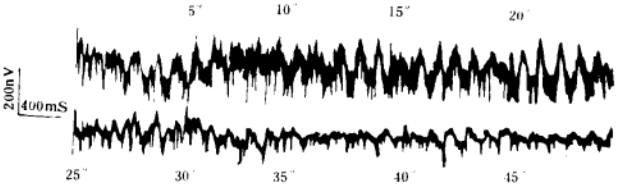


图 6—12　插入电位延长

特殊形式，是针极插入挪动的瞬间所猝放的高频放电，其典型特征是波幅和频率递增递减，扬声器上可闻俯冲轰炸机样的特殊音响（图 6—13）。

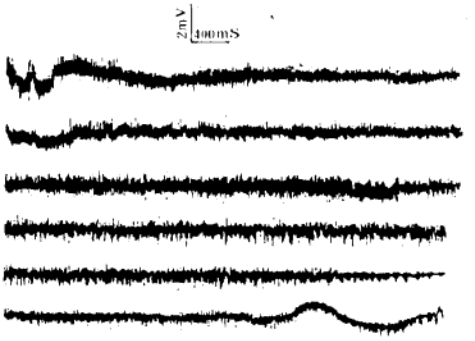


图 6—13　肌强直电位

病理意义　见于肌强直疾病，少数神经源性疾病和肌源性疾病。

（2）肌强直样电位　是针极插入后激发的一系列高频电位，特点是突然出现，突然消失，波幅和频率通常没有变化。扬声器上可听到“咕咕”蛙鸣声（图 6—14）。

病理意义同上。

3. 纤颤电位　是肌纤维自发性收缩产生的电位，从起始为正相、短时限、低电压节律较整齐为特点。大多时限＜2.0ms，电压＜300μV，波形可呈单相、双相、三相，以双相多见，频率＜2～10Hz，在扬声器上可出现尖调叩击声，音响特殊，可以听觉识别（图 6—15）。切忌对偶见的孤立的局部纤颤电位作出神经源性受损的诊断。

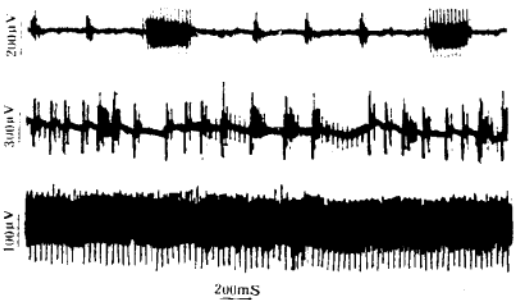


图 6—14　肌强直样电位

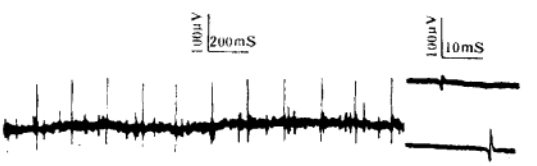


图 6—15　纤颤电位

病理意义　以前认为此系肌肉失神经支配的特殊性改变，但近年来认识到，纤颤电位只是反映肌膜兴奋性的改变，可见于多种原因：①失神经支配，特别在神经损伤时出现，具有定性意义；②电解质改变；③肌炎；④肌纤维的破坏过程（如药物肌肉注射所致）；⑤上运动神经源性损害等。

4. 正相电位（称正尖波）　常为双相，起始呈宽大之正相，其后续接一负相拖迨，但负相部分常不回到基线。时限长短不一，最宽可达 100ms，经常大于 10～20ms，电压 50～200μV，频率通常 4～10Hz，间隔较规律，扬声器上可听到粗钝的“呼呼”声（图 6—16）。

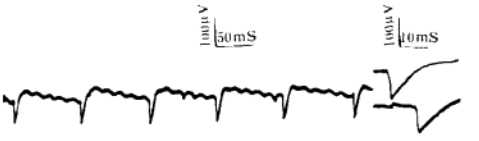


图 6—16　正相电位

病理意义　同纤颤电位。

5. 束颤电位　是一自发的运动单位，与轻收缩时运动单位电位的区别：①自发的、时限宽、电压高；②频率慢，＜5Hz；③节律性差，发放不规则（图 6—17）。

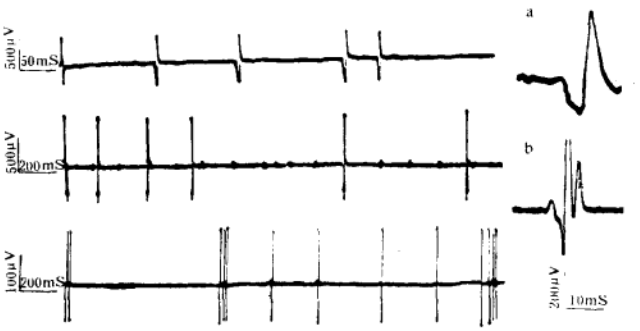


图 6—17　束颤电位

病理意义　常见于前角细胞病变，必须与纤颤、正相电位同时存在才有意义。正常人约 15%可见有束颤电位。

6. 群放电位　为节律性、阵发性放电，系由群化之运动单位组成。见于肌阵挛、癫痫、震颤、抽搐及帕金森氏病等（图 6—18）。

（二）轻收缩时异常肌电图

1. 运动单位时限、电压改变　一定年龄正常人，每一肌肉的运动单位平均时限有一定的标准，如平均值时限偏离正常值的 20%，则可考虑时限缩短或延长。

运动单位电压的差别甚大，当电压超过 5.0mV 时，有明确的诊断价值，有些作者称为“巨大电位”（图 6—19）。

（1）时限延长，电压增高＞5.0mV，见于脊髓前角细胞病变及陈旧性周围神经损伤。

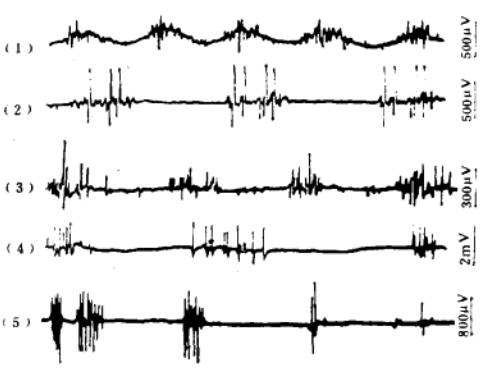


图 6—18　群放电位

（1）局灶性癫痫　（2）（3）震颤麻痹　（4）神经官能症　（5）面肌痉挛

（2）时限缩短、电压降低，见于肌源性疾

病。

（3）时限延长、电压降低，见于周围神经损伤或脊髓前角细胞病变严重的麻痹肌肉。

2. 多相电位数量增多（>12%）　多相电位波形特点对诊断价值较大，按多相电位波形特点可分为：

（1）短棘波多相　次波时限短，呈毛刷状，<3.0ms，波幅不等，可<300～500uV，时限 20～30ms，多见于肌源性疾病（呈短时限、低电压"肌病电位"）。但在神经再生早期（称新生电位）、神经部分变性或神经再生时称"复合电位"（图 6—20）。

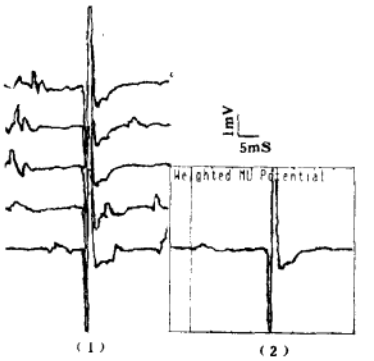


图 6—19　巨大电位

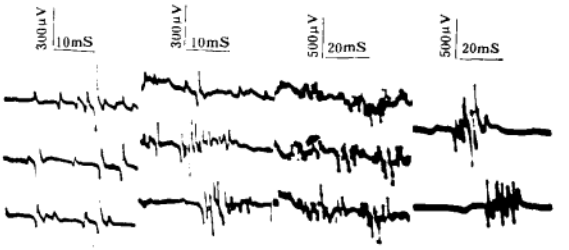


图 6—20　复合电位

（2）群多相电位　次波时限较长，>3.0ms，波幅高，时限也达 20～30ms。多见于脊髓前角细胞疾病及陈旧性神经损伤。

（三）重收缩时异常肌电图

重收缩时波形的异常表现为运动单位电位数量和放电频率的改变，依损害的性质和程度不同有下列表现：

1. 完全无运动单位　肌肉作最大用力时，不出现任何运动单位，表示运动功能的完全丧失，见于严重的神经肌肉疾患、神经失用及癔症性瘫痪。神经失用和癔症性瘫痪，刺激可诱发运动单位电位，后者在肌肉放松时，可无纤颤波、正尖波。

2. 运动单位数量减少　单纯相、单纯混合相和混合相是神经病变的典型表现，因运动单位脱失而致，单个运动单位的放电频率增加，可部分地代偿运动单位的数目减少。



图 6—21　病理干扰相

3. 病理干扰相　肌病患者运动单位的肌纤维数目减少、肌力减退、随意收缩困难。为了产生一定的力量，运动单位频率发放要比正常肌肉更高，以动员更多的运动单位工作。所以当运动单位数目正常时，仍能记录到干扰型。又由于肌纤维坏死，多相电位的增多，肌电图上表现为浓密、破碎的电位，扬声器上出现碎裂的、高调音，称为病理干扰型（图

6—21)。严重的受累肌肉，可无病理干扰相，但肌力减退程度和干扰型减少的程度明显不成比例，也是肌病的有力证据。

4. 神经肌肉疾患肌电鉴别要点(表 6—2)。

表 6—2　　神经肌肉疾患肌电鉴别要点

	放　　松	轻　收　缩	重　收　缩	神经传导速度
正常肌肉	无自发电活动，可有良性束颤、探查时，可偶见纤颤电位	运动单位时限、电压均正常，多相电位<12%	干扰相	正常
肌肉病变	可有肌强直电位，少量的纤颤电位，或不出现。但多发性肌炎可大量出现插入电位延长、纤颤电位和正相尖波	运动单位时限缩短，电压↓，多相电位增加	病理干扰相(波型与肌力不相称)	正常
周围神经病变及损伤	插入电位延长，纤颤电位和正相尖波明显增多	运动单位时限增宽，电压可正常或增大，多相电位增多	运动单位无或数量减少，混合或单纯相	常减慢或无
脊髓前角细胞病变	可有插入电位延长、纤颤电位、正相尖波(但不及周围神经病变多)，常见束颤电位	运动单位时限增宽，电压增高(常有巨大电位)，多相电位增多	运动单位数量减少，混合或呈高频发放单纯相	正常，严重病例可减慢

四、检查方法

(一) 肌电检查的适应证

1. 神经源性疾病　①脊髓前角细胞疾病；②神经根性撕脱，神经根、丛及周围神经损伤；③周围神经病。

2. 肌源性疾病。

3. 神经肌肉接头疾病。

(二) 检查前的准备

1. 仪器　应用各种类型的肌电图仪，仪器应有良好的接地线，以保证安全和减少干扰。

2. 检查室

(1) 设置应尽量远离产生强大磁场的干扰源(如高频电疗机、X 线机、激光机等)，尽可能采用屏蔽室。

(2) 室温保持在 20℃，皮温在 30～32℃左右，如不能达到，可采用红外线、热水袋等措施，应注意避免烫伤。过冷的肌肉不易松弛，且纤颤波和正尖波不易出现，并使神经传导速度减慢和潜伏期延长。

(3) 电极和电缆　根据检查需要采用各种引导电极，如单芯同芯针电极、表面电极、环形电极、双芯、三芯电缆及皮肤表面刺激电极。

首次使用电极和电缆，应检查其两极和放大器的两个输入端的正确连接。电极的主极接放大器的阳极，才能记录正确波形。

同芯针电极系钢丝针管内埋入一绝缘铂丝，铂丝作为引导电极，针管接地。它可接触 1～10 个肌纤维，临床应用较普遍。针电极应煮沸或高压消毒。

电极每隔 4 周进行一次电解处理，保持低阻抗、减少干扰和波形失真。

3. 病员　肌电检查操作细致、费时，并有一定的不适和疼痛，事先向病人解释检查意义和要求，取得病员的合作。对学龄儿童应选择重点，所查肌肉不宜过多；为婴幼儿检查时，对需查部位进行疼痛刺激引起躲避时，即可观察相应肌肉的随意收缩，但动作要迅速、正确。一般无须用镇静剂和麻醉剂。

4. 检查方案的制定

华山医院肌电图室自 1963 年以来，共检测周围神经病例 2 万余例，在实践中发现神经-肌电图无固定的导联和模式，需根据不同疾病制定一个必要的检查方案，以获得准确

的第一手资料，对诊断和鉴别诊断是很重要的。

（1）认真了解病史和体检　周围神经损伤原因较多，除明显外伤外，尚可有因长时间单一的重复动作、寒冷、体位、药物和发热等不为患者重视的原因。神经干的径路较长，不同部位的损伤其表现可以很相似，故只有通过详细询问病史及必要的体检后才能确定需要检查的肌肉和神经，获得完整的资料，对周围神经损伤作出明确的定性和定位诊断。

（2）熟悉人体解剖及掌握神经肌肉病变的异常肌电图　周围神经损伤后可通过该神经干各段的传导时间及出现异常肌电的肌肉，按解剖位置判断损伤部位，如尺神经损伤，根据上述改变可判断其损伤部位在肘部、腕尺管或腕掌部深支。

某些神经肌肉疾病如不明原因或感染性肌肉萎缩、下运动神经元疾病、炎症性神经病等，其早期临床症状不典型，也可为局部肌肉萎缩，但在肌电图、神经传导上的异常变化、表现，对鉴别是周围神经损伤抑或上述疾病，是非常重要的依据。因此，只有熟练掌握神经、肌肉的分布、解剖位置及各种异常肌电图的意义，才能随检测过程中的发现修改检测方案，取得作出诊断的必要资料。有时电刺激检查（神经传导、潜伏期（远端）、重复电刺激），可先于肌电检查，以便较迅速地判断周围神经病、神经卡压或重症肌无力等病变。

5. 操作方法及注意事项

（1）体位　病员取合适体位，使肌肉得到支持和稳定，以使其自然放松。测上肢可坐位或卧位，测下肢及部分躯干肌肉时取卧位。

（2）插针　用75%酒精消毒皮肤后于肌腹处进针，向4～5个方向3个不同层次进行探查。欲测运动单位电位平均时限时，最好选择肌腹的上、中、下三段插针，注意避开表面细小血管。

（3）插入状态检查　将肌电仪灵敏度调节至100μV/cm，扫描速度10ms/cm，并做好监听准备。观察有无插入电位延长，倾听发放频率和波幅的改变。

（4）肌肉放松状态

1）放大器灵敏度调节至50～100μV/cm，扫描速度5～10ms/cm，嘱病员放松肌肉，观察有无纤颤波、正尖波等自发电位，并做半定量记录：（－）：未见；（＋）：针极移动所引起；（＋＋）：少量的自发电位出现；（＋＋＋）：较多的自发电位；（＋＋＋）：布满扫描线。

2）异常的自发电位只反映肌膜兴奋性改变，并非肌肉失神经支配所特有，尚可见于肌炎、电解质紊乱等疾病。因此“失神经电位”一词应摒弃不用。

3）检查要全面，防止漏诊、误诊；防止只查一块肌肉、一个部位即判定结果。力求弄清有无其他相应肌肉的改变，如在周围神经损伤的病例中，从远端肌肉向近端肌肉检测（支、干、根），才能对损伤神经定位、定性作出判断。对某些可疑的改变需要反复核实，才能提供可靠的依据。

典型病例　肌电号93—5—315，男，28岁。1993年2月14日因右上臂被倒塌的墙压伤致右上臂肱骨骨折，在当地医院作切开复位内固定术，石膏托固定，三月后拆除，发现不能伸腕、伸指而来我院手外科诊治。EMG示：除肱三头肌外侧头见有少量的自发电活动、最大用力呈单纯混合相外，肱桡肌、桡侧伸腕肌、伸指肌均见有大量的自发电活动，且均无主动收缩之运动单位电位，在外侧肌间隔刺激均无诱发电位。肌电诊断：上臂（外侧肌间隔以下）桡神经为完全的失兴奋性和传导性。

4）当肌肉不易松弛时，可试用下列方法：①稍取拮抗肌功能位，或在肢体下垫一小软

枕。②嘱病员收缩、放松肌肉数次（检测者必须熟悉各肌肉正确的动作），如检查桡侧腕伸肌则嘱病员握拳伸腕关节；检查尺侧腕屈肌则嘱病员手指伸直并向尺侧方向屈腕关节。也可让病员自己监听肌声或调整体位等。③感觉电位和体感诱发电位测定时，放松不满意可出现很大的伪迹和干扰，影响检测结果，可适量给病员服用镇静剂，以达检测目的。

（5）肌肉轻收缩 放大器灵敏度调节100μV/cm，扫描速度5～10ms/cm。嘱病员做（或想象）某一动作，使被检肌肉只有轻微收缩，示波屏扫描线上只出现1～2个运动单位，测定其参数（时限、波幅、波形）等。

（6）肌肉重收缩 即最大用力收缩，对所需肌肉施加阻力。病损严重的肌肉不能完成抗阻力运动，此时在力所能及的范围作最大收缩即为重收缩。检查时需注意针极不宜插得过深，选择肌肉不宜跨越两个关节。放大器灵敏度设置在0.1～1.0mV/cm，上下可用快慢两程扫描速度观察（10～100ms/cm），观察其运动单位密集状况，发放频率的快、慢及声响。

（三）电刺激检查

电刺激检查包括：①神经重复电刺激；②运动神经及感觉神经传导速度；③各种反射的检查：H反射、F反应。

（四）肌肉的选择

应根据疾病的性质及其萎缩肌肉的分布情况而定（下另述）。

（五）填写肌电检查报告单和诊断报告表。

五、神经传导速度

神经传导速度是测定神经传导性的一种检查方法，分为运动神经传导速度和感觉神经传导速度测定。

（一）神经传导的基本原理

1. 神经的兴奋性和传导性 神经的兴奋表现为神经冲动。神经冲动能从一个部位传播到整个神经，即为神经的传导性。

神经冲动按一定的方向传导，感觉神经将冲动传向中枢，即向心传导。而运动神经纤维则将兴奋冲动传向远端肌肉，即离心传导。但是所有的神经都能双向传导。

2. 刺激的特征 一个有效刺激（引起神经冲动使肌肉收缩）必须包含强度、时间、频率三个因素。

（1）刺激强度 引起神经冲动必须有一定的刺激强度，称为阈值强度，即阈值刺激。

当刺激强度使所有的神经纤维发生兴奋后，即使再增加刺激强度，肌肉收缩不再增加，称为超强刺激。刺激电流强度随测定神经部位、病变程度而异，一般需取超强刺激才能引起肌肉最大收缩。

（2）刺激电流时限 常选用0.1～0.5ms，神经损伤时，对短时限电流兴奋性降低，可将电流时限增加到1.0ms或稍长的时限。

（3）刺激电流频率 频率常选用1Hz，脉宽常选用200×500μs。神经病变需增加强度时，可选用1000μs，但病员会有不适和疼痛感。刺激频率不应过高，以免刺激落入前一个刺激的绝对不应期内，造成神经不发生兴奋。

（二）运动神经传导速度（motor nerve-conduction velocity，MNCV）

1. 测定方法 在神经干通路上选择两个以上的点，在各点分别施以超强刺激，并从该神经支配的远端肌肉上分别记录各刺激点的诱发电位（evoked movement active potential，简称EMAP）。

由不同点施以刺激到出现诱发电位的时间称为潜伏期（Latency 简称 Lat），两个端点的Lat之差称为传导时间。再从人体测两端点间距离，代入下列公式即为传导速度：

运动神经传导速度（m/s）＝

$$\frac{\text{近端刺激点与远端刺激点间的距离（mm）}}{\text{近端点刺激时诱发电位的潜伏期} - \text{远端点刺激诱发电位的潜伏期（ms）}}$$

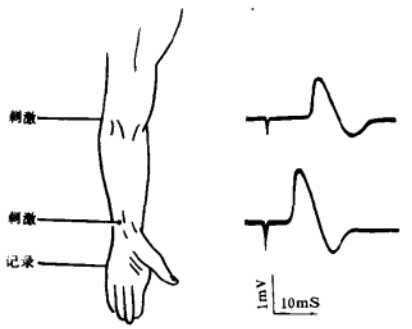


图 6—22　尺神经运动神经传导速度测定

图 6—22 为刺激尺神经肘部（近端）及腕部（远端），在小指展肌处记录，刺激肘部 Lat 为 7.0ms，腕部 Lat 为 3.0ms，肘至腕之距离为 21.4cm，尺神经肘部→腕部的 MNCV 为

$$\frac{21.4\text{cm}}{7.0-3.0\text{ms}}=\frac{21.4\text{cm}}{4.0\text{ms}}=\frac{21.4\times 10\text{m}}{4.0\text{s}}$$

$=53.5\text{m/s}$

上式得出 MNCV 是两点间纤维的最快传导速度，仅用一个刺激点及其引出的 Lat 不能算出正确的运动神经传导速度，因这一 Lat 不包括神经干上的传导时间及传导速度较慢的末梢神经传导时间，这样算出的传导速度必然过于缓慢。

2. 技术要求

（1）刺激电流强度　刺激电流强度随测定神经的部位、病损程度而异。一般均需超强刺激。但在神经有病损的情况下，如腕部正中神经、尺神经易相互影响，此时应注意电流增强时有无容积传导及神经侧支生长致神经异常支配之可能。

（2）刺激电极　使用双极表面电极，两极间距离固定在 2.0cm。使用时将其置于神经干上，并注意在各不同端点刺激时，始终保持刺激电极正确的极性方向，即阴极更接近记录电极。

（3）记录电极　一般常用表面电极，能获取电极下较大范围的电活动，诱发电位的电压、时限、波形有一定的诊断意义。手内在肌肌萎缩严重者，可使用针电极记录。

（4）记录技术　肌电仪放大器上的电压放大要合适，电压放大倍数过高，波形常不清晰完整，过低则将起始的低电压部分消除，人为地延长了 Lat。扫描速度选用 3～5ms/cm。

（5）容积传导　由于人体组织具有容积导体的性质，在测定神经传导速度时应注意因容积传导而可能产生的误差。其一是刺激电流的容积传导扩散至邻近神经而引起兴奋；其二是记录电极除了记录所在部位的肌电外，还可记录到从远端部位因容积导体而来的肌电活动（是肌肉兴奋形成的电场在电解质中引起离子的流动，属物理现象，不应与兴奋沿神经或肌肉本身传导相混淆）。以上两种情况在测定损伤的神经时最易发生。病变的神经阈值升高，常需增强刺激电流才能引起兴奋，刺激电流就易于经容积传导扩散至邻近非测定神经而导致兴奋。又因病变神经所支配的肌肉反应常不明显（或根本无反应），故增大灵敏度以期记录，这就有可能记录到经容积传导来的远隔部位肌电活动。如在腕部刺激病变的正中神经，有可能兴奋尺神经，如不细心区别易得出错误结论。

（6）距离测量　不同刺激点间距离测量的正确程度对传导速度数值影响较大。因此在检查时努力避免牵拉皮肤，保持肢体位置一致。

（7）温度　室温要保持恒定，肢体温度要保持 30℃。

3. 运动神经传导速度、潜伏期测定记录及刺激位置见表 6—3，正常值见表 6—4。

表 6—3　　运动神经传导速度、潜伏期测定记录、刺激位置

神经名称	刺激位置	记录位置
臂丛神经*	锁部(锁骨上窝、锁骨中部、锁骨上 1cm)	肩胛上神经→冈上、下肌 胸背神经→背阔肌 胸前内侧神经→胸大肌(胸肋头) 胸前外侧神经→胸大肌(锁骨头) 肌皮神经→肱二头肌 腋神经→三角肌 桡神经→肱三头肌(长头、外侧头)
正中神经	腕部(正中)	
	肘部(肱动脉内侧)	拇短展肌
	锁部(同前述)	
	肘部	
	腋部(腋动脉旁内侧)	拇长屈肌、桡侧腕屈肌
	锁部	
尺神经	腕部(尺侧纹)	
	肘部(尺神经沟处)	小指展肌
	锁部	
	腕部	
	肘部	
	肘下 5.0cm (以尺神经沟为中点)	
	肘上 5.0cm	小指展肌
	锁部	
	肘部	
	肘上 5.0cm	
	腋部(腋动脉旁内侧)	
	锁部	尺侧屈腕肌
尺神经深支	腕部	第 1 骨间肌
	前臂背侧中段(尺、桡骨间)	示指伸肌或拇长伸肌
	上臂外侧肌间隔(肘上 1/3)	
桡神经	锁部	
	上臂外侧肌间隔	指伸肌
	锁部	

*臂丛神经上、中、下干支配肌测其 Lat

表 6—4　　运动神经传导速度的正常值

神经名称	测定神经数	部位	MNCV(m/s)			远端潜伏期(ms)			作者
			平均值	标准差	正常范围	平均值	标准差	正常范围	
正中神经	100	前臂	57.5	4.3	48.9～66.1	3.5	0.4	2.7～4.3	中山医院
尺神经	96	前臂	59.5	4.3	50.9～68.1	2.8	0.3	2.2～3.4	中山医院
桡神经	34	上臂	63.1	4.8	50.0～69.1	4.02	0.3	3.2～4.4	华山医院
肌皮神经	23	锁部				4.6			Gassel
腋神经	24	锁部				4.3			Gassel
肩胛上神经	20	锁部				3.4			Gassel

4. H 波和 F 波

（1）H 波

1）定义　对周围神经施以电刺激时，引起所支配的肌肉收缩，即可记录诱发电位，此电位称为 M 波，在此反应后经过一定的潜伏期出现第二个诱发电位，这是由于冲动传导到脊髓后产生的反射性肌肉收缩反应，该反射由 Hoffman 氏首先报告，称为 H 波或 H 反射（图 6—23）。

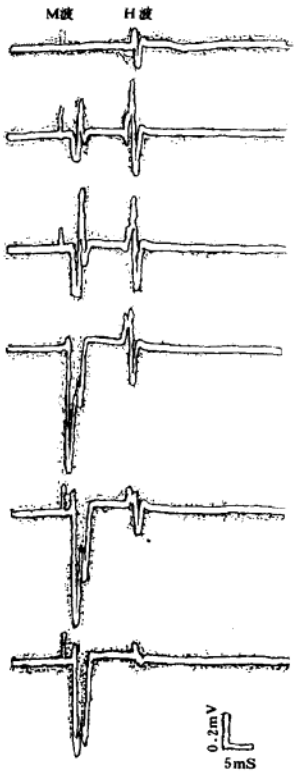


图 6—23　H 波

2）H 波和 M 波的关系　因引出 H 波的阈强度低于引出 M 波的阈强度，故 H 波出现在 M 波前，是其典型特征。此时的 H 反射波幅达最大值。当电流进一步加大时，H 波的幅度逐渐减小而 M 波反应持续增大，当 M 波达到最大时，H 波却很小乃至消失（这是因为电刺激引起运动纤维的逆向冲动与单突触反射下行的运动纤维顺向冲动相互抵消所致）。

H 反射在健康人可以恒定引出，其波幅、潜伏期均重复不变。在成人中除胫神经外，其他神经均不能引出恒定的 H 反射波。但当上运动神经元病变时，其他的神经也可引出 H 波。测定 H 反射可以了解反射弧通路的传导状况及中脑以下中枢神经系统的损害、近段周围神经的损伤状况。

（2）F 波　对神经施加超强刺激，在肌肉动作电位（m 波）后续一低幅度动作电位（图 6—24）。这一电位多出现在手、足部小肌，不随刺激强度增加而减小。当刺激位置向中心移动时潜伏期缩短。Megladery 及 MeDougal 称为 F 波。此波来自运动神经元的回返放电，也可能有单突触或多突触反射的参与。与 H 波不同的是：①在四肢肌肉均可引出；②用超强刺激；③反应波形不恒定；④在测定反应潜伏期时，应选择其中潜伏期最短为准。

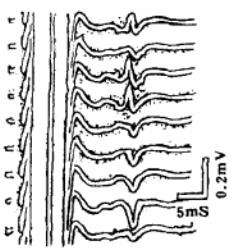


图 6—24　F 波

1）测定方法　平卧，肢体温度30～32℃，刺激电极置于神经干某一端点，将极性倒置，阴极置于近端，刺激频率 0.7Hz，灵敏度 0.2mV/cm，扫描速度 5ms/cm，均行双侧测定。由于 F 波之波幅、潜伏期、波形时常改变，应记录 10～20 次，选择最短的潜伏期为准。

2）F 波的预测公式（尺神经）

预测潜伏期＝0.31（距离 cm 即 C_7－尺骨茎突之距离*）＋11.05－0.123（尺神经运动传导速度**）

*测量上肢距离时，使上肢外展 15°。

**尺神经运动传导速度为前臂段。

实测、预测之 Lat，大于 2.5ms 为异常，有意义；双侧实测 Lat 大于 1.0ms 为异常，有意义。

3)应用　测定 F 反应的潜伏期可了解近段神经传导状况，对于神经根或神经丛病变、臂丛血管受压征（TOS）有诊断价值。

（三）感觉神经传导速度（Sensory nerve conduction velocity，SNCV）

1.测定方法　感觉神经传导速度的测定可分为顺向及逆向测定。

（1）顺向法　按感觉神经传导方向记录神经电位的方法称顺向测定，即在神经远端刺激，在近端记录神经的感觉电位。如刺激指神经，在腕部记录诱发电位（图 6—25）。

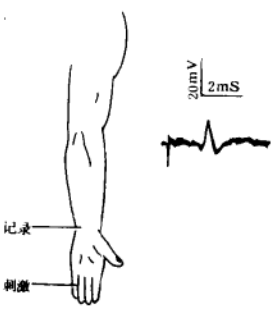


图 6—25　感觉神经传导速度测定

（2）逆向法　在近端刺激神经干，在远端记录神经的感觉电位的方法称逆向测定。如在腕部刺激尺神经干，在小指记录之诱发电位。感觉神经纤维上的冲动呈逆向传导。

感觉电位一般很小（由几微伏至数十微伏），故要求仪器有高增益（2～20μV/cm），低噪声性能。由于技术的进步，目前已普遍应用信号平均器使低达 0.5μV 的信号从噪声中检出。

2. 技术要求及注意点

（1）平卧，令患者放松四肢肌肉，呈睡眠状态，并用细砂纸轻擦皮肤，使阻抗减少到最低程度。操作轻、细致，才能获得满意、正确的数据。

（2）采用方波波宽为 0.2ms，频宽 20Hz～2KHz，频率次/2s，扫描速度 2ms/cm，叠加次数 10～30 次，肤温 30～32℃。

(3)地极置于刺激电极和记录电极之间。

逆行法波幅较大，省时易于引出，缺点是有肌电干扰。

（4）顺向法和逆向法测定的不同点（表 6—5）。

感觉神经传导速度的计算方法与运动神经传导速度相同。但感觉神经电位是直接从神经干上记录，只包括感觉纤维上的传导时间，所以只需一个刺激端点，由刺激点与记录点间的距离及感觉电位的潜伏期中直接计算。

表 6—5　　顺向法和逆向法测定的不同点

方　法	电　流　强　度	刺　激　电　极	记录电极
顺向法	超强刺激，诱发最大的感觉电位波幅，再加 30%	表面环状电极，正极置于近侧指节，负极置于远侧指节	表面双极电极
逆向法	阈下刺激，仅引起肌肉轻微收缩，在运动反应前先记录到感觉电位，以便与邻近神经容积传导的电位区别	表面皮肤双极电极	表面环状电极

（5）感觉神经传导速度的刺激、记录位置（表 6—6）。

（6）感觉神经传导速度的正常值（表 6—7.）。

（四）影响神经传导速度的技术和生理因素

1.技术因素　影响传导速度测定的技术因素已在前面讨论。放大倍数、扫描速度选择、距离测量的正确性均对其有影响。常可因皮肤牵拉、刺激电极的极性位置不固定造

成技术误差。有时两刺激点间距离太短　（<10.0cm）也能造成误差。

表 6—6　感觉神经传导速度的刺激、记录位置

神经名称	刺激位置	记录位置	备注
正中神经	拇、中指	腕部（正中）	顺向
正中神经干（混合支）	腕部（正中） 肘部（肱动脉旁内侧）	肘部（肱动脉内侧） 腋部（腋动脉旁内侧）	
尺神经	小指	腕部（尺侧）	顺向
尺神经干（混合支）	腕部（尺侧纹） 肘部（尺神经沟处）	肘部（尺神经沟处） 腋部（腋动脉旁内侧）	
桡浅神经	桡骨茎突上 7.5cm 桡骨上	手背虎口区	逆向
肌皮神经	肘部正中、肱二头肌肌腱处，注意避开正中、桡神经	肘下 12.0cm 处（与桡动脉成一连线）	逆向

表 6—7　感觉神经传导速度、潜伏期正常值

神经名称	测定神经数	部位	SNCV(m/s)			潜伏期(ms)		
			平均值	标准值	正常范围	平均值	标准值	正常范围
正中神经	39	拇指—腕	55.7	5.7	44.3～67.1	2.0	0.2	1.6～2.4
正中神经	45	中指—腕	57.2	4.4	48.4～66.0	2.3	0.2	1.9～2.7
尺神经	46	小指—腕	57.8	4.9	48.0～67.6	2.0	0.2	1.6～2.4
桡神经	34	腕上 7.5cm—虎口	56.2			2.2		

2. 温度　温度对传导速度有明显的影响，皮肤温度降低时传导速度、潜伏期减慢。一般认为温度改变 1℃，运动传导速度减慢 2～2.4m/s，感觉传导速度改变 2m/s。故在测定时需测量皮肤温度，不足 30～32℃时，应采用红外线灯或热水袋提高肤温。

3. 年龄　新生儿的运动神经传导速度仅为成人的一半。3～5 岁期间有明显增快，接近于成人值，如产瘫的患儿尤应注意年龄对传导的影响。成年后随年龄增长而传导速度逐渐减慢。

此外，不同神经及同一神经不同部位的传导速度不同。上肢神经的运动神经传导速度比下肢快。正中神经上臂段的传导速度比前臂段快，这可能与神经纤维由近端到远端逐渐变细有关。

（五）影响神经传导速度的病理因素

1. 髓鞘脱失　临床和动物实验证明髓鞘脱失时传导速度明显减慢，可达 20m/s 以下。快速传导的兴奋（去极化）只发生在郎飞氏结处，冲动在神经干上以跳跃式传导。当髓鞘脱失时，神经传导以局部电流形式扩散，则传导减慢。

2. 神经轴突直径改变　神经外伤使神经轴突断裂，经一定时间后传导性可完全消失。当神经轴突变性、再生、直径变细时，传导速度减慢，诱发电位波幅减低。在神经变性、再生过程中，神经发生了综合变化，包括神经纤维退变、轴突直径变细、髓鞘脱失及新生郎飞氏节间距较短等，均使传导速度变慢。

3. 机械压迫　严重的机械压迫可使神经轴索中断和远端轴索变性，较轻的压迫可使局部脱髓鞘而使传导减慢或传导中断。

4. 缺血　各种原因引起肢体缺血或直接使神经缺血，造成神经缺氧和髓鞘的相应改变，出现传导速度减慢。

此外神经炎症、中毒、代谢障碍均可引起轴突变性或节段性髓鞘脱失。

（六）神经传导速度测定的临床意义

神经传导速度减慢或中断多见于周围神

经疾患，如外伤、再生、神经嵌压征、周围神经病（感染性多发性神经炎、遗传性神经病、脱髓鞘疾病）。在神经嵌压征病例中，有时感觉传导可比运动神经传导速度更为敏感。如腕管、肘管综合征，有时感觉障碍比运动障碍更先出现，运动传导或潜伏期可正常或在正常值之下限；但感觉传导可减慢，潜伏期可延长，感觉电位波幅可明显衰减。

（七）神经-肌肉传递的重复电刺激检查

对怀疑为重症肌无力患者，可用此法检查。通常以超强刺激腕部尺神经，在小指展肌记录，刺激频率 3Hz（5 个脉冲），测定第 1 个和第 4 个脉冲的 EMAP 波幅的差值。如衰减大于 10%，即为试验阳性。

六、体感诱发电位（SEP）

凡是对感觉器官、感觉神经、感觉通路及与感觉系统任何有关结构进行刺激，而在中枢神经系统可测出的电位变化，谓之诱发电位。体感诱发电位常用电流刺激腕部正中神经、踝部胫神经等处。在头部相当于大脑皮层中央区域或下肢皮层投射区记录。SEP 各波的命名通常取其波的极性和（平均）潜伏期。如 N_2O 为正中神经腕部刺激所得 SEP 皮层早成分的负相波，其潜伏期约为 20.0ms。在锁骨上窝、颈椎部位尚可记录到 SEP 皮层下的电位如 N_9 臂丛电位、N_{11}、N_{13}（脊髓后根和脊髓电位）（图 6—26）。如同时在各神经通路上记录 SEP，则可了解或计算从外周到中枢神经的传导，从而确定损害的平面。由于 SEP 波幅较小（μV 级），故需重复多次刺激，应用叠加（平均）技术，才能将 SEP 从噪声和各种干扰（如自发脑电）中“提取”出来。

SEP 的临床应用 ①间接测量周围神经传导速度；②臂丛根性损伤的鉴别诊断；③脊髓病变和脊柱侧弯手术时的监护；④臂丛血管受压征的鉴别诊断；⑤臂丛神经根性撕脱伤及周围神经损伤时的术中测定；⑥癔病或其他。

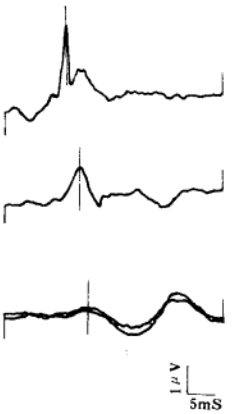


图 6—26 脊髓电位

（一）测定方法

SEP 的测定也可分为顺向和逆向测定（见前述）。

（二）技术要求

1. 病员的准备 ①检测前嘱患者洗浴及洗头；②平卧，嘱患者双眼闭合，呈睡眠状态；尽量避免深呼吸、咳嗽或咽口水；③个别患者如紧张可给予口服或肌肉注射镇静剂，使阻抗、肌电、脑电干扰减少到最低程度。

2. 电极安放法 ①刺激电极（环形电极）置于拇指或表面皮肤刺激电极置于碗部；②记录电极采用细不锈钢针，按国际脑电图 10～20 系统的电极安放法，置作用电极于 C_2（头顶中点）后 2cm 旁开 7.0cm 处，参考电极于 F_2（头顶中点之前）7.0cm 处，接地极置于前额部（上肢），下肢作用电极为 C_2 后 2.0cm 处（图 6—27）。

3. 刺激电流 刺激采用方波波宽为 0.2ms 的超强刺激（诱发最大的 SNAP 再加 30%）电流，扫描速度为 5ms/cm，频宽 2Hz～2kHz，频率次/2S；平均叠加次数 300～500 次；为使结果准确，需重复 2 次，波形重叠

方能接受。

（三）SEP 测定的刺激、记录位置　（表 6—8）

（四）SEP 潜伏期正常值　（表 6—9）。

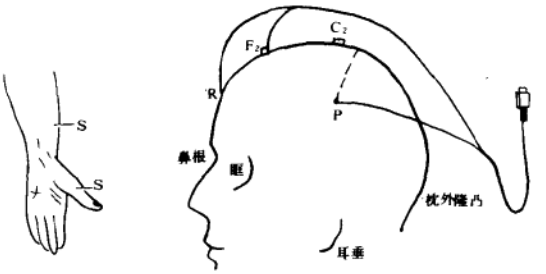


图 6—27　体感诱发电位测定方法和部位

S：刺激　P：作用电极　F_2：参考电极　R：接电极　C_2：头顶中点

表 6—8　体感诱发电位测定的刺激、记录位置

神经名称	刺激位置	记录位置	代表节段神经根	备注
正中神经	拇指 中指（环形表面电极）	皮层	C_6 C_7	顺向 顺向
正中神经（干）	腕部（皮肤表面电极）	皮层	C_6～T_1	逆向
尺神经	小指（环形表面电极）	皮层	C_8～T_1	顺向
尺神经（干）	腕部（皮肤表面电极）	皮层	C_8～T_1	逆向
桡浅神经	桡骨茎突上 7.5cm（皮肤表面电极）	皮层	C_6	逆向
肌皮神经	肘部正中（皮肤表面电极）	皮层	C_6	逆向

表 6—9　正常人体感诱发电位潜伏期正常值（ms）

神经名称	测定神经数	刺激部位	平均值	标准差	正常范围
正中神经	44	中指	21.1	1.1	18.9～23.3
	53	拇指	21.2	1.4	18.4～24.0
	44	腕部	18.7	1.0	16.7～20.7
尺神经	36	小指	21.5	1.3	18.9～24.1
	26	腕部	19.3	1.2	16.9～21.7
桡浅神经	32	腕上 7.5cm	18.0	1.0	16.0～20.0
肌皮神经	35	肘部	15.1	0.9	13.3～16.9

七、电生理检测在周围神经中的应用

电生理检测可给神经损伤的定位、定性、嵌压等起独到的判断作用。

（一）神经损伤的临床表现和肌电改变分类　（表 6—10）。

（二）神经新近损伤的电生理诊断

神经-肌电图对诊断新近损伤的神经有一定的难度和复杂性。为更好地了解其变化过程，现就损伤即刻、损伤 10 天后、损伤 20 天的神经-肌电图改变作一讨论。

1. 损伤即刻　即使神经断伤，但因神经尚未变性，自发电位尚未出现，需观察运动

单位是否存在。如有运动单位，可排除神经断伤；如无运动单位则可能是：①神经失用；②轴索断伤或神经断伤。但二者不能进行鉴别，因此还需注意以下情况：①对于不出现运动单位者，防止因患肢疼痛或未能取得病人的合作；②上运动单位的损伤；③运动单位的出现是否属其他未受累神经支配的临近肌肉电位经容积传导而来（如拇短展肌记录到的电位活动实际上是临近尺神经支配的手内在肌活动；肱二头肌记录到的电活动可能是肱三头肌的电活动）；④神经的异常支配。

表 6—10　　神经损伤的临床表现和肌电改变分类

区 别 点	神经失用症	轴索断裂或部分断裂	神 经 断 裂
常见原因	压迫、牵拉、冻伤、缺血、投掷	压迫、牵拉、冻伤、缺血、投掷、摩擦	裂伤、投掷、牵拉、注射、缺血
病理特点	局部脱髓鞘，轴索完整	轴索断裂、许旺氏束膜及外膜完整	轴索和许旺氏鞘膜、束膜、外膜均断裂
临床表现	运动完全麻痹，感觉部分丧失	运动和感觉完全丧失或部分丧失	运动、感觉完全丧失
肌电图发现	罕见纤颤波，随意收缩时无活动电位，刺激远端神经干可保持正常波幅之诱发电位	3周后出现纤颤波、正尖波，可出现各种形式的运动电位（新生、再生、复合电位）或无随意活动电位，如不存在双重神经支配，可排除神经断裂	3周后出现自发电活动，无随意活动电位，刺激远端神经干无诱发电位，随访无新生电位，无诱发电位

另外，由于损伤的神经尚未变性，故仍可保持传导性，刺激损伤之远段神经可得EMAP或NAP，其MNCV可属正常。如损伤位于神经根或神经丛，可检测F反应或SEP。

2. 损伤后10天　神经纤维变性，EMG上可出现插入电位延长，在轴索、神经断伤时，神经变性，失去传导功能；在神经远端和近端刺激均无EMAP、NAP。如神经失用则远段仍保持其传导功能，但在近端刺激无EMAP。

3. 损伤后20天　神经变性、肌膜兴奋性增高，出现自发电活动，神经电图与10天前基本相同，可作出损伤部位和性质的诊断。

（三）周围神经损伤的定性、定位

1. 正中神经损伤的定性、定位（表6—11）。

2. 尺神经损伤的定性、定位（表6—12）。

3. 桡神经损伤的定性、定位（表6—13）。

表 6—11　　正中神经损伤的定位、定性

神经名称	受伤时间	检测肌肉	自动电活动	募集反应	电刺激	Lat	MNCV	定位	定 性
正中神经	1～3月	拇短展肌	++ ++	少量mμ	有EMAP	延长	正常（前臂）	腕部以下	部分损伤
（腕部）	3～6月	拇短展肌	++ ++	无mμ	有EMAP	延长	正常（前臂）	腕部以下	严重损伤
	6月～1年以上	拇短展肌	++ ++	无mμ	无EMAP	无	无	腕部以下	完全损伤
肘部	2周～1月	拇短展肌	++ ++	无mμ	有EMAP	延长	减慢（前臂）	肘部以下	严重的失兴奋
		拇长屈肌	++ ++	少量mμ	有EMAP	延长	减慢（前臂）	肘部以下	性、传导性
		桡侧屈腕肌	++ ++	单纯相	有EMAP	延长	减慢（前臂）	肘部以下	建议随访
	1月～3月	拇短展肌	++ ++	无mμ	无EMAP	无		上臂以下	严重损伤，有较
		桡侧屈腕肌	++ ++	有少量mμ	有EMAP	延长	无		早期再生征象
		胸大肌	− −	混合相	有EMAP	正常			
腕部	3月以下	拇短展肌	++ ++	无mμ	无EMAP	无		腕部以下	
		桡侧屈腕肌	++ ++	无mμ	无EMAP	无	无	（或内侧	完全损伤
		胸大肌（胸肋）	− −	单纯混合相	有EMAP	正常		束以下）	

表 6—12　尺神经损伤的定位、定性

神经名称	受伤时间	检测肌肉	自发电活动	募集反应	电刺激	Lat	MNCV	定位	定性
尺神经（腕部）	3月以上	第1骨间肌	+ +	单纯相	有 EMAP	正常值下限	正常	腕部	不全损伤(轻度)
		小指展肌	+ +	单纯相					
	6月以上	第1骨间肌	++ III	无 mμ	无 EMAP	无	无	腕部	完全损伤(尺神经深支)
肘部	3月～6月	第1骨间肌	++ III	无 mμ	无 EMAP	无	无	上臂部	严重损伤
		小指展肌	++ III	无 mμ	无 EMAP	无	无	（较高位）	
		尺侧腕屈肌	++ III	无 mμ	有 EMAP	延长			
腋部	3月～6月	同上	++ ++	无 mμ	无 EMAP	无	无	腋部以下(或内侧以下)	完全损伤
		加测胸大肌(胸肋)	— —	单纯相	有 EMAP	正常			

表 6—13　桡神经、桡神经深支损伤的定位、定性

神经名称	受伤时间	检测肌肉	自发电活动	募集反应	电刺激	Lat	MNCV	定位	定性
桡神经深支	2周	示指伸肌	+- ++	均无 mμ	无 EMAP	无	无	桡神经深支（肘段）	完全的失兴奋性、传导性
		尺侧腕伸肌	+- ++						
		指伸肌	+- III						
		桡侧腕伸肌	— +	单纯相	有再生电位	有			建议随访(2周后)
桡神经（上臂段）	3月以上	指伸肌	+- III	均无 mμ	无 EMAP	无	无	上臂部（高位）	完全的损伤
		桡侧腕伸肌	++ ++						
		肱桡肌	++ ++						
		肱三头肌(外侧头)	+ ++						
		肱三头肌(长头)	— —	单纯相	有再生电位	正常			

从以上各表中可看出，检测神经损伤的受累肌肉时，从远端向近端检测，直至该神经支配肌近端出现正常或部分受累，才能确定神经损伤的部位和性质，为临床诊断提供依据。同时神经损伤的时间、性质对确定神经损伤的性质也至关紧要。

4. 多根神经损伤的定位定性（表 6—14）。

（四）臂丛神经根性撕脱和丛性损伤的鉴别

臂丛神经根性损伤主要分两大类：一类为椎孔内的节前损伤；另一类为椎孔外的节后损伤。节后损伤的性质与一般周围神经相同，可区分为神经震荡、神经受压、神经部分断伤与完全断伤。节前损伤均在椎管内前后根丝状结构处断裂，不仅没有自行愈合能力，也没有通过外科手术修复的可能。因此一旦诊断确定，应争取及早进行神经移位术。在临床上，节前、节后损伤的鉴别诊断有较重要的意义。而电生理诊断对臂丛损伤的范围、部位、性质与程度均有重要价值。其检查方法为：

1. 肢体和肩胛带肌群的肌电图　从远端向近端肌肉检测，分别测定：

（1）上肢五大神经（腋、肌皮、正中、桡、尺神经）支配肌；

（2）臂丛束的支配肌　①外侧束（胸大肌锁骨部）；②后束（背阔肌）；③内侧束（胸大肌胸肋部）。

（3）臂丛干的支配肌　①上干（冈下肌）；②中干（背阔肌）；③下干（胸大肌胸肋部）。

（4）臂丛根的支配肌　前锯肌及加测颈椎旁肌（C_5～T_1）、斜方肌、提肩胛肌的神经传导速度测定、潜伏期的测定。所检肌肉放松时有自发电活动存在，重收缩（最大用力

时）无动作电位，提示神经损伤的存在；无法测出神经传导速度提示神经完全损伤；神经传导减慢在50%以上为神经大部损伤；减慢在50%以下，提示为部分损伤；神经传导减慢在30%以下提示有粘连压迫；神经传导正常提高为功能性障碍或运动神经无病变。由于肌电图能显示新生组织恢复情况，故肌电图检查在早期损伤的患者可每隔1～3月复查一次，作为观察臂丛神经再生与功能恢复的一项重要手段。

表6—14　　多根神经损伤的定位、定性

神经名称	受伤时间	检测肌肉	自发电活动	募集反应	电刺激	Lat	MNCV	定位	定性
正中神经	6月～	拇短展肌	++ ++	无	无EMAP	无			正中神经为完全损伤，尺神经为部分损伤
十尺神经	1年以上	桡侧腕屈肌	+- ++	mμ			无	臂丛神经	
		第2骨间肌	+- ++	少量	有EMAP	延长			
		小指展肌	+- ++	mμ				内侧束以下	
		尺侧腕屈肌	+- ++				减慢		
		胸大肌(胸肋)	— —	混合相	有EMAP	正常			
桡神经	4月～	指伸肌	+- ++						
十腋神经	1年以上	桡侧腕伸肌	+- ++	无	无EMAP	无			
		肱桡肌	++ ++	mμ				臂丛神经后束以下	桡神经为完全损伤，腋神经为部分损伤
		肱三头肌(外侧头)	++ ++	少量mμ	有EMAP	延长			
		肱三头肌(长头)	+ +	单纯相	有EMAP	延长			
		三角肌	++ ++	少量mμ	有EMAP	延长			
肌皮神经	半年以上	肱二头肌	++ ++						
十腋神经		肱桡肌	++ ++	无	无EMAP	无		臂丛神经上干以下	肌皮神经、腋神经完全损伤
		三角肌	++ ++	mμ					
		加测冈下肌	— —	混合相	有EMAP	正常			
正中神经	半年以上	拇短展肌	++ ++					臂丛内侧束、后束以下或上臂部(腋部)以下	正中神经、尺神经及桡神经高位损伤
十尺神经		桡侧腕屈肌	++ ++						
十桡神经		小指展肌	++ ++						
		第2骨间肌	++ ++	无	无EMAP	无	无		
		尺侧腕屈肌	++ ++	mμ					
		指伸肌	++ ++						
		肱桡肌	++ ++						
		肱三头肌(外侧头)	++ ++						
		肱三头肌(长头)	++ ++	少量mμ					
		加测背阔肌	— —	混合相	有EMAP	延长		上臂部(腋部)以下	
		胸大肌(胸肋)	— —	单纯混合相					

2. 颈椎旁肌群的肌电检查　由于颈部椎旁肌(C_5～T_1)的神经支配在颈脊神经根离开椎间孔出口后立即发出（称后支，而脊神经的前支分别组成颈丛、臂丛），因此这些肌肉检测一旦出现异常，常提示椎孔内节前损伤。但不少节后损伤或由于相邻脊神经根的撕脱而导致异常，因此虽能得到根性撕脱伤的信息，但不能提示根的序数。而且检测时，由于颈后肌群常受到不同部位的神经共同支配，且部位深、体积小，使临床实用价值受到限制。

3. 感觉神经活动电位 (sensory nerve ac-

tion potential，SNAP）和体感诱发电位（SEP）测定

（1）机理　由于主管的第一级神经元胞体位于后根丝状结构远端的脊神经节内，当丝状结构断裂（节前损伤）时，则脊神经节内的感觉神经元胞体仍然与周围感觉神经纤维保持连续性，不断地为神经纤维提供轴浆流，保持周围感觉神经纤维髓鞘的正常结构与功能，因而仍能测到SNAP，但连接脊髓通路（丝状结构）被中断，故不能将感觉冲动传到皮层，也就不能在皮层记录到诱发电位（SEP）（图6—28）。国外学者依据上述原理，刺激正中、尺神经，记录SNAP、SEP、以鉴别节前、节后损伤。但准确性不满意。考虑到臂丛解剖的复杂性，华山医院从1986年开始使用4根神经（肌皮、桡浅、正中、尺神经）和7个通路（肌皮C_5、桡浅C_6、拇指C_6、中指C_7、小指C_8T_1、正中神经$C_{6,7,8,9}$、尺神经C_8T_1）的SNAP和SEP的测定，使记录相互补充，在节前、节后的鉴别诊断中取得满意的结果。

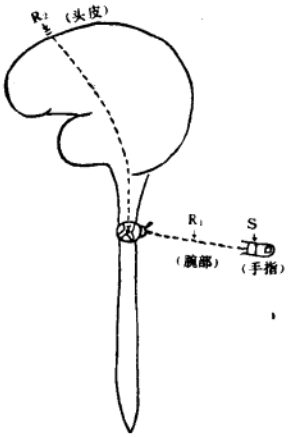


图6—28　SEP测定方法和部位示意图

S_1：刺激　$S\rightarrow R_1$：记录为SNAP

$S\rightarrow R_2$：记录为SEP

（2）方法与部位　刺激、记录部位SNAP见表6—6所示；SEP见表6—8所示。

（3）刺激参数　SNAP见前“感觉传导测定”；SEP见前“体感诱发电位”。

华山医院在1985～1986年收治臂丛损伤46例，术前均进行SNAP和SEP的检查，其中43例经手术探查，明确损伤部位43例（表6—15）。同时认识到在桡浅神经和正中神经（拇指）的电生理检测，对C_6神经根损伤的判别中可互相补充，在两者不一致时，只要有一方SNAP存在，皮层SEP消失，即可判定为节前损伤，而不论另一方是否存在SNAP、SEP。在对C_5神经根的判别中，由于C_5的解剖特殊，即使在外周无SNAP，皮层无SEP，而正中神经干（腕部刺激、肘部记录NAP）有NAP，皮层无SEP则也可判定为C_5节前损伤。

表6—15　43例神经根电生理诊断与手术符合率

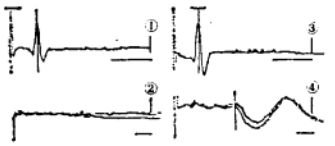
	节前损伤（符合率%）	节后损伤（符合率%）	合计（符合率%）
C_5	19/19(100.0)	6/12(50.0)*	25/31(80.7)
C_6	27/28(96.4)	6/8(75.0)	33/36(91.7)
C_7	23/25(92.0)	6/6(100.0)	29/31(93.6)
C_8T_1	23/25(92.0)	6/7(85.7)	29/32(90.6)
合计	92/97(94.9)	24/33(72.7)	116/130(89.2)

共有21神经根（$C_8$8根、$C_6$2根、$C_7$5根、$C_8T_1$6根）因部分性损害等原因，未计入此表内。

*C_5神经根节前和节后符合率差别有显著意义（卡方精确检验法）。

典型病例　例1（图6—29），肌电号86—1—7电生理测定提示全臂丛根性撕脱伤，手术发现$C_5\sim T_1$神经根性撕脱。例2（图6—30），肌电号86—6—314，全臂丛损伤，尺神经SNAP、SEP缺如，疑节后损伤，后又分别在肘下刺激，腋部记录无NAP，在肘上刺激，腋部记录有NAP，无SEP，提示双重嵌压的存在，手术证实C_8T_1神经根撕脱。从病例2中可提示：当正中神经拇、中指或尺神经小指无SNAP、无SEP时，则可进一步检测正中、尺神经干的感觉电位（腕—肘的NAP、SEP，肘—腋的NAP）。从而可更

进一步提高对臂丛根性撕脱伤的节前、节后鉴别诊断。



时间标记，5ms；灵敏度 SNAP，5μV，SEP，1μV(下同)

图 6—29　例 1 诱发电位

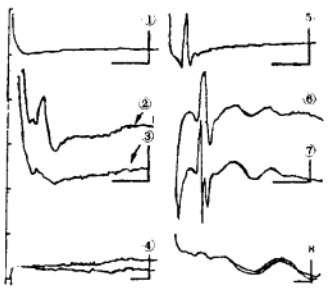


图 6—30　例 2 诱发电位

(4) 正常、节前、节后损伤的肌电改变(图 6—31)。

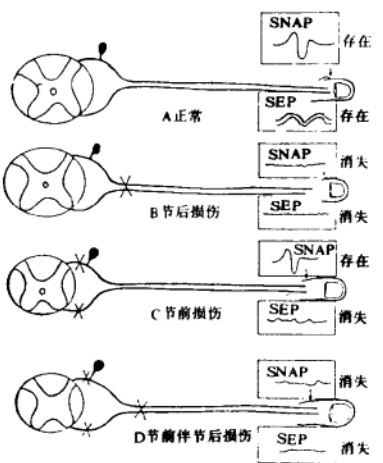


图 6—31　正常、节前与节后损伤的肌电改变

(五) 周围神经嵌压综合征

大多数的周围神经在其行走中总有一些易于受到压迫或损伤的部位，开始时由于症状轻微，如不注意有关神经的支配区域，常造成诊断困难。由于许多神经嵌压征只造成局部神经传导阻滞而无神经变性，故对嵌压征的诊断和定位，神经电图优于肌电图。神经电图可借分段测定神经传导速度，而发现神经嵌压的部位。这不仅有助于确立诊断，而且还能提供可能手术的部位。对于手术松解病例，神经电图随访。可估计其发展。

全身周围神经可能发生嵌压的部位颇多，现选择常见的有代表性的嵌压综合征叙述如下：

1. 腕管综合征　多见于女性，30～50岁，主诉桡侧二指半麻木，以夜间有麻醒史为其典型症状，严重者可伴有大鱼际肌萎缩。

(1) 肌电检查　拇短展肌可有自发电活动，最大用力时呈单纯相，严重者可无随意活动电位，刺激无诱发电位发现。

(2) 正中神经运动传导测定可发现正中神经远端之潜伏期明显延长。部分患者远端潜伏期可正常或在正常值之下限，但在对感觉传导测定中，可发现感觉传导之潜伏期延长或感觉电位降低。

在测定运动传导时，如发现腕-肘之 MNCV 减慢，则应考虑是否合并有其他更广泛的周围神经病变(如糖尿病性神经炎)，或嵌压发生在近端神经(如旋前圆肌的卡压)。

2. 肘管综合征　尺神经肘部卡压，在临床上并不少见，但因症状常易与臂丛血管受压征、颈椎病及某些神经源性疾病相混淆，造成诊断和治疗上的延误。

华山医院自1988年1月～1989年2月，分析 21 例经神经-肌电图证实为尺神经肘管卡压征病例(均经手术证实)。发现肘管嵌压(无肘部外伤史) 15 例；肘外伤而致肘外翻、迟发性尺神经损伤者 4 例；先天性肘外翻和肘部药物注射而致各 1 例。针极电图和 SCV 虽可有阳性发现，但诊断率、定位、定性不够满意。因此必需测定尺神经的 MNCV，作者采用的分段测定尺神经前臂段(腕—肘下

5.0cm）和肘段（肘下5.0cm～肘上5.0cm）的MNCV（图6—32），是诊断肘管综合征的主要方法。根据表6—16A、6—16B、6—16C显示，

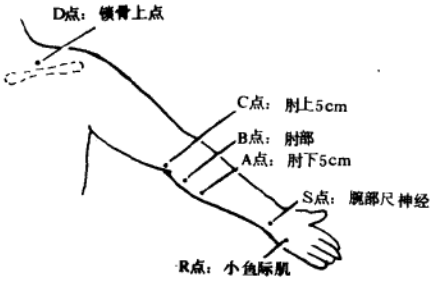


图6—32　尺神经分级测定

尺神经肘下5.0～肘上5.0cm段的MNCV改变最为显著，平均传导健侧为49.94m/s，患侧仅为25.97m/s，Lat测定显示肘上5.0cm～小鱼际肌间明显延长，健侧平均值为8.04ms，患侧为11.68ms，而肘上5.0cm之AMP衰减最为显著，健侧平均值为11.98mV，患侧为2.7mV，统计学和配对t检验$P<0.0001$。但有部分患者是双侧嵌压，故该指标有一定的局限性，肘段MNCV及双侧差值虽有较高的阳性率，但只提示肘段（肘上至肘下约10cm距离）有传导功能障碍，不能精细对嵌压点定位。肘管嵌压所致节段性脱髓鞘病变常局限于肘管内一小段（可能仅10mm左右），其嵌压点近、远段神经传导相对正常。为更精确地肯定肘管嵌压的定位指标，作者又运用“滑动刺激法”即将刺激电极在尺神经沟处，沿神经走行作近、远端滑动（约3cm）刺激。潜伏期之差正常在0.6ms以内，从所测健侧20例中，18例<0.4ms，而患侧21例，除2例<0.6ms，1例无主动收缩和诱发电位外，其余均超过0.6ms，最长1例达3ms，健侧和患侧配对t检验有显著意义$P=0.0005$。该法对传导阻滞和传导延长的病例均可定位诊断，且优于其他电生理诊断方法。

表6—16A　　患侧和健侧分段测定传导速度比较（m/s）

项　目	S—B*	S—A	A—C	C—D
患侧平均值	43.61	47.26	25.97	60.67
健侧平均值	56.42	57.98	49.94	64.20
健、患侧平均差	12.81	10.72	23.97	3.53
t检验配对数	16	19	19	15
M±2S	12.81±6.34	8.39±5.62	23.97±4.22	3.54±5.38
t值	4.03	2.98	11.33	1.31
P值	<0.05	<0.05	<0.0001	>0.1

* 即测点S—B（附图）间传导速度。

表6—16B　　患侧和健侧分段测定潜伏期比较（ms）

项　目	S—R	B—R	A—R	C—R	D—R
患侧平均值	3.17	8.64	7.09	11.68	16.01
健侧平均值	2.62	6.41	5.73	8.04	12.87
健、患侧平均差	0.55	2.23	1.36	3.64	3.14
t检验配对数	19	16	19	19	15
M±2S	0.55±0.22	2.23±1.14	1.36±1.02	3.63±1.24	3.14±1.42
t值	4.75	3.88	2.64	5.79	4.40
P值	<0.001	<0.005	<0.05	0.0001	>0.1

表 6—16C 患侧和健侧分段测定诱发电位波幅比较（mV）

项 目	腕	肘	肘下 5cm	肘上 5cm	锁骨上点
患侧平均值	7.74	6.05	7.07	2.70	2.65
健侧平均值	13.58	12.54	12.37	11.98	11.30
健、患侧平均差	5.84	6.49	5.30	9.28	8.65
t 检验配对数	19	16	19	19	15
M±2S	5.84±3.00	6.49±3.04	5.30±3.76	9.22±2.10	8.25±2.16
t 值	3.88	4.26	2.81	8.78	7.61
P 值	<0.005	<0.001	<0.05	<0.0001	<0.0001

3. 尺管综合征 尺神经在腕部可因嵌压部位不同而产生不同类型的损害，作者用电生理诊断的 9 例（5 例经手术证实）病人中，则以深支损害为多见（8 例），1 例位于腕尺管。8 例患者嵌压均位于尺神经分出小鱼际肌支后，故病人无小指感觉和小鱼际肌运动障碍，仅累及第 1 骨间肌，出现骨间肌萎缩和运动障碍。肌电图除小鱼际肌外，在第 1 骨间肌可记录到大量的自发电活动。如在腕部刺激尺神经，用两根同芯针电极分别记录小鱼际肌和第 1 骨间肌之 EMAP，则前者 Lat 正常而后者 Lat 明显延长或无 EMAP，可提示嵌压部位。

神经嵌压尚可见于正中神经的旋前圆肌综合征、骨间前神经卡压、桡神经可在腋部、桡神经沟、旋后肌管处卡压（骨间后神经综合征）等，都可应用同样原理使用肌-神经电图给予诊断。

4. 臂丛血管受压征（TOS） 臂丛神经行程的任何部位受压，均可造成臂丛神经卡压综合征。Robstanderen（1958）把臂丛和锁骨下动脉在胸廓出口处受压所致症侯群称为胸廓出口综合征。

本病好发于女性，20～40 岁之间，其原因与下述因素有关：①先天性异常（颈肋、斜角肌束带）；②在 20 岁以后，由于肌肉收缩力量减弱，上肢下垂后对臂丛在第 1 肋表面的牵拉力量加大，造成臂丛下干在第 1 肋处受压，而出现临床症状。

在臂丛受压中，以跨第 1 肋的臂丛下干受压最易发生，占 75%，全臂丛受压型 10%，臂丛上干受压仅占 4%。下干型的临床症状为：①前臂内侧皮神经受压，前臂内侧麻木；②手背及手掌、环、小指麻木；③手内在肌全部受损，手指精细动作失灵、乏力。

华山医院自 1986年1月～1990年8月，共检测 39 例“臂丛血管受压征”，其中女性 32 例，男性 7 例，平均年龄 31.54 岁，其中双重卡压（尺神经、正中神经）同时存在的 10 例中，女性 9 例，男性 1 例，占臂丛血管受压征病例数 26%。在 10 例双重卡压病例中，正中神经腕管卡压 6 例，其中 2 例在术中同时作腕部松解，证实有卡压存在。而仅作臂丛血管松解的 4 例中，2 例症状改善，2 例无效。4 例尺神经合并有卡压的病例中，1 例作肘管尺神经松解。术后随访，4 例症状均获改善。

造成双卡的原因是由于神经的近侧受压后其远侧对卡压的易感性增高所致。

根据臂丛血管受压征的临床特点和症状，即使临床诊断为“TOS”，肌-神经电图的测定数据也可提示无明显的阳性发现。因此作者采用排除法，对判断远段神经是否伴有双卡及排除双卡具有较重要的价值：

（1）正中神经的运动、感觉传导速度测定（排除腕管综合征）。

（2）尺神经运动（包括肘段的分段测定）和感觉传导速度测定（排除在腕、尺管及肘管外受压）。

（3）双侧尺神经 F 反应测定（双侧实测

＞1.0ms，预测＞2.5ms）有意义。

（4）针极电图　正中神经＋尺神经支配肌。

（六）肌电电生理检测在周围神经手术中的应用

华山医院自1991年6月～1992年12月，进行术中肌电电生理检测22例，男性20例，女性2例，年龄21～71岁，平均43岁。

测定项目　①尺神经肘部卡压11例，测定松解前、后肘段运动神经传导速度、潜伏期、波幅，了解手术松解是否完全；②臂丛根性损伤10例，在临床诊断和术前电生理检查的基础上，应用术中神经刺激电极，直接刺激暴露的神经根（C_5～T_1），以能否在皮层记录到SEP，来进一步确定节前、节后损伤；③在神经移位桥接后判断神经再生情况1例。上述检查均取得满意的结果。

1. 术中肌电电生理检查的优点

（1）刺激电极直接刺激已暴露的受检神经，神经定位十分精确，而术前肌电电生理检查必须通过皮肤，根据操作者的经验来安置电极，难免有误差。

（2）由于可直接刺激受检神经，消除了容积传导等干扰因素，且经术中肌电电生理检测后，可立即给手术医生提供依据，以便选择最佳手术方案。

2. 术中肌电电生理检查的注意点

（1）术中肌电电生理测定，手术室必须备有屏蔽设施。

（2）检测条件　术中检测应与术前检测相同，包括手术室室温应保持在20℃左右，皮肤温度保持在30℃，接地室安置恰当等。

（3）暴露的神经用0.9%生理盐水湿润，以保持一定的湿度。检测时停止使用电刀、电凝操作，检测前彻底止血，以消除一切可能的干扰因素。另外止血带使用时间的长短，也会影响检测效果。

（七）周围神经损伤做神经松解术、吻合术及移植术后的肌电观察

1. 神经的新生、再生过程中，纤颤、正相电位可相应减少。

2. 由于神经纤维的再生、生长速度不一，不能同时成熟，故可产生波形繁杂、波形各异的电位。

（1）新生电位　神经再生早期随意收缩时出现的短时限、低电压组成的多相电位（短棘波多相电位）。系新生的轴突长入终极，支配了少数肌纤维产生的。是神经再生的早期表现，可早于临床肌力恢复8～16周。

（2）复合电位　在神经再生过程中，新生的神经轴突所支配的肌纤维数量逐渐增加。随意或最大用力时可出现电压增高1～2mV，时限延长12～25ms（或更长），位相更多常在10以上的复合电位。

（3）再生电位　神经再生过程中出现的高电压、宽时限的巨大电位。是由于侧支再生形成的。

上述的电位反映了神经再生的不同阶段，由于检查时间不同，上述电位可单独出现或几种电位混合存在，可相互移行、过渡，转变到正常运动单位电位。不论出现何种电位，均显示神经再生。但再生是否成功，有赖于它们间正常运动单位转变的速度，如持续存在新生电位或复合电位阶段，则预后较差。

3. 重收缩时运动单位电位数量增加，神经再生顺利，肌肉重收缩时参加收缩的运动单位电位的数量也相应增加，由单个运动单位电位组成单纯相→混合相→干扰相。若神经再生后功能恢复不完全，则运动单位数量不增加。

4. 神经再生早期肌肉重新获得神经支配，可记录出诱发电位。在神经再生过程中，运动神经传导速度逐渐缩短，恢复到正常。但运动神经传导速度改变不甚敏感，在神经吻合术后，恢复晚于新生电位的出现，且传导速度减慢，持续时间较长。

对臂丛根性损伤及臂丛干、束、支的神经损伤作各种手术后，观察神经有无再生的电生理，检测中应根据：

（1）了解患者的手术日期、手术方案；

（2）应从近端肌肉逐步延伸到远端肌肉检测，观察其再生的范围，判断预后；

（3）在同一块肌肉上，可从不同的肌纤维方向进针，以正确了解神经早期新生状况；

（4）根据移植的神经不同，令患者作相应肌肉的放松、收缩动作，如膈神经至肌皮神经可令患者深呼吸同时作屈肘动作，在示波屏上观察有无随呼吸节律出现的新生电位。如接腋神经，则令患者深呼吸同时作肩外展动作，观察神经新生、再生情况。

（沈丽英）

第三节 腕关节镜检查

腕关节镜在临床上的应用仅有20余年的历史，只是在近10年才有较为迅速的发展。它是目前对腕部伤病诊断和治疗的一项新技术、新方法。在国内关于腕关节镜的应用仅有零星报道，可以说基本尚未开展。国外文献较多，涉及关节软骨、韧带的损伤，滑膜组织的病变以及骨折、腕关节不稳定等方面。对某些伤病，由于其诊断率较传统的X线检查、断层及腕关节造影有很大的提高，又较近年来临床上所应用的CT及MRI更直接，更准确。因此，这一技术日趋普及。在美国第45届手外科年会上（1990年），Ganos报告66例腕关节痛经X线平片检查为阴性的患者，行腕关节镜检查发现，患者中65%存在有三角纤维软骨损伤，36%存在舟-月韧带损伤，33%存在月-三角韧带损伤（有些患者几种损伤同时存在）。作者的总结，关节造影对上述损伤的诊断准确率仅能达到35%，而应用腕关节镜可提高到94%。Kulick认为，应用腕关节镜可以大大提高三角纤维软骨损伤、韧带损伤及骨和软骨损伤诊断的准确率，其中对腕关节韧带损伤可达95～100%，对三角纤维软骨损伤达95%，对骨及软骨损伤达90～100%。

一、腕关节镜的主要部件及附属设备

（一）腕关节镜构造与组成

腕关节镜与一般关节镜相似，由关节镜筒（包括外套管、尖头及圆头穿刺针）、光源、导线、冲水接头、导管、照相机或微型摄像机、电视监视器和录像设备构成。

1. 主要部件 腕关节镜的直径以1.5～3.0mm为宜（国家及厂家不同，所出的型号不同）。直径越大则视野越大，但狭小的关节间隙不易进入，直径小容易进入关节腔，但视野偏小。镜筒长约40～60mm，短于此标准则不利于观察深部组织以及骨或软骨的边缘（图6—33）。

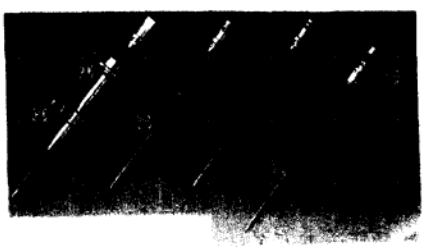


图6—33 腕关节镜

①关节镜外套管 ②注水接头 ③穿刺针头 ④关节镜光源接头 ⑤光源接头

镜面有平角、5°、25°、30°之分，前两种适宜观察关节内比较开阔的部位，便于了解全貌；后两种则适合观察较狭窄部位，如骨及软骨的边缘，用平角关节镜很难达到的部位（图6—34）。

关节镜筒后缘侧方有衔接来自光源的光导线接头。关节镜套管后缘侧方有注水接头。由于关节镜、镜筒的前方为镜片，容易在插入时损坏，所以在行关节镜检查之前，先用

尖的穿刺针头套入套管完成软组织穿刺，当到达关节囊处，拔出尖针头改用圆针头做最后的穿刺，以免尖针头直接损伤软骨面。



图 6—34　关节镜筒前端不同角度及其视野

2. 光源及导线　由于关节腔内光线很暗，为便于观察，备有冷光源。光源发出光后，经由多条光导纤维组成的导线接到关节镜筒侧缘的接头上，此时便可通过关节镜后方的观察孔看到关节的内部结构。导线不能折叠，以免损伤内部的光导纤维。

3. 注水装置　关节镜检查过程中，因关节液混浊、出血或有许多组织碎片常挡住镜片，不能看清关节内结构，所以要不断地注入生理盐水或林格氏液冲洗，以保证视野清晰。如简单地观察，可由助手不断往关节腔内注水，观察时间长的可改用注入机器，借助于导水管接到镜筒侧方注水接头。此时，应在关节的另一部位穿刺，留置导水针头或出水管。

4. 记录设备　为便于记录观察到的内容，现代关节镜又增添了照相机、微型摄像机、电视监视器及录像设备。照相机可以记录病变的情况，比较术前、术后的差别。通过微型摄像在屏幕上出现放大图像，由电视监视器进行更细微地观察及手术，也利于教学。录像设备则可录制伤病的情况、关节镜下的手术操作过程以及术后的最终结果，有利于教学和交流。

（二）其他辅助设备

除手术间、手术台、进行关节镜消毒的福尔马林熏蒸的消毒柜以外，必须有牵引装置、不透水的手术无菌单以及必备的器械。

1. 不透水无菌单　由非仿布制成较大的手术单。在消毒铺单后，行关节镜检查过程中不断有生理盐水自关节腔内流出。一般无菌单吸水，容易污染手术台面及手术野。用不透水无菌单，使手术台保持干燥，保证手术台及手术野的无菌。手术室要备水筒。

2. 牵引装置　由于腕关节腔间隙小，为便于关节镜的插入，需要牵引装置。它由与手术台相连的一平板底座和与之相垂直（或成钝角）的平板构成。垂直板长约 20cm，这两板各装一约束带，制动臂部和前臂，起固定上肢和对抗对手指牵引的作用。

垂直板的末端固定一个万向轮，可控制腕关节屈、伸、尺偏和桡偏的角度。远端接两根相互平行、中间有槽的金属杆。两金属杆的槽中置一两端可以旋紧的金属棒，此棒可在槽内上、下移动，决定牵引力的大小。在金属棒上固定 2～4 个指套，一般套紧示指～小指，移动金属棒可增大腕关节腔间隙，便于穿刺检查（图 6—35）。

3. 必要器械

（1）探针　长约 110～130mm，直径 1.5mm，尖端有弯的不锈钢棒，用于探查滑膜、韧带及软骨面等，是腕关节镜检查的必备器械（图 6—36）。

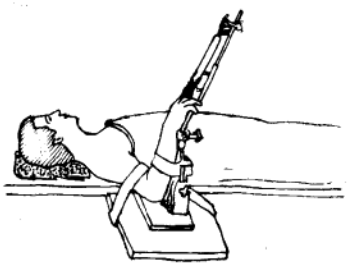


图 6—35　腕关节镜检查的牵引装置



图 6—36　探针

（2）组织活检钳　长约 130mm，直径 2～3mm，尖端由上、下两唇组成，前缘制成方形或椭圆形。上、下唇的边缘锐利，咬口紧密，

可切断软组织，如滑膜、韧带，并可夹取异物（图 6—37）。

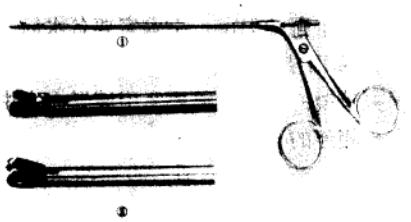


图 6—37 组织活检钳

①组织活检钳 ②放大的前端

（3）咬骨钳 与活组织钳类似，只是上、下唇较厚。长约 130mm，直径 3mm，尖端呈椭圆形。可咬除软骨及骨组织，行关节面的修整。

（4）手术刀 长约 130～140mm，直径 3mm，尖端呈弧形，不锐利，刀刃位于弧的内侧缘，用于切除破碎的韧带或三角纤维软骨。

（5）刨削器 长约 150mm，直径 4mm，由外套管和轴心组成。外套管尖端为圆形盲端，开口位于侧方。轴心前端呈扇叶状，扇叶大小与套管远端侧孔相吻合。轴心管接电源可以旋转，用它可以刨削残余的韧带及三角纤维软骨的附着部，并可磨平用咬骨钳咬过的骨及软骨的粗糙面。刨削器后缘接吸引器，可以不断地吸出刨削下来的组织残片，保持视野的清晰（图 6—38）。

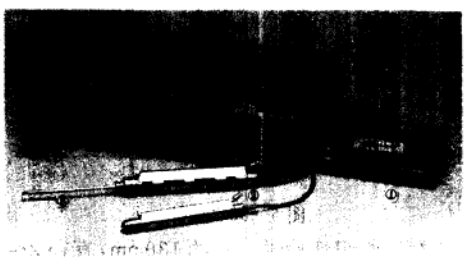


图 6—38 刨削器

①脚踏开关 ②吸引器接头 ③刨削器外套管

二、腕关节应用解剖

腕关节结构复杂，各骨之间既有相互镶嵌紧密的骨结构，又有复杂的韧带相连，使腕关节稳定，并保持多向运动。

（一）腕骨间关节

近 20 余年的研究，对腕骨间关节有了较为深刻的认识。从生物力学上讲，腕骨可分三列、即内侧列、中央列和外侧列。内侧列由三角骨和豌豆骨组成，参与手的旋转。中央列由月骨与远排四块腕骨组成，参与腕的屈伸运动。外侧列由舟骨构成，与腕关节的各向运动有关。其中舟月关节、月三角关节、头月关节、头钩关节都对腕关节的运动与稳定起十分重要的作用。1976 年 Taleisnik 总结了大量资料，提出腕骨间运动轴是以“T”形中央列为主（指近排的月骨，远排的大多角骨、小多角骨、头状骨及钩骨构成的“T”），内、外侧列参与腕关节的旋转，其中以月骨的位置最为重要，它是腕骨运动的轴心（图 6—39）。



图 6-39 腕关节三个运动轴

①大多角骨 ②小多角骨 ③头状骨 ④钩骨 ⑤舟骨 ⑥月骨 ⑦三角骨 ⑧豌豆骨

（二）腕关节韧带

腕关节韧带复杂。腕关节约有 15～20 个

韧带，可以划分为关节外韧带及关节内韧带（包括骨间韧带和关节内韧带）（图 6—40）。

- 腕关节韧带
  - 关节内系（静力稳定）
    - 腕骨间
      - 近排腕骨间韧带
      - 远排腕骨间韧带
    - 骨间（屈、伸侧）
      - 近侧 V 形韧带
      - 远侧 V 形韧带
      - 背侧 V 形韧带
      - 三角纤维软骨复合体
  - 关节外系（动力稳定）
    - 屈侧
      - 屈肌支持带（腕横韧带）
      - 尺侧腕屈肌肌腱扩展部
    - 伸侧
      - 伸肌支持带（腕背韧带）
      - 尺侧腕伸肌肌腱扩展部

图 6—40　腕关节韧带

（三）关节镜检查易损伤的结构

关节镜穿刺部位基本集中在背侧，此处除有肌腱以外，桡侧还有头静脉和桡神经浅支，尺侧有贵要静脉及尺神经背支。肌腱和静脉不容易损伤，受损伤的常是这两支神经。

1. 桡神经皮支为桡神经在肘下的分支。该神经先位于肱桡肌的深部，在前臂下部浅出分为数支。在鼻咽窝处分出一细支，经拇短伸肌腱浅部至大鱼际桡侧，最终至拇指的桡侧。主干在拇长伸肌腱穿出腕背韧带水平又分成 2～3 支，在桡侧腕长、短伸肌腱浅部至虎口处，并分别到达拇指的尺侧、示指的桡侧，以及示指的尺侧和中指的桡侧。

2. 尺神经背支在尺骨茎突上 8cm 处由尺神经的主干分出。尺神经背支由掌侧皮下浅出，在尺骨茎突下斜向手背侧，分出 2～4 支至小指、环指以及中指的尺侧半。解剖学发现，约在尺骨茎突上 1cm 处，有一与主干呈 90°角的横支，向桡尺远侧关节的背侧行走，其直径 1.5mm，分布于腕背侧的皮肤。

三、关节镜检查方法

（一）穿刺部位

可在腕桡侧、尺侧、腕中关节和桡尺远侧关节处进行（图 6—41）。

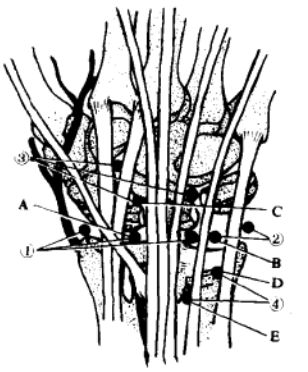


图 6—41　腕关节镜穿刺部位

①桡侧入路　②尺侧入路　③腕中关节入路　④桡尺远侧关节入路　A 桡腕关节常用穿刺点　B 腕尺侧常用穿刺点　C 腕中关节常用穿刺点　D、E 桡尺远侧关节穿刺点

桡侧穿刺部位有 3 个，以第 1 个最常用。解剖学标志在桡腕关节弧线上，拇长伸肌腱和桡侧腕短伸肌腱的尺侧。指伸肌的桡侧为 A。另外两个位于鼻咽窝尺侧，指伸肌腱和小指伸肌腱之间。后一个入路主要用于液体的导出及进入手术器械。

尺侧穿刺部位有 2 个，位于桡腕关节弧线上。小指伸肌腱与尺侧腕伸肌腱之间为 B；另一个入路在尺侧腕伸肌腱之尺侧。前者多用于关节境进入，后者用于导水和手术器械入路。

腕中关节穿刺部位有 3 个，位于腕背侧腕中关节水平，桡侧腕长、短伸肌肌腱之间。桡侧腕伸短肌腱与指伸肌腱之间为 C。另一穿刺点在指伸肌腱与小指伸肌腱之间。

桡尺远侧关节穿刺部位有 2 个，一个位于背侧尺骨关节面水平，尺侧腕伸肌腱桡侧，紧靠尺骨茎突桡侧为 D。另一穿刺点位于桡骨背侧结节水平，桡、尺骨之间为 E 点。

选择腕关节镜插入处要根据病变的部位。如观察腕关节桡侧病变，选择 A 入路；观察解决腕尺侧疾患选择 B 和 D 入路；观察腕中关节则选用 C 点；对桡尺远侧关节应选用

D及E入路。上述常用入路，以英文字母代表，其他诸点根据需要也可作为关节镜入路。

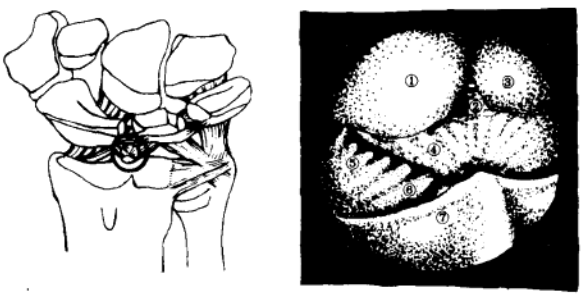
（二）关节镜检查程序

1. 麻醉　可在臂丛或局麻下进行，臂丛麻醉时臂部可上止血带。臂丛麻醉肌肉松弛满意，利于上肢的牵引，但调节腕部体位困难。局部麻醉便于腕部位置的调节，但术中常有出血，操作不很便利。

2. 牵引　病人取仰卧位患肢外展，用约束带将臂部及前臂固定，行手指牵引。

3. 关节腔内注入生理盐水　先从穿刺点注入生理盐水，以扩大关节间隙，便于关节镜插入。盐水的用量依穿刺点不同而有所变化，腕关节10～20ml，桡尺远侧关节2ml左右。

4. 插入关节镜　一般先以针头定位，以尖手术刀切开皮肤2～3mm，或直接用尖头套管针穿刺，直至遇阻力（达到关节囊），拔出尖针换圆头针继续穿刺，至失去阻力时拔出针芯，有液体外溢说明套管已在关节腔内，插入关节镜，做初步观察。套管针侧方不断注水。再用针头穿刺其他穿刺点，以利液体

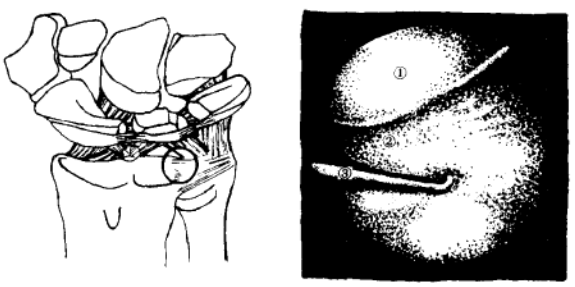


（1）　（2）

图6—42　A入路观察内容

（1）穿刺部位　（2）观察内容

①舟骨近极　②舟月韧带　③月骨　④桡舟月韧带　⑤桡舟头韧带　⑥桡月三角韧带　⑦桡骨远端关节面



（1）　（2）

图6—43　B入路观察内容

（1）穿刺部位　（2）观察内容

①月骨　②三角纤维软骨　③探针

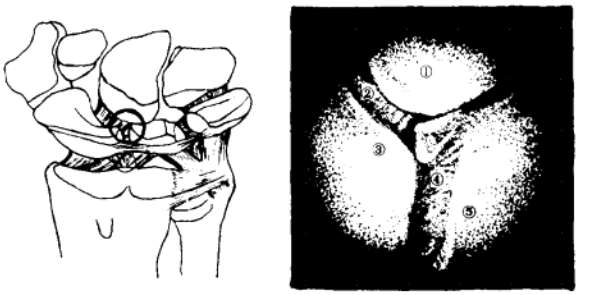
的流出。

5. 观察内容

A 入路：先观察桡骨远端关节面，舟骨月骨的软骨面，继而观察桡骨桡侧及掌侧的桡侧副韧带及桡舟头韧带以及连接舟骨、月骨的韧带，最后转至尺侧，观察三角纤维软骨（图 6—42）。

B 入路：先观察桡骨远端和月骨关节软骨面以及三角纤维软骨的全貌，继而观察月三角关节面及尺月韧带、尺三角韧带，最后检查尺骨茎突（图 6—43）。

C 入路：入镜后主要观察头状骨及月骨远端关节面以及舟骨的尺侧关节面，经过头状骨的桡、尺侧的掌、背侧韧带。继而镜头朝远端推入，可见舟骨远端与大、小多角骨的关节面，将镜头转向尺侧，自头、月关节之间进入，可观察三角骨远端与钩骨近端关节面（图 6—44）。

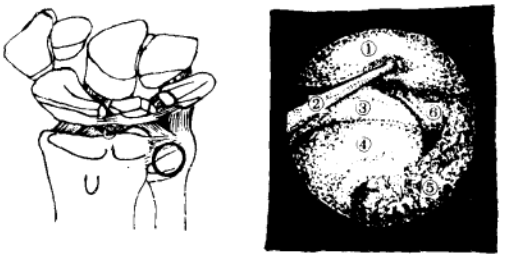


（1）　（2）

图 6—44　C 入路观察内容

（1）穿刺部位　（2）观察内容

①头状骨　②桡舟头韧带　③舟骨　④舟月韧带　⑤月骨



（1）　（2）

图 6—45　D 入路观察内容

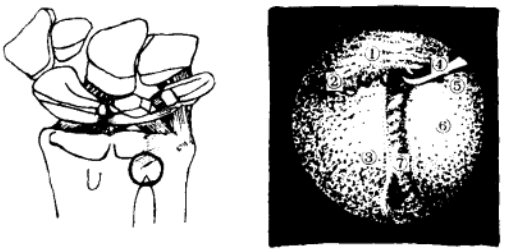
（1）穿刺部位　（2）观察内容

①三角纤维软骨近侧缘　②探针　③桡骨半月切迹　④尺骨穹窿　⑤滑膜　⑥尺三角韧带

D 入路：主要观察桡骨 C 形窝，三角纤维软骨的全貌及起、止点，尺骨小头关节面以及尺骨茎突（图 6—45）。

E 入路：E 入路及 D 入路相对较难，因为远端桡尺关节掌、背侧韧带较紧。这两个位置的穿刺，均应在前臂旋后位进行，此时尺骨小头旋至桡骨远端的下方，背侧韧带较松弛，关节间隙可以显出。穿刺自桡骨背侧结节水平，针头偏向远端关节面，主要观察远端桡骨 C 形窝关节面及尺骨小头环状关节

面，最远端可见三角纤维软骨的起始部。旋前时可观察背侧韧带，旋后时便于观察掌侧韧带（图 6—46）。



（1）　　（2）

图 6—46　E 入路观察内容

（1）穿刺部位　　（2）观察内容

①三角纤维软骨近侧缘　②三角纤维软骨起始部　③桡骨半月关节面　④探针

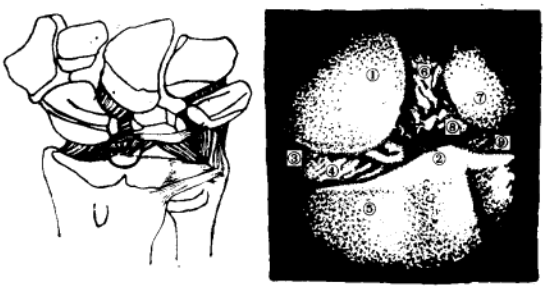
⑤滑膜组织　⑥尺骨环状关节面　⑦桡尺远侧关节掌侧韧带

四、应用腕关节镜检查的疾病

（一）韧带损伤

腕关节的稳定与否与腕关节韧带损伤（或松弛）有很大关系。腕关节的不稳定可分为静态不稳与动态不稳两类。前者在标准 X 线片上可见到不稳定征象，后者标准 X 线表现即使正常也不能得出结论，只有腕部运动到一定位置时才能发现异常。腕关节镜检查，可直接见到腕部韧带的损伤，并且可以观察动态下腕骨间关系的变化，得出确切结论。

1. 舟月分离　自 A 入镜，可见到舟骨和月骨间隙大于正常，连接两者之间的韧带可部分或全部断裂（图 6—47）。损伤严重时，可在桡腕关节掌侧见到桡舟月韧带的断裂，舟骨在腕关节屈伸运动中，有大幅度地掌屈及旋转。



（1）　　（2）

图 6—47　舟月韧带损伤镜下所见

（1）穿刺部位　　（2）观察内容

①舟骨　②桡舟月韧带　③桡舟头韧带　④桡月三角韧带　⑤桡骨远端关节面

⑥断裂舟月韧带　⑦月骨　⑧滑膜　⑨桡月韧带

2. 月三角骨分离　两骨间韧带损伤后，舟月关节呈掌屈位，三角骨向背侧移位。B 入镜后可见月骨、三角骨间韧带断裂，间隙加大，从掌侧挤压月骨或背侧挤压三角骨，可见两骨间的不正常运动（图 6—48）。

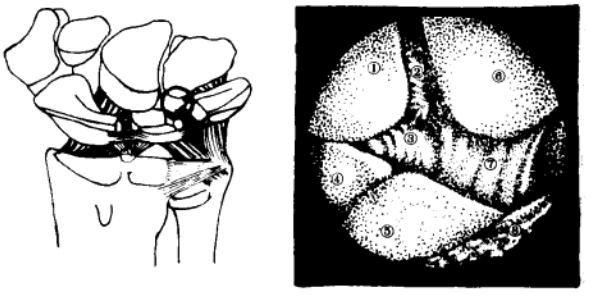


图 6—48　月三角韧带损伤镜下所见

(1) 穿刺部位　(2) 观察内容

①月骨　②断裂的月三角韧带　③尺月韧带　④桡骨远端关节面尺侧　⑤三角纤维软骨　⑥三角骨　⑦尺三角韧带　⑧滑膜

（二）三角纤维软骨损伤

三角纤维软骨损伤是引起腕尺侧痛的重要原因。由于软骨在 X 线上不显影，因而凭临床检查和 X 线很难做出肯定的诊断。过去认为腕关节造影术可对本病作出确切的诊断。Palmer 报告 37 例经关节镜检查证实存在桡腕与腕中关节有交通，但关节造影阳性率仅达 69%，约 1/3 患者造影正常。不少作者指出，关节造影阳性并不能说明三角纤维软骨有损伤。Minic（1978 年）对 180 个碗关节行关节镜检查，发现 20 岁前三角纤维软骨完整，60 岁约 53%三角纤维软骨有孔存在。Weigle 和 Spira（1969 年）指出，三角纤维软骨上的孔有三种原因造成，即先天性、创伤

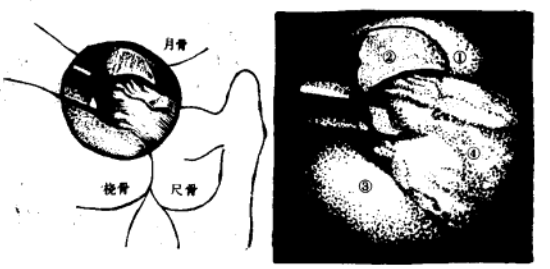


图 6—49　三角纤维软骨损伤镜下所见

(1) 大体观察　(2) 镜下观察

①月骨　②组织活检钳　③桡骨远端关节面　④损伤的三角纤维软骨自止点处向桡侧翻转并被咬除

性和退变性。因此，关节镜检查对这种疾病的诊断就比较准确可靠。

自B或C入路进镜，可见三角纤维软骨不完整，在中央或桡侧起点边缘或尺侧止点有撕裂伤痕，边缘呈不规则形状、不整齐。严重者三角纤维软骨可从止点处完全撕脱，向桡侧呈180°翻转（图6—49）。

Palmer将关节镜下三角纤维软骨损伤分为两类。第一类为创伤性损伤，可分四种：中心穿孔；尺侧撕裂（有时合并尺骨茎突骨折）；远端撕裂（从月骨、三角骨处撕裂）及桡侧撕裂（有时伴桡骨半月切迹骨折）。第二类为退行性损伤，又分五种：即单纯三角软骨撕裂；三角纤维软骨撕裂合并月骨或尺骨软骨坏死；三角纤维软骨紊乱合并月骨或尺骨软骨坏死；三角纤维软骨紊乱合并月骨或尺骨软骨坏死及月三角韧带损伤；三角纤维软骨紊乱合并月骨或尺骨软骨坏死及尺腕关节骨性关节炎。

（三）软骨损伤

腕骨多而体积小，关节和关节软骨多。过去，除在X线片上对骨性关节炎可以诊断外，对软骨损伤无法确诊。使用关节镜检查可以大大提高对软骨损伤的诊断率。据Ganos报告，舟骨可达100%、月骨90%、桡骨100%、三角骨100%。

根据疼痛的不同部位，选用适当的入路，对各骨的关节做全面检查。软骨损伤表现为软骨面不平整，局部软骨脱落，露出无血运的软骨下骨质，咬除这些骨质后，仍不见出血。有的部位虽有软骨面，但凸凹不平，失去正常软骨关节面的光泽，色较暗，或微黄（图6—50）。

（四）滑膜组织病变

一些疾病以侵犯滑膜、关节面为主，临床上除关节肿胀外，如未累及骨质，很难诊断。关节镜检查可直接观察滑膜组织的病变程度，取活组织行病理、组化检查，以确定诊断。

正常滑膜主要位于桡腕关节关节囊侧，桡尺侧较丰富，掌背侧量较少，三角纤维软骨的近端周围滑膜较丰富。滑膜组织呈淡红色半透明状，镜下可见滑膜上血管分布（图6—51）。有病变的滑膜可有以下表现：滑膜组织量增多，甚至充满关节间隙；滑膜组织量减少，变薄呈萎缩状或呈索条；一般呈黄绿色、紫色、黄色或白色；滑膜组织内血管增多、充血。一般从上述几点可判别滑膜是

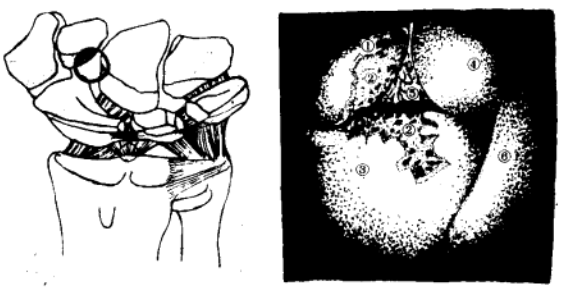
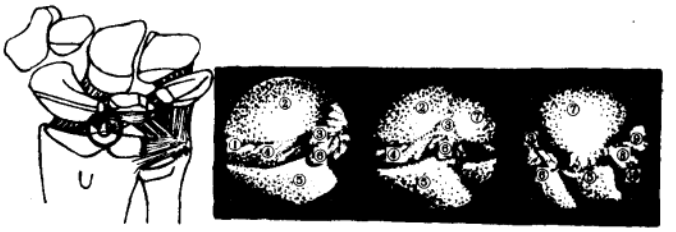


图6—50　软骨损伤镜下所见

(1) 穿刺部位　　(2) 观察内容

①大多角骨　②大多角骨及舟骨软骨脱落露出骨质　③舟骨　④小多角骨

⑤增生滑膜　⑥头状骨桡侧关节面



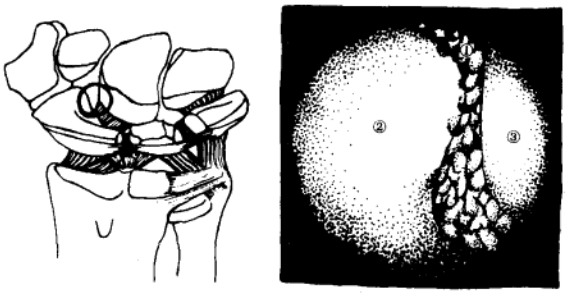
（1）　（2）

图 6—51　A 入路自桡侧到尺侧正常滑膜组织

（1）穿刺部位　（2）观察内容

①桡舟头韧带　②舟骨　③舟月韧带　④桡月三角韧带　⑤桡骨远端关节面

⑥正常滑膜　⑦月骨　⑧尺月韧带　⑨月三角韧带　⑩三角纤维软骨桡侧缘



（1）　（2）

图 6—52　滑膜增生水肿镜下所见

（1）穿刺部位　（2）观察内容

①舟头关节间隙增生水肿的滑膜组织　②舟骨　③头状骨桡侧关节面

否正常。确诊需取活组织检查（图 6—52）。

（五）桡骨远端关节内骨折

累及桡骨远端关节面骨折，过去用手法复位或经皮克氏针在透视下撬拨复位。由于关节面对合不整齐，常出现骨性关节炎。目前，用关节镜直视下对合，经皮克氏针固定，可取得良好的结果。

手术应在骨折 24～48 小时之内进行。过早，因关节内出血较多，影响视野清晰程度；过晚，由于炎症反应及纤维渗出，骨块已初步粘合，镜下不易拨动骨块。一般从 A 入路进镜，先检查骨折情况，再观察软骨及韧带损伤情况。首先在牵引下手法复位，使骨块集中，矫正大的错位；然后经皮打入克氏针，固定大的骨块，再对合小骨块，保持桡骨远端关节面的平滑（图 6—53）。

如桡骨有严重压缩、变短，复位后可行外固定架牵引；如桡骨无压缩，复位后石膏托制动 4 周，带克氏针行功能锻炼。

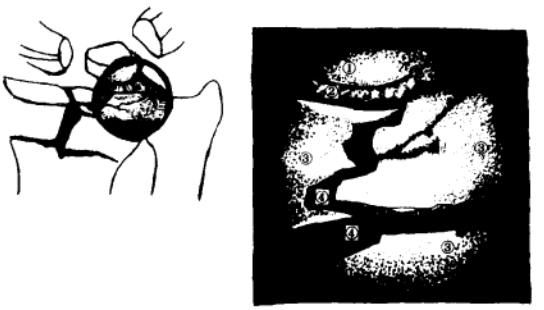
（六）桡尺远端关节损伤

于前臂旋后位，经 D、E 入路进镜。掌侧尺腕韧带损伤，常使尺骨小头向背侧移位，掌侧间隙增大，同时伴三角纤维软骨掌侧及桡侧撕裂。桡骨半月切迹或尺骨不平整，结合松弛。通过镜检可明确旋前、旋后时弹响的原因（图 6—54）。

（七）关节镜其他用途

关节镜对腕关节除进行检查，确定诊断外，还可进行治疗。近年来，国外报道关节镜下行腕管综合征的腕管减压术。

臂丛麻醉下，驱血上止血带，于前臂掌侧腕横纹上 3cm 作长 5mm 切口，切口选在掌长肌腱尺侧，分离皮下组织至深筋膜下。自腕管中部及远端用两针头穿刺，深度达腕管。从腕上切口入镜，判别鱼肚白色肌腱及淡黄色正中神经后，向前推镜，找到两穿刺之针头则证实此镜在腕管内。于前臂腕上再切一小口，插入钩刀，当镜至腕横韧带远端后，用钩刀内侧缘从尺侧直切腕掌横韧带至近端，直至在镜下看到皮下脂肪为度，此时证实，腕管全层已被切开（图 6—55）。

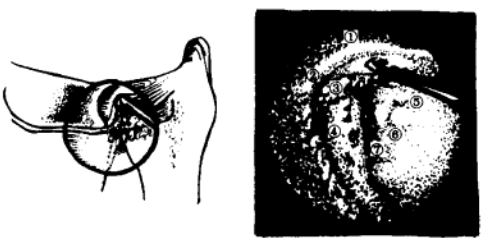


（1）　　（2）

图 6—53　桡骨远侧关节内骨折镜下所见

（1）大体观察　　（2）镜下观察

①月骨　②桡舟月韧带　③桡骨远端骨折块　④桡骨远端关节面骨折线



（1）　　（2）

图 6—54　桡尺远侧关节骨性关节炎镜下所见

（1）大体观察　（2）镜下观察

①探针顶起的三角纤维软骨　②三角纤维软骨起始部　③增生滑膜　④桡骨半月关节面软骨有脱落　⑤探针　⑥尺骨环状关节面　⑦环状关节面有纤维软骨增生

近年报告，这种镜下腕管切开法较过去手术切开减压有许多优点，可免除手术切开的痛苦，门诊也可开展。据 Ablove 的报告，18



（1）　　（2）

图 6—55　腕管综合征内窥镜下切开术

（1）腕管切开减压　（2）镜下所见

①手术刀　②拇长屈肌腱　③正中神经　④指屈肌腱　⑤腕横韧带　⑥豌豆骨　⑦皮下组织　⑧已切开的腕横韧带

例用此法治疗腕管综合征术前、术后MRI的测量结果表明，术后8周，腕管容量增加21.9±11.9%，正中神经面积增加52.7±31.3%，腕管高变化不大，腕管内容物前移1.0±0.7mm。

（胡　溱）

第七章　手的姿势与功能

手具有两种状态，即静止状态和运动状态。手的静止状态包括休息位和功能位。静止状态可使手部充分休息及处于运动前的最佳准备姿势。手的运动状态按其目的不同表现为多种多样，每一运动均有多种结构参与。如手的结构完整性遭到破坏，上述两种状态即难以维持。手外科的目的就是要恢复手结构的完整性，最大限度地恢复和保存手的功能。

第一节　手的姿势

一、手的休息位

休息位是指手处于自然静止状态下的一种半握拳姿势，此时作用于手部的各组拮抗肌的张力呈现相对平衡状态。休息位是手最稳定的姿势，手在较长的时间内维持在这种姿势一般不致于发生疲劳（图 7—1）。



图 7—1　手的休息位

休息位时，腕关节背伸约 10°～15°，伴有轻度尺侧偏斜，拇指轻度外展，指腹接近或触及示指远侧指间关节的桡侧缘，其他各指的掌指关节和指间关节皆呈半屈位，示指屈曲度较小，越向小指屈曲度越大。但这种姿势常因腕关节屈伸的程度不同而受到影响。如当腕关节被动屈曲时，各指的屈曲度即减小。了解手的休息位有助于手部疾患的诊断，如神经、肌肉或肌腱损伤时，即破坏了手部肌肉的平衡，从而引起休息位畸形。

二、手的功能位

手的功能位是手处于运动前能最大程度发挥其功能的位置或姿势。此时前臂半旋前位，腕背伸达 20°～25°，尺侧偏斜约 10°。拇指充分外展，掌指关节和指间关节微屈，处于对掌位。其他四指分开，关节屈曲程度不尽相同，即掌指关节屈曲 30°～40°，近侧指间关节屈曲 60°～80°，远侧指间关节屈曲 10°～15°（图 7—2）。



图 7—2　手的功能位

功能位是手进行各种活动（如张手、握拳及捏物等）之前的准备姿势，根据需要手可迅速地发挥其功能。从整体上看，功能位反映出持握时所需要的关节运动范围最小，如果拇指和其他手指有单个或多个关节僵直，在此位置上恢复其有效的活动范围比较容易，因为拇指对掌姿势几乎已经充分，只要那些仍能活动的关节稍加屈曲即可完成某一功能。所以，处理手外伤尤其是骨折时应将手固定于此种姿势。

有时临床上为了保证肌腱、神经断裂处

的缝合稳定，可采用保护性的制动位，即临时制动的非功能位，这种姿势只能短期使用。如在腕部正中神经、尺神经或屈肌腱被缝合后，腕关节保持 40°制动屈曲位 3 周才比较安全。同时使掌指关节屈曲近 80°，指间关节处于自然伸直位，这是因为在强迫屈曲位制动后，恢复手指的伸展功能很困难。当修复背侧组织时，腕关节需制动在伸直位，但掌指关节至少要有 10°的屈曲。

第二节　手的功能

手的复杂的解剖结构使其能够完成各种各样复杂的功能。每一个功能可以由手的一部分完成，也可由全手完成。在完成每一功能的过程中，手的各部所起的作用是不同的，手掌的尺侧部及环指和小指主要用于支持和静止管制，而拇指、示指及中指则作为动力支点。手的功能按其形式和目的可分为持握、叩击、接触及手势四种，每一功能均有其特定的结构单位和辅助结构单位来完成。

一、持　握

持握是手的一种重要功能，手以持握形式可完成其 80%以上的功能。持握的分类方法有两种，一是按持握强度可分为强力持握（如握锤柄）和精细持握（如捏针）两种形式。在强力持握时，腕背伸，掌指关节及指间关节皆屈曲 90°，从而使手指将物体牢固地压于手掌上。在精细持握时，腕背伸或掌屈，手指半屈，拇指与半屈的其他各指相对。二是按手持握物体时的状态分为静止的持握、有地心引力的持握和动态的持握三种。此种分类法较常用（图 7—3）。

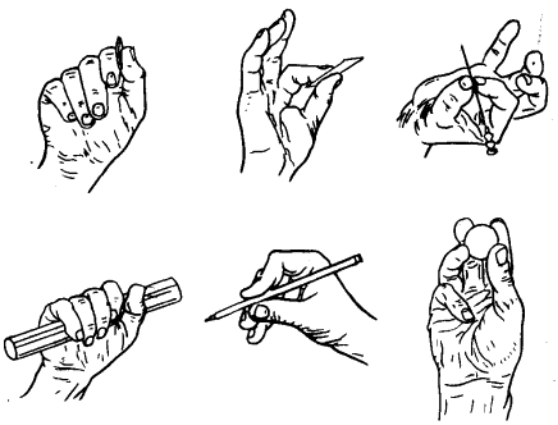


图 7—3　手的各种持握姿势

（一）静止持握

静止的持握指手依靠手指（两指或多指）或手掌在无需地心引力的作用下对不同物体的持握动作。

1. 两个手指指端的持握　是最精细和最精确的持握，它依靠拇指和示指（或中指）以指腹的末端或指甲的边缘在对掌时相接触，捏起针或头发一样细小的物体。此时，腕明显背伸，第 1 掌骨外展并旋转，拇指及示指的掌指关节和指间关节轻度屈曲。这种持握需要指腹具有良好的韧性，完好无损的指甲，灵活的关节及正常的拇长屈肌、指深屈肌、拇收肌及第 1、2 骨间背侧肌的收缩功能。上述任何一种结构遭到破坏，指端持握就不能完成。

2. 指腹持握　此种动作最为常见。以拇

指指腹与示指指腹或中指指腹相对，可持握略大的物体（如铅笔和纸张）。从拉出拇指和示指捏着的纸张所需的力量可以测出这种持握的效应。如果用力而纸张不能被拉出则表示拇收肌及尺神经完好无损。由于持握时是以两指指腹接触，因此持握的质量与指腹的质地、示指的远侧指间关节、拇指指间关节的功能有关。指屈肌可稳定屈曲的指间关节，鱼际肌和拇长屈肌能稳定拇指的掌指关节和指间关节。

3. 指腹指桡侧持握　以拇指指腹压在示指中节桡侧，动作不精细但却有力。这种持握需要第1骨间背侧肌稳定示指桡侧（示指尺侧依靠其他手指支持），拇指则由拇长、短屈肌及拇收肌来稳定。

4. 指侧缘持握　常使用示指与中指的中节相对缘持握（如夹住香烟）。该动作力弱且精确度差，但在拇指截除后这一动作的力量可代偿性增大。第2骨间背侧肌和掌侧肌起重要作用。

5. 三个手指持握　三个手指持握物体其力量比只用两个手指大得多。常用拇指、示指和中指的指腹，即以拇指指腹压着物体，示指和中指的指腹给以支持（如持握球体）。握笔书写也为此种动作，即笔杆被夹在拇指和示指的指腹及中指远节的桡侧，受到第1指蹼或示指根部桡侧的支持，书写时笔来回运动主要由拇长屈肌和指浅屈肌来完成。

6. 四个手指持握　通常在物体较大而又必须牢固抓住的情况下使用。其方法是以拇指、示指和中指指腹接触物体，环指桡侧作为对抗以避免物体向尺侧滑脱。

7. 五个手指持握　所有的手指都参与，拇指处于对掌位，拇指、示指、中指和环指以其掌面接触物体，小指则以桡侧与之接触，以预防物体向尺侧滑脱。通常用于握着较大的物体，如端碗即为五个手指持握动作。该动作需要拇指充分伸展，与示指分开。如拇指与示指间指蹼有外伤或挛缩则此动作不可能完成。

在持握较大而平的物体时（如大盘子），则用“全景式”五个手指持握。这一动作需要手指充分分开，拇指处于最大的反对掌位，即反对掌及伸直，拇指正好与环指相对，形成的角度为180°，小指与拇指形成215°角度。这种持握动作牢靠，其力量主要依靠作用于远侧指间关节的指深屈肌。

8. 手指手掌持握　是持握动作的辅助方式，但却常用，如摇动把手或握方向盘。直径较小的物体（3～4cm）是被握在屈曲的手指及手掌之间，拇指并不参与。握力的方向在手的长轴方向上，被握物体的长轴与手的长轴垂直，而与手掌凹陷处的斜行方向不一致，这种持握动作也可握住较大的物体，但物体的直径愈大则握力愈小。

9. 全手掌持握　能有力地握住较重和相对较大的物体。手可包绕着圆柱形的物体，物体的轴和手掌凹陷处的轴相一致，即从小鱼际斜向示指根部，此轴的斜度与手及前臂的轴也基本一致。手柄与工具体部形成100°～110°的角度，这样较大的角度要比小于90°使持握更易适应，因为腕关节向尺侧偏斜要大于向桡侧偏斜。

所握物体的体积决定了持握的力量。当拇指能够接触或接近示指时握力最大，拇指实际上形成了其他四个手指唯一相对抗的支柱，因此，拇指愈屈曲其效应就愈大。所握物体的形状也很重要，现代的把手都有适合手指在持握时的凹陷部位。用这种方式持握起重要作用的肌肉有：①指屈肌，尤其是屈曲掌指关节的骨间肌；②鱼际肌（主要是拇收肌）及拇长屈肌，由于拇长屈肌使指间关节屈曲才使握拳得以交锁。

在全手掌持握中，如所持握物体的长轴与前臂的轴成一条线则为中央型持握，这种轴的一致从力学上讲是至关重要的。如使用

螺丝刀作旋前、旋后拧紧或拧松螺丝动作，这一延长的轴实质上是手向远端的延伸。无论在什么情况下，将一长物体握于手掌中时，参与这一运动的是拇指、中指、环指和小指，示指总是用于对工具的定位。中央型持握是常用的，这一动作只有当拇指有轻微的对掌、示指能伸直而屈肌又有力量，中指、环指和小指能屈曲的情况下才能完成。

（二）有地心引力的持握

在此种持握中，手的作用是形成一支持平面（如托盘子），这只有当手可以置于平面状态，手掌朝上时才能做到，或者手能形成三脚架状以托住物体。所有这类有地心引力的持握方式都需要前臂有正常的旋后功能。

（三）动态持握

这种运动有的颇为简单，如转动陀螺时是以拇指和示指与之呈切线状。玩弹球时被拇指远节突然一弹，这是拇长伸肌的作用。这种运动有的比较复杂，如手的一部分握着物体，而手的另一部分则作用于该物体，如使用打火机，打火机体被示指和其他手指形成的凹陷所握，然后拇指屈曲以按压开关，这是拇长屈肌和鱼际肌的作用。使用剪刀剪物是有方向性的动态型持握。使用筷子是中国人有代表性的动态持握动作。使用筷子时，一根筷子以环指远节和拇指近节稳定在第 1 指蹼间，另一根筷子为拇指、示指及中指远节持握，三指的运动使两根筷子形成钳状。

只要手有完好的结构和功能，就会做出无数种动态持握，这反映了手的精细复杂的功能。

二、叩　击

人类的手可作为叩击的工具使用。例如使用计算机或打字机时，每一手指如同一个小锤子在叩击键盘，这是骨间肌和指屈肌（尤其是指深屈肌）协调运动的结果。这种动作的难度在于双手之间及各指之间需具有功能上的独立性，这一要求需要对大脑及肌肉进行不断的特别训练才能达到。拳击运动中的打击也为叩击之类。

三、接　触

手是一个重要的感觉器官，在社交中常用手接触对方以表达感情，因此，完好的皮肤感觉对双方都至关重要。在日常生活中的握手是通过双方手的接触表达感情的最好方式之一。

手的质地感是一种重要的感觉，它能判断物体的凹凸、形状、厚度、纹理及所占的空间，它还训练大脑以了解物体的质地、重量及温度。

四、手　势

手势是面部和手部功能紧密配合而产生的一种动作。它在皮质控制下已成为第二语言，为人类所通用。如举起拳头表示威胁或愤怒，手张开抬手表示再见，鼓掌表示赞同或欢迎。

腕关节的运动和拇指的对掌功能在完成上述四种运动形式中起着至关重要的作用。

正常情况下腕关节的屈曲运动范围为 0°～90°，伸展范围为 0°～80°。屈曲时手稍偏向尺侧，伸展时手稍偏向桡侧。无论腕关节是屈还是伸，都是桡腕关节、腕中关节和腕骨间关节进行的连续而平滑的联合运动。屈曲时，桡腕关节的运动范围大于腕中关节，即前者运动范围占 65～75%，后者占 25～35%。伸展时则相反，腕中关节活动范围为 75%，桡腕关节占 25%。屈腕的主要肌肉为尺侧腕屈肌、桡侧腕屈肌和掌长肌，辅助肌为指浅屈肌、拇长屈肌。尺侧腕屈肌作用最强，工作能为 2.0kgm（千克米），机能长度（即肌的收缩距离）为 3～3.5cm。伸腕的主要肌肉为桡侧腕长、短伸肌和尺侧腕伸肌，辅助肌为指伸肌、示指和小指伸肌及拇长伸肌。

伸腕时，桡侧腕短伸肌的作用最强，但持握或握拳时桡侧腕长伸肌的作用最强，前者的工作能为 0.9kgm，后者为 1.1kgm.

腕关节的内收范围为 0°～45°，由尺侧腕屈肌和伸肌共同完成，总工作能为 1.8kgm。腕关节的外展范围为 0°～20°，由桡侧腕屈肌、桡侧腕长伸肌、桡侧腕短伸肌、拇长展肌及拇长伸肌共同完成，总工作能为 2.1kgm。

拇指指腹能与其他四个手指中的任何一个手指相对，当拇指与其他手指接触时（即对掌运动），它在功能上的极端重要性就充分展示出来。因此认为，如果失去拇指，手的功能将丧失大半，这可以解释为什么手外科对拇指再植或再造如此重视，也可以解释为什么这种复杂的手术能得以如此迅速的开展。

对掌运动是一系列的复杂运动，它由三部分组成，即前位、屈曲和旋前。前位是指拇指到达手掌的掌侧面，此运动开始于大多角骨掌骨关节，继而发生在掌指关节，该关节使近节指骨向尺侧移动。在前位的基础上拇指屈曲即向掌心方向运动。旋前指向尺侧旋转，这对拇指对掌至关重要，因为它可使拇指的指腹与其他任何一个手指充分接触。大多角骨掌骨关节在轴向旋转中非常重要，因此也就成了拇指对掌运动中的关键关节。掌指关节和指间关节的重要性取决于和哪一个手指相对。当拇指与示指的指腹相对时，掌指关节屈曲甚少而且没有旋前和远节指骨的尺侧移位，此动作为桡侧韧带所限制，指间关节呈伸直状。当拇指与小指相对时，掌指关节屈曲，远节指骨向尺侧移位并旋前，指间关节屈曲。如果两者是指腹相对，则指间关节呈伸直位。当拇指与环指及中指相对时，掌指关节中度屈曲，远节指骨向尺侧稍移位并旋前（图 7—4）。

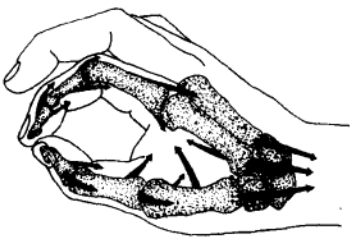


图 7—4 对掌运动

（箭头示对掌运动时各肌肉的作用方向）

拇指轻轻对掌时，拇对掌肌、拇短屈肌和拇收肌在拇长展肌等的协助下起主要作用，当用力对掌时，拇短屈肌成为主要作用肌。

对掌运动的根本目的在于持握物体，如果没有反对掌则对掌运动也就没有用处。反对掌时手松开解除持握状态，以便为下一次持握奠定基础。这一动作包括三个部分，即伸直、后位和旋后。产生反对掌的肌肉有拇长展肌和拇短伸肌，特别是拇长展肌，它单独收缩即可使拇指回到后位，即拇指与手掌在同一平面。

（丁自海）

第八章　手部皮肤及掌腱膜

第一节　手部皮肤

手部皮肤为适应手部精细而复杂的功能，其结构已发生明显的变化。由于手掌侧和背侧的皮肤在功能上有差异，因此其结构也各不相同。

一、手部皮肤结构特点

（一）手掌侧皮肤结构特点

手掌侧皮肤的表皮较厚，一般为 0.8～1.4mm，真皮达 3mm。皮肤总面积男性为 157cm²，女性为 143cm²，约占全身表面积的 1%。为适应持握、摩擦等功能的需要，手掌侧皮肤具有以下特点。

1. 角化层较厚，此层角质细胞可达数十层，体力劳动者更厚。角化层能有效地阻挡外物的侵入及耐受机械性摩擦。

2. 掌侧皮肤有许多皮纹，根据掌侧皮肤皮纹的粗细分为粗纹和细纹。粗纹包括掌近侧横纹、掌中间横纹和掌远侧横纹（见第 3 章）。屈第 2～5 掌指关节时，掌中间横纹与掌远侧横纹几乎连成一条线，约 1～3%的人此二横纹几乎呈一直线，二者之间借短纹相连，或上下各有一分支，但与真正的贯通手不同。指掌侧横纹包括近侧横纹（掌指纹）、中间横纹和远侧横纹。掌侧皮纹的细纹很多，其中位于指腹处的称为指纹，按其形态分为弓形纹、箕纹、斗纹和混合性纹。指纹生来具有，存在着明显的个体差别，并较为稳定，终身不变。

手掌侧皮纹增加了皮肤的摩擦力，有利于抓捏细小的物体。粗纹深面无浅筋膜，直接连于深部结构，这对固定掌侧皮肤具有重要意义。指掌侧横纹连于指屈肌腱鞘，故当此处刺伤后易发生腱鞘炎症。掌中横纹和掌远侧横纹指示着掌指关节水平，故在前臂作石膏固定时石膏绷带在手掌的长度应以这些横纹为限，超过这些横纹时手指活动受限，易发生掌指关节僵直。

3. 掌侧皮肤弹性较差，不易移动。掌侧皮肤厚而硬韧，一般厚度为 1～4mm。皮肤向深面发出许多纤维束穿过浅筋膜连于深筋膜、腱鞘等深部结构。这种紧密连接减少了皮肤的弹性和移动能力，有利于抓握物体。由于真皮与深部结构的连接纤维束存在，手掌侧部浅筋膜中的脂肪组织被分割成许多海绵状的皮下脂肪衬垫。这种衬垫在鱼际处较厚，掌心中央三角区较薄，粗皮纹深面缺如。皮下脂肪衬垫能保护深面的血管、神经和肌腱等结构，并增加手的抓握能力。由于上述结构特点，掌侧的皮肤缺损时常不能自行闭合，也难用其他部位的皮瓣转移代替缺损的创面，若任其自然愈合则易形成瘢痕影响功能。

4. 手掌侧皮肤无毛发及皮脂腺，但有丰富的汗腺。由于无皮脂腺，故手掌皮肤无油滑性。

5. 手指掌侧面的皮肤深面有骨皮韧带。在指间关节处自关节囊和指骨两侧的骨膜各有一薄层纤维囊膜，经指掌侧固有血管神经束的背侧弓形向前包绕血管束，尔后向掌侧止于指掌侧皮肤，此结构称为骨皮韧带或 Cleland 皮韧带（Cleland 氏于 1878 年首先报道）。该韧带实际上是手指中一个复杂的纤维

一筋膜系统，将指掌侧面的皮肤联系到指骨外侧缘和关节囊侧壁上。这些韧带致密坚韧，仔细观察可见其纤维束膜呈弓形和斜行排列。皮下脂肪层完全充填于纤维束膜中间，很难将二者分开。纤维束膜的一部分纤维由指间关节囊韧带延续而来，指纤维鞘和手指筋膜亦与其交织，融合（图 8—1）。

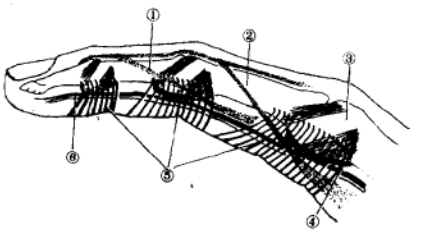


图 8—1 骨皮韧带

①支持韧带 ②蚓状肌 ③侧副韧带 ④掌板
⑤骨皮韧带 ⑥指掌侧固有动脉

骨皮韧带从背侧包绕血管神经束，可使血管神经束在手指屈曲时保持其原位置不变，并牵拉和固定指掌面的皮肤，防止运动时皮肤移位。蚓状肌腱膜和支持束带于近、中节指骨平面从手指掌侧穿此韧带间隙走向背侧，分别参与指背腱膜的形成。

骨皮韧带在手指三个关节区的构造是有区别的。在掌指关节区骨皮韧带可由掌指关节囊、掌板侧缘、掌深横韧带和近节指骨骨膜等处起始，经指血管神经背外方，向掌侧呈弓形或向远侧斜行，附着于近节指掌面皮肤。但在此区有以下特点：①骨皮韧带被指蹼韧带加强，指蹼韧带从指蹼皮下延入手指掌面，与骨皮韧带交织、融合；②掌指关节腱纤维鞘的纤维在血管神经束的内侧环行，继而与骨皮韧带融合形成血管神经鞘，并呈放射状与皮肤相连；③掌腱膜有纵束延入手指腱纤维鞘的掌面，与骨皮韧带交织。因此，上述各结构与骨皮韧带形成密切结合的复合体，起着包裹指血管神经、悬挂掌板、固定指腱纤维鞘等作用。在近侧指间关节区，相当强韧的骨皮韧带从关节囊和中节指骨底起始，经血管神经背侧抵于掌面皮肤。在远侧指间关节，骨皮韧带相当薄弱，它由关节囊起始，从侧面包围并固定血管神经和腱纤维。

手指远节掌侧的皮肤及皮下组织结构相当复杂。从远侧指间横纹至指尖，皮肤厚度增加 3 倍。在真皮浅层，纤维组织质地均匀，基底上皮致密，其下为丰富的皮下脂肪组织。皮下组织的厚度不同，其中的许多纤维束形成膜状将皮肤连于深筋膜或远节指骨的骨膜上，交错排列的纤维束膜构成许多指髓间隙，其内充满脂肪组织，同时小的血管神经通过指髓间隙向远或近侧方向走行。在炎症水肿时，由于指髓间隙内压力升高，纤维被拉紧，压迫神经末梢而感到剧烈疼痛。同时压迫骨的滋养血管，使远节指骨血液循环受阻，有导致骨坏死的可能（图 8—2）。

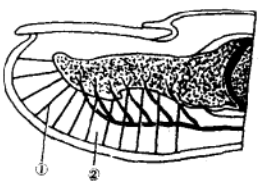


图 8—2 手指远端的指髓间隙

①纤维隔 ②纤维间隙

手指远节掌侧的皮下组织又叫指髓。指髓可分为近、远侧两部，近侧指髓附着于远节指骨屈肌腱鞘的斜韧带上，相对活动，主要为脂肪组织和少量纤维束，内有大量的触觉小体。远侧指髓比较固定，被明显的纤维束固定于远节指骨粗隆上。指髓的纤维脂肪结构如同手指的衬垫，具有利于握取及吸收压力的作用，且触觉敏感。远侧指髓在指尖捏物时可以分散压力。指髓与屈肌腱鞘相连，近侧指髓脓肿可以沿腱鞘表面向上扩散，但由于远侧指髓纤维隔的阻挡不致于蔓延到指远端，指远端脓肿由于纤维隔的阻挡也不会蔓延到近侧指髓。

6.真皮中含有丰富的神经末梢和特定感受器，故手部皮肤的感觉较腹部皮肤敏感20倍。

（二）手背侧皮肤结构特点

1.为适应手抓握的需要，手背侧皮肤与掌侧皮肤相反，具有薄、软、松动而富有弹性的特点。这样在抓握物体时手背侧皮肤不会过紧，伸指时也不会有过松的感觉。上述特点的结构基础为：①表皮的透明层和角质层较薄；②真皮内含有大量的弹性纤维；③浅筋膜较薄，脂肪组织少及伸展性强。据估计手背皮肤的面积在握拳时比伸指时增加25%。

手背皮肤的上述结构特点不仅有利于手的功能，而且具有重要的临床意义。手背烧伤后易形成瘢痕，使之失去弹性和移动能力，从而造成易伸难屈的烧伤后畸形。在作手背部皮肤移植时，必须加大皮片面积，将手固定在屈曲或半握拳位。

2.手指背侧指间关节处有许多横纹和环形隆起，它们有利于手指的活动。当手指背侧面烧伤或创伤时这些横纹和隆起可被瘢痕代替，使指间关节的活动受限。

3. 指甲的出现对远侧指髓起到支持作用，同时使手指美观。甲的外露部分与下层皮肤相连，叫甲体，其基底部有一白色的半月形区域，叫弧影（甲半月）。拇指的弧影最大，向小指方向逐渐变小。甲体远端与皮肤脱离部称为独立缘，近端隐藏于皮肤之下部分叫甲根。甲周围的皮肤皱襞叫甲郭（甲壁）。甲根的角质层向远侧延伸为一薄层表皮皱襞，完全或部分地覆盖着弧影，此皱襞叫甲上皮。甲侧缘与甲郭之间的沟叫甲窦。甲体下连接的皮肤叫甲床。甲独立缘下面的表皮角质层特别厚，延伸到甲下叫甲下皮。

甲床由未角化的表皮和真皮合成，表皮相当于皮肤的生发层，浅部为多层棘细胞，深部为柱细胞。甲床表面隆起的许多纵嵴叫甲床嵴，它富有血管，透过甲体呈淡红色。近甲根部下面，嵴较小，排列不规则，血管较少，加之弧影内含有较多的屈光细胞，故弧影颜色发白。甲下的真皮纵行纤维束沿甲长径排列，垂直的纤维束连接在甲下方的指骨骨膜上。

甲床的生发层在功能上可分为两部分，在甲根和弧影下方的部分生发层极厚，叫生发基质，其表面细胞再生能力极强，是甲的生长区，此区如受到严重损伤，则影响指甲的生长。在甲体下方的部分生发层较薄，叫不育基质，与甲的生长无关。

4.手背和近、中节指背面皮肤生有毛发，而远节则没有。

二、手部皮肤神经末梢

手部皮肤中含有丰富的神经纤维网及神经末梢。皮下的神经纤维进入真皮后形成深网和乳头下网。这些神经纤维主要来自正中神经、尺神经、桡神经的分支及交感神经的节后纤维。网丛中的有髓神经纤维在走行中失去髓鞘形成无髓分支。皮肤中的神经末梢分为感觉神经末梢和运动神经末梢。

（一）感觉神经末梢

感觉神经末梢是感觉神经纤维的末端装置，又称为感受器。依其结构分为游离神经末梢和有被囊的神经末梢。

1.游离神经末梢　这类末梢多为有髓神经纤维和C类无髓神经纤维的终末支，它们形成裸露的纤维分布于表皮细胞之间，一般认为这种末梢对疼痛刺激感觉敏感。

2.有被囊的神经末梢　这类神经末梢的外面都有结缔组织被囊包绕，它们虽然只占皮肤感受器的少部分，但常存在于感觉最敏感的部位而引人注意，对于它们的全部特定

感觉功能至今尚无定论。这类神经末梢有触觉小体、环层小体、麦克尔触盘等。

（1）触觉小体 存在于真皮乳头层，在指尖皮肤内最为常见，每平方毫米皮肤中约有23个触觉小体，有的每平方毫米多达50个。触觉小体为圆柱状小体，长轴与皮肤垂直，小体中心有许多横行排列的细胞，表面包有结缔组织被囊。在小体的基部有1～3条有髓神经纤维，失去髓鞘后进入被囊内，分支盘曲在横行细胞之间。触觉小体的数目随年龄的增长而递减。触觉小体与触觉刺激的感受有关。

（2）环层小体 这种感受器位于真皮深层，在手掌处较多。小体呈圆形或卵圆形，长约2mm，直径约1.5mm。小体中心有一条棍状的结构称为内棍，内棍周围为多层板状被囊。有髓神经纤维失去髓鞘进入被囊内的内棍中形成末梢。环层小体与感应压力和振动刺激有关。在手指环层小体常见于以下部位：①手指掌侧真皮深层及皮下组织靠近指神经处；②近、中节指骨两侧骨膜及掌侧的骨膜与指屈肌腱之间。有人统计在手指近节有近百个环层小体。

（3）麦克尔（Merkel）触盘 这种小体常见于手掌等处，由膨大的盘状神经末梢与特化的表皮细胞（麦克尔细胞）紧密接触而成。麦克尔细胞位于表皮基部，膨大的神经纤维被麦克尔细胞包绕。麦克尔触盘的功能可能与压力感受有关。

（二）运动神经末梢

位于手部皮肤的运动神经末梢为交感神经节后纤维的末端。这些纤维在行经腺细胞和平滑肌时形成串珠样膨大，这些膨大与肌细胞或腺细胞膜构成简单的突触结构，通过这些突触控制汗腺的分泌、立毛肌的收缩及皮肤血管平滑肌的舒缩。

三、皮肤血管、淋巴管

（一）皮肤血管

1. 血管丛 在真皮与皮下组织之间，较大的动脉分支交织成平行于皮肤的皮下动脉丛，此丛内的动脉外径一般为100μm。该皮下动脉丛的一些分支浅行至乳头层和网状层之间形成乳头下动脉网，此网的动脉外径一般为50μm，乳头下动脉网向乳头层发出毛细血管袢。血管袢分为上行支和下行支，每个真皮乳头中一般只有一个毛细血管袢；其下行支连于乳头下静脉网，再向深面注入真皮下静脉网。动脉网和静脉网相互交错，动、静脉之间形成一些直接吻合支。

2. 毛细血管 毛细血管构成的网在乳头下方和皮肤附属器周围特别丰富，而在其他部位较为稀疏。乳头层的毛细血管为有孔型，横断面上可见由两个内皮细胞围成。某些内皮细胞含有大量的微丝和杆状粒，有人认为这些结构支持内皮细胞的运动。细胞中的微丝使毛细血管具有闭合或开放的功能，参与皮肤血流量和体温的调节。皮肤深处的毛细血管内皮为无孔型。基膜位于内皮细胞外面，其完整性与血管的功能状态有关，完整者表示血管处于稳定状态，在物质交换活跃或病理情况下基膜发生缺口或成为几个板层。

3. 动、静脉吻合支 动、静脉吻合支位于小动脉与小静脉之间，存在于真皮全层的各个平面上。发育成熟状态的动、静脉吻合称为血管球，分布于甲床、指端和鱼际等处，指端处最为丰富，每隔1～2mm就有一个。血管球结构特殊，分为动脉段和静脉段。动脉段连接小动脉，管腔较小，壁较厚，壁上有内环外纵的肌层及肌层间的血管球细胞或肌层不完整只有4～6层血管球细胞。静脉段管腔较大，管壁较薄，有少量的平滑肌纤维缠绕血管球表面。血管球细胞为一种特化的平

滑肌细胞，胞体较大，无肌原纤维，类似上皮细胞。

动、静脉吻合的主要功能是控制皮肤的血流量及参与体表温度的调节。当血压升高或周围毛细血管的阻力增加时，吻合支开放，犹如分流器一样减少周围阻力。失血或组织缺氧时则吻合支闭合，使毛细血管内血流量增加。动、静脉吻合受交感神经支配，其兴奋时动、静脉吻合收缩，从而减少了进入静脉网的血流量，反之，动、静脉吻合开放，使进入静脉网的血流量增加。

（二）皮肤淋巴管

真皮乳头中以盲端起始的毛细淋巴管向深面汇集，在乳头下形成毛细淋巴管网，此网再向深面汇集在真皮与皮下组织之间形成淋巴管网，最后以较大的淋巴管离开皮肤。有人发现毛细血管后静脉与淋巴管之间可直接通连，用荧光色素标记的葡聚糖能从小静脉进入淋巴管内。

第二节　掌腱膜

掌腱膜属于手掌侧深筋膜的范畴，由手部深筋膜浅层增厚而成，位于手掌中部，被覆在指浅屈肌腱及蚓状肌的表面。掌腱膜近端与腕横韧带的远侧及掌长肌腱相连。

一、掌腱膜形态结构

掌腱膜的两侧部逐渐变薄，分别覆盖于鱼际肌及小鱼际肌上，形成鱼际筋膜和小鱼际筋膜。中央部呈三角形，向远侧分为四条增厚的纵行纤维带，即腱前束，呈放射状，与示指～小指屈肌腱方向一致，分别止于手指腱鞘及掌指关节的侧韧带上。掌长肌缺如时，掌腱膜仍然存在，但在形态和结构上往往有很大差别，一般较薄。据统计，约2%的人没有掌腱膜或掌腱膜发育不全，此时可在手掌处扪及掌浅弓的搏动。双掌腱膜者较罕见，两层之间有少量脂肪组织分隔（图8—3）。



图8—3　掌腱膜

二、掌腱膜与周围结构关系

掌腱膜与周围结构关系密切，概括如下。①掌腱膜浅面与浅筋膜及皮肤之间有垂直的纤维束紧密相连，尤其在掌心及粗皮纹处更为明显；②掌腱膜深面借垂直的纤维束与骨间掌侧筋膜相连；③掌腱膜内侧缘向深面发出内侧肌间隔，经小鱼际肌的桡侧缘附着于第5掌骨，外侧缘向深面发出外侧肌间隔，经鱼际肌尺侧缘附着于第1掌骨；④在掌骨头平面，掌腱膜的四条腱前束之间的横行纤维增厚形成掌浅横韧带，与掌深横韧带一起围成蚓状肌管，管内有蚓状肌及指血管神经通过；⑤掌腱膜的止端与掌浅横韧带及指蹼间韧带近侧围成指蹼间隙（联合孔），此间隙内含有大量的脂肪组织，是手掌与手指之间的重要通道，有指血管、神经及淋巴管走行。手指手术时可在此处进行阻滞麻醉。

三、掌腱膜功能及临床意义

掌腱膜与皮肤和皮下组织紧密连接成一层坚实的结构，构成了手掌的一个重要保护屏障，使深面的血管、神经、肌腱等重要结构不易受到伤害及压迫。但这种结构的特点在手掌深部化脓性炎症时，则造成了引流障碍，使深部脓液很难穿过掌腱膜到达手掌表面。由于掌腱膜的坚实致使在手掌深部炎症

时手背的肿胀比手掌更为明显，故临床诊断中应加以注意。

掌腱膜通过垂直的纤维束将皮肤与掌骨紧紧相连，从而极大地减少了手掌皮肤的移动性，使抓握物体时物体不能在掌内活动；同时掌腱膜具有协助屈指的功能。手部屈肌腱整复后，如较长时间使手固定可引起掌腱膜挛缩，这种情况与 Dupuytren 氏挛缩有些相似，但后者与创伤无关，原因不明，并多为双侧。

（张巧德）

第九章　手骨应用解剖与骨折

手能灵活自如地握持各种大小不同的物体，是靠手弓的开闭运动完成的。手弓是以手骨为支架，借助关节、韧带、肌肉和肌腱来维持。手弓包括横弓和纵弓。横弓分为固定的腕骨弓和活动的掌骨弓，前者由远侧列4块腕骨紧密连结而成，后者由掌骨头构成。纵弓由掌骨及指骨组成，从拇指到小指有5列纵弓（图9—1）。当手骨骨折或其他损伤时，即破坏了手弓的完整性，导致手功能障碍。因此，必须及早正确地复位和固定。

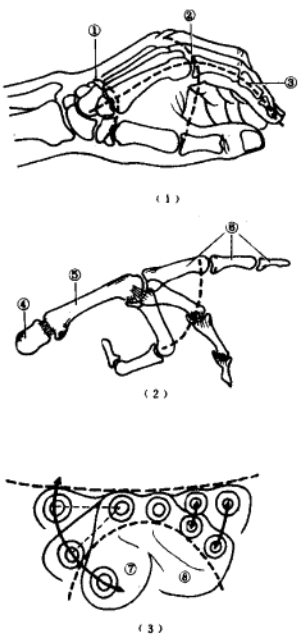


图9—1　掌弓的组成与开闭

（1）掌弓　（2）纵弓的开闭　（3）横弓的开闭
①横弓固定部　②横弓可动部　③纵弓　④腕骨
⑤掌骨　⑥指骨　⑦蚓状肌　⑧小鱼际肌

第一节　手骨应用解剖

一、手骨形态

手骨按部位分为腕骨、掌骨及指骨。手骨形体小，数量多，连结复杂（图9—2）。

（一）腕骨

腕骨位于手腕部，由8块小骨组成，排成近侧及远侧两列，每列有4块。近侧列自外向内为手舟骨、月骨、三角骨及豌豆骨，除豌豆骨外，均参与桡腕关节的组成。远侧列自外向内为大多角骨、小多角骨、头状骨及钩骨，均参与腕掌关节的组成。所有腕骨并非排列在一个冠状平面上，而是构成一个掌侧面凹陷的纵行浅沟，即腕骨沟。腕骨沟的内、外侧各有一隆起，称为腕尺侧隆起和腕桡侧隆起，前者由豌豆骨和钩骨钩构成，后者由手舟骨结节和大多角骨结节构成。腕横韧带横跨于腕骨沟的内外侧隆起上，形成腕管，有指屈肌腱及正中神经等通过。

腕骨属于短骨，每块腕骨（豌豆骨除外）大致呈立方体，有六个面。腕骨的前面和后面比较粗糙，有韧带附着。除了手舟骨和月骨前面宽后面窄之外，其余各骨均后面宽前面窄。各个腕骨的相邻关节面均覆有软骨，参与关节的构成。这些短骨构成的关节运动复杂，幅度较小。腕骨在结构上与长骨两端的骨骺有甚多相似点：①内部为松质骨，表面覆以一层极薄的密质骨；②长骨骨髓腔内的红骨髓变为黄骨髓以后，腕骨内红骨髓继续保留若干年；③腕骨的骨化一般在出生前一段很短时间内和出生后数年内相继出现。

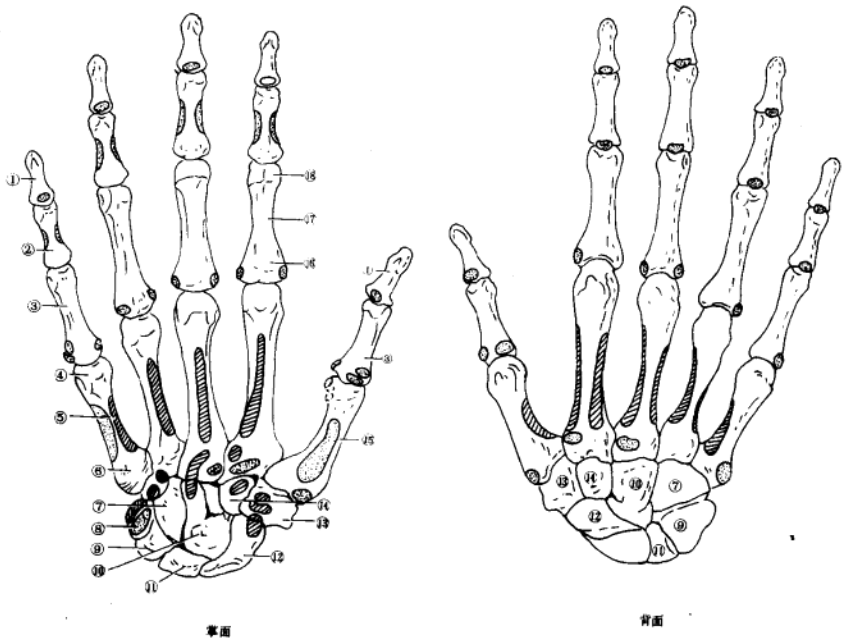


图 9—2 ·手骨

①远节指骨　②中节指骨　③近节指骨　④掌骨头　⑤掌骨体　⑥掌骨底　⑦钩骨　⑧豌豆骨　⑨三角骨　⑩头状骨　⑪月骨　⑫舟骨　⑬大多角骨　⑭小多角骨　⑮第 1 掌骨　⑯指骨底　⑰指骨体　⑱指骨头　（斜线区示肌肉起点，点区示肌肉止点）

1. 手舟骨　手舟骨简称舟骨，为近侧列腕骨中最大的一块，其长轴由内上斜向前外下方，形似一小舟。上面凸隆，光滑，呈三角形，指向外上方，与桡骨的下关节面构成关节。下面稍凸隆，指向后外下方，其关节面由一弱嵴分为内外二部，分别与小多角骨及大多角骨相关节。掌侧面的上部粗糙而凹陷，下部有一粗糙的突起，称为舟骨结节，为腕横韧带与拇短展肌的附着部。背侧面狭窄而微凹，骨面粗糙，可见数个滋养孔，有桡腕背侧韧带附着。内侧面的上部有半月形的关节面，向内侧与月骨相关节；下部有向内下方凹陷的关节面，与头状骨相关节。外侧面狭窄而粗糙，有腕关节的腕桡侧副韧带附着。舟骨的中部较细称腰部，为骨折的好发部位。

2. 月骨　呈半月或新月状，位于腕骨近侧列的中心，手舟骨与三角骨之间。上面光滑而凸隆，与桡骨及桡腕关节的关节盘相接触。下面凹陷，由向背外方经过的微嵴分成内外二部，分别与钩骨及头状骨相关节。掌侧面呈三角形，宽广而粗糙。背侧面狭窄而粗糙，故当月骨脱位时，通常向前脱位。掌背二面均有韧带附着。内侧面为平滑的四方形关节面，与三角骨相关节。外侧面为半月形的关节面，与手舟骨相关节。

3. 三角骨　呈锥体形，基底向外上方，尖部向内下方。上面的外侧有小而凸隆的关节面，与关节盘相关节；上面的内侧粗糙，有韧带附着。下面为凹凸不平的三角形关节面，指向内下方，与钩骨相关节。掌侧面有卵圆形的关节面，与豌豆骨相关节。内侧面粗糙，

呈钝尖形，有腕关节的腕尺侧副韧带附着。外侧面为锥体的底，有平滑的四方形关节面与月骨构成关节。

4. 豌豆骨　形似豌豆，为腕骨中最小的。掌侧面粗糙而凸隆，为腕横韧带、尺侧腕屈肌、豆掌韧带及豆钩韧带的附着部。背侧面有椭圆形的关节面，与三角骨相关节。内、外二面均粗糙。

5. 大多角骨　介于手舟骨与第1掌骨之间。上面凹陷，向内上方与手舟骨相关节。下面有鞍状关节面，向外下方与第1掌骨底相关节。掌侧面狭窄，有长嵴状隆起，称为大多角骨结节，此为腕横韧带、拇短展肌及拇指对掌肌的附着部。结节的内侧有一深沟，有桡侧腕屈肌腱通过。内侧面被一微嵴分为前小后大的二部分，前者平坦，与第2掌骨底相关节；后者凹陷，与小多角骨相关节。外侧面宽广而粗糙，为腕桡侧副韧带附着。

6. 小多角骨　为远侧列腕骨中最小的，近似楔形，被第2掌骨底、大多角骨、手舟骨及头状骨所包绕。上面微凹，呈方形，与手舟骨相关节。下面为鞍状关节面，与第2掌骨底相关节。掌侧面狭窄而凸隆，骨面粗糙，有韧带附着。背侧面宽广而粗糙，也有韧带附着。内侧面光滑而微凹，与头状骨相关节。外侧面凸隆，斜向内下方，与大多角骨相关节。

7. 头状骨　为腕骨中最大的，居腕骨的中央，与第三掌骨底相对。上面呈球形膨大，称为头状骨头，光滑而凸隆，与月骨相关节。下面被二个微嵴分成3个关节面，其中中间的最大，微凹，与第3掌骨底相关节；外侧的狭窄而凹陷，与第2掌骨底相关节；内侧的最小，与第4掌骨底相关节。掌侧面粗糙而凸隆，背侧面宽广而凹陷。内侧面有椭圆形的关节面，与钩骨相关节。外侧面的上部，有光滑而凸隆的关节面，与手舟骨相关节；下部有平坦而光滑的关节面，与小多角骨相关节。

8. 钩骨　呈楔形，介于头状骨与三角骨之间。上面狭窄，有一向外上方的关节面，与月骨相关节。下面宽广，被一微嵴分成内外二部，分别与第5及第4掌骨底相关节。掌侧面呈三角形，上部有弯向外方的扁形突起，称为钩骨钩。钩的外侧面凹陷，内侧面为小指展肌及小指对掌肌的附着部，顶部有腕横韧带及尺侧腕屈肌附着。内侧面有关节面，关节面的上部凸隆，下部微凹，与三角骨相关节。外侧面的上部，有方形的关节面，与头状骨相关节，关节面的掌侧粗糙，有韧带附着。

（二）掌骨

掌骨为小管状骨，共有5块。由外向内分别为第1掌骨、第2掌骨、第3掌骨、第4掌骨和第5掌骨。掌骨可分为掌骨头、掌骨体和掌骨底。掌骨头有前后径大于左右径的球形关节面，与近节指骨底相关节。掌骨头两侧各有小结节，结节的掌侧有一浅窝，为掌指关节副韧带的附着部。背面宽而平坦，支持着伸肌腱，掌面的中间矢状方向上有浅、深指屈肌腱通过。掌骨底位于近侧端，呈立方形，后部比前部稍宽。掌骨底上面有关节面与腕骨相关节，两侧则与相邻的掌骨底相接。掌骨头与掌骨底之间的部分称为掌骨体，呈棱柱形，微向背侧弯曲。掌骨体有三个面，内外二面均凹陷，有骨间肌附着，背侧面的下部，有一光滑的三角形平面，向上移行于钝嵴。

1. 第1掌骨　为掌骨中最短粗的。掌骨体的掌侧面凹陷，朝向内方，由一钝嵴分成内外二部，外侧部较大，微向外方倾斜，有拇指对掌肌附着；内侧部较小，斜向内方。背侧面宽广平滑。掌骨底的上面有鞍状关节面，与大多角骨相关节；外侧有小结节，为拇长展肌的附着部；内侧粗糙，有拇短展肌附着。掌骨头呈球形膨大，曲度较其他掌骨为小，但

左右径最大，与拇指的近节指骨底相关节。掌骨头掌侧面的两侧，各有一隆起的关节面，与拇指的2个籽骨相接。

2. 第2掌骨 为掌骨中最长的，掌骨底宽广，上面被浅沟分为3个关节面，外侧的呈卵圆形，与大多角骨相关节，中间的接小多角骨，内侧的呈长嵴状，与头状骨相关节。掌骨底的背侧面粗糙，为桡侧腕长伸肌及桡侧腕短伸肌的附着部，掌侧面有结节或嵴，有桡侧腕屈肌附着，内侧面有关节面，与第三掌骨相关节，外侧面粗糙。掌骨体呈三棱柱形，微向背侧弯曲，背侧面的上部宽广，下部逐渐狭窄而成嵴状；外侧面的上部斜向背侧，有第1骨间背侧肌附着，内侧面的上部也斜向背侧，被一微嵴分为掌侧及背侧二部，分别为骨间掌侧肌及骨间背侧肌的附着部，掌骨头的两侧各有一结节，有掌指关节的侧副韧带附着，远侧与示指的近节指骨底相关节。

3. 第3掌骨 较第2掌骨短，掌骨底部的结构较复杂，上面有关节面与头状骨相关节，背外侧部有一突起，称为茎突；背侧部有一粗面，有桡侧腕短伸肌附着；掌侧面粗糙，为拇收肌的附着部，有时也为桡侧腕屈肌的附着部；内侧面有2个卵圆形的小关节面，与第4掌骨底相关节；外侧面有一关节面，与第2掌骨底相关节。掌骨体的形态近似第2掌骨体，两侧有骨间肌附着。掌骨头与中指的近节指骨底相关节。

4. 第4掌骨 掌骨底较小，上面有内外两个关节面，内侧关节面较大而平坦，与钩骨相关节，外侧关节面较小，与头状骨相关节；内侧面有一凹陷的关节面，接第5掌骨；外侧面有2个圆形的小关节面，与第3掌骨相关节。体近似第2掌骨体，有3个骨间肌附着。掌骨头与环指的近节指骨底相关节。

5. 第5掌骨 掌骨底的上面呈鞍状，与钩骨相关节；掌侧面粗糙，有韧带附着；内侧有一结节，有尺侧腕伸肌附着；外侧有半月形的关节面，与第4掌骨相关节。掌骨体的背侧面被一斜线分成内外二部，内侧部光滑，为骨间背侧肌的附着部，外侧部凹陷。掌骨头与小指的近节指骨底相关节。

每个掌骨体有一个明显的滋养孔者占95%，有两个滋养孔者占4%，有三个滋养孔者占1%，无滋养孔者极少见。90%的主滋养孔位于掌骨内侧面或外侧面的中1/3段。从第1至第5掌骨，滋养孔的位置有逐渐由内侧面移向外侧面的趋势。第1掌骨滋养孔的方向朝向远侧端，而其他各掌骨的滋养孔均毫无例外地朝向近侧端，由此可说明生长端（骺端）可影响滋养孔、管的方向。

手的活动（如握物、冲击），重力多集中在第1～3掌骨。第1、2掌骨的力量可经大多角骨、手舟骨传递至桡骨，第3掌骨的力量可经头状骨、月骨传递至桡骨，而第4、5掌骨的力量仅借头状骨尖经月骨间接传递至桡骨。掌骨的发育结构与上述功能有关。

（三）指骨

指骨为小管状骨，有14节，其中除拇指为2节外，其他各指均为3节，由近及远分别为近节指骨、中指指骨及远节指骨。每节指骨可分为指骨底、指骨体和指骨头。

指骨底上面有卵圆形凹陷的关节面，与掌骨头相关节。指骨头较小，其末端呈滑车状，称为指骨滑车（远节指骨无此结构）。介于指骨底、头之间的部分为指骨体，指骨体的掌侧面平坦凹陷，作为骨纤维性管的一部分，背侧面凸隆，为指背腱膜所覆盖。

1. 近节指骨 近节指骨最长，指骨底有卵圆形凹陷的关节面，与掌骨头相关节。指骨体的横断面呈半月形，掌侧面平坦，边缘粗糙，有屈肌附着；背侧面光滑而圆隆。滑车中部凹陷，两侧凸隆，与中节指骨底相关节。

2. 中节指骨 中节指骨较近节指骨短。

指骨底有2个凹陷的关节面，其间以微嵴相隔，与近节指骨滑车相关节。指骨体掌侧面的两侧微凹，为指浅屈肌的附着部。滑车较近节指骨为小，与远节指骨底相关节。

3. 远节指骨　远节指骨最小，指骨底呈不规则形，其掌侧面微凹，为指深屈肌的附着部。指骨头稍向两侧扩展，无关节面，掌侧面有呈蹄铁形的粗隆，称为远节指骨粗隆。

（四）籽骨和附加骨

籽骨为圆结节状的小骨，包于肌腱及韧带内，其功能为改变压力、减少磨擦及变换肌的牵引方向。手部掌侧有5个较为恒定的籽骨，其中2个位于拇指掌指关节的掌侧面，1个在拇指的指间关节，另外2个则分别位于第2及第5掌指关节。出现于第3及第4掌指关节的籽骨较少见。有时第5掌指关节上也可出现2个籽骨（图9—3）。

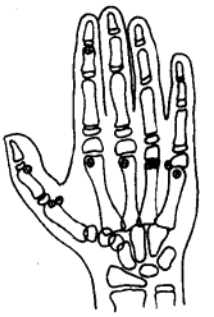


图9—3　籽骨位置（黑圈所示）

腕部附加骨具有诊断意义，了解它们的存在便于与腕骨损伤和病理因素相鉴别（图9—4）。

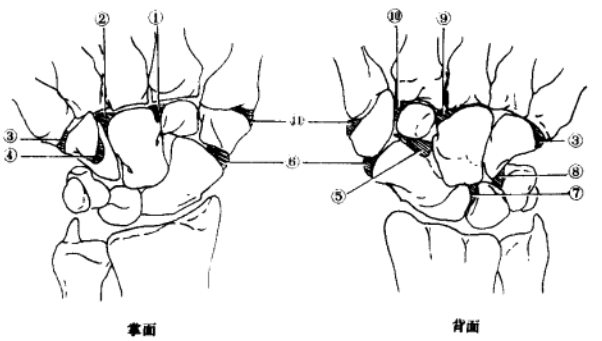


图9—4　腕部附加骨位置

①下头状骨　②头钩间副骨　③钩骨副骨　④钩骨钩副骨　⑤中央骨　⑥桡外侧骨
⑦上月骨　⑧上锥骨　⑨茎突骨　⑩第2大多角骨　⑪旁大多角骨

1. 桡外侧骨　位于舟骨结节桡侧或舟骨结节与大多角骨之间。

2. 旁大多角骨　在大多角骨桡侧与第1掌骨底之间，共同组成拇指腕掌关节。此骨较常见。

3. 下头状骨　位于头状骨掌面与第2、3掌骨底之间。

4. 头钩间副骨　位于头状骨、钩骨之间与第3、4掌骨底连接处的掌面。

5. 钩骨钩副骨　在钩骨钩前面，在临床上常误认为钩骨钩骨折。

6. 钩骨副骨　位于钩骨与第5掌骨底之间，可见于掌面和背面。

7. 上锥骨　位于三角骨、月骨和钩骨之间。

8. 上月骨　位于手舟骨、月骨和头状骨之间。

9. 中央骨　又称副多角骨，常位于手舟骨、大多角骨、小多角骨与头状骨之间。

10. 茎突骨　该骨最为常见，位于头状

骨与小多角骨之间，平第3掌骨茎突，由独立的骨化中心发育而来。

11. 第2大多角骨　位于大、小多角骨之间。

二、手骨血液供应

手骨的血液供应来自桡动脉、尺动脉、骨间前动脉及骨间后动脉在手部的分支或这些分支构成的动脉弓及动脉网（见第12章）。

（一）腕骨血液供应

腕骨的血液供应主要来自腕掌网和腕背网。由于腕骨的关节面多，几乎占整个腕骨表面积的2/3，血管只能通过掌、背侧非关节面处进入骨内。每块腕骨通常接受2个以上的动脉分支。各动脉分支进入骨内后相互吻合构成血管网，血管网发出树枝样分支向外放射状分布于骨皮质。

手舟骨的血液供应主要来自桡动脉。桡动脉在解剖学鼻烟窝处分出2～4支恒定的小动脉，由外上斜向内下，穿过桡腕背侧韧带，经手舟骨腰部背侧嵴的远侧部及结节部进入骨内，供应该骨70～80%的血液。此外尚有腕背网发出的分支也从该骨的背侧进入骨内。从手舟骨掌侧进入的血管较少，仅有掌浅支的鱼际支分出的小支通过腕掌侧韧带进入骨质。血管在骨内吻合丰富，形成骨内血管丛，从而保证了骨质各部都有足够的血液供应。从骨内血管的分布密度及相互吻合的情况看，各部间没有明显的差异。

月骨的血液供应来自腕掌网和腕背网。在掌侧，腕掌网发出分支穿过桡腕掌侧韧带经月骨内侧区滋养孔入骨，个别小分支经外侧区入骨。在背侧，腕背网分出的小分支直接进入月骨背侧的滋养孔。

三角骨的血液供应来自腕掌网和腕背网。从腕掌网和腕背网各分出数条小分支经三角骨掌、背侧进入骨内，其中掌侧分支供应该骨掌侧2/3骨质，背侧分支则供应背侧1/3骨质。

豌豆骨的血液供应来自尺动脉的数条小分支。分支从该骨的内、外、远及近侧四个方向入骨，其中从外侧及远侧进入的分支较大且恒定。

大多角骨的血液供应来自桡动脉在解剖学鼻烟窝处的分支及第1掌背动脉的分支，分支约有2～11条，从该骨掌、背侧及外侧入骨，其中背侧分支较大且恒定。

小多角骨、头状骨和钩骨的血液供应均来自掌深弓的返支和腕背网。小多角骨的血管多从背侧进入，而头状骨的血管多从体和颈的掌侧面进入。至钩骨体的分支有2～12支，从掌、背侧进入，其中背侧分支较大且恒定，至钩骨钩的分支1～2支，从其内、外侧进入。

（二）掌骨和指骨血液供应

腕背网的远侧部发出细小分支进入掌骨底背侧部，掌深弓发出的数条返支进入掌骨底掌侧部。掌骨底及掌骨头由掌心动脉和掌背动脉的分支供应，其中骨膜支营养掌骨体部分骨质，滋养动脉经滋养孔进入掌骨骨髓腔内。掌背动脉发出关节支进入掌骨头和近节指骨底部。指骨的血液供应均来自指掌侧固有动脉发出的背支。

（刘文宽）

第二节　手骨骨折

一、腕骨骨折

（一）舟骨骨折

舟骨骨折占腕骨骨折的71.2%，多在腰部骨折，约占舟骨骨折的70%。舟骨结节及近端骨折各占10～15%。骨折线先从掌内侧开始，后达背外侧。多见于青年患者，儿童罕见，舟骨骨折同时伴有其他腕骨骨折及脱位时，预后不佳。舟骨血液供应特殊，骨折后是较难愈合。

1. 发生机理　常由于传达暴力所致。非生理性的腕过伸及内收（尺偏），使舟骨发生旋转，舟月骨韧带渐趋断裂，为腰部骨折的主要原因。在上述位置时，舟骨背侧嵌在桡骨边缘，加上桡骨茎突及大多角骨的嵌压作用，遂发生腰部骨折。舟骨结节骨折多因直接受压所致。临床上单独发生舟骨骨折几乎是不可能的，常伴有其他骨折或脱位。

2. 骨折分型

（1）按骨折部位分型　①腰部骨折；②近侧骨折；③结节骨折（图 9—5）。

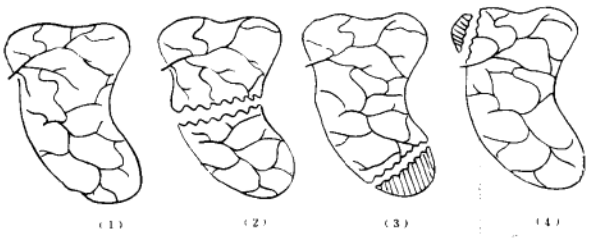


图 9—5　舟骨血供和骨折类型

（1）舟骨血供　（2）腰部骨折　（3）近端骨折　（4）结节骨折

（2）按骨折稳定情况分型　Ⅰ型为稳定型，骨折无移位，韧带无明显损伤，不因伸腕、腕骨中部旋后、尺偏或牵引而移位。掌屈位可保持骨折稳定。无移位的腰部骨折表示韧带无损伤，骨膜完整，平均愈合时间为 9.5 周。

Ⅱ、Ⅲ型均为不稳定型，二者仅在不稳定的程度上有所不同。韧带有中度或重度的损伤及舟骨周围不稳。由于有韧带损伤，屈腕位不能保持骨折位置的稳定。Ⅱ型不稳定骨折的固定时间不应少于 16 周，Ⅲ型常有移位，固定时间为 15～40 周，而愈合率只有 65%。

3. 症状　患者腕背伸手掌着地跌伤后（如从单、双杠或从木马跳下时），伸、屈腕时感疼痛，被动伸拇、示指时患部疼痛加重，鼻烟窝处肿胀。

4. 诊断　新鲜的舟骨骨折，鼻烟窝处肿胀，有明显压痛。用力握拳受限，背伸时疼痛加重，握拳时叩击第 2、3 掌骨远端腕部有疼痛。腕关节的伸屈功能受限。无移位的骨折，X 线斜位片易看出腰部骨折线。如骨折线不易看清，可用 CT 扫描法显示骨折线，同时可看到有无腕骨不稳定现象。如骨折有移位，正位像即可发现，侧位像呈台阶状，同时其桡侧的脂肪阴影常消失。

舟骨腰部骨折的骨折线有横形（与舟骨长轴垂直）、水平及斜行三种。如骨折线不清，而临床症状怀疑骨折时暂按骨折处理，待 2 周后再重拍腕部 X 线片。由于骨折处骨质吸收，骨折线多能明显显示。

5. 鉴别诊断　先天性双舟骨临床少见，常需与陈旧性舟骨骨折鉴别。先天性双舟骨在 X 线片上两块骨之间界线清楚、整齐、光滑，无致密坏死或边缘不整齐表现。

6. 治疗　临床上处理舟骨骨折的方法不一，但总的原则是根据临床具体情况确定治疗方法。应注意舟骨骨折后腕部常不稳定，月骨移向背侧，使桡骨、头状骨及月骨的直线对位丧失，轴线呈“之”字形，治疗时需纠正。

从实验的生物力学上看到，使腕部保持在外展（桡偏）及掌屈位可保持良好的对位，

尺偏及背伸易使靠近头状骨处的骨折线分离。骨折断端间有大于 1mm 的间隙，月骨、头状骨之间夹角大于 15°或舟骨、月骨之间夹角大于 45°均视为移位表现。85%的不连接是由于移位所致。

舟骨腰部骨折延迟愈合及不愈合率高，多因固定时间不够或未及时治疗所致。横形及斜形骨折比较稳定，固定 6～12 周可望愈合。而垂直的斜形骨折较不稳定，固定时间要长，固定 6 周后改短臂石膏，骨折愈合率达 95%。对不稳定骨折，在牵引下手法复位，连同示、中指屈曲掌指关节固定。此期间要定期复查，直到骨性愈合为止。新鲜骨折有明显移位及腕部不稳，保守治疗 3～4 个月后若无愈合迹象，或伤后 3～4 个月未治疗，仍有明显症状者均应手术治疗。如骨折未愈合而无症状及腕骨的高度无改变者可不手术，仍用保守疗法。常用的手术方法有：

（1）植骨术　为 1928 年 Adams 所介绍，Murray 及 Burnertt (1934) 报道用胫骨骨栓治疗舟骨骨折，适用于舟骨有无菌性坏死或有囊性变者。(图 9—6)。

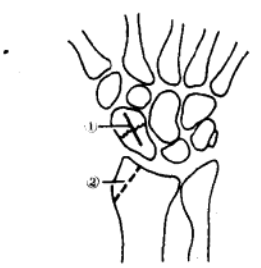


图 9—6　骨栓固定法和桡骨茎突切除术
(1) 钻孔放骨栓处　(2) 桡骨茎突切除部位

（2）桡骨茎突切除术　Bentzon 在 1939 年首先使用。适用于舟骨腰部骨折，切除后使有疼痛的舟骨骨折不连接转为无痛的不连接。另外，为使骨折部的剪力消除，骨折固定牢固，移位少，切除的桡骨茎突可用作植骨（见图 9—6)。但桡骨茎突不可切除过多，以免引起腕关节不稳定。

（3）加压螺丝钉固定术　用于有移位的新鲜骨折及骨折不愈合（图 9—7)。

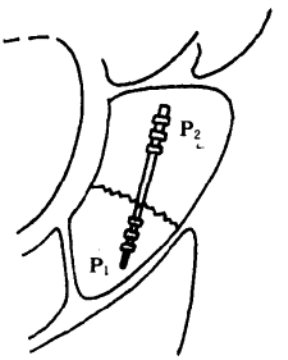


图 9—7　加压螺丝钉固定术（P_1 处螺纹距大于 P_2 处）

舟骨近 1/3 段血液供应由远侧经腰部而来，约有 30%供血很差，因而骨折后愈合亦差。此部愈合期要比中 1/3 段骨折晚 6～11 周，有 14～39%不愈合。治疗可用植骨法。如骨折块很小可行切除术，塞入掌长肌腱或小的硅胶假体，以保持腕部的稳定性。如有腕骨不稳定，可做腕骨局部融合术。

舟骨远 1/3 段骨折（结节部骨折）较少见，其位于腕关节之外，骨折后稳定，血液供应丰富，用短臂石膏托固定 3～4 周即可。对垂直形骨折，需用断层法才能发现，石膏托固定 4～8 周。

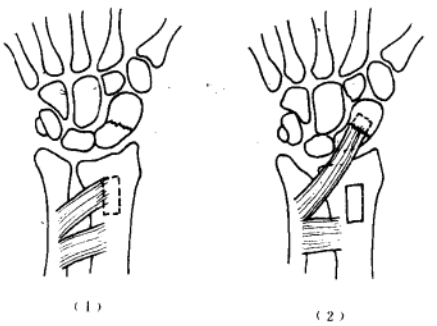
舟骨骨折不愈合且有创伤性关节炎时，可做舟骨置换。对广泛性退变者不能用此法。

目前采用显微外科技术治疗舟骨骨折不愈合效果满意。现介绍几种主要术式。

（1）带血管筋膜蒂的桡骨块植入治疗舟骨骨折不愈合　王成琪首先报道此种方法。利用桡动、静脉与桡骨茎突之间的血管、筋膜为蒂，切取带血运的桡骨茎突上方处的骨块，将骨块植入舟骨骨槽内。因骨块带血运，使骨折端建立了新的血液供应渠道，有利于

改善骨折处的血液循环。由于移植的骨块对骨折端的供血面积较大，骨折端深部的血循环也有充分的改善，可使骨折近端复活，加速骨折愈合。移植的骨块所带的骨膜大于骨块，利用骨膜的膜内生骨作用使骨折尽快愈合。同时，骨块的植入对骨折也有一定的固定作用，保持骨折处稳定，也有利于骨折愈合。

（2）带旋前方肌蒂骨瓣移位治疗舟骨骨折　采用腕部掌桡侧切口，同时显露舟骨、桡骨茎突及旋前方肌。在舟骨的非关节面区做一骨槽，于旋前方肌桡骨附着点处切取骨块，保持旋前方肌的附着，向尺侧分离 2cm 宽的旋前方肌蒂，将骨块修整至与骨槽相应大小，嵌入骨槽内。如肌蒂较紧，可在尺侧另做切口，松解旋前方肌在尺骨的附着处。术后石膏固定 8 周（图 9—8）。

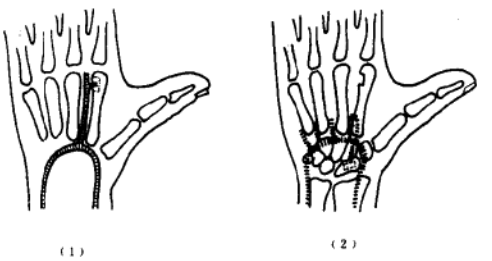


（1）　（2）

图 9—8　旋前方肌骨瓣移位治疗舟骨骨折

（1）肌骨瓣切取范围　（2）肌骨瓣移位

（3）带血管蒂掌骨瓣移位治疗舟骨骨折　第 2 掌背动脉在桡侧腕长、短伸肌之间起于腕背网或掌深弓，沿骨间肌筋膜下向远侧走行，在掌指关节平面进入掌骨头成为其营养动脉。以该血管为蒂切取掌骨头骨瓣，向近侧转移治疗舟骨骨不连。其方法是：作第 2 掌骨背侧弧形切口，在桡侧腕长、短伸肌与指伸肌、示指伸肌之间显露腕背网，仔细寻找该动脉网发出的第 2 掌背动脉，沿血管向远侧分离，在接近掌指关节平面寻找第 2 或第 3 掌骨头的营养动脉。切取包括血管周围组织在内的一小片骨瓣。注意不要造成掌骨完全性骨折，防止损伤关节囊及关节软骨。由于该血管细小，应在手术放大镜下进行解剖，连同血管周围软组织一起切取，以免损伤血管蒂。骨瓣切取后通过皮下隧道移至受区，植入用骨钻钻孔形成的舟骨隧道内（图 9—9）。术后石膏固定拇指对掌位 2～3 个月。



（1）　（2）

图 9—9　带血管蒂掌骨瓣移位治疗舟骨骨折

（1）骨瓣切取部位　（2）骨瓣移位

（二）三角骨骨折

三角骨骨折仅次于舟骨骨折，占腕骨骨折的 20.4%，可与舟骨骨折同时存在。

1. 骨折分型

（1）背侧撕脱骨折　跌倒时腕过伸、尺偏手部着地，致使钩骨碰撞在三角骨的桡背侧，发生片状骨折，也可使桡腕韧带致三角骨撕脱骨折。在斜位和侧位 X 线片可看到骨折线。

（2）体部骨折　比撕脱骨折少见，常系直接撞击或韧带牵拉所致，也称张力性骨折。

2. 症状　腕尺侧肿胀疼痛及压痛，活动受限。

3. 治疗　单纯三角骨体部骨折石膏固定 3～6 周，预后良好。撕脱骨折以切除为好，同时修复损伤的韧带。

（三）豌豆骨骨折

骨折常因直接暴力引起。分线状和粉碎性骨折，多有腕部合并伤。局部肿胀、压痛，不能用力屈腕。X 线片可发现骨折情况。治疗

以中立位石膏托固定腕关节 3～4 周。

（四）钩骨骨折

较少见，多为直接暴力引起。表现为腕尺掌侧肿痛，握拳时加重，局部深层压痛明显。小指抗阻力外展疼痛加重。有时尺管中的尺神经运动支受压，指内收、外展力减弱。体部骨折者用石膏固定 3～4 周，无效则需切除。钩部骨折不愈合可引起指屈肌腱的磨损断裂或腱鞘炎、尺神经炎，需将钩部切除，修复屈肌腱或减压松解神经。

（五）头状骨骨折

头状骨是最大的腕骨，为腕部活动的轴心。骨折常发生在直接暴力或过度腕背伸时。常与其他腕骨骨折同时发生。骨折近端易旋转，诊断时要注意。治疗方法以手法复位为主。如骨折块大，可行手术切开复位。骨折不愈合时做植骨术，石膏固定 6～8 周。

二、掌骨与指骨骨折

掌骨与指骨骨折较为常见，大多数骨折不难做到准确复位。其处理原则是：①既要充分固定又要适当活动；②固定骨折时，必须将其附近的关节置于屈曲位，这样既有利于骨折复位又可防止关节囊挛缩；③固定不能累及未受伤的手指，以保证正常手指关节的活动；④骨折复位准确，不能成角、旋转、重叠与错位畸形愈合；⑤开放性骨折应彻底清创，争取伤口一期愈合；⑥手指固定后的位置，不论如何固定都应将手指的指端指向舟骨结节。

（一）掌骨骨折

掌骨骨折，因其周围为肌肉，一般不影响肌腱滑动，且与掌骨间有联系，移位不大，所以对功能影响较小。如骨折累及掌指关节或腕掌关节，处理不当，则影响功能。

1. 第 1 掌骨骨折　第 1 掌骨骨折分骨干骨折、基底骨折和基底骨折合并腕掌关节脱位。

（1）骨干骨折　较少见，因直接暴力引起，多为横断或粉碎性骨折。骨折后由于拇长屈肌、大鱼际肌的收缩，骨折部形成向背侧成角畸形（图 9—10），局部肿胀，压痛明显。横断骨折用手法整复，矫正畸形，石膏指板固定 4～6 周。粉碎性骨折手法复位后，如不稳定可切开复位克氏针内固定，外用石膏指板固定 6～8 周，或用骨牵引法治疗。



图 9—10　第 1 掌骨骨干骨折成角畸形

（2）基底骨折　多由间接暴力引起。骨折部位在掌骨底 1cm 以内，多为横断和粉碎骨折。骨折远端受拇长屈肌和拇收肌的牵拉，向掌侧移位；骨折近端受拇长展肌牵拉，向桡背侧移位，骨折部呈桡、背侧成角畸形。伤后局部肿胀、压痛，拇指对掌、外展受限，掌指关节及指间关节活动尚可（图 9—11）。

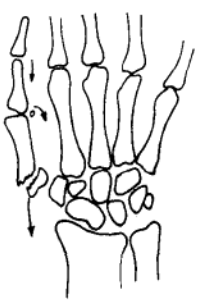


图 9—11　第 1 掌骨基底骨折（箭头示肌力牵引与骨折移位方向）

在臂丛麻醉下手法整复。新鲜骨折较易复位。一手牵引并外展拇指，另一手拇指加压骨折处，纠正成角畸形，注意不要使指骨

外展。骨折复位后用前臂石膏固定拇指于外展位4～6周，石膏固定应包括近节指骨。不稳定的骨折可行克氏针皮下穿针或开放固定。也可采用牵引固定。

陈旧性掌骨基底骨折因骨折治疗不及时或治疗不当造成。出现第1掌骨远段掌屈内收，骨折部向背、桡侧成角畸形愈合，虎口变窄，拇指握力减弱。可行第1掌骨基底部楔形截骨术。其手术方法是：在臂丛麻醉下，于第1掌骨桡背侧做纵行切口约3cm，切开皮肤、皮下组织及骨膜，向两侧剥离显露第1掌骨，在其畸形隆起处，根据畸形角度的大小用扁骨凿做楔形截骨术，矫正成角畸形，并用克氏针交叉内固定，针尾埋于皮下。术后石膏托固定，三周后练习活动，六周后拔除克氏针（图9—12）。

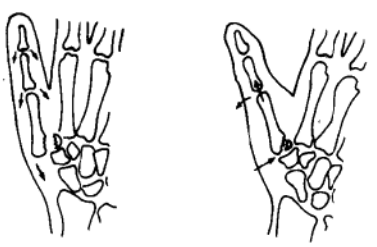


（1）　（2）

图9—12　陈旧性掌骨基底骨折成角畸形截骨矫正术

（1）切口　（2）楔状截骨及克氏针固定

（3）基底部骨折合并腕掌关节脱位（Bennett骨折）　由传达暴力引起，骨折线由掌骨基底部掌内侧斜向背上而进入腕掌关节（图9—13）。拇指腕掌关节为鞍状关节，掌骨基底尺侧骨折后，失去阻挡，内侧三角形的小骨片与大多角骨的关系不变。外侧的骨折断端，主要因拇长展肌的牵拉和拇屈肌的收缩使大多角骨关节面向背外侧移位，严重影响拇指对掌和外展活动。其临床表现为第1掌骨基部向桡背侧突出，局部肿胀，有压痛及拇指活动受限，X线检查可确诊。



（1）　（2）

图9—13　Bennett骨折（箭头示骨折移位方向）

（1）内收状态下移位方向　（2）外展状态下移位方向

手法复位与基底骨折方法相同，但复位后不易保持位置。复位后若能保持稳定，可于拇指外展位固定4～6周。不能保持稳定者，可采用经皮克氏针内固定（电视X光机下进行），或开放复位，一枚克氏针固定小骨块，另一枚克氏针固定掌骨基部于第2掌骨，以保持复位（图9—14）。术后石膏固定4～6周，骨愈合后及时去除内固定，练习活动。



（1）　（2）

图9—14　Bennett骨折复位克氏针内固定

（1）髂骨瓣移植　（2）克氏针内固定

上述骨折如治疗不得当或不及时，可造成陈旧性基底骨折合并腕掌关节脱位。表现为拇指活动时腕掌关节无力，掌骨基底部隆起。检查时，用手挤压能复位，偶尔能听到“咯噔”响声。这种陈旧性骨折可做腕掌关节

融合术。方法是：在臂丛麻醉下暴露拇指腕掌关节，用扁骨凿凿去掌骨底及大多角骨软骨面。必要时在其间隙植入髂骨，然后将拇指掌指关节放在对掌位，用二枚克氏针交叉内固定。术后石膏托外固定。三周后解除外固定，练习活动，6～8周后行X线检查，骨融合后即可拔除克氏针。

2. 其他掌骨骨折 多为直接暴力引起。由于骨间肌、蚓状肌及指屈肌的牵拉，骨折端向背侧成角畸形。骨折易发生在掌骨颈部，其次为掌骨骨干，基底部少见。

多发性掌骨粉碎骨折时，骨间肌损伤严重，可发生手内在肌纤维化挛缩，影响手功能。掌骨颈部骨折，因指伸肌腱牵拉，可引起掌指关节过伸。暴力也可造成多发性掌骨底部骨折或腕掌关节脱位，掌骨底部向背侧、桡侧斜行移位。

掌骨骨干骨折的复位方法是：牵引相应的手指，推压成角隆起的骨端即可复位。屈指位固定以松弛手内在肌。固定范围应包括手指近节，固定4周。复位后不稳定及多发掌骨骨干骨折，可用克氏针斜行固定。

因掌指关节侧副韧带附着于掌骨头偏背侧，掌骨颈骨折时若伸指牵引，使掌骨头更向掌侧旋转，增加畸形，使复位更加困难。所以，手法复位时，要将掌指关节屈曲90°牵引，再手法推压骨隆起处。复位困难者，可用克氏针固定。

（二）指骨骨折

1. 近节指骨骨折 骨折近端受骨间肌的牵拉向掌侧移位，远端受指伸肌腱牵拉而向背侧移位，形成向掌侧成角畸形。骨折断端正好顶在屈肌腱上，如不复位，将阻碍屈肌腱滑动并形成粘连。

对横断型骨折虽复位方法较多，但以手法复位及局部外固定为佳。在局部神经阻滞或臂丛麻醉下，术者一手拇指及示指捏住骨折近段，另一手四指握住骨折远段，拇指顶住骨折的掌侧，在牵引下屈曲其指间关节，同时拇指向背侧挤压骨折部，矫正成角。如有侧移位时，术者的一手捏住骨折近段，另一手捏住骨折远段，在牵引下向左或右移动，使之与近段对合复位。整复后以指背石膏板条固定手指于屈曲位，3～4周解除，练习功能。

2. 中节指骨骨折 中节指骨骨折如发生在指浅屈肌止点的近侧，则骨折断端多向背侧成角，如骨折发生在该肌止点的远侧，骨折断端则多向掌侧成角，但骨折移位不多见。治疗以手法整复为主，屈曲患指石膏指板外固定，三周解除，练习功能。

3. 远节指骨骨折 多为直接暴力致伤，常造成横形或粉碎性骨折，较少移位。骨折位于远节指骨的中段或基底部时，用石膏指板局部外固定即可。如为闭合性骨折，甲下血肿，病人有剧痛，可将针端烧红，穿透指甲，使积血流出减压即可止痛。指骨底关节内骨折常破坏关节面且合并脱位，需开放复位。解剖复位后用克氏针内固定。如骨折块较小且合并开放性损伤时，在缝合伤口前，需将碎骨片切除，以免将来指端疼痛。如骨折断端间稍有分离，可用经常叩击指端的方法使骨折断端对合，促进骨折愈合。

4. 远节指骨底背侧撕脱骨折 指伸肌腱附丽于远节指骨底背侧，当强力伸指时，在暴力打击下猛然屈曲，可引起伸腱断裂或连同底部小骨片撕脱骨折。临床表现为患指远节下垂，不能伸直。陈旧性骨折畸形明显，称槌状指。无论是肌腱断裂或撕脱骨折，在新鲜病例均将近侧指间关节屈曲60°，远侧指间关节过伸，使伸肌腱松弛，解除对骨片的牵拉。外用石膏指板或铅板固定4～6周。如远侧指间关节脱位或骨片超过关节面的1/3，应行切开复位，钢丝内固定4～6周。

掌骨、指骨骨折的治疗方法近年来又有创新。如用成年牛的胫骨煮沸后制成牛骨钉，对掌、指骨中1/3横形或短斜形骨折行髓腔

内插入固定，效果良好。也可应用微型钢板、螺丝钉及微型弓形针内固定，此法有复位好、固定牢、不经关节、术后不用外固定、可早期活动及手功能恢复良好等优点，但需二次手术取内固定。

（张尔坤）

第三节　舟骨与月骨缺血性坏死

骨缺血性坏死的原因很多，多数学者已确认的病因有创伤性、医源性或动脉疾患等。此外还与血液疾患如高雪氏病、镰刀细胞贫血病、血友病及库利氏贫血有关。尚未确定的致病因素，如特发性骨坏死、脂肪代谢紊乱（如脂蛋白异常、脂肪肝）、结缔组织病（如系统性红斑狼疮）、骨发育不良及静脉原性骨坏死。

一、创伤性舟骨缺血性坏死

（一）骨折类型与骨坏死的关系

舟骨骨折约50%发生于30岁以下年青人，男性占85%。在骨折病例中，右侧发生率占70%。前已叙及舟骨骨折按骨折部位可分为三型。结节骨折的发生率占10～15%，此型属关节外骨折，因结节部血运好，此部骨折很少发生骨坏死。腰部骨折时，骨折线可为横形（稳定型），也可为斜形或垂直形（不稳定型）。此为关节内骨折。腰部骨折后，近侧骨块血运差，坏死机会多。不稳定型骨折坏死机会更多，坏死率高达20～30%。舟骨近侧骨折的发生率为20%左右，由于近侧骨折块小且血运差，很容易发生缺血性坏死。总体而言，舟骨的坏死率占舟骨骨折的15%。

在经舟-月骨周围骨折脱位时，舟骨骨折的不愈合率及坏死率会更高。如舟骨骨折的近侧骨块与头状骨、三角骨一起脱向背侧或掌侧时，脱位骨块的坏死率可达55%。

舟骨坏死后可发生塌陷，逐渐发展为创伤性关节炎。

（二）诊断

腕舟部疼痛，劳动或活动时疼痛加重，腕桡偏后活动受限。局部轻度肿胀，鼻烟窝处压痛。经舟-月骨周围骨折脱位时，腕背侧有隆起畸形。有上述临床表现，再加上X线片显示坏死骨块密度增高即可确诊。一般在骨折后一个月才能在X线片上看出，晚期坏死时，骨块外形不规则，呈硬化斑片或囊性变，骨小梁消失。

（三）治疗原则

对早期舟骨骨折坏死，一般行长期制动，保持腕关节轻度尺偏3个月以上，可配合活血化淤治疗，如无效则行手术治疗。骨折不愈合者，将坏死骨块切除或全舟骨切除。采用人工假体置换，配合桡骨茎突切除，可解除疼痛，减轻创伤性关节炎。也可采用桡动脉腕背支血管束骨内移植或行带血管骨移植。对有较重的创伤性关节炎病例，应做桡腕关节融合术。对轻体力工作者可做近排腕骨切除，效果也较满意。

二、创伤性月骨缺血性坏死

月骨脱位分为掌侧和背侧脱位两种。当月骨完全脱位，即桡月韧带断裂，就有发生缺血坏死的可能。对掌侧脱位，如轻率地采用切开复位，剥离或切断附着的软组织，均可促使月骨坏死。总的坏死率比特发性月骨坏死低得多。

月骨坏死时，表现为腕部持续疼痛。第2、3掌骨有纵向叩击痛。第3掌骨头低于相邻两个掌骨头高度。X线显示月骨密度增加、变形、硬化、囊性变，骨萎缩，扁平而不规则。

对初期坏死，应先行保守治疗。腕部制动半年以上。如仍有严重症状或影响功能，可将其切除。无创伤性关节炎，可用硅胶假体

置换，掌长肌腱填塞。也可行桡动脉腕背支植入坏死的月骨内，以改善局部血供状况。

三、骨软骨病月骨缺血性坏死

骨软骨病以前被称为骨软骨炎或骨骺炎，但病理上并未发现任何炎症改变，现称为软骨病。本病的病因尚不清楚，可能与以下因素有关：①多次反复创伤，骨营养血管功能紊乱而造成血液供应障碍；②腕骨和前臂骨解剖变异或畸形，如先天性尺骨缩短症，桡骨关节面凹度变浅，使月骨与桡骨关节面的接触面积变小，月骨局部压强增加，受力集中，长期受压使营养血管受到损害，月骨缺血坏死，压缩变形；③骨内静脉淤滞，静脉窦扩张，间质水肿，骨内压力增高，使毛细血管血流减少，导致骨缺血坏死。

本病多发生于重手工劳动者，年龄在20～30岁之间，男性多于女性。右手多见。病人诉说腕部酸痛无力，腕活动受限。查体可见腕中部轻度肿胀，局部压痛，腕向上推挤疼痛加重，腕掌屈活动受限。叩击第2、3掌骨头时腕疼痛加重，手握力减弱。X线检查可见关节间隙加宽，有囊性透亮区。进一步发展月骨塌陷，密度增高，囊性变加大、增多，月骨变小、碎裂、变形，晚期出现腕骨关节炎。

常用的治疗方法是：早期制动，用腕掌石膏管形固定腕关节中立位3个月。有退行性关节炎时，应积极手术治疗。月骨已变形者，可施月骨摘除术，刮除死骨自体骨移植。也可做桡动脉背支血管束植入术或近排腕骨切除术。月骨摘除后对腕关节的功能不会有大的影响，因此主张应尽早施行该手术，以免发生关节退行性变。

（张尔坤）

第十章　手关节应用解剖与损伤

第一节　手关节应用解剖

手关节包括桡腕关节、腕骨间关节、腕掌关节、掌骨间关节、掌指关节和指间关节。狭义的腕关节仅指桡腕关节，但从功能上讲，腕关节应包括桡腕关节、桡尺远侧关节、腕骨间关节和腕掌关节，它们在结构上相互联系，运动时为一功能整体，故常将它们称为腕关节复合体。

腕关节不稳从70年代才开始被人们认识和重视，并且越来越引起人们的关注。腕关节不稳经常不能被正确地诊断和治疗，因为此病非常复杂且不易理解。现在已知腕关节不稳可由韧带损伤或韧带松弛引起。在外伤性腕关节不稳的早期治疗中，应注重对撕裂韧带进行修补、固定或重建。所以，了解正常腕关节的解剖，特别是韧带的解剖和功能，对外伤性腕关节不稳定发病机理的认识及其诊断、治疗都有重要的意义。

一、桡腕关节

（一）桡腕关节组成

桡腕关节为典型的双轴椭圆关节，由桡骨远端的腕关节面和尺骨头下方的纤维性关节盘远侧面形成的关节窝，与近侧列腕骨的舟骨、月骨和三角骨构成的关节头共同组成。在舟骨、月骨和三角骨中，舟骨与月骨的关节面大致相等，与桡骨的关节面及关节盘的大部分相接触，三角骨几乎不占重要位置，手部承担的重量主要通过舟骨和月骨传递至前臂。

关节盘亦称三角软骨，由纤维软骨构成，平面略呈三角形，位于尺骨头与三角骨之间的狭长区域内，其底连于桡骨下端内侧的尺骨切迹下缘，与桡骨远端关节面相移行，尖部附于尺骨茎突的桡侧及其底小窝，部分与尺侧副韧带相连。关节盘的两面呈双凹形，其上面与尺骨小头相关节，下面与月骨的内侧部和三角骨构成桡腕关节的一部分。关节盘的中央部厚约3～5mm，有的呈膜状，约40%中央部有不同程度的穿孔，周围部较厚，与关节囊愈合。关节盘将桡尺远侧关节腔与桡腕关节的关节腔分隔，当关节盘中央部分穿孔时，两关节腔之间相通。关节盘在腕骨与尺骨的远端之间保持缓冲垫的作用，并且还有紧密连结桡、尺骨和限制其过度运动的作用。在极度过伸桡腕关节并旋前或极度屈曲并旋后，同时腕部又遭受阻力的情况下（如叩打排球或旋动机器把手），最易发生关节盘撕裂。

关节盘正常的解剖位置与桡、尺骨的连接关系，对维持桡腕关节和桡尺远侧关节的完整性及其运动有重要的意义。当关节盘被撕裂时，将会严重地影响桡腕关节的运动和旋前、旋后功能，是Colles骨折预后不良的原因之一。桡腕关节的关节囊薄而松弛，近端连于桡、尺骨的下端，远端附于近侧列腕骨。关节囊四周均有韧带加强。

腕掌侧韧带包括5条小韧带：①桡舟头韧带：起自桡骨茎突掌面的三角面，斜向尺侧，行经舟骨腰部的横凹并与其有薄弱的连接，然后止于头状骨体掌桡侧的近端。②桡月韧带：紧邻桡舟头韧带的尺侧起自桡骨茎

突掌面，向内侧行走越过舟骨近端和舟骨骨间韧带的掌面及桡舟月韧带的末端，并与后两者间有部分连接，然后以粗大的纤维束止于月骨掌面的桡侧。③桡舟月韧带：位于桡月韧带的尺侧且位置较深。起自桡骨远端桡腕关节面髁间嵴的掌面，并沿髁间嵴向背侧稍微延伸，故起点呈一三角形，韧带向远侧也呈三角形分布，大部分纤维止于舟骨近端的掌面，同时也覆盖近端舟月间隙，与舟月骨间韧带相交织。韧带的尺侧缘有小部分止于月骨掌面的桡侧缘。④尺月韧带：紧邻桡舟月韧带的尺侧起自桡骨末端尺侧的掌面和关节盘掌缘的桡侧半，止于月骨尺侧半的掌面和月三角骨间韧带。此韧带扁宽，较为粗壮，但伸展性小。⑤尺三角韧带：位于尺月韧带的尺侧，两者相邻紧密。该韧带起自关节盘掌缘的尺侧半，垂直下行止于三角骨的掌面。

腕背侧韧带均为关节囊韧带，较薄弱，主要有：①桡三角韧带：起自桡骨茎突背面近桡侧，纤维近乎横行斜向尺侧，越过舟骨背面，止于三角骨背面的桡侧；②桡尺三角韧带：恰位于指伸肌腱鞘之底，并与其有部分附着。纤维起自桡骨背侧近尺缘及关节盘背侧缘桡侧半，斜行越过月骨背面，止于三角骨近端。此韧带较为坚韧，与掌侧桡月韧带相对立。

桡侧副韧带位于桡腕关节的桡侧，为一圆束纤维，连于桡骨茎突尖部的背侧与舟骨结节及腕屈肌腱鞘底。其背侧与腕背关节囊相连，掌侧与桡舟头韧带相邻。根据此韧带的附着位置也可将其命名为桡舟韧带。

尺侧副韧带位于桡腕关节的尺侧，较为薄弱，无明显的韧带结构，故有人建议称为腕关节囊的尺侧结构。这些稍增厚的结缔组织呈三角形，起于尺骨茎突基底部，纤维向下与关节盘尖部的纤维交错混合，然后止于豌豆骨、三角骨及腕横韧带的上缘。

在头状骨与月骨关节的掌面，三角头韧带与桡舟头韧带的末端有部分愈着，形成一弓桥状结构，于胜吉称之为弓桥韧带。由于头月关节之间没有韧带相连，因而形成腕中关节不稳的潜在因素。此弓桥恰位于头月关节及 Poirier 间隙之上，故对于保护 Poirier 间隙及维持头月关节的稳定有重要的作用。

掌侧和背侧副韧带加强关节囊的前、后面，侧副韧带可防止桡腕关节过度内收或外展（图 10—1、2）。各韧带的长、宽、厚度见表 10—1。

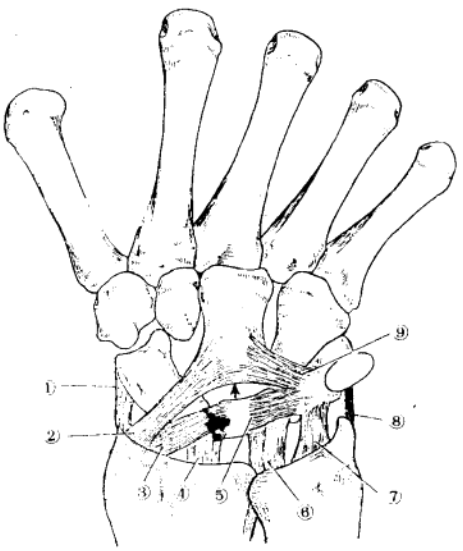


图 10—1　腕关节掌侧韧带

①桡舟韧带　②桡舟头韧带　③桡月韧带　④桡舟月韧带　⑤月三角韧带　⑥尺月韧带　⑦尺三角韧带　⑧尺侧副韧带　⑨三角头韧带　（箭头示弓桥韧带及 Poirier 间隙）

桡腕关节的关节腔宽阔，借关节盘及腕骨间韧带与桡尺远侧关节腔和腕骨间关节腔相隔，彼此不通。尽管关节囊四周有韧带相连，但其掌侧及背侧仍有缺陷，通过缺陷部位，关节腔可与邻近的滑液鞘相交通。如在钩骨或豌豆骨附近，尺侧滑液囊可与关节腔相通。关节囊的滑膜常形成滑膜皱襞突入关

节腔内，也可形成滑膜憩室穿过关节囊的缺陷部位向外突出。

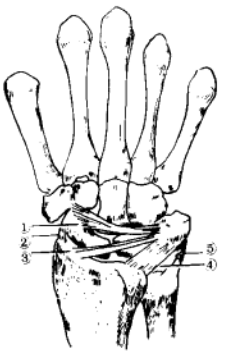


图 10—2　腕关节背侧韧带

①舟三角韧带　②桡舟韧带　③桡三角韧带　④桡尺三角韧带　⑤尺侧副韧带

表 10—1　桡腕关节韧带的测量数据

(mm，$\bar{x}\pm s$)

韧　带	长	宽	厚
桡舟头韧带	25.34±3.07	6.36±1.25	1.18±0.21
桡月韧带	16.56±2.30	7.17±1.08	1.42±0.29
桡舟月韧带	9.63±1.96	5.98±1.34	1.03±0.18
尺月韧带	7.08±1.37	12.17±2.46	1.65±0.33
尺三角韧带	7.66±1.50	7.87±2.14	1.36±0.32
桡舟韧带	12.98±2.31	5.87±1.51	1.01±0.23
桡三角韧带	24.84±4.72	4.42±1.39	0.55±0.26
桡尺三角韧带	19.20±3.22	8.31±1.69	1.04±0.25

（二）桡腕关节血供和神经支配

桡腕关节的血供来自桡、尺动脉的腕掌支和腕背支、骨间前动脉、掌深弓返支及骨间后动脉共同构成的腕掌侧网和腕背侧网。正中神经的骨间前神经和尺神经深支分布于桡腕关节掌面，桡神经的骨间后神经及尺神经的背侧支分布于关节的背面、桡侧及尺侧。

（三）桡腕关节运动

桡腕关节是手部运动的关键性关节之一。只有使其处于功能位，手的功能才能充分发挥。当与前臂旋转运动结合时，手能够调整到任何角度以抓握物体。桡腕关节运动幅度大，可与腕骨间关节同时运动，也可单独运动，能完成屈、伸、内收和外展四种运动。由于关节面的前后径较左右径小，故不能作旋转动作，但当和腕骨间关节协同时，可完成一定幅度的环转运动。

以中指、第3掌骨与前臂的纵轴为基准线，桡腕关节的中立位通过此线。由于桡骨茎突比尺骨茎突长，故外展比内收运动幅度小。外展一般不超过20°，内收不超过45°，屈曲为60°～70°，背伸为45°，由于掌侧韧带比背侧韧带坚韧，故伸腕比屈腕的运动幅度小。因个体差异（如年龄、职业等），这些角度可增加或减少。

因桡腕关节及周围关节所处的状态不同，其运动幅度也发生变化。如前臂旋后时，内收比外展的活动范围更大。桡腕关节轻度屈曲时，内收、外展活动范围增加，但过度屈或伸时，由于韧带紧张，内收、外展几乎消失。前臂在旋前位时，除内收外，桡腕关节的其他各方位运动范围均有不同程度地增加。

在桡腕关节的活动中，舟骨的活动范围比月骨及三角骨大得多，桡骨与舟骨之间从屈到伸的活动范围为88°，而桡骨与月骨之间为43°。桡腕关节背伸并外展时，各腕骨镶嵌甚紧，而在屈曲及内收时则比较宽松。

二、桡尺远侧关节

（一）桡尺远侧关节组成

桡尺远侧关节由两部分组成，即垂直部和横部，前者由桡骨的尺切迹与尺骨头环状关节面构成，后者由尺骨头与关节盘构成。桡骨的尺切迹表面覆盖一层透明软骨，尺骨头的环状关节面的深层为透明软骨，浅层为纤维软骨。

桡尺远侧关节的关节囊薄弱且松弛，附于桡、尺骨相邻关节面的周缘。关节囊纤维层的前、后部较厚，滑膜层宽阔，其上部呈

囊状膨出，突向前臂骨间膜下部的前方形成囊状隐窝。

关节腔狭长，呈“L”形，由桡骨的尺切迹与尺骨头环状关节面之间，向内延伸至尺骨头关节面与关节盘近侧面之间。

桡尺远侧关节有两条关节囊韧带加强，一条位于关节的前面，叫桡尺掌侧韧带，旋后时该韧带紧张；另一条位于关节的后面，叫桡尺背侧韧带，旋前时该韧带紧张。桡尺远侧关节主要依靠桡尺掌、背侧韧带和关节盘维持稳定。

（二）桡尺远侧关节血供和神经支配

桡尺远侧关节的血供来自骨间前、后动脉的分支及腕掌、背侧网的分支。神经来自骨间前、后神经的分支。

（三）桡尺远侧关节运动

桡尺远侧关节运动时，尺骨不动，以桡骨的尺切迹围绕尺骨头作 150°左右的弧形旋转，即作旋前、旋后运动（如挥扇，即为此运动）。旋前或旋后运动的幅度可直接影响桡腕关节和腕骨间关节的运动幅度。

三、腕骨间关节

（一）腕骨间关节组成

为腕骨之间的连结，属于微动平面关节。可分为近侧列腕骨间关节、远侧列腕骨间关节和腕中关节三种。

1. 近侧列腕骨间关节　由舟骨与月骨、月骨与三角骨和豌豆骨与三角骨构成。

舟骨与月骨和月骨与三角骨之间没有独立的关节囊，相邻骨之间借三种韧带相连：①腕骨间掌侧韧带：有两条，位于桡腕掌侧韧带的深面，连于舟骨与月骨之间的为舟月韧带，连于月骨与三角骨之间的为月三角韧带。此外，在舟骨与大多角骨、小多角骨及头状骨之间有小韧带相连。②腕骨间背侧韧带：有两条，分别连于舟骨与月骨之间和月骨与三角骨之间的背面（图 10—3）。③腕骨骨间韧带：有两条，分别连于舟骨与月骨的相对面，和月骨与三角骨的相对面的近侧，并与骨间掌、背侧韧带融合，将桡腕关节腔与腕骨间关节腔分开。舟骨、月骨和三角骨借上述三种韧带形成桡腕关节的关节头。上述三种韧带可出现穿孔，其出现率为 40%，此时，桡腕关节腔即与腕骨间关节腔相通，进而与腕中关节腔相通。

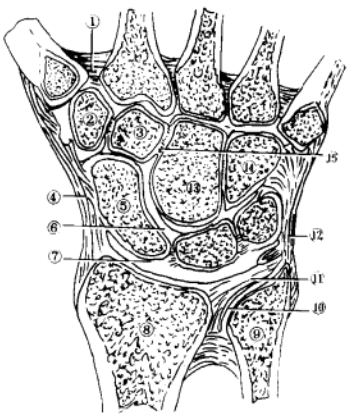


图 10—3　腕关节冠状切面

①掌骨骨间韧带　②大多角骨　③小多角骨　④桡侧副韧带　⑤舟骨　⑥腕中关节　⑦桡腕关节　⑧桡骨　⑨尺骨　⑩桡尺远侧关节　⑪关节盘　⑫尺侧副韧带　⑬头状骨　⑭钩骨　⑮腕骨骨间韧带

豌豆骨与三角骨之间的连结称豌豆骨关节，有独立的关节囊和关节腔。关节囊松弛，附于关节面的周缘，关节腔狭窄，常与其他腕骨间关节腔相通。关节囊周围有两条韧带附着，一条为豆掌韧带，连于豌豆骨与第 5 掌骨底之间，另一条为豆钩韧带，连于豌豆骨与钩骨之间。豌豆骨的近侧借腕尺侧副韧带及桡腕掌侧副韧带牢固地附于尺骨茎突。豌豆骨及其相连的韧带可使尺侧腕屈肌的牵引力传递至远侧列腕骨及掌骨。

2. 远侧列腕骨间关节　由大多角骨与小多角骨、小多角骨与头状骨及头状骨与钩骨构成。

相邻骨之间借下列韧带连结：①腕骨间掌侧韧带：有三条，分别连于大、小多角骨之间，小多角骨与头状骨之间，头状骨与钩骨之间的掌侧；②腕骨间背侧韧带：有三条，分别连于上述各骨之间的背侧；③腕骨骨间韧带：连于远侧列各骨相对关节面的中部，将远侧列各腕骨间的关节腔分为近、远侧两部分。近侧部分与腕中关节腔相通，远侧部分与腕掌关节腔相通。

3. 腕中关节　腕中关节又称腕横关节，位于近、远侧列腕骨之间，为滑膜关节。两关节面呈“～”状，可分为内外两部：内侧部凸向近侧，由头状骨的头和钩骨的近侧面，与舟骨、月骨和三角骨的远侧面构成，为变形的椭圆关节；外侧部凸向远侧，由大、小多角骨和舟骨的相邻面构成，为变形的平面关节。

关节囊附于关节面的周缘，背侧面较掌侧面松弛。关节囊的掌侧部有腕辐射韧带，它起自头状骨的头，纤维呈辐射状止于舟骨、月骨和三角骨，其中以三角骨与头状骨之间的三角头韧带和三角骨与钩状骨之间的三角钩韧带较重要。关节囊的背侧有腕骨间背侧韧带，其纤维连于近、远侧列腕骨的背面。

腕中关节的关节腔广阔而不规则，可延伸至近、远侧列腕骨之间。

（二）腕骨间关节血供和神经支配

腕骨间关节的血供来自腕掌侧网和腕背侧网的分支。骨间前神经分支分布于关节的掌侧，骨间后神经分支分布于关节的背侧。

（三）腕骨间关节运动

近、远侧列腕骨间关节的运动幅度很小，腕中关节的运动范围较大。腕部屈曲运动主要发生于桡腕关节，而在背伸时，腕骨间关节运动幅度较桡腕关节大。内收时，如手位于旋前位，则 4/5 的运动发生在桡腕关节，旋后位时，则桡腕关节与腕骨间关节同等负担。外展运动几乎全发生在腕骨间关节，如伴有旋后位则有 1/3 运动发生在桡腕关节。从腕部活动的整体上分析，腕中关节的活动度在腕部屈伸运动中小于 1/3，其余由桡腕关节完成，因此，在腕中部有疾病时，运动受限小于 1/3，只在运动极限时才发生疼痛。

四、腕掌关节

（一）腕掌关节组成

腕掌关节由远侧列腕骨的远侧面与掌骨底关节面构成。因远侧列腕骨是四个，掌骨是五个，所以它们不是一对一的连结。

拇指腕掌关节是拇指的关键性关节，由第 1 掌骨底与大多角骨构成。从功能上讲，大多角骨是拇指的重要支柱，支撑拇指于腕骨上，完成多种运动。该关节为鞍状关节，第 1 掌骨的关节面呈前后凹面，大多角骨的关节面与其相反。关节囊肥厚而松弛，附于关节面的周缘。关节腔宽阔。关节囊周围有数条韧带加强，包括桡侧的桡侧腕掌韧带，关节前、后方的掌、背侧副韧带及骨间前、后韧带，分别连于第 1 掌骨底与大多角骨的桡侧、掌、背两面及第 1、2 掌骨间，其中以桡侧腕掌韧带对拇指的稳定作用最强，背侧韧带较薄弱，但为拇长展肌腱附着于掌骨桡背侧的扩张部加强（图 10—4）。

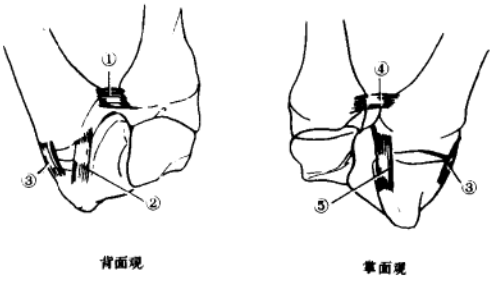


图 10—4　拇指腕掌关节韧带

①骨间后韧带　②背侧副韧带　③桡侧腕掌韧带　④骨间前韧带　⑤掌侧副韧带

第 2～5 腕掌关节由远侧列腕骨与第 2～5 掌骨底构成，其中第 2 腕掌关节由第 2

掌骨底与大、小多角骨构成，第3腕掌关节由第3掌骨底与头状骨构成，第4腕掌关节由第4掌骨底与头状骨及钩骨构成，第5腕掌关节由第5掌骨与钩骨构成。

关节囊附于各关节面的周缘，除第5腕掌关节的关节囊较松弛外，其余均较紧张。关节囊的周围有腕掌背侧韧带、掌侧韧带和骨间韧带加强。背侧韧带为数条坚韧的短韧带，分别连于大、小多角骨与第2掌骨、小多角骨、头状骨与第3掌骨、头状骨、钩骨与第4掌骨以及钩骨与第5掌骨间。掌侧韧带与背侧韧带相似，但连结第3掌骨的韧带有3条，分别起自大多角骨、头状骨和钩骨。骨间韧带为短而坚韧的韧带，共有2条，分别连于钩骨、头状骨与第3和第4掌骨之间以及大多角骨与第2掌骨底的外侧缘之间。

腕掌关节的关节腔宽阔迂曲，腔的近侧与远侧列腕骨间的远侧关节腔相通，远侧则延伸至第2～5掌骨间关节腔。

（二）腕掌关节血供和神经支配

拇指腕掌关节的血供主要来自桡动脉的分支，第1掌心动脉和第1掌背动脉，神经来自正中神经至拇指的分支。第2腕掌关节的动脉来自桡动脉的分支与骨间前、后动脉，第3腕掌关节的动脉来自第1掌背动脉及掌深弓的分支，第4腕掌关节的动脉来自掌深弓和第2掌背动脉的分支，第5腕掌关节的动脉来自尺动脉的分支及第2掌背动脉的分支。第2～5腕掌关节的神经主要来自尺神经的掌深支及桡神经的骨间后神经和正中神经的骨间前神经。

（三）腕掌关节运动

拇指腕掌关节位于拇指运动轴的基底，在拇指外展、对掌运动中起关键作用。由于关节囊松弛，在两个运动轴上能作较大范围的活动，沿横贯第1掌骨底的额状轴可作屈、伸运动，在矢状轴上可完成内收、外展。伸直为0°，屈可达20°～50°，内收为0°，外展可达40°。可作轻微旋转。在屈、展接近终了时，可以产生15°～20°的旋前运动。该关节在拇长展肌的作用下保持在外展伸直位，在拇收肌的牵引下稳定于内收屈曲位，两肌相互作用能使虎口加大。只要拇指腕掌关节保持功能位，指间关节能充分活动，拇指即能保持良好的功能。

第2、3掌骨可视为手的中央支柱，与具有不规则关节面的大、小多角骨和头状骨相连，构成的第2、3腕掌关节比较稳定，活动度很小。第4腕掌关节的屈、伸活动度为15°，第5腕掌关节的活动范围则为25°～30°。

五、掌骨间关节

掌骨间关节有三个，位于第2～5掌骨底之间，由相邻的掌骨底侧面构成，为微动平面关节。关节面均有透明软骨覆盖，各自有独立的关节囊，并与腕掌关节囊融合。每个关节腔与近侧的腕掌关节腔相通。在关节囊的掌、背侧分别有底背侧韧带、底掌侧韧带，分别连于相邻两个掌骨底背侧和掌侧面之间。在相邻两个掌骨底关节面的远侧有底骨间韧带，封闭该关节腔的远侧端。掌骨间关节仅能作轻微的滑动运动。

第2～5掌骨远侧彼此间有软组织分开，各相邻掌骨头之间不存在关节，借坚韧的掌深横韧带相连，在手紧握物体时可防止手向两侧散开。第1、2掌骨间无此韧带，这有利于第1掌骨的自由活动。

六、掌指关节

（一）掌指关节组成

掌指关节由掌骨头和近节指骨底构成，属多轴球窝关节。拇指掌指关节的掌骨头凸度较小，关节面宽阔，掌侧面的结节较显著且不规则，两侧各有一籽骨分别位于尺侧和桡侧。第2～5掌指关节的掌骨头关节面有掌、背侧两处凸起，掌侧凸起较背侧宽。近

节指骨底的关节面掌、背侧凹陷，其关节面积比掌骨头的小。

每个掌指关节的关节囊松弛，附于相邻关节面的周缘，背侧部较薄弱，有伸肌腱及其腱膜所覆盖；在掌侧有坚韧的掌板附着，两侧有侧副韧带加强。

侧副韧带起于掌骨头两侧的压迹，纤维斜向掌面，止于近节指骨底的侧方结节。该韧带宽 4.0～8.0mm，厚 1.5～3.0mm，但各指的韧带的大小和走行方位上有一定的差异。拇指掌指关节的尺侧副韧带较桡侧副韧带短且紧张，故近节指骨向桡侧活动范围较向尺侧活动范围为小（图 10—5）。

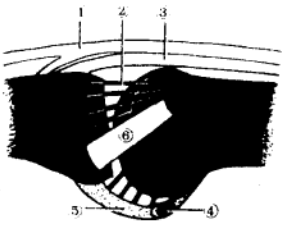


图 10—5　拇指掌指关节（侧面观）
①拇长伸肌腱　②副韧带　③拇短伸肌腱
④籽骨　⑤掌板　⑥侧副韧带

掌指关节运动时，掌骨头关节面的弧度半径发生改变，从而使侧副韧带的近端与远端的距离发生改变，其变动范围在 27～34mm 之间。所以，关节伸直时，侧副韧带松弛，关节可作适度的侧方运动，通常向尺侧活动范围较大。关节屈曲时，该韧带越过掌骨头侧方的骨隆起，遂使侧副韧带拉紧，同时限制了手指的侧方运动和旋转运动，使关节趋于稳定状态。手外伤后，如果将关节制动于伸直位，侧副韧带则逐渐挛缩，最终将影响掌指关节的屈曲功能。掌指关节的稳定性在屈曲时依靠侧副韧带，而伸指时依靠骨间肌。副侧副韧带是一薄层纤维束，位于侧副韧带的掌侧，自掌骨头压迹呈扇形放散至近节指骨底侧唇和掌板侧缘，并与屈指肌腱鞘相连。此韧带如一吊带悬着掌板（图 10—6）。

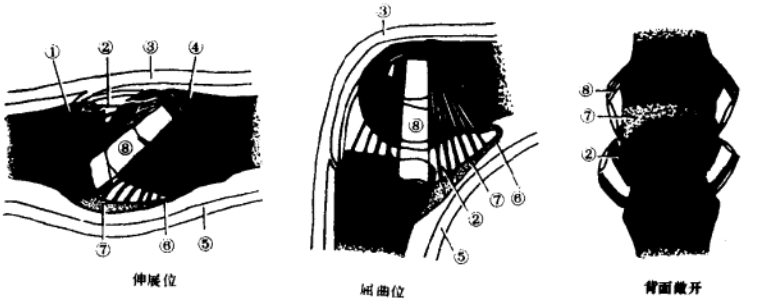


图 10—6　掌指关节
①近节指骨底　②副韧带　③指伸肌腱　④掌骨头　⑤指屈肌腱　⑥膜部
⑦掌板　⑧侧副韧带

掌板（volar plate）也叫掌侧韧带，为一长方形的致密纤维软骨板。其远端厚而坚韧，附于近节指骨底掌唇，近端薄而松弛，呈膜状附于掌骨颈掌侧，并与深筋膜交织，两侧与副侧副韧带相连。在拇指，掌板与籽骨之间有籽骨间韧带相连结（见图 10—5），拇长屈肌腱在两籽骨间穿过，其腱鞘与掌板及侧副韧带、籽骨相连。

掌指关节屈伸时，掌板随指骨滑动。伸指时，掌板向远侧滑动，可允许掌指关节过

伸30°，屈指时则向近侧滑动。关节伸直时，侧副韧带松弛，副侧副韧带和掌板紧张，屈曲时则相反。掌板可经受5～8kg的张力，如果超过此限度，掌板膜部可发生破裂。

掌深横韧带宽9～12mm，连于相邻掌指关节的掌板侧缘，其远侧距指蹼游离缘约10mm，其间充有疏松结缔组织。指血管神经束和蚓状肌位于该韧带的掌侧，骨间肌行经韧带的背侧（图10—7）。

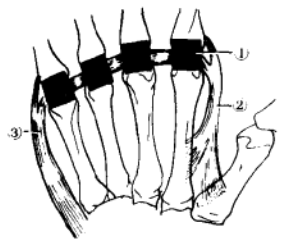


图10—7　掌深横韧带

①掌板　②第1骨间背侧肌　③小指展肌

（二）掌指关节血供和神经支配

拇指掌指关节的血供来自拇主要动脉和掌背动脉的分支，神经来自正中神经和桡神经分出的关节支。第2～5掌指关节的动脉来自指固有动脉和掌心动脉，第2、3掌指关节主要由正中神经分支分布，第4、5掌指关节主要由尺神经分支分布。

（三）掌指关节运动

掌指关节的功能极为重要，如果该关节不能屈曲，手仅能用手指钩住物体，即不能握拳，也不能握物。因此可以说，掌指关节能屈曲的手，才视为有完整功能的手。

掌指关节通过两个相互垂直的轴线运动，在冠状轴上产生屈、伸运动，矢状轴上产生内收和外展运动。拇指掌指关节还可作旋转运动。

拇指掌指关节内收、外展和旋转运动的程度取决于此关节的屈曲程度。在完全伸直时，两侧侧副韧带松弛，第1掌骨和副侧副韧带及掌板本身被牵拉，这就阻止了轴向旋转和内收、外展运动，这是伸直时的关节交锁位置。当中度屈曲时，两侧副韧带松弛，由于籽骨自第1掌骨头的掌侧膨隆处下滑，掌板以及其相连的副侧副韧带也处于松弛状态，这是内收、外展和旋转运动范围最大的位置。在完全屈曲时，掌板及副侧副韧带松弛，侧副韧带受到最大程度的牵拉，不能内收、外展和旋转，这是屈曲时的关节交锁位置。该关节主动屈曲为60°～70°，被动屈曲可达80°～90°。

第2～5掌指关节屈曲范围为90°左右，其中第2掌指关节略小于90°，从第3～5掌指关节的屈曲度依次逐渐增加。由于掌深横韧带的张力作用使每一关节单独屈曲受到限制。各关节的主动伸展范围不尽相同，一般为30°～40°，被动伸展可达90°。第2掌指关节的内收和外展幅度较大，且可独立活动。这些关节通常不能作旋转运动，但是，由于韧带较松弛，被动的旋转运动可达60°。

七、指间关节

（一）指间关节组成

指间关节为滑车关节。在拇指只有一个指间关节，其他各指有两个指间关节，即近侧指间关节和远侧指间关节。拇指指间关节有近节指骨头和远节指骨底组成。近侧指间关节由近节指骨头和中节指骨底组成，远侧指间关节由中节指骨头和远节指骨底组成。指骨头有两髁及两髁间凹，指骨底有两凹，与两髁相对，两凹间有中央嵴，与髁间凹相对。

指间关节的关节囊松弛，周围有侧副韧带、掌板、指深屈肌腱和指背腱膜加强。侧副韧带起自指骨头侧面的圆形压迹，止于指骨底侧面的结节。副侧副韧带位于侧副韧带的掌侧，起于侧副韧带起点的稍下方，止于掌板侧缘和指骨底的侧方（图10—8）。

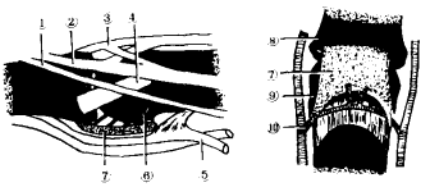


图 10—8　近侧指间关节

①支持韧带　②外侧腱　③中间腱　④侧副韧带　⑤指浅屈肌腱　⑥副韧带　⑦掌板　⑧中节指骨底　⑨近节指骨头　⑩指掌侧固有动脉

掌板附于指骨底的掌侧唇，向近侧形成一游离缘，并与骨膜相延续，构成指纤维鞘的底。掌板近侧以两个外来束牢固地附于指骨颈的侧嵴，以限制关节过度伸展。掌板扩大了关节面，允许指骨头沿其表面滑动，并提供屈肌腱的滑道。当关节屈曲时，掌板向近侧滑动，关节滑膜也沿掌板近侧缘向近侧突出，形成一掌侧滑膜囊。关节伸展时，由于掌板和屈肌腱的压迫，滑膜囊又被挤向背侧。近侧指间关节的掌板比掌指关节的掌板坚固，可承受 19kg 以内的张力。在远侧指间关节的掌侧，指深屈肌腱常分为两个终腱呈扇状止于远节指骨底，并与掌板的远侧纤维相交织。掌板的破裂多发生于远侧附着部。掌板近侧缘如被离断，侧副韧带虽然完好，指间关节也将出现过伸现象。

各指间关节的关节囊增厚部分，各形成掌侧、尺侧及桡侧副韧带。背侧由伸肌扩张部所代替。指间关节的侧副韧带在屈曲时，其紧张程度较掌指关节为大，当中度屈曲时，韧带变得松弛，不要在此位置制动，以免造成韧带短缩，致使关节运动受到限制。在屈曲位制动可因镶绳样韧带（该韧带包括位于指深、浅屈肌腱两侧的纵行纤维、越过掌板掌面的纤维以及形成近侧指间关节滑车的斜行纤维）短缩而使关节活动受限，因此，指间关节尤其是近侧指间关节，必须在近乎于完全伸直位制动。

（二）指间关节血供和神经支配

指间关节的血供来自各指的固有动脉的分支；神经来自正中神经、尺神经和桡神经分布于手指的分支。

（三）指间关节运动

拇指指间关节主动屈曲在 75°～80°，被动为 90°，主动伸展为 5°～10°，如用拇指指腹用力按压物体可致指间关节过伸。

近侧指间关节的屈曲度大于 90°，屈曲度从示指向小指逐渐增加，其中小指的屈曲度可达 135°。远侧指间关节的屈曲度小于 90°。近侧指间关节的主动伸直范围为 0°，远侧指间关节的主动伸展范围在 0°～30°之间。指间关节无主动的内收、外展运动。

（丁自海）

第二节　手关节损伤

一、腕部韧带损伤

（一）腕关节不稳分类

Taleisnik（1980）分为四大类：

1. 外侧腕骨不稳定症

（1）舟骨—大多角骨分离；

（2）舟骨—头状骨分离；

（3）舟骨—月骨分离。

2. 中央腕骨间不稳定症

（1）背侧不稳定症；

（2）掌侧不稳定症。

3. 内侧腕骨不稳定症

三角骨—月骨分离。

4. 近侧列腕骨不稳定症

（1）尺侧移位；

（2）背侧移位；

（3）掌侧移位。

上述以舟骨—月骨分离为多见。

（二）诊断

1. 有腕部外伤史；

2. 运动时疼痛；

3. 手部握力弱；

4. 活动时出现弹响，有时出现关节积液；

5. X 线片示舟骨、月骨间有 2mm 以上的间隙。

由于舟骨向掌侧旋转，显示舟骨变短，在侧位片显示舟骨的轴与桡骨的轴近于垂直。

（三）治疗

新鲜的腕部韧带损伤，如无腕部骨折或脱位，用石膏固定 2 周，逐渐进行功能锻练，在恢复期配合理疗。陈旧性腕部韧带损伤伴有腕骨分离、腕关节不稳者，如经长期理疗、中草药烫洗等治疗无效者，可进行腕骨局部融合术。两骨间韧带重建术效果不肯定。

二、腕骨脱位

腕骨脱位的类型较多，在外伤情况下，任何腕骨都有脱位的可能，但临床上最常见的是单纯的月骨脱位、经舟骨—月骨周围脱位和月骨周围脱位。

（一）月骨脱位

当摔倒后腕关节过度背伸位，体重由桡骨末端直接作用于头状骨时，使月骨屈侧的月头韧带及背侧的桡月韧带断裂，导致月骨向腕关节屈侧脱位。月骨的血供来自前韧带和后韧带，当月骨脱位后，前韧带或后韧带断裂或前后韧带均断裂，使月骨血供部分或完全中断、造成月骨不同程度的血供障碍，将引起月骨的无菌性坏死（图 10—9）。

1. 症状及诊断　有明显外伤史，腕关节肿胀，活动受限，月骨向前脱出，压迫指屈肌腱使之张力增大，手指不能完全伸直。脱出的月骨可以压迫正中神经，使正中神经支配区的桡侧三个手指感觉障碍。

X 线片可显示月骨脱位，正位片正常的月骨是四方形，而脱位后可变为三角形；侧位片头状骨的头已不在月骨的凹面而位于月骨的背侧，月骨的凹形向前倾斜。

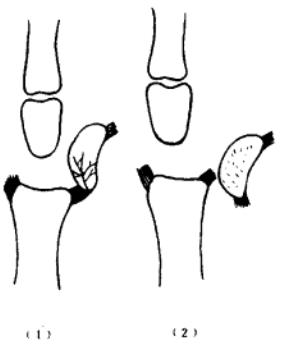


图 10—9　月骨脱位

(1) 背侧韧带断裂，掌侧韧带完整，血运部分中断

(2) 掌、背侧韧带全断裂，血运完全中断

2. 处理

(1) 手法复位　对新鲜的月骨前脱位应早期复位，在臂丛麻醉下背伸腕关节持续牵引，使头状骨与桡骨间隙加宽，术者用另一手拇指按压脱位的月骨使其复位。摄片检查，证实月骨已复位后，用石膏夹固定患腕掌屈 45°位，一周后将腕关节改用中立位固定，三周后拆除石膏逐渐进行功能锻炼。在制动期，手指应经常活动。

(2) 手术治疗　如手法复位失败或脱位时间超过 3 周者，应进行手术复位。手术方法：在腕部正中做弧形切口，保护正中神经，牵开指屈肌腱，显露腕关节，检查月骨如有韧带相连，月骨本身完整，需仔细清除头状骨与桡骨间肉芽或纤维组织，扩大其间隙，将月骨复位。但手术效果不一定理想，因脱位的月骨由于外伤后血供破坏，容易造成无菌性坏死。对月骨脱位已失去韧带联系者，应予摘除。术后腕关节功能位固定 3 周，开始功能锻炼。以后虽然握力及腕部活动有轻度影响，但功能满意。

（二）月骨周围脱位

腕部外伤后月骨与桡骨仍保持正常关系，而其他腕骨发生向后脱位称为月骨周围脱位。此症是由于外伤时手掌着地，腕关节

过伸、尺偏及腕中部旋转所致。

1. 症状及诊断　有腕部外伤史，腕关节活动受限，局部肿胀。X 线摄片：正位片示近远排腕骨重叠，侧位片示头状骨在月骨的背侧。月骨位置无变化、舟骨近段向背侧旋转。

2. 处理　对新鲜脱位，在臂丛或局部麻醉下前臂旋前位，一助手牵引患肢前臂，术者持续牵引手部 3～5 分钟，由腕背伸逐渐掌屈，同时按压脱位的腕骨即可复位。复位后用石膏固定在屈腕 30°位，两周后改为中立位，共固定 4 周，解除固定后行功能锻炼。如脱位时间在 3 周以上不能手法复位者，需进行手术复位。

（三）经舟骨月骨周围脱位

经舟骨月骨周围脱位，发生机理与月骨周围脱位相似，伴有舟骨骨折，舟骨远端随同头状骨等向背侧移位而舟骨近端和月骨与桡骨保持正常关系。

整复方法与月骨周围脱位基本相同，复位后用短臂石膏管连同拇指固定在微屈腕位置，三周后改为功能位置，按舟骨骨折治疗。如新鲜骨折脱位手法复位失败者或受伤三周以上者，需进行手术复位，同时行舟骨植骨固定。若脱位时间太长无法手术复位者，需进行腕关节融合术。

三、腕掌关节脱位

腕掌关节脱位特征性表现在第 1 腕掌关节。单纯脱位比较少见，往往伴有第 1 掌骨基底部骨折，也称为 Bennett 骨折。其他掌骨基底与腕骨间有坚强的韧带相连，活动范围小，特别是示、中指腕掌关节几乎无活动性，造成脱位的机会不多。第 5 掌骨活动性较大，可以出现单独脱位，其他则是多发性完全脱位或半脱位。

新鲜的腕掌关节脱位或半脱位，如不伴有皮肤破损或伸腱损伤，手法复位比较容易，在助手牵引下，术者一手在腕关节掌侧向上提顶，另一手向下按压突出的掌骨基底即可复位，复位后以石膏固定在腕关节背伸位，三周后拆除石膏，逐渐进行功能锻炼。

陈旧性腕掌关节脱位手法不易复位，如果妨碍手指伸屈活动或明显影响外观者，可将突起的掌骨基底凿平，以改善功能。也可以进行掌骨基底部切除，复位后以钢针固定和局部植骨术。

四、手部关节强直

手部关节强直直接影响手部的功能。引起关节强直的原因较多，但最常见的原因是关节内骨折或感染造成关节面破坏、粘连，日久发生骨性愈合。当关节强直影响外观及功能时，需采取手术进行矫正。

（一）关节融合术

关节融合是将有伤残的关节固定在功能位以解除疼痛，稳定关节，矫正畸形。手部关节的固定，多用于近侧指间关节和远侧指间关节，因掌指关节固定后对功能有较大影响，不在特殊情况下，一般不做固定。对关节固定的角度，应根据病人的工作性质来决定。一般是拇指的掌指关节为 25°，指间关节为 20°，手指的掌指关节为 20°～30°，近侧指间关节为 40°～50°，远侧指间关节为 15°～20°。根据以上不同部位，截除关节端，在功能位以克氏针固定，当融合失败后，需进行植骨处理。

（二）掌指关节成形术

掌指关节强直、陈旧性脱位或关节内骨折一般不行关节融合。当动力肌腱正常者，可应用关节成形术。手术方法：在掌指关节背侧指伸肌腱的桡侧做纵行切口，长 4cm，切开皮肤、皮下组织，在骨间肌与伸肌腱间纵行切开，暴露关节，凿开已强直的关节，用线锯截除掌骨远端 1cm。如近节指骨关节面完整，可不做处理，否则可修成平面。掌骨残端修成锥状或楔形，此时牵引关节形成 1cm 间隙，掌骨残端用筋膜片或骨膜片覆盖，做

荷包缝合；于末节指骨横穿一克氏针．背侧将已备好的石膏托牵引弓固定，在维持掌指关节近 90°位牵引 1 月。

（三）掌指关节、指间关节人工关节置换

当掌指关节、近侧指间关节强直而动力腱正常的病人，可应用人工关节置换改善关节功能。目前使用的人工指关节为硅橡胶制品，分茎片式和关节囊式。

操作方法：入路同关节成形，显露关节后，从掌骨头下剥离关节囊，使其保留近节指骨基底部，分离掌骨周围的软组织，用线锯截除掌骨远端 1cm 左右，以容纳人工关节，扩大掌骨、近节指骨的髓腔，放置选好的人工关节，而后将关节囊覆盖于人工关节的表面，与周围组织缝合，缝合皮肤。用石膏固定掌指关节伸直位 4 周，解除固定后进行功能锻炼。

（四）吻合血管的跖趾关节移植修复掌指关节

因外伤、感染等引起的掌指关节强直或畸形，不但侵犯关节，也累及到韧带、肌腱等组织。应用关节成形、人工关节置换可以使强直的关节恢复一定的功能，但很难获得良好的疗效。不吻合血管的关节移植，由于缺乏血液供应，日后骨关节都出现不同程度的变性吸收，功能也不理想。近 10 年来，国内外专家对吻合血管的跖趾关节移植实验研究已获得成功，取得可喜效果。国内郭恩覃等（1980）成功地进行吻合血管的第 2 跖趾关节移植修复掌指关节，解放军第 89 医院王成琪等（1984）在国内首次进行了吻合血管的趾间关节移植修复拇指掌指关节。术后长期观察，外观及功能满意。目前，随着显微外科技术的发展，此手术在临床应用逐渐增多，而且根据手部组织残缺的实际情况，可携带肌腱、皮肤等组织，进行一次性修复（手术方法见第 19 章）。

五、手部关节僵直

手部关节僵直多由于侧副韧带挛缩、关节囊挛缩或粘连造成。其原因主要是手部创伤后肿胀，纤维蛋白渗液在关节囊内积存，从而产生纤维化和挛缩，使掌指关节活动受限。也有些是因手部骨折行外固定不当而造成。手部关节囊挛缩又可分侧副韧带挛缩和掌侧关节囊挛缩。前者使关节处于伸直位而屈曲受限，后者使关节处于屈曲位而伸直受限。在治疗上，严重侧副韧带挛缩需行侧副韧带切除方能使关节屈曲，而严重的掌侧关节囊挛缩则需行掌侧关节囊延长术。

（一）侧副韧带挛缩

手部外伤后，如果将掌指关节制动于伸直位，处于伸直状态的侧副韧带将逐渐挛缩，最终将严重妨碍掌指关节的屈曲活动。治疗方法是切除挛缩的侧副韧带，术后能获得满意效果。

切除侧副韧带的方法：在手背掌指关节之间做三条纵行皮肤切口（长 2cm），暴露伸指肌腱扩展部，纵行切开后即暴露骨间肌肌腱，牵开后即可见到侧副韧带。侧副韧带的纤维走行是由掌骨头侧方偏背侧斜向近节指背基底侧方偏掌侧，将韧带分离后从止点到起点彻底切除，此时僵直的关节即可被动屈曲（图 10—10）。术后用石膏固定于掌指关节屈曲位，三周后逐渐进行功能锻炼。

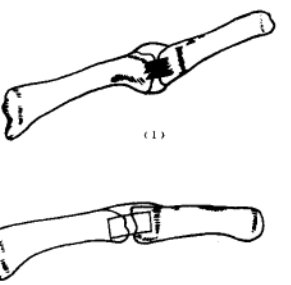


图 10—10　侧副韧带切除术

（1）挛缩的侧副韧带　（2）侧副韧带切除范围

（二）关节囊挛缩与粘连

关节伸直受限，可因掌侧关节囊挛缩或背侧关节囊粘连所致。相反，关节的屈曲受限可由背侧的关节囊挛缩或掌侧的关节囊粘连引起；指背侧皮肤瘢痕、伸肌腱粘连也可以使关节屈曲受限。

关节囊挛缩、粘连可行关节松解术。将已挛缩的关节囊切开或切除，对关节内的粘连于关节面上剥离，对于没有伸腱粘连而且手内在肌功能良好者，可收到满意效果。对掌指关节囊掌侧挛缩、掌指关节伸直受限时，可在关节近侧将掌侧纤维软骨板掀起，向前推移，最大限度地得到掌指关节的伸直范围，闭合伤口，固定 3～5 日，主动进行功能锻炼。

六、掌指关节侧副韧带损伤

因过伸、侧向或旋转暴力致掌指关节侧副韧带损伤，在平时比较多见。2～5 指侧副韧带损伤，由于有手内在肌支持，关节可以稳定，除早期出现局部痛、肿、活动受限外，后期多数不遗留症状。但拇指掌指关节侧副韧带损伤，如早期无妥善处理，常常会使拇指侧向不稳，影响捏、握功能。拇指掌指关节侧副韧带损伤的部位，一般尺侧多见，这可能由于拇指桡偏损伤机会多所致。

损伤的关节肿胀、疼痛、伸屈受限，主要是侧方活动不稳。当被动外展或内收位照片时，可见关节伤侧间隙增宽或半脱位状，有时伴有撕脱骨片。

治疗应根据韧带损伤的程度而定。如韧带不完全断裂，关节尚稳定，侧向活动不明显者，可用石膏固定在拇指功能位，三周后解除固定功能锻炼；如果侧副韧带完全断裂，由于断裂的韧带回缩，两断端不能直接接触，石膏固定容易失败，可尽早进行手术，行韧带修复重建术。

手术方法：关节伤侧纵行切口，暴露断裂的韧带，清除局部血块，检查韧带损伤的情况，如果见韧带断面整齐，可用丝线直接褥式缝合（图 10—11）。术后用石膏固定在功能位，三周后练习活动。



图 10—11　侧副韧带端端褥式缝合

当侧副韧带断面不齐，无法直接缝合者，可采用以下几种方法重建韧带。

1. 掌长肌腱重建侧副韧带　①取同侧掌长肌腱纵切一半，长 6cm 备用。在近节指骨基底和掌骨颈部各用 2.5mm 的钻头垂直钻孔，将掌长肌腱“8”字形穿过骨孔连接缝合，重建韧带（图 10—12）。②在近节指骨和掌骨颈尺侧韧带附着点处各横向钻一骨孔，将掌长肌腱穿入骨洞，在关节桡侧做 2cm 纵行切口，将掌长肌腱重叠缝合或用拉出钢丝法重建尺侧侧副韧带（图 10—13）。



图 10—12　掌长肌肌腱穿过骨孔“8”形缝合修复尺侧副韧带

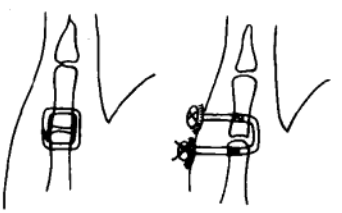


图 10—13　掌长肌肌腱重建侧副韧带
（1）重叠缝合法　（2）拉出钢丝法

2. 用拇短伸肌腱重建尺侧侧副韧带　将拇短伸肌腱在腕关节处切断，在掌指关节处

抽出，在掌骨颈部和近节指骨基底各横行钻孔，把拇短伸肌腱从掌骨颈桡侧骨孔穿入，尺侧引出，再由指骨骨孔尺侧穿入，桡侧引出，缝合固定（图 10—14）。

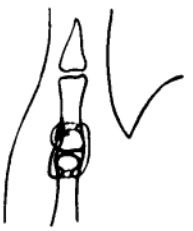


图 10—14　拇短伸肌肌腱重建尺侧副韧带

术后拇指用石膏固定在功能位，3～4 周去除石膏，功能锻炼。

七、掌指关节脱位

在掌指关节极度背伸时，外力继续增加，迫使掌骨头突破关节囊到达皮下，造成掌指关节脱位。临床上以拇指与示指掌指关节脱位最多见，有些半脱位的患者伤后可自行复位，来院时仅见有关节肿胀及功能受限，X 线片无脱位征象。

（一）拇指掌指关节脱位

掌骨头向掌侧脱位，穿破掌侧关节囊，此时关节囊纵行裂口将掌骨头夹着，掌指关节处籽骨也可能嵌在关节之间，有时拇长屈肌腱绕着掌骨头，当牵引复位时，嵌夹的组织将掌骨头卡住，所以越牵越紧，造成复位困难，遇此情况需进行手术复位。

手术方法：在拇指掌指关节桡侧做一 3cm 的纵行切口，暴露出掌骨头，将嵌夹在掌指关节间的关节囊、籽骨、拇长屈肌腱牵出，牵引后即可复位，缝合切口，石膏固定 2～3 周。对于陈旧性掌指关节脱位，因拇指的功能受到严重的影响，可进行手术复位，术中如发现关节损伤较重，需进行关节融合术。

（二）示指掌指关节脱位

脱位后掌指关节呈过伸畸形，掌骨头向掌侧、近节指骨基底向背侧并偏向尺侧，脱位后屈肌腱紧张，迫使示指呈半屈位，由于掌指关节处腱膜与皮下有纤维组织相连，皮下组织因牵拉下陷，皮肤可出现桔皮状。示指掌指关节脱位时，掌骨头从掌板近端穿破关节囊，掌板嵌于两关节之间，掌骨颈两侧夹在指屈肌腱和蚓状肌之间，常常是闭合复位失败的原因。若手法复位失败，应立即手术切开复位。

手术方法：沿远端掌横纹作横切口，将掌指关节囊前纤维软骨板及掌浅韧带纵行切开，牵开夹着掌骨的组织，牵引后即可复位，用石膏半屈位固定 3 周。

八、指间关节侧副韧带损伤及关节脱位

（一）指间关节侧副韧带损伤

指间关节为单向活动的伸屈关节，过伸、旋转或侧方暴力下可造成指间关节的侧副韧带损伤，有完全性断裂和不完全性断裂两种，常伴有在韧带附着处撕脱的骨块和关节脱位。

1. 诊断　对于韧带损伤的诊断，要注意外力的方向，是桡侧外力还是尺侧外力。局部肿胀明显、压痛，如韧带完全断裂，被动侧方搬动时可出现侧方不稳和偏斜畸形。X 线摄片有的可显示撕脱的骨块。

2. 处理　在早期侧副韧带损伤者，可将伤指伸直位固定 3～4 周，逐渐进行活动，并配合热疗、中草药烫洗。对合并有撕脱骨折移位者，可行手术切开复位细钢针固定。陈旧性韧带断裂关节不稳定者，可手术行侧副韧带紧缩或利用指屈浅肌腱的部分做侧副韧带重建术，术后用石膏管型固定伸直位 3～4 周。

（二）指间关节脱位

指间关节脱位多由于手指过伸或侧方外力造成，有的手指在受伤时可暂时性脱位，伤

后自行复位。脱位的方向多数是远节指骨向背侧移位，同时伴有侧方偏移。

在指神经阻滞麻醉下或不用麻醉，牵引手指同时屈曲即可复位，复位后用石膏或铝板固定手指功能位3周，逐渐进行活动。对陈旧性指间关节脱位，可手术切开复位，如关节疼痛伴活动受限影响工作者，可行关节融合术或人工关节置换术。

（周建国）

第十一章　手肌应用解剖

从广义上讲，凡与手部运动有关的肌肉都属于手肌。按手肌对手部运动所起的作用将其分为四类，即动力肌、协同肌、拮抗肌和固定肌。

动力肌和拮抗肌的肌腹在前臂。根据不同运动，前臂肌的作用性质互为转换。手屈曲运动时，前臂前群肌为动力肌，后群肌为拮抗肌。反之，手背伸运动时，后群肌为动力肌，而前群肌则为拮抗肌。它们的肌腱集中通过腕部及手的掌、背侧，止于指骨，运动掌指关节和指间关节。这些肌肉的收缩可使手指作强有力的大幅度运动。

协同肌位于手部，这些肌肉对于维持手的正常姿势和功能起着重要的作用，协同动力肌完成各种精细动作。

固定肌的作用是在手运动之前使上肢作好准备姿势，它包括：①肩关节周围的肌肉，主要为三角肌；②止于肘部的肌肉，主要有肱二头肌、肱肌及肱三头肌，使肘关节作屈、伸运动；③止于桡、尺骨和腕部的肌肉，可使前臂旋前、旋后或使腕关节屈、伸、内收和外展。

从运动手部的肌肉所在位置分类，通常将其分为手外在肌和手内在肌两种，前者位于前臂，后者位于手部。本章按此种分类方法介绍所属肌肉。

第一节　手外在肌

手外在肌共20块，位于前臂尺、桡骨的周围，多为长梭形肌。其肌腹位于近侧，向远端移行为长腱，大多止于腕骨、掌骨和指骨。主要作用于肘关节、桡尺关节和手关节。手外在肌依其功能可分为屈肌、伸肌和回旋肌，按解剖部位，可将其分为前群肌和后群肌。前群肌主要为屈肌和旋前肌，后群肌主要为伸肌和旋后肌。屈肌主要起自肱骨内上髁及髁上嵴，伸肌主要起自肱骨外上髁。

一、前臂前群肌

前臂前群肌共9块，依其位置可分为深、浅两层。

（一）浅层肌

浅层肌自外向内分别为肱桡肌、旋前圆肌、桡侧腕屈肌、掌长肌、尺侧腕屈肌和指浅屈肌（图11—1）。

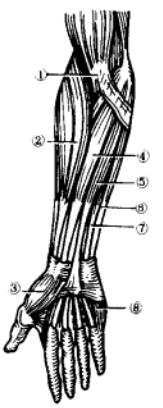


图11—1　前臂前群浅层肌

①肱二头肌腱　②肱桡肌　③手肌外侧群　④桡侧腕屈肌　⑤掌长肌　⑥尺侧腕屈肌　⑦指浅屈肌　⑧手肌内侧群

1. 肱桡肌　位于前臂掌侧面的外侧部皮下，为长而扁的梭状肌，其内侧自上而下毗邻肱肌、旋前圆肌和桡侧腕屈肌，其深面是

桡侧腕长伸肌。该肌起自肱骨外上髁的上方和外侧肌间隔。肌腹在前臂中部移行为肌腱，向下止于桡骨茎突的基底部。腱的外侧部被拇长展肌腱所掩盖。由于此肌越过肘关节的前方，起点又远离肘关节的运动轴，是有力的屈肘关节的肌肉。当前臂处于旋前位时，该肌有旋后的作用，而前臂处于旋后位时又有旋前作用。

肱桡肌全长约 30.7cm，其中腱长 9.6cm。血供主要来自肱深动脉的前支、桡侧返动脉及桡动脉的肌支。受桡神经（C_5、C_6）支配，肌支以 2～3 支者多见。主要的变异有：①肌腹纵裂为二；②起点上移至三角肌粗隆下方；③止点下移至舟骨或第 3 掌骨。

2. 旋前圆肌　位于前臂前面上部的皮下，为圆锥形长肌，构成肘窝的内侧界。该肌的起点有二个头：一是肱头，大而浅，起自肱骨内上髁、臂内侧肌间隔和前臂固有筋膜；二是尺头，小而深，起自尺骨冠突的内侧缘，两头间有正中神经通过。两头在正中神经外侧汇合后，肌束在肱二头肌腱的浅面斜向外下方，在桡骨掌侧面形成扁腱，止于桡骨中 1/3 的背面和外侧面。收缩时，有旋前和屈肘关节的作用。

旋前圆肌长约 15.7cm，宽 1.5cm，厚 0.7cm。血供来自滑车上动脉及尺侧返动脉的肌支。该肌受正中神经（C_6、C_7）支配，肌支以 2～3 支者多见。

3. 桡侧腕屈肌　位于前臂前面中部的皮下，其外侧为旋前圆肌和肱桡肌，内侧为掌长肌。该肌是一典型的梭状肌。起自肱骨内上髁和前臂深筋膜，肌纤维向外下，于前臂中部移行为长腱。肌腱穿过腕横韧带深面，沿大多角骨沟到手掌，止于第 2、3 掌骨底的掌侧面。肌腱在经过大多角骨沟时，被桡侧腕屈肌腱鞘包绕。该肌收缩时，主要屈肘关节，但因止点偏外，也有使手外展和前臂旋前的作用。

桡侧腕屈肌全长约 27.8cm，其中腱长 8.9cm。受正中神经（$C_{6\sim8}$）支配，肌支以 1～2 支者多见。桡侧腕屈肌的主要变异在止端处，止腱可一部分或全部止于大多角骨，也可止于第 3、4 掌骨及舟骨。

4. 掌长肌　位于前臂前面中线处皮下，上述诸肌的内侧。肌腹小，起自肱骨内上髁和前臂深筋膜，肌纤维斜向下方移行于细长的肌腱，经腕横韧带的浅面至手掌，连于掌腱膜。该肌的主要功能是协助其他肌肉屈腕和紧张掌腱膜，并稍有使前臂旋前的作用。

掌长肌长约 26.8cm，其中腱长约 13.9cm，腱宽约 0.5cm。掌长肌的变异较多，最常见者为缺如。国内调查发现，缺如者占 4%左右，当掌长肌缺如时，掌腱膜直接起自腕横韧带。其他变异有：①肌腹由尺侧腕屈肌或桡侧腕屈肌分出；②腱分裂；③双掌长肌；④止点变异；⑤起止点完全倒置等。掌长肌受正中神经（$C_{7\sim8}$、T_1）支配。

5. 尺侧腕屈肌　位于前臂内侧缘皮下，指浅屈肌的内侧，该肌为长而扁的半羽状肌。起端有两个头：一为肱头，起自肱骨内上髁和前臂深筋膜；另一个为尺头，起自尺骨鹰嘴和尺骨背侧面上 1/3 段。两头之间有尺神经通过。肌纤维向下，在前臂中下部移行为短腱，经腕横韧带的深面附于豌豆骨，并续于豆钩韧带和豆掌韧带。在其止点处，常有一小滑液囊，称尺侧腕屈肌囊。此肌为强大的屈腕肌，同时协助屈肘，并使腕内收。

尺侧腕屈肌长约 25.2cm，其中腱长 3.2cm。血供主要来自尺侧上副动脉和尺侧返动脉的分支。尺侧腕屈肌受尺神经（C_7～T_1）支配，肌支在尺神经沟处发出，下行 0.6～3.9cm 入肌。尺侧腕屈肌的变异有两种情况：一是腱与腕掌侧韧带及掌腱膜相连；二是部分肌束单独起于尺骨，止于豌豆骨，被称为尺侧腕屈短肌。

6. 指浅屈肌 位于前臂第一层诸肌的深面。起点面宽，有两个头：一是肱头，起自肱骨内上髁和尺骨冠突；二是桡头，起自桡骨上 1/2 段的掌侧面，即前臂前面深层各肌起点的上方，两头在中间的腱弓处相互愈合。腱弓的深面有正中神经和尺动、静脉通过。肌腹向下在前臂中、下 1/3 段交界处移行为四个扁腱，这些肌腱在腕部排列成两层，浅层为至中指和环指的肌腱，深层为至示指和小指的肌腱。四个肌腱经过腕管和手掌，分别进入示指、中指、环指和小指的骨性纤维鞘管内，各腱在各指的近节指骨中部变扁并开始分成两股，包被深面的指深屈肌腱，并转至指深屈肌腱的深面，至近侧指间关节平面再分叉，分别止于中节指骨底的掌侧。

此肌的主要作用是屈掌指关节和近侧指间关节，并协助屈肘和屈腕运动。

指浅屈肌的四个肌腱在桡骨茎突平面及腕管内的测量数据见表 11—1。

表 11—1 指浅屈肌腱的测量数据（cm）

手指	部位	宽	厚
示指	桡骨茎突	0.4(0.3～0.6)	0.2(0.1～0.3)
	腕管内	0.4(0.2～0.6)	0.2(0.1～0.3)
中指	桡骨茎突	0.5(0.4～0.6)	0.3(0.2～0.4)
	腕管内	0.4(0.3～0.6)	0.3(0.2～0.4)
环指	桡骨茎突	0.4(0.2～0.7)	0.2(0.1～0.4)
	腕管内	0.3(0.2～0.6)	0.2(0.1～0.3)
小指	桡骨茎突	0.2(0.1～0.3)	0.1(0.1～0.2)
	腕管内	0.2(0.1～0.3)	0.1(0.06～0.2)

指浅屈肌长约 37cm，其中腱长 13cm。血供主要来自尺侧下副动脉及尺侧返动脉的分支。该肌受正中神经（C_7～T_1）支配，肌支以 2～3 支者多见。变异以小指肌腱缺如较为常见。指浅屈肌的异常肌腹有三种类型：①肌腹从前臂延伸至腕管远端；②指浅屈肌不起自前臂，而起于腕横韧带和掌腱膜，肌腹在掌部向远侧延伸；③二腹肌型，异常的手掌肌代替部分肌腱，两端与肌腱相连。

指浅屈肌异常是一种返祖现象。人类的指浅屈肌是手外在肌，位于前臂肌群的中间，两栖类动物的屈趾肌也位于中间，但为短肌型，起于腕部，肌腹位于掌部。爬行类动物前臂的长肌止于腕部，短肌在掌部，互不相连。人类的手具有独特的功能，有些活动手指的掌部肌肉退化消失，异常的掌部指浅屈肌肌腹可能就是这种退化的肌肉再现。

（二）深层肌

深层肌包括拇长屈肌、指深屈肌和旋前方肌（图 11—2）。

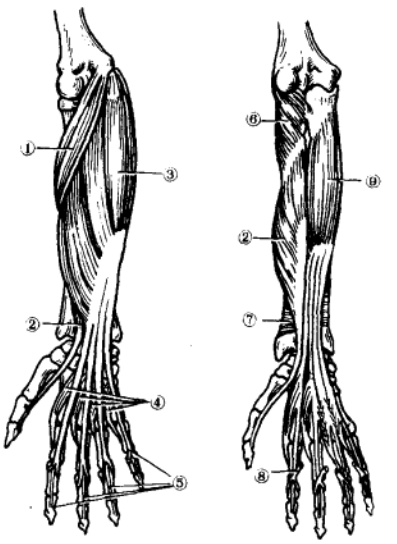


图 11—2 前臂前群深层肌

①旋前圆肌 ②拇长屈肌 ③指浅屈肌 ④蚓状肌 ⑤指深屈肌腱 ⑥旋后肌 ⑦旋前方肌 ⑧指浅屈肌腱 ⑨指深屈肌

1. 拇长屈肌 为半羽状肌，位于前臂外侧，肱桡肌和指浅屈肌的深面，紧贴桡骨的前面，其内侧为指深屈肌。起自桡骨前面中部（指浅屈肌起点和旋前方肌止点之间的区域和邻近的骨间膜，有时有一小肌束起自肱骨内上髁和尺骨）。肌纤维向远侧移行于长腱，通过腕管至手部，在拇短屈肌浅头与深头和拇收肌之间进入拇指的骨性纤维鞘管，止于拇指远节指骨底的掌面。在腕管内被拇

长屈肌腱鞘包绕。在拇指的骨性纤维管内，包以拇指腱滑液鞘。拇长屈肌可视为指深屈肌的一部分，在人类，有时发现该肌的一些纤维与指深屈肌相愈着。此肌的主要作用是屈拇指和协助屈腕。

拇长屈肌长约 29.7cm，其中腱长 12.9cm。血供主要来自骨间总动脉或骨间前动脉。该肌受正中神经（$C_{6\sim8}$）支配。主要的变异为起点上移至桡骨粗隆或肱骨内上髁。

2. 指深屈肌　位于前臂内侧，指浅屈肌的深面和尺侧腕屈肌的外侧，肌腹较大，呈梭型。起自旋前方肌起点和肱肌止点之间的尺骨体上 3/4 的前面、前缘、内侧面和邻近的骨间膜，肌纤维向远侧移行为肌腱。此肌可分为两部，外侧部较小，主要起自骨间膜，除上端深部有纤维与内侧部交错外，基本上形成一独立的半羽状肌。肌腱向远侧至示指，因此示指活动有较大的独立性。内侧部较大，呈羽状肌腹，肌腹向远侧移行为中指、环指和小指肌腱，除至小指的腱在肌腹肌腱移行部上方即分离外，其余各腱都借结缔组织连结，腱进入手后才分离。指深屈肌腱位于指浅屈肌腱的深面，经过腕管时与指浅屈肌腱包于同一指总屈肌腱鞘内。经过手掌后分别进入指腱滑液鞘，在穿过指浅屈肌腱的两脚之间后，腱变成扁带状或分成两股，在远节指骨底形成广泛的止点。指深屈肌的主要作用是屈示指、中指、环指和小指的远侧指间关节。

指深屈肌长约 34cm，其中腱长 16cm。其血供主要来自尺侧下副动脉和骨间前动脉。指深屈肌和指浅屈肌均为适应手指的精细动作而逐渐分化来的。指深屈肌的桡侧半受正中神经支配，尺侧半受尺神经支配。至于各神经所支配的肌肉多少，各占多大比例，因人而异。一般情况是各占 1/2，即正中神经支配至示指和中指的肌纤维，而尺神经支配至环指和小指的肌纤维。指深屈肌腱在桡骨茎突平面及腕管内的测量数据见表 11—2。

表 11—2　指深屈肌腱的测量数据（cm）

手指	部位	宽	厚
示指	桡骨茎突	0.5(0.4～0.6)	0.2(0.1～0.3)
	腕管内	0.5(0.3～1.0)	0.3(0.2～0.4)
中指	桡骨茎突	0.5(0.3～0.7)	0.3(0.2～0.4)
	腕管内	0.5(0.3～0.8)	0.4(0.2～0.5)
环指	桡骨茎突	0.4(0.2～0.5)	0.3(0.2～0.4)
	腕管内	0.4(0.2～0.5)	0.3(0.2～0.6)
小指	桡骨茎突	0.2(0.1～0.3)	0.2(0.1～0.4)
	腕管内	0.3(0.2～0.4)	0.3(0.1～0.5)

3. 旋前方肌　位于拇长屈肌和指深屈肌的深面，紧贴桡、尺骨远侧 1/4 的前面，为一四方形扁肌。肌纤维起自尺骨远侧 1/4 的前缘，肌束斜向外下方，止于桡骨远侧 1/4 的前面及前缘。此肌收缩时使前臂旋前。

旋前方肌的桡、尺侧缘长约 4.5cm，近、远侧缘长约 3.7cm。其远侧缘距舟骨和月骨分别为 2.6cm 和 2.4cm。其血供来源为骨间前动脉，受正中神经（$C_{6\sim8}$）支配。

二、前臂后群肌

前臂后群肌共 11 块，依其位置可分为浅、深两层。

（一）浅层肌

浅层肌由外向内为桡侧腕长伸肌、桡侧腕短伸肌、指伸肌、小指伸肌、尺侧腕伸肌和肘肌（图 11—3）。

1. 桡侧腕长伸肌　位于前臂桡侧缘皮下，近侧的大部分位于肱桡肌与桡侧腕短伸肌间的浅面。肌腹呈纺锤形，在肱桡肌起点的下方起自肱骨外上髁、髁上嵴和臂外侧肌间隔，肌束向下移行为长腱，该腱自近向远位于拇长展肌、拇短伸肌和拇长伸肌腱的深面，并与之交叉，经腕背侧韧带的深面至手背，腱的绝大部分止于第 2 掌骨底的背侧面（99%）；极少数止于第 2、3 掌骨底或第 1、2 掌骨底；副腱的出现率为 22.4%。此肌的主

要功能是伸腕和使手外展，并有使前臂旋后的作用。

桡侧腕长伸肌长约 31.1cm，其中腱长约 16.8cm。血供主要来自桡侧返动脉和骨间后动脉。该肌受桡神经（$C_{5\sim7}$）支配。

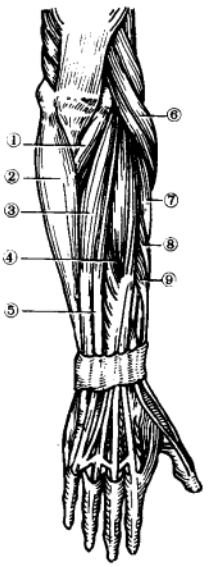


图 11—3　前臂后群浅层肌

①肘肌　②尺侧腕屈肌　③尺侧腕伸肌　④指伸肌　⑤小指伸肌　⑥桡侧腕长伸肌　⑦桡侧腕短伸肌　⑧拇长展肌　⑨拇短伸肌

2. 桡侧腕短伸肌　呈梭形，位于前臂桡侧，桡侧腕长伸肌与指伸肌之间，肌腹较桡侧腕长伸肌略短。该肌起于肱骨外上髁和前臂骨间膜，肌纤维向下移行为长而扁的肌腱，位于桡侧腕长伸肌腱的背内侧，止于第 3 掌骨底背侧，可有部分纤维同时止于第 2 掌骨底，极少数有副腱出现。在其止点处，腱与第 2 掌骨底部背侧之间，有一桡侧腕短伸肌囊。此肌的主要作用是伸腕，并协助手外展。

桡侧腕短伸肌长约 26.8cm，其中腱长约 11.6cm。主要变异为桡侧腕长、短伸肌的腱部分融合，在腕背部可见有副腱。其血供和神经支配同桡侧腕长伸肌。

3. 指伸肌　位于前臂背侧面，其外侧是桡侧腕短伸肌，内侧是尺侧腕伸肌。该肌起自肱骨外上髁和前臂筋膜，肌腹向下于前臂中、下 1/3 段交界处，移行为四个并列的长腱，与示指伸肌腱共同通过腕背侧韧带深面的骨性纤维管至手背，在手背部呈放射状经掌骨小头至示指、中指、环指和小指中节指骨底的背面。腱的横行纤维向两侧扩展，形成指伸肌腱扩张部，并在其桡侧接收蚓状肌止腱，两侧接收骨间肌止腱，共同形成伸肌腱帽。指伸肌腱在掌骨背侧近掌骨头处，各腱之间借腱结合相连贯，因而每个腱的独立活动受到限制，这种腱结合在类人猿甚为宽大，故类人猿伸指时必须同时全伸，各指单独活动欠灵活。在人类，该腱结合已呈退化现象，故手的运动灵活。指伸肌有伸示指、中指、环指和小指及伸腕的作用。

指伸肌长约 38.0cm，其中腱长约 20.0cm。血供主要来自骨间后动脉及肱深动脉的后支。该肌受桡神经（$C_{6\sim8}$）支配。主要变异为至小指的肌腱缺如。

4. 小指伸肌　肌腹细长，位于指伸肌的内侧。肌腱在肘部与上述各伸肌以伸肌总腱起自肱骨外上髁。背面通过腕背侧韧带的深面，与指伸肌腱至小指的腱束汇合，构成指背腱膜后，再分为 3 束，分别止于小指的中、远节指骨底的背面。其中指背腱膜的尺侧束来自小指伸肌腱，桡侧束来自指伸肌至小指的肌腱，中间束通常由两者共同构成，亦可由小指伸肌腱单独构成。小指伸肌腱缺如时，则分别由指伸肌至小指的腱与尺侧腕伸肌的副腱束共同代替。相反，当指伸肌至小指的腱缺如时，则完全由小指伸肌腱代替。此肌有伸小指的作用。

小指伸肌长约 33.7cm，其中腱长约 17.3cm。其血供主要来自桡侧返动脉和骨间后动脉。受桡神经（C_7）支配，肌支通常只有一支。

5. 尺侧腕伸肌　大部分位于前臂背侧面及内侧皮下，其内侧自上而下有肘肌和尺骨后缘，外侧有指伸肌和小指伸肌。该肌呈梭形，起自肱骨外上髁、前臂筋膜和尺骨后缘，肌纤维向下移行为长腱，在尺骨后面经腕背侧韧带的深面下行，止于第5掌骨底的背面。此肌的作用为伸和内收腕关节。

尺侧腕伸肌长约25.2cm，其中腱长约5.7cm。血供主要来自骨间后动脉和桡侧返动脉。受桡神经（C_7）支配。肌支以1～2支者多见，肌支长6.3～16.7cm。

6. 肘肌　为三角形小肌，位于肘关节的后外侧，起自肱骨外上髁和桡侧副韧带，肌束向内下方，止于尺骨上端的背面。收缩时可伸肘关节及牵引肘关节囊。该肌受桡神经（C_5、C_6）支配。

（二）深层肌

深层肌包括旋后肌、拇长展肌、拇短伸肌、拇长伸肌和示指伸肌（图11—4）

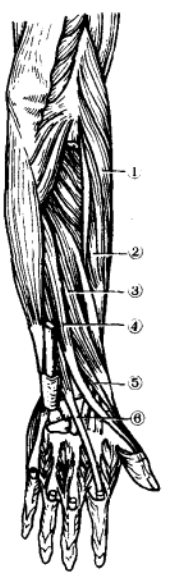


图11—4　前臂后群深层肌

①桡侧腕长伸肌　②桡侧腕短伸肌　③拇长展肌　④拇长伸肌　⑤拇短伸肌　⑥示指伸肌

1. 旋后肌　位于前臂背面上部，紧贴桡骨上1/3段骨面。该肌短而扁，被肱桡肌、桡侧腕长伸肌、桡侧腕短伸肌、指伸肌和尺侧腕伸肌所遮盖。起自肱骨外上髁（起点处与指伸肌和尺侧腕伸肌愈着）、桡骨环状韧带和尺骨旋后肌嵴，肌纤维斜向下外，并向前包绕桡骨上端，止于桡骨上1/3前面。此肌收缩时，使前臂旋后。旋后肌被桡神经深支（骨间后神经）所穿过而分成浅、深两层，在浅层近侧缘形成旋后肌弓，弓的边缘厚度约0.1～1.2cm，其中弓为腱性者（Frohse弓）占18%，半腱性者占78%，全肌性者占4%。骨间后神经均在旋后肌弓的深面入肌。因此，认为腱性弓是桡管综合征的主要原因之一。旋后肌受桡神经支配。

2. 拇长展肌　大部分位于前臂背侧中部，居尺侧腕伸肌、指伸肌的深面和拇短伸肌的上方，为梭形肌。在肘肌和旋后肌止点的下方起自尺骨和桡骨中部的背面及骨间膜，肌纤维向下外方移行为长腱，在前臂下外侧斜行跨过桡侧腕短伸肌腱和桡侧腕长伸肌腱的浅面，经腕背侧韧带的深面至手部，止于第1掌骨底外侧。此肌收缩时，使拇指和手外展，并有使前臂旋后的作用。

拇长展肌长约19.7cm，其中腱长约6.9cm。血供来自骨间后动脉和桡侧返动脉的分支。主要变异是出现副腱，占82.8～93.0%，副腱数为1～4条。副腱可止于大多角骨、拇指腕掌关节囊、拇短展肌或手背筋膜。拇长展肌受桡神经（$C_{6\sim8}$）支配。

3. 拇短伸肌　紧贴拇长展肌的外侧，为较小的梭形肌。在拇长展肌起点的下方起自桡骨背面及其临近的骨膜，肌纤维斜向外下方移行为长腱，紧贴拇长展肌腱的外侧下行，其行程与拇长展肌相同，止于拇指近节指骨底的背面。此肌收缩时，伸拇指的掌指关节及伸腕，并使拇指外展。拇短伸肌受桡神经（$C_{6\sim8}$）支配。其血供同拇长伸肌。

4. 拇长伸肌　肌腹位于前臂背侧中部、指伸肌和尺侧腕伸肌的深面，其内侧为示指伸肌，外侧自上而下为拇长展肌和拇短伸肌。起自尺骨背面中 1/3 和其邻近的骨间膜，肌束斜向下方，在指伸肌腱的外侧移行为长腱，越过桡侧腕长、短伸肌腱的浅面，经腕背侧韧带的深面，斜向拇指背面，止于拇指远节指骨底的背面及其邻近的关节囊。此肌收缩时，伸指间关节，并使前臂旋后。

拇长伸肌长约 25.4cm，其中腱长约 13.4cm。血供主要来自骨间后动脉。主要变异是该肌肌腹分裂为二或止腱分成两个，其中一个腱止于示指中节指骨底的背面，另一个腱止于拇指远节指骨底的背面。

5. 示指伸肌　肌腹位于前臂背侧下部，指伸肌的深面，外侧为拇长伸肌，内侧为尺侧腕伸肌。在拇长伸肌起点的下方起自尺骨背面的下部及邻近的骨间膜，肌纤维向下移行为长腱，在指伸肌的深面下降，经腕背侧韧带的深面至手背，在指伸肌至示指肌腱的内侧移行为指背腱膜。此肌有伸示指和伸腕的作用。

示指伸肌长约 23.6cm，其中腱长约 13.8cm。血供主要来自骨间后动脉。示指伸肌的缺如率为 2.6%，其中 0.8%出现示指短肌，代替来自前臂的示指伸肌。此外，约 2.4%的示指伸肌为两条肌腱，均止于示指的指背腱膜。在桡骨茎突平面，示指伸肌肌腱的宽度为 3.2mm，厚为 1.4mm。该肌受桡神经（$C_{6\sim8}$）支配，肌支为一支者多见。

（高承文）

第二节　手内在肌

手内在肌也称手固有肌，共 19 块，均为短小的肌肉。这些肌肉全部集中于手的掌侧和掌骨间隙内，按其位置可分为鱼际肌（外侧肌群）、掌中间肌和小鱼际肌（内侧肌群）（图 11—5）。

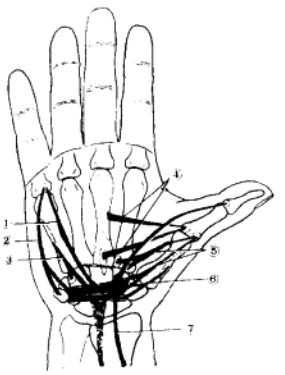


图 11—5　手肌内、外侧群

①小指短屈肌　②小指展肌　③小指对掌肌　④拇收肌　⑤拇短屈肌　⑥拇对掌肌　⑦拇长屈肌

一、鱼际肌

鱼际肌为运动拇指的一组肌肉，在手掌桡侧形成一隆起，称鱼际。包括四块肌，分浅、深两层。由桡侧至尺侧，浅层有拇短展肌和拇短屈肌，深层有拇对掌肌和拇收肌。

（一）浅层肌

1. 拇短展肌　居鱼际的桡侧皮下，拇短屈肌的桡侧，覆盖着拇对掌肌和拇短屈肌的一部分。该肌呈三角形，肌形较薄。起于腕横韧带远侧的桡侧半、舟骨结节、大多角骨结节和掌长肌腱，79%还起自拇长屈肌腱。大部分纤维越过掌指关节，向下外以短腱止于拇指近节指骨底桡侧，小部分纤维止于桡侧籽骨及拇指指背腱膜。

拇短展肌越过两个关节，是双关节肌，从手的掌面斜向桡侧，能使拇指腕掌关节屈曲，外展及旋前。止于拇指指背腱膜的纤维，尚能协助伸指间关节。因有纤维与伸肌腱膜相连，从而加强了拇指指间关节的力量，使拇指捏物有力。正常情况下，此功能并非很明显，故常被忽视。但从正中神经麻痹后的病

例中，确实表现伸拇指力量减弱。如果进行肌腱移位重建拇指外展功能时，移位的肌腱应缝合在拇长伸肌腱的尺侧，其目的是可使拇指旋前，同时亦加强了伸拇指的力量。

靳仕信（1964）对鱼际肌的解剖发现，拇短展肌除起自舟骨结节及腕横韧带外，还有部分纤维起自掌长肌腱和拇长展肌腱。此肌大多数止于拇指的指背腱膜，少数尚止于拇指近节指骨底的桡侧。一般解剖学教科书记载，鱼际肌100%的受正中神经返支（C_6、C_7）支配，实际上并非完全如此，Rowntree（1949）在手解剖中发现，拇短展肌由尺神经支配者占2.5%，由尺神经和正中神经共同支配者占2%，余之由正中神经支配。戴棣华等（1981）在解剖中发现，拇短展肌受正中神经支配者占100%。

2. 拇短屈肌　居鱼际的尺侧，部分位于皮下，部分位于拇收肌和拇对掌肌之间。该肌有浅、深两个头：浅头起自腕横韧带远侧缘的桡侧、桡侧腕屈肌腱鞘和大多角骨结节；深头也称为第1骨间掌侧肌，起自小多角骨和第2掌骨底，与拇短展肌并列。浅、深两头肌束斜向外下汇合，在其深面有拇长屈肌腱通过。在接近掌指关节处变为肌腱，部分纤维与关节囊及掌板相连，最后止于拇指近节指骨底的桡侧及其籽骨，部分纤维止于拇指指背腱膜。拇短屈肌两头之间形成一沟，有拇长屈肌腱通过。因此，当掌侧做拇长屈肌腱探查时，切口可在拇短屈肌的尺侧缘，在浅深两头间可找到此腱。该肌收缩时，主要表现为屈拇指掌指关节，并能协助拇指完成内收和对掌运动。一般认为拇短屈肌受正中神经支配（C_6、C_7）。

拇短屈肌的浅头由正中神经返支（C_6、C_7）支配者占57%，受尺神经（C_8、T_1）支配者占20%，受双重神经支配者占23%。深头受尺神经（C_8、T_1）支配者占67%，受正中神经支配者占12%，受双重神经支配者占21%。

Rowntree报道，拇短屈肌单独由尺神经支配者占48%，由正中神经和尺神经共同支配者占17%。有人采用电刺激及肌电图等方法证实了85%的拇短屈肌是由正中神经和尺神经双重支配。戴棣华等报道，拇短屈肌浅头受正中神经支配者占94.4%，受尺神经支配者占3.1%，由正中神经和尺神经双重支配者占2.5%。拇短屈肌深头受正中神经支配者占16.9%，受尺神经支配者占81.0%，受双重神经支配者占2.1%。

（二）深层肌

1. 拇对掌肌　位于拇短展肌深面的一块扁肌，较上述两肌为大。起于腕横韧带、大多角骨结节及腕掌关节处，肌纤维斜向外下方，止于第1掌骨桡侧的全长，直至掌骨头。是拇指对掌运动的主要肌肉。

拇短屈肌及拇对掌肌的纤维均斜向外下，附着点在一条线上，其性质颇似前臂之旋前肌，作用于腕掌关节时，能使拇指旋前及内收；作用于掌指关节时，则能使拇指屈曲。两者的纤维不易分离，事实上拇指对掌作用在屈拇时最为有效，两者的作用几乎不可分开。该肌收缩时，牵拉第1掌骨向手掌方向移动，产生对掌运动。

一般认为，拇对掌肌受正中神经支配。而最近提供的解剖学资料指出，拇对掌肌受正中神经支配者占83%，受尺神经支配者占9%，由正中神经和尺神经共同支配者占8%。

2. 拇收肌　位于拇指尺侧，是鱼际肌中位置最深的肌，在拇短屈肌和拇长屈肌腱的深面。有两个头，即斜头和横头。掌深弓通过其横头与斜头之间。横头起自头状骨、第3掌骨嵴的全长，由掌骨颈至掌骨底；斜头起自头状骨并覆盖头状骨及小多角骨的韧带，两头肌束向桡侧方向集中成一短腱，止于拇指近节指骨底和掌板。拇收肌在第1掌骨间

隙的远侧，位于表面，并构成鱼际间隙的底。该肌收缩时，可使拇指内收和屈曲，此外，还能轻度屈曲掌指关节及伸指间关节。一般解剖学教科书记载，拇收肌均受尺神经的深支（C_8、T_1）支配。戴棣华等报道，拇收肌受尺神经支配占98%，受正中神经和尺神经双重支配者占2%。唐清文（1980）则报道，拇收肌受正中神经支配者占3%，由正中神经和尺神经双重支配者占22%，其他由尺神经支配。

鱼际肌（除拇收肌外）可有缺如，这可能与正中神经返支发育不良有关。患者有拇指指蹼，拇指呈内收挛缩状，此系无对抗肌拮抗所致。患者对掌、捏夹及抓握均受到严重影响或丧失。鱼际肌中受正中神经支配的拇短展肌及拇对掌肌有时可缺如，而受尺神经支配的拇短屈肌深头及拇收肌均可正常。一般认为，缺陷主要为桡侧缺陷或肌肉分化不全。由以上所述，可见鱼际肌的神经支配变化较大，其主要原因是正中神经和尺神经在沿途多次吻合时，正中神经纤维加入尺神经或尺神经纤维加入正中神经所致。此外，正中神经与尺神经深支在鱼际肌区的吻合（即鱼际袢）为鱼际肌获得双重神经支配的另一种形式。戴棣华等解剖发现，鱼际袢出现率为12%，形式多样，其吻合部位在拇短屈肌深头、浅头或拇收肌的周围，所见的吻合都在肌肉外，至于在肌肉内是否出现吻合有待进一步研究。唐清文等（1980）对100只手解剖时发现，由第1指掌侧总神经发出拇收肌支者25例，其中22例与尺神经深支之间有吻合，形成鱼际袢，其出现率为22%。

临床上根据正中神经和尺神经损伤的情况研究了鱼际肌的神经支配，认为鱼际肌可由正中神经、尺神经或两者双重支配，这一观点已被国内、外学者所证实。这种变异对临床诊断是极为重要的，临床上见到正中神经完全损伤而鱼际肌中个别肌肉不出现瘫痪，即与此有关。此外，某些鱼际肌仍保持功能并不能说明正中神经未受损伤。若用过去的传统概念诊断，则可能作出错误的结论。

鱼际的四块肌肉虽然很小，但对拇指的运动甚为重要。在整个手的功能中，拇指的功能要占一半以上，由此可见鱼际肌的重要性。在作用上，拇短展肌能拉拇指与掌面垂直向前，拇对掌肌可使拇指末端与其他各指的末端相对，用手指持物即有赖于此。

鱼际肌的动脉来自该肌附近的动脉分支，即桡动脉的掌深支、第1掌背动脉的直接分支、拇主要动脉、掌浅弓及少数掌深弓的分支。动脉以三种形式分布至肌肉：①由主支发多数细小肌支穿入肌肉内，多见于肌的两缘；②由主支发一较大肌支穿入肌肉，然后再分细支，多见于肌的近端；③由主支发较大肌支行于肌间隙，在肌外膜下分为细小网状支穿入肌肉，多见于肌的相邻面。在正中神经返支入肌附近，96.7%有动脉支伴行，故可作为识别返支的标志，其中65.5%起自掌浅弓，34.5%起自桡动脉掌浅支，平均外径为0.6mm。经肌的近端穿入的动脉，起自桡动脉掌浅支，其外径平均为0.5mm。起自拇主要动脉分布于拇对掌肌的肌支外径平均为0.4mm，经肌的其他各缘或面入肌的肌支均很细小，位置变异较大。动脉在肌内的分布形式是：进入肌内的动脉相互吻合成网，由网上发出与肌纤维方向垂直的短支伸入肌束之间，短支向两端发出细支行于束间膜，再分支至肌纤维。以上结果显示，鱼际肌的动脉供应来源广、数量多，并以多方向穿入的形式分布，吻合丰富，但管径细小。

二、掌中间肌

掌中间肌位于掌中部及掌骨间隙内，包括蚓状肌和骨间肌，其中蚓状肌4块，骨间肌7块。骨间肌按其所在部位又分为骨间掌侧肌和骨间背侧肌。

（一）蚓状肌

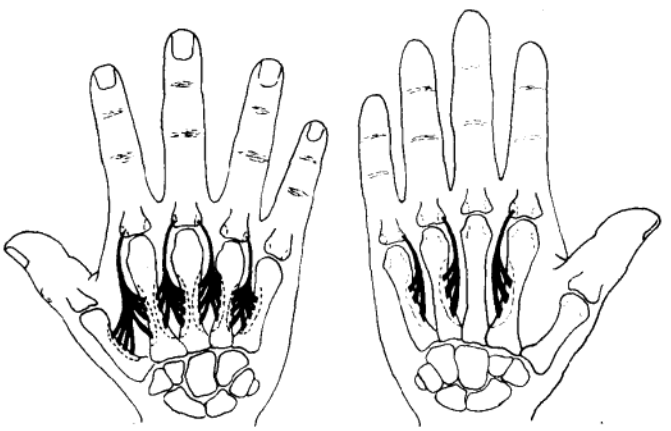
蚓状肌位于掌中部，掌腱膜深面的小肌束，形如蚯蚓状，居相应指深屈肌腱的桡侧，肌纤维向指端方向移行为肌腱，绕过示指、中指、环指和小指掌指关节的桡侧到指背，居指血管神经束的深面和掌深横韧带浅面，并包于由掌腱膜形成的蚓状肌管至手指，分别移行于示指、中指、环指和小指指背腱膜的桡侧直达近侧指间关节平面。此肌收缩时，屈示指、中指、环指和小指的掌指关节，伸远侧指间关节（见图 11—2）。

第 1 蚓状肌为单羽状肌，起自示指指深屈肌腱桡侧，最为恒定，起端有附加头者占 2.3%。第 2 蚓状肌亦为单羽状肌，起自中指指深屈肌腱桡侧，但以双羽状起自示指指深屈肌腱者占 23.1%。第 3 蚓状肌多数为双羽状，起自相邻两指指深屈肌腱，以单羽状起自环指指深屈肌腱者占 4.17%，止腱分裂，分别止于相邻两指指背腱膜者占 27.8%。第 4 蚓状肌多数为双羽状肌，起自相邻两指指深屈肌腱，以单羽状肌起自小指指深屈肌腱或有附加头者占 13.6%，止腱分裂，分别止于相邻指背腱膜者占 22.7%。一般解剖学教科书描述，蚓状肌起自指深屈肌腱桡侧，绕过第 2～5 指近节指骨的桡侧，分别移行于示指、中指、环指和小指的指背腱膜。第 1、2 蚓状肌由正中神经支配，第 3、4 蚓状肌由尺神经支配。

最近的解剖学研究资料表明，第 2 蚓状肌由正中神经支配者占 82.7%；由正中神经和尺神经双重支配者占 17.3%；第 3 蚓状肌由正中神经支配者占 40.9%；受尺神经支配者占 59.1%。了解蚓状肌神经支配的变异对于蚓状肌功能检查有实际意义。

（二）骨间肌

骨间肌分为骨间掌侧肌和骨间背侧肌。前者为手指的内收肌，后者为其外展肌（图 11—6）。



（1）　（2）

图 11—6　骨间肌

①骨间背侧肌　②骨间掌侧肌

所谓内收与外展是以中指为轴心，向中指靠近者称为内收，远离者为外展。拇指有其独立的内收与外展肌，故无骨间肌配备，小指有其独立的外展肌，故无骨间背侧肌。

1. 骨间掌侧肌　骨间掌侧肌有 3 块，属单羽状肌，肌形小于骨间背侧肌，位于指深

屈肌腱和蚓状肌的深面，居第2～5掌骨相邻的掌骨间隙内。第1骨间掌侧肌起自第2掌骨干的尺侧，出现率为97.6%，较恒定，少数位于第2骨间背侧肌桡头的掌侧，拇收肌斜头的背侧。第2、3骨间掌侧肌分别起自第4、5掌骨干的桡侧面。各肌腱分别抵止于示指、环指和小指近节指骨底的背侧，并移行于指背腱膜。骨间掌侧肌收缩时，可使示指、环指及小指向中指靠拢，即内收手指的作用，并能屈上述各指的掌指关节和伸手指的近侧指间关节。

2. 骨间背侧肌　骨间背侧肌有4块，位于4个掌骨间隙内，属双羽状肌，以两头起自掌骨的相对缘，肌束向指远侧移行为肌腱，第3掌骨两侧的骨间背侧肌分别附着于中指近节指骨底的两侧，并移行为指背腱膜。第1骨间背侧肌附于示指近节指骨底的外侧，并移行于指背腱膜。第4掌骨间隙内的骨间背侧肌肌腱附于环指近节指骨底的内侧。可见4块骨间背侧肌均移行为相应的指背腱膜。骨间肌均受尺神经支配。

骨间肌的止点常有变异，第1、2骨间掌侧肌止于指背腱膜者占100%，而第3骨间掌侧肌止于指背腱膜者占90%。骨间背侧肌止于近节指骨底者为80～100%。小指展肌在位置及功能上如同小指的骨间背侧肌。

第1骨间背侧肌有两个肌腹，其中较大者起自第1掌骨，位置较深，腱扁平，止于示指的指背腱膜；起于第2掌骨者腱较圆，经前者的深部止于示指近节指骨底桡侧的结节。该肌两肌腹的功能亦不完全相同，止于近节指骨底者，主要功能是使掌指关节屈曲和向桡侧偏斜，而止于指背腱膜者能帮助示指在与拇指夹捏时对抗拇指，并能伸近、远侧指间关节。

骨间肌和蚓状肌虽较纤细，但对手的精细动作的协调极为重要，它们均能协助屈掌指关节，伸指间关节。其机制是，当指伸肌腱稍微放松，允许指浅、深屈肌收缩，使指间关节屈曲时，指背腱膜即移向掌指关节的远侧，此时附着在腱膜两侧的蚓状肌和骨间肌如收缩，掌指关节即出现屈曲动作。事实上，这些肌为掌指关节的主要屈肌，只是这种作用的前提是需指背腱膜向掌指关节远侧移动。由于骨间肌一部分止于指背腱膜，故能伸近侧指间关节。当尺神经损伤时，骨间肌瘫痪，出现掌指关节过伸。由于伸指间关节是手握持前的准备姿势，丧失此功能后，握物有很大困难。骨间肌、蚓状肌瘫痪后，屈掌指关节完全依靠手外在肌作用，即两指间关节充分屈曲后才能屈掌指关节，影响握物，其中最明显的是手的精细动作难以完成。

三、小鱼际肌

小鱼际肌是作用于小指的一组肌肉。位于手掌尺侧，形成一小隆起，称小鱼际。小鱼际肌包括四块肌肉，分浅、深两层，浅层有掌短肌和小指展肌，深层有小指短屈肌和小指对掌肌。

（一）浅层肌

1. 掌短肌　属皮肌，位置表浅，位于小鱼际近侧皮下脂肪组织内，居掌腱膜尺侧，呈四方形，覆盖在尺动脉和尺神经的表面，对其有保护作用。掌短肌有两个头，分别起自掌腱膜和腕横韧带，肌纤维向尺侧止于小鱼际尺侧缘的纤维性脂肪组织中。近侧部分肌纤维越过钩骨，止于豌豆骨，构成豆钩管的上界。

掌短肌的缺如率为20%。该肌受尺神经深支（C_8、T_1）支配。其作用在于协助小指外展，还可保护尺动脉和尺神经免受压迫。当该肌收缩时，小鱼际处皮肤产生皱纹，在屈小指时可见。若在豌豆骨桡侧，以手指按压尺神经，可引起掌短肌收缩，见到小鱼际区皮肤皱褶，称掌短肌反射，尺神经损伤后，此反射可消失。

2. 小指展肌　位于小鱼际尺侧缘的皮下，掌短肌的深面，覆盖小指对掌肌。桡侧为小指短肌。起自豌豆骨远端、豆钩韧带及腕横韧带，肌纤维斜向下内，止端成扁腱并分成两束，其一止于小指近节指骨底的尺侧面，其二止于小指的指背腱膜。该肌长约7.4cm，中部宽1.7cm，厚0.7cm。受尺神经支配。通常有一支在豆钩裂隙内发出后直接进入该肌，此分支也可伴随尺神经深支进入豆钩间隙后再支配该肌。当肌收缩时，有外展小指及屈掌指关节和伸小指指间关节的作用。当小指指间关节伸直和外展时，在第5掌骨尺侧可扪及此肌收缩的肌腹。

（二）深层肌

1. 小指短屈肌　位于小指展肌桡侧，起自钩骨钩和腕横韧带，止于小指近节指骨底掌面的尺侧。此肌有时缺如。该肌与小指展肌之间有尺动脉和尺神经深支通过。此肌有屈掌指关节和外展小指的作用。由尺神经支配。

2. 小指对掌肌　外形较小，位于小指展肌和小指短屈肌的深面。起自钩骨钩及腕横韧带，肌纤维斜向内下方，止于第5掌骨尺侧缘的全长。此肌收缩时，可向拇指方向牵引第5掌骨产生对掌。由于小指腕掌关节旋转运动有限，小指不能与示指、中指及环指相对，只能与拇指相对，并有使第5掌骨向前，使掌凹增深的作用。该肌受尺神经支配。

小鱼际肌受尺神经深支支配，尺神经深支在豌豆骨及钩骨钩之间分出，与尺动脉的掌深支一起穿过小鱼际潜入手掌深部，在行程中分支伴掌浅弓的小指分支向远侧走行，分布于小鱼际肌，小鱼际部位的手术切口应沿第5掌骨及豌豆骨的背侧施行。

在正常情况下，以拇指及小指的指腹用力相捏时，从掌侧面观，有近似菱形的外貌，上两边为拇指和小指，下两边为鱼际肌、小鱼际肌的边缘。这一运动所呈现的外貌，要求正中神经和尺神经支配的鱼际肌和小鱼际肌的功能完好。当某一神经受损时，很难完成这一动作。

（张延娟）

第十二章　手部血管应用解剖

如前所述，在胚胎早期，胚体内密集的血管网即长入了生长旺盛的上肢芽内，随着上肢芽的生长，血管网也进一步侵入。同时，血管网中的某些管道被选择成为永久性动脉干或静脉干，其他管道形成其分、属支或消失。上肢的动脉干为锁骨下动脉、腋动脉、肱动脉、桡动脉及尺动脉，静脉干为锁骨下静脉、腋静脉、肱静脉、桡静脉及尺静脉。这些血管及其分支或属支完成上肢的血液供应。

在血管网的管道中，被保留成为血管干的数目是有限的，通常为1或2条。在血管干之间常有交通支相连，在手部尤为明显。手作为劳动器官，其运动的强度和频度是很高的，手部存在众多的交通支有利于其功能的发挥。动脉交通支的配布在手掌侧占优势，而静脉则在手背侧占优势。

血管网中的管道选择是很广泛的，所以被选择的永久性血管在个体与个体之间或同一个体的两上肢之间略有差异是可以理解的。这些差异主要表现在血管的数目、直径、位置、毗邻及分布范围上。手部的血管配布在总体上具有规律性，而个体变异则是多种多样的，因此，了解其配布规律和常见变异对手外科有重要意义。

第一节　手部动脉

手部动脉主要直接来自尺动脉和桡动脉，此外前臂的骨间前动脉和骨间后动脉参与腕部动脉网的构成（图12—1）。个别个体尚存在较发达的正中动脉，供应手掌近侧浅层组织。

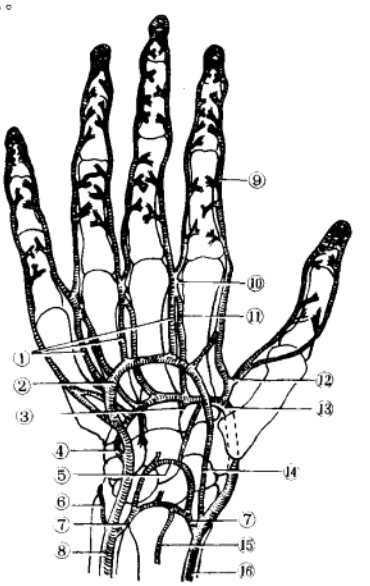


图12—1　手部动脉

①指掌侧总动脉　②掌浅弓　③掌深弓穿支　④尺动脉掌深支　⑤腕掌侧动脉网　⑥腕背侧支　⑦腕掌侧支　⑧尺动脉　⑨指掌侧固有动脉　⑩穿支　⑪掌心动脉　⑫拇主要动脉　⑬掌深弓　⑭桡动脉掌浅支　⑮骨间掌侧动脉　⑯桡动脉

一、尺动脉

（一）尺动脉走行

尺动脉是肱动脉两个终末支中较大的一支，它发出后向内下进入旋前圆肌尺骨头的深面，继而沿指浅屈肌、桡侧腕屈肌及掌长肌与指深屈肌之间逐渐转至前臂的尺侧，在尺侧腕屈肌与指浅屈肌之间伴随尺神经下行至腕部。

在腕部，尺动脉初行于腕掌侧韧带的深

面，而后穿腕横韧带形成的腕尺侧管，在尺神经和豌豆骨的桡侧到手掌，分为两条终末支，参与掌浅、深弓的构成。在此部，尺动脉的表面仅覆以皮肤、皮下组织和掌短肌。

尺动脉的发出部位和走行可有变异。它可以从腋动脉或肱动脉上部发出，此为高位尺动脉，其出现率约为3%。走行的变异多见于走行位置表浅，常称为尺浅动脉。

尺动脉长约22cm，起始端外径4.0mm，在豌豆骨处外径3.5mm。尺动脉全长有两条静脉伴行，静脉外径均为2.0mm。

（二）尺动脉分支

尺动脉在前臂、腕部和掌部先后分出尺侧返动脉、肌支、骨间总动脉、腕掌支、腕背支和掌深支。尺侧返动脉分布于肘部周围组织及参与肘关节网的构成，肌支分布于前臂尺侧的肌肉。

1. 骨间总动脉　长约1.0cm，在桡骨粗隆稍下方发出，在骨间膜的上缘分为骨间前动脉和骨间后动脉。

（1）骨间前动脉　发出后由正中神经的骨间前神经伴行，在骨间膜与拇长屈肌和指深屈肌之间下行，沿途分出肌支及桡、尺骨滋养动脉。在旋前方肌上缘发出一小支并经该肌深面下行，加入腕掌网。然后骨间前动脉穿过骨间膜至前臂背面与骨间后动脉吻合。骨间前动脉还发出一纤细的正中动脉。

（2）骨间后动脉　较细小，发出后穿骨间膜至前臂背部，与桡神经的骨间后神经伴行于伸肌的浅、深层之间，在近腕部与骨间前动脉吻合后下行加入腕背网。

2. 腕掌支　在尺动脉到达腕骨附近处发出，经指深屈肌腱深面至关节掌侧，与桡动脉的同名动脉吻合。

3. 腕背支　在豌豆骨的上方由尺动脉发出，经尺侧腕屈肌腱的深面至腕背面，在伸肌腱的深面与桡动脉的同名动脉吻合。

4. 掌深支　在腕横韧带内侧附着缘中点平面由尺动脉发出，常为两支，即上、下掌深支。分支在小指展肌和小指短屈肌之间至掌深部，与桡动脉终支吻合。

一般认为，尺动脉在手部的血供中较为重要，这是因为：①尺动脉外径在腕部比桡动脉约大0.5～0.8mm，供应手部的血量较多；②手部血供中掌浅弓最为重要，而掌浅弓是由尺动脉或以尺动脉为主构成的。张绍祥（1991）通过断层解剖测得桡动脉截面积比尺动脉大，因此认为桡动脉是供应手部的优势动脉。

二、桡 动 脉

（一）桡动脉走行

桡动脉自肱动脉发出后先经肱桡肌与旋前圆肌之间，继而在肱桡肌与桡侧腕屈肌之间伴随桡神经浅支下行至腕部。其下段仅被以皮肤和浅筋膜。

在腕部，桡动脉绕过桡骨茎突远侧，经腕关节桡侧副韧带、手舟骨、大多角骨和第1掌骨底与拇长展肌腱、拇长伸肌腱及拇短伸肌腱之间转至手背桡侧的解剖学鼻烟窝，再向前经第1掌骨间隙的近侧穿过骨间背侧肌两头之间至掌侧，在拇收肌斜、横头之间横过掌部至第5掌骨底，与尺动脉的掌深支吻合构成掌深弓。桡动脉可在前臂中部转至背侧，形成所谓反关脉。

桡动脉长约21.0cm，起始端外径为3.1mm，在桡骨茎突处外径为2.3mm。桡动脉全长有两条桡静脉伴行，静脉外径均为2.0mm。

（二）桡动脉分支

桡动脉在前臂、腕部及掌部先后发出桡侧返动脉、肌支、腕掌支、掌浅支、腕背支、第1掌背动脉及拇主要动脉。桡侧返动脉分布于肘部周围组织及参与肘关节网的构成，

肌支分布于前臂桡侧的肌肉。

1. 腕掌支　是一较小分支，它在旋前方肌远侧缘近桡骨茎突处由桡动脉发出，在腕前方向内与尺动脉同名支及骨间前动脉的分支吻合。

2. 掌浅支　在桡动脉即将转至背侧处发出，该支经鱼际肌表面或穿过该肌与尺动脉终支吻合成掌浅弓。掌浅支的大小变化很大，有的很小，直接终止于鱼际肌内，而有的似桡动脉的终止之一。

3. 腕背支　在桡动脉通过拇长伸肌腱深处发出，向内经桡侧腕长、短伸肌腱的深面至腕内侧与尺动脉的同名支吻合。

4. 第 1 掌背动脉　桡动脉在通过第 1 骨间背侧肌两头处发出，向远侧分支至拇、示指背侧相对缘。

5. 拇主要动脉　桡动脉通过第 1 骨间背侧肌和拇收肌斜头之间到达掌深部，在此发出拇主要动脉，发出后沿第 1 掌骨掌侧前行至拇指近节指骨底处分为两个终支。

三、正中动脉

在胚胎的短时期内，正中动脉是骨间前动脉的直接延续，作为前臂和手部的主要动脉，伴随正中神经通过腕管至掌部。随着胚胎的发育，绝大多数个体的正中动脉被桡、尺动脉取代而逐渐退化成一纤细的小分支分布于正中神经。约 7%的正中动脉发育良好，管径超过 2.0mm，与正中神经伴行分布于掌部近侧或参与掌浅弓的构成。由于正中动脉管径较细，估计其难以单独维持手指的血供。

四、腕部动脉

（一）腕掌网

腕掌网位于桡、尺骨下端和近侧排腕骨的前方，由来自桡动脉和尺动脉的腕掌支、骨间前动脉的分支以及掌深弓的数个返支共同构成。该动脉网分支营养腕骨、腕关节及桡、尺骨远端的掌面。

（二）腕背网

腕背网位于腕骨的背面，由来自桡动脉和尺动脉的腕背支、骨间后动脉和掌深弓发出的近侧穿支共同构成。其中单独由桡动脉腕背支与骨间后动脉构成的动脉网占 50%。该动脉网分支营养腕骨、腕关节及桡、尺骨远端的背面。

五、掌部动脉

掌部的各动脉在掌侧和背侧彼此广泛吻合构成掌动脉弓，以使手在握、持、抓、握等多种功能状态下始终能保持有充足的血供。

（一）掌浅弓

1. 掌浅弓的组成　掌浅弓是以尺动脉的终支为主构成的。掌浅弓的中部外径为 2.2mm。根据与尺动脉终支吻合的动脉来源将掌浅弓分为五种类型（图 12—2）：

（1）桡尺动脉型：约占 50%，由尺动脉终支与桡动脉的掌浅支或拇主要动脉、示指桡侧动脉的分支构成。此型又可分为以尺动脉为主的尺动脉优势亚型（占 33%），以桡、尺动脉大小均等形成的桡尺动脉均等亚型（占 16%）和以桡动脉为主的桡动脉优势亚型（占 1%）。

（2）尺动脉型　约占 26%，完全由尺动脉终支构成。其终支向桡侧达示指或拇指根部，不与任何动脉相连。此型也称不完全型掌浅弓。

（3）尺动脉掌深弓型　约占 10%，由尺动脉终支与掌深弓的交通支吻合而成。这种类型的重要性在于出现率较高，直接连于掌浅、深弓之间。

（4）尺正中动脉型　约占 4%，由尺动脉终支与正中动脉吻合而成。二者可构成明显的浅弓，也可在二者之间仅有一纤细交通支

相连。

(5)桡正中尺动脉型　约占2%，由桡动脉掌浅支与正中动脉及尺动脉终支相连而成，三者之间可构成明显的弓，也可仅借纤细的交通支相连。

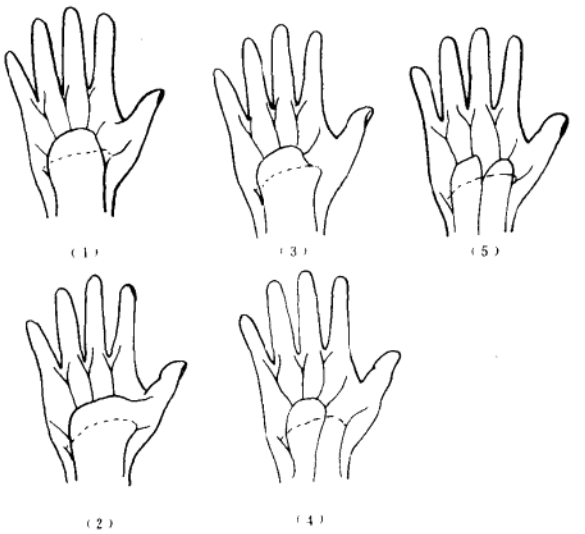


图 12—2　掌浅弓类型

(1) 桡尺动脉型　(2) 尺动脉型　(3) 尺动脉掌深弓型　(4) 尺正中动脉型　(5) 桡正中尺动脉型

掌浅弓缺如者约占8%。桡、尺动脉常以中指为界各自分布于手的一半，或桡、尺动脉及正中动脉分别分布于手的桡、尺侧和掌正中部，各动脉间没有明显的分支相连。

掌浅弓的类型存在着年龄和性别差异。在婴幼儿，桡动脉掌浅支相对较粗，常与尺动脉终支吻合形成桡尺型掌浅弓。成年以后，桡动脉掌浅支变细且常消失于鱼际肌内，从而使尺动脉型的掌浅弓比例升高，这可能是在劳动中桡动脉掌浅支经常受压逐渐变细所致，这种变化在成年男性较女性更为明显。

在对掌浅弓分型的研究中，各家提供的分型种类和各类的比例有较大的差异。戴蘅茹(1958)将掌浅弓分为尺动脉型弓(46%)、桡尺动脉型弓(34%)、正中尺动脉型弓(1%)及弓缺如(19%)四型。徐恩多(1988)将掌浅弓分为尺动脉型(65.8%)、桡尺动脉型(27.7%)、正中尺动脉型(4.1%)及桡正中尺动脉型(2.4%)四型，每一型又分为三种亚型。Colemen (1961)将其分为完全性弓(78.5%)和不完全性弓(21.5%)两类，完全性弓又包括五种亚型，不完全性弓包括四种亚型。Ikeda (1988)也将掌浅弓分为完全型和不完全型两类，完全型弓又分为六种亚型。上述分类和各类比例的差异与年龄性别有关，但主要是研究方法和分类标准不同所致。从理论上讲，尺动脉终支都与桡动脉的不同分支吻合，只是吻合支大小不同而已，如血管充填物灌注适宜和解剖操作仔细，则发现的吻合支就多，其桡尺型掌浅弓比例就高，反之尺动脉型比例增高。

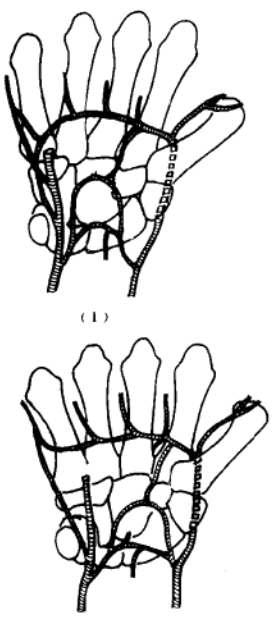
2. 掌浅弓的位置　掌浅弓位于掌腱膜及掌短肌的深面，小指短屈肌、指掌侧总神经、指屈肌腱和蚓状肌的浅面。弓的凸侧指向手指，其体表投影线大致在掌中线中点向豌豆

骨桡侧所作的弧线上。

3.掌浅弓的分支　掌浅弓的凸侧常发出3条指掌侧总动脉和小指尺掌侧动脉。指掌侧总动脉的出现率几乎100%，各动脉起始处外径为1.2～1.5mm。指掌侧总动脉发出后与指掌侧总神经伴行，沿第2～4掌骨间隙及相应的蚓状肌表面下行，约至掌指关节附近，接收掌心动脉和来自掌背动脉的穿支，在距指蹼缘1.2cm处各分为二支指掌侧固有动脉。掌浅弓的凹侧发出数条小返支至腕部参与腕掌网的构成。掌浅弓及其分支均有同名静脉伴行。

（二）掌深弓

1.掌深弓的组成　掌深弓以桡动脉的终支为主组成，弓的中部外径为2.0mm。根据桡动脉终支是否与其他动脉吻合而将掌深弓分为完全型和不完全型两种（图12—3）。



（1）

（2）

图12—3　掌深弓类型

（1）完全型　（2）不完全型

（1）完全型　约占95%，由桡动脉终支与尺动脉掌深支或其他分支吻合而成，其中桡动脉终支与尺动脉上或下掌深支吻合形成的弓占55%，与第3指掌侧总动脉或小指尺掌侧动脉的分支吻合所形成的弓占30%，与其他不恒定分支吻合形成的弓占10%。

（2）不完全型　约占5%，桡动脉终支向内走行不与其他分支吻合。实际上桡动脉终支与周围其他分支有广泛的吻合，只是吻合支较小而已。终支可成为穿支穿过第4掌骨间隙形成第4掌背动脉，也可在第4掌骨间隙处终止。

2.掌深弓的位置　掌深弓的浅面被拇收肌的斜头、指屈肌腱、蚓状肌及骨间掌侧筋膜覆盖，深面为骨间肌和第2～4掌骨底及其掌间隙近段。弓的体表投影相当于第1掌骨间隙近端至钩骨的连线。掌深弓有同名静脉伴行。

3.掌深弓分支

（1）掌心动脉　有3～5条，由掌深弓的凸侧发出，其起始处的外径均在1.0～1.6mm之间，终末处外径为0.8～1.2mm。拇主要动脉相当于第1掌心动脉（有人认为拇主要动脉与示指桡侧动脉的共干相当于第1掌心动脉）。第2～4掌心动脉分别沿第2～4掌骨间隙的骨间肌表面下降，至掌指关节平面与相应的指掌侧总动脉吻合，并在掌骨间隙处发出穿支与掌背动脉交通。第5掌心动脉不恒定，通常在第5掌骨前内侧下行，至近掌骨头处与小指尺掌侧动脉吻合。

（2）穿支　掌深弓常发出三条近侧穿支（上穿动脉），向背侧经第2～4掌骨间隙至手背，与掌背动脉吻合。

（3）返支　有1～3条，由弓的凹侧发出，在腕的前方向近侧走行，加入腕掌网并分支至腕关节。

Libersa（1982）认为一个动脉弓应该是由

两个管径相近的血管吻合而成，而在掌浅弓中大多是由较细的桡动脉掌浅支与粗大的尺动脉终支吻合而成，掌深弓则多由细小的尺动脉掌深支与粗大的桡动脉终支吻合而成，所以不能看作是真正的功能性动脉弓。因此承认动脉弓的存在与否，不仅是名词之争，实质上反映了对手部侧支循环的估价问题。但众多的资料表明，桡、尺动脉之间在手部存在着丰富的吻合，这些吻合在侧支循环中起了重要的作用，这一点是肯定的。

（三）掌背动脉

掌背动脉通常有四条。第 1 掌背动脉在鼻烟窝处由桡动脉发出，经第 1 掌骨间隙向远侧走行，终支分布于第 1 指蹼背面、拇指和示指背面近段相对侧。发达的第 1 掌背动脉可形成示指桡掌侧动脉，发育不好者直接终止于骨间肌内。

第 2 掌背动脉通常发育较好，其来源有三处，即掌深弓（占 40%）、腕背网（占 30%）或桡动脉主干（占 30%）。从后二者发出的第 2 掌背动脉在第 2 掌骨间隙处常通过一近侧穿支（上穿动脉）与掌深弓相连，其出现率为 52%。第 3、4 掌背动脉常从两个部位发出，即由腕背网发出或由掌深弓在第 3、4 掌骨间隙发出的近侧穿支形成。第 4 掌背动脉的缺如率为 30%。

掌背动脉常在掌指关节处借远侧穿支（下穿动脉）与相应的指掌侧总动脉吻合。掌背动脉起始处外径约为 0.8mm。掌背动脉的管径和数目与远侧穿支的大小和数目成反比，即掌背动脉愈少、愈细，则穿支的数目愈多，管径愈大，而与近侧穿支的大小和数目成正比。掌背动脉一般都较细，但它与掌侧动脉相通连，形成完整统一的手部立体动脉结构，因此，掌背动脉对维持手部的血供亦应予以重视（见图 12—2）。

（四）掌部动脉配布规律和交通

张绍祥（1991）完成的手部断面解剖研究证实，动脉在不同平面的配布具有规律性。在手掌近段（远侧列腕骨及掌骨底）的动脉排列成两层，即以尺动脉分支为主形成的腕掌网，以桡动脉分支为主构成的腕背网。在手掌中段（掌骨中、远 1/3 段）的动脉排列成三层，即以掌浅弓及指掌侧总动脉形成的掌浅动脉层；掌深弓及其掌心动脉形成的掌深动脉层；掌背动脉形成的背侧动脉层。通常描述的手掌及手背动脉的三层配布规律即存在于此段。在手掌远段（第 2～4 指的掌指关节及近节指骨底）的动脉排列成两层，即指掌侧总动脉、示指桡掌侧动脉形成的掌侧动脉层，掌背动脉形成的背侧动脉层（图 12—4）。

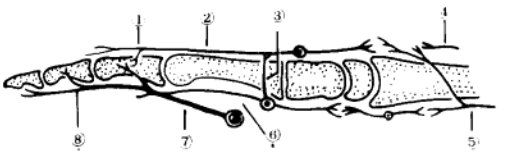


图 12—4　手部动脉的配布

①指背动脉　②掌背动脉　③穿支　④骨间后动脉　⑤骨间前动脉　⑥掌心动脉　⑦指掌侧总动脉　⑧指掌侧固有动脉

一般认为，尺动脉主要供应掌浅层和尺侧 3.5 个手指，小鱼际和尺侧三个手指是其优势区。桡动脉及其分支主要供应掌深层、手背侧和桡侧 1.5 个手指，桡侧深层和拇指是其优势区。看来以层次划分桡、尺动脉的供区比较合理。

在手部，桡、尺侧方向上和掌、背侧方向上存在着广泛的交通。在腕平面，桡、尺动脉分出的腕掌支和腕背支在腕掌、背侧构成的腕掌网和腕背网，为桡、尺动脉之间的第一级交通通道。在掌骨底平面有掌深弓，为桡、尺动脉之间的第二级交通通道。掌深弓向近侧发出返支与腕掌网交通，向背侧发出

穿支与掌背动脉交通，向掌侧发出分支直接与掌浅弓交通。在此平面上，以掌深弓为中心向六个方向交通形成立体动脉网络系统，因此可以认为，掌深弓是桡、尺动脉间最重要的交通通道。在掌骨中、远段的掌浅弓形成了桡、尺动脉之间的第三级交通通道，此通道主要连接桡、尺侧方向上的血管，掌浅弓或分支还发出远侧穿支与掌背动脉交通。

纵观手部的血管分布，可见其血供优势区在掌近段以背侧为主，掌中段以掌深层为主，掌远段以掌浅层为主。由近段至远段，血供优势由背侧逐渐转向掌侧，由掌深层转向掌浅层，根据血供优势转变的特点，在不同平面断掌再植时应选择适当的吻接血管，这对提高手术成功率有所帮助。

临床上为了了解阻断桡动脉或尺动脉是否会发生手部某区域缺血性坏死（如前臂桡动脉岛状皮瓣或逆行皮瓣），常应用超声多普勒作手部血供的优势动脉、掌弓的连续性、血流方向及侧支循环的血流动力学测定。

邵宣（1989）提供的超声多普勒测定结果表明，掌浅弓为尺动脉优势供血者占85%以上，其中约80%为完全弓，约20%为不完全弓。在20%不完全掌浅弓中，约1/4侧支循环较好，1/4则较差，其余半数无侧支循环。一般说来，掌浅弓如为尺动脉优势者，阻断桡动脉不致于发生手的供血严重不足或坏死，但在上述不完全弓中侧支循环较差或无侧支循环者，如长期阻断桡动脉就可能发生手的部分缺血或坏死。掌浅弓为桡动脉优势供血者不足15%，其中亦有20%左右为不完全弓，且有一部分没有良好的侧支循环，如长期阻断尺动脉也可产生严重的后果。

第1指掌侧总动脉由桡动脉供血者占31%，由尺动脉供血者占25%，其余为混合供血。第2指掌侧总动脉由桡动脉供血者占12%，由尺动脉供血者占28%，其余为混合供血。第3指掌侧总动脉由桡动脉供血者占14%，由尺动脉供血者占22%，其余为混合供血。值得注意的是，有6%的手3条指掌侧总动脉均由桡动脉单独供血，9%的手3条指掌侧总动脉均由尺动脉单独供血。

由于手部桡、尺动脉构成纵横交错的立体动脉网络，侧支通常非常丰富，因此，桡、尺动脉中的任何一条在任何平面被阻断都不会引起循环障碍，但由于手部血管变异并不少见，吻合支在不同部位的分布也不甚均匀，所以在事先未作手部血流动力学检查而阻断桡动脉或尺动脉，将会各有6%和9%的病例出现手部血循环障碍。

六、手指动脉

从理论上讲，每一个手指都有4条动脉供应，即2条指掌侧动脉和2条指背动脉，实际上肉眼能看到的有明显主干的是2条指掌侧动脉，指背动脉除拇指的以外一般不发达，只是一些分散的细小分支。

（一）拇指动脉

拇指的动脉供应为多源性的，以拇主要动脉为主。因此当拇主要动脉及其起源的桡动脉受阻时，会危及拇指的血供来源。拇主要动脉为桡动脉的主要分支之一，大多单独发出，有15%与掌心动脉共干。拇主要动脉在桡动脉穿经第1骨间背侧肌两个头处发出，经拇收肌的横头和斜头之间，通过拇短屈肌的深头到达拇长屈肌腱的深面，在此处分成两个终支，其中分为拇指桡掌侧动脉和尺掌侧动脉的占40%，分为拇指尺掌侧动脉和示指桡侧动脉的占15%，仅形成拇指尺掌侧动脉或桡掌侧动脉的占25%和30%。拇主要动脉的缺如率为2.4%。

1.拇指掌侧动脉　拇指掌侧动脉包括拇指尺掌侧动脉和桡掌侧动脉（图12—5）。

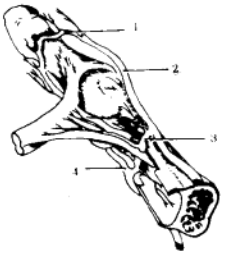


图 12—5　拇指掌侧动脉的分布
①髓弓　②桡掌侧动脉　③指掌弓　④尺掌侧动脉

（1）拇指尺掌侧动脉　拇指尺掌侧动脉由拇主要动脉分出的占 80%。起始处直径为 1.8mm。该动脉发出后通过拇长屈肌腱的尺侧，越过拇收肌的止点和尺侧籽骨向拇指远端分布（图 12—6），也有部分动脉经拇收肌深面达其内侧，再经尺侧籽骨掌侧向拇指远端分布，这种走行即所谓的拇收肌后型（post adductor type）。



图 12—6　拇指尺掌侧动脉与拇收肌的关系
①拇短展肌　②对掌肌　③拇短屈肌　④拇收肌
⑤骨间肌　⑥拇长屈肌腱　⑦尺掌侧动脉

拇指尺掌侧动脉的其他来源为：①尺动脉的终末支；②桡动脉的掌浅支；③拇主要动脉与桡动脉掌浅支共同构成；④尺动脉的终支与桡动脉掌浅支共同构成；⑤较大的掌背动脉的分支。尽管该动脉来源复杂，但到达尺侧籽骨水平后其走行是恒定的。

（2）拇指桡掌侧动脉　85%的拇指桡掌侧动脉由拇主要动脉发出，15%的由桡动脉掌浅支发出。该动脉起始处外径为 1.1mm。发出后经拇长屈肌腱的深面至其桡侧，绕过拇短屈肌深头游离缘，通过桡侧籽骨与拇长屈肌腱之间走向拇指远端。

拇指尺、桡掌侧动脉在向远端走行中发出分支，分布于拇指掌侧的不同组织。其中有两条较大的交通支连于两条掌侧动脉之间，形成两个恒定的动脉弓，即指掌弓（digitopalmar arch）和髓弓（pulp arch，远节指指腹的皮下组织叫指髓，该动脉弓位于此处故名髓弓）。指掌弓位于近节指骨骺窝处，由穿行于指屈肌腱鞘腱纽的交通支连接而成。髓弓位于拇长屈肌腱止点与远节指骨粗隆之间的皮下组织内，由尺、桡掌侧动脉的终末支连接而成。

拇指尺、桡掌侧动脉在走行中与拇长屈肌腱和籽骨关系密切，因此，在近节指骨段的拇长屈肌腱及其籽骨可作为寻找两条动脉的重要标志。在 80%的拇指掌侧动脉中，尺掌侧动脉占优势，在拇指离断再植吻合血管时应首先考虑优势动脉。由于拇指掌侧动脉存在两个恒定的动脉弓，两动脉相互沟通、代偿，因此一般不必要同时吻合两条掌侧动脉。

2. 拇指指背动脉　拇指指背动脉有 2 条，出现率约为 80%。如拇指掌侧动脉较发达，指背动脉则很细小，甚至缺如。40%的拇指尺侧指背动脉由第 1 掌背动脉发出，30%则由桡动脉在拇长伸肌腱远端处发出，30%缺如。70%的拇指桡侧指背动脉在鼻烟窝处由桡动脉发出，30%缺如。两条指背动脉随拇短伸肌腱和拇长展肌腱向远端走行，分布于拇指背侧近段组织。

（二）示指、中指、环指和小指动脉

1. 指掌侧动脉　每指有 2 条指掌侧动脉，即桡掌侧动脉和尺掌侧动脉。

45%的示指桡掌侧动脉从掌深弓发出，

13%的从掌浅弓发出，由两个弓共同形成的占 42%。在从掌深弓发出的示指桡侧动脉中，85%单独从掌深弓发出，15%与拇主要动脉共干。该动脉发出后沿着第 2 掌骨与拇收肌横头之间走行，在掌骨远端附近，75%的分出一小支加入第 1 掌心动脉，第 1 掌心动脉又加入第 1 指掌侧总动脉，该动脉随即分成两条指掌侧固有动脉，沿示指、中指相对缘走向远端，主干在蚓状肌与示指的指屈肌腱前方走向示指的桡侧。在示指根部和远节指骨基底平面，该动脉的外径分别是 1.5mm 和 1.0mm。

示指尺掌侧固有动脉多为指掌侧总动脉的分支，少数来自掌心动脉。在示指近根部和远节指骨基底平面，该动脉的外径分别是 1.8mm 和 1.2mm。

中指、环指的掌侧固有动脉和小指桡侧固有动脉通常由指掌侧总动脉发出，小指尺掌侧动脉直接由掌浅弓发出。在掌指关节水平，示指、中指、环指和小指各掌侧固有动脉与指固有神经伴行，沿指屈肌腱鞘两侧行向远端。在近、中指节，指掌侧固有动脉位于指掌侧固有神经的背外侧，在远指节，固有动脉经固有神经的深面逐渐转向内侧。由于固有动脉和神经在向远端走行过程中逐渐向掌侧接近，所以它们完全位于近、远指间横纹宽度的范围内。在掌指关节平面和远侧指骨间关节平面，指掌侧固有动脉的外径平均为 1.5mm 和 1.2mm，其中示指和中指的尺掌侧固有动脉在上述两个部位较桡掌侧固有动脉外径大 0.2mm，而环指和小指的桡掌侧固有动脉较尺掌侧固有动脉大 0.2mm。从上述测量数据可以看出，在示指和中指的尺掌侧固有动脉多为优势动脉（占 90%和 83%），而环指和小指的桡掌侧固有动脉多为优势动脉（占 87%和 97%）。在断指再植时应首先吻合优势动脉。

每条指掌侧固有动脉在手指每节平均发出 4 条较小的掌侧支，多于 4 条者，通常从优势动脉发出。同时有规律地向背侧发出四个较大的背侧支，即髁支、干骺支、背侧皮支和掌横弓（图 12—7）。

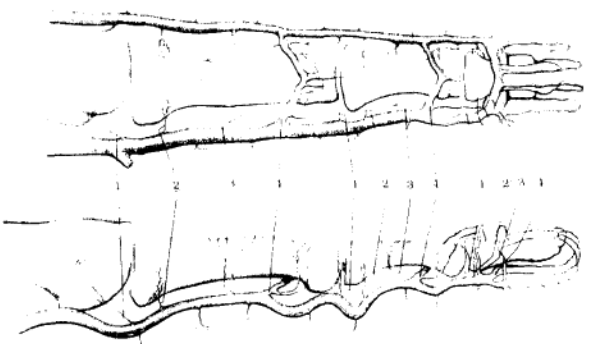


图 12—7　指掌侧固有动脉的分支

①髁支　②干骺支　③背侧皮支　④掌横弓

（1）手指近节背侧支　髁支外径 0.1～0.5mm，也可起源于指掌侧总动脉。髁支单独发出者占 60%，也有与干骺支共干的。该支分布于掌骨头。干骺支外径 0.1～0.2mm，分布于近节指骨干骺端。背侧皮支位于近节指骨的中段，其外径 0.4～0.5mm，供应手指近节背侧皮肤。近侧掌横弓在近侧交叉韧带平面连于尺、桡掌侧固有动脉之间，其外径为 0.5mm。在弓的中段发出供应指深、浅屈肌腱的长、短腱纽支，近侧指间关节支及相邻指

骨的近、远干骺端支。

（2）手指中节背侧支　髁支外径0.2mm，该支发出后向近节指骨髁发出小分支，主干向背侧走行，供应近侧指间关节背面的皮肤。干骺支外径为0.3mm，恒定地供应中节指骨的近侧干骺端。背侧皮支外径0.4mm，供应手指中节背面的皮肤。中间掌横弓在远侧交叉韧带平面连于尺、桡掌侧固有动脉之间，其外径为0.8mm。该弓分出指深屈肌腱远侧腱纽支、中节指骨远端干髁支及远侧指骨间关节背皮支。另外还分出小支在指甲生长板的近侧与背侧甲弓相连。

（3）手指远节背侧支　各背侧支均参与指端和甲下血管网的构成。此外髁支还分支供应中节指骨远端骺部。约有20%的骺支与干骺支共干。干骺支分支至远节指骨的近端骺部。背侧皮支外径0.3mm，在远侧掌横弓的近侧发出，向背侧走行与对侧相应血管在指甲生长板的近侧吻合，形成近侧甲弓。远侧掌横弓呈凸向远侧的圆拱形，位于指深屈肌腱止点远端，由两条指掌侧固有动脉的终末支吻合而成。在吻合之前，动脉有不同程度的迂曲，这可在关节屈伸活动中避免动脉受到牵拉。远侧掌横弓外径0.8mm，常纵向发出数条分支，这些分支分布于指腹并向背侧与远侧甲弓吻合。两侧的纵行分支走向背侧，在甲半月处形成中间甲弓。远侧掌横弓的最远点至指尖的距离为13mm，至远侧指横纹的距离为15mm。

手指掌侧固有动脉及其分支在走行和分布上是有规律的，尤其是掌侧固有动脉与指屈肌腱鞘的位置关系以及三个掌横弓与近、远侧交叉韧带和指深屈肌腱止点的位置关系非常恒定，在手术时可作为确定指掌侧固有动脉及其掌横弓的标志。中间和远侧掌横弓的外径较大且恒定，可根据不同长度和方向向近侧或远侧修复血管缺损。由于存在着较大的背侧皮支，因此每一指节的背侧皮肤可视为潜在的带背侧皮肤血管的皮瓣。在做指甲近侧皮肤和其他软组织手术时应注意中间掌横弓发出的参与近侧甲弓形成的分支，以避免破坏手指远段皮肤的血供。由于掌侧固有动脉向背侧分支较多且粗大，在手指的手术切口应限于指掌侧固有动脉的掌侧面。

2.指背动脉　掌背动脉在指蹼处分成两条纤细的指背动脉。该动脉无明显的动脉干，在指背借交通支相互吻合，并与指掌侧固有动脉之间广泛吻合。从动脉的管径和分布范围分析，指背动脉为手指血液供应的辅助血管。

综合尺、桡动脉对手指的血供范围，可见尺动脉供应尺侧3.5个、4个、4.5个和5个手指的比例为34.4%、21.9%、24.4%和6.7%，供应范围在3个手指以下者占12.6%，桡动脉通常供应桡侧1～1.5个手指。

从功能上讲，手指的小血管有两种，一种为营养血管，它包括微动脉、毛细血管和微静脉，血流通过这些血管营养手指。另一种为调节血管，它包括微动脉和微静脉，二者直接相通，血流可借此通道直接由动脉进入静脉而不通过毛细血管网，对手指无营养作用，调节血管的微动、静脉吻合口处在体温升高时开放，寒冷时关闭，能起调节和维持正常体温的作用，通道的开放和关闭由交感神经控制。

Smith（1991）指出，手指动脉的形态有明显的年龄差异。在儿童，指掌侧固有动脉走行一般较直，吻合支较小，而成人特别是老年人的动脉较粗大且呈弓状或迂曲状走行。

第二节　手部静脉

一、手指静脉

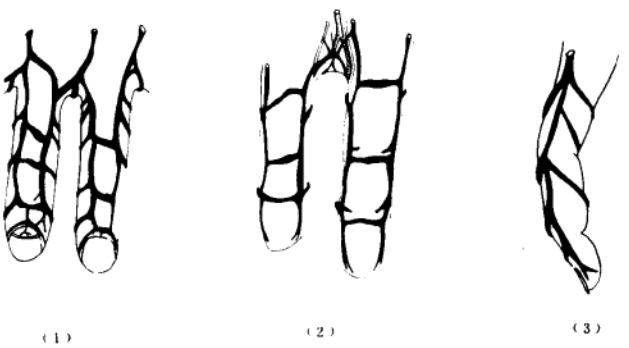
过去对手指的静脉的重要性未给予足够

的重视，但它的重要性在断指再植中已被证明，手指静脉性充血比动脉性缺血更易造成再植失败。

（一）手指浅静脉

Lucas（1984）指出，手指有指背面和掌面两个较为恒定的梯形静脉系统。在指背面，梯形静脉起始于远节指背终末静脉（dorsal terminal vein）。背终末静脉由平行于甲沟缘的小静脉在甲根处汇合而成，68%为单支，外径为0.5mm，32%为双支，外径为0.3mm。单支的背终末静脉在指远节近段的中线上向手指的近侧走行，约在远侧指骨间关节平面，背终末静脉分成两条静脉，即桡侧背静脉和尺侧背静脉。两条静脉在指背两侧平行走向近端，在近侧指间关节平面，其外径均大于0.8mm。在两静脉之间通常有3条较为恒定的交通支相连，构成指背梯形静脉。

指掌面的静脉也排列成梯形，但静脉管径较背侧的小。桡掌侧静脉和尺掌侧静脉分别起始于远节指腹处的静脉网，在向手指近侧走行中被数条交通支连接，同时又分别向背侧发出数条斜行交通支分别与桡侧背静脉和尺侧背静脉吻合，其中指近节的斜行交通支最为恒定且较粗大（图12—8）。

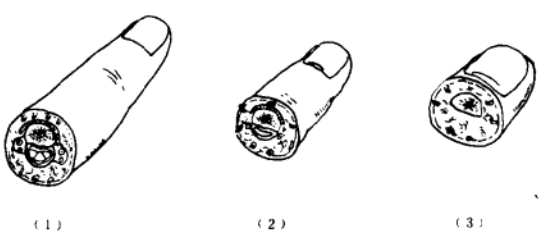


（1）　（2）　（3）

图12—8　手指浅静脉

（1）背面　（2）掌面　（3）侧面

手指背、掌侧主要静脉在手指各节的走行位置是较恒定的，在断指再植时应有重点的寻找适宜吻合的静脉。Smith（1991）详细观测了各指远节的静脉分布，发现与桡、尺侧甲沟平行的小静脉位置恒定，外径约为0.4mm，而在远节近段，背面中线一条较大的静脉即为背终末静脉。在各指中、近节应在指背面10点和2点，掌面4点和8点处寻找静脉（图12—9）。



（1）　（2）　（3）

图12—9　手指浅静脉在不同平面的分布

（1）近节指骨断面　（2）中节指骨断面　（3）远节指骨断面

Matloub（1991）详细观察了拇指的静脉分布。拇指背侧静脉起始于甲沟和甲襞处的静脉网，在甲根至指骨间关节之间汇合成4～8条小静脉，这些小静脉行至掌指关节平面时逐渐汇合成2～3条直径为2～3mm的较大静脉。各静脉间均有交通支相连。拇指掌侧的静脉较背侧的小，通常有两条交通支至鱼际与掌部静脉相连。拇指掌、背侧的静脉通过两侧的斜行交通支相连。斜行交通支外径在1.0～1.5mm之间（图12—10、11）。

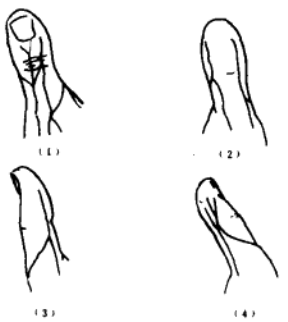


图12—10　拇指浅静脉的分布
(1) 背侧　(2) 掌侧　(3) 桡侧　(4) 尺侧

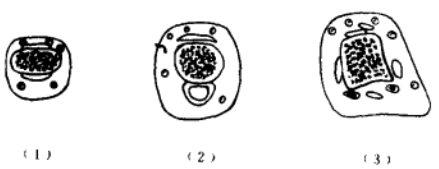


图12—11　拇指浅静脉在不同平面的分布（横断面）
(1) 远节指骨断面　(2) 近节指骨远段断面
(3) 近节指骨近段断面

（二）手指深静脉

指掌侧固有动脉和指背动脉均有伴行静脉，但伴行静脉小且位置不恒定。与指掌侧固有动脉伴行的静脉较背侧静脉管径大一些，它的数目和位置常不恒定，多数为一支，也可看到二支。伴行静脉从指远节开始，迂曲旋绕动脉而行，离动脉时远时近，所以有人认为指掌侧固有动脉没有伴行静脉。

指静脉内有瓣膜分布，其中以手背静脉和手指掌、背侧交通支内为多。手背静脉每隔约2cm配布一对静脉瓣。瓣膜由远端向近端开放，由掌侧向背侧开放，以保证静脉血由远端流向近端，由掌侧流向背侧。在整个手部，静脉血有从尺侧流向桡侧的趋势。了解这些静脉瓣的开放方向对于断指再植的成功，对于了解术后水肿的基础病理变化，对于术后手指周围敷料的使用问题都有重要意义。

二、手掌静脉

（一）掌浅静脉

在第2～4指蹼处，相邻指的指掌侧浅静脉相互合并或单独形成掌骨头间静脉，该静脉经指蹼向背侧汇入指背静脉的单脚或总脚。不参与构成掌骨头间静脉的指掌侧浅静脉，直接注入位于指蹼处的边缘静脉弓。边缘静脉弓接受手掌侧面浅层的小静脉，也发出掌骨头间静脉向背侧注入指背静脉弓的单脚或总脚。手掌侧静脉的血液总是流向手背侧。

掌背侧浅静脉在掌指关节附近呈浅、深两层分布。浅层静脉细小，形成疏密不等的静脉网。深层静脉较粗大，由相邻的指背静脉在第2～4指蹼的背面汇合而成，第一级汇合成的静脉干叫单脚，单脚再汇合成若干条总脚，总脚在掌背面汇集成手背静脉网。手背静脉网上行至腕部汇集成数条大、小不等的静脉干进入前臂，其中靠近桡侧和尺侧的静脉分别汇合成头静脉和贵要静脉。

（二）掌深静脉

掌深静脉均和同名深动脉伴行，其中掌动脉弓和掌侧总动脉常与一条深静脉伴行，掌心动脉、掌背动脉和桡、尺动脉末段常有两条深静脉伴行。静脉与动脉平行或以不同角度跨越、攀绕动脉。静脉的口径比伴行的同等动脉要小的多，如有两条伴行静脉，其

截面积的总和比伴行动脉的还要小，这说明手部深层组织的大部分血液是通过浅静脉回流的。

在掌部，手掌背侧浅静脉借两个较大的交通支与掌深静脉相连，一个是位于第1掌骨间隙的交通支，连接着掌浅静脉弓的外端与头静脉的起始部，另一个是位于小鱼际肌近端的交通支，连接着掌深静脉弓的内端与贵要静脉的起始部。掌深静脉没有静脉瓣。

第三节 手部淋巴管

手部的淋巴管丰富，其中以掌侧面的淋巴管最为密集。手指掌面和背面的浅淋巴管行至手指侧缘汇集成集合淋巴管，这些集合淋巴管在指根部经指蹼至手背上行。手掌部的浅淋巴管分别经掌部的桡、尺侧缘绕至手背或沿腕掌、背面上升至前臂。在掌腱膜与屈肌腱之间有较大的集合淋巴管，这些淋巴管通过掌腱膜行向鱼际，经拇收肌下缘沿第1骨间背侧肌表面上行至腕背面。

手部的深淋巴管伴随动、静脉走行，进而随尺动、静脉，桡动、静脉行至前臂，最后注入肘深淋巴结。

手背面和前臂背面的浅淋巴管在上行中逐渐偏向前臂两侧并转向掌面。来自拇指、示指及中指桡侧半的浅淋巴管走在前臂掌面的桡侧半，来自中指尺侧半、环指和小指的浅淋巴管则走在尺侧半。前臂掌面的淋巴管有数十条，按其所在部位将其分为尺侧组、中央组和桡侧组。丁自海（1988）报道，尺侧组和中央组的淋巴管上行注入肘浅淋巴结，桡侧组淋巴管在上行中汇集成数条较大淋巴管，46%随头静脉上行，注入腋淋巴结，54%在肘部注入肘浅淋巴结。

（丁自海）

第十三章　手部肌腱应用解剖与手术

肌腱是连接骨骼肌肌腹与骨之间的致密胶原纤维结缔组织束，是骨骼肌的组成部分。肌腱传导肌腹收缩所产生的力，牵拉骨骼，使之产生运动。肌腱本身不具有收缩能力，但能抵抗很大的张力。

早在纪元初期，古罗马著名医生和解剖学家 Galen（131～201）认为肌腱是由神经和韧带构成的，如果缝合神经组织，会产生疼痛和痉挛。他的这种错误观点严重阻碍了对肌腱的正确认识和肌腱外科学的发展。此后，虽然 Avicenna（980～1073），Chauliac（1300～1367），Pare（1510～1590）声称他们曾经进行过肌腱缝合，但对肌腱的本质的认识一直不清楚。

直到 17 世纪，肌腱的研究才开始进入动物实验。Lanzweered 和 Nuck（1650～1692）分别对狗的跟腱和掌部屈肌腱进行了切断和缝合的动物实验。Hunter（1718～1783）声称：肌腱的愈合过程类似于骨愈合过程中的骨痂形成。1853 年 Paget 报告了兔的跟腱切断以后，腱断端之间的间隙内是半流体的纤维组织填充。Adam（1860）用显微镜观察了肌腱组织愈合，发现是瘢痕组织逐渐代替了肌腱的结构特征。Gluck（1881）用家禽成功地进行了肌腱移植。同年 Nicoladoni 介绍了用肌腱转移的方法治疗畸形。1889 年 Robson 从同一只手的残指上取下一条长 11.4cm 的屈指肌腱修复示指伸指肌腱，取得了成功。1910 年 Lange 用浸过石蜡的丝线来延长肌腱进行转移的方法做了数百例。1916 年 Biesalski 和 Mayer 出版了《肌腱转移的生理学方法》一书，极大的推动了肌腱外科的实践。

1918 年 Bunnell 对手指离断的屈指肌腱进行了游离移植，并且指出：游离肌腱移植比异体肌腱移植反应要小；……肌腱愈合的过程即粘连形成的过程……，对肌腱外科的基础理论和实践都作出了重大的贡献。此后肌腱外科的研究有了蓬勃的发展。

第一节　肌腱形态与功能

一、指屈肌腱

（一）指屈肌腱形态与结构

1. 指屈肌腱形态　指屈肌腱可以被看成是位于前臂的指浅屈肌、指深屈肌和拇长屈肌肌肉的延续、退化部分。新鲜标本的肌腱呈银白色索带状，质地坚韧。在松弛状态下表面有波纹，如果被牵拉超过松弛状态的 4%时，这些波纹便消失，当这种张力消除后波纹将再现。在形态、结构与功能上，肌腱与肌肉有着显著的差异。肌肉是高度特化，有收缩力，血供丰富，代谢旺盛，抗感染力强的组织；而肌腱则是肌肉的附属部分，是非特化，弹性小，寡血管，代谢极低的组织，但具有很强的耐压抗张力（611～1265kg/c m^2）和抗摩擦的能力。

在前臂，从指浅屈肌、指深屈肌和拇长屈肌的肌腹发出 4 条指浅屈肌腱，4 条指深屈肌腱和 1 条拇长屈肌腱。9 条肌腱均走行于由前臂深筋膜在两侧与尺、桡骨紧密相连并与前臂骨间膜共同构成的骨筋膜鞘内。该鞘内的结构由浅入深可分为四层：浅层为正中神经、掌长肌、肱桡肌、尺侧腕屈肌腱；深层由桡侧向尺侧依次为拇长屈肌腱和指深屈

肌发出的4条腱；中间为4条指浅屈肌腱，分为两层排列，其中分布到示指和小指的浅腱位于至中、环指的浅腱的后方。前臂骨筋膜鞘内，肌腱之间的间隙中，有大量的疏松结缔组织和腱旁组织及其血管，以利于该区肌腱的移动和血液供应。

在腕掌部，9条屈指肌腱依然保持着在前臂区的排列关系。经屈肌支持带的深面，穿狭窄的腕管，分别由桡、尺侧滑液囊包裹拇长屈肌腱和指屈肌腱，出腕管后进入掌部。各肌腱沿各手指的方向呈扇形散开，彼此互不相连。指浅、深屈肌腱伴行直到指屈肌腱鞘。至拇指的拇长屈肌腱和至小指的指浅、深屈肌腱分别在桡、尺侧滑液囊内走行，并延续为拇指的指屈肌腱鞘和小指的指屈肌腱鞘。至示、中、环指去的指浅、深屈肌腱在第2～4掌骨中1/3处则无滑液囊包裹。指血管和指神经以及蚓状肌均位于各腱之间。

在指部，至各指去的指浅屈肌腱和指深屈肌腱，一起在掌指关节的近侧，穿行于屈指肌腱鞘内。指浅屈肌腱在近节指骨处变扁并掩盖、包绕着指深屈肌腱，继向远侧分成两股，附着于中节指骨的两侧缘，部分纤维紧贴骨面，彼此交叉也附着于该节指骨，形成一个腱裂孔，容深腱穿过。从此往远侧，深腱位于浅层，止于末节指骨底的掌面。这种关系，四指皆同。

拇长屈肌腱没有浅腱伴行，由桡侧滑液囊包绕，与至拇指的血管、神经伴行。附着于拇指的末节指骨底。

2. 指屈肌腱的组织学结构　肌腱在组织学上属于致密结缔组织，以胶原纤维为主，细胞成分较少，纤维粗大而且排列紧密。在胶原纤维束间，成纤维细胞（又名腱细胞）成行排列，伸出几个薄翼状突起围绕胶原纤维束（图13—1）。

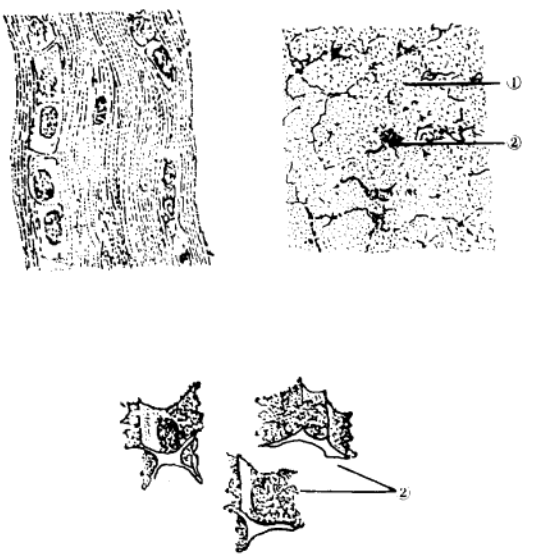


图13—1　肌腱的组织结构

①胶原纤维束　②腱细胞

肌腱的主要成分是胶原蛋白、弹性蛋白和糖蛋白基质。其中胶原蛋白占有形成分的65～70%。这些成分是由成纤维细胞产生，并按一系列复杂而有序地排列组合形成了肌腱。

关于胶原纤维的排列方向，Kölliker

(1852) 认为是与肌腱的长轴平行排列的。自那时以后，这种观点得到了后来的许多学者的支持。到 1946 年 Cummings 等人通过研究跟腱，观察到跟腱的纤维大都是平行排列的，其中有一些纤维束是扭转的，还有些纤维束是互相交错排列的。Martin (1958)，Hueston 和 wilson (1972) 以及张书琴、靳仕信 (1982) 对屈指肌腱进行观察研究显示：有些部位的纤维束是扭转和交错排列的。指浅屈肌腱的纤维，经过分裂扭转以后，腱纤维的排列发生变化——原来在最外侧的，经过扭转而到最内侧，且与对侧相当的腱纤维束交叉 (图 13—2)。

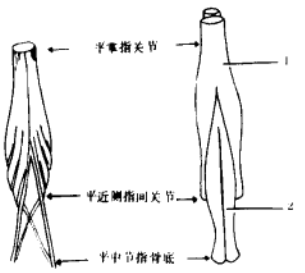


图 13—2　指浅屈肌腱纤维束排列
①指浅屈肌腱　②指深屈肌腱

指深屈肌腱的纤维束，在近侧端呈平行排列，而在指浅屈肌腱分裂形成“V”字形裂口以前 1～2cm 处，其掌侧的腱纤维束从腱的正中线处逐渐浅出，斜向后下行向腱的侧方，腱纤维束扭转而至背侧方。在背侧方的腱纤维束，排列方向由上外斜向下内深入背中线，由此纤维束继续斜行至掌面的正中线浅出，而又继续扭转。这样，指深屈肌腱的纤维束是在同侧 进行着连续的螺旋形扭转 (图 13—3)。

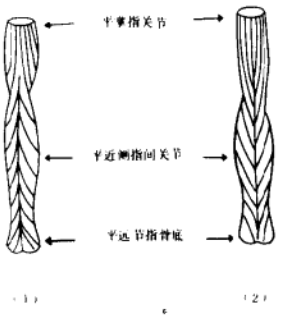


图 13—3　指深屈肌腱纤维束排列
(1) 掌侧面　(2) 背侧面

拇长屈肌腱的腱纤维束排列与指深屈肌腱的相似，不同的是其深部的腱纤维彼此交织较多。最初位于拇长屈肌腱掌侧部分的腱束分裂为两半，分别围绕拇长屈肌腱正中部分的侧方，经过扭转而至背侧，且有部分交叉，最后形成明显的侧束。这种排列结构使肌腱更为坚韧，更有利于力的传递 (图 13—4)。Jozsa 等 (1991) 通过扫描电镜和透射电镜对肌腱的超微结构进行研究认为：肌腱的胶原纤维在排列上不仅有纵向的排列，

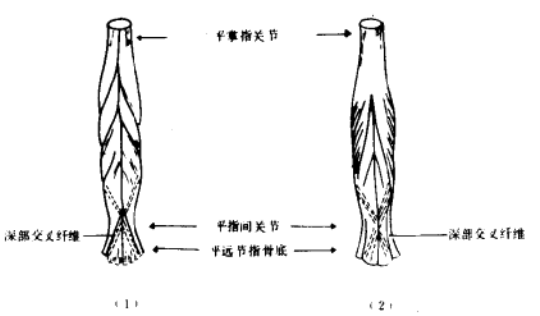


图 13—4　拇长屈肌腱纤维束排列
(1) 掌侧面　(2) 背侧面

而且有横向和水平的排列，并且形成螺旋。这种结构有利于对来自不同方向的力的缓冲。实际上，每条腱束内的胶原纤维都是相互交织的，以致肌纤维的收缩力传导到整个腱束，而不是单根胶原纤维。

胶原纤维在新鲜时呈白色，在H-E染色标本上着浅粉色，纤维粗细不等，直径在1～12μm之间，并有分支，互相交织分布。在电镜下可见胶原纤维是由更细的胶原原纤维（collagenous fibril）集合而成。胶原纤维上有明暗交替的周期性横纹，横纹周期约6.4nm，这是它独有的形态特征。胶原原纤维是胶原纤维的基本单位，而胶原纤维则是肌腱的最小结构单位。

肌腱的结构可以看成是肌肉的延续、退化部分。在肌—腱连接处，胶原纤维进入肌内膜，附着在肌纤维的基膜上。在腱—骨连接处，腱束直接连续到骨和骨膜上，其中绝大部分胶原纤维进入骨，形成Sharpey's穿纤维。

每条胶原纤维的外面包裹着很薄的结缔组织，被称为腱内膜（endotenon）。许多胶原纤维集合形成腱束，腱束是肌腱的主要结构单位，外面包被的结缔组织称为腱束膜（peritenon）。腱内膜和腱束膜合称束间结缔组织。分布到肌腱的血管、神经和淋巴管走行其中。包被在整个肌腱的外面的一薄层结缔组织被称为腱外膜（epitenon），其内面与腱内膜和腱束膜相延续。有些部位，在腱外面还包着腱旁组织（paratenon），腱旁组织是比较厚的疏松结缔组织，富含弹力纤维，其功能是作成肌腱的弹性袖套，有利于肌腱与周围组织之间进行自由移动。有时，把腱外膜和腱旁组织合在一起，称为腱周膜（peritendon）。

根据肌腱最外面被覆的组织和所在的部位不同，可将指屈肌腱从结构上分为两类：有滑膜肌腱和无滑膜肌腱。无滑膜肌腱外被以腱旁组织，其腱束多以纵行平行排列为主，彼此之间含有较多的束间结缔组织，腱实质结构较松散。在滑膜肌腱腱外膜的外面还包裹着一层特殊的结缔组织膜——脏层滑膜。腱束的排列交织扭转，束间结缔组织较少，腱实质结构紧密。由于结构上的差异，在进行肌腱缝合时，无滑膜肌腱易缝，但缝线易撕裂断端而滑脱，或因组织松散，断端因缝合易于皱缩，使其长度缩短。有滑膜肌腱则进针难，但缝线不易滑脱和撕裂。

3. 指屈肌腱的分区　指屈肌腱从前臂肌—腱连接处起，至手指指骨止，经过前臂、腕、掌、指等处，在不同的部位，肌腱周围毗邻的组织不同，肌腱本身的结构也有很大的差异。临床上，不同部位的肌腱受损，其治疗原则也有很大的差别。因此，对指屈肌腱进行分区，具有一定的临床意义。一般将指屈肌腱分为五个区。过去的分法有些混乱。1983年，手外科国际联合会在荷兰鹿特丹市召开的第一次国际会议上对指屈肌腱分区进行了统一（图13—5）。

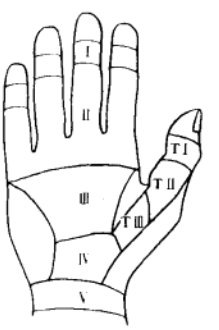


图13—5　指屈肌腱的分区

Ⅰ区和TⅠ区（腱末端区）　自示指、中指、环指、小指的中节指骨和拇指近节指骨的中部，至末节指骨底指深屈肌腱和拇长屈肌腱的抵止部，长约1.5cm。此区内只有一条指深屈肌腱或拇长屈肌腱，被部分地包裹在腱鞘内。该区肌腱背侧有比较厚的三角形系膜——短腱纽附着，该区肌腱既可接受滑液

营养，亦有良好的血液供应。肌腱的移动距离短，断裂后可争取早期修复，效果一般较好。

Ⅱ区和TⅡ区（鞘管区）　亦称‘无人区”(“no man's land”)，从位于远侧掌横纹深面的指屈肌腱的近端到中节指骨中部，即指浅屈肌腱的止点处。此区内的指深、浅屈肌腱，位于示指、中指、环指、小指坚韧而狭窄的指纤维鞘管内。管内指深、浅屈肌腱在近段分层排列，远段由于指浅屈肌腱分叉，而指深屈肌腱行于指浅屈肌腱的浅面。该区内指浅屈肌腱没有短腱纽，指深屈肌腱的长腱纽形态变异较多。此区肌腱损伤或感染，最难处理，效果也最差。拇指的TⅡ区与此区相似，只有一条拇长屈肌腱，比较简单。但在拇指的掌指关节掌侧，有两枚籽骨并列，形成狭窄通道。在病理情况下，该区极易与拇长屈肌腱形成牢固的粘连，相当于在该处形成了肌腱的止点，而失去屈指功能。

Ⅲ区(手掌区)自腕横韧带远侧缘至远侧掌横纹即屈指肌腱鞘管的近端。该区内拇指和小指仍分别位于桡、尺侧滑液囊内，其余3指多数情况下是在疏松结缔组织间隙内，外被腱旁组织。蚓状肌起于该段指深屈肌腱上。

Ⅳ区(腕管区)为狭窄的共同通路，有9条肌腱和正中神经通过。肌腱外被有滑膜。尺侧滑液囊包绕全部指深、浅屈肌腱，桡侧滑液囊单独包绕拇长屈肌腱。背侧有腱系膜相连，以保证肌腱的血液供应和滑动功能。9条肌腱在腕管内排列成三层。浅层两条，为至中、环指的指浅屈肌腱；中间层为至示、小指的指浅屈肌腱（图13—6)；深层并列5条肌腱，由桡侧到尺侧依次为拇长屈肌腱和指深屈肌腱。

Ⅴ区(前臂区)从肌腱起始部至腕管近端，即腕横韧带近侧缘以近的一段。该段肌腱位于前臂的骨筋膜鞘内，外被腱旁组织，骨筋膜鞘内填充着大量疏松结缔组织。此区肌腱断裂后，术后粘连轻，对肌腱的滑动功能影响不明显，宜作一期缝合。

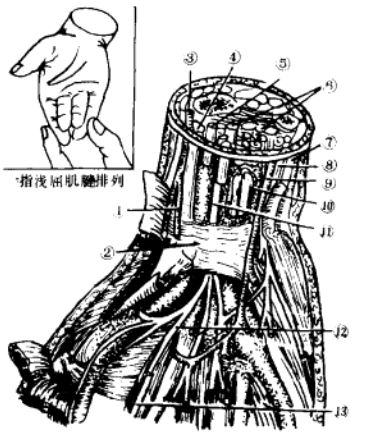


图13—6　腕区屈肌腱的排列

①桡动脉掌浅支　②腕横韧带　③桡动脉　④桡侧腕屈肌腱　⑤拇长屈肌腱　⑥指深屈肌腱　⑦尺侧腕屈肌腱　⑧尺神经　⑨尺动脉　⑩指浅屈肌腱　⑪正中神经　⑫指掌侧总神经　⑬蚓状肌

综上所述，指屈肌腱经过不同部位，其形态结构发生了相应的适应性变化。凡是肌腱经过关节、狭窄部位或运动时，肌腱会成角，承受剪切力和应力集中，故表面滑膜化，血供减少，滑液囊和腱滑液鞘形成，有利于肌腱的滑动功能，如Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ区；反之，当肌肉收缩时，对骨筋膜鞘内的肌腱仅产生拉伸和张力作用，便没有上述特化结构的形成，而是外被腱旁组织，如Ⅲ和Ⅴ区。

（二）滑液囊与指屈肌腱鞘

两者都是指屈肌腱的特化的辅助结构和支持组织。从存在的意义和功能来讲是一致的，都是大小不等的滑膜囊状结构。部分包裹在肌腱的表面形成脏层滑膜；部分衬贴在肌腱外周的毗邻组织结构上，形成壁层滑膜。壁层滑膜与脏层滑膜相互延续，构成了密闭的，潜在的间隙——滑膜腔。腔内有少量滑液，起润滑和营养肌腱的作用。在脏层滑膜与壁层滑膜转折的部位，双层滑膜之间的结缔组织、血管、神经和淋巴管一起形成的滑

膜皱襞——腱系膜或腱纽，是有滑膜肌腱与周围组织之间的重要联系通道。

滑液囊与指屈肌腱鞘的区别，是所在的部位和周围组织的结构不同。

1. 滑液囊　滑液囊位于腕掌部的掌面，分尺侧滑液囊和桡侧滑液囊。桡侧滑液囊包绕拇长屈肌腱，其余四指肌腱被尺侧滑液囊包绕。

桡侧滑液囊　起于距腕横韧带近侧缘约2.5cm处，包绕拇长屈肌腱，经腕横韧带的深面、腕管的桡侧通过手掌，延续为拇指的屈指肌腱鞘。

尺侧滑液囊是一个较为宽大的滑液囊。在旋前方肌远侧缘平面包绕示指、中指、环指和小指的指深、浅屈肌腱，经腕横韧带深面，向掌部延伸。通常示指、中指和环指的指屈肌腱滑液囊到掌中部为止，而小指的指屈肌腱滑液囊则常和小指的指腱鞘相连续。

桡、尺侧滑液囊之间约50%的人在近侧部分是相通的，与屈指肌腱鞘之间相交通的情形有很大的变异。根据Scheldrup对367只手的解剖，有下列8种情况（图13—7）：

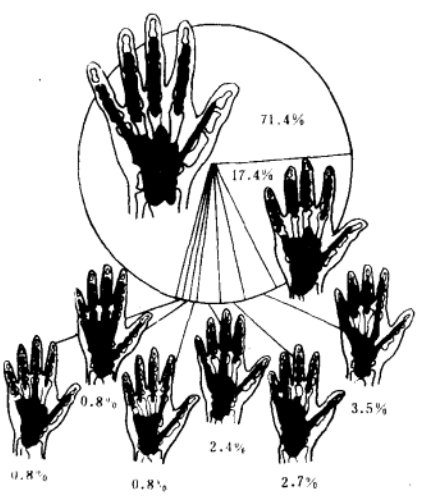


图13—7　滑液囊及指屈肌腱鞘的变异类型

①如一般解剖学教科书所描述，拇指的腱滑液鞘与桡侧滑液囊相通，小指的与尺侧滑液囊相通，占71.4%；②小指的指屈肌腱鞘不与尺侧滑液囊相通，占17.4%；③小指和示指的指屈肌腱鞘与尺侧滑液囊相通，但中指及环指的不与其相通，占3.5%；④小指及环指的指屈肌腱鞘与尺侧滑液囊相通，占2.7%；⑤小指及中指的指屈肌腱鞘与尺侧滑液囊相通，但示指与环指的不与其相通，占2.4%；⑥示指的指屈肌腱鞘与尺侧滑液囊相通，但中、环、小指的不与其相通，占0.8%；⑦示、中、环、小指的指屈肌腱鞘均不与尺侧滑液囊相通，占0.8%；⑧中指的指屈肌腱鞘与尺侧滑液囊相通，但示、环、小指的不与其相通，占0.8%。

由上述可知，滑液囊与指屈肌腱鞘之间存在的各种类型的解剖学变异，不同的滑液囊或腱鞘的感染可以向不同的范围蔓延，表现出各不相同的临床体征。通常情况下，示、中、环三指的指屈肌腱鞘内的感染仅局限于单个手指；小指的指屈肌腱鞘的感染可以蔓延到整个尺侧滑液囊；拇指的指屈肌腱鞘的感染可以蔓延到整个桡侧滑液囊；如果桡、尺侧滑液囊之间有交通，从一个囊可蔓延到另一个，形成“V”字型感染。由于尺侧滑液囊和桡侧滑液囊向近侧延续到手腕以上，故感染有时可能蔓延到前臂。

2. 指屈肌腱鞘　指屈肌腱鞘由腱滑液鞘和腱纤维鞘两部分组成。

（1）腱纤维鞘　是由指骨掌侧面指关节掌板和坚韧的结缔组织共同围成的骨性纤维管道。鞘管不同部位的纤维增厚，形成了具有重要生物力学特性和复杂结构的滑车（Pulley）系统。对腱纤维鞘有比较系统的认识开始于70年代中期。在此之前，认为腱纤维鞘仅分别存在于掌指关节、近侧指间关节和中节指骨水平的近、中、远侧三个滑车。Boyle和Blythe（1974，1975）提出了手指的滑车系统由4个坚韧的环形滑车（annular pulley）和

3个薄弱的交叉滑车（cruciform pulley）组成。Manske和Lesker（1983）的研究指出：位于掌骨颈水平的掌腱膜横纤维（transverse fibers of the palmar aponeurosis）向两侧附着于掌侧骨间膜上，覆盖于指屈肌腱鞘的近端，将其命名为掌腱膜滑车。Schneider（1982）观察到：在DIP关节掌板水平存在A5滑车。Doyle（1988）系统的观察了61个新鲜尸体手指，较完整地提出了滑车系统是由掌腱膜滑车（PA）、5个环形滑车（A1～A5）和3个交叉滑车（C1～C3）组成，其排列顺序由近而远依次为：PA、A1、A2、C1、A3、C2、A4、C3、A5（图13—8）。各滑车的位置、平均宽度和出现率见表13—1。

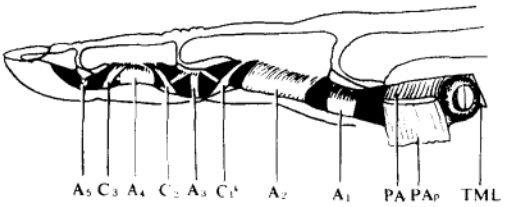


图13—8　腱纤维鞘的滑车系统

TML：掌骨横韧带　PA_P：掌腱膜　PA：掌腱膜滑车　A_1～A_5：第1～5环形滑车　C_1～C_3：第1～3交叉滑车

表13—1　　腱纤维鞘各滑车的位置、平均宽度及出现率

滑　车	位　　置	宽　度(mm)	出现率
PA	掌骨头近侧，指屈肌腱鞘起点远侧1～3mm处	9.3	100%
A1	MP关节囊掌板	7.9	95%
A2	近节指骨体	16.8	95%
C1	近节指骨体远侧部	4.3	100%
A3	PIP关节囊掌板	2.8	86%
C2	中节指骨底	2.6	72%
A4	中节指骨中部	6.7	98%
C3	中节指骨体远侧部	2.5	78%
A5	DIP关节囊掌板	4.1	93%

在指关节前方的滑车（A1、A3）较窄，而位于相邻关节之间的滑车（A2、A4）较宽，滑车呈节段性排列，滑车之间有间隙存在，薄而窄的交叉滑车则排列在关节的附近，这样的排列有利于肌腱在有限的空间内屈曲。腱纤维鞘的功能从形态学上看是对屈指肌腱起保护和支持作用，以及防止当肌肉收缩、肌腱牵拉手指各关节时形成“弓形手”。从生物力学的观点来看，为肌腱滑动提供了力学支点，改变力的方向，更有利于发挥肌腱滑动功效。

不少学者还对各个滑车的作用进行过实验测试。其中Manske等人（1977，1983）分别测试了各滑车的断裂强度、张力强度（表13—2、3）和顺序切除PA、A1、A2滑车后牵拉指深屈肌腱（FDP）到手指最大屈度的手指各关节屈度总和（TRM）（表13—4）。结果表明：①从数量上看，PA、A1、A2三个滑车中任何一个缺失，对手指的屈指功能影响很小，当同时缺失2或3个时，对手指的屈曲功能影响程度明显增大；②从强度上来看，环形滑车中，A1和A4最大。

表 13—2　各滑车的平均断裂强度 kg

($\bar{x}\pm s$)

	A1	A2	A3	A4
示　指	32.3±3.9	13.4±1.5	5.4±0.4	19.7±1.3
中　指	39.1±5.3	18.3±2.3	9.4±1.9	20.8±2.3
环　指	33.6±3.5	12.6±1.4	8.6±1.4	20.1±2.2
小　指	21.5±3.0	11.8±1.8	4.7±1.0	18.4±3.4
平　均	31.6±1.8	14.0±0.5	7.1±0.2	19.7±0.8

表 13—3　各滑车的平均张力强度

$kg/mm^2(\bar{x}\pm s)$

	A1	A2	A3	A4
示　指	5.4±0.6	1.6±0.1	2.9±0.3	5.3±0.6
中　指	7.5±0.8	1.6±0.2	3.7±0.8	4.9±0.5
环　指	5.6±0.4	1.3±0.1	4.1±0.7	5.5±0.6
小　指	4.2±0.4	1.8±0.2	2.5±0.2	5.3±0.8
平　均	5.7±0.3	1.6±0.1	3.3±0.2	5.3±0.2

表 13—4　顺序切除 PA、A1、A2 滑车后 TRM 丧失程度(%)

切除一个滑车		切除两个滑车		切除三个滑车
切除滑车	TRM 丧失	切除滑车	TRM 丧失	TRM 丧失
PA	0.8±0.2	PA、A1	2.8±0.2	
A1	1.6±0.2	PA、A2	3.2±0.3	12.6±0.4
A2	1.0±0.2	A1、A2	5.7±0.5	

基于滑车系统的形态结构和功能，在重建滑车时需满足以下基本要求：①一定的数目：至少每个手指保持或重建二个以上位于重要位置的滑车，如 A2 和 A4。②恰当的位置：重建的滑车应在 MP 关节和 PIP 关节的稍远侧，位于近节指骨底和中节指骨底部，尽量避免影响关节掌板和侧副韧带。③合适的直径：滑车的直径应以滑车将肌腱保持于贴近背侧的指骨，同时又不限制其滑动功能为准。④足够的强度：根据所用的重建材料，方法和滑车的位置而定。

拇指的滑车系统由 2 个环形滑车（TA1 和 TA2）和一个斜形滑车（TO）组成（图 13—9）。TA1 位于 MP 关节水平，宽 7～9mm，厚 0.5mm，其近侧 2/3 起于掌板上，远侧 1/3 止于近节指骨上。斜形滑车的纤维起于近节指骨的尺侧面，向远侧斜行，止于近节指骨体远侧的桡侧面，约宽 9～11mm，厚 0.5～0.75mm。其近端与拇收肌止点的一部分相连。TA2 位于近节指骨头和 IP 关节处，约宽 8～10mm，厚 2.5mm。

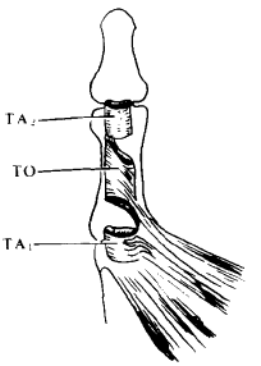


图 13—9　拇指滑车系统

TA：拇指环形滑车　TO：拇指斜形滑车

分别切除不同滑车后，测量拇长屈肌腱的屈拇指功能显示（表 13—5），斜行滑车的位置结构和功能最为重要，在手术修复重建拇指功能时，应注意保护和重建斜行滑车。

表 13—5　拇指滑车的作用

保留滑车			MP 关节	IP 关节
TA1	TO	TA2	48°	31°
	TO	TA2	49°	31°
		TA2	57°	22°
TA1		TA2	51°	26°

注：表中的数据为拇长屈肌腱向近侧移动 2.5cm 时各关节曲度。

Doyle(1987)通过对滑车系统的生物力学研究认为，滑车系统是一个独立、复杂、有机的整体。各滑车的宽度、形态、位置及相对厚度等对手指的屈曲功能都有影响。该系统使指屈肌腱的正常滑动和关节轴运动之间保

持着一种相对恒定的关系。这种关系可以由弧度(radian)和力臂(momentarm)之间的关系来描述(图 13—10)。弧度即几何定理，当圆周运动为 57.29°(1 个弧度)时，其半径与弧长相等。关节与肌腱产生运动时，指屈肌腱移动的距离称为力臂，即关节运动与肌腱中轴移动之间的距离(表 13—6)。任何增加力臂的因素，均可发生继发性滑车功能丧失，而导致增加肌腱移动距离，来满足同样关节屈曲度的要求。因此，在修复重建滑车系统时，应尽可能的保留或修复使之接近原样。

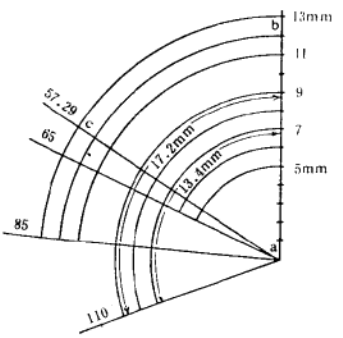


图 13—10　弧度与力臂的关系

表 13—6　手指各关节的力臂与肌腱滑动距离

关节曲度	力臂(mm)	肌腱滑动(mm)
MP 85°	11(13)	16.2(19.3)
PIP110°	7(9)	13.4(17.2)
DIP65°	5(7)	5.6(7.8)

注：括号内的数值为力臂增长情况下肌腱滑动距离。

(2) 腱滑液鞘　上个世纪，Gosselin (1852)，Schwartz (1878)，Poirier (1896) 先后对肌腱滑液囊和腱滑液鞘的形态进行过研究，本世纪中叶，Scheldrup (1951) 在 367 只手的解剖学研究中，提出了腱滑液囊系统的大体形态和变异情况。70 年代中期，随着人们对滑液重要性认识的深入，Loundborg 和 Myrhage(1977)观察了滑膜血管分布的差异，认为与肌腱受力有关。Strauch (1985) 观察到位于腱滑液鞘的两端和各滑车之间存在着一系列大、小不等的小盲囊(culdesacs)，认为这些小盲囊的存在，有利于手指伸、屈活动中腱滑液鞘的舒展和收缩。张正治等 (1989) 在对腱旁组织和指腱鞘滑膜的应用解剖研究中，观察到肌肉、肌腱、滑液囊、腱滑液鞘的外面有一个连续的、完整的血管网，是一个相对独立的血供系统。认为腱滑液囊、屈指肌腱鞘，是腱旁组织的特殊分化的结构，适应于肌腱经过特别部位的功能。

腱滑液鞘是包绕肌腱的双层套管状滑液囊，示指～环指的腱滑液鞘从掌指关节的近侧向远侧延伸，均跨过三个关节，达远节指骨底。拇指的腱滑液鞘与桡侧滑液囊相连续；小指的腱滑液鞘与尺侧滑液囊可能相连，也可能单独存在。腱滑液鞘分为脏层和壁层。脏层包绕肌腱，壁层紧贴腱纤维鞘的内面。脏、壁两层在鞘的两端相互移行，形成滑膜返折，在肌腱贴骨面的一侧，犹如肠系膜，也彼此移行，构成腱系膜。由于肌腱经常运动，腱系膜大部分消失，仅在血管、神经出入处保留下来，称为腱纽 (图 13—11)。

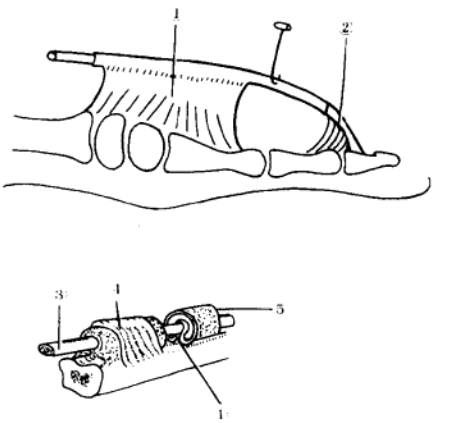


图 13—11　腱系膜与腱纽

①腱系膜　②腱纽　③指屈肌腱　④腱纤维鞘　⑤腱滑液鞘

腱滑液鞘的面积大于腱纤维鞘，它除被覆在肌腱表面和衬贴于腱纤维鞘的内表面以外，还形成许多滑膜皱襞：包括指屈肌腱鞘两端的滑膜返折、腱纽（腱系膜）和在环形滑车边缘向外突出的小囊。这些结构经组织学切片观察，发现是滑膜形成的突入滑膜腔的皱襞和绒毛，滑膜下层为疏松结缔组织，滑膜较厚，有3～4层滑膜细胞，排列有序，胞核较大呈圆形。扫描电镜观察发现滑膜表面形成许多不规则的皱褶，呈波浪状高低不平，大量滑膜细胞突出呈半球形隆起。高倍镜下观察发现这些球形细胞表面有许多伪足样突起，从突起上发出次级纤维状突起，相互交织成网，表面有大量直径不等的小泡状分泌颗粒（图13—12）。



图13—12　滑膜皱襞的扫描电镜观察

位于肌腱的掌侧面和滑车内面的滑膜平坦，无皱褶存在，滑膜下层无血管网分布。组织学观察无连续的滑膜细胞层，有许多浅沟，沟之间有纤维状网眼，这些结构之间的纤维交错排列呈海绵状，其表面无分泌颗粒（图13—13）。

鞘内指屈肌腱的背面、指浅屈肌腱分叉的内侧面及两个滑车之间的膜性壁层滑膜和指腱鞘侧壁的壁层滑膜，其结构介于前者之间。

组织学上将滑膜及其所依附的组织分为纤维型、蜂窝型和脂肪型三种。其中纤维型滑膜没有滑膜下层，直接与肌腱、滑车的致密结缔组织相贴。表层滑膜细胞有时可有被囊，当受到异常的压力时，可向纤维软骨转



图13—13　指屈肌腱掌侧面扫描电镜观察

化。蜂窝型和脂肪型都具有细胞性内膜和内膜下层。细胞性内膜由1～4层滑膜细胞组成，这些细胞包埋在颗粒状无定形而有分散纤维分布的细胞间质中。内膜下层含有丰富的血管、神经和与表面平行的成层的胶原纤维和弹力纤维，纤维间散在有成纤维细胞、巨噬细胞、肥大细胞和脂肪细胞。滑膜细胞彼此疏松排列，其间为大量胶原性间质所分隔，间质通过最内层滑膜细胞之间的缝隙而暴露

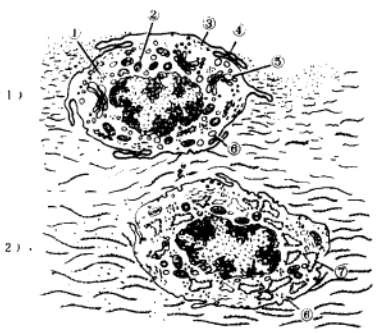


图13—14　滑膜细胞的超微结构模式图

（1）A型滑膜细胞　（2）B型滑膜细胞　①糖原颗粒　②溶酶体　③微丝　④丝状伪足　⑤高尔基复合体　⑥吞饮小泡　⑦粗面内质网

于滑液中。电镜下观察人和犬的滑膜细胞，可分为A型及B型两类（图13—14）。这两型细胞可能是同一种细胞的不同活动阶段。A型滑膜细胞可能是处于分泌物释放期，B型细胞可能是处于分泌物再合成期。两型细胞均具有下列共同特点：①有大量的线粒体；②少量糖原颗粒、溶酶体、脂滴和微丝；③细胞表面有一些突起称丝状伪足。两型细胞的区别在于：A型细胞含有大量高尔基复合体，许多大小不同的吞饮小泡；而B型则含有丰富的粗面内质网与大量游离的核蛋白体。滑膜细胞的有丝分裂很少见，据认为，滑膜细胞是由内膜下层的幼稚成纤维细胞转变而来。滑膜细胞的功能是：①在高尔基复合体中产生透明质酸，并通过胞吐作用分泌到细胞间质和滑膜间隙中；②从滑膜腔中吞噬残余碎屑；③产生间质中有周期横纹和没有周期横纹的胶原纤维。

综上所述，滑膜的结构存在着很大的差异，究其原因是与滑膜所处的部位及其功能有关。因此，构成腱滑液鞘的滑膜，依其所在的部位和功能可分为支持型滑膜和分泌型滑膜。①受压力大的部位形态特点不利于产生滑液。在手指屈曲时，肌腱的掌面与滑车相接触，产生很大的摩擦力。这些部位的滑车结构属纤维型。从结构上说明，受力大的部位，其滑膜的功能不是分泌滑液，而可能是滑液依赖性组织，吸收和利用滑液来保护和支持肌腱的滑动功能。②受压较小的部位，其形态特点有利于产生滑液，这些部位的滑膜结构属于蜂窝型或脂肪型，从结构上说明可能是产生滑液的主要部位。根据鞘内肌腱滑液营养的理论，在肌腱损伤后的修复过程中，应该尽量保持滑膜囊（腔）的完整性，对防止周围结缔组织肉芽侵入，促进滑液分泌，保证肌腱愈合及防止粘连有重要意义。即使是手术中必须切开腱滑液鞘，亦应选择在滑膜下层血管贫乏，不影响滑液分泌的部位进行。对于像滑膜返折、腱纽等处产生滑液的主要部位应注意加以保护和修复。

（三）指屈肌腱营养

指屈肌腱的营养方式包括两个方面：血液灌注和滑液扩散。

1. 指屈肌腱的血液供应　肌腱有血液供应是本世纪初才被认识的。在此之前，瑞士解剖学家Kölliker（1850）认为，肌腱是没有血供的组织。Wollenberg（1905）和Arai（1907）分别用水银、松节油和印度墨汁灌注尸体材料，才发现肌腱存在着血管。Mayer（1916）提出：指屈肌腱外部血管分布呈节段性。Edwards（1946）证实了肌腱内部均匀分布的纵行血管。Brockis（1953）描述了指深屈肌腱的长、短腱纽及与肌腱血供的关系。Smith（1965）证实了腱系膜的结构，肌腱的拱形血管分布。Verdan（1972）提出了肌腱撕脱伤后，肌腱血供在愈合过程中的重要性。Ochiai等（1979）详细研究了每个手指的腱纽系统。Zbrodowski等（1981）描述了腱系膜在拇指、手指指屈肌腱上的血管分布。国内张正治等（1988）首先对指屈肌腱的血液供应，腱纽对肌腱血液供应的重要性进行了实验研究。此后张烽（1991）、黄富国（1992）等也进行了更深入的研究。归纳上述研究结果：

（1）无滑膜肌腱的血液供应：①血液供应的来源有两条途径：其一为纵向血管，由穿行于肌肉束膜内的束间血管，经肌—腱连接处延续至肌腱的束间结缔组织内，形成纵行血管干，这些血管数量较少。其二为横行血管，来自肌间隙血管发出的众多细小的分支，首先在腱旁组织内形成丰富的血管网，再由组织内层血管网上发出大量的横行细支，经腱的束间沟进入肌腱的束间结缔组织内，与纵行的束间血管吻合，形成肌腱内血管网。②无滑膜肌腱内的血管分布具有“均匀性”、“连续性”及构型简单的特点（图13—15）。纵行的血管干之间，有稀疏的横行短交通支，绕

相邻的腱束与另一血管干吻合。纵行血管干直径约 10～25μm，横行的短交通支与纵干直径相当，但中间膨大约 20～40μm。这些血管

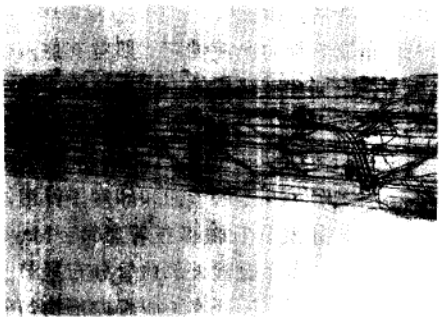


图 13—15　掌长肌腱内的血管网（箭头示来自腱旁组织内的血管）

大部分为动静脉伴行。在墨汁灌注材料上显示，动脉的管径粗细变化不大，比较恒定，墨染较深。静脉的管径粗细常不均衡，墨染较浅。镜下可见内皮细胞质内有被吞噬的墨汁颗粒。这些血管仅见于束间结缔组织内，腱束内未见血管分布（图 13--16）。

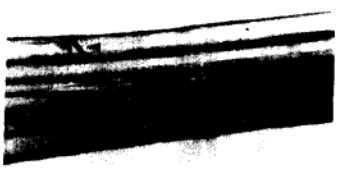


图 13—16　掌长肌腱内的血管分布（箭头示束间血管吻合支）

（2）有滑膜肌腱的血液供应　①在腕部和掌部近侧，所有的指屈肌腱均被桡、尺侧滑液囊不完全包裹，在肌腱的背侧或桡、尺侧常有两层滑膜夹着疏松结缔组织构成的腱系膜（mesotendon）附着。这里的肌腱血供有 3 个来源：即腱系膜血管、由肌腱近侧端延伸至腱实质内的纵行血管干和在滑液囊两端滑膜返折处，由腱旁组织的血管网深层经滑膜脏层深面进入腱外膜的血管。来自腱系膜的血管，在腱的附着缘附近常分为两组，分别走向腱的近端和远端。这些血管主干在腱系膜附着处管径较粗，向两端逐渐变细。血管束常贴着腱的背侧或一侧的束间沟内走行。从干上发出许多短、细而密的分支包绕腱束，或穿行于附近的束间沟内，进而与深面的纵行血管吻合。由于腱系膜侧血液供应来源丰富，因此囊内肌腱血管分布不均衡，在腱系膜附着侧血管分布有明显的优势。在滑液囊两端的滑膜返折处，腱旁组织的深层血管网。走行于脏层滑膜与肌腱之间的腱外膜内，这些血管发出许多细小的分支，经束间沟进入腱实质，与腱内纵行血管干吻合。②屈指肌腱鞘内段的血液供应来源有 4 条途径：第一是腱实质内近端血管的延续；第二是来自远端肌腱止点处骨和骨膜血管；第三是腱滑液鞘的滑膜返折处；第四是长、短腱纽。经滑膜返折进入肌腱的血管和长、短腱纽的血管束，均来源于指固有动脉的分支。长腱纽的血管至肌腱背侧中央向两端延伸约 8～15mm。在肌腱远端与骨接合处，来自骨和骨膜的血管与短腱纽的血管在腱的背侧中央融合，向近侧延伸约 10～20mm（图 13—17）。



图 13—17　鞘内屈肌腱的血管分布（箭头示肌腱掌面无血管区）

鞘内肌腱血管分布具有“不均匀性”、“节段性”和“偏侧性”的特点。鞘内肌腱的血管来源多，但数量较无滑膜肌腱明显减少，管径细（12～25μm），分布不均匀，各个血供来源之间吻合不充分。这些血管仅分布于肌

腱背侧 1/3～1/2 的实质内；掌侧面绝大部分无血管分布或少血管分布。鞘内屈肌腱血管的构型，在不同的人和不同的手指有差异。主要表现在各血供来源之间有无吻合或吻合程度。

（3）拇长屈肌腱的血液供应特点　拇长屈肌腱在腱鞘内没有长腱纽附着，短腱纽较其他指发达。该腱在指腱鞘内，掌面 1/3 的实质内无血管分布；在腕掌部，其桡背侧面 1/5 的实质内无血管分布。腱纽内的血管相互吻合成弓，从弓上发出的分支分布于该腱的背侧 2/3。向近端走行的血管逐渐变细，在第 1 掌骨头附近消失。来自系膜的血管，分布在腱的尺侧掌面 4/5。在掌指关节附近，这 2 个来源的血管彼此错位分布；腱实质中央部分的束间血管吻合很少，构成了拇长屈肌腱的相对无血管段（图 13—18）。

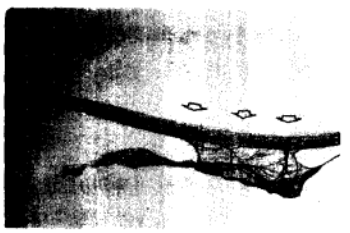


图 13—18　拇长屈肌腱的血管分布
（箭头示桡背侧无血管区）

肌腱血管分布差异形成的主要原因，与所在部位与周围组织之间的力学环境有关。无滑膜肌腱在前臂和手掌部位于骨筋膜鞘内，当肌肉收缩时，肌腱呈直线滑动，仅承受拉伸力，与腱周围组织之间无明显力学效应，腱旁组织内的血管可以从腱的周围各方进入腱实质，故腱内血管分布均匀、连续。在肌腱经过腕部和手指的关节活动的狭窄部位，屈指时，肌肉收缩产生的拉力，在肌腱成角的部位，对滑车产生应力集中，造成了肌腱不同部位受压不均匀，可能是导致肌腱血管分布呈“偏侧性”、“节段性”和“不均匀性”的主要原因。

指屈肌腱血液供应的差异，是造成临床上肌腱受损，修复后功能好坏的重要原因之一。无滑膜肌腱的血液供应丰富，周围组织疏松，损伤后可直接吻合，不存在结构上需要特别注意的问题，功能恢复较好。而有滑膜肌腱的血液供应较差，外被滑膜，与周围组织之间紧密接触；损伤后的修复过程，得不到充分的血液供应，故功能恢复较差。在手术处理过程中，应尽量避免阻断血液供应来源，缝合肌腱的缝线应选在肌腱的无血管分布的掌侧，尽可能不在血管分布较好的肌腱背侧进行缝扎。

（4）腱系膜与腱纽　腱系膜和腱纽都是由滑膜从骨面转折至肌腱背侧部，并包绕分布至肌腱的血管、神经和淋巴管共同组成。腱系膜和腱纽同属一种结构，仅在部位和形态上有所差异。

关于腱系膜和腱纽的系统解剖学研究比较少。Brockis（1953）、Conway（1954）、Edwards（1960）、Leffert（1974）等在他们发表的文章中提到过有关的概念和知识；Zbrodowski（1966，1974，1981）从形态和结构上作过比较详细的研究。国内申家兴等（1986）对腱纽进行了较详细的显微外科解剖；松井猛（1979）、张正治等（1988）对腱纽的形态及对肌腱血供的作用进行了实验研究。

腱系膜一般是指位于腕掌部包绕屈指肌腱的滑膜皱襞（图 13—19）。这些滑膜皱襞分别包裹指浅屈肌腱、指深屈肌腱和拇长屈肌腱后，从各腱的背侧连于腕骨和掌骨骨面。所有的屈指肌腱与在腕管底形成的基底系膜相连，从基底系膜上发出至最深一排指深屈肌腱的固有系膜，其中至中、环、小指的系膜行向尺侧，而至示指的指深屈肌腱的系膜单独行向桡侧。到每个指浅屈肌腱去的腱系膜，先由腕管底伸出共同系膜，从示、中指的指深屈肌腱之间走向指浅屈肌腱，再分开为各

腱的固有系膜，连于各指浅屈肌腱。腱系膜的高度以中指为例，从腕管底部至指深屈肌腱的背侧约 24～34mm，从指深屈肌腱的掌面至指浅屈肌腱约 17～23mm，从腕管底至指浅屈肌腱的背面约 43～64mm。

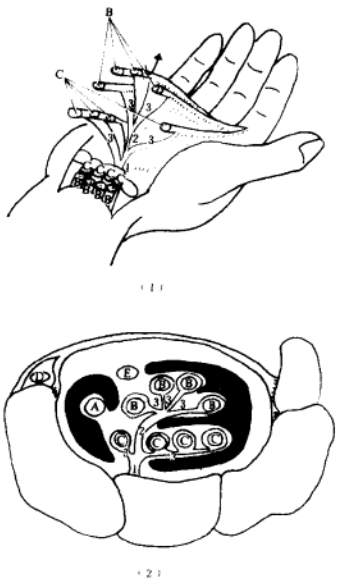


图 13—19　腕掌部腱系膜模式图
(1)掌面观　(2)横断面观　A 拇长屈肌腱　B 指浅屈肌腱　C 指深屈肌腱　D 桡侧腕屈肌腱　E 正中神经　1 基底系膜　2 共同系膜　3 固有系膜

腱纽一般是指位于屈指肌腱鞘内的滑膜皱襞。从形态上分为短腱纽和长腱纽。

短腱纽是比较恒定的三角形系膜状结构，有 2 个，分别位于指深屈肌腱和指浅屈肌腱止点处。短腱纽的近侧缘游离，背侧附着于腱鞘内指骨掌面正中矢状位，掌侧缘附于肌腱的背侧面。短腱纽的血液供应来自双侧指掌侧固有动脉在近节和中节指骨颈平面发出的分支，穿过交叉滑车，在指骨和掌板附着处吻合形成指弓状血管——指掌侧动脉弓，从弓上发出细支进入腱纽，形成血管网。该血管网还接受肌腱止点来自骨和骨膜的血管。两个来源的血管汇合，在肌腱上无明显界限。指深屈肌腱短腱纽内的血管，与止点来的血管在深腱的背侧汇合形成向近端放射的血管网，从游离缘向近侧延伸约 10～20mm（图 13—20）。指浅屈肌腱短腱纽的系膜宽度变化较大，向近侧延伸到近节指骨颈和体部不等。该腱纽内的血管与来自止点的血管，分布到指浅屈肌腱分叉的内侧面，并在两侧唇之间的滑膜皱襞内，形成特别密集的血管网，伸向滑膜皱襞所形成的指状突起或绒毛内。该腱纽在浅腱靠近止点的部位，发出长腱纽穿指浅屈肌腱中央，至指深屈肌腱。拇长屈肌腱的短腱纽宽而坚厚，从肌腱连于近节指骨近端至止点，多数跨过指间关节（86%）。

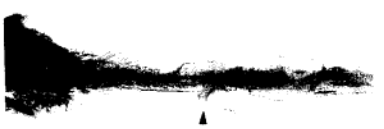


图 13—20　指深屈肌腱短腱纽的血管分布
（箭头示指深屈肌腱长腱纽）

长腱纽是细而长的滑膜索状结构，其形态、位置、数量常不恒定（图 13—21）。具体数据见表 13—7。

指深屈肌腱的长腱纽，多数直接或间接来自指浅屈肌腱的短腱纽。数量 1～3 条不等。供应指深屈肌腱中间段，长约 30～50mm。指浅屈肌腱的长腱纽，是从近节指骨的一侧或双侧发出，向远侧走行，在指深、浅屈肌腱交叉处进入肌腱，数目 1～3 条不等，负担浅腱 10～25mm 段长的血液供应。

各腱纽对鞘内肌腱供血的重要性和鞘内肌腱各血液供应来源的供应范围，可通过对新鲜尸体手不同结构结扎试验来证实：①结扎指深屈肌腱的短腱纽，从近节指骨中份至

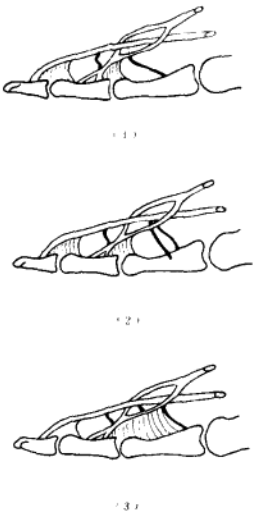


图 13—21　长腱纽形态变异类型
(1) Ⅰ型　(2) Ⅱ型　(3) Ⅲ型

表 13—7　50 只手的长腱纽出现率

肌腱名称	腱纽数值	示指	中指	环指	小指	合计	%
指深屈肌腱	1	13	10	11	37	71	35.5
	2	32	34	26	11	103	51.5
	3	5	0	10	2	23	11.5
	4	0	0	3	0	3	1.5
	$\bar{x}$	1.84	1.92	2.1	1.3	1.29	
指浅屈肌腱	0	14	17	24	38	93	46.5
	1	22	18	12	7	59	29.5
	2	13	11	12	4	40	20.0
	3	1	4	2	11	8	4.0
	$\bar{x}$	1.02	1.04	0.84	0.36	0.82	



图 13—22　指深屈肌腱短腱纽的供血作用
(箭头示结扎处)

止点的腱内血管网约 25～30mm 未见墨染(图 13—22)。②结扎指浅屈肌腱的短腱纽，该腱的短腱纽附着段（长约 10mm）缺染；同时，指深屈肌腱的长腱纽与其附着于深腱的背侧血管亦缺染。指深屈肌腱中间段缺染约 20mm（图 13—23)。③结扎指深屈肌腱的长



图 13—23　指浅屈肌腱短腱纽的供血作用
(箭头示结扎处)

腱纽后，该腱中央段约 30mm 出现缺染（图 13—24)。④结扎指浅屈肌腱的长腱纽，指浅、



图 13—24　指深屈肌腱长腱纽的供血作用
(箭头示结扎处)

深屈肌腱都未见明显的缺染(图 13—25)。该试验表明：①指深屈肌腱鞘内段血液供应具有明显的节段性。近段来自腱内的纵行血管，仅供应到指深屈肌腱交叉平面；远段由肌腱止点和短腱纽来的血液，供应到近节指间关节平面；中间段约 35～50mm 是由长腱纽供血，各段之间的吻合少而不充分。②指深屈肌腱的长腱纽对指深屈肌腱中间段的血液供应起着重要作用。而指深屈肌腱的长腱纽内的血管又是直接或间接地起于指浅屈肌腱的短腱纽。③指浅屈肌腱的短腱纽，不但负担

指浅屈肌腱的血液供应，而且还是指深屈肌腱的长腱纽的发源地，担负指深屈肌腱中间段的血供。④指浅屈肌腱的长腱纽对指浅屈肌腱的血供影响很小。



图 13—25　指浅屈肌腱长腱纽的供血作用
（箭头示结扎处）

根据腱纽的形态结构和对肌腱供血的重要性，在临床手术中应该注意保护相对重要的腱纽。特别是指浅屈肌腱的短腱纽和指深屈肌腱的长腱纽。腱纽不但是肌腱重要的血供来源，而且还是腱滑液鞘内产生滑液的主要结构。特别是在行指浅屈肌腱切除术时，切除的部位应在指浅屈肌腱的短腱纽游离缘以近，而不是它的止点，避免引起指深屈肌腱中间段的缺血。

2. 滑液　滑液是由滑膜产生的血浆滤过液，是一种透明、清亮或微黄色有粘性的液体。迄今为止，还很少有人对屈指肌腱鞘内的滑液作过比较系统的分析。不过，腱鞘的解剖学、组织学、生物力学及功能方面均与关节滑液囊相似，通过对腱鞘滑液成分的零星分析和临床研究，一致认为腱鞘滑液与关节滑液很相似。

滑液的成分及来源：①滑液的液体成分及其中的电解质、糖和蛋白质等，为滑膜层血管的血浆渗透液，是一种超滤过透析液。②粘蛋白的辅基部，主要是透明质酸，可能是由 A 型滑膜细胞产生的，其蛋白部分一般认为来源于血浆，也可能来源于 B 型滑膜细胞。滑液的粘性、弹性和塑性，很大程度上决定于透明质酸的含量，正常腱鞘滑液其含量约 2mg/ml（Hagberg 1992）。③滑液的细胞成分有单核细胞、淋巴细胞、巨噬细胞及游离的滑膜细胞，此外还可见细胞碎片和纤维。

滑液的主要作用：一是营养鞘内无血管组织，二是增加腱鞘的滑动效能和作为一种减低表面侵蚀的润滑剂。滑液在代谢过程中，晶体物质和气体进出均容易，蛋白质和大分子胶体物质可通过淋巴管离开滑液，特殊物质（如组织碎片）可通过吞噬作用予以清除。严计赛等对肌腱结构的超微结构观察发现，腱表面滑膜有小孔，滑液可自由通过，滑膜下层呈网状，腱束之间和腱纤维之间都有间隙，构成了网状结构。肌腱松弛时，起到海绵样吸附作用，滑液进入肌腱，营养腱纤维。当肌腱滑动时，腱内压力升高，挤出滑液，润滑通道，吸收摩擦热量，保护肌腱。

（四）指屈肌腱功能

在功能上，指浅屈肌腱具有屈近侧指间关节、掌指关节的作用；指深屈肌腱除了可以屈上述各关节外，主要有屈远侧指间关节的作用。拇长屈肌腱的作用是屈拇指。

屈指功能的实现有赖于肌腱的滑动。了解指屈肌腱的滑动距离，对肌腱损伤的诊断、治疗及预后都有帮助。根据王澍寰等（1979）在新鲜标本上测定，当手指从伸直状态被牵拉至充分的屈曲状态时，各肌腱在不同部位的滑动距离不同（表 13—8）。指浅屈肌腱的平均滑动距离在掌部为 2.22cm，环指＞中指＞示指＞小指；在腕部为 3.73cm，环指＞中指＞小指＞示指；指深屈肌腱的平均滑动距离在掌部为 2.89cm，中指＞示指＞环指＞小指；在腕部为 4.12cm，中指＞环指＞小指＞示指。以上测量结果说明：手指越长，指屈肌腱滑动距离越大；肌腱越长，滑动距离越大；同一条肌腱，越接近起点，滑动距离越大。其临床意义在于：肌腱滑动距离越短，则修复后的效果越好，如拇指、示指、小

指比中指为好。同样程度的粘连越靠近肌腱的远端，影响越小，反之则大。

表 13—8　屈指肌腱的滑动距离（cm）

指　别	肌　腱	掌　部	腕　部
拇指	FDT	1.87	3.20
示指	FDS	2.17	3.26
	FDP	3.00	3.93
中指	FDS	2.34	3.66
	FDP	3.26	4.39
环指	FDS	2.39	3.90
	FDP	2.94	4.20
小指	FDS	1.98	3.40
	FDP	2.36	3.96

注：FDT 拇长屈肌腱，FDS 指浅屈肌腱，FDP 指深屈肌腱。

二、指伸肌腱

手的握持功能除了指屈肌腱的作用外，还与指伸肌腱的作用分不开。伸指功能更为复杂，更为重要。因为在伸指的过程中，指伸肌腱作用于桡腕关节、掌指关节和各指间关节的力极为巧妙的分布和结合，才实现了正常的伸指功能。

对指伸肌腱研究的历史可以追溯到 16 世纪，Vesalus（1555）最早绘制了关于手指伸肌腱的解剖图。Buchenne（1851）比较详细地描述了伸指肌腱的形态。此后，Montant 和 Baumann（1937）提出了指伸肌腱器的解剖类型，Landsmeer（1949）和 Haines（1951）研究了它的功能特性，Zancolli（1968）系统地进行了形态结构与生物力学研究，对临床上见到的各种病理畸形进行了分析。许多手外科医生（Bunnell　1944，Stack　1962，Tubiana 和 Valentin　1964，1968，1980）分别介绍了指伸肌腱的修复方法。

（一）指伸肌腱形态结构和功能

1. 指伸肌腱形态　指伸肌腱包括拇长伸肌腱、拇短伸肌腱、指伸肌腱、示指伸肌腱和小指固有伸指肌腱。这些肌腱均起于前臂背侧伸肌群的远端，向远侧走行，穿经伸肌支持带深面的 6 个腱鞘中的 4 个。其中拇短伸肌腱与拇长展肌腱共同经第一腱鞘；拇长伸肌腱经第三腱鞘，指伸肌腱和示指伸肌腱经第四腱鞘，小指固有伸肌腱经第五腱鞘。出伸肌支持带，各腱分开进入手背，分别走向各指，止于各指指骨背侧（图 13—26）。

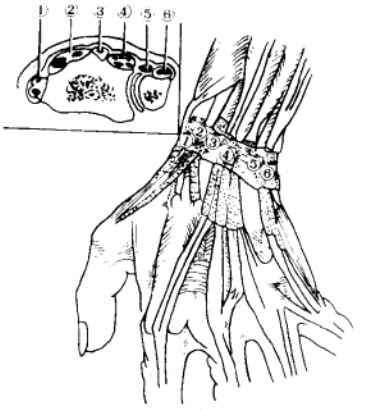


图 13—26　指伸肌腱鞘

①拇长展肌和拇短伸肌腱鞘　②桡侧腕伸肌腱鞘
③拇长伸肌腱鞘　④指伸肌和示指伸肌腱鞘
⑤小指伸肌腱鞘　⑥尺侧腕伸肌腱鞘

（1）拇短伸肌腱　起于拇短伸肌，紧靠拇长展肌腱的尺侧下行，与拇长展肌腱一同经伸肌支持带的深面，行向拇指，多数止于拇指近节指骨底（63.2%），但有 29.0±2.6%同时止于远节指骨底。此肌缺如率为 2.6%。有一条副腱者占 1.3～4.0%。

（2）拇长伸肌腱　在前臂背侧下段起于拇长伸肌，穿伸肌支持带深面进入手背，交叉于桡侧腕长、短伸肌腱的浅面，止于拇指远节指骨底（29.2%）。多数情况下，该腱同时止于拇指近节指骨底和远节指骨底及掌指关节囊（70.8%）。

拇长、短伸肌腱的功能为伸拇指指间关节，掌指关节和腕掌关节。

（3）指伸肌腱　在前臂背侧下段，进入伸肌支持带深面，分为 4 条肌腱，穿第四腱鞘至手背。各腱在手背彼此分离，但有小的

斜纤维束——腱结合相连。各腱分别止于尺侧4个指的中、远节指骨底。

根据腱间结合的数目分为四型。Ⅰ型：有3个腱间结合，占1%；Ⅱ型：有2个腱间结合，占79%；Ⅲ型：有1个腱间结合，占11%；Ⅳ型：无腱间结合，占9%。腱间结合的存在能限制各指的单独活动，加强手指连结的坚固性；有固定固有腱和掌指关节的作用，并与调节其运动有关。

（4）示指伸肌腱　在腕背部位于指伸肌腱至示指腱的尺侧，至掌指关节平面移行为指背腱膜。该肌腱缺如者占2.6%，有2条腱者占4%。

（5）小指伸肌腱　此腱特别细，在腕背部经第5腱鞘进入手背。在小指近侧的背面扩展，移行为指背腱膜，并与指伸肌至小指的腱结合。该腱有1条者占15.8%，2条者占81.6%，3条者占2.6%。

2. 指伸腱器的结构　指伸腱器（extensor apparatus）是指位于MP关节以远手指背侧，与指伸肌腱有形态和功能联系的结构总称，又称指背腱膜（图13—27）。指伸腱器由手外指伸肌肌腱和手内肌肌腱及固定纤维结构共同组成。

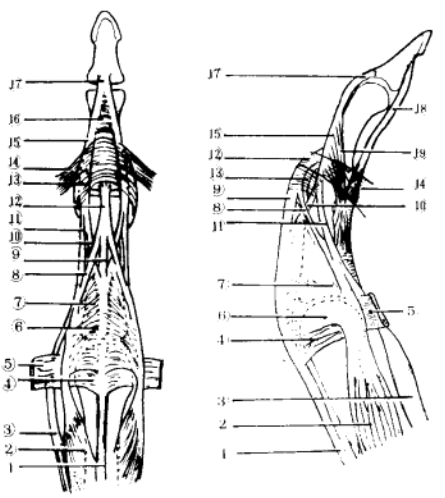


图13—27　指伸腱器的结构

①指伸肌腱　②骨间肌　③蚓状肌　④矢状束　⑤掌骨间韧带　⑥骨间帽横纤维　⑦骨间帽斜纤维　⑧外侧腱内侧束（骨间内侧束）　⑨中央束（伸肌腱内侧束）　⑩外侧束　⑪外侧腱外束（骨间外侧束）　⑫中央腱　⑬螺旋纤维　⑭横支持带　⑮外侧腱　⑯三角韧带　⑰终腱　⑱指深屈肌腱　⑲斜支持带

（1）手外指伸肌肌腱　由指伸肌肌腱构成尺侧4个指的指背腱膜的中轴，其中示指和小指还有指固有伸肌肌腱加强。手外指伸肌肌腱有4个止点：①在MP关节和近节指骨干平面，通过矢状束止于MP关节两侧的掌骨横韧带。②指伸肌腱的深层与MP关节囊的远侧部融合，通过关节囊止于近节指骨底。IP关节无论是屈或伸该止点都是松弛的，只有当MP关节过伸时该止点才被拉紧（图13—28）。③在近节指骨背侧，指伸肌腱分为三个束，即一个中央束和两个侧束。骨间肌的内侧束加入到指伸肌腱的中央束，共

同形成中央腱。中央腱跨过 PIP 关节，止于 PIP 关节囊和中节指骨的近侧部分。④在 PIP 关节平面，骨间肌的外侧束加入指伸肌腱的外侧束，共同形成外侧腱。两个外侧腱行向远端，逐渐向背中线靠拢，融合形成终腱。终腱跨过 DIP 关节，止于末节指骨底。

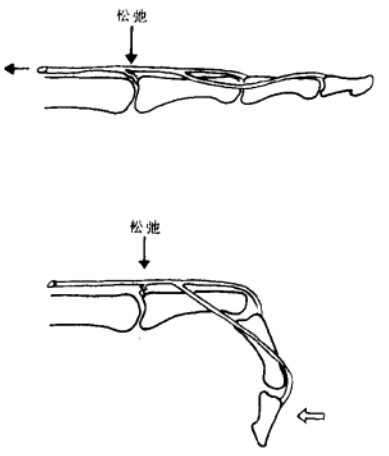


图 13—28　伸肌腱止点与伸指机制

矢状束起于掌骨横韧带，其纤维跨过 MP 关节两侧，向背侧部分止于指伸肌腱的侧缘。另有部分纤维经肌腱的背侧与对侧纤维融合。矢状束的近侧缘游离，较厚，宽约 7～8mm，远侧与骨间肌腱帽的远侧纤维融合，界限不清。矢状束的功能，其一是稳定经过 MP 关节背侧的伸指肌腱，当 MP 关节屈时，防止肌腱向侧方滑脱。其二是限制伸指肌腱的移动范围。当 MP 关节过伸时，指背腱膜向近侧滑，矢状束被拉紧，可吸收伸指肌腱在该平面过多的力量，不致向指远端的 IP 关节传导。

（2）手内在肌肌腱　包括骨间肌肌腱和蚓状肌肌腱。

骨间肌肌腱：来自背侧骨间肌深层的纤维，止于近节指骨底的外侧结节和 MP 关节囊上。来自掌侧骨间肌的三个纤维束分别止于三个平面：第一组加入围绕 MP 关节背面的横纤维，止于近节指骨底，形成骨间肌腱帽；第二组形成骨间肌腱帽的斜纤维，与中央束融合，止于中节指骨底；第三组为远侧纤维与来自蚓状肌的纤维融合，加入外侧束，止于末节指骨底。

蚓状肌肌腱比骨间肌更具有收缩潜力，蚓状肌肌腱形成指背腱膜的桡侧缘，止于外侧腱。该肌经掌骨横韧带的掌面走行，该韧带将蚓状肌与骨间肌分开。故蚓状肌腱不参与骨间肌腱帽的形成，蚓状肌介于指浅屈肌腱与指背腱膜之间。当指深屈肌处于静止状态，它通过牵拉远侧的指深屈肌腱，参与伸末节指骨的运动，减少指深屈肌腱对末节指骨的作用。故无论 MP 关节处于何种位置，蚓状肌收缩都能直接伸末节指骨，而骨间肌则在掌指关节屈时，有减少指间关节伸的作用。蚓状肌还有协调屈指和伸指的作用。

（3）指背腱膜的固定纤维结构　固定纤维结构包括三角韧带、螺旋纤维、斜支持带和横支持带。这些结构是没有肌肉相连的无弹性结构。

三角韧带：在中节指骨远侧，由两外侧腱内侧缘的纤维所构成的薄三角形纤维膜。

螺旋纤维：位于三角韧带的近侧，是指伸肌腱和骨间肌腱的延续，由来自外侧的纤维在 PIP 关节表面向远、向内绕至中央腱的远侧所形成。其作用是防止外侧腱向两侧滑脱。

斜支持带：在 PIP 关节两侧对称性延伸。部分止于近节指骨远侧 1/3 的掌侧面和指屈肌腱鞘，部分斜行跨过 PIP 关节的侧面，行向远侧和背侧至外侧腱，止于中节指骨的远侧 1/2，其纤维并与两外侧腱的纤维混合，形成终腱止于末节指骨底。该韧带斜行跨过 PIP 关节的旋转轴，通过 DIP 关节的屈和 PIP 关节的伸来控制张力。当 PIP 关节开始屈时有固定肌腱的作用。当 PIP 关节过伸，可伸 DIP 关节。所以，该韧带有协调 IP 关节的

作用。故近、远侧指间关节在正常情况下只能同时作一个方向的运动，形成一个功能单位。

横支持带：位置表浅，在 PIP 关节周围的皮下和筋膜下间隙内走行。这些纤维附着于皮肤和皮下组织，在指伸腱器的背、外侧面形成薄的纤维板，并附着到关节的两侧。由于指背腱膜扩展部为非弹性组织，屈指时，该韧带必然向远侧和外侧滑动。

3. 指伸腱器的伸指机制

(1)基本机制　①等距关系：伸指肌腱的中央束与外侧束之间，在长度和作用方面存在相互关系。这种相对长度，一方面决定于每个束的绝对长度，另一方面决定于外侧束在 PIP 关节平面的位置。只有保持这种等距关系，指伸腱器才能适应手指运动的力学状态和充分发挥伸指功能。如果这种等距关系遭到破坏，其伸指机制就会不正常。临床所见 PIP 关节反曲和 DIP 关节屈曲的“天鹅颈”畸形，便是一个例子。②滑动范围：包括纵向和横向滑动范围。纵向滑动即指背腱膜的中轴向近侧和远侧的移位，横向滑动是指外侧腱(束)向外侧移位。当指伸腱器与骨或皮肤发生粘连，其滑动范围受到影响，必然波及到手指的正常屈、伸运动。③手内、外在肌在指伸腱器上的力量平衡：这种平衡如果被扰乱，也会发生手指畸形和功能障碍。④指间关节的运动范围：手指各关节的运动范围有其正常的限度，当某个关节(特别是 MP 和 PIP 关节)的运动幅度超过了正常范围，即可引起指伸腱器的功能失调。如“鹰爪手”畸形，即 MP 关节过伸导致指间关节丧失伸的功能。

指伸腱器的这些基本机制可以用 Winslow's 菱形来表示（图 13—29）。当手指屈时菱形增宽，长度缩短，两外侧角在近侧指间关节的两侧向掌侧面滑动，进一步滑动则受到三角韧带的限制。当手指伸时菱形变窄，长度增加，两侧角向背中线滑动，进一步滑动又受到斜支持带的限制。

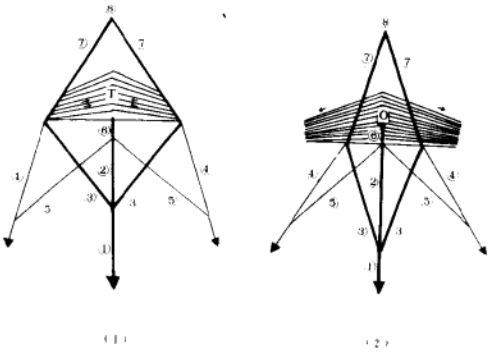


图 13—29　指伸腱器模式图与伸指机制
(1) 屈指状态下的伸指腱器　(2) 伸指状态下的伸指腱器　①指伸肌腱　②中央束　③外侧束　④骨间外侧束　⑤骨间内侧束　⑥中央腱　⑦外侧腱　⑧终腱　T 三角韧带　O 斜支

(2) 各节指骨的背伸机制　伸 MP 关节的机制是由指伸肌腱通过矢状束、骨间肌腱帽及近节指骨的止点来实现的。这种机制的产生，依赖于指伸肌腱向近侧滑动（约 20mm），牵拉 PIP 关节和 DIP 关节向背侧转动，来缩短指骨背侧的相对长度，实现伸 MP 关节。

伸近节指骨主要依赖于两个动力系统：即直接动力系统和间接动力系统。直接动力系统为指伸肌腱止于该骨底的纤维所产生的拉力。间接动力系统为近节指骨头被中节指骨底推向背侧所产生的压力。由指伸肌产生的、作用于中节指骨底的拉力，和指浅屈肌产生的、作用于中节指骨的屈力，将中节指骨底推向背侧，对近节指骨头产生压力，近节指骨由屈曲位开始转向伸位。继而，止于近节指骨底的指伸肌腱，直接发挥伸近节指骨的作用。

手外指屈肌腱在伸近节指骨的过程中起着主导作用。如缺乏屈肌的作用，近节指骨将只能随着中节指骨伸直。

伸中节指骨主要依赖直接止于该骨的两个肌腱，即指背腱膜的中央腱和指浅屈肌腱。

由于中央腱止于中节指骨底的背侧，而指浅屈肌腱止于中节指骨体中部的掌侧面，中节指骨运动以近节指骨头为滑车，伸指肌收缩力使中节指骨伸直，并使中节指骨底保持与近节指骨头的密切接触。同理，指浅屈肌的收缩力也作用于中节指骨。伸或屈肌力的大小，决定中节指骨的伸或屈。

伸远节指骨通常是与中节指骨同时进行。伸 DIP 关节有两个机制：①通过终腱向近侧滑动幅度约 5mm；②通过斜支持带稳定 DIP 关节。伸远节指骨的初期依赖于支持带，由于伸 PIP 关节使支持带的张力增加，伸指肌腱内侧的止点，也有引发伸远节指骨的间接作用。

伸远节指骨的后期过程是指伸肌腱和手内在肌腱的联合作用。手内在肌腱附着于指伸肌腱的两个侧束和两个外侧腱所形成的四边形的外侧角上，当手内在肌收缩时，即拉紧了两个外侧角，使四边形增宽，长度减小，并使中央腱在中节指骨的止点松弛，收缩力经外侧腱、终腱传至远节指骨。

概而言之，各指间关节在屈的状态下开始伸时，指伸肌腱在近节指骨的止点是静止不动的。近节指骨位于掌骨和中节指骨之间，受相邻指骨关节链的控制，并受三条肌肉的控制，即指伸肌、指深屈肌、骨间肌或蚓状肌。骨间肌起稳定作用，如果没有骨间肌，这个系统是不稳定的，因 MP 关节过伸和 PIP 关节屈曲，而形成“Z”字形弯曲。手内在肌麻痹引起的“鹰爪手”就是这种表现。

当伸指间关节时，作用于近节指骨上的力量随着伸的增加而逐渐减少。同时，指伸肌腱在近节指骨的止点，由于指背腱膜向近侧滑行而被拉紧，控制了近节指骨的过伸。因此，经由指伸肌腱传过来的力，随着指间关节的伸直，均由该腱在近节指骨的止点和止于掌骨横韧带上的矢状束所吸收，如果指伸肌腱的张力是持续的，就会产生 MP 关节过伸。

（3）整个手指的伸指机制　同时伸 PIP 关节和 DIP 关节，依赖于指伸肌腱的两侧束和手内在肌腱的两侧束向近侧滑动，以及两则束向背侧横行移动来实现。由于这些成分的滑动都是呈等距离移动，就引起了同时（联合）伸 PIP 关节和 DIP 关节的作用。

拇指的伸指机制由拇长屈肌腱和手内在肌肌腱联合完成。拇指的指伸腱器，由拇长伸肌腱的中央腱和手内在肌的外侧束融合而成。手内在肌伸拇指 IP 关节呈直线牵拉，但拇长伸肌腱能迫使该关节过伸。拇长伸肌腱止于近节指骨底，是拇指 MP 关节的主要伸指肌。

通过对正常手指的伸指过程的观察表明：首先开始的是 MP 关节。当 MP 关节伸到一半时，指间关节才开始其伸指过程。因此，MP 关节对手的握持功能起重要作用。

（4）指伸肌腱与支持带的作用机制　指伸肌腱作用于三个指骨，为整个手指的伸提供先决条件。它的伸中、远节指骨的作用，在 MP 关节处于屈或伸的状态下均可进行。当一直保持轻微的屈 MP 关节状态时，屈指肌的力量很小，同时指伸肌腱的力传至远节指骨，而不仅仅限于近节指骨平面。

当 MP 关节处于过伸状态时，指伸肌腱对中、远节指骨就失去伸指作用，例如尺神经瘫痪所致的环、小指畸形。在这种情况下，有两种方法可伸中、远节指骨。一是切断矢状束和指伸肌腱在近节指骨的止点；二是切断屈指肌腱。这是因为指伸肌腱在近节指骨平面的移动受限，是屈指肌腱的正常张力作用所致。MP 关节过伸伴 IP 关节屈，是屈指肌腱的自然张力所致。

骨间肌腱帽随 MP 关节的运动向近侧或远侧滑动，保证了骨间肌收缩力更精确地发挥作用。MP 关节屈时，骨间肌腱帽吸收所有产生屈曲的收缩力，使之不传至外侧腱。而

当 MP 关节伸时，骨间肌腱帽在掌骨头上自由滑动，把骨间肌的张力直接传导至外侧腱，使之伸中、远节指骨。故 MP 关节被稳定于伸指位时，骨间肌能伸中、远节指骨，这是骨间肌借助腱膜所产生的作用。掌侧骨间肌止于指背腱膜的一侧，背侧骨间肌的浅层（掌侧）止于另一侧，深层（背侧）的骨性止点止于近节指骨的外侧结节，囊性止点止于 MP 关节掌板的远侧部。这种解剖排列关系，有利于背侧骨间肌腱两组纤维的协同功能。手指的侧方运动涉及到手外长伸肌腱与骨间肌的联合作用。

蚓状肌的收缩力沿骨间肌腱帽的游离边缘传导，引起屈 MP 关节，同时伴随伸 IP 关节。无论 MP 关节处于屈或是伸位状态，蚓状肌腱伸 IP 关节的作用都很有效。与骨间肌不同的是，蚓状肌腱的作用，不受关节囊止点或指骨止点的限制，也不受近节指骨背侧纤维束的限制。这是因为蚓状肌近端起于指深屈指腱，它的收缩力作用于指深屈肌腱上，使该腱松弛，更容易伸远节指骨。蚓状肌的另一个重要作用是手指位置变化时控制张力。

支持带的横纤维在伸 PIP 关节时，有防止外侧腱向中线移动的作用。另一方面，PIP 关节屈曲时，横纤维将外侧腱拉向 PIP 关节的两侧。外侧腱的这种掌侧移位，又受到三角韧带的限制。支持带的斜纤维，在功能上是经由终腱止于远节指骨。由于这些纤维从 PIP 关节的掌侧斜跨旋转轴，行向 DIP 关节的背侧，当远节指骨屈时，DIP 关节背侧的张力增加，产生屈 PIP 关节的倾向。相反，当 PIP 和 DIP 关节都处于屈曲时，通过这些纤维提供的张力，PIP 关节被动伸的结果，可引起部分伸 DIP 关节。支持带斜纤维的另一个作用，是保证整个屈指过程中，PIP 关节的屈度比 DIP 关节的屈度大。

4. 指伸腱器常见畸形的形态基础　指伸肌腱器的功能在手指不同平面发生改变时便可产生手指畸形。

（1）天鹅颈畸形　是指伸腱器常见的病理表现之一，可以由多种原因引起。临床表现为 PIP 关节反屈（过伸）并伴有 DIP 关节的屈曲（图 13—30）。就其原因可分为三型：

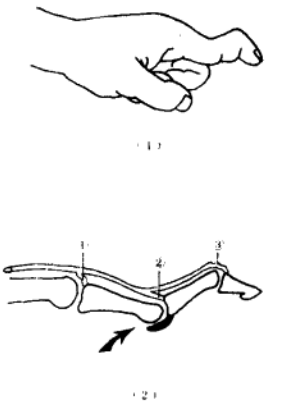


图 13—30　天鹅颈畸形

（1）畸形外形　（2）畸形机制　①伸指肌腱近节指骨止点松弛　②中节指骨止点紧张，PIP 关节过伸　③终腱松弛箭头示 PIP 关节囊掌侧破裂或各种原因引起关节肥大

手外在指伸肌肌腱型：由于腕关节和/或 MP 关节屈曲，或是由于肌腱粘连或肌肉缩短和挛缩，导致手外指伸肌腱的作用过强。此时，这些手外指伸肌肌腱相对缩短，当 PIP 关节的稳定机制受损时，便可引起进行性反屈畸形。

手内在肌肌腱型：由于各种原因所致手内在肌的收缩力增强，如手内在肌缺血性收缩、风湿性关节炎引起的手指尺侧滑动，导致骨间肌缩短，婴儿大脑瘫痪酿成手内在肌挛缩；一些痉挛状态如帕金森氏病、破伤风、癔病等。也可以发生于用肌腱转移治疗鹰爪手畸形之后。

关节型：由于各种原因所致 PIP 关节丧失其稳定性，如创伤或关节脱位引起的掌板损伤；指浅屈肌腱断裂或瘫痪；由关节肥大性滑膜炎引起的掌板延长；由关节肥大性滑膜炎引起的支持带延长；PIP 关节背侧肥大

性可退缩性疤痕；先天性关节松弛等。使 PIP 关节的主要稳定结构受损，正常的伸指力量可导致 PIP 关节的反屈畸形。在这种情况下，稳定结构的其余部分开始削弱，反屈畸形进行性加重，DIP 关节丧失其主动伸直的能力而处于屈曲位。

（2）钮孔畸形（buttonhole deformity）又称 boutoniere 畸形。表现特征为：PIP 关节屈曲并伴有 DIP 关节过伸。由于关节周围或关节本身的原因，很容易转变成僵硬畸形（图 13—31）。这种畸形是指伸肌腱器在 PIP 关节背侧平面发生病变造成的。闭合性损伤多因中央腱在止点处断裂，常见的原因有：①主动伸指时的强迫性屈指；②PIP 关节屈时直接受到打击；③PIP 关节脱位。慢性损害是由于各种原因引起关节背侧结构的延长而形成的。如风湿性骨膜炎、指背烧伤等。

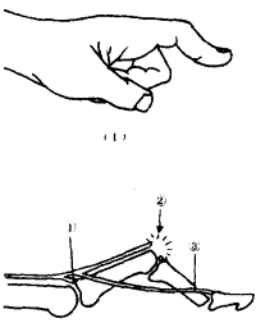


图 13—31　钮孔畸形

（1）畸形外形　（2）畸形机制　①指伸肌腱近节指骨止点紧张，MP 关节过伸　②中央腱断裂　③外侧腱（终腱）紧张

（3）槌状指畸形　又叫棒球指（baseballdeformity）。是常见的一种手指畸形。表现特征为远节指骨下垂。这是指伸腱器的终腱断裂或远节指骨底撕脱性骨折所致。其后果是不能伸远节指骨，而近侧指间关节容易发生过伸倾向（图 13—32）。根据损伤的起因可分为四型：①锐器伤所致的终腱和关节囊断裂；②由 PIP 关节伸直时远节指骨（指尖）受到强力的打击，如接球，致使肌腱断裂和撕脱；③背侧关节内骨折和掌侧远节指骨半脱位；④陈旧性损伤，如风湿性关节炎所致的畸形。

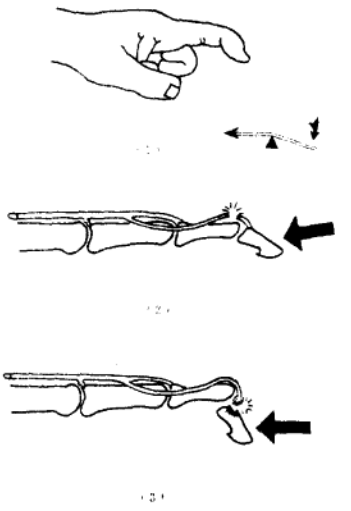


图 13—32　槌状指畸形

（1）畸形外形　（2）肌腱在屈远节指骨的初期断裂　（3）肌腱撕脱性骨折

槌状指的病理机制是：①肌腱断裂多发生在屈远节指骨的初期，指尖受到外力打击所致；②伸指肌腱撕脱性骨折，屈远节指骨在 90°以后的外力作用所致。了解这些机制，通过询问受伤的经过来判断损伤的类型，有利于治疗。

（4）鹰爪手畸形　表现为 MP 关节过伸并伴有指间关节屈曲。这是由于骨间肌和蚓状肌瘫痪，失去了对近节指骨的稳定性，当 MP 关节处于过伸位时，指伸肌腱不能伸 IP 关节所致（图 13—33）。

拇指终腱损伤可引起拇指槌状指，继发 MP 关节过伸，形成拇指天鹅颈畸形。这是由于伸肌腱帽回缩和拇短伸肌腱过度牵拉的结果。MP 关节区的伸指肌腱受损，可引起 MP

关节屈曲和 IP 关节过伸，表现为拇指的钮孔畸形。

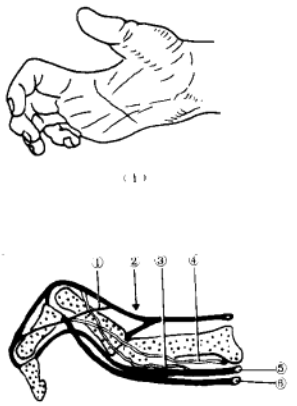


图 13—33　鹰爪手畸形
(1) 畸形外形　(2) 畸形机制
①外侧束松弛　②指伸肌腱近节指骨止点紧张，MP 关节过伸　③蚓状肌腱松弛　④骨间肌腱松弛　⑤指深屈肌腱拉紧　⑥指浅屈肌腱拉紧

（二）指伸肌腱血液供应

指伸肌腱在桡腕关节处行经滑液鞘外，其余部分包被着腱旁组织，有比较丰富的血管分布。

指伸肌腱的血液供应来源多，不同来源的血管，在不同部位以不同的方式或途径到达和分布于肌腱。

在前臂远侧和手背部，指伸肌腱只有腱旁组织包绕，血管穿行于这些疏松结缔组织内。它们来自骨间前动脉的小分支，在前臂下 1/3 段穿骨间膜至背侧，分布至行经前臂远侧掌、背两面的肌腱。在肌—腱连接处，大量来自肌肉组织的纵行动脉延续到肌腱。这些血管大部分走行于肌腱之间的筋膜内。

在腕部，指伸肌腱位于滑液鞘内，来自腕背动脉网的血管，经腱系膜分布到该区的肌腱上。也接受腱鞘两端经壁层滑膜与腱外膜之间走行的纵行血管。该区的指伸肌腱，有一个较复杂的腱系膜结构，在腕掌骨背面首先形成基底系膜，长约 5～9cm，近侧缘高约 2～4cm，远侧缘高约 0.4～1.5cm。从基底系膜上再发出至各腱的固有系膜。从基底系膜的尺侧发出至环、小指伸指肌腱总系膜，桡侧发出至示指伸指肌腱固有系膜，至中指伸指肌腱的固有系膜是基底系膜向背侧的延续（图 13—34）。

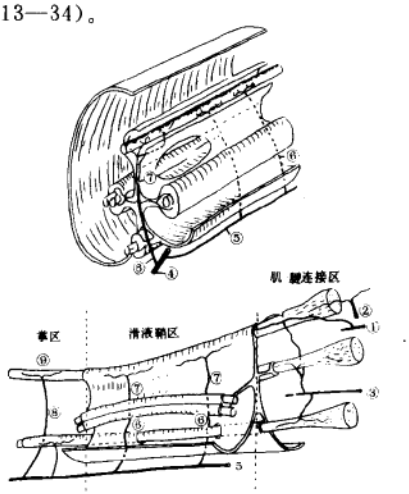


图 13—34　腕区指伸肌腱血供模式图
①桡动脉及其分支　②来自肌膜的分支　③骨间前动脉及其分支　④桡动脉的腕背支　⑤掌背动脉　⑥基底系膜的动脉分支　⑦固有系膜的小动脉　⑧来自腱旁组织内的动脉分支　⑨纵行分支

从掌骨中部至 MP 关节，指伸肌腱接受健旁组织内的血管网供应。

在手指，指背腱膜的血供经由腱旁组织供给。指背腱膜浅面（背侧）血管网的血管来自指掌侧固有动脉的分支——指掌侧动脉弓的分支。指掌侧动脉弓有四条，其形态是：从指掌侧动脉弓上发出一个共干，从共干上再发出管径相近的分支，经长、短腱纽至指屈肌腱，分别分布到指屈肌腱鞘以及骨膜、指背腱膜和皮肤。供应指背腱膜的动脉沿着其边缘走行，分布到浅面（背侧），再分为升、降支沿指伸肌腱的长轴走行。这些纵行分支与横行分支吻合，形成多边形血管网。网上有分支穿过指背腱膜，与其深面（掌侧）的

血管网吻合交通（图 13—35、36）。

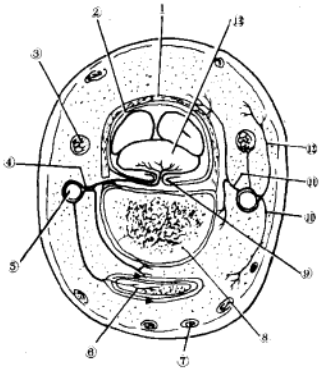


图 13—35　指伸肌腱的血供来源（横断面）
①腱纤维鞘　②腱滑液鞘　③指神经　④指掌侧动脉弓　⑤指掌侧固有动脉　⑥指伸肌腱　⑦静脉　⑧指骨　⑨腱系膜　⑩背侧支　⑪骨膜支　⑫掌侧支　⑬指屈肌腱

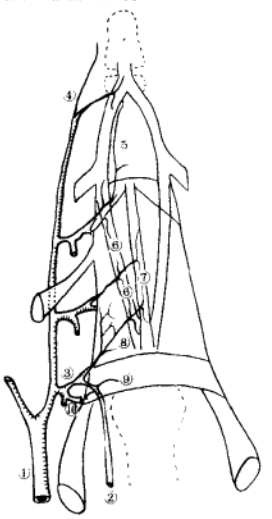


图 13—36　指背腱膜的血供模式图
①指掌侧总动脉及固有动脉　②指背动脉　③指掌侧动脉弓及其掌侧和背侧支　④指髓动脉　⑤至三角韧带的动脉分支　⑥至外侧束的动脉分支　⑦至内侧束的动脉分支　⑧至骨间帽浅面的动脉分支　⑨指背动脉与指掌侧动脉弓背侧支的吻合　⑩至骨膜的分支

指背腱膜深面的血管网有两个来源：一是与浅面血管网相似，来自指掌侧动脉弓的分支。二是来自指骨骨膜血管网和关节囊的浅层血管网的侧支。

指伸肌腱内的血管分布与屈指肌腱相似。动脉走行在束间结缔组织内，常有两条小静脉并行。腱束内无血管分布。

（三）指伸肌腱外科分区

指伸肌腱损伤的部位，关系到关节、骨的功能障碍，畸形的产生和治疗措施。因此，指伸肌腱的外科分区，具有特别的意义。根据 Verdan 分法，将指伸肌腱分为八个区。其中奇数区与关节对应，偶数区与骨干对应。拇指单独分为四区（图 13—37）。

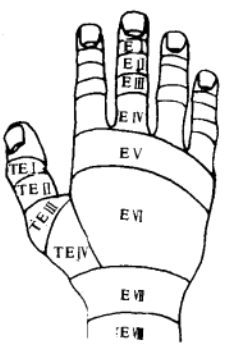


图 13—37　指伸肌腱的分区

1. 指伸肌腱的分区　远侧指间关节区（EⅠ）：伸 DIP 关节有两个机制：①通过终腱向近侧滑动幅度约 5mm；②通过斜支持带稳定 DIP 关节。

该区结构特点是：皮肤薄，附着紧密，分离皮肤与肌腱时比较困难。为了保护这些组织的血液循环，有利愈合，夹具固定时应避免 DIP 关节过伸。该区指伸肌腱的损伤容易波及皮肤、骨或关节。终腱和斜支持带止于远节指骨底，在甲床的近端处与 DIP 关节背侧融合。指甲手术可能伤及肌腱的止点，反过来可影响到指甲。闭合性损伤较开放性损伤多见，主要表现为槌状指（或棒球指）畸形。

中节指骨区（EⅡ）：两外侧腱在该区融合形成终腱，近节指骨有三角韧带相连。斜

支持带在该区与外侧腱的外侧融合，向远侧止于终腱。当损伤到该区的皮肤、肌腱、骨或骨膜时，伸指机制障碍可导致槌状指畸形或不能屈 DIP 关节。

近节指间关节区（EⅢ）：中央腱通过螺旋纤维交叉和手内在肌肌腱的外侧腱联合，共同伸中节指骨。在 MP 关节过伸时，手内在肌肌腱的作用更为重要。当屈 MP 关节时，中央腱的作用占优势。横支持带系在指屈肌腱上，固定于 PIP 关节的背侧。中央腱在该区的滑动幅度为 5～8mm。当 PIP 关节伸直时，该区的皮肤松弛，形成皱褶，但当完全屈曲时，则被拉紧。在这种状态下，皮肤和肌腱都容易受损。该区的损伤易导致关节畸形和僵直，最易发生钮孔畸形。由于中央腱断裂，继发外侧腱向掌侧移动，近节指骨头通过背侧裂孔"钮孔"突向背侧。外侧腱一旦滑至旋转轴掌侧，便产生了屈 PIP 关节的作用，指伸肌腱收缩产生的张力，迫使 DIP 关节过伸。由于中央腱和外侧腱往往并非同时受损，钮孔畸形常常不是受损后就表现出来。所以，该区的损伤要及时处理，防止畸形的发生。

近节指骨区（EⅣ）：该区内单纯性损伤的修复没有特殊之处。外侧腱下方创伤后，可使外侧腱紧张，引起"手内在肌阳性位"。可以在近节指骨底处切断外侧束来缓解。

掌指关节区（EV）：伸指肌腱在该区的滑动幅度为 15～18mm，两侧的矢状束将其固定在掌骨头的背侧中央，限制向侧方滑动。伸指肌腱帽的不完全损伤，在初期常常被缺乏经验的检查者忽视，这是由于腱帽完整的部分尚可代偿受损的部分。MP 关节的钝性和开放性损伤，可使腱帽薄弱，随着时间的推移，屈指力量会削弱腱帽，发生主动伸直无力。该区损伤后继发腱帽皱缩或粘连，引起"手外在肌阳性位"，其结果是：即使三个指关节各自的运动幅度是正常的，亦不能同时屈三个指关节。钝性创伤可能引起矢状束变薄，肌腱向健侧半脱位，表现为 PIP 关节不能全伸，手指侧倒，主动活动时肌腱产生疼痛性"响指"。

掌骨区（EⅥ）：该区内有 4 条指伸肌腱止点。腱间结合的存在，能掩盖相邻肌腱损伤的体征。示指和小指的伸指肌腱受损，如果仅限于其中一条，可以没有临床表现。示指和小指的指伸肌腱断裂后，不进行外科暴露，不易作出诊断；而中、环指的指伸肌腱损伤后，可以通过伸 MP 关节不完全获得诊断。

腕区（EⅦ）：该区在伸肌支持带下方形成六个腱滑液鞘，至手指和腕部的肌腱穿过这些鞘管行向手背。该区闭合性损伤的主要问题与鞘内肌腱粘连相似，偶尔发展成"板机指"的临床表现，最常见于拇长展肌腱和拇长伸肌腱。该区开放性损伤的处理，应遵循指屈肌腱鞘管内区的原则。

前臂区（EⅧ）：该区内有 13 条肌腱。在进行肌腱缝合术时，应充分考虑肌腱长度。到拇指的肌腱最短，腕伸肌肌腱最长。该区闭合性损伤的主要表现为钝性损伤引起的出血和充血。开放性损伤要注意鉴别断裂的肌腱向近端回缩，特别是肌肉内的肌腱断裂。

2. 拇指肌腱的分区　拇指指间关节区（TEⅠ）：该区的闭合性损伤，多因拇指尖受到强烈打击，可产生槌状指，并常伴有骨折。治疗中需要修复肌腱和骨折。该区的肌腱较粗，开放性损伤时，肌腱缝合比较容易。

拇指近节指骨区（TEⅡ）：该区的闭合性损伤问题不大。开放性损伤也不存在肌腱回缩的问题，但可因粘连发展成指间关节受限。

拇指掌指关节区（TEⅢ）：闭合性损伤可因该区钝性损伤引起钮孔畸形。拇短伸肌损伤是发生钮孔畸形的主要因素，它使腱帽向尺侧拉长。其机制与 EV 区相似。该区的开放性损伤可使腱帽部分或全部离断，但肌腱的回缩常常很小。

拇指掌骨区（TEⅣ）：该区伸指肌腱的闭合性损伤很少引起特别的问题，主要是骨折可能引起肌腱粘连。该区的开放性损伤中，拇长伸肌腱常常回缩至前臂。拇长伸肌腱断裂后，应在2个月内修复，以免丧失其弹性。

（张正治）

第二节　肌腱损伤修复

一、制定手术方案

肌腱损伤修复，制定一个最佳手术方案，关系到手术成败和效果。因此手术前必须进行详细检查，根据肌腱损伤的程度、部位、时间以及局部的条件等，制定最佳手术方案。根据方案设计手术方法与操作程序，可参考以下情况制定手术方案。

1. 损伤时间　新鲜损伤与陈旧损伤的修复方法不同。

2. 损伤部位　不同部位的肌腱损伤，修复方法也不相同。根据受伤情况，详细检查，正确判断肌腱损伤的部位，然后依据其不同的部位制定手术方案。

3. 局部皮肤条件　肌腱修复手术局部条件要好，如果有皮肤病、炎症或感染等，不宜行肌腱手术，必须治愈上述病症之后，才可行肌腱修复术。

4. 骨关节条件　如果伤手存有骨关节损伤，应先行处理，待骨关节伤痊愈并恢复正常功能后，再进行肌腱手术，便于术后功能练习，否则，将影响效果。

5. 受伤原因　不同致伤原因出现的肌腱损伤的类型不同，所采用的修复肌腱的方法亦不相同。切割伤较整齐，挤压撕裂伤损伤范围广泛。因此制定手术方案时，必须考虑这些情况，拟定相应的处理方法。

6. 技术条件　医生对手部的解剖知识熟悉程度，是否受过手外科技术的专科训练，尤其是显微外科技术的熟练程度，以及手外科和显微外科器械准备等，亦是制定手术方案的重要条件，必须认真考虑。

二、肌腱缝合方法的选择

根据肌腱的种类（指屈肌腱还是指伸肌腱），肌腱损伤的部位和损伤的时间，以及医师的习惯来选择肌腱的缝合方法。当前常用的肌腱缝合方法有以下几种。

1. 双针腱内缝合法　王成琪等完成了采用1-0双针尼龙线腱内缝合的动物实验研究，认为此种缝合法具有简便、省时，影响肌腱的血液循环少，抗拉力强，对合较整齐，愈合后粘连较轻等特点，已成为他们临床肌腱缝合常规采用的方法，适用于指屈和指伸肌腱的缝合（图13—38）。

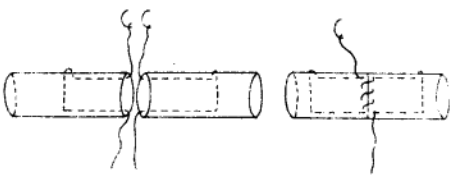


图13—38　王成琪缝合肌腱方法

2. Bunnell缝合法　此种缝合法抗拉力较强，缝合较牢固，是临床沿用多年的肌腱缝合方法，适用于指屈、伸肌腱的缝合。但一针线缝合两断端，形成两个“8”字，拉抽缝合线对齐两断端较为困难，且对缝合的肌腱有绞窄作用（13—39）。

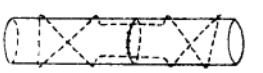


图13—39　Bunnell缝合肌腱方法

3. Kleinert缝合法　此方法简便省时，操作容易，尤其适用于缝合指伸肌腱，但抗拉力较弱，张力过大容易撕裂肌腱断端而脱掉（图13—40）



图13—40　Kleinert缝合肌腱方法

4. Kessler 缝合法　是临床常用的缝合方法之一。此种方法操作简便，抗拉力较好，线结埋藏于断端之内，减少了粘连机会，适用于指屈、伸肌腱的缝合。但缝合线转折角处易致肌腱血供障碍，引起肌腱部分坏死（图 13—41）。

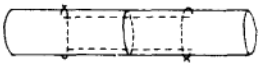


图 13—41　Kessler 缝合肌腱方法

5. 改良 Kessler 缝合法　此种缝合法是一针线平行缝合两腱断端，缝结打在两断端之间，较为牢固，抗拉力较好，适用于鞘内指屈肌腱断裂的缝合。但是，尽管平行缝合，消除了缝线折角，由于是一针线缝合两断端，距离较长，抽拉缝线对合两端时亦较困难（图 13—42）。

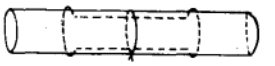


图 13—42　改良 Kessler 缝合肌腱方法

6. 田岛缝合法　此种缝合法简便省时，适用于指伸肌腱的缝合，但抗拉力较弱，张力过大时，肌腱断端容易撕脱（图 13—43）。



图 13—43　田岛缝合肌腱方法

7. 津下套圈缝合法　此种缝合法简便省时，抗拉力较好，容易拉拢缝合肌腱的两断端，可作为常用的方法。但所用的缝合线为 4-0 双线，采用一针缝合抗拉力较弱，张力过大容易断裂，采用两针较好。另外肌腱断端容易旋转，应加几针间断缝合（图 13—44）。

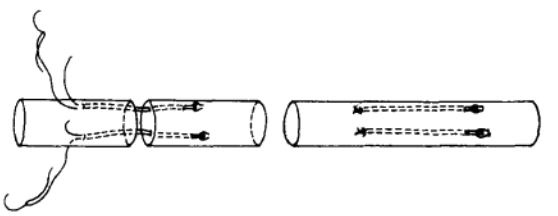


图 13—44　津下套圈缝合肌腱方法

8. Beker 缝合法　此种方法适用于较大肌腱的斜形伤断缝合，即连续的“8”字形缝合，缝合牢固，对合整齐（图 13—45）。

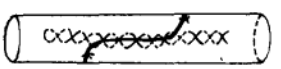


图 13—45　Beker 缝合肌腱方法

总之，肌腱的缝合方法较多，各有其优缺点和适应证，术者应根据具体情况正确选用。

三、肌腱损伤修复时机的选择

近几年随着对肌腱的解剖、生理、愈合机理的深入认识及肌腱显微外科缝合技术的应用，肌腱的修复原则和方法发生了很大的变化，过去认为很多不宜做一期修复的手术，现在大多可行一期修复，效果较为满意，即一期肌腱修复的适应证在逐渐扩大。因此可以说，除了某些由于损伤的情况和技术条件等因素不宜做一期肌腱修复外，其他因素多不再成为反对一期修复的理由。但是肌腱损伤后的时间和污染程度，在目前对一般手外科医生来讲，仍应作为选择手术时机和方法的重要因素来考虑。

1. 一期修复　即肌腱损伤后 6～8 小时以内的修复。对于切割性较整齐的肌腱损伤，有足够的皮肤覆盖，不论在何部位均应在 6

～8 小时以内彻底清创，作一期修复。对于损伤不超过 24 小时且伤口有污染者，在彻底清创后，争取一期修复。超过 24 小时的肌腱损伤，应慎行一期修复。

2. 延迟一期修复　即伤后 24 小时至 2 周以内的修复。

3. 二期修复　即伤后超过 2 周以上的修复。对于挤压伤、咬伤、贯通伤、爆炸伤或伤口严重污染者，对于肌腱缺损、皮肤缺损，且术者缺乏修复肌腱的经验，应作好清创，不缝合肌腱，争取伤口一期愈合。通常在伤口愈合 1 月后作二期肌腱修复。二期修复为选择性手术，应考虑到患者的年龄、全身状况，医生的技术条件等因素，而后决定手术时间。有些复杂的病例在二期修复之前还应先作瘢痕松解、矫正骨折畸形愈合、神经修复及恢复关节正常活动度等手术，为肌腱修复及功能恢复创造必要的条件。

四、指屈肌腱损伤修复方法

（一）指屈肌腱损伤一期修复方法

指屈肌腱损伤的一期修复，应根据肌腱损伤的部位采取不同的手术方法。

1. Ⅰ区肌腱损伤修复　①采用指侧方正中切口或指腹齿状切口，显露腱鞘，注意保护指固有血管和神经，如果有损伤一起进行修复。②从一侧切开腱鞘，翻向一侧，显露出断腱的远侧端（近侧端常已退缩），可屈曲指间关节和掌指关节，即可显露出腱端，横穿一针头固定之。③采用 3(4)-0 尼龙线，行双针腱内缝合法或单套圈缝合法。④如果伤断在指深屈肌腱远侧段的近腱止点处，可将远侧腱断端切开，将腱近侧断端插于中间，缝线自指背引出固定之（图 13—46）。

2. Ⅱ区指屈肌腱修复　此区指深、浅肌腱交叉通过，肌腱修复后容易发生粘连，效果较差。既往认为，即使较整齐的切割伤，也不应做一期肌腱修复，清创后只做皮肤缝合，待伤口愈合后 2～3 周，再作二期肌腱移植术。故称此区为“无人区（no man's land）”。然而，现在由于显微外科解剖学的研究和显微外科技术的发展，Ⅱ区肌腱损伤可作一期修复，并且对于整齐的切割伤，还可以同时修复指深、浅屈肌腱以及腱鞘，而获得较好的效果。具体方法如下。

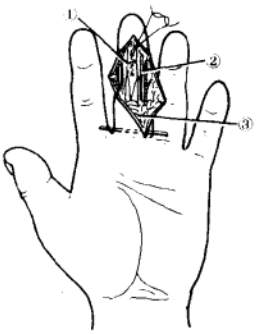


图 13—46　Ⅰ区指屈肌腱修复

①指深屈肌腱　②指掌侧固有神经、动脉　③腱鞘

（1）指侧方正中或指腹齿状切口，沿腱鞘向两侧锐性解剖分离，显露出腱鞘（图 13—47）。

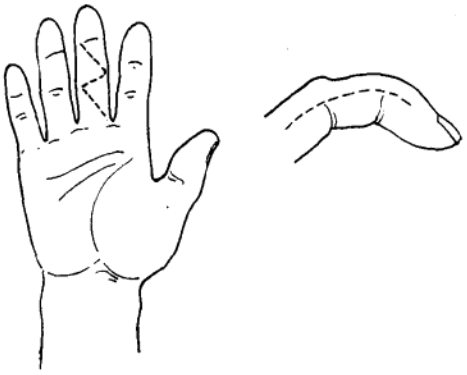


图 13—47　Ⅱ区指屈肌腱修复切口部位

（2）从一侧切开腱鞘，向一侧或两侧牵开腱鞘（单或双开门），先寻找远侧腱端，然后屈曲指间关节与掌指关节，近侧腱端即从近侧腱鞘内显露出，横穿一针头固定。

（3）根据作者习惯，采用双针腱内缝合

法、单或双套圈法等缝合，如果新鲜整齐的切割伤，可将指深、浅屈肌腱均予缝合，并缝合腱鞘。如果系钝性损伤，肌腱或腱鞘损伤较重，可以只修复指深屈肌腱，而切除指浅屈肌腱和腱鞘，以防严重的粘连（图 13—48）。

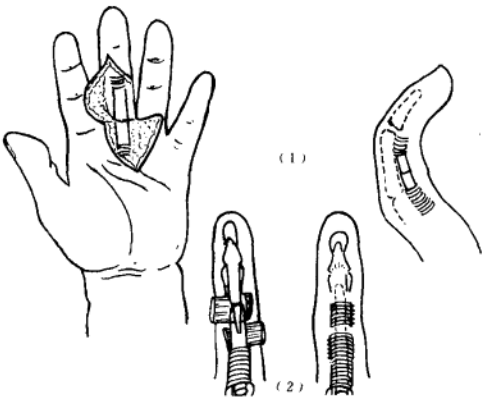


图 13—48　Ⅱ区指屈肌腱腱鞘的处理
(1) 腱鞘切除　(2) 腱鞘修复

(4) 指屈肌腱近侧端如果回缩，屈指屈腕仍不能将其找到时，可切开掌部皮肤寻找，然后从腱鞘内引至远侧进行修复（图 13—49）。

3. Ⅲ区指屈肌腱损伤修复　Ⅲ区位于手掌部。由远侧掌横纹到腕管远端间的指屈肌腱损伤，此区域血管神经位于肌腱的浅部和两侧，故常伴有血管神经的损伤。此部位肌腱没有腱鞘，活动度较大，因此，一般应在彻底清创的基础上，进行一期修复。

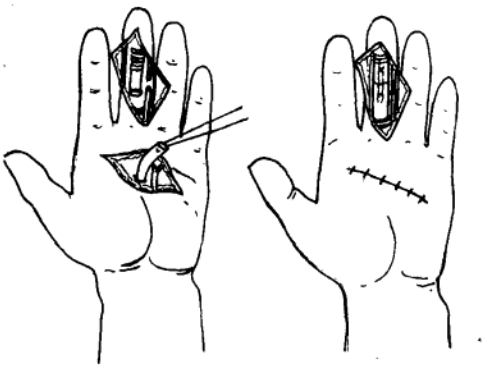


图 13—49　Ⅱ区切开寻找指屈肌腱并修复

(1) 沿掌横纹扩大切口，彻底切除损伤、污染组织，细致寻找伤断的血管神经和指屈肌腱。

(2) 新鲜而较整齐的损伤，指屈深、浅肌腱均应修复，要仔细辨别深、浅肌腱两断端，抽拉远侧腱端，屈近侧指间关节者为浅腱，屈远侧指间关节者为深腱。近侧指屈肌腱的辨别标志是蚓状肌，有蚓状肌附着的为指深屈腱。

(3) 神经血管的伤断，应在显微镜下采

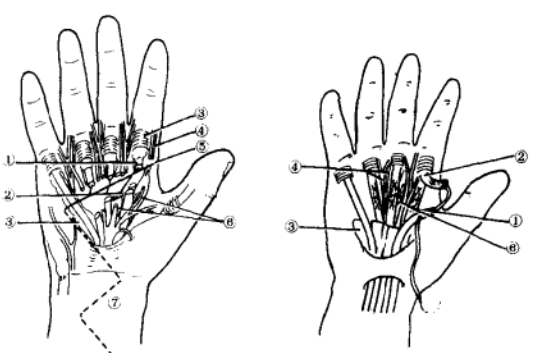


图 13—50　Ⅱ区指屈肌腱损伤及修复
①指深屈肌腱　②指浅屈肌腱　③腱鞘　④指掌侧总神经及动脉　⑤伤口　⑥蚓状肌　⑦延长切口

用9(10)-0连针尼龙线精细缝合。肌腱可采取双针腱内缝合法或套圈缝合法，缝合端腱表面最好采用9-0连针尼龙线连续缝合，以保证对端整齐光滑（图13—50）。

4. Ⅳ区肌腱损伤修复　腕管部的肌腱，周围被骨性组织围绕，该处肌腱损伤较其他部位少。一旦损伤，常伴有神经和骨组织的损伤，新鲜整齐的损伤，应争取一期修复。

（1）掌腕部齿状切口，切开屈肌支持带，敞开腕管，浅层为正中神经，向深层依次为指浅屈肌腱、指深屈肌腱和拇长屈肌腱、分别找出，逐个进行对端缝合（图13—51）。

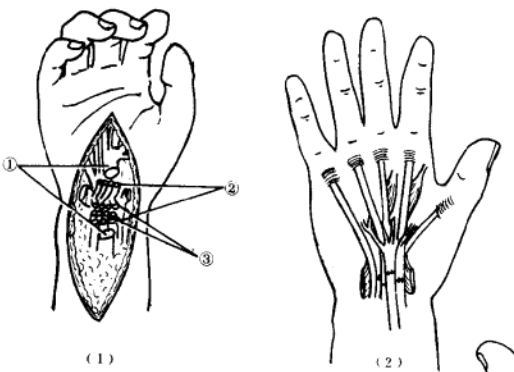


图13—51　Ⅳ区指屈肌腱损伤及修复

（1）暴露肌腱断端　（2）肌腱缝合

①正中神经　②指浅屈肌腱　③指深屈肌腱

（2）切除屈肌支持带，用周围皮下脂肪层和筋膜覆盖于修复后的肌腱周围，以防粘连。

（3）腕屈位石膏托制动，2周拆线，3～4周去除石膏行自动性功能练习。

5. Ⅴ区指屈肌腱修复　前臂部指屈肌腱位于皮下，无骨组织保护，容易受损伤。由于正中神经位于掌长肌之下，指浅屈肌腱之上，因此只要指屈肌腱伤断，则正中神经往往同时被损伤。较大的损伤常有多条肌腱损伤，甚至12条肌腱和尺、桡动脉全部伤断。此部位软组织较多，肌腱的活动性较好，因此新鲜的损伤应当尽量一期修复。

（1）前臂部采取齿状切口，近侧至前中下1/3交界处，远侧端超过屈肌支持带达掌近侧。

（2）锐性仔细地解剖分离出伤断的血管、神经和肌腱断端，彻底清创，做好标记。

（3）在手术显微镜下，精细地吻合血管和神经。如有缺损可采取移植术，尽量修复每一条重要的血管和神经。

（4）新鲜整齐的损伤，除了掌长肌腱可以切除外，其余的肌腱应当尽量予以修复，采取双针腱内或套圈法缝合。

（5）为了防止同一部位多条肌腱修复后的粘连，可以在肌腱之间包绕生物薄膜。

（6）如果肌腱损伤较重，恐术后容易发生严重粘连，可以切除次要的肌腱，而修复重要的肌腱。重要的肌腱依次为拇长屈肌腱、示指深屈肌腱，其次为中、环、小指深屈肌腱，再次就是示、中、环、小指浅屈肌腱，尺、桡侧腕屈肌腱亦应尽量修复（图13—52）。

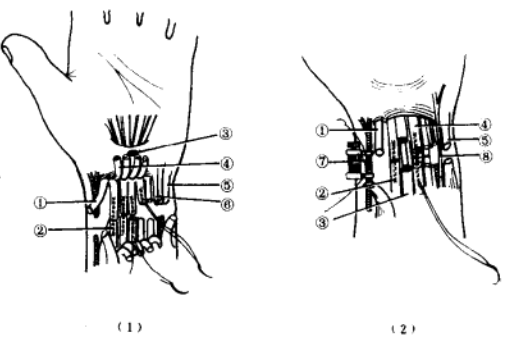


图13—52　Ⅴ区指屈肌腱的修复

（1）深层肌腱缝合　（2）浅层肌腱缝合

①桡侧腕屈肌腱　②拇长屈肌腱　③正中神经　④指浅屈肌腱　⑤尺侧腕屈肌腱　⑥尺动脉及神经　⑦桡动脉　⑧　尺神经

（7）术后腕屈曲位，石膏固定3～4周，2周拆线。去除石膏，即可开始功能练习。

（二）指屈肌腱损伤二期修复方法

1. 肌腱对端缝合术

（1）手术指证　①较整齐无感染的肌腱损伤，在2个月以内者；②手掌部肌腱损伤，尤其是儿童，修复效果较好；③前臂部肌腱损伤。

（2）手术方法　①采取指腹齿状切口，切除瘢痕和粘连组织；②锐性解剖分离肌腱两断端，并彻底松解粘连，使肌腱滑动在2cm范围；③根据损伤的情况，指深、浅屈肌腱可以同时修复，也可以切除指浅屈肌腱，只修复指深屈肌腱，以防严重粘连；④肌腱缝合可采用双针腱内法或套圈法以及编织法（图13—53）。

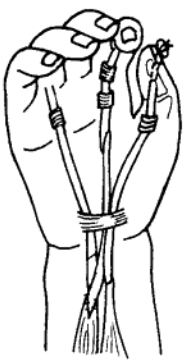


图13—53　指屈肌腱二期移植修复

2. 指屈肌腱损伤二期肌腱移植术

（1）手术指证　①三区以远的肌腱损伤，由于肌腱退缩、粘连等，不能以二期对端缝合者；②较严重的三区肌腱损伤；③四区的指屈肌腱损伤；④较严重的五区指屈肌腱伤。

（2）手术方法　①采取齿状皮肤切口，切除瘢痕和粘连组织；②切除损伤严重的残余的肌腱和指浅屈肌腱，达指深屈肌腱正常部分；③保留2～3个滑车，切除损伤粘连较严重的腱鞘；④采取掌长肌腱、趾长伸肌腱等供移植；⑤采取双针腱内法、套圈法或编织法等缝合移植肌腱的两断端（图13—54）。

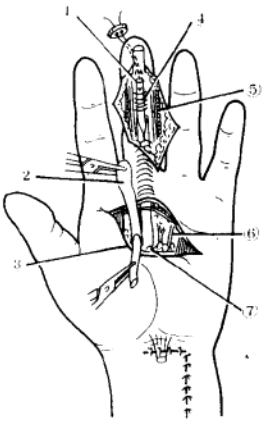


图13—54　掌长肌腱移植行指屈肌腱二期修复
①移植腱远端缝合　②指深屈肌腱断端　③移植腱近端缝合　④将移植腱穿过腱鞘内的指浅层肌腱下方　⑤神经缝合　⑥指掌侧总神经　⑦部分掌腱膜切除

五、指伸肌腱损伤修复方法

指伸肌腱与指屈肌腱的解剖结构，有许多不同之处，因此，在修复过程中，必须注意其不同的特点：①指伸肌腱扁而薄，由指伸肌、蚓状肌和骨间肌的肌腱组合而成的伸指结构，肌腱的缝合较为困难；②指伸肌腱无腱鞘，活动范围较指屈腱少，故新鲜整齐的切割伤断，修复后效果较好；③指背部软组织少，故常合并有骨关节或关节囊损伤，常影响修复效果；④指伸结构（指伸肌腱、骨间肌腱、蚓状肌腱）同时损伤时，修复较困难。

（一）远侧指间关节指伸肌腱损伤修复（Ⅰ区）

远侧指间关节指伸肌腱常因打篮球、棒球等致伤，出现槌状指。轻度的新鲜损伤，可采取近侧指间关节屈曲60°，远侧指间关节轻度过伸位，石膏固定5～6周。如果损伤较严重，或有撕脱的小骨片，应一期手术修复。

手术方法　①指背远侧“Z”字形切口，

沿皮下锐性解剖分离，显露出断腱的两端，并向两侧稍加分离；②采用对端褥式缝合法，缝合断腱，如果连带有撕脱骨片，可行克氏针固定术；③对于陈旧性损伤，手术时将断腱间的瘢痕连接部切断，行重叠缝合术；④术后石膏固定于近侧指间关节屈曲60度，远侧指间关节轻度过伸位5周（图13—55）。



（1）　（2）　（3）

图13—55　指伸肌腱修复

（1）切口　（2）克氏针固定　（3）褥式缝合

（二）中节指指伸肌腱损伤修复（Ⅱ区）

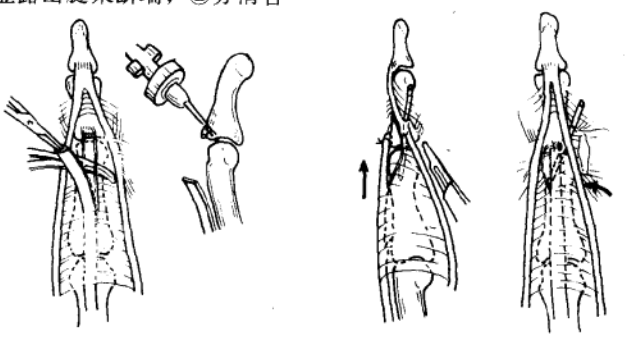
指伸肌腱Ⅱ区，由两侧的外侧腱束和薄弱的中央腱束组成，两侧有斜支持韧带，保持三条腱束稳定在相应的位置，经过三个方向合力的作用、伸直远侧指关节。该部位损伤时，如果其中一束被伤断，尚不产生严重的功能障碍，如果伤断二束以上，即会出现远侧指节不能伸直，呈槌状指畸形。

手术方法　①中节指背行齿状切口，沿皮下锐性分离，显露出腱束断端；②分清各腱束，行对端褥式缝合；③若为陈旧性损伤，可将各腱束断端间的瘢痕连接的组织切断，行重叠缝合；④术后采用石膏固定于近侧指间关节屈曲、远侧指间关节过伸位5～6周。

（三）近侧指间关节指伸肌腱损伤修复（Ⅱ区）

该区指伸肌腱幅面较大，中间为中央腱束，两侧由蚓状肌和骨间肌形成外侧束，并由矢状束将三腱束联合形成指背腱膜。如果中央腱束伤断，则出现钮孔畸形（见图13—31）。这是由于中央腱束伤断后，两侧的外侧束逐渐向侧面滑移，失去伸近侧指间关节的力量，反而使近侧指间关节屈曲，而远侧指间关节过伸。时间过久，则发生关节侧副韧带和支持韧带的短缩，矫正更为困难。因此应及时诊断，早期手术治疗。

手术方法　①较整齐的损伤应当清创术后一期修复；②指背侧齿状切口，锐性解剖中央腱束两断端，并向两端适当解剖分离，然后伸直近侧指间关节，对齐中央腱束的两断端，采用4-0连针尼龙线，行间断“8”字缝合或褥式缝合。如果伴有外侧束伤断，应同时缝合修复；③术后石膏固定于腕关节轻度背伸、掌指关节轻度屈曲、指间关节伸直位，4周后去除固定，开始主动伸屈手指，功能练习；④对于陈旧性中央腱损伤，出现钮孔畸



（1）　（2）　（3）

图13—56　陈旧性钮孔畸形修复（推进法）

（1）肌腱断端解剖　（2）克氏针固定　（3）肌腱断端推进缝合（侧面观、背面观）

形，可采用中央腱前移术进行修复，即沿中央腱与两侧外侧束之间切开支持带，将中央腱束断端的瘢痕连接靠远侧端切断，提起此断端向近侧端锐性解剖，分离中央腱束，然后向远侧牵拉，将瘢痕连接部分重叠缝合，并穿细克氏针固定于伸指位，3周拔克氏针，4周除去外固定，开始功能练习（图13—56）。

（四）近节指指伸肌腱损伤修复（Ⅳ区）

此区的指伸肌腱损伤较少，损伤之后不出现钮孔样畸形。

手术方法 ①此处新鲜伤，手术修复较简便，采用4-0连针尼龙线，对端缝合或褥式缝合；②如果是陈旧性损伤，可切断中央腱断端间的瘢痕组织，并向两端分离达1cm，然后拉拢重叠缝合，指伸直位固定4周。

（五）掌指关节指伸肌腱损伤修复（Ⅴ区）

掌指关节背侧指伸肌腱损伤较为常见，损伤后出现掌指关节屈曲位，近侧指间关节伸直力量弱。

手术方法 ①新鲜较整齐的损伤，采取4-0连针尼龙线对端缝合法修复；②伴有关节囊损伤，应同时进行缝合修复，并修复腱帽；③如有皮肤缺损，应行皮瓣移位术覆盖，并同时修复指伸肌腱。

（六）手背及腕关节指伸肌腱损伤修复（Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ区）

该部位指伸肌腱损伤，手术修复较以上部位效果为优，因为该部位软组织较丰富，只要没有太多的软组织缺损，术后粘连较轻。

手术方法 ①采取手背部“S”形切口，锐性解剖分离各指伸肌腱的断端，采用双针腱内缝合或套圈缝合法，修复各条伤断的肌腱；②如果损伤在腕背部，可以切开伸肌支持带，将此支持带置于修复后的肌腱之下，以防粘连。对于已经损伤较严重的伸肌支持带，可以切除，保留较健康部分；③在前臂部的指伸肌腱损伤，应争取一期修复。新鲜整齐的损伤，常能获得较好的效果；④陈旧性损伤，应根据情况，采取对端缝合或肌腱移植术进行修复；⑤术后伸腕、伸指位石膏固定4周，然后进行功能练习。指伸肌腱损伤的二期修复方法参考指屈肌腱损伤的二期修复方法。

六、术中注意事项及术后处理

不论指屈肌腱还是指伸肌腱损伤，凡是较严重的挤压、撕裂、烧灼等损伤，处理均较困难。在显微外科技术迅速发展的今天，虽然手部大面积软组织缺损所致的创面早、晚期修复得到了解决，血管神经损伤，断指再植等也获得了重大突破，但肌腱粘连问题，尚未完全解决。因此，手部肌腱的修复，必须重视最佳手术方案的选择、手术中精细操作、术后妥善处理等环节，以便获得良好的疗效。

（一）术中注意事项

1. 肌腱手术应坚持“无创”操作技术，无论是解剖分离肌腱，还是在缝合过程中，都不要挤压、钳夹肌腱，不用钝性剥离，而是采用锐刀距肌腱周围1cm处切割周围的筋膜。

2. 采用细针线缝合肌腱，一般可采用3（4）-0连针尼龙线缝合，采用双针腱内缝合和套圈缝合或其他作者习惯采用的方法。缝合针数越少越好，尽量减少线结，以减轻异物反应。

3. 最好在4～6倍手术显微镜下缝合肌腱，根据肌腱的血供方向，穿针时偏指腹侧为宜。

4. 肌腱手术的时机，应根据手部损伤的性质和程度而定，单纯的肌腱损伤，肌腱修复手术应尽早进行，争取清创一期修复。如果伴有其他组织的损伤，应先修复其他组织。按皮肤、骨、关节、神经顺序修复。待上述损伤修复之后，手指被动运动不受任何障碍

时，才可做肌腱修复术。

5. 止血要彻底，防止血肿，以压迫止血为主，少扎线结和电灼，可采用精细的双极电凝止血。

6. 应在充气止血带下进行手术，以保证术野清晰，手术精细。但必须注意上止血带的时间，应在 1 小时内放松 5 分钟，以防止血带损伤。

7. 术中注意调整肌腱的松紧度，以保持在休息位或功能位为宜，不可过紧或过松。

（二）术后处理

1. 术后肌肉注射抗生素，预防感染，一旦感染，将造成严重粘连甚至肌腱坏死。抗生素一般首选青、链霉素。

2. 术后采用石膏制动 3～4 周。

3. 适时进行功能练习，肌腱修复手术效果的优劣，除了手术质量外，还与功能练习有关。因此，适时地进行功能练习，是预防肌腱粘连的重要措施。拆除石膏之后，即开始逐渐地进行伸、屈指活动，要循序渐进，不间断地进行，但也不可强行伸屈，以防再损伤。

（王成琪　王剑利）

第三节　肌腱粘连的防治

肌腱损伤后的修复，不同程度的涉及内源性愈合和外源性愈合两种愈合方式，且以外源性愈合为主。因此，肌腱愈合后或多或少地都会发生粘连，这是一种难以避免的病理变化。轻度粘连经过数月变化加之不断而适当地功能锻炼，粘连组织可逐渐变的松软、拉长，使被修复的肌腱恢复一定的滑动功能。但如果肌腱广泛粘连在硬韧的组织上，而且粘连紧密，则肌腱因不能滑动而丧失功能。因此，应该尽量采取措施减轻粘连程度。

一、减轻肌腱粘连的措施

（一）手术时一般注意事项

肌腱手术的皮肤切口，应选择术后不会发生挛缩的位置上，避免与肌腱纵轴平行，以免整个切口与肌腱纵向广泛粘连。为了减少粘连应尽最大努力进行无创操作，因为操作的质量与预后有很大关系。手术器械要精细。肌腱缝合线要用尼龙线，而不用丝线，因为丝线的组织反应性大。肌腱缝合处应位于松弛的血运良好的软组织处，应尽量避开损伤的韧带、掌腱膜、裸露骨或瘢痕等硬韧组织。如不能避开时，可适当切除或切开掌腱膜、韧带，瘢痕应彻底切除，骨折处要整平，或移植筋膜，覆盖残留瘢痕或裸骨。缝合肌腱应在显微镜或放大镜下操作，保护好肌腱断端的完整性，避免肌腱断端纤维劈散。用无创伤缝合线修复腱外膜，使肌腱缝合处光滑。保持肌腱湿润，勿使其干燥。止血要彻底、可靠，避免血肿和感染。

（二）减少肌腱血供损害，处理好鞘内肌腱

肌腱的营养状况与肌腱损伤修复后的粘连程度有密切关系。一般说来，血供丰富的部位，肌腱发生粘连的机会少，愈合好。手术时应尽量保留具有丰富血管网的腱系膜、腱旁组织，使肌腱能获得充足的血供。修复鞘外肌腱时，用无创伤缝合线修复腱旁组织。

鞘内肌腱的血管稀疏，以纵行血管为主，各血供来源的血管之间吻合不充分，具有明显的偏侧性分布特点。有限的血供对于肌腱创伤的修复显得尤为重要，所以在肌腱缝合过程中没有理由人为地再阻断肌腱的血液供应。目前临床上常用的缝合方法有 Bunnell 法、Tsuge 法和 Kessler 法。Kessler 法和 Tsuge 法对肌腱血供影响较小，而 Bunnell 法影响严重，因此主张使用 Kessler 法或 Tsuge 法缝合。同时注意缝合张力应在肌腱的腹侧半，尽量

少地干扰肌腱的背侧半，以期尽量保留肌腱的血液供应，促进肌腱自愈，减少粘连。

修复鞘内肌腱要注意保护腱纽的完整性。Kutz 认为切断腱纽有以下害处：①肌腱的营养和愈合受损；②腱鞘内出血导致肉芽组织增生和随后的纤维化造成严重的粘连；③失去完整腱纽的约束，使肌腱残端回缩。指深浅屈肌腱同时整齐的切割断裂，应尽可能同时修复。如果伤情需要切除指浅屈肌腱时，要注意切除部位，一般在近侧指间关节囊的近端水平，以不损伤指浅屈肌腱短腱纽为度。因指深屈肌腱的长腱纽多直接或间接来自指浅屈肌腱的短腱纽，故此腱纽对指深屈肌腱的血供非常重要。指浅屈肌腱远端残端不能过长或过短，如果残端过长，易使其与近节指骨粘连而形成肌腱固定，妨碍近侧指间关节伸直；如果从止点完全切除，除增大了鞘管底的创面，容易损伤近侧指间关切囊，导致肌腱粘连或发生关节囊挛缩、还会损伤它的短腱纽和指深屈肌腱的长腱纽。指浅屈肌腱近端也要适当切除，使其回缩至手掌近端，避免在鞘内形成限制性粘连。但应避免过度牵拉，切断后肌腱断端退缩至腕管内形成该处限制性粘连。

（三）修复或重建腱鞘

早在 1889 年，Codivilla 首先认识到保留腱鞘对防止肌腱粘连的重要性。随后 Biesalski 成功地在肌腱转移手术中利用已瘫痪肌腱的腱鞘，避免了粘连。但由于受到肌腱愈合必须依靠周围血管和细胞长入观点的影响，长期以来完整的腱鞘被认为有碍于肌腱的愈合。因此，在初期修复时通常将腱鞘切除或切开不缝合，认为这样做可以防止受损伤而水肿的肌腱发生坏死，有利于愈合，也改善滑动功能。近年来随着对肌腱营养和愈合等方面的深入研究，认识到腱鞘虽是结缔组织结构，但有分泌滑液、营养肌腱和协助肌腱滑动的功能。因此，修复腱鞘是防止肌腱粘连的有效方法。对较整齐的具有壁层滑膜的鞘管，用无创伤性缝合线直接修复。但对破损较重或滑膜已不存在的鞘管，应该切除。对缺损的腱鞘，许多学者主张重建。目前多用腱鞘、静脉或筋膜等移植重建滑膜腱鞘。

1. 腱鞘移植　汤锦波采用自体游离腱鞘修复腱鞘，实验表明：①自体腱鞘片在游离移植后能存活良好；②稍大于缺损面的腱鞘片移植能扩大腱滑动管道的容积，在等量粘连形成的情况下，使肌腱滑动幅度增大；③早期和延迟早期修复时，虽无腱鞘缺损，但在腱鞘切口内嵌入自体腱鞘片也有利于提高修复功能。他们在 22 例 26 指肌腱断裂伴腱鞘外伤性缺损手术中应用此技术修复，效果良好。手术要点是：①将腱鞘损伤处修成一定规则形状，以便设计缺损面积和供区；②在桡骨外侧面覆于第 1 伸肌腱隔上的腱鞘上取一大于实际缺损的移植片，这样可以在粘连形成使肌腱缝合处增粗情况下，提供较充裕的肌腱滑动空间；③把采取的腱鞘片放置于腱鞘缺损处或镶嵌在腱鞘损伤缘之间，滑膜面向里，用 7-0（成人）或 8-0（儿童）尼龙线间断缝合；④掌侧部分皮下组织切除，以扩大腱鞘腔，使肌腱不致被压迫。

2. 静脉和筋膜移植　Strauch 和 Kessler 等实验证实静脉和筋膜游离移植修复腱鞘能够成活，较腱鞘开放组更能减轻肌腱粘连，改善肌腱滑动。刘兴炎、鹿均先等在临床上分别使用大隐静脉和阔筋膜修复腱鞘缺损，获得良好的效果。

但有些作者研究发现，部分切除腱鞘，在早期控制性活动的条件下，对肌腱的愈合和滑动功能并无不良影响。Saldana 报道了Ⅱ区指屈肌腱修复，术后均行早期控制性活动，腱鞘开放与修复的比较，两组病人术后总主动活动度（TAM）无明显差异。

（四）重视术后早期康复治疗

1. 早期控制性活动　Mason 在 1932 和

1941 年的实验研究中发现，早期不控制性活动不仅不能减少粘连，反而使缝合间隙增宽，粘连加重。这些结果提示早期活动是有害的，以致长期以来认为肌腱修复术后应制动 3 周，然后才能活动。近年来，随着缝合方法和活动方式的改进，这一观点已有改变。Hitchcock 用鸡作比较，完成了术后制动和控制性活动对肌腱缝合处张力、水肿和粘连影响的研究。结果制动组张力在术后 20 天内下降，以后才增加，而术后控制性活动组张力随着时间而增高，没有肌腱水肿软化的干扰期。控制性活动组的肌腱水肿和粘连程度均较对照组明显减轻。Gelberman 证实早期控制性活动能促进肌腱自愈，抑制修复区的炎症反应，减轻粘连。Seyfer 研究发现肌腱损伤由肌腱内外的成纤维细胞所形成的瘢痕来修复，连续活动能塑形瘢痕，使瘢痕变长，同时肌腱损伤处形成一个光滑、有功能的新鞘，从而改善肌腱的滑动功能。控制性活动对减轻肌腱粘连，改善肌腱滑动的作用已被肯定。

在临床上，对于手部Ⅰ区单纯屈肌腱断裂术后的患者，可用弹性牵引支具治疗。方法：术中患手指甲端用 1-0 尼龙线穿过作为固定橡皮筋用，或术后用双股细铁丝做成钩状，用“502”粘合剂将带钩铁丝粘在指甲上作为固定橡皮筋用。前臂到指尖用背侧石膏托，腕屈 30°～45°，掌指关节屈曲 50°～70°，指间关节能够伸直。手指用橡皮筋拉到半屈曲位，另一端固定在前臂远端屈侧的敷料外，橡皮筋的张力以尽量使指间关节屈曲，但又不影响指间关节伸直为度。为使手指主动伸直时省力和减少近侧指间关节屈曲挛缩的发生，可用尼龙线或别针将一小滑轮固定于远掌横纹处，橡皮筋通过滑轮固定于手指（图 13—57）。另一种安装方法是先将橡皮筋固定于指端，在掌骨颈水平环绕石膏至背侧，在背侧要装一防止橡皮筋向远端滑动的装置，不用安装滑轮，也能起到主动伸指省力，减少近侧指间关节屈曲挛缩的作用（图 13—58）。术后次日到 4 周，指导患者每天活动 4～5 次，每次主动伸展，被动屈曲 10～30 次，活动时应无疼痛，屈肌无收缩，患者需要充分合作。5～6 周拆除石膏做主动屈伸活动，但不对抗阻力。以后逐渐增加活动量。对于Ⅱ～Ⅴ区屈肌腱断裂患者术后最初 3 周，可对未固定的肌肉和关节进行轻柔的按摩和被动活动，每天 1 次。

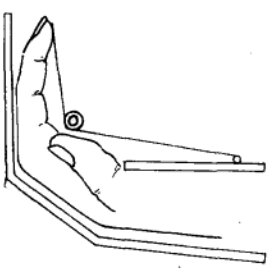


图 13—57　掌侧滑轮支具

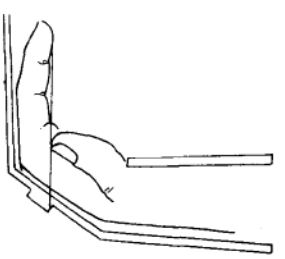


图 13—58　背侧环绕支具

早期活动最大顾虑是肌腱再断裂而导致手术失败。能否早期活动应视损伤状态、缝合时间、方法、缝合处紧张度及肌腱移植等情况而定。一般术中缝合良好，被动屈伸手指或牵拉肌腱时，见肌腱缝合处牢固，张力适中，无间隙形成，术后可行早期控制性活动，活动量逐渐增加，活动时应无明显疼痛，屈肌无收缩。对局部有感染、严重肿胀等，应先控制炎症后才能活动。

2. 理疗

（1）早期理疗（术后次日到3周）：早期理疗的目的是消除肿胀、减轻疼痛、防治感染，促进肌腱愈合，减少粘连。可以采用：①微波照射，无热量，12分钟，每日1次，共15次；②紫外线照射，弱红斑量，隔日1次，共4～6次；③氦-氖激光10mW/cm²15分钟，照射缝合处，每日1次，共15次。作者曾用鸡做实验，将鸡双腿第二、三趾屈趾深肌腱切断1/2，治疗组术后24小时开始，每天用氦-氖激光照射肌腱损伤处，对照组不做治疗。实验结果表明：氦-氖激光照射具有明显的消炎、消肿，促进血肿吸收，减轻肌腱粘连，促进足趾功能恢复的作用。

（2）中晚期理疗（术后4～10周）：中晚期理疗的目的是改善血循环，促进瘢痕的软化和吸收，改善肌腱滑动，改善关节活动，增强肌力。可以采用：①蜡疗：浸法，每次30分钟，每日1次，共30次；②超声波：移动接触法1W/cm²，每次10分钟，每日1次，共30次。手指用水下法；③音频疗法：每次20分钟，每日1次，共30次，用于合并末梢神经损伤病例。

二、肌腱松解术

当肌腱严重粘连影响手指功能，通过一段时间功能锻炼不能改善时，应考虑行肌腱松解术。Pulvertaft报道，18%移植肌腱需要松解，Lister报道，12%的一期修复肌腱需要松解。

（一）松解时机

肌腱缝合后3～6个月，肌腱移植后6～8个月为松解的较好时机。过早则组织创伤修复过程未完全停止，容易发生肌腱断裂，同时有的通过功能锻炼还可以恢复；过晚可引起各关节僵直、肌腹收缩幅度降低。

（二）适应证

手术效果与病例选择有很大关系。术前应具备的条件：①手指或前臂皮肤条件良好，如果瘢痕严重，术前应用皮瓣纠正；②各关节被动活动度正常或接近正常；③有提供正常活动的肌肉；④病人能很好地合作。皮肤瘢痕较多，局部血供较差的情况下，肌腱松解后仍会复发，造成严重粘连。如果关节功能较差，术前应尽量被动锻炼关节的活动范围，而不应先做肌腱松解，希望利用松解的肌腱来锻炼关节的功能，否则，在关节活动范围没有改善以前，松解的肌腱又将发生粘连。术后病人的配合也很重要，如不能克服疼痛，坚持锻炼，等手术反应渐消，疼痛减轻时再锻炼，则肌腱多已发生再粘连。

（三）手术要点

肌腱松解术的目的是把肌腱从粘连部位彻底地分离出来，以便肌腱能有正常或接近正常的滑动范围。往往肌腱粘连的范围比原损伤的范围要大，因此，要以原创伤为中心，向两端延伸，但切口要垂直或斜行跨越肌腱，尽量减少切口与肌腱的接触。充分显露粘连区域。肌腱周围锐性剥离，避免用撕、扯等钝性剥离的方法。勿损伤肌腱本身，尽量保留手指腱鞘的滑车。有时粘连松解时不可能保持鞘管的完整性，但也不能将鞘管全部切开，否则造成肌腱弓弦，影响有效的屈曲。最好从关节对应处鞘管薄弱区开多个1cm大小的窗口进行松解，尽量保留滑车。如何保留滑车要根据原损伤和粘连程度而定。五个环形滑车只要保留A1、A2和A4三个滑车，一般能满足功能要求。如果条件限制，保留A2和A4也可以，最低限度也要保留A2滑车，否则会影响功能，需要重建滑车。一般在指根部和腕管处粘连明显，但要将肌腱全长的粘连彻底松解。与指浅屈肌腱之间有交叉联合时，有时要切除指浅屈肌腱。完全松解的标准是：牵拉远段肌腱主动活动度与被动活动度一致，牵拉近段肌腱有1～2cm肌腹收缩度。

为减少术后再粘连的机会，彻底切除肌

腱周围的瘢痕，清除腱床上的瘢痕和修平骨性突起，可用筋膜或腱旁组织置入瘢痕的肌腱和骨骼之间，使松解肌腱有一光滑的通道。伤口内积血，必将机化形成瘢痕，对肌腱松解极为不利，因此，彻底止血是非常重要的。术毕时肌腱周围留置醋酸氢化考地松 5ml。关闭伤口缝合应牢固，以免术后锻炼时伤口裂开。

（四）术后功能锻炼

术后 24～48 小时起去除敷料包扎，开始练习主动活动，其标准是达到被动活动的范围，锻炼次数逐渐增加。在主动练习的同时，配合理疗。

（徐永清）

第十四章　臂　　丛

第一节　臂丛组成

一、臂丛的根干股束

臂丛由第5～8颈神经根及第1胸神经根组成。颈5、6神经根在前斜角肌的外缘处联合形成上干，颈7神经根独立形成中干，颈8胸1神经根联合形成下干。每干仅行经0.5～1cm后即分为前后二股。上干与中干的前股合成外侧束（以与腋动脉的关系而命名），上、中、下三干的后股合成后束，下干的前股独立形成内侧束。在相当于喙突水平处，外侧束分为肌皮神经及正中神经外侧头，内侧束分为尺神经及正中神经内侧头，后束分为腋神经及桡神经（图14—1）。

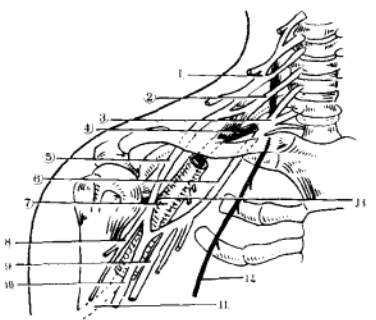


图14—1　臂丛的位置

①上干　②中干　③下干　④后束　⑤外侧束　⑥内侧束　⑦腋动脉　⑧肌皮神经　⑨尺神经　⑩正中神经　⑪桡神经　⑫胸长神经　⑬腋神经

二、臂丛分支

（一）臂丛根的分支

1. 斜角肌肌支及颈长肌肌支　由颈5～8神经根出椎间孔1～2cm处发出，支配邻近的斜角肌和颈长肌。

2. 膈神经　主要由颈丛（颈4）发出，颈5神经根发出细支参加膈神经的组成。

3. 胸长神经　由颈5、6、7神经根发出，穿过斜角肌或由其表面跨过，支配前锯肌。

4. 肩胛背神经　由颈4、5神经根发出，穿过中斜角肌，支配肩胛提肌及大、小菱形肌。

（二）臂丛干的分支

1. 肩胛上神经　从上干发出，主要由颈5神经纤维组成，向外后行于肩胛舌骨肌及斜方肌深面，达肩胛骨上缘，通过肩胛上切迹进入冈上窝，支配冈上肌，继绕过肩胛冈冈盂迹进入冈下窝，支配冈下肌。

2. 锁骨下肌支　从上干的前股发出，由颈5、6神经纤维组成，在锁骨后进入锁骨下肌。

（三）臂丛束的分支（图14—2）

1. 胸前外侧神经　从外侧束起点处发出，由颈5、6、7神经纤维组成，在锁骨中点与胸肩峰动、静脉一起进入胸大肌。颈5、6神经纤维主要支配胸大肌锁骨部，颈7神经纤维主要支配胸大肌胸肋部。

2. 胸前内侧神经　从内侧束起点处发出，由颈8和胸1神经纤维组成，走行于腋动、静脉之间，经胸小肌进入胸大肌，常发出1～2细支与胸前外侧神经交通。此神经主要支配胸小肌及胸大肌胸肋部。

3. 肩胛下神经　从后束发出，常有二根，由颈5、6神经纤维组成上肩胛下神经，颈7神经纤维组成下肩胛下神经。前者支配

肩胛下肌上部及大圆肌。后者支配肩胛下肌下部。

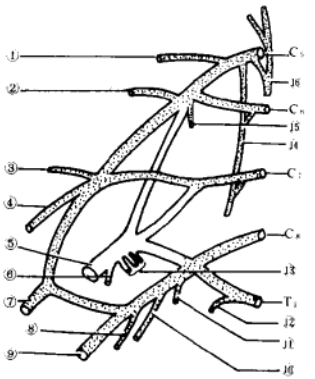


图 14—2　臂丛的组成及分支

①肩胛背神经　②肩胛上神经　③胸前外侧神经　④肌皮神经　⑤桡神经　⑥腋神经　⑦正中神经　⑧前臂内侧皮神经　⑨尺神经　⑩臂内侧皮神经　⑪胸前内侧神经　⑫第一肋间神经　⑬胸背神经和肩胛下神经　⑭胸长神经　⑮锁骨下神经　⑯膈神经

4. 胸背神经　从后束发出，一般在发出肩胛下神经的远侧发出，主要由颈 7 神经纤维组成，支配背阔肌。

临床上当背阔肌麻痹，而大圆肌尚健时，则提示臂丛中干或颈 7 神经根损伤。当大圆肌麻痹而背阔肌尚健时为上干损伤。当背阔肌及大圆肌均麻痹时，则提示臂丛后束处损伤，或上、中干同时损伤。

5. 腋神经　从后束发出，是后束中较小的一个终支。由颈 5、6 神经纤维组成，经上干后股进入后束。该神经在腋动脉后方，肩胛下肌前面下行，穿四边孔后发出分支支配小圆肌，并经三角肌后缘进入三角肌，支配该肌。

6. 桡神经　从后束发出，由颈 5～8 及胸 1 神经纤维组成，是后束的延续，行于腋动脉之后，肩胛下肌、大圆肌、背阔肌之前，在背阔肌下缘自腋部沿桡神经沟而进入上臂。

在上肢肌肉中，仅胸大肌与肱三头肌等由臂丛全部神经根纤维支配，若肱三头肌功能完全丧失时，常提示两种情况：一种是全臂丛神经损伤；另一种是神经在腋部肱三头肌分支以上的完全性损伤。两种情况依靠臂丛是否残存其他神经功能而鉴别。

7. 肌皮神经　从外侧束发出，由颈 5、6 神经根纤维组成。沿上干前股进入外侧束，是外侧束外侧的终末支。在喙突下邻近喙肱肌处发出肌支，由肱二头肌内侧进入该肌。

8. 正中神经　外侧头从外侧束发出，由颈 5、6、7 神经根纤维组成，沿上干及中干前股进入外侧束，是外侧束内侧的终末支，下行 2～3cm 后在腋动脉前面与正中神经内侧头联合组成正中神经主干。正中神经外侧头神经纤维主要支配旋前圆肌、桡侧腕屈肌及手部的感觉。内侧头从内侧束发出，由颈 8 和胸 1 神经根纤维组成，沿下干前股进入内侧束，是内侧束外侧的终末支。正中神经内侧头神经纤维主要支配掌长肌、全部指屈肌、大鱼际肌群（3.5 块肌肉）及桡侧二块蚓状肌。

9. 尺神经　从内侧束发出，由颈 7 和胸 1 神经根纤维组成。循肱动脉内侧下降，支配尺侧腕屈肌（其神经纤维由颈 7 经外侧束、正中神经外侧头而进入尺神经）、指深屈肌尺侧半、小鱼际肌群、全部骨间肌、尺侧二块蚓状肌、内收肌、拇短屈肌尺侧头及手部尺侧的感觉。

10. 臂内侧皮神经　从内侧束发出，由颈 8 和胸 1 神经纤维组成，循腋动脉、肱动脉内侧下降，支配臂内侧皮肤感觉。

11. 前臂内侧皮神经　从内侧束发出，由颈 8 和胸 1 神经纤维组成，随腋动脉及肱动脉内侧下降，支配前臂内侧皮肤感觉。该神经在第 1 肋处最贴近骨面，易在此处受压。

三、臂丛神经根功能分布

（一）颈 5 神经根

其纤维数为 8 738～33 027 根，主要组成腋神经和肩胛上神经，部分纤维参与肌皮神经、肩胛背神经、桡神经和正中神经的组成。单根颈 5 损伤时，临床主要出现冈上、下肌萎缩，对三角肌虽有较大影响，但因有颈 6 纤维代偿，肩关节活动功能影响不明显。

（二）颈 6 神经根

神经纤维数为 14 227～39 036 根，主要组成肌皮神经，部分纤维参与腋神经、桡神经、正中神经和胸前外侧神经的组成。单根颈 6 神经根损伤，临床上除肱二头肌肌力减弱外，上肢活动无明显影响。一旦颈 5、6 同时断伤或上干损伤，则腋神经与肌皮神经的主要机能丧失，临床表现为三角肌麻痹，肩不能外展。肱二头肌及肱桡肌麻痹时不能屈肘。

（三）颈 7 神经根

神经纤维数为 18 095～40 576 根，主要组成桡神经，部分纤维参与肌皮神经、正中神经、尺神经和胸长神经的组成。单纯颈 7 神经根断伤不出现上肢功能障碍，因桡神经支配的肌肉均可由其他神经根代偿。颈 5、6、7 神经根同时断伤时，临床表现与颈 5、6 神经根联合损伤基本相似，因颈 7 神经根可为颈 8 神经根所代偿。尺侧腕屈肌亦由颈 7 神经根支配。

（四）颈 8 神经根

神经纤维数为 14 636～41 246 根，主要组成正中神经，部分纤维参与桡神经、尺神经和胸背神经的组成。颈-8 单独损伤，临床上出现指深屈肌活动减弱，其他功能无明显影响。当颈 5～8 神经根同时损伤，除上干损伤症状（肩不能上举与外展、肘不能屈曲）外，还出现中干损伤表现，即腕下垂，不能伸拇，伸指。

（五）胸 1 神经根

神经纤维数为 12 102～35 600 根，主要组成尺神经，支配手内在肌。部分纤维参与正中神经、桡神经、臂及前臂内侧皮神经和胸前内侧神经的组成。单独胸 1 神经断伤，主要影响手内在肌功能，但由于颈 8 神经根的代偿，临床功能障碍不明显。胸 1 颈 8 联合损伤或下干损伤时，主要表现为手内在肌及屈指功能障碍。颈 7、8 胸 1 三根联合损伤时，临床表现与胸 1 颈 8 二根联合损伤相似，因颈 7 损伤可被邻近颈 6 所代偿。前臂内侧皮神经主要由胸 1 纤维组成，一旦其支配区感觉障碍（除切割伤外）首先应考虑在第 1 肋骨处受压，这是诊断臂丛神经血管受压征的重要依据。

四、臂丛的交感神经纤维

臂丛神经中的交感神经是从交感神经链发出的节后纤维。在脊髓颈胸段平面有睫状—脊髓中枢，其发出的交感神经节前纤维经过脊髓前根（主要是颈 8、胸 1～3）出椎间孔后即离开神经根加入椎旁交感神经链，并不断上行至颈上神经节，由此发出交感神经节后纤维，经由颈动脉、眼部神经及血管而终止于瞳孔开大肌、眼睑平滑肌（Müller 肌）、眼球后肌及面部汗腺。因此颈 8 胸 1 神经根在椎间孔内断伤时，由于上述交感神经线路的受损而出现瞳孔缩小、眼睑下垂、眼球内陷及半脸不出汗等症状，即为 Horner 征。

五、臂丛变异

臂丛可以发生多种变异.有神经根变异，如颈 4 也参加臂丛组成，称上移型臂丛；胸 2 参加臂丛，称下移型臂丛。有干变异，如双干型，只有上、下二干；有束变异，只有前后二束，而无外、内侧束。关于分支的变异则更多，如肌皮神经有和正中神经合干型的变异；有肌皮神经与正中神经在上下二段互有交通的变异。

第二节　臂丛损伤原因、分类与诊断

一、原　　因

根据上海医科大学华山医院手外科临床统计，臂丛损伤主要原因是在交通事故中，头肩部对撞性损伤，损伤上干或全臂丛损伤占第一位；其次为皮带机牵拉伤，常损伤下干或全臂丛损伤。其他有压砸伤、切割伤、枪弹伤、分娩性损伤、药物性损伤、手术误伤或放射性损伤等。

二、分　　类

臂丛损伤后首先应区分为节前损伤（根性撕脱伤）及节后损伤两类。二者区别见表4—1。

表4—1

臂丛神经节前、节后损伤的鉴别

	节　前	节　后
病史特点	损伤性质严重，往往伴有昏迷史或多发性骨折，往往有灼性神经痛	损伤性质一般较轻，少见昏迷史及多发性骨折，少见灼性神经痛
体征特点	有耸肩活动受限、斜方肌萎缩、Horner's征阳性	耸肩正常，斜方肌正常，Horner's征阴性
特殊检查	脊髓造影椎间孔处有袖口样突出，CT、MRI可见椎间孔处有脑脊液外溢	均无异常发现
肌电检查	感觉神经活动电位正常(SNAP)而体感诱发电位消失(SEP)	感觉神经活动电位及体感诱发电位均异常

（一）节前损伤

1. 颈5、6节前损伤　临床主要表现为肩胛上神经、腋神经和肌皮神经麻痹，肩不能上举外展，肘关节不能屈曲，并出现斜方肌萎缩，不能耸肩。肌电生理检查，在刺激拇指、腕部正中神经时，可测出正中神经的感觉活动电位，但在头皮处测不出SEP。

2. 颈8和胸1节前损伤　临床主要表现为正中、尺神经麻痹，Horner征阳性。肌电生理检查，在刺激小指、腕部尺神经时，可测出尺神经的感觉神经活动电位，但在头皮处测不出SEP。

3. 全臂丛节前损伤　为颈5、6与颈8胸1二组症状及检查情况的综合。

临床上颈7或中干不独立存在损伤，中干常合并在颈5、6神经根（上干）或颈8胸1（下干）损伤中。是否合并，主要根据背阔肌、肱三头肌、指伸肌、尺侧屈腕肌肌力变化而定。

（二）节后损伤

分为神经根损伤、神经干损伤及神经束损伤。

1. 臂丛神经根损伤　为叙述方便，将臂丛神经根分为上臂丛及下臂丛。上臂丛包括颈5～7神经根，下臂丛包括颈8和胸1神经根。

（1）上臂丛神经根损伤　上臂丛神经根受伤时，腋神经、肌皮神经、肩胛上、下神经以及肩胛背神经发生麻痹，桡神经与正中神经发生部分麻痹。因此，下述肌肉出现瘫痪或部分瘫痪：三角肌、肱二头肌、肱肌、肩胛下肌、大圆肌、冈上肌、冈下肌、肩胛提肌、大小菱形肌、桡侧腕屈肌、旋前圆肌、肱桡肌、旋后肌等。临床上的主要表现是：肩关节不能外展与上举，肘关节不能屈曲而能伸展，腕关节虽能屈伸但肌力减弱，上肢背侧感觉大部缺失。检查时，可发现肩部肌肉萎缩，以三角肌最为显著，上臂肌肉萎缩以肱二头肌最为显著。另外，前臂旋转亦有障碍，手指活动尚属正常。上述症状与臂丛上干损伤类同，如果有斜方肌萎缩，耸肩活动受限，肩胛提肌与菱形肌出现麻痹，即表示上臂丛神经根在近椎间孔处断伤。

（2）下臂丛神经根损伤　下臂丛神经根受伤时，尺神经、前臂皮神经及臂内侧皮神经出现麻痹，正中神经与桡神经出现部分麻痹。

因此，下述肌肉瘫痪：尺侧腕屈肌、指屈肌、大、小鱼际肌群、全部蚓状肌及骨间肌。而肱三头肌与指伸肌出现部分瘫痪现象。

临床的主要表现是：手的功能丧失或发生严重障碍，肩、肘、腕关节活动尚好，患侧常出现 Horner 综合征。检查时可发现手内在肌全部萎缩，其中以骨间肌最为显著，有爪形手及扁平手畸形，手指不能屈伸或有严重障碍，但掌指关节能伸直，拇指不能掌侧外展。前臂和手部尺侧皮肤感觉缺失，臂内侧皮肤感觉亦可能缺失。上述症状与臂丛下干及内侧束损伤类同，如有 Horner 综合征出现，表明胸 1 交感神经已断伤，此常提示颈 8 和胸 1 神经根近椎间孔处断伤。

2. 臂丛神经干损伤

(1) 臂丛神经上干损伤　颈 5、6 神经根联合构成臂丛神经上干。当上干受伤时，腋神经、肌皮神经与肩胛上神经即出现麻痹，桡神经与正中神经出现部分麻痹，其临床症状与体征和上臂丛损伤相似。

(2) 臂丛神经中干损伤　臂丛神经中干由颈 7 神经根单独构成，其独立损伤极少见，此损伤除伸肌群肌力有影响外，无明显临床症状与体征。

(3) 臂丛神经下干损伤　颈 8 与胸 1 神经根联合构成下干，当其受伤时，尺神经、臂内侧皮神经与前臂内侧皮神经即发生麻痹，正中神经与桡神经发生部分麻痹，其临床症状与体征和下臂丛损伤类同。手的功能全部丧失，不能捏持任何物体。

3. 臂丛神经束损伤　臂丛神经束受伤后所产生的体征十分规则，根据臂丛结构，即可明确诊断。

(1) 臂丛神经外侧束损伤　臂丛神经外侧束受伤后，肌皮神经、正中神经外侧根与胸前（外侧）神经发生麻痹。因此，下述主要肌肉即瘫痪：肱二头肌、桡侧腕屈肌、旋前圆肌与胸大肌（锁骨部）。临床上的主要表现是：肘关节不能屈曲，或虽能屈曲（肱桡肌代偿）但肱二头肌麻痹；前臂能旋前但旋前圆肌麻痹，腕关节能屈曲但桡侧腕屈肌麻痹。上肢的其他关节活动尚属正常。前臂桡侧缘感觉缺失。肩关节与手部诸关节的运动尚属正常。

(2) 臂丛神经内侧束损伤　臂丛神经内侧束受伤后，尺神经、正中神经内侧根与胸前（内侧）神经发生麻痹，它们所支配的肌肉除正中神经外侧根支配的桡侧腕屈肌与旋前圆肌外均出现瘫痪。

临床上的主要表现是：由于手内在肌与屈指肌全部瘫痪，致手指不能屈伸（掌指关节能伸直），拇指不能掌侧外展、对掌及对指，故手无功能。感觉缺失主要限于上肢内侧及手部尺侧。检查时可发现，手内在肌与前臂屈肌明显萎缩，手呈扁平手和爪形手畸形。肩、肘关节功能正常。内侧束损伤需与颈 8 胸 1 神经根损伤鉴别。后者有 Horner 综合征，肱三头肌、腕伸肌与指伸肌部分瘫痪，前者则无此现象。

(3) 臂丛神经后束损伤　后束受伤后，下述神经及其支配的主要肌肉发生瘫痪：肩胛下神经支配的肩胛下肌和大圆肌，胸背神经支配的背阔肌，腋神经支配的三角肌和小圆肌，桡神经支配的上臂与前臂的伸肌群。

临床主要表现是：肩关节不能外展，上臂不能旋内，肘与腕关节不能背伸，掌指关节不能伸直，拇指不能伸直和桡侧外展，肩外侧、前臂背面和手背桡侧半的感觉障碍或丧失。检查时可发现三角肌、背阔肌、肱三头肌与前臂伸肌群萎缩，其他关节活动正常。

（三）全臂丛神经损伤

全臂丛神经损伤的早期，整个上肢呈缓慢性麻痹，各关节不能主动运动，但被动运动正常。由于斜方肌功能存在，耸肩运动依然存在。上肢感觉除臂内侧尚有部分区域存在外，其余全部丧失。上臂内侧皮肤感觉由

臂内侧皮神经与肋间臂神经共同分布，后者来自第2肋间神经，故在全臂丛神经损伤时，臂内侧皮肤感觉依然存在。上肢腱反射全部消失，温度略低，肢体远端肿胀，并出现Horner综合征。在晚期，上肢肌肉显著萎缩，各关节常因关节囊挛缩而致被动运动受限，尤以肩关节和指关节严重。

三、臂丛神经损伤的诊断

臂丛神经损伤的诊断分四个步骤进行。

1. 有无臂丛损伤　上肢五大神经（腋神经、肌皮神经、正中神经、桡神经、尺神经）出现任何二大神经组合症状，而非局部切割或挤压所致者均视为臂丛损伤。

2. 锁骨上、下臂丛损伤的鉴别、检查　若胸大肌与背阔肌二块肌肉有萎缩为锁骨上臂丛损伤，此二块肌均正常为锁骨下臂丛损伤。

3. 臂丛损伤的定位诊断　采用上肢五大神经症状的组合方法定位诊断，即腋神经＋肌皮神经为上干损伤，腋神经＋桡神经为后束损伤，肌皮神经＋正中神经为外侧束损伤，正中神经＋尺神经为下干或内侧束损伤。

4. 节前与节后损伤的鉴别诊断　参照上述内容。

第三节　臂丛损伤手术治疗及疗效评价

一、手术适应证

1. 臂丛神经切割伤、枪弹伤、手术伤及药物性损伤，应早期探查，手术修复。

2. 臂丛神经牵拉伤、对撞伤，明确为节前损伤者应及早手术；节后损伤者可先经保守治疗3个月，功能无明显恢复者进行手术探查。

3. 产伤：出生后3个月至半年无明显功能恢复者，可进行手术探查。

二、手术方法

（一）术前准备

1. 麻醉　乙醚麻醉。

2. 体位　仰卧，头斜向健侧，患侧肩部抬高，患肢外展或置于胸腹部。皮肤消毒范围以患侧颈、肩、胸部为主，包括整个患肢。

（二）手术切口及显露

1. 颈、锁、胸、臂皮肤切口（图14—3）　从胸锁乳突肌后缘中点开始，沿该肌后缘向下，再沿锁骨上缘横行向外达锁骨中点。过锁骨中点后，沿胸大肌与三角肌间隙下行，过腋前皱襞后横行向内，至臂内侧后再沿肱二头肌内侧沟向下。根据损伤部位，在此皮肤切口设计线上选定所需切口段。

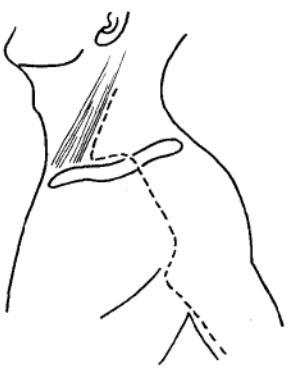


图14—3　臂丛手术切口

2. 臂丛神经根和神经干探查　这部分臂丛神经位于锁骨上区。采用颈、锁皮肤切口，其长度自起点向下达锁骨中点即可。切开皮肤及颈阔肌，即遇颈外静脉，可将其切断或牵开。在术野下方（锁骨上方）可找到肩胛舌骨肌，将其牵开或切断，肌肉断端各缝一牵引线，有利于切口暴露，并防止肌肉缩回，以免再缝接时不易找到。再沿皮肤切口方向用电刀剖开软组织和脂肪层。在这些软组织中有颈横动、静脉，需作细致分离，达足够长度后结扎加缝扎处理。

臂丛神经根和神经干位于上述软组织和脂肪层的深部，此时可先找到前斜角肌，并将其向内上牵开或切断，臂丛神经根即能全部充分显露。膈神经在前斜角肌表面，由外上向内下经过，在切断前斜角肌前应先将其保护。沿各神经根向远端解剖，即能找到各神经干。锁骨下动脉在术野下内方，常被下干遮盖。

3. 臂丛神经束和上肢神经起端的探查　这部分神经位于锁骨下窝和腋窝内，欲将其暴露，需将胸大肌和胸小肌切断或牵开。应采用胸、臂皮肤切口，其长度上至锁骨中点，下至臂上端。切开皮肤及皮下组织，沿胸大肌外侧缘向外解剖分离覆于其上的脂肪组织，可在胸大肌与三角肌分界线找到其间的头静脉。将头静脉和三角肌之间的属支结扎后，头静脉和胸大肌一起牵向内侧。再沿胸大肌下缘横行剪开腋筋膜，用手指沿胸大肌深面进行分离。此时术野深部所见即为锁胸筋膜和胸小肌及覆盖于臂丛神经表面的脂肪层。需要时可将胸小肌切断，这样臂丛神经的各束、上肢神经的近端、锁骨下部及腋部血管均充分显露。

4. 臂丛神经分支的探查　这部分臂丛神经主要位于锁骨后面，可采用锁、胸皮肤切口，其长度以锁骨为中心，上下各长约7cm。切开皮肤及皮下组织，沿锁骨方向向两侧分离。将锁骨周围软组织分离后，沿锁骨切开骨膜，作骨膜下分离。用线锯将锁骨锯断或截除一段。切断骨膜和锁骨下肌，此时可遇到一小静脉和小动脉，需先将其切断和结扎。在锁骨内侧断端的下方有锁骨下动脉和静脉，将动脉向内牵开，其下方有臂丛神经的下干。这些结构必须严防损伤。锁骨锯断或截除后，臂丛神经的各支即能充分显露，此时可沿臂丛神经干向下解剖，或沿臂丛神经束向上解剖。锯断的锁骨需用钢丝固定，截除的锁骨是否复回无重要意义，一般不予复回。

5. 节后损伤的处理　处理方法与其他神经相同。即作粘连分离术、神经修补术或神经移植术。

6. 节前损伤的处理　术前诊断或术时发现臂丛神经自椎间孔内撕脱者，可选用下述方法进行治疗。

（三）手术方式

常用的术式有膈神经移位术、肋间神经移位术、副神经移位术、颈丛运动支移位术等。

1. 膈神经移位术

（1）手术适应证　①臂丛神经（颈5、6）根性撕脱损伤（节前损伤），病程在2年以内无法进行神经移植或修补者；②肱二头肌萎缩不十分严重，临床检查时尚可扪及萎缩肌腹者；③膈神经功能健全者（术前可胸透观察膈肌活动情况，术时观察膈神经有无瘢痕粘连及神经变性，并可用神经刺激器观察膈肌活动情况）。

（2）手术操作　在锁骨上切口内，于前斜角肌表面分离出膈神经，在胸廓口附近直视下切断膈神经（切断前应先用奴佛卡因作神经内封闭）（图14—4）。然后分离出肌皮

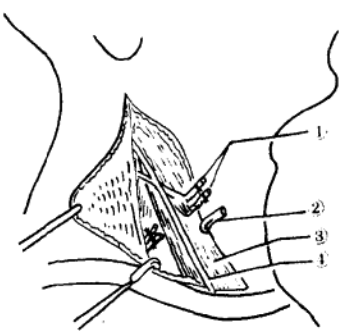


图14—4　膈神经显露

①切断颈横动脉并结扎　②肩胛舌骨肌切断并牵开　③前斜角肌　④膈神经

神经的残端，以便与膈神经吻合。对肌皮神

经残端有如下要求：①残端待缝接处应有正常的神经束断面，切勿在瘢痕断面处进行神经吻合；②肌皮神经残端段有足够的长度以便能直接与膈神经作缝合，否则应进行神经移植。为了达到这两点要求，要妥善寻找肌皮神经断端。其方法为：在锁骨上切口内，自臂丛神经团缩在锁骨上窝的神经瘤中，细致解剖寻找上干的前股，一般由颈 6 神经根参加到上干前股的神经束为肌皮神经的主要神经束。若锁骨上切口神经瘤巨大或位置较深，解剖有困难时，则可作锁骨下切口，自肌皮神经发出处逆行向上，从外侧束内进行束间分离，游离出肌皮神经，直达神经瘤处。

（3）神经缝接　将膈神经与肌皮神经断端移位于锁骨上软组织内进行束膜缝合，缝接要无张力，否则应作神经移植。在手术显微镜下用 8-0 至 9-0 尼龙单丝线进行吻合。

（4）术后固定　神经缝合时无明显张力者，术后患肢作内收及屈肘贴胸位固定即可。若神经张力较大，则术后患肢除作内收及屈肘贴胸固定外，尚应将头部作前屈及斜向患侧的带头石膏固定。固定时间为 6 周。若作神经移植，头的位置可中立，固定时间为 3 周。

2. 肋间神经移位术

（1）手术适应证　①臂丛神经根性撕脱损伤（节前损伤），病程在 2 年以内，无法进行神经修补或移植者；②被移位的神经所支配的肌肉萎缩程度不十分严重，临床检查尚可扪及到肌腹者；③膈神经有变性，不能作膈神经移位者。

（2）手术操作　于颈、肩、胸、臂切口内暴露出受区神经的远断端，一般选用肌皮神经、腋神经、正中神经内侧头。于腋中线处切开皮肤、皮下、深筋膜及前锯肌，显露肋骨及肋间隙。切口长度随切取肋间神经数量而定（图 14—5）。在肋间肌的浅表可识别肋间神经外侧皮支，沿外侧皮支向后游离到

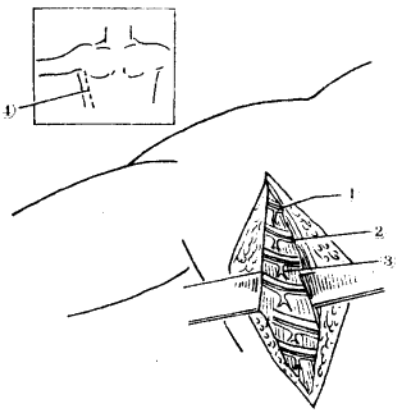


图 14—5　肋间神经移位解剖

①肋间神经主干　②肋间神经运动支　③肋间神经感觉支　④切口

肋缘下，并继续劈开肋间肌游离皮支直到皮支与肋间神经主干汇合处，再沿肋间神经向胸骨方向游离。游离长度根据腋窝部被移接的神经缝合所需而定。一般肋间神经运动纤维越近胸骨越少，将肋间神经游离到腋前线切断较好。根据需要，可游离第 2～6 肋间神经。

将游离好的肋间神经在近端作奴夫卡因封闭后，根据所需长度切断，送到腋部。以 7—0 到 9—0 尼龙单丝，在手术显微镜下作肋间神经与相应受区神经的束膜缝合术。肋间神经的皮支，一般移位于正中神经外侧头，以期恢复正中神经支配区的感觉。肋间神经主干移位于肌皮神经，以期恢复屈肘功能。也可将肋间神经主干移位于正中神经、桡神经或尺神经，以期恢复相应的功能。因肋间神经纤细，多为单束，因而多利用肋神经 3～5 束移位于单根神经干，否则疗效几无。

3. 副神经移位术

（1）手术适应证　①臂丛神经根性撕脱伤病程在 2 年以内者；②受区神经所支配的肌肉萎缩不严重者；③副神经无损伤征象（临床检查斜方肌无明显萎缩，耸肩活动受限不严重，术时电刺激副神经，有斜方肌收缩

活动者)。

(2) 手术操作　在锁骨上切口内可用两种方法找到副神经(图 14—6):①在胸锁乳

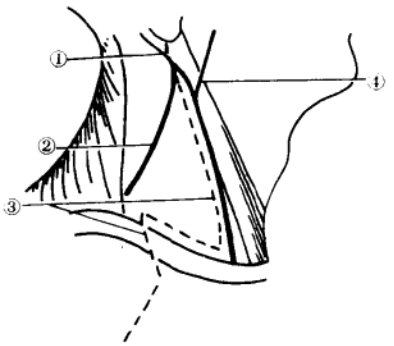


图 14—6　副神经的暴露

①枕小神经　②副神经　③切口　④耳大神经

突肌中点后缘处,找到耳大与枕小皮神经,在其上方 1～2cm 肌肉后缘深层即可找到副神经近段,沿其主干向远侧游离达锁骨上进入斜方肌肌腹处,切断备用;②在斜方肌锁骨止点上方 2cm 处肌肉深层,用电刺激寻找有斜方肌收缩刺激点处,细致分离,即可找到副神经进入肌腹段。其神经移位方式及缝合方法同肋间神经。

4. 颈丛运动支移位术

(1)应用解剖　颈 1～4 神经根前支组成神经袢,其浅层发出的分支为感觉支(枕小神经、耳大神经、颈前神经及锁骨上神经四支),其深层发出分支多为运动支,其中最粗大的分支即为膈神经,行走在前斜角肌表面。颈丛运动支主要有 4 支:第 1 支为斜角肌及颈前肌支,行走于前中斜角肌间隙内;第 2 支为斜方肌支,行走于中后斜角肌间隙内;第 3 支为肩胛提肌支,行走于后斜角肌与肩胛提肌间隙内;第 4 支为胸锁乳突肌支,常与耳大神经、枕小皮神经伴行(图 14—7)。

(2) 手术适应证　①臂丛神经根性撕脱伤,病程在 2 年以内者;②受区神经支配的肌肉萎缩不严重者;③颈丛运动支无损伤征象,术时探查颈丛运动支用电刺激均有支配肌肉的收缩反应者。

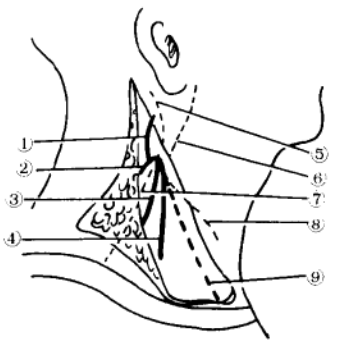


图 14—7　颈丛运动支的显露

①胸锁乳突肌支　②提肩胛肌支　③斜方肌支　④颈前肌支　⑤枕小神经　⑥耳大神经　⑦锁骨上神经　⑧颈前支　⑨切口

(3) 手术操作　在胸锁乳突肌中点后缘先找到颈浅层分支,识别感觉支。牵开后,在其深层斜角肌表面及前、中、后斜角肌间隙内即可找到运动支。用电刺激作鉴定,一般可找到 2～3 支。颈丛运动支游离长度为 2～3cm,然后作神经移植,与相应受区神经缝接。神经移位方式与副神经相同。在臂丛颈 5、6 根性撕脱伤时,常与腋神经或肩胛上神经缝接。在颈 8 胸 1 根性撕脱伤时,常与胸背神经缝接。

5. 神经移位方式

(1) 臂丛神经颈 5、6、7 根性撕脱伤的移位方式　膈神经接肌皮神经;副神经接肩胛上神经;颈丛运动支接腋神经。

(2) 臂丛神经颈 8 胸 1 根性撕脱的移位方式　膈神经接胸背神经;肋间神经接正中神经内侧头;颈丛运动支加副神经接正中神经外侧头。

(3) 全臂丛根性撕脱伤的移位方式　膈神经接肌皮神经;颈丛运动支接腋神经;副神经接桡神经;肋间神经接正中神经内侧头。

三、臂丛手术治疗的评价

华山医院从1962年起对臂丛神经损伤进行手术治疗至今30年，手术病例达2 000余例。其中1 000例得到2年以上的随访，手术结果表明，节后损伤效果较好，臂丛粘连松解有效率达78%（指肌力在3度以上，感觉在S3以上）。臂丛修补及移植的有效率仅为55%。节前损伤效果较差，其中采用膈神经移位术效果较好，有效率为66%，肋间神经有效率为55%，副神经有效率为52%，颈丛神经运动支有效率为38%。无论节前节后、臂丛下干或内侧束一旦断伤，至今均不能恢复手内在肌的功能，这正是臂丛损伤治疗的难题，有待全国同道的共同努力。

第四节　健侧颈神经移位术

1986年8月上海医科大学华山医院顾玉东为一位全臂丛根性撕脱伤患者在同侧可供移位的神经（膈神经、颈丛、副神经、肋间神经）同时发生损伤的情况下，创用健侧颈7神经移位的新手术，为严重的臂丛根性撕脱伤的治疗提供了新途径。此后经3年以上66例随访，证实供区上肢无功能影响，为患侧臂丛神经的修复提供了新的神经供体来源，手术疗效令人满意。

颈7神经根在臂丛中位置居中并独立形成中干，上肢5根主要神经中无单一由颈7所组成，故切断颈7神经根或中干对上肢的功能影响不大。

一、手术适应证与方法

（一）手术适应证

1. 臂丛根性撕脱伤患者的患侧颈部、胸部外伤严重，膈神经、副神经、颈丛运动支及肋间神经无法利用者。

2. 臂丛根性撕脱伤患者已进行多组神经移位（膈神经、副神经、肋间神经、颈丛神经运动支），术后经2年以上随访无任何功能恢复者。

3. 臂丛根性撕脱伤患者在进行患侧的多组神经移位同时，加做患侧尺神经带蒂与健侧颈7的神经根缝接。一旦上述多组神经移位，任何一组失败则可利用已有神经再生的尺神经进行重新移位，重建患肢功能。

（二）手术方法

1. 健侧颈神经根的切取　切取方法：作健侧颈部锁骨上臂丛探查切口（自胸锁乳突肌中点起，沿其后缘达锁骨上一横指，平行锁骨达中点），在切口中保留颈外静脉1.5～2.5mm的小分支以备用，充分游离颈横动、静脉以备用，充分暴露臂丛神经根。切取部位：①在颈7神经根总干处切断。②于中干发出后股部切断。③于中干发出前股部切断。

2. 健侧神经根移位的桥接　将健侧神经根桥接到患侧臂丛处的方法有四种：①在健侧神经根与患侧受区神经间作游离腓肠神经移植。健侧 C_7 $\xrightarrow{\text{腓肠神经 20～25cm}}$ 患侧受区神经。②健侧神经根与患侧受区神经间作带小隐静脉动脉化游离腓肠神经移植。健侧 C_7 $\xrightarrow[\text{颈横动脉→小隐静脉→颈横动脉（受区）}]{\text{腓肠神经 20～25cm}}$ 患侧受区神经，或健侧 C_7 $\xrightarrow[\text{颈横动脉→小隐静脉→肩峰动脉（受区）}]{\text{腓肠神经 25cm}}$ 患侧受区神经。③将患侧尺神经由腕部平面切断（包括主干及手背支）连同尺动脉及伴行静脉一起游离，在肘部切断尺动静脉近端并结扎，继续向腋部游离尺神经，直达尺侧上副动脉进入尺神经主干的远端处，一般在腋下5～7cm处。带尺动、静脉的尺神经远端，通过胸前皮下隧道到达健侧颈部切口，尺神经与颈7神经断端吻合，尺动脉与颈横动脉吻合，尺静脉与颈横静脉或颈外静脉属支吻合。④本法与③相似，是不带尺动、静脉。尺神经长

段移位后的血供主要依靠尺侧上副动脉，即健侧颈 7 神经——→患侧尺神经（带尺侧上副血管蒂）。

3. 尺神经第二期移位方法 健侧颈神经与患侧尺神经吻合后，健侧再生神经沿患侧尺神经向患侧方向生长，待临床与肌电证实神经再生达到患侧腋部则应考虑第二期移位。神经再生的判断方法：①沿尺神经移位行径进行 Tinet 叩击。②在尺神经行径中作 SEP 测定。一般第二期手术在第一期术后 8～12 个月进行，与神经生长速度每天 1mm 一致。第二期尺神经移位的部位：

$C_7 \xrightarrow{\text{第一期}}$ 尺神经 $\xrightarrow{\text{第二期}}$ 桡神经

$C_7 \xrightarrow{\text{第一期}}$ 尺神经 $\xrightarrow{\text{第二期}}$ 肌皮神经

$C_7 \xrightarrow{\text{第一期}}$ 尺神经 $\xrightarrow{\text{第二期}}$ 正中神经

$C_7 \xrightarrow{\text{第一期}}$ 尺神经 $\xrightarrow{\text{第二期}}$ 胸背神经

$C_7 \xrightarrow{\text{第一期}}$ 尺神经 $\xrightarrow{\text{第二期}}$ 腋神经

二、疗效评价

自 1986 年 8 月至 1992 年 8 月我院已施行健侧颈 7 神经移位治疗臂丛根性撕脱伤 70 例，无一例健侧肢体功能产生明显影响（仅术后 1～4 周内 1～3 指麻木，肱三头肌及背阔肌肌力减退，但均在术后 1 个月恢复正常）。其中 10 例患侧肢体感觉恢复 S3 以上，占 90%。M3 以上占 70%。证实该法安全有效，特别适合患侧无法提供移位神经或已作神经移位无任何恢复者。

（顾玉东）

第十五章　手部神经应用解剖与手术

手部正常功能有赖于整个上肢各种结构的完整，其中上肢神经的完整对手部功能的发挥尤为重要。因此手外科对上肢神经的解剖、修复及再生等基础和临床研究特别重视。

第一节　手部神经应用解剖

与手部功能关系最密切的神经是正中神经、桡神经和尺神经，它们分别管理手内在肌和外在肌的运动及手部和前臂皮肤的感觉。另外，肌皮神经和腋神经虽不直接支配手部的结构，但它们支配的结构对手部功能的发挥起重要的辅助作用。

一、周围神经结构和血供

在周围神经中，结缔组织形成三种支持鞘膜，即神经内膜、神经束膜和神经外膜。这些结构对神经的功能及神经损伤后的修复具有重要意义。

神经内膜是包绕在神经膜外面的一层结缔组织鞘，其内含有胶原纤维、成纤维细胞、毛细血管和毛细淋巴管。神经束膜包绕在每个神经束外面，其厚度为2～100μ，与神经束的粗细呈正比。神经束膜有内、外两层结构：①内层为数层至10余层束膜细胞构成的板层样结构，具有屏障作用，主动运转物质、维持束内正压等功能；②外层为致密结缔组织，主要由纵行排列的胶原纤维组成，具有一定的收缩能力，所以当神经被切断后，束膜出现回缩现象。神经外膜主要由纵行排列的胶原纤维束组成，其内含有丰富的血管和淋巴管，对神经的营养有极其重要的作用。外膜能使神经有一定的活动度。外膜与神经系膜相连，节段血管经系膜进入外膜。外膜内的血管通透性好，可允许少量血浆蛋白透过血管壁。外膜的厚度在不同部位差异很大，约占神经截面积的22～80%不等（图15—1）。

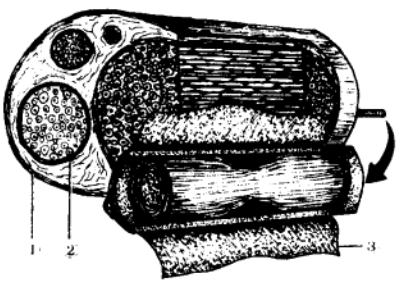


图15—1　神经构造

①外膜　②束膜　③内膜

每条神经内的神经束在全程中通常反复编排组合，构成每一神经束的神经纤维又不断地从一个神经束加入到另一神经束，使神经束在各个平面的位置、数目及粗细发生变化，从而增加了神经束局部定位的复杂性。一般说来，神经束在神经近段交错、穿插的神经纤维较多，而在远段则较少，借束间疏松结缔组织较易将各束自然分开。另外，运动束间的纤维交错现象较感觉束间的纤维交错明显，故感觉神经束较易按自然分束，无损伤纵行分开。了解不同平面神经束的编排组合，有利于伤后选择适宜的缝合方式。

周围神经的血供是多源性的，每条神经均有神经外血供系统和神经内血供系统。前者由较大的伴行血管组成，后者包括节段血管、外膜血管、束间血管网和束内微血管网。伴行血管通常由一条动脉和两条伴行静脉构

成血管束，在行程中每隔一定距离即分出节段血管。节段血管除来自伴行血管外，还来自其他邻近血管干、肌支或皮支。节段血管至神经外膜后即分为升支和降支，相邻节段血管的升支和降支相互吻合，形成纵行排列的神经外膜血管。神经外膜血管粗约 0.2～0.4mm，纵贯神经全长，不时发出短的横支或斜支，呈弓状盘旋穿过外膜至束间，形成神经束间血管，这些小血管在束间结缔组织内弯曲盘旋状分布，相互吻合成网，对神经的长度、位置及形态的改变有一定的适应性。如神经在纵轴上过度被牵拉，可导致神经干截面积变小，束间血管受挤压，血供减少，因此在神经吻合时应尽可能避免张力缝合。神经束间血管网的分支斜行穿过束膜进入束内形成束内微血管，这些血管以毛细血管网的形式分布于神经内膜内，完成神经纤维的血供。由于神经有良好的外、内血供系统，而且血管呈纵行分布，有广泛的吻合，在临床上分离一定长度的神经束通常不致于造成该段神经束血供障碍。

二、正中神经

（一）正中神经组成

正中神经由与 C_6～T_1 脊髓节段相连的神经纤维组成。在大圆肌下缘处，它的横径为 3.3mm，前后径为 4.0mm。

据 Sunderland 的研究，正中神经的感觉纤维成分约占 67%，而运动纤维仅为 33%。正中神经干内的自然分束（运动束、感觉束和混合束）在不同平面的局部定位排列关系如图 15—2 所示。

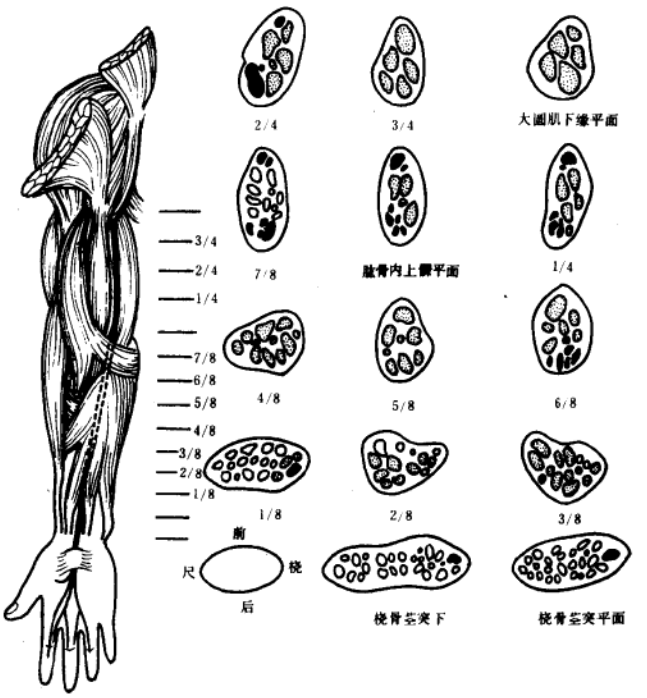


图 15—2　正中神经干内自然分束局部定位排列关系

（二）正中神经走行和毗邻

正中神经发出后在腋动脉的外侧下行，当行至臂部中份时则越过肱动脉前方向内移至肱肌前面继续下行，经肱二头肌腱膜的深

面达肘窝，在尺动脉近端前方跨过，主干进入旋前圆肌肱、尺两头之间，再继续下行于指浅屈肌和指深屈肌之间，达屈肌支持带（腕横韧带），出现在掌长肌腱桡侧和桡侧腕屈肌腱的尺侧，最后经腕管在屈肌腱的掌侧达手掌，分成终末支。

Anson 指出，在前臂段有 10.8%的正中神经经旋前圆肌尺头的深面下降，4.6%经两头的后方下降，1.8%穿肱头肌。在臂部，正中神经以单根发自外侧束者为 5.1%，三个根者为 24.9%，四个根或丛状根发起的分别为 1.4%和 0.2%。

在臂部，正中神经是通过肱动脉的前方还是后方转至其内侧，则由胚胎时肱动脉的变化决定。胚胎时期，在正中神经的前、后方各有一条原始的肱动脉，随后其中一条逐渐消失，另一条则成为永久性肱动脉。如前方一条原始动脉消失，则正中神经绕过肱动脉的前方转至其内侧；如后方一条原始肱动脉消失，则正中神经绕过肱动脉后方转至其内侧；如两条原始肱动脉均保留，正中神经则被夹在两条肱动脉之间。

（三）正中神经分支

正中神经在臂部的分支很少，仅有纤细的肱动脉支和肘关节支。在前臂和手部分支较多，有肌支、关节支和皮支（图 15—3）。

1. 正中神经干支　正中神经干支包括肌支、关节支和皮支。

（1）肌支

1）旋前圆肌肌支，3～5 支，在肘窝部自神经干尺侧和后方发出，支配旋前圆肌肱头和尺头；

2）桡侧腕屈肌、掌长肌和指浅屈肌肌支，皆在肘窝近侧和远侧附近发出，多为 1～2 支。有的指浅屈肌支可发自骨间前神经（支配示指屈肌）。

3）骨间前神经，在旋前圆肌远侧自干上发出，行于骨间膜前面，拇长屈肌和指深屈肌之间，发出分支支配拇长屈肌和指深屈肌至示指和中指的部分。骨间前神经终末支进入旋前方肌，管理该肌。

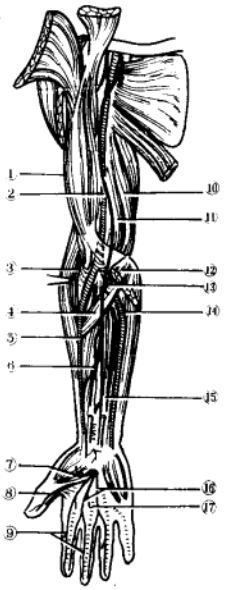


图 15—3　正中神经走行、毗邻和分支

①肱二头肌　②正中神经　③桡神经　④旋前圆肌深头　⑤桡动脉　⑥骨间前神经　⑦返支　⑧拇指固有神经　⑨指固有神经　⑩肱三头肌内侧头　⑪肱肌　⑫旋前圆肌浅头　⑬旋前圆肌支　⑭尺动脉　⑮指深屈肌　⑯指掌侧总神经　⑰蚓状肌支

（2）关节支

1）在肘窝部发支至桡尺近侧关节；

2）在旋前方肌深面自骨间前神经发支至桡尺远侧关节、桡腕关节和腕骨间关节囊及韧带。

（3）皮支　为分布到手部的掌皮支。它在腕横韧带上方附近自干上发出，然后穿过腕横韧带或深筋膜至手掌近侧分为两支，即外侧皮支和内侧皮支。外侧皮支司鱼际区皮肤感觉，且与前臂外侧皮神经相交通；内侧皮支则司理掌中央部分的皮肤感觉，而且与尺神经的掌皮支相交通。

2. 正中神经终末支　正中神经的终末支是指正中神经干离开腕管后在手掌部的所有分支。它们可分为肌支和皮支。

（1）肌支　肌支支配鱼际肌和桡侧两条蚓状肌。

1）鱼际肌支（又称正中神经返支或返神经）　在腕横韧带的远侧 0.2～0.6cm 处，由正中神经干或其外侧股的桡侧发出，它一般再分为两个肌支。鱼际肌支干长不到 1cm，发出后立刻返转至鱼际，此时多由掌腱膜的外侧所覆盖。据国外资料介绍，该神经偶有自腕管内由正中神经干上发出，后穿腕横韧带而达鱼际肌，这应引起手外科医师的注意。

鱼际肌支发自正中神经外侧股者约占 31%，起于主干分股前的约占 69%。其分支有：①拇短屈肌支，来自鱼际支第 1 肌支者占 98%，来自鱼际支第 2 肌支者占 2%；②拇短展肌支，来自鱼际支主干约占 74%，来自鱼际支第 2 肌支占 26%；③拇指对掌肌支，来自鱼际第 2 肌支占 71%，来自主干约占 26%，来自鱼际第 1 肌支者 3%；④拇收肌支，来自正中神经外侧股的分支约占 3%，其他均来自第 1、2 肌支，但同时它也接受尺神经分支支配。

2）蚓状肌肌支　第 1、2 蚓状肌肌支全部发自正中神经指掌侧总神经的尺侧，神经纤细，伴指掌侧总神经一段距离后，抵蚓状肌。第 3 蚓状肌也有正中神经的指掌侧总神经的纤维支配，约占 12.5%，大多数受尺神经的分支支配。

（2）皮支　正中神经的终末皮支由指掌侧总神经行至指蹼附近分出。每条指掌侧总神经各分两支指固有神经，分布到拇指、示指和中指的相对缘，达指尖而终。

1）指掌侧总神经行径和毗邻　正中神经在腕横韧带的远侧首先分为内、外侧股。外侧股在分出返神经后即分为两支。一支分布于拇指的桡侧，称拇指固有神经；另一支即第 1 指掌侧总神经，伴指浅深屈肌腱之浅面达远侧掌横纹处分为两支指固有神经，分布于拇指尺侧缘和示指桡侧缘，内侧股分出第 2、3 指掌侧总神经，伴指浅深屈肌腱达远侧掌横纹附近，各分两支指固有神经，分别分布于示指尺侧缘、中指桡侧缘及尺侧缘、环指桡侧缘。第 1～3 指掌侧总神经除伴随指屈肌腱和指掌侧总动脉而行外，在其掌侧面还与掌浅弓和掌腱膜相毗邻。

2）指固有神经行径和毗邻　指固有神经分出部位、行径和分布范围较恒定。在指掌侧总动脉分叉处近侧约为 1.0～1.5cm 处分出（即远侧掌横纹附近）。分出后的指固有神经与指掌侧总动脉约成 30°角向其远端走行，至掌指关节水平，与指固有动脉伴行，组成指掌侧神经血管束，沿着浅、深屈肌腱鞘之两侧行向指端。在束中，神经和血管两者的位置和排列非常恒定：以指中轴为准，在指近、中节，指固有神经均位于指固有动脉的掌内侧，且有伞状分枝分布于指的掌面和侧面，至侧面的分支均从指固有动脉的浅面越过。在指末节，指固有神经则经指固有动脉的浅面行向外侧，最后分成若干细支终于末端指垫内。因此，指端感觉锐敏，感染损伤时痛感剧烈（图 15—4）。

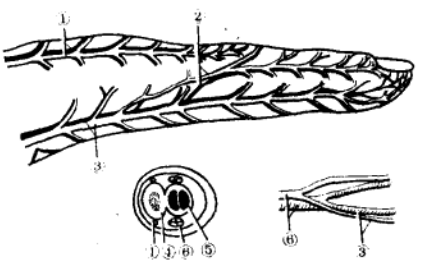


图 15—4　手指的血管和神经

①指背血管神经束　②背侧支　③指掌侧血管神经束　④指骨　⑤屈肌腱　⑥指掌侧总神经、动脉

拇指固有神经桡侧支的横径为 1.3mm，第 1～3 指掌侧总神经的横径分别为 2.0mm、2.1mm 和 1.8mm。指固有神经在掌指关节和近侧指间关节平面的横径分别为 1.6mm 和 1.3mm。

（四）正中神经损伤后的主要症状

如正中神经在前臂中、下部或腕部损伤，由于正中神经分布于前臂肌的肌支均在肘部和前臂上部发出，其症状只局限于手部。主要表现为拇指对掌肌、拇短展肌及拇短屈肌浅头瘫痪，导致拇指对掌功能丧失，大鱼际肌萎缩使掌弓平坦，在受尺神经支配的拇收肌的牵拉下，拇指紧靠示指，手呈“猿掌”畸形（图 15—5）。感觉丧失以拇指、示指及中指末节皮肤最为明显，指腹萎缩，指端变细而尖。植物性神经功能紊乱主要表现为相应支配区皮肤干燥、不出汗、角化过度、发冷，指甲起嵴、变脆。神经不完全损伤时还可出现烧灼样神经痛。

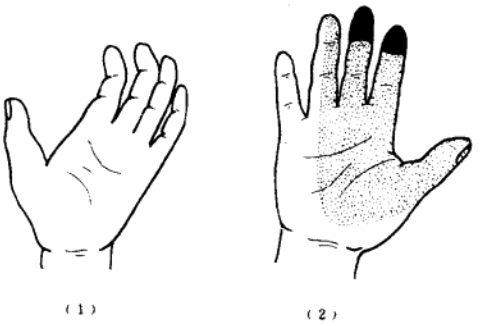


图 15—5　正中神经损伤后的手部症状和体征
（1）猿手　（2）感觉障碍

三、桡 神 经

（一）桡神经组成

桡神经由与 C_5～T_1 脊髓节段相连的纤维组成，70%是感觉纤维，30%为运动纤维和交感神经节后纤维。其感觉束、运动束和混合束在神经干内的排列关系如图 15—6 所示。桡神经的形成可有变异，由臂丛后束和内侧束合成者占 1.9%，由臂丛后束和下干的前股合成者占 0.9%。在大圆肌附近它的前后径为 4.6mm，横径为 2.2mm。

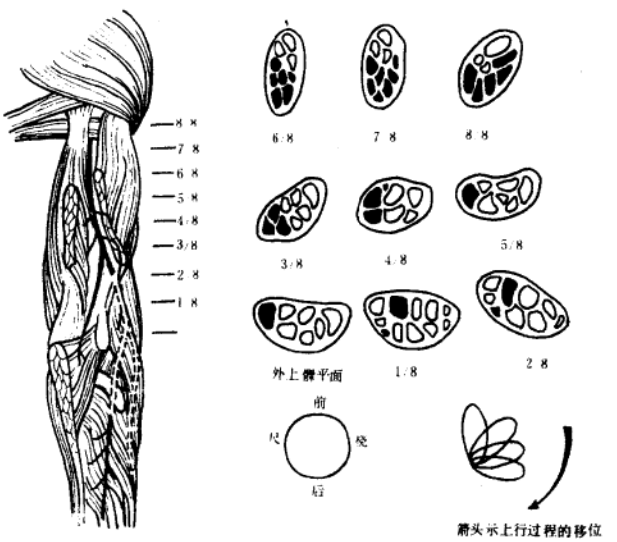


图 15—6　桡神经干内自然分束局部定位排列关系

（二）桡神经走行和毗邻

桡神经发出后位于腋动脉第三段的后方和肱动脉上段的后方，行于肩胛下肌、背阔肌和大圆肌之前方，此后向背侧倾斜伴肱深动脉入肱骨桡神经沟，置肱三头肌内、外侧头之间，紧贴骨面由内上后方斜向外下前方，主干穿过臂部外侧肌间隔，在肱肌外侧缘和肱桡肌之间的浅沟内行向下方。主干在肘窝肱二头肌腱的桡侧 1cm 附近，肱骨外上髁的前方分为浅、深两大终末支。

（三）桡神经分支

1. 桡神经干分支　桡神经干分支包括肌支、皮支和关节支（图 15—7）。

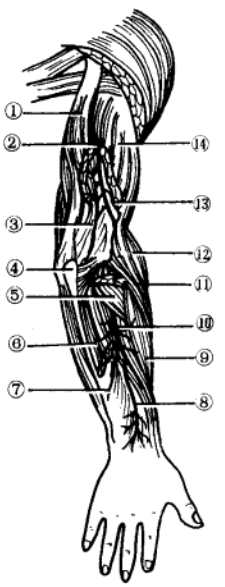


图 15—7　桡神经的走行及主要分支

①肱三头肌长头　②桡神经　③肘肌支　④鹰嘴　⑤旋后肌　⑥肌支　⑦内侧支　⑧外侧支　⑨桡侧腕短伸肌　⑩骨间后神经　⑪桡侧腕长伸肌　⑫肱桡肌　⑬前臂后皮神经　⑭肱三头肌外侧头

（1）肌支　自桡神经干上发出的肌支主要支配肱三头肌、肱桡肌、桡侧腕长伸肌和肘肌，它们分别在臂部内侧、后部和外侧部的不同水平发出。

1）肱三头肌肌支　肱三头肌肌支多半在腋后壁下缘附近自桡神经干发出。以腋后壁下缘为准，在其以上发出者占 46%，以下发出者占 44%，恰在缘上发出者占 10%。发出的分支分别以单干或共干的形式达肱三头肌的内侧头、外侧头和长头。

支配长头的神经以单干起源者占 95%，共干者占 5%；最后达肌门的支数以 2～3 支为最多，占 52%，4～6 支占 40%，1 支者占 8%。支配内侧头的神经单干起源者占 75%，共干者占 25%；最后达肌门的支数以 3～6 支为多，占 67%，1～2 支者为 33%。支配外侧头的神经单干起源者占 75%，共干者占 25%；最后达肌门的支数以 1 支和 6 支者最多，占 60%，2～5 支者占 40%。上述各分支的发出部位通常都在桡神经沟的上部，故肱骨在桡神经沟中、下部骨折，即使损伤了桡神经主干，对肱三头肌的功能一般不会造成影响。

2）肱桡肌肌支　起自肱骨内外上髁连线以上者占 98.7%，在此线之下发出者占 1.3%。肌支的长度为 22.3mm（6.0～49.5mm）。其中单干者占 91.3%，共干者仅有 8.7%。约有 1%发自桡神经的浅支。达肌肉的支数以 1～3 支者为最多，约占 91.3%，而 4～5 支者约占 6.9%，6 支以上者较少见。

3）桡侧腕长伸肌肌支　其发出部位以肱骨内、外上髁连线为准，在其以上者占 96.3%，而在其以下者仅有 3.7%。以单干者居多，占 81.3%，共干者为 18.7%。达肌肉的支数为 1～6 支，其中 1～5 支者约占 95%，而 6 支者为 5%。桡侧腕长伸肌肌支起于桡神经主干的占 87.6%，余者分别起于深支和浅支，分别占 10.3%和 2.1%。

4）肘肌肌支　当桡神经主干行经肱骨桡神经沟中份时发出一条较大的分支，伴行于起于肱深动脉的中副动脉，在肱三头肌内侧头内下降，并分支支配内侧头和外侧头，该

支继续下行经肘关节之后成为肘肌肌支，支配肘肌。

（2）皮支　自桡神经干发出的皮神经有臂后皮神经、臂下外侧皮神经及前臂后皮神经（图 15—8）。

1）臂后皮神经　是一小分支，在腋部起自桡神经干，走向后外，且与肋间臂神经有交通，分布于臂部后面直至鹰咀附近的皮肤。

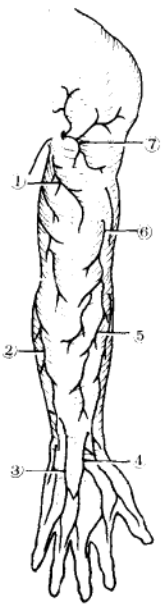


图 15—8　上肢背侧皮神经

①臂后皮神经　②前臂内侧皮神经　③尺神经手背支　④桡神经浅支　⑤前臂外皮神经　⑥前臂后皮神经　⑦臂下外侧皮神经

2）臂下外侧皮神经　在肱骨三角肌粗隆的远侧起于桡神经干，穿肱三头肌的外侧头，紧邻头静脉下行，分布于臂部下外侧半的皮肤。

3）前臂后皮神经　它与臂下外侧皮神经一同起于桡神经干，穿肱三头肌外侧头，首先在臂部的外侧下降，然后沿前臂的背侧达腕部。分布于该神经所经区域的皮肤。常与前臂外侧皮神经有吻合。

（3）关节支　分布到肘关节。来自路过肘关节附近的肌支，主要分布于肘关节的桡侧副韧带及关节囊。

2. 桡神经终末支　桡神经分为浅、深两大终末支的部位有很大变异。以肱骨内、外上髁连线为准，在此线以上者占 58.8%，以下者占 30.8%，恰在此线上者占 10.4%。

（1）桡神经浅支　桡神经浅支多为混合神经，发出后在肱骨外上髁的前方外侧下降，行于旋后肌前表面，桡动脉的外侧，肱桡肌之深面。在前臂中 1/3 段，仍位于肱桡肌之后，紧靠桡动脉的外侧而位居旋前圆肌和指浅屈肌桡侧头及拇长屈肌之前面。在腕上方约 7cm 处，它经肱桡肌肌腱的深面，绕行至桡骨之外侧，位居拇长展肌和拇短伸肌腱的浅面，离开桡动脉而达手背部。当它继续下降时则穿出深筋膜，相继分出 4～5 支，即为指背神经。在手背部分支往往与前臂外侧皮神经和前臂后皮神经相吻合。桡神经浅支干长 16.6cm（15.1～23.2cm）（图 15—9）。

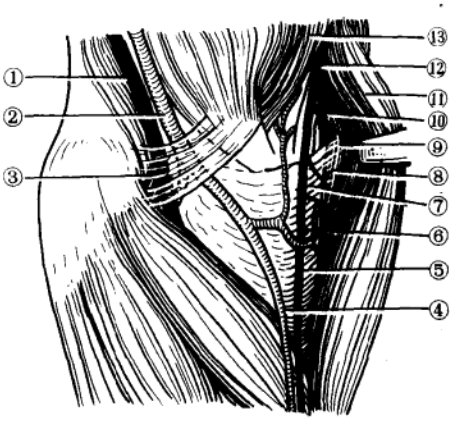


图 15—9　桡神经在肘部的毗邻关系

①正中神经　②肱动脉　③旋前圆肌支　④桡动脉　⑤浅支　⑥旋后肌　⑦旋后肌腱质弓　⑧桡侧腕短伸肌腱膜　⑨桡侧腕长伸肌　⑩深支　⑪肱桡肌　⑫桡神经　⑬肱肌

1）指背神经（皮支）　都是短小的神经

分支。第1指背神经司拇指桡侧和鱼际隆起的桡侧皮肤感觉。在拇指近侧与相应的指背动脉伴行，而在远侧则与拇指固有动脉的穿支相伴行，它们共同组成拇指背侧神经血管束。第1指背神经的横径在掌指关节平面为1.1mm。第2指背神经在掌指关节平面，其横径约为1.3mm。第3、4指背神经分布于示指和中指相邻部的两指皮区。第5指背神经与尺神经的腕背支相交通，它分布于中指和环指相邻部的两指皮区。但中指尺侧和环指桡侧可完全由尺神经的腕背支分出的指背神经来替代。据国外资料（Sayfi 1967）报道，有整个手背皆由桡神经分布的个体。

桡神经浅支的指背神经至示指、中指和环指桡侧半者约占90%，各神经分布到近节指的中份或最远达近侧指间关节水平，达指尖者较罕见。

2）肌支 桡神经的浅支主要以感觉成分为主，但也混有运动成分。它分出肌支支配桡侧腕短伸肌（约占24.8%）和桡侧腕长伸肌（约占1.9%），个别还有肌支支配肱桡肌（占0.5%）。

桡神经浅支的缺如率为3.9%，当缺如时，由前臂外侧皮神经替代。

（2）桡神经深支 桡神经深支又叫骨间后神经。发出后绕桡骨颈的外侧部，横过旋后肌深、浅层之间达前臂背侧面。深支进入旋后肌之前及通过旋后肌时分出旋后肌支、指伸肌支、小指伸肌支及尺侧腕伸肌支。桡侧腕短伸肌也可由深支发出。在骨间膜背侧，深支伴随骨间后动、静脉走行于浅、深层指伸肌之间。达拇长展肌表面时深支分出拇长展肌支、拇短伸肌支、拇长伸肌支及示指伸肌支，其终末支形成关节支。

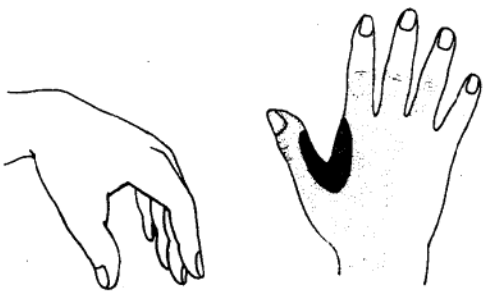
1）肌支 ①旋后肌支：在肱骨内、外上髁连线以下发出者居多，约占82%。该肌支的长度为32.7mm，到肌肉深层长度为28.2mm。82.1%以单干型发出，余为共干型，支数以1～3支者居多，占87.5～94.9%。其分支几乎都在骨间后神经干之内侧入肌质。②尺侧腕伸肌肌支：在骨间后神经从旋后肌穿出时分出，此支干长为22.5mm，达肌肉的支数以1～3支为最多见，占96%。以单干型居多，占53.5%，余为共干型。③指伸肌肌支：自骨间后神经穿出旋后肌或自其下缘附近发出，以单干发出分支者最常见，约占92.5%，干长为27mm。④小指伸肌肌支：起点同指伸肌，干长为23.3mm，其支数以1～2支为最常见，约占94%。⑤拇长展肌肌支：在旋后肌下缘自骨间后神经发出，以单干或共干型走向桡侧，以1～3支达肌质者为多，约占91.1%，其干长为54.4mm。⑥拇长伸肌肌支：在旋后肌下缘或附近由骨间后神经发出后走向尺侧，干长58mm，以共干分出1～3支者居多，约占92.2%。⑦拇短伸肌肌支：在旋后肌下缘以下自骨间后神经分出，其干长为50.4mm，以1～2支达肌质较常见，约占93.3%。⑧示指伸肌肌支：在旋后肌下缘附近自骨间后神经分出，其干长为35.7mm，以1～2支者常见，约占94.7%。

2）关节支 主要分布于腕背侧及附近的关节囊和韧带。

（四）桡神经损伤后的主要症状

桡神经紧贴桡神经沟下行，当肱骨中1/3段骨折或在此段上止血带时间过长易致桡神经损伤。桡神经在此段损伤，由于支配肱三头肌的肌支已经发出，故肱三头肌功能正常，对伸肘无影响。主要表现为前臂所有伸肌瘫痪，出现垂腕畸形。由于伸腕力量减弱，影响屈肌作用的发挥，因而握拳时不出现正常的伸腕姿势，握物不紧。掌指关节不能伸直，但除拇指外，其他各指间关节背伸功能影响不大（因受正中神经和尺神经支配的蚓状肌和骨间肌也有伸指关节作用）。拇指不能背伸和外展，处于内收位。由于旋后肌瘫痪，伸肘时前臂不能旋后（屈肘时不易检查出旋后

肌的功能，因为受肌皮神经支配的肱二头肌收缩时也有旋后作用）（图 15—10）。



（1）　（2）

图 15—10　桡神经损伤后的症状和体征
（1）腕下垂　（2）感觉障碍

桡神经皮支分布广泛，但由于与其他神经皮支分布区重叠，故桡神经损伤后感觉障碍并不明显，多表现为感觉迟钝，感觉丧失仅出现于手背部桡侧皮肤，以“虎口”处最为明显。

骨间后神经在前臂上段损伤时，由于肱桡肌支和桡侧腕长、短肌支已发出，故伸腕功能基本健全，无垂腕症，运动障碍主要表现为指伸肌瘫痪。骨间后神经在前臂下段损伤时，由于拇、示指伸肌支和拇长展肌支较指总伸肌支发出部位低，故仅出现拇指和示指伸展功能障碍。

四、尺神经

（一）尺神经组成

尺神经由与 C_8、T_1 脊髓节段相连的神经纤维组成。据 Sunderland 报道，其内的运动纤维成分占 46%，感觉纤维占 54%。在不同平面，神经干内运动束、感觉束和混合束的位置排列关系有很大差异（图 15—11）。

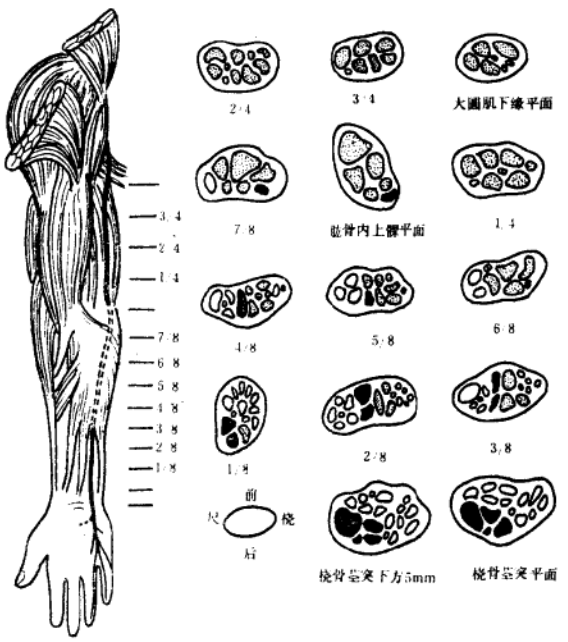


图 15—11　尺神经干内自然分束局部定位排列关系

显微神经解剖学的研究表明，尺神经的纤维来源不仅限于颈 8 和胸 1 脊神经的前

支、而约76%的还含有颈7脊神经的纤维，这些纤维经过正中神经的一个分支加入尺神经，也可由其外侧根再转入内侧根而过渡到尺神经内，也有从中干的前股分支至内侧束，还可经外侧束分支直达内侧束将第7颈神经前支的纤维导入尺神经。

（二）尺神经走行和毗邻

尺神经由内侧束发出后位于腋动脉和静脉之间，然后通过腋窝下行。随后伴肱动脉内侧达臂部中份，在此它穿内侧肌间隔伴尺侧上副动脉向内下走行，经肱三头肌内侧头之前表面达肱骨内上髁和尺骨鹰嘴之间，此处伴尺侧下副动脉，然后进入内上髁后下方的尺神经沟内。随后主干行于肘关节尺侧副韧带后份和斜部的浅面，经尺侧屈腕肌两头之间达前臂。在前臂尺侧经尺侧腕屈肌与指深屈肌之间下降。在前臂的远侧半神经干位于尺侧屈腕肌的桡侧，仅由皮肤和筋膜所覆盖，尺神经在前臂近侧1/3段与尺动脉分开，而在其远侧则紧伴着它的内侧下行。约在腕上5cm处附近，主干分一背侧支。然后经尺动脉后内侧到达腕横韧带的表面及豌豆骨的桡侧，在此它分成两大终末支，即掌浅支和掌深支（图15—12）。

（三）尺神经分支

1.尺神经干的分支　尺神经干的分支包括肌支、皮支和关节支和血管运动支。

（1）肌支　尺神经干的肌支都在肘部附近发出，分别支配尺侧腕屈肌、指深屈肌和指浅屈肌。

1）尺侧腕屈肌肌支　约96%为1～3支，其分出部位以肱骨内上髁为准，在其近侧12cm至远侧5cm的范围内。约有69%为单干型。共干型较少，支配尺侧腕屈肌和指深屈肌的约占8%，支配尺侧腕屈肌者约占9%。

2)指深屈肌肌支　以1～2支最常见，约占89%。自主干分出部位以肱骨内上髁为准，皆在其远侧0.3～6.5cm之范围内。它以单干型居多，约占69%。共干型较少，支配指深屈肌和尺侧屈腕肌。

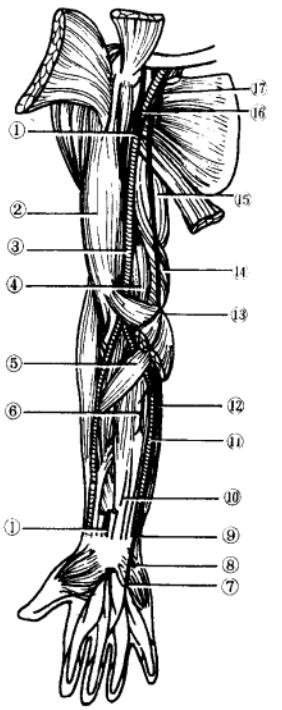


图15—12　尺神经走行和主要分支

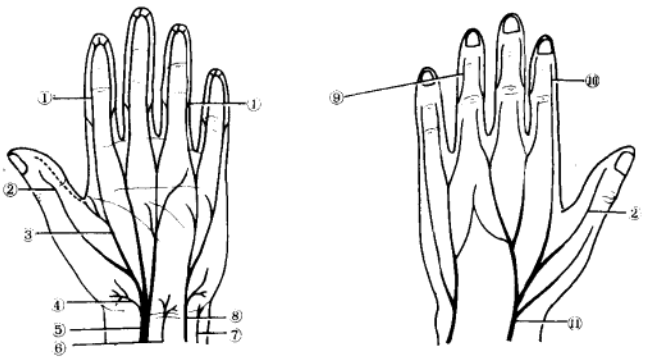
①正中神经　②肱二头肌　③肱动脉　④肱肌　⑤旋前圆肌深头　⑥指深屈肌支　⑦尺神经浅支　⑧尺神经深支　⑨尺神经掌支　⑩指深屈肌　⑪尺动脉　⑫尺侧腕屈肌　⑬肱骨内上髁　⑭肱三头肌内侧头　⑮尺神经　⑯腋动脉　⑰内侧束

3）指浅屈肌肌支　出现率约占9%，为一支型，分出部位皆在内上髁远侧3cm附近，也可与指深屈肌支或尺侧腕屈肌支共干存在。

（2）皮支　有尺神经掌支和手背支。

1）掌支　约在前臂中份自尺神经干分出，在尺动脉表面下降，后穿深筋膜达手掌尺侧皮肤。它常与正中神经的掌皮支相交通。有时它也分支管理掌短肌。

2）尺神经手背支　约在腕关节近侧5cm处从尺神经干发出，在尺侧腕屈肌的深面走向背侧，穿深筋膜沿腕和手的背内侧下降，后在尺骨茎突远侧或腕掌关节近侧分成2～3支，命名为指背神经。尺侧的第1支分布于小指内侧皮肤，第2支分布于环指和小指相邻侧及背侧皮肤，第3支若存在时，则分布于环指和中指相邻侧及背侧区皮肤（见桡神经指背神经）。一般达中节指或第2指间关节水平，其余部分由指固有神经的背侧支分布。尺神经的手背支常与桡神经之同类分支相吻合（图15—13）。



（1）　（2）

图15—13　手部皮神经来源与分布

（1）掌面　（2）背面

①指掌侧固有神经　②拇指固有神经　③指掌侧总神经　④返支　⑤正中神经　⑥正中神经掌支　⑦尺神经掌支　⑧尺神经　⑨指背支　⑩指背神经　⑪桡神经

（3）关节支　尺神经干发出的关节支分布于肘关节之尺侧和后份的韧带和关节囊，发出部位是在肱骨内上髁与鹰嘴附近，在内上髁以上者占37%，平内上髁者占36%，内上髁稍下者占27%。关节支多与尺侧腕屈肌肌支共干。

（4）血管运动支　在前臂发出，分布于尺动脉。

2. 尺神经终末支

尺神经终末支包括尺神经浅支和深支。

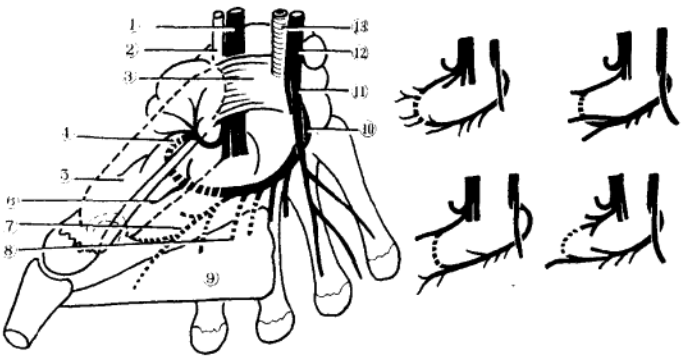
（1）尺神经浅支　在豌豆骨远端桡侧分出，逐渐分成三支，先发出一支分布于掌短肌和小鱼际皮区；另一支下降分布于小指尺侧皮肤；第三支为指掌侧总神经，在远侧掌横纹附近分为两支指固有神经，分别分布于环指和小指相邻侧及掌侧面的皮肤，其分布同正中神经的指固有神经。在掌侧，尺神经浅支发细支与正中神经交通。

（2）尺神经深支　它与尺动脉深支伴行，在豌豆骨远侧经过小指展肌和小指屈肌之间，穿小指对掌肌，伴屈肌腱背侧的掌深弓，最后以发出拇收肌肌支而终。当它走在小指展肌和小指屈肌之间及穿小指对掌肌的同时发出肌支支配该三块肌肉。当它伴行掌深弓过程中，向远侧分出4～5条肌支支配全部骨间肌，及分支至第3、4蚓状肌。但第3蚓状肌常由正中神经和尺神经双重支配。也发出血管运动支分布于手部血管（图15—14）。

（四）尺神经损伤后的主要症状

尺神经损伤部位多在肘部。在肘部或其以上部位尺神经尚未分支，此处损伤为完全性损伤，表现为：①屈腕无力，腕内收困难

(尺侧腕屈肌的屈腕和内收功能丧失)；②环指和小指远节指不能屈曲（环、小指指深屈肌功能丧失)；③小指运动障碍，小鱼际平坦；④各指不能内收、外展，即不能分指和并指（骨间肌功能丧失)，掌间隙加深（骨间肌萎缩所致)；⑤拇指不能内收（拇收肌瘫痪)；⑥



（1）　　（2）

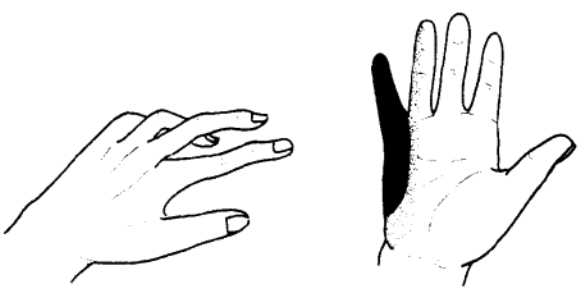
图 15—14　鱼际肌袢的组成及变异

（1）组成　（2）变异

①正中神经　②拇长屈肌腱　③腕横韧带　④鱼际肌袢　⑤拇短屈肌浅头　⑥拇短屈肌支　⑦拇收肌支　⑧骨间肌蚓状肌支　⑨拇收肌　⑩尺神经深支　⑪尺神经浅支　⑫尺神经　⑬尺动脉

环指和小指的掌指关节呈过伸位，指关节呈屈曲位（蚓状肌和骨间肌的屈掌指关节和伸指间关节的功能丧失)。由于上述瘫痪肌的拮抗肌占优势，使手呈现爪形指畸形（爪样手)（图 15—15)。

如在肘管中、下部损伤，至前臂屈肌支已发出，故主要症状仅在手部出现。感觉障碍表现在手掌尺侧半和尺侧 1.5 个手指，以小指最为明显。尺神经在腕部损伤其症状也仅局限于手部。植物性神经功能障碍表现为尺神经分布区的皮肤干燥、发凉及变色等。



（1）　　（2）

图 15—15　尺神经损伤后手部症状和体征

（1）爪形手　（2）感觉障碍

五、肌皮神经

（一）肌皮神经组成和走行

肌皮神经起自臂丛（$C_{5,6}$）外侧束者占 90%，由外侧束和后束共同组成者占 4%，发

自正中神经者占6%。发出后斜穿喙肱肌，在肱二头肌和肱肌间下降。沿途分支分布于肱二头肌、喙肱肌和肱肌，终末支在肘横纹上2.5cm处经肱二头肌外侧缘穿深筋膜，命名为前臂外侧皮神经。

（二）肌皮神经分支

1. 喙肱肌支　在肌皮神经穿经喙肱肌之前发出。

2. 肱二头肌支　有2～5支，在肌皮神经行经肱二头肌和肱肌之间时发出，多经肌的中、下部入肌门。

3. 肱肌支　有2～5支，经肌的中部入肌门。

4. 关节支　来自肱二头肌支和肱肌支。

5. 前臂外侧皮神经　在前臂的桡侧下行，分布于桡侧前后面较狭窄的皮区。

肌皮神经的走行较为隐蔽，单独受损伤的机会较少。如损伤则表现为臂部屈肌群瘫痪，肘关节屈曲功能障碍，但由于肱桡肌与旋前圆肌的代偿，仍可完成轻度屈曲和外旋。

六、腋神经

（一）腋神经组成和走行

腋神经为臂丛（$C_{5,6}$）后束的分支，发出后在腋窝内位于腋动脉的背侧，尺、桡神经的外侧，经肩胛骨的前面向外下方走行。至肩胛下肌前缘与旋肱后血管伴行，向外经肱骨外科颈的后方穿过四边孔，到达三角肌的后缘，沿途发出肌支和皮支。

（二）腋神经分支

1. 肌支　有近十条小分支，在腋神经穿过四边孔后陆续分出，分布于三角肌和小圆肌。

2. 皮支　在三角肌后缘处发出，命名为臂外侧皮神经，分布于三角肌区皮肤及臂外侧上部皮肤。

腋神经常因肱骨外科颈骨折而受伤。其他如肩关节脱位或腋杖使用不当也可致腋神经伤。腋神经损伤后三角肌瘫痪，肩关节不能外展，感觉障碍不明显。

七、上肢神经变异

在19世纪，解剖学家们已通过大量解剖观察发现，上肢的神经在分布上存在变异，各神经间存在交通支。但这些有价值的资料一直未被重视。在两次世界大战期间，一些外伤病人出现的神经症状用传统的神经分布理论难以解释。此后人们结合临床资料又对神经的分布重新进行系统研究，证明神经存在分布上的变异，由此而使神经损伤后出现不同的临床表现。

从胚胎发生上讲，上肢腹侧的正中神经、尺神经和肌皮神经支配腹侧的屈肌，背侧的桡神经支配背侧的伸肌，因此，背侧的桡神经与腹侧的三条神经之间的交通支数要比腹侧三条神经相互间的交通支数少得多。这种交通支可连于神经干之间，肉眼极易分辨，也可存在于肌肉内，难以发现。

在臂部，正中神经与肌皮神经吻合者占8%，其交通支的性质可为感觉性，也可为运动性，其中由肌皮神经发出的运动性交通支可通过正中神经支配旋前圆肌。

一般认为，肱肌具有双重神经支配，即肌皮神经支配肱肌内侧大部分纤维，桡神经支配其外侧少部分纤维，故肌皮神经损伤后屈肘功能不会丧失。但也有人否认桡神经支配肱肌，认为上述现象是由于受桡神经支配的肱桡肌和桡侧腕长屈肌收缩所致。

在前臂，正中神经与尺神经之间的运动性交通支的出现率为30%，共有四种：①骨间前神经的交通支至尺神经；②正中神经干的交通支至尺神经干；③正中神经干的交通支至尺神经深支；④正中神经、尺神经各发一交通支并会合下行支配环指和小指的指深屈肌。这些交通支多位于指浅、深屈肌之间或指深屈肌内。

正中神经与尺神经在掌部的交通支有三种：①正中神经至拇短屈肌浅头的分支与尺神经至拇短屈肌深头的分支之间的交通；②正中神经的第1蚓状肌支与尺神经的拇收肌支之间的交通；③正中神经的一分支与尺神经的第3蚓状肌支交通。正中神经与尺神经的交通出现率为90%，其交通形式有：①直线型：两神经之间只有一条斜行交通支相连，占72%；②“Y”型：两神经各发一分支以锐角会合，会合后并入尺神经或正中神经，占15%；③“人”型：交通支由正中神经发出后向远侧行一短距离后即分为两支。分别并于正中神经和尺神经的分支，占5%；④“X”型：两神经各发出交通支，互相吻合交换神经纤维后又分为两支，占5%；⑤网状型：两神经各发出一至数条交通支，各支相互吻合成网状，再由神经网发出数支，占3%。

鱼际肌的神经支配变异较大，过去认为正中神经支配拇短屈肌的浅部、拇短展肌、对掌肌和桡侧两个蚓状肌。实际上由于正中神经返支与尺神经深支常有交通，构成鱼际袢，借此袢鱼际肌可同时接受正中神经和尺神经双重支配（见图15—14）。拇短展肌受正中神经支配者占95.0%，受尺神经支配者占2.5%，双重神经支配者占2.5%。拇短屈肌受正中神经支配者占36%，受尺神经支配者占47%，双重神经支配者占17%。拇对掌肌受正中神经支配者占83%，受尺神经支配者占9%，受双重神经支配者占8%。因此手外伤后某些人鱼际肌仍保持功能并不能完全说明正中神经未受损伤。

第1蚓状肌由正中神经支配，第4蚓状肌由尺神经支配。第2蚓状肌由正中神经支配者占56.7%，由正中神经和尺神经双重支配者占36.4%，由尺神经支配者占6.9%。第3蚓状肌由正中神经支配者占10.9%，由正中神经和尺神经双重支配者占40.9%，由尺神经支配者占48.2%。

张宗铭（1965）报道了手指掌侧的神经分布。正中神经分布于桡侧3.5指、尺神经分布于尺侧1.5指者占98.5%；两神经各分布于2.5指者占0.5%；正中神经分布于桡侧4指，尺神经分布于尺侧1指者占0.5%；正中神经分布于桡侧4.5指，尺神经分布于尺侧0.5指者占0.5%。

手指掌侧皮肤的神经分布往往互相重叠，互相重叠的范围有很大差异：①正中神经与尺神经仅在环指尺侧半或桡侧半重叠者占19%；②重叠区达1个手指皮肤，重叠可位于中指尺侧和环指桡侧，也可位于环指尺侧和小指桡侧，占64%；③重叠区达1.5手指皮肤，重叠区位于整个环指和小指桡侧，占3%；④重叠区达2个手指的皮肤，即在中指尺侧、整个环指和小指桡侧，占5%。两神经完全没有重叠者仅占9%。只有拇指和小指尺侧皮肤分别由正中神经和尺神经分布。

此外，正中神经在拇短屈肌附近通过交通支与桡神经分支交通，尺神经的深支与骨间后神经通过掌骨间穿支交通。

桡神经浅支与尺神经手背支之间存在交通支，交通支的位置常不恒定，以在手背部多见。前臂外侧皮神经与桡神经浅支间有交通支者占48%，其交通部位常在桡骨茎突附近。

手指背面的神经分布变异较大，其中较常见的分布类型有三种：①均等型，即桡神经浅支与尺神经手背支分别分布于桡、尺侧2.5个手指，占67%；②桡侧型，即桡神经浅支分布的手指多于尺神经手背支分布的手指，占25%；③尺侧型，尺神经手背支分布的手指多于桡神经浅支分布的手指，占5%，其他类型占3%（图15—16）。

八、常见神经嵌压综合征解剖学基础

神经嵌压综合征是由于有关神经在一些

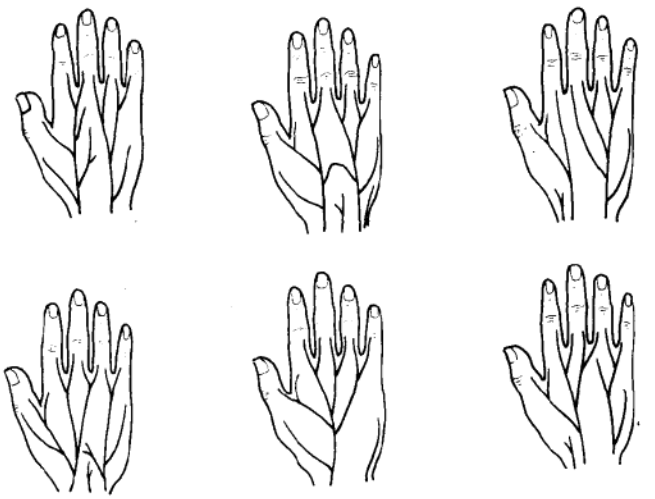


图 15—16　手背部皮神经分布变异

特定的解剖部位长期受压所致。有的神经(如正中神经)在走行过程中通过骨纤维性管，当管内出现炎症、占位病变或结构变异时可使管内压增高，致神经受压。有的神经（如骨间后神经）在走行过程中靠近坚韧的腱性结构，如这些结构变异（增厚、增宽），再加上运动幅度过大或姿势不妥也可使神经受压。其病理特征是受压的神经渐进性出现理化改变或脱髓鞘改变，严重者发展到轴突断裂。临床表现为受压部位以远出现患肢酸胀无力、麻木，放散性疼痛，严重者造成受压神经支配的肌肉萎缩，感觉丧失及植物性神经功能障碍等神经失用症状。手术松解减压是有效的治疗方法之一。造成神经嵌压征的结构主要有腕管、尺管、肘管、桡管及联合腱弓。神经在这些部位嵌压，可造成相应综合征。

（一）腕管

1. 结构　腕管是由腕骨和腕横韧带共同构成的缺乏伸展性的骨纤维性隧道。腕管的前壁为腕横韧带，其桡侧端与尺侧端的宽度分别为 2.6cm 和 2.2cm，近侧缘和远侧缘的长度分别为 2.2cm 和 2.0cm，厚度分别为 0.8mm 和 1.9mm；后壁为桡腕关节、腕横关节及其表面的筋膜组织；桡侧壁为舟骨结节及大多角骨结节；尺侧壁为豌豆骨及钩骨钩。

2. 内容　腕管内有指浅、深屈肌腱、拇长屈肌腱及其腱鞘和正中神经通过，各结构间充填有结缔组织。过低的指屈肌肌腹或过高的蚓状肌肌腱也可成为腕管内容物。正中神经与指浅屈肌腱的位置关系较为恒定，其中以位于中指和环指屈肌腱前面者多见。不论正中神经的深面毗邻关系是否改变，其前面总是与腕横韧带相接触（图 15—17）。

腕管的横断面积和其内容物的横断面积分别为 260mm² 和 80mm²，二者之比约为 3.3∶1，显然腕管为其内容物提供了较为宽松的、适宜的活动空间，具有一定的缓冲作用。由此看来，正常情况下，腕管本身是不会对其内容物（主要指正中神经）产生明显的挤压作用。然而，当损伤或疾病引起腕管内容物体积膨胀，如骨关节炎、腕骨骨折或脱位、腕横韧带增厚和指屈肌腱非特异性慢性腱鞘炎等，这些因素都可使腕管内压增高，从而使正中神经受压而出现充血、水肿及粘连等病

理改变，逐步出现不同程度的感觉和运动功能障碍。主要表现为手掌面桡侧 3.5 个手指感觉异常，鱼际肌运动障碍，甚至瘫痪、萎缩。一般作腕横韧带纵行切开或部分切除即可获得满意效果。

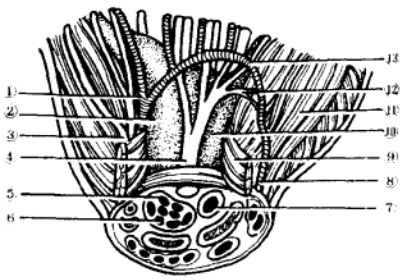


图 15—17　正中神经在腕管处的毗邻

①尺动脉　②尺侧囊　③尺神经　④正中神经　⑤指浅屈肌腱　⑥指深屈肌腱　⑦拇长屈肌腱　⑧桡动脉掌浅支　⑨腕横韧带　⑩桡侧囊　⑪鱼际肌　⑫返支　⑬掌浅弓

（二）尺管

尺管又叫 Guyon 管，主要由腕横韧带的尺侧段与腕掌侧韧带的远侧部共同构成。其前壁为腕掌侧韧带及掌短肌，后壁为腕横韧带及豆钩韧带，内侧壁为尺侧腕屈肌腱、豌豆骨及小指展肌，外侧壁为腕横韧带和钩骨钩。尺管长约 2cm，宽和高各 6～7mm，其内容纳尺神经、尺动脉和尺静脉。这些结构通常平行排列，从内向外分别为尺神经、尺静脉、尺动脉和尺静脉。尺管综合征的病因包括腱鞘囊肿、腕掌侧韧带增厚、小鱼际肌近端形成腱弓、尺管内异常肌肉、肌腱及钩骨骨折等。上述因素可使尺管内压增高或直接压迫尺神经。根据尺神经受压的程度不同可出现尺神经支配的手内在肌无力或瘫痪，感觉异常以小指最明显。

（三）肘管

1. 结构　肘管位于尺神经沟内，为骨性纤维鞘管，其前壁（底壁）为尺侧副韧带，后壁为连结尺侧腕屈肌两头的三角韧带，内侧壁为肱骨内上髁及尺侧腕屈肌的肱骨头，外侧壁为尺骨鹰嘴和尺侧腕屈肌的尺骨头。三角韧带为底朝上、尖朝下的横行纤维束带或腱膜，厚约 1mm，也称腱弓或弓状韧带。肘管长 8.5～23.0mm，矢径 3.0～3.5mm，横径 5.0～8.5mm（图 15—18）。

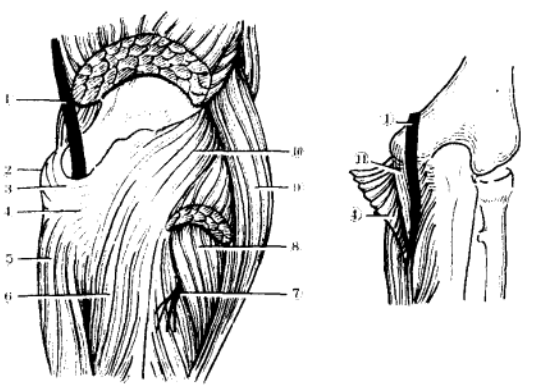


图 15—18　肘管及其毗邻关系

①尺神经　②内上髁　③肘管上口　④三角韧带　⑤尺侧腕屈肌肱骨头　⑥尺侧腕屈肌尺骨头　⑦骨间后神经　⑧旋后肌　⑨肱桡肌　⑩肘肌　⑪尺侧副韧带

2. 内容　肘管内主要容纳尺神经、尺侧上副动、静脉。肘管综合征于 1958 年由 Feindel 和 Stratford 命名后受到临床注意。其主要病因为：①肱骨内上髁骨折或骨质增生；②

局部炎症；③尺神经沟经常触及硬物、摩擦；④频繁过度屈伸肘关节，三角韧带可压迫尺神经；⑤习惯性尺神经脱位。其症状表现为尺神经高位麻痹。

（四）桡管

桡神经及其分支骨间后神经通过的肘部肌性裂隙即为桡管，该管的远侧段为旋后肌组成，又叫旋后肌管，是引起桡管综合征的主要结构。

1. 旋后肌管的结构　由上、下两口和管壁三部分组成。上口由旋后肌浅部的近侧缘和深部肌纤维共同围成。旋后肌浅部之近侧缘称为旋后肌弓，多数为半腱半肌性结构，真正为腱性者（即 Frohse arch）约占 18%，也有文献报道高达 71%。其形态有三种，约 64%为近圆形，24%为卵圆形，12%则为裂隙状（此种多为腱质弓），而且与骨间后神经的毗邻最近。桡侧腕短伸肌腱弓多覆盖于旋后肌腱弓及腱膜的外侧部，而骨间后神经恰好经过旋后肌腱弓外侧部之深面入管，因而当屈肘或旋后时，该神经干因腱弓外部紧张而可能罹患。下口是由旋后肌浅部的远侧缘和其深部肌纤维所围成的，此处其浅部的游离缘也形成一腱弓，其中 64%为腱质，32%为肌性，而半腱半肌性者为 4%，形态多为裂隙状。骨间后神经大多以一短干出此裂隙，然后马上分成细支达所支配的肌肉。旋后肌管之后壁均为该肌的深部纤维构成，前壁为其浅部肌纤维组成（图 15—19）。

2. 内容　桡管近侧段容纳桡神经及桡侧副动、静脉，远侧段即旋后肌管容纳骨间后神经。

桡管综合征也叫旋后肌综合征。其主要病因为：①旋后肌弓变异、增厚，当前臂反复旋前、旋后运动时，骨间后神经受到弓缘的摩擦、压迫；②有的桡侧腕短伸肌起始处有坚韧的腱性内缘，该缘又与旋后肌弓之间常有一连续性腱弓，当前臂旋前时该腱弓可能压迫骨间后神经；③桡侧返动脉或其分支攀绕、压迫桡神经或骨间后神经；④孟氏骨折。桡管综合征的主要表现为骨间后神经所支配的前臂伸肌群功能障碍。

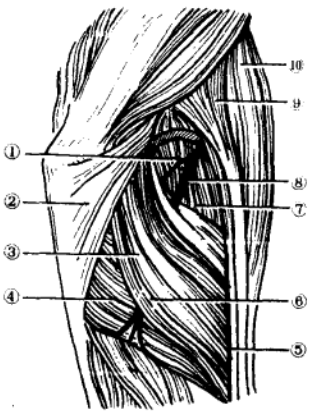


图 15—19　旋后肌管结构及其毗邻关系
①旋后肌支　②肘肌　③旋后肌浅层　④旋后肌深层　⑤桡侧腕短伸肌　⑥旋后肌管下口　⑦旋后肌腱弓　⑧桡神经　⑨桡侧腕长伸肌　⑩肱桡肌

（五）联合腱板（弓）

1. 结构　由指浅屈肌起始部、旋前圆肌尺侧头腱性部及桡侧腕屈肌腱膜联合构成，以中间部的旋前圆肌尺侧头腱最重要。腱板厚薄不一，供正中神经通过的裂隙长约 2～3cm。有时指浅屈肌筋膜增厚形成弓状结构，弓厚 1～2mm，宽 4～8mm，弓的最低点相当于前臂中 1/3 段中部，向深部可压迫正中神经（图 15—20）。

2. 内容　通过联合腱板深面的结构仅有正中神经。旋前圆肌综合征的病因主要是联合腱板特别是旋前圆肌尺侧头腱性部分异常增厚，腱板边缘压迫正中神经，尤其是前臂频繁旋转运动时对正中神经压迫最明显。主要表现为正中神经分布于手部区域的功能障碍。

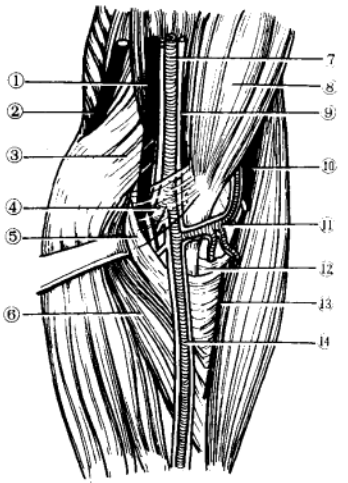


图 15—20　正中神经在肘部的毗邻
①正中神经　②尺神经　③Struthers 韧带　④尺动脉　⑤旋前圆肌腱质弓　⑥旋前圆肌　⑦肱动脉　⑧肱二头肌　⑨肱静脉　⑩桡神经　⑪桡返动脉　⑫旋后肌腱弓　⑬浅支　⑭桡动脉

第二节　上肢神经损伤修复方法

上肢神经损伤是一种常见损伤，尤其支配手部的“三大”神经损伤更为常见。伤后所导致的一系列症状及体征，是影响手部功能的重要因素。

在临床工作中，对周围神经损伤的修复，由于采用了显微外科技术，使修复神经断裂性损伤有了精确地缝合方式，有助于断端的对位，减少了生长迅速的结缔组织侵入缝合口，为再生神经纤维轴索顺利通过吻接口创造了良好条件，提高了神经功能的恢复率。

随着周围神经显微外科修复技术的不断发展，现已形成以临床应用研究促基础实验研究，以基础研究结论为导向促临床对周围神经的修复，借此提高修复疗效的新局面。在互相促进中使手术方法不断更新，操作技术更加精细准确，供体材料有了新的进展，修复时限呈现新的观念。鉴于现状，本节重点介绍周围神经的修复手法。

一、神经松解术

神经松解术是将连续性存在，而功能失用的受损神经，经手术治疗解除其内外在压迫因素的过程。手术有内外松解术之分，全部松解过程应在手术显微镜下进行。外松解术是将神经受损局部的瘢痕、异物和卡压结构切除、消除一切压迫神经的外在因素；内松解术是将受损神经的外膜切开，把神经束从瘢痕中松解出来。在神经松解术后，其功能恢复时间并不一致，主要与受损神经的病理生理变化有关。程学明（1983）提出：神经失用有理化和脱髓鞘两种改变，理化改变是一种功能性改变；脱髓鞘改变是一种神经纤维鞘结构有退变的病理性改变。神经松解术的 2 周内，神经功能恢复者为理化改变，2 周后功能恢复者为脱髓鞘改变。

（一）手术适应证

1. 周围神经卡压综合征。
2. 上肢神经局部打击或挤压性损伤。
3. 神经损伤修复术后。
4. 神经缺血性压迫损伤。
5. 神经牵拉伤。
6. 灼性神经痛。
7. 神经火器性震荡损伤。
8. 放射性损伤后瘢痕压迫。
9. 神经良性肿瘤。
10. 软组织良性肿瘤侵害性神经损伤。

（二）手术方法

1. 神经外膜松解术　手术在良好麻醉及气囊止血带下进行。按受损神经解剖部位，常规入路进行显露，解剖受损神经段要在正常结构的两端，逐渐向中心区会师，注意保护神经分支，避免再次损伤。神经明显受损区常有大量瘢痕粘连或环状束带卡压，应在手术显微镜下用手术尖刀或显微剪刀仔细分

离，解除束带压迫，切除瘢痕组织。瘢痕与神经外膜粘连过紧时，也可将外膜连同瘢痕一并切除。神经彻底松解后，应用针麻仪刺激神经受损区近端，了解神经运动支的支配功能，同时起到兴奋大脑皮层作用，有利于神经功能的恢复。

术后伤口内要彻底止血，把神经置于周围正常软组织中，伤口内放置引流条。手术肢体不需外固定。

2. 神经内松解术　又称神经束间松解术，实际是神经外松解术的继续。手术显露过程同神经外松解术。术中可见神经干呈梭形增粗变硬，少数病人有环形压迹，神经与周围组织瘢痕粘连，神经外膜增厚，失去正常光泽，营养血管变细或消失（图 15—21 (1)）。松解手术在显微镜下进行，切开神经外膜到病段远近端各 0.5cm，外膜缝两针牵引线，向两侧牵开暴露（图 15—21 (2) (3)）。钳夹一小片三角形锐刀片，沿正常神经束间由近及远逐束进行锐性分离，松解并切除束间瘢痕组织，尽量保护束间交叉纤维不受损伤。松解至神经外膜切开处，将病段神经外膜切除，神经束置于健康的软组织床上，滴少量地塞米松于束间。其他处理与神经外松解术相同。

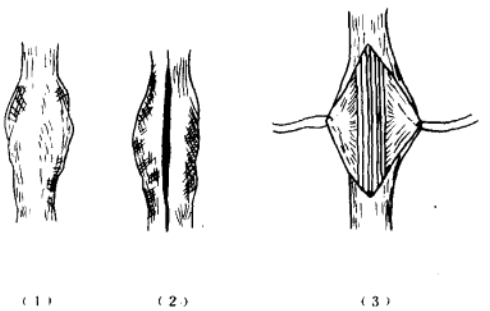


图 15—21　神经内松解术
(1) 神经外膜增厚　(2) 外膜切开　(3) 松解

二、对端缝合术

神经对端缝合是将已断裂的神经用显微缝线缝接的手术过程。为提高周围神经对端缝合术的疗效，临床上主要采用三种方式，即神经外膜缝合术、神经束膜缝合术、神经外膜与束膜联合缝合术。目前对周围神经损伤的修复，采用外膜还是束膜缝合，学者们仍各抒己见。钟世镇（1986）经过对周围神经的显微解剖学研究，从形态学上为临床工作提供了依据：周围神经的近侧段多为混合神经纤维，难以分出是感觉或是运动神经束，适宜外膜缝合；远侧段可分出感觉或运动束，宜于束膜缝合。按神经干断面上神经束与结缔组织的比例，神经束比例占优势处宜用外膜缝合；结缔组织占优势处宜用束膜缝合。按神经束性质，混合束聚居处宜用外膜缝合；运动束与感觉束已分开处宜用束膜（组）缝合。

神经对端缝合术无论采用何种方式，皆应在手术显微镜下用无创针线进行缝接。它具有以下优点：①能准确地分辨神经断端受损范围、神经瘤、瘢痕与正常神经，可彻底切除受损神经与瘢痕组织，为神经再生创造有利条件；②手术操作精确、轻柔，可以准确地穿缝神经束膜，不致刺入神经束内而损伤神经纤维；③可清楚观察神经表面营养血管及神经束走向与分布，有利于将两个神经断面上的运动和感觉束作相应对合缝接。缝合后可使神经束不外露，外膜不内翻；④无创针线表面光滑，组织反应小，可减少瘢痕形成，有利于神经再生。

手术时机的选择宜早不宜迟。对神经损伤诊断明确，又是开放性损伤，或个别病人只清创、闭合了伤口，而未修复神经，在初期闭合伤口的几天内，均应行神经探查，经过进一步彻底清创后，实行神经对端缝合术。术后积极有效抗感染治疗，仍可取得优良效果。

（一）手术适应证

1. 神经完全性离断损伤。

2. 神经部分性切割损伤。

3. 神经断裂伤缺损在 2.0cm 以内者。

4. 神经陈旧性断裂伤已形成神经瘤者。

（二）手术方法

1. 神经外膜缝合术　手术在气囊止血带下进行。对开放性损伤，按常规清创，彻底清除污染物及坏死组织，找出神经断端，在手术显微镜下操作。以神经断端形状、神经束的分布和神经表面营养血管的部位为解剖标志，采用 9-0 无创针线 90°四定点进行外膜缝合（图 15—22）。针数根据神经干的粗细而定，以神经乳头不外露为原则。

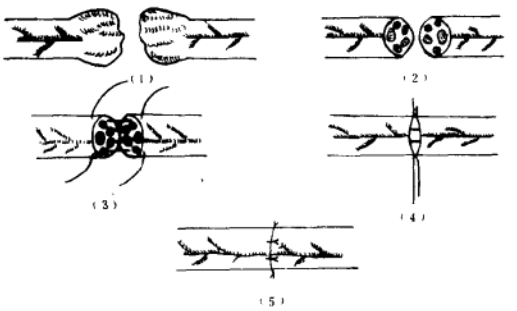


图 15—22　神经外膜缝合术

(1) 神经断端瘢痕　(2) 瘢痕切除后的神经断端　(3)(4)(5) 神经外膜缝合

对陈旧性神经损伤，按常规手术入路进行显露，解剖神经要在正常部位逐渐向中心区会师。游离出神经后，切除其周围瘢痕，用 2%奴佛卡因封闭神经的两个断端，以锐刀片先切除近端神经瘤，再切除远端胶质瘤。切神经瘤时，从瘤体开始，每距 1～2mm 切一刀，直至断面出现正常神经束或神经乳头为止。神经修复方法同上述。

对部分神经损伤，将断裂部分直接缝合，未断裂部分保持在屈曲状态（图 15—23）。

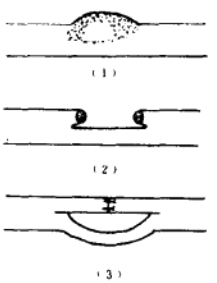


图 15—23　不全神经伤外膜缝合

(1) 神经部分损伤　(2) 损伤神经切除　(3) 缝合

为使神经吻接口无张力，以利神经再生，宜采取适当游离神经远近端，神经外膜作减张缝合并采用屈曲关节的措施。此外，缝合时要避免神经扭转，伤口内彻底止血，术后保持肢（指）体屈曲位石膏外固定 6 周。

2. 神经束膜缝合术　手术基本操作程序同外膜缝合术。将神经断端外膜稍加游离，使其挽袖口式向神经干方向翻转。按神经解剖结构分别分离出神经束（组），避免再次损伤，始终保持无创操作，并将神经束（组）断面错开，有利于减少彼此间的粘连。为减少缝合口张力，可在两断端的外膜上向缝合点作减张固定。用 8-0 无创针线缝合，缝针只穿束（组）膜不可损伤轴索，线结不可过紧，以对准为宜，针数尽量少。缝合顺序先深后浅。术后将神经外膜翻回原处，呈袖套状覆盖缝合端（图 15—24）。其他处理同前所述。

3. 神经外膜束膜联合缝合术　手术程序是上述两种方法的综合应用。缝合神经时，先缝深面两个神经断端，将神经外膜与浅层

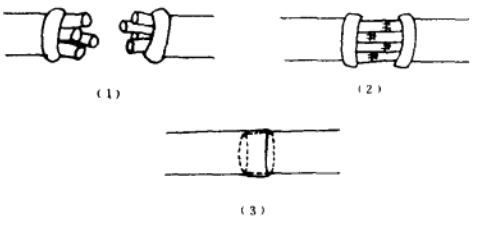


图 15—24　神经束膜缝合术

(1) 暴露神经束　(2) 束膜缝合　(3) 外膜覆盖

束（组）膜一针同时穿过并打结。以此种方式缝合 2～3 针后，再按神经束（组）的大小，作束膜缝合。最后将邻近神经外膜的束（组）膜一同缝合。要求将神经断端缝合后，其间对合紧密，神经束（组）间无错位对接。伤口内彻底止血，术后肢（指）体屈曲位石膏外固定 6 周（图 15—25）。

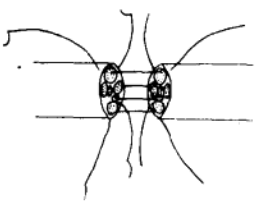


图 15—25　神经外膜束膜联合缝合术

三、神经移位修复术

神经移位术，临床上多用于臂丛神经根性损伤，移位神经主要有副神经、颈丛运动支、肋间神经和膈神经。术后效果最好的当数膈神经移位代肌皮神经，肱二头肌肌力可恢复至 4～5 级。顾玉东（1986）在临床上首先将健侧颈 7 移位，不仅提高了臂丛根性损伤的治疗效果，开辟出新的治疗方法，而且首次提出健侧颈 7 神经移位后对肢体功能无影响，是周围神经损伤修复领域的一大创举。

在手部损伤的治疗中，手指或拇指撕脱离断损伤，常导致指神经鼠尾状撕脱离断。进行原位缝合修复十分困难。近年来，许多学者对不同类型断指均取得再植成功，尤其对撕脱性断指的临床研究更为深入，不仅能获得手指再植成活，并且也恢复了手指的感觉功能。在指神经的修复上，常采用神经移位方式。供区神经多数为手指非优势侧指神经，少数选用桡神经背侧支。这两种神经的具体选用方法，主要取决于：神经与动脉血管同时损伤时，应切取手指非优势侧指动脉和部分指神经。对单纯神经撕脱伤，在示指、中指、环指时，要切取邻指非主要功能侧部分指神经。在拇指时，可切取桡神经背侧支，术后对虎口区皮肤感觉功能影响甚微。

（一）手术适应证

1. 单纯指神经撕脱离断损伤。

2. 指神经与指动脉同时撕脱离断损伤。

（二）手术方法

以拇指损伤为例，介绍神经移位修复术。其他手指伤修复方法类同。

1. 带血管部分指神经移位修复术　手术在臂丛麻醉和气囊止血带控制下进行。按常规对拇指创面进行彻底清创，测量拇指尺侧指神经与动脉缺损长度。在示指尺侧设计所需切取指动脉与部分指神经范围。手术在显微镜下施行。把与指动脉伴行的部分指神经作支干分离，逐渐达指总动脉处，术中切勿损伤神经束，注意无创操作技术。而后将其通过皮下隧道移位于拇指断端，与拇指尺侧指动脉和神经吻合，术后按断指再植常规处理。后期可获取示指本体感觉，经长期训练可恢复拇指本体感觉功能。

2. 桡神经背侧支移位修复术　手术基本操作程序同上所述。神经移位时，切口选在第二掌指关节近端偏桡侧，此区域可以找到较粗大的桡神经感觉支，按拇指尺侧指神经缺损长度切断，将其经皮下隧道移位于拇指伤口处，与拇指尺侧指神经吻合。术后拇指可获取感觉功能。

四、游离神经移植术

神经移植是一种传统手术方法。自 Taylor (1976) 首先应用带血管的神经移植以来，为表明两者间的区别，把前者称为游离神经移植，后者称为吻合血管的神经移植。由于在吻合神经断端时采用显微外科技术，使移植神经的修复手术更加精细，操作更加准确，有利于神经再生，明显提高了手术效果。因此，这种手术方式临床应用前景广阔。

神经供体选择原则：主要以切取后对局部功能影响小、手术操作简便的皮神经为供体。常用的皮神经为腓肠神经、桡神经浅支、腓浅神经、隐神经、股外侧皮神经、臂内侧皮神经、前臂内、外侧皮神经等。

至于适宜于游离神经移植手术的神经缺损长度，目前仍无一致意见。一般认为缺损达 2～4cm 即应行神经移植术。

（一）手术适应证

1. 神经缺损用其他方法不能达到对端吻合者。

2. 部分神经缺损不能对端吻合者。

3. 神经组织床瘢痕少，血供丰富者。

4. 神经缺损无主要动脉血管损伤者。

（二）手术方法

1. 电缆式神经移植术　神经供受区均应具有良好麻醉，手术在气囊止血带控制下进行。按受损神经解剖部位常规入路显露，沿正常神经干会师法解剖出神经损伤端，对已形成神经瘤者，从瘤体开始，用锐刀片每距 1～2mm 切一刀，至显露出正常神经束和乳头为止。测量神经缺损范围，计算出所需神经长度，在供区切取相应长度的供体神经，裁剪出所需神经束（组）数，将其排列成电缆状，依据神经束（组）的性质和定位，相应进行束膜或束组膜缝合，术后肢（指）体功能位石膏外固定 6 周（图 15—26）。

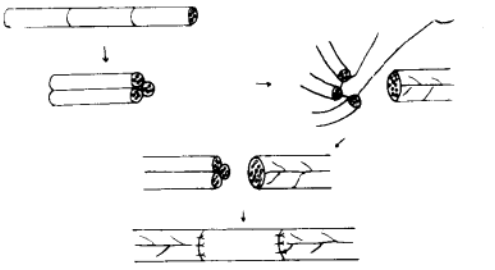


图 15—26　电缆式神经移植术

2. 神经束移植修复术　手术过程基本等同于电缆式神经移植术。在部分神经缺损时常应用此术式。按神经束（组）间的解剖结构，确定需相连的两个束（组）端，将移植的神经束（组）嵌入其间作 1～2 针缝合，可根据需要进行多股神经束(组)移植(图 15—27)。术中应将移植神经的外膜和疏松结缔组织剪除，以防神经内瘢痕形成，阻碍神经再生，影响术后效果。术后处理同上述。

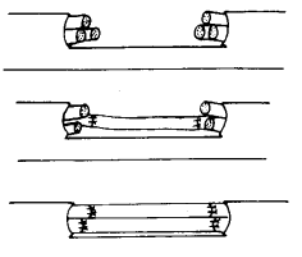


图 15—27　神经束移植修复术

五、带蒂神经移植术

神经损伤因外伤性质与部位不同，修复方法亦不同。对主要神经损伤邻近部位有较粗皮神经时，可应用带蒂皮神经移植修复主要神经干的损伤。在缺损神经干外径较粗，带蒂皮神经束（组）不能满足需要时，还可附加其他部位的皮神经进行游离移植。这种术式的优点是神经供体具有血液供应，适用于长段神经缺损的修复，弥补了因游离神经移植段过长，导致中心坏死的缺陷；手术不需吻合血管，操作简便易行，有利于神经再生；

神经的血供来源于组织蒂。

供体皮神经主要有臂内侧皮神经和桡神经浅支。

（一）手术适应证

1. 神经主干损伤伴长段缺损者。

2. 受损神经邻近部位有较粗皮神经支作为供体者。

（二）手术方法

手术在良好麻醉下进行，按解剖层次显露受损神经，切除神经瘤，使神经断端显露出正常神经束和乳头。依据神经周径和缺损范围确定切取皮神经的长度，神经组织蒂根据需要选择，可在受损神经相邻侧，也可在其对侧。一般将皮神经裁剪成三段，只切断神经束（组）和 1/2 神经外膜，制成带组织蒂的三股神经束（组），移位于受区与受损神经两断端吻接。移植后仍不能满足受损神经周径需要时，还可取同一皮神经的远近端各 1～2 段作游离移植。当同一皮神经已不能再提供移植神经段时，也可在其他部位再切取皮神经进行游离移植。吻接神经在手术显微镜下进行，术中保持无创操作，神经断端对合要准确（图 15—28）。术后处理同前所述。

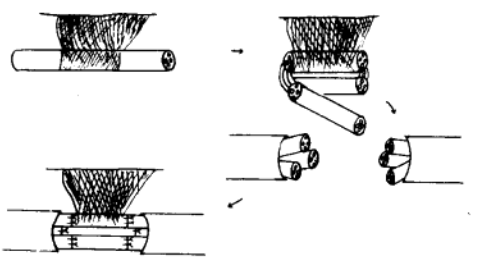


图 15—28　带蒂神经移植术

六、吻合血管的神经移植术

自从 Tarlor（1976）首次报告吻合血管的桡浅神经移植以来，带血管的神经移植在显微外科领域产生了广泛的影响。此后，我国学者也创用了新的供区，钟汉柱等（1983）报告了吻合血管的腓浅神经移植，供体神经可切取长达 27cm。张光健（1983）报告了吻合胫前动脉的腓深神经移植，一般成人可切取供体神经长度不少于 25cm。顾玉东（1980）创用静脉蒂动脉化腓肠神经移植，克服了吻合血管的神经移植中牺牲肢体主要动脉的缺点，且临床效果与 Tarlor 法一致。因此，许多作者认为有血供的神经移植，能迅速清除移植神经的轴索和髓鞘碎屑，有利于再生轴突长入，其功能恢复明显优于不带血管的神经移植。

目前可供带血管神经移植的供体有：①带动静脉的桡浅神经、腓肠神经、腓浅神经、腓深神经移植；②带伴行静脉的腓肠神经、桡浅神经、隐神经移植。前者常存有明显的副损伤，而后者，尤其静脉蒂动脉化腓肠神经移植，具有手术简便易行，取材丰富等特点，现已成为临床上的首选供体。

（一）手术适应证

1. 神经缺损达 6cm 以上者。

2. 神经受纳床广泛瘢痕者。

3. 神经缺损伴肢体主要动脉血管损伤者。

4. 神经干缺血瘢痕化所致神经灼性痛者。

（二）手术方法

1. 吻合动脉血管的神经移植术　因手术存在明显副损伤，目前临床上应用较少，故不作详述。

2. 静脉蒂动脉化腓肠神经移植术　手术在良好麻醉及气囊止血带控制下进行。受区组按受损神经部位解剖层次逐渐分离出神经及受损血管，测量受损神经与血管缺损长度，做好接受神经与血管移植的各种准备。供区组于外踝至腘窝中点的小腿外后侧作纵行切口，在外踝部找出小隐静脉主干及腓肠神经。将腓肠神经与小隐静脉连同周围软组织一并游离，结扎静脉分支并切断神经分支，沿血

管神经干向腘窝方向分离。在小腿中点附近，一般腓肠神经分为二支，即腓肠内侧及外侧神经。通常小隐静脉与腓肠内侧神经继续相邻并进入腘部，切取长度应根据实际需要而定。当缺损神经干较粗时，切取神经的长度要比实际缺损长度多2～3倍，将其裁剪成电缆状进行移植（手术方式同带蒂神经移植）。把取下带腓肠神经的小隐静脉倒置，静脉远端与受区动脉近端吻合，其近端与动脉远端吻合。然后将腓肠神经嵌于受区神经两断端之间，作神经束膜缝合（图15—29）。通血后可见移植神经段具有良好血运。术后按血管吻合后常规用药，肢体功能位石膏外固定6周。

此外，本手术可进行单股神经移植，也可进行多股神经移植，无论采用何种方式，移植神经均具有血供。

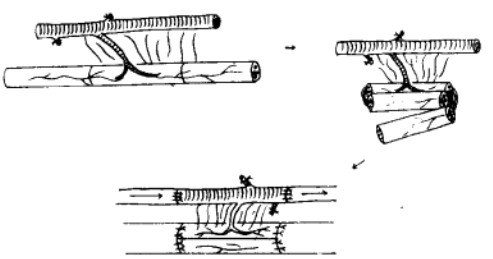


图 15—29　静脉蒂动脉化腓肠神经移植术

七、神经植入术

当运动神经束进入肌门处或感觉神经束在伤区受损，以及少数皮瓣移植术时，无法采用神经缝合修复，需要用此法进行功能重建。1982年Brunelli通过动物实验及临床应用，将神经埋入肌肉恢复运动功能获得成功。国内已有不少学者也进行了同类的动物实验与临床应用，1988年左其勇报告了神经植入的方法，提出应用神经植入的适宜时机，应在失神经后半年以内进行，植入点不宜过多过密，植入部位应争取在肌肉的原终板区，植入点的排列方向最好与肌纤维的排列方向垂直。实验研究与临床应用证明：神经植入法只应作为不宜作神经吻合术时的次选手段，或者作为与吻合术联合应用的辅助手段。

关于用神经植入法恢复感觉功能的问题，已引起学者们的广泛关注，特别在手和足跟部的感觉功能重建。有报告，移植皮瓣采用神经植入修复感觉功能也获得疗效，实验证明植入失神经皮瓣内的感觉神经可以再生新的皮肤感受器。

神经植入法具有操作简便易行，不受轴索通道性质和数量限制等优点，是一种有发展前景的新术式。

（一）手术适应证

1. 神经肌肉连接点的撕脱损伤。
2. 单一肌肉失神经支配。
3. 皮瓣移植术时失神经支配。

（二）手术方法

1. 运动神经植入术　严格按照显微外科原则完成手术，每一步骤均应保持无创操作。将神经束锐性分离，植入点选择在原终板区。肌袋形成时只剪开肌膜，再以钝性顺肌肉纤维方向分离，深约1～2mm为宜，两个植入点间距一般为4～6mm。缝合固定时，只作肌膜与神经外膜间的缝合，若外膜已在神经分束时丧失，则宁可仅缝肌膜，也不可勉强缝合束膜。否则将导致轴索外露而在缝合处形成神经瘤。对神经与肌肉连接点的撕脱损伤，可在清创后进行原位植入。术后彻底止血，肢体功能位石膏外固定6周（图15—30）。

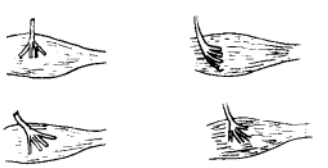


图 15—30　运动神经植入肌肉的不同方法

2. 感觉神经植入术　手术在皮瓣移植的同时，将感觉神经束植入到皮瓣内，重建无感觉神经皮瓣的感觉功能。手或足部对感觉

功能要求较高，在进行此区域皮瓣移植时，应将局部知名感觉神经（如桡神经浅支、腓肠神经支）解剖出并转位至伤口内。无感觉神经支配的皮瓣移植至受区，根据感觉神经束的数目和神经走行方向，在皮瓣内向真皮下层戳数个洞穴，把神经束分别植入洞穴内呈伞状散开，神经束膜与皮下组织缝合1～2针进行固定。术后按血管吻合后常规处理，2～3年内皮瓣痛、温、触觉均可恢复。

八、骨骼肌桥接修复术

周围神经缺损的修复，现仍以自体神经移植为主要治疗手段。由于自体神经来源有限，孔吉明（1986）首先用骨骼肌桥接周围神经进行实验研究，随之不少学者也进行了这方面的研究工作。目前较具有倾向性的观点认为：神经近端发出轴芽，可通过肌桥生长。因正常肌肉外膜能阻止再生神经纤维侵入，故再生神经纤维在肌桥中，沿肌外膜下肌束间生长，与肌纤维平行行走，并趋向远侧神经端。朱盛修（1988）将这一方法应用临床4例，获得一定效果，证明骨骼肌桥接修复周围神经在临床上有一定的实用价值。

骨骼肌桥接修复神经缺损，现临床应用病例较少，成熟经验不多，在具体选用时应审慎。

（一）手术适应证

1. 神经缺损达10cm以上。

2. 神经缺损区有血供良好的顺行肌肉组织。

（二）手术方法

在受损神经解剖部位，按常规入路显露并处理神经两断端，测量神经缺损长度。在无瘢痕的肌肉上，选择肌肉束，其长度与神经缺损段一致，肌肉束直径与神经干直径相符。为保证肌束血循环，切忌分离肌束，于神经远近端平面切开肌膜及肌束纤维，以能容纳神经断端为准。在手术显微镜下进行神经与肌肉束断端缝合。术中将神经外膜与肌膜缝合，吻接点保持无张力，神经及肌肉束不可扭转。术后伤口内彻底止血，置橡皮引流条，24～48小时拔除，肢体石膏托固定于功能位6周（图15—31）。

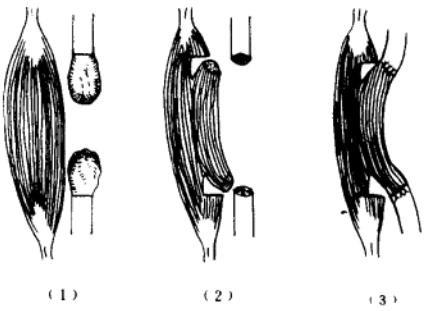


图15—31　骨骼肌桥接修复神经
（1）神经断端切除　（2）制作肌桥　（3）桥接

九、其他生物与非生物材料修复方法

随着显微外科技术的应用与改进，周围神经损伤修复后的恢复程度得到了很大提高，但功能完全恢复者仍十分罕见。近10年来，人们已从改进神经修复的显微外科技术转向了探索神经再生过程中的细胞和分子改变，而且进展迅速，其中主要原因之一是周围神经再生室的使用。国内外学者在寻求替代神经组织方面的大量研究中，提出神经桥接材料应具备如下特性：①有血供；②疤痕形成最少；③有接触引导的支架作用；④含有促神经纤维生长的亲神经物质；⑤材料来源容易；⑥生物可溶解、吸收；⑦无抗原性。尽管目前尚未确定这种理想的材料，然而迄今多种动物实验与少量临床应用，再生的神经纤维确能跨越一定距离的间隙长入远端，完全打破了神经缺损必须靠神经移植才能生长的传统观念。

目前用于神经移植的替代材料主要有羊膜、筋膜、异体神经、静脉、骨骼肌、间皮

管、硅胶管、多糖管、合成微孔管、人工可吸收管、神经膜管等。但除羊膜、筋膜、神经膜管、自体静脉及骨骼肌桥接已用于临床外，其他材料仍处于实验阶段。

这方面的工作尚需进一步探索，逐渐加以完善。可以相信，在不久的将来会有更有效的神经移植替代材料出现。

（田万成）

第十六章　手外科常用手术入路

手外科手术是高精细、高准确及高无创的操作过程。手外科的手术入路是三高技术的具体表现，手外科手术在三高技术要求下安全而充分地显露病变的部位，使手术顺利地完成。如入路选择得当，显露良好，等于使手术完成2/3。如入路选择不当，将增加手术的困难，损伤结构，效果差，甚至招致手术的失败。

第一节　神经手术入路

神经手术入路主要介绍臂丛、肌皮神经、正中神经、尺神经及桡神经的手术入路。掌握好神经的手术入路，必须熟悉正常解剖，正确估计变异和畸形，作好充分准备。

一、臂丛手术入路

（一）适应证

1. 臂丛探查术；
2. 臂丛神经松解术；
3. 臂丛神经吻合术；
4. 臂丛神经移植术；
5. 臂丛神经移位术；
6. 胸出口综合征手术；
7. 锁骨下动、静脉及腋动、静脉探查术。

（二）手术步骤

1. 切口　皮肤切口，沿胸锁乳突肌后缘中、上1/3交界处开始向下延至锁骨，然后与锁骨平行向外横切至中、外1/3交界处，再经锁骨前侧向下，沿三角肌的前缘弯向腋部。如只需要显露臂丛神经某部分，则可作相应部位切口（锁骨上部或锁骨下部切口）（见图14—3）。

2. 臂丛锁骨上部解剖与显露　在锁骨上部切口，切开皮肤后用电刀逐层进入。仔细止血，在胸锁乳突肌后缘注意保护副神经。再往深层分离，切断结扎肩胛舌骨肌，下面是颈横动、静脉，仔细分离切断牢固结扎。触知前斜角肌后，先识别与其平行的膈神经，并用微电极刺激证实。然后，按解剖关系分离解剖C_5和C_6及其分支，追踪至椎间孔。向内牵拉前斜角肌，可触知$C_{7,8}$及T_1。如需进一步显露锁骨下部则切断胸大、小肌及锁骨（图16—1）。

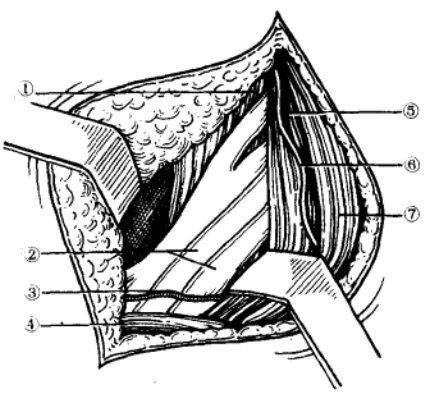


图16—1　臂丛锁骨上显露

①中斜角肌　②臂丛神经干　③颈横动脉　④肩胛舌骨肌　⑤前斜角肌　⑥膈神经　⑦胸锁乳突肌

3. 臂丛锁骨下部解剖与显露　切口转至锁骨下方，沿胸大肌及三角肌之间隙向远侧延伸至腋部。同时沿上述间隙分离开三角肌与胸大肌，并在止点处切断胸大肌。同时仔细游离出锁骨下部的神经血管。在喙突处，保

护好臂丛及腋动、静脉的同时切断胸小肌，此时臂丛的锁骨下部完全显露。如需要暴露全臂丛，只须把锁骨切断即可（图 16—2）。

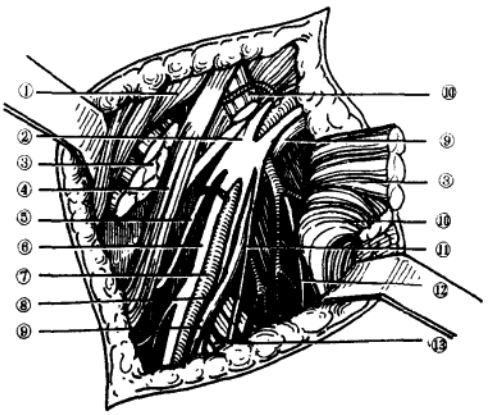


图 16—2　臂丛锁骨下显露

①三角肌　②外侧束　③胸大肌　④喙肱肌　⑤肌皮神经　⑥正中神经　⑦腋动脉　⑧尺神经　⑨腋静脉　⑩胸小肌　⑪前臂内侧皮神经　⑫胸背神经　⑬背阔肌

4. 全臂丛解剖与显露　在显露锁骨上部及下部的基础上，保护好锁骨后面的神经及血管，用线锯锯开锁骨，使整个臂丛显露在切口内（图 16—3）。

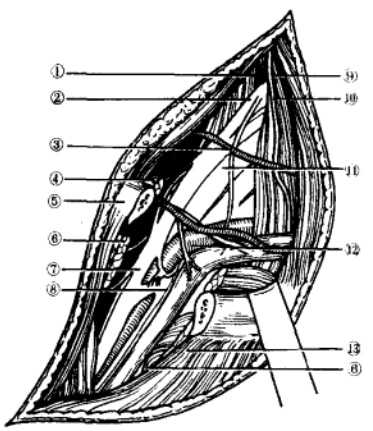


图 16—3　全臂丛显露

①中斜角肌　②C_5　③颈横动脉　④肩胛舌骨肌　⑤锁骨　⑥胸小肌　⑦外侧束　⑧内侧束　⑨前斜角肌　⑩膈神经　⑪臂丛干　⑫锁骨下动静脉　⑬胸大肌

（三）注意事项

1. 熟知颈部臂丛的解剖。

2. 手术操作要仔细，止血要彻底，层次要分明。

3. 膈神经和臂丛在方位上呈一定的角度，找到膈神经易确定臂丛神经。所以暴露臂丛神经时识别膈神经非常重要。

4. 在分离前斜角肌时注意勿损伤膈神经，切断胸大、小肌时勿损伤臂丛神经和腋动、静脉，切断锁骨时要注意在锁骨后面的锁骨下动、静脉及臂丛神经。

5. 目前进行全臂丛探查手术，仅暴露锁骨上部及锁骨下部即可，多半不需要切断锁骨，在锁骨后方上下沟通即可完成全臂丛的手术。

二、肌皮神经手术入路

（一）适应证

1. 肌皮神经探查术。

2. 肌皮神经松解术。

3. 肌皮神经吻合术。

（二）手术步骤

1. 切口　由锁骨中、外 1/3 交界处开始，沿三角肌胸大肌间沟向下至腋前皱襞（图 16—4）。

2. 显露　在肌间沟中找到头静脉，将头静脉游离并结扎其属支。进一步把三角肌和胸大肌分开（把头静脉和胸大肌拉向内侧），此时可触及喙突、胸小肌、喙肱肌及肱二头肌。在胸小肌的下缘可触及臂丛神经和腋动、静脉。

3. 显露肌皮神经　把三角肌拉向外侧，胸大肌向内侧拉，露出胸小肌。在胸小肌的下缘小心仔细分出臂丛神经及腋动、静脉，于臂丛神经外侧束外下方找到肌皮神经，它在喙突下 5cm 左右进入喙肱肌及肱二头肌。如

果显露肌皮神经不满意、可切断胸大、小肌（图 16—5）。



图 16—4　肌皮神经手术入路切口

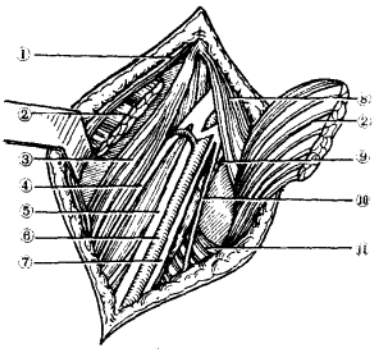


图 16—5　肌皮神经显露

①三角肌　②胸大肌　③喙肱肌　④肌皮神经　⑤正中神经　⑥腋动脉　⑦尺神经　⑧胸小肌　⑨腋静脉　⑩前臂内侧皮神经　⑪背阔肌

（三）注意事项

1. 手术前要熟悉局部解剖关系。

2. 不要损伤头静脉，尤其是深静脉有病变者。

三、正中神经手术入路

（一）适应证

1. 正中神经松解术

（1）前臂肌肉缺血性挛缩　肌肉发生坏死，形成瘢痕压迫神经致继发缺血，微循环障碍，粘连及疤痕范围较广。要及时进行正中神经探查松解手术。

（2）骨折、脱位压伤正中神经　如髁上骨折损伤正中神经需做松解手术。

（3）神经卡压征　如前臂骨间前神经麻痹，常为正中神经受卡压所致，需要松解正中神经。

（4）电击伤在上肢累及正中神经，需要神经松解术治疗。

2. 正中神经吻合术

（1）切割伤。

（2）其他损伤，变性严重，需切断重新吻合或移植神经修复。

3. 正中神经肿瘤切除术。

（二）手术步骤

1. 切口　切口从胸大肌肌腱止点处开始，沿腋前襞和肱二头肌内侧缘至肘关节，接肘部“ㄣ”切口，续前臂“S”状切口至腕掌部（图 16—6）。

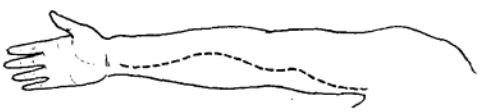


图 16—6　正中神经手术入路切口

2. 肘部正中神经的显露　上臂正中神经按解剖层次显露无困难。在肘部首先沿肱二头肌内侧缘至肘关节前方，找出肱二头肌筋膜。用止血钳挑起并切断，显露肘部正中神经及肱动、静脉（图 16—7）。正中神经进入旋前圆肌之前，先发出两支至旋前圆肌，然后又分支至屈肌群。分开旋前圆肌及桡侧腕屈肌间隙，分别牵开两肌，可显示正中神经进入指浅屈肌的深面（图 16—8）。

3. 前臂正中神经显露　在前臂下 1/4 处先找到正中神经，向近端追踪。沿正中神经方向将指浅屈肌外侧头切断并翻向尺侧，即可显露正中神经。如果把上臂、肘部和前臂切口连在一起，整个上肢正中神经可完全显露（图 16—9）。

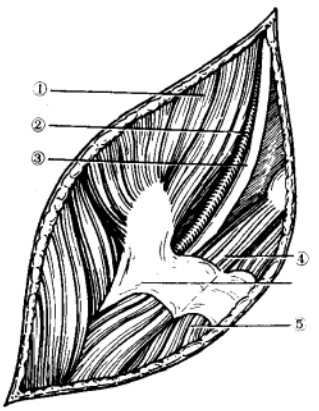


图 16—7　肘部正中神经解剖
①肱二头肌　②肱动脉　③正中神经
④旋前圆肌　⑤桡侧腕屈肌

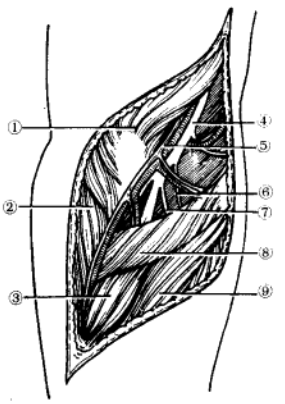


图 16—8　肘部正中神经分支
①肱二头肌　②肱桡肌　③指浅屈肌　④正中神经　⑤肱动静脉　⑥旋前圆肌支　⑦桡侧腕屈肌支　⑧旋前圆肌　⑨桡侧腕屈肌

（三）注意事项

1. 如果显露正中神经全程，先从腕部开始，此处表浅易于游离。

2. 在肘部显露时注意防止损伤肱动、静脉。

3. 肘部切口要注意保护浅静脉。

4. 上臂纵行切口，于肱二、三头肌之间，沿肱动脉搏动方向易找到正中神经。

5. 正中神经穿出旋前圆肌进入指浅屈肌之前这一段显露比较困难。需先分离旋前圆肌与桡侧腕屈肌，在指浅屈肌近端可见正中神经。

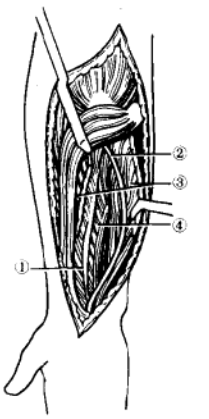


图 16—9　前臂正中神经显露
①拇长屈肌切开　②正中神经　③指浅屈肌　④指深屈肌

四、尺神经手术入路

（一）适应证

1. 尺神经探查术。

2. 尺神经松解术　①尺神经外伤；②尺神经卡压征。

3. 尺神经吻合术或移植术。

（二）手术步骤

1. 切口　上臂的切口同正中神经。肘部切口，于肘关节后内侧沿肱骨内上髁作弧形切口。腕部尺神经显露的切口，由前臂下1/3向远端，经过腕至小鱼际内侧缘，切口呈“S”状（图 16—10）。

2. 显露　上臂尺神经显露基本上同正中神经。前臂显露只需把腕部切口向上延伸，尺神经很易游离。

（1）肘部尺神经显露：切开皮肤及皮下



图 16—10　尺神经手术入路切口

组织，将弧形皮瓣游离，切开内上髁与鹰嘴之间的深筋膜，解剖出尺神经。沿尺神经沟切开，小心切开筋膜，向远、近端游离尺神经，注意勿伤及分支（图 16—11）。

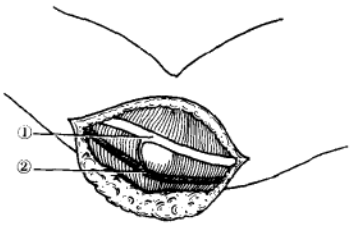


图 16—11　肘部尺神经显露

①尺神经　②尺神经沟

（2）腕部尺神经显露：在腕横韧带浅面进入手部，切开尺管，显露尺神经及尺动脉（图 16—12）。在豌豆骨与钩骨之间，尺神经

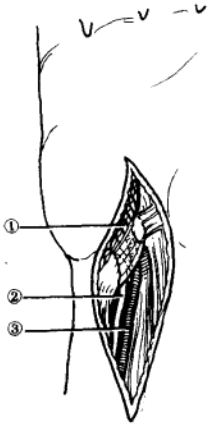


图 16—12　腕部尺神经显露

①掌短肌（已切断）　②尺神经　③尺动脉

分为深、浅两支。沿尺神经向远端分离即可显露浅支。分开小鱼际肌，把指屈肌腱拉向桡侧，仔细解剖即可分离出深支（图 16—13）。

（三）注意事项

1. 肘部的弧形切口要凸向内侧，以免切口疤痕影响肘关节运动。

2. 在肘管内解剖尺神经时要特别小心，勿损伤尺神经及其分支。

3. 为了使尺神经充分游离，要切断尺侧腕屈肌的内侧头，并作尺神经干支分离。

4. 注意尺神经在腕掌部的位置及毗邻关系。

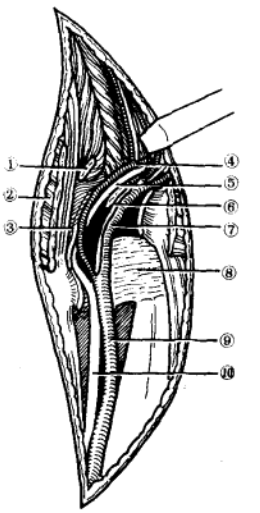


图 16—13　显露尺神经深支

①小指短屈肌　②掌短肌　③小鱼际肌抵止弓　④尺动脉深支　⑤尺神经深支　⑥尺神经浅支　⑦尺动脉浅支　⑧屈肌支持带　⑨尺动脉　⑩尺神经

五、桡神经手术入路

（一）适应证

1. 桡神经探查术。

2. 桡神经松解术　①桡神经压迫性损伤；②桡管卡压综合征。

3. 桡神经吻合术或移植术。

（二）手术步骤

1. 上臂桡神经显露　切口从上臂中、上1/3交点开始，至肘上肱肌与肱桡肌之间为止（图16—14）。在三角肌与肱三头肌长头之间，沿桡神经沟方向向前下方切开深筋膜，分开肱三头肌长、短头与外侧头。沿切口向远端分开肱肌及肱桡肌（图16—15）。将肱三头肌长头与外侧头分开，可显露桡神经的近段，分开肱肌与肱桡肌可显露桡神经的远段。最后把肱三头肌外侧头的两侧沟通，则上臂桡神经尽露视野（图16—16）。

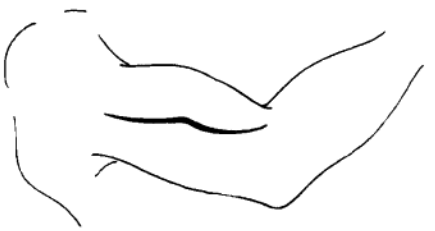


图16—14　上臂桡神经手术入路切口

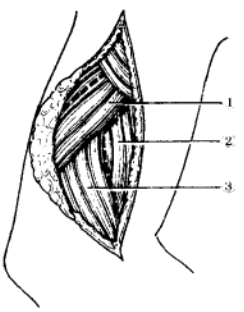


图16—15　显露肌肉

①肱三头肌外侧头　②肱肌　③肱桡肌

2. 肘部桡神经显露　切口近端起始于肘上肱桡肌内缘至肘横纹处，然后弧形转向外侧（图16—17）。在肘部外侧显露肱桡肌，再向其外侧牵拉，在肱桡肌与肱肌之间找到桡神经。然后分开肱桡肌与桡侧腕长伸肌，可见旋后肌的近侧缘，向下方把桡侧腕短伸肌与指伸肌分开，显露旋后肌远侧缘和桡神经深支穿出部位（图16—18）。

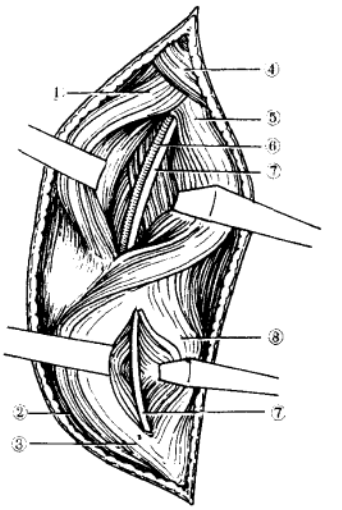


图16—16　显露上臂桡神经

①肱三头肌外侧头　②臂外侧皮神经　③肱桡肌　④三角肌　⑤肱三头肌长头　⑥肱深动脉　⑦桡神经　⑧肱肌



图16—17　肘部桡神经入路切口

（三）注意事项

1. 桡管处结构复杂，解剖时要注意毗邻关系。骨间后神经起始处显露困难，且易损伤其分支，解剖时要小心。

2. 在上臂找桡神经有三种方法：①按解剖间隙找桡神经；②用手触及桡神经后再分离寻找；③找到臂背侧皮神经后，沿此神经向上即可找到桡神经。

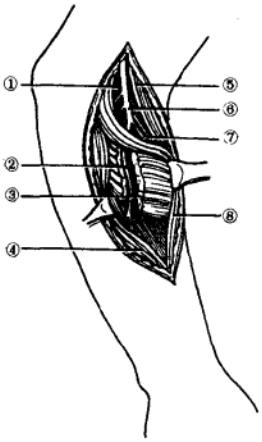


图 16—18　显露肘部桡神经
①肱肌　②桡神经深支　③旋后肌　④桡侧腕长伸肌　⑤肱二头肌　⑥桡神经　⑦桡神经浅支　⑧肱桡肌

第二节　肌腱手术入路

肌腱手术入路分为指伸肌腱和指屈肌腱手术入路。前者比较简单，主要切口部位是远侧指间关节、近侧指间关节、掌指关节和手背四个部位；后者主要有两种，一是古典的手指侧正中切口，二是手指掌面齿状切口。

一、指伸肌腱手术入路

（一）适应证

1. 肌腱吻合术；
2. 肌腱移植术；
3. 肌腱松解术；
4. 伸腕伸指功能重建术。

（二）手术步骤（图 16—19）

1. 远侧指间关节切口；
2. 近侧指间关节切口；
3. 掌指关节切口；
4. 手背部以上切口。

（三）注意事项

1. 伸腱位置表浅，易于显露，注意勿伤及肌腱。



图 16—19　指伸肌腱手术入路切口

2. 正确识别伸肌腱器的不同部位。

二、指屈肌腱手术入路

（一）适应证

1. 指屈肌腱吻合术；
2. 指屈肌腱移植术；
3. 指屈肌腱松解术。

（二）手术步骤

1. 手指侧正中手术入路　在手指侧正中，即远、近两个指间关节掌侧皮纹头的连线切开并向两端延长。示指及小指切口近端可沿掌横纹转向手掌。中、环指切口不宜经指蹼延至手掌，常需在掌部沿掌纹方向另作切口。拇指由于肌腱短缩常需在掌部及前臂另作切口，寻找近侧断端（图 16—20）。切

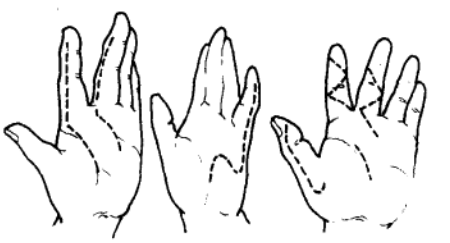


图 16—20　指屈肌腱手术入路切口

开皮肤，掀起皮瓣，显露指屈肌腱。示、小指切口侧的指血管神经不可带在皮瓣内，这样切口转至手掌部时剥离皮瓣容易，不易损伤血管神经，近端显露方便。中、环指的皮

肤切口不直接连到手掌，所以指血管神经束可随皮肤掀起，以免为沟通两切口在手指根部作潜行剥离时损伤血管（图 16—21）。

关于腱鞘的处理，当前的观点是尽量修复腱鞘。如果无法修复，也要保留两段纤维鞘管作为植腱的滑车。滑车的位置，一个在中节指骨中部，另一个在近节指骨近 1/2 处。如果遇有疤痕要尽量彻底切除（图 16—22）。

2. 手指掌面齿状手术入路　在手指掌面，切口呈齿状，原则上指部切口和掌部切口不相连，深部通过隧道连接。腱鞘的处理同手指侧正中切口。

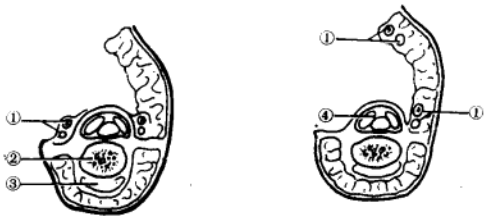


图 16—21　显露肌腱

①指神经血管束　②指骨　③指伸肌腱　④指屈肌腱

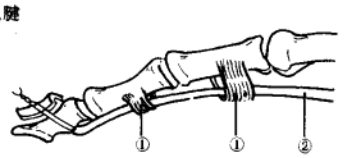


图 16—22　腱鞘的处理

①滑车　②指屈肌腱

（三）注意事项

1. 屈肌腱毗邻关系复杂，位置较深，必须仔细分辨浅、深屈肌腱及周围血管神经。

2. 手术时必须使用止血带，首选臂丛麻醉。

第三节　骨手术入路

骨手术入路常用的有第 1 掌骨基底部骨折脱位内固定术入路；其他掌骨骨折及指骨骨折切开复位内固定手术入路。

一、第 1 掌骨基底骨折脱位手术入路

（一）适应证

1. 第 1 掌骨基底部骨折切开复位内固定术。

2. 第 1 掌骨基底部骨折脱位切开复位内固定术。

（二）手术步骤

1. 切口　在第 1 掌骨背侧，从远侧 1/3 处开始向近侧到鼻烟窝远侧为止，切口长 4～5cm（图 16—23）。



图 16—23　第一掌骨底部骨折切口

2. 显露　切开皮肤、皮下组织，在拇伸长肌腱与拇短屈肌腱之间切开骨膜，暴露掌骨，沿切口近端切开关节囊。

（三）注意事项

勿伤及桡神经浅支及头静脉。

二、其他掌骨骨折手术入路

（一）适应证

1. 掌骨骨折切开复位内固定术。

2. 掌骨肿瘤切除术。

（二）手术步骤

在手背侧骨折处作长约 2cm 的“S”形切口，切开皮肤，皮下组织，将手背静脉牵向侧方，再切开深筋膜并将肌腱牵向一侧，骨膜下分离以暴露骨折处（图 16—24）。

（三）注意事项

不宜作直切口，以减少粘连。

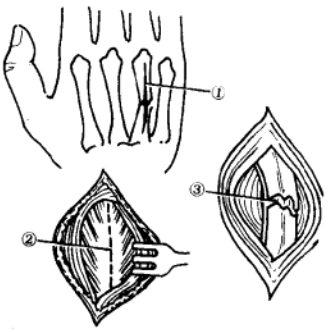


图 16—24　掌骨骨折复位切口及显露
①切口　②沿掌骨切开　③暴露骨折处

三、指骨骨折手术入路

（一）适应证

1. 指骨骨折切开复位内固定术。
2. 指骨背侧肿瘤切除术。

（二）手术步骤

在手指背侧骨折的相应部位，作“L”形切口，切开皮肤、皮下组织，牵开指伸肌腱束以暴露骨折部位（图 16—25）。



图 16—25　指骨骨折手术入路切口

（三）注意事项

同指伸肌腱手术入路注意事项。

（张咸中）

第十七章　上肢断层解剖与断肢（掌、指）再植

第一节　上肢断层解剖

一、肩部横断层解剖

肩部横断层解剖如图 17—1 所示。

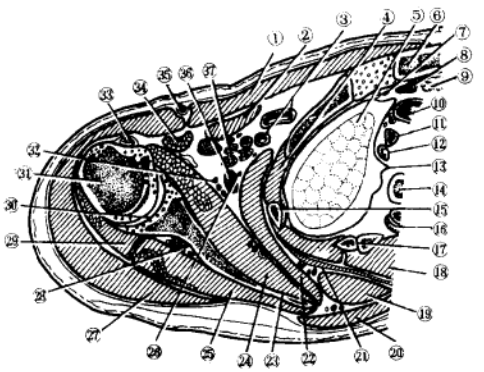


图 17—1　经肩关节横断面

①胸大肌　②胸小肌　③腋动、静脉　④第一肋骨、肋间肌　⑤左肺上叶　⑥胸骨柄　⑦胸廓内动、静脉　⑧胸骨旁淋巴结　⑨胸腺　⑩头臂静脉　⑪颈总动脉　⑫锁骨下动脉　⑬壁胸膜　⑭第二胸椎体　⑮第二肋骨　⑯关节突关节　⑰肋横突关节　⑱竖脊肌　⑲大菱形肌　⑳斜方肌　㉑上后锯肌　㉒前锯肌　㉓肩胛骨　㉔肩胛下肌　㉕冈下肌　㉖胸长神经　㉗三角肌　㉘肩胛上动、静脉　㉙小圆肌　㉚肩胛骨关节盂　㉛肱骨头　㉜胸背神经　㉝肱二头肌长头腱　㉞喙肱肌、肱二头肌短头　㉟头静脉　㊱腋淋巴结　㊲臂丛各束

本断面可见肱骨头（㉛）的内侧部与肩胛骨（㉓）的关节盂（㉚）形成的肩关节，肩胛下肌（㉔）肌腱越过肩关节前方并止于肱骨小结节，肱二头肌长头腱（㉝）沿结节间沟上行，小圆肌（㉙）加强肩关节的后壁并止于肱骨大结节，三角肌（㉗）的断面呈“C”形环绕于肩关节的前面、外侧和后面。

腋窝位于肩关节与胸壁之间，其前壁由外至内为皮肤、浅筋膜、胸大肌（①）和胸小肌（②）；后壁是肩胛下肌和肩胛骨；肱骨头构成其外侧界；内侧界则为前锯肌（㉒）和胸壁。在腋窝内由外向内可见腋淋巴结（㊱）、臂丛（㊲）和腋动、静脉（③）的断面。

二、臂部横断层解剖

（一）臂上份横断层解剖（图 17—2）

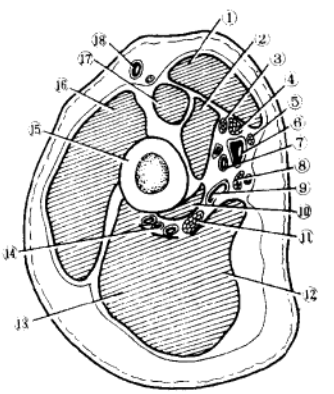


图 17—2　经臂上份横断面

①肱二头肌（短头）　②喙肱肌　③肌皮神经　④正中神经　⑤前臂内侧皮神经　⑥肱静脉　⑦肱动脉　⑧尺神经　⑨贵要静脉　⑩肱三头肌内侧头　⑪桡神经　⑫肱三头肌长头　⑬肱三头肌外侧头　⑭肱深动、静脉　⑮肱骨　⑯三角肌　⑰肱二头肌长头　⑱头静脉

本断面切及肱骨（⑮）的三角肌粗隆，其特点是：肱骨骨干相对变细，髓腔增大，血管神经大多位居臂部内侧。

头静脉（⑱）上行于肱二头肌（①、⑰）与三角肌（⑯）之间的沟内。三角肌肌纤维汇集于三角肌粗隆。肱骨的前内侧为肱二头肌和喙肱肌（②），内侧由前至后依次可见肌皮神经（③）、正中神经（④）、肱静脉（⑥）、肱动脉（⑦）、尺神经（⑧）和贵要静脉（⑨）。肱三头肌（⑩、⑫、⑬）贴附于肱骨后方，其内侧头与长头、外侧头之间有桡神经（⑪）、肱深动、静脉（⑭）向下外穿行。

（二）臂中份横断层解剖（图 17—3）

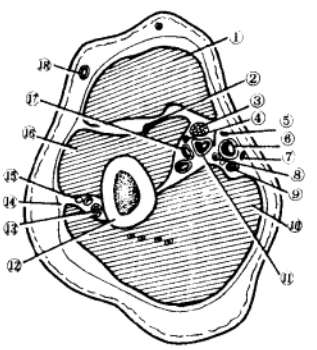


图 17—3　经臂中份横断面

①肱二头肌　②前臂外侧皮神经　③正中神经　④肌皮神经、臂内侧肌间隔　⑤前臂内侧皮神经前支　⑥贵要静脉　⑦前臂内侧皮神经尺侧支　⑧尺侧上副动脉　⑨尺神经　⑩肱三头肌　⑪肱静脉　⑫肱骨　⑬桡神经　⑭臂外侧肌间隔　⑮桡侧副动脉　⑯肱肌　⑰肱动脉　⑱头静脉

本断面是臂部结构发生较大变化的平面，它是掌握臂部结构配布的关键断面。因为：①三角肌和喙肱肌适于该平面消失，而肱肌（⑯）首次出现于肱骨（⑫）前面；②肱二头肌长、短头汇合，其与肱肌之间可见肌皮神经的末支——前臂外侧皮神经（②）；③该平面以下有内、外侧肌间隔（④、⑭）分隔臂的屈肌和伸肌；④桡神经血管束（⑬、⑮）已移至肱骨外侧，并紧邻肱骨；⑤臂部的主要血管、神经移行至肱骨的前内侧；⑥尺神经（⑨）开始离开肱动脉向后移行，尺侧上副动脉（⑧）起始，二者共同行于内侧肌间隔的后份；⑦正中神经（③）越过肱动脉前方，开始转向肱动脉内侧。

（三）臂下份横断层解剖（图 17—4）

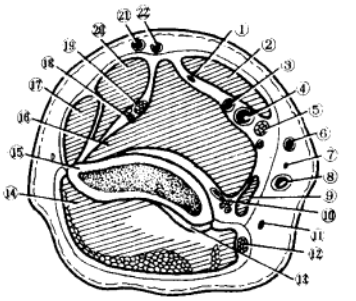


图 17—4　经臂下份横断面

①前臂外侧皮神经　②肱二头肌　③肱动脉　④肱静脉　⑤正中神经　⑥贵要正中静脉　⑦前臂内侧皮神经前支　⑧贵要静脉　⑨旋前圆肌　⑩尺侧下副动、静脉　⑪前臂内侧皮神经尺侧支　⑫尺神经　⑬肘关节腔　⑭肱三头肌　⑮外上髁　⑯肱肌　⑰桡侧腕长伸肌　⑱桡侧返动脉　⑲桡神经　⑳肱桡肌　㉑头静脉　㉒头正中静脉

此断面上肱骨已近下端，前后略扁，两侧的骨嵴分别为内、外上髁（⑮）。肱骨的前面为肱肌（⑯），在肱肌与肱桡肌（⑳）之间有桡神经（⑲）和桡侧返动脉（⑱）走行。肱二头肌内侧沟内有肱动脉（③）下行于肱肌表面，其内侧依次为肱静脉（④）和正中神经（⑤）。肱骨内上髁与旋前圆肌（⑨）之间有尺侧下副动、静脉（⑩）穿行。肱骨后方有肱三头肌（⑭）贴于骨面，其内侧可见尺神经（⑫）。

浅筋膜内可见头静脉(㉑)和头正中静脉(㉒)、贵要静脉(⑧)和贵要正中静脉(⑥)。

三、肘部横断层解剖

（一）经肱尺关节横断层解剖（图 17—5）

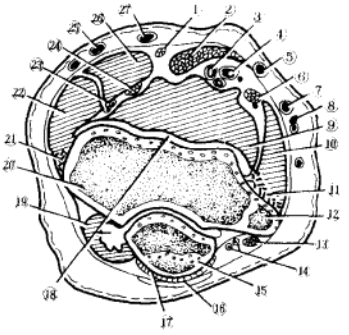


图 17—5　经肱尺关节横断面

①前臂外侧皮神经　②肱二头肌腱及其腱膜　③肱动脉　④肱静脉　⑤贵要正中静脉　⑥正中神经　⑦贵要静脉　⑧前臂内侧皮神经　⑨肱肌　⑩旋前圆肌　⑪尺侧副韧带　⑫肱骨内上髁　⑬尺神经　⑭尺侧返动、静脉　⑮尺骨鹰嘴　⑯鹰嘴皮下囊　⑰肱三头肌腱　⑱肘关节腔　⑲肘肌　⑳肱骨外上髁　㉑桡侧副韧带　㉒桡侧腕长、短伸肌　㉓桡侧返动、静脉　㉔桡神经　㉕头静脉　㉖肱桡肌　㉗头正中静脉

本断面切及肘关节的上份。肱骨内、外上髁（⑫、⑳）向两侧明显突出，其前方分别有旋前圆肌（⑩）和桡侧腕伸肌（㉒）起始。肱骨后面的鹰嘴窝与尺骨鹰嘴（⑮）形成肱尺关节，尺神经（⑬）下行于肱骨内上髁后方的尺神经沟内。肘关节腔（⑱）清晰可见，其关节囊的两侧分别有尺侧副韧带（⑪）和桡侧副韧带（㉑）加强。

肱骨的前方为肘窝。肱桡肌（㉖）构成肘窝的外侧界，其与肱肌（⑨）之间有桡神经（㉔）和桡侧返动、静脉（㉓）穿行。旋前圆肌（⑩）构成肘窝的内侧界，肘窝的底为肱肌。肘窝的内容由外至内依次可见：前臂外侧皮神经（①）、肱二头肌腱（②）、肱动脉（③）、两条肱静脉（④）和正中神经（⑥）。

在浅筋膜内，有前臂内侧皮神经（⑧）、贵要静脉（⑦）、贵要正中静脉（⑤）、头正中静脉（㉗）和头静脉（㉕）穿行。

（二）经桡尺近侧关节横断层解剖（图 17—6）

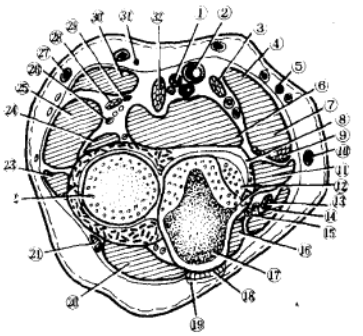


图 17—6　经桡尺近侧关节横断面

①肱动脉　②肱静脉　③正中神经　④旋前圆肌　⑤前臂内侧皮神经　⑥肱肌　⑦桡侧腕屈肌　⑧肘关节囊　⑨掌长肌　⑩贵要静脉　⑪指浅屈肌　⑫尺骨滑车切迹关节软骨、尺侧副韧带　⑬尺神经　⑭尺侧腕屈肌　⑮尺侧返动、静脉　⑯指深屈肌　⑰尺骨鹰嘴　⑱肱三头肌腱　⑲鹰嘴皮下囊　⑳肘肌　㉑尺侧腕伸肌、小指伸肌　㉒桡骨头关节软骨、桡骨环状韧带　㉓指伸肌　㉔旋后肌　㉕桡侧腕长、短伸肌　㉖桡侧返动、静脉　㉗头静脉　㉘桡神经深支　㉙桡神经浅支　㉚肱桡肌　㉛前臂外侧皮神经　㉜肱二头肌腱

本断面切及肘关节的远侧份。尺骨（⑰）与其外侧的桡骨头（㉒）构成桡尺近侧关节，桡骨环状韧带（㉒）围绕桡骨头防止其脱位。尺骨内后方，指浅屈肌（⑪）与尺侧腕屈肌（⑭）之间有尺神经（⑬）和尺侧返动、静脉（⑮）走行。

桡尺近侧关节的前方为肘窝，其外侧界由肱桡肌（㉚）和桡侧腕伸肌（㉕）构成，肱桡肌与肱肌（⑥）之间可见桡神经已分成深、浅二支（㉘、㉙），而桡侧返动、静脉（㉖）则走行于桡侧腕伸肌（㉕）与肱肌之间。旋前圆肌（④）构成肘窝的内侧界，而旋后肌（㉔）和肱肌则形成肘窝的底。在肘窝内由外至内依次可见肱二头肌腱（㉜）、肱动脉（①）、两条肱静脉（②）和正中神经（③）。

四、前臂横断层解剖

（一）前臂上份横断层解剖（图 17—7）

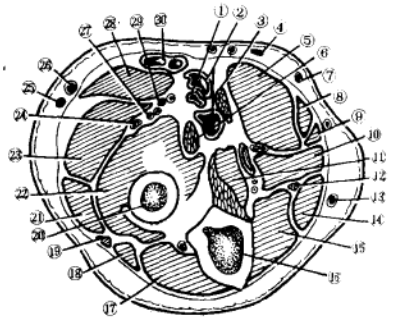


图 17—7　经前臂上份横断面

①肱动脉　②肱静脉　③正中神经　④前臂内侧皮神经　⑤旋前圆肌　⑥肱二头肌腱　⑦贵要正中静脉　⑧桡侧腕屈肌　⑨掌长肌　⑩指浅屈肌　⑪肱肌　⑫尺神经　⑬贵要静脉　⑭尺侧腕屈肌　⑮指深屈肌　⑯尺骨　⑰肘肌　⑱尺侧腕伸肌　⑲小指伸肌　⑳桡骨颈　㉑指伸肌　㉒旋后肌　㉓桡侧腕长、短伸肌　㉔桡神经深支　㉕前臂外侧皮神经　㉖头静脉　㉗桡侧返动、静脉　㉘肱桡肌　㉙桡神经浅支　㉚肘正中静脉

本断面切及尺骨粗隆（⑯），其前面有肱肌（⑪）附着。桡骨断面（⑳）为圆形，其前、后、外三面有旋后肌（㉒）贴附。肱二头肌腱（⑥）位于旋后肌前面，向下止于桡骨粗隆。

前臂的肌断面众多，该断面上屈肌位于桡骨和尺骨断面的前内侧，从桡侧至尺侧依次为：肱桡肌（㉘）、旋前圆肌（⑤）、桡侧腕屈肌（⑧）、掌长肌（⑨）和指浅屈肌（⑩），指浅屈肌的后方由外至内为指深屈肌（⑮）和尺侧腕屈肌（⑭）。伸肌位于桡骨和尺骨断面的后外侧，由桡侧向尺侧的排列顺序为：桡侧腕长、短伸肌（㉓）、指伸肌（㉑）、小指伸肌（⑲）、尺侧腕伸肌（⑱）和肘肌（⑰）。

该断面上的血管神经主要走行于桡骨和尺骨断面的前方。桡神经深支（㉔）和桡侧返动、静脉（㉗）走行于桡侧腕伸肌与旋后肌之间，桡神经浅支（㉙）则更向前。在肱桡肌（㉘）的浅面可见肘正中静脉（㉚）。旋后肌和肱肌（⑪）的前方、肱桡肌和旋前圆肌（⑤）之间为肘窝的尖部，肱动脉（①）、肱静脉（②）、正中神经（③）位居其中，两条肱静脉从前、后两面夹持肱动脉，正中神经则行于肱动脉内侧。尺神经（⑫）穿行于指浅屈肌与指深屈肌、尺侧腕屈肌之间。

（二）前臂中份横断层解剖（图 17—8）

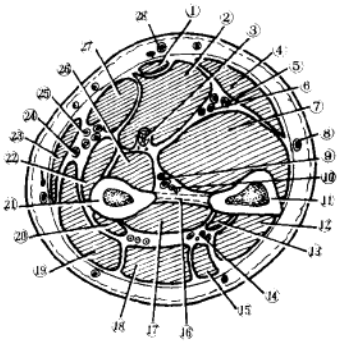


图 17—8　经前臂中份横断面

①掌长肌　②指浅屈肌　③正中神经　④尺侧腕屈肌　⑤尺神经　⑥尺动脉　⑦指深屈肌　⑧贵要静脉　⑨骨间前神经　⑩骨间前动脉　⑪尺骨　⑫尺侧腕伸肌　⑬拇长伸肌　⑭骨间后动脉　⑮小指伸肌　⑯前臂骨间膜　⑰拇长展肌　⑱指伸肌　⑲桡侧腕长、短伸肌　⑳旋后肌　㉑桡骨　㉒旋前圆肌、前臂外侧皮神经　㉓肱桡肌　㉔桡神经浅支　㉕桡动脉　㉖拇长屈肌　㉗桡侧腕屈肌　㉘前臂正中静脉

本断面上桡骨（㉑）和尺骨（⑪）呈外内侧排列，桡骨断面大致呈椭圆形，其骨间嵴对着尺骨；尺骨断面呈三角形，其骨间嵴对着桡骨，两骨间嵴之间有前臂骨间膜（⑯）附着。

该断面上，前臂屈肌位于桡骨、尺骨和前臂骨间膜的前方，浅、中、深排列层次分明。位于浅层者从桡侧至尺侧依次为：肱桡

肌（㉓）、桡侧腕屈肌（㉗）、掌长肌（①）和尺侧腕屈肌（④）；位居中层者为旋前圆肌（㉒）的止点和指浅屈肌（②）；深层者则为拇长屈肌（㉖）和指深屈肌（⑦）。前臂伸肌居于桡骨、尺骨和前臂骨间膜的后方，分浅、深两层排列，浅层者从桡侧至尺侧为：桡侧腕长、短伸肌（⑲）、指伸肌（⑱）、小指伸肌（⑮）和尺侧腕伸肌（⑫）；深层者从桡侧至尺侧为：旋后肌（⑳）、拇长展肌（⑰）和拇长伸肌（⑬）。

前臂屈肌之间有四个血管神经束的断面：①桡血管神经束，由桡神经浅支（㉑）与桡动、静脉（㉕）组成，穿行于肱桡肌、桡侧腕屈肌与旋前圆肌之间；②正中血管神经束，由正中神经（③）和骨间前动脉的分支组成，在指浅屈肌与拇长屈肌之间下行；③尺血管神经束，由尺神经（⑤）和尺动、静脉（⑥）组成，在指浅、深屈肌与尺侧腕屈肌之间下行；④骨间前血管神经束，由骨间前神经（⑨）与骨间前动、静脉（⑩）组成，走行于前臂骨间膜与指深屈肌之间。

前臂后面的血管神经相对较少，在拇长展肌的浅面与小指伸肌之间可见桡神经深支及骨间后动、静脉（⑭）。

（三）前臂下份横断层解剖（图 17—9）

本断面通过桡尺远侧关节（⑧），桡骨（⑱）断面较大，大致呈矩形，尺骨（⑨）断面较小，大致呈圆形，旋前方肌（㉓）贴附于二骨的前面。

本断面的特点为含有众多的肌腱。前臂屈肌腱断面大致分三层排列：浅层为桡侧腕屈肌腱（㉔）、掌长肌腱（㉘）与尺侧腕屈肌腱（⑤）；中层者为指浅屈肌腱（②）；深层者为拇长屈肌腱（㉕）和指深屈肌腱（④）。前臂伸肌腱由桡侧向尺侧依次可见：拇长展肌腱（⑳）、拇短伸肌腱（⑲）、桡侧腕长、短伸肌腱（⑯、⑮）、拇长伸肌腱（⑭）、指伸肌腱（⑫）及其深面的示指伸肌腱（⑬）、小指伸肌腱（⑪）和尺侧腕伸肌腱（⑩）。

桡动、静脉（㉒）走行于桡骨断面外缘的前方，尺动、静脉（③）与尺神经（⑥）则位居尺侧腕屈肌腱与指浅、深屈肌腱之间。正中神经走行于掌长肌腱与指浅屈肌腱之间，而桡神经浅支（㉑、⑰）已位于浅筋膜中。

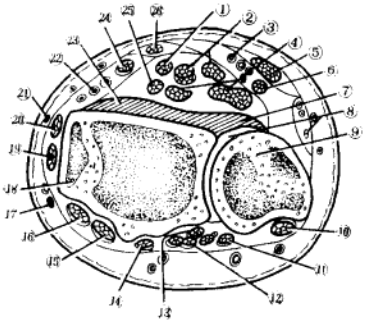


图 17—9　经前臂下份横断面

①正中神经　②指浅屈肌腱　③尺动脉　④指深屈肌腱　⑤尺侧腕屈肌腱　⑥尺神经　⑦旋前方肌　⑧桡尺远侧关节关节腔　⑨尺骨　⑩尺侧腕伸肌腱　⑪小指伸肌腱　⑫指伸肌腱　⑬示指伸肌腱　⑭拇长伸肌腱　⑮桡侧腕短伸肌腱　⑯桡侧腕长伸肌腱　⑰桡神经手背支　⑱桡骨　⑲拇短伸肌腱　⑳拇长展肌腱　㉑桡神经浅支　㉒桡动脉　㉓旋前方肌　㉔桡侧腕屈肌腱　㉕拇长屈肌腱　㉖掌长肌腱

五、手断层解剖

（一）手连续横断层解剖

取成人手，将掌中线（由腕远纹中点至中指近侧纹中点的连线）及其向手部上界的延长线分为 12 等分，低温冰冻后，制成手连续横断层标本。选中间 10 片，以每一片的远侧面绘图。

1. 经近侧列腕骨的横断层解剖（图 17—10）

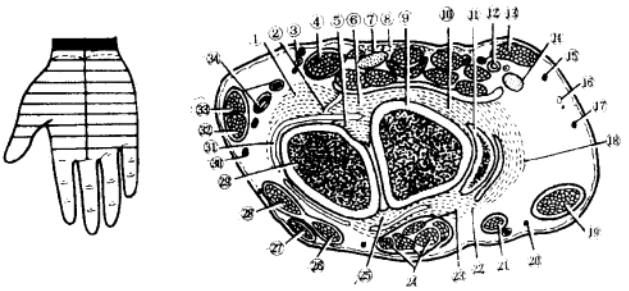


图 17—10　经近侧列腕骨横断面

①桡舟头韧带　②韧带间沟　③桡动脉掌浅支　④桡侧腕屈肌腱　⑤舟月骨间掌侧韧带　⑥桡月韧带　⑦正中神经　⑧腕横韧带　⑨月骨　⑩月三角韧带　⑪三角骨　⑫尺动、静脉　⑬尺侧腕屈肌腱　⑭尺神经　⑮尺神经手背支　⑯尺动脉手背支　⑰尺神经手背支　⑱关节盘　⑲尺侧腕伸肌腱　⑳尺神经手背支　㉑小指伸肌腱　㉒背侧桡尺三角韧带　㉓示指伸肌腱　㉔指伸肌腱　㉕舟月骨间背侧韧带　㉖桡侧腕短伸肌腱　㉗拇长伸肌腱　㉘桡侧腕长伸肌腱　㉙手舟骨　㉚桡神经浅支　㉛桡腕关节腔　㉜拇短伸肌腱　㉝拇长展肌腱　㉞桡动、静脉

本断面切及手舟骨（㉙）、月骨（⑨）和三角骨（⑪）。手舟骨与月骨之间有舟月骨间掌侧韧带（⑤）和舟月骨间背侧韧带（㉕）相连，而月骨与三角骨之间则借月三角韧带（⑩）联系。在指伸肌腱（㉔）与舟月骨间背侧韧带之间可见背侧桡尺三角韧带（㉒）越月骨背面及月三角背侧韧带，并与两者相连止于三角骨背面。在手舟骨的掌面，可见桡舟头韧带（①）的断面，其桡侧为桡舟韧带，尺侧借韧带间沟（②）与桡月韧带（⑥）相隔。

桡动、静脉（㉞）走行于拇长展肌腱（㉝）与桡舟头韧带之间，其掌浅支（③）的断面则位于掌面、桡侧腕屈肌腱（④）的桡侧。腕横韧带（⑧）与腕骨间掌侧韧带之间为腕管，有正中神经（⑦）和 9 条指屈肌腱通过。在腕管与尺侧腕屈肌腱（⑬）之间可见尺动、静脉（⑫）与尺神经（⑭）的断面。

2. 经近、远侧列腕骨间横断层解剖（图 17—11）

本断面切及手舟骨（⑤）、头状骨（㉖）、钩骨（⑭）、三角骨（⑳）和豌豆骨（⑱）。腕骨掌侧的韧带由桡侧至尺侧依次可见：桡舟韧带（④），该韧带止于桡侧腕屈肌腱鞘（⑥）及手舟骨结节；桡舟头韧带（⑧），它行经手舟骨腰部的横凹而止于头状骨体掌面的桡侧；三角头韧带（⑬），起自三角骨掌面的桡侧，越钩骨掌面及头状骨掌面尺侧份与桡舟头韧带愈着，该愈着处的下方便为 Poirier 间隙，是头月关节的薄弱区。腕骨间背侧韧带（㉘）起自舟骨结节，止于三角骨背面。豌豆骨与三角骨之间为豌豆骨关节（⑲）。

桡动脉（㉛）位于腕背桡侧，拇短伸肌腱（①）与拇长伸肌腱（㉚）和桡侧腕长伸肌腱（㉙）之间，即位于解剖学“鼻烟窝”内。尺动脉（⑮）与尺神经（⑯）的断面则位居腕横韧带（⑫）与尺侧腕屈肌腱（⑰）之间。腕横韧带与腕骨间掌侧韧带之间为腕管，内有正中神经（⑪）和指屈肌腱通过。

3. 经远侧列腕骨横断层解剖（图 17-12）

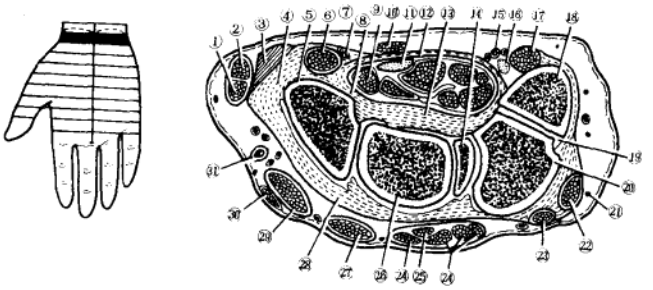


图 17—11　经近、远侧列腕骨间横断面

①拇短伸肌腱　②拇长展肌腱　③拇短展肌　④桡舟韧带　⑤手舟骨　⑥桡侧腕屈肌腱　⑦桡动脉掌浅支　⑧桡舟头韧带　⑨拇长屈肌腱　⑩掌长肌腱　⑪正中神经　⑫腕横韧带　⑬三角头韧带　⑭钩骨　⑮尺动脉　⑯尺神经　⑰尺侧腕屈肌腱　⑱豌豆骨　⑲豌豆骨关节　⑳三角骨　㉑尺神经手背支　㉒尺侧腕伸肌腱　㉓小指伸肌腱　㉔指伸肌腱　㉕示指伸肌腱　㉖头状骨　㉗桡侧腕短伸肌腱　㉘腕骨间背侧韧带　㉙桡侧腕长伸肌腱　㉚拇长伸肌腱　㉛桡动脉

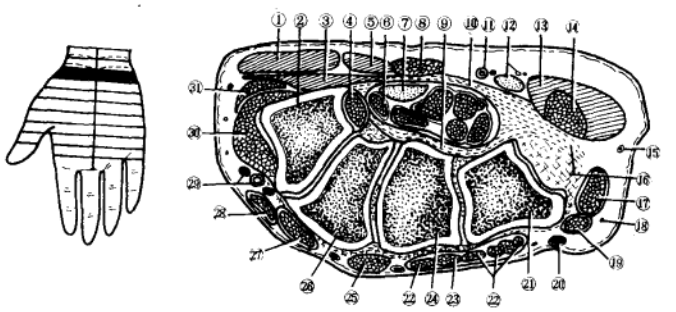


图 17—12　经远侧列腕骨的横断面

①拇短展肌　②大多角骨　③拇对掌肌　④桡侧腕屈肌腱　⑤拇短屈肌　⑥拇长屈肌腱　⑦正中神经　⑧掌长肌腱　⑨腕骨间掌侧韧带　⑩腕横韧带　⑪尺动脉　⑫尺神经及尺动脉掌深支　⑬小指展肌　⑭小指展肌腱　⑮手背静脉　⑯豆钩韧带与豆掌韧带　⑰尺侧腕伸肌腱　⑱尺神经手背支　⑲小指伸肌腱　⑳手背静脉　㉑钩骨　㉒指伸肌腱　㉓示指伸肌腱　㉔头状骨　㉕桡侧腕短伸肌腱　㉖小多角骨　㉗桡侧腕长伸肌腱　㉘拇长伸肌腱　㉙桡动、静脉　㉚拇长展肌腱　㉛拇短伸肌腱

本断面切及大多角骨（②）、小多角骨（㉖）、头状骨（㉔）及钩骨（㉑），它们的背面从桡侧至尺侧分别有拇短伸肌腱（㉛）、拇长展肌腱（㉚）、拇长伸肌腱（㉘）、桡侧腕长、短伸肌腱（㉗、㉕）、指伸肌腱（㉒）、示指伸肌腱（㉓）、小指伸肌腱（⑲）及尺侧腕伸肌腱（⑰）的断面，桡动脉（㉙）走行于拇长伸肌腱与拇长展肌腱、大多角骨之间。大多角骨掌面尺侧的深沟内可见桡侧腕屈肌腱（④）的断面。钩骨与小指展肌（⑬）之间的结构为豆钩韧带与豆掌韧带（⑯）的断面，它们均起自豌豆骨，向下分别止于钩骨钩及第5掌骨底。在腕横韧带（⑩）浅面尺侧、小指展肌（⑬）的桡侧有尺神经（⑫）与尺动脉（⑪）走行。

腕骨掌面与腕横韧带之间有腕管。在腕

管内，正中神经（⑦）的断面位居拇长屈肌腱（⑥）与示、中指指浅屈肌腱之间的浅面，但王启华指出正中神经多位居中、环指指浅屈肌腱的浅面。在腕管内，正中神经的横径为5.4±0.9mm，前后径2.2±0.5mm，面积9.3±3.0mm²。在4.7%的国人中，蚓状肌近端纤维可上延至腕管远侧1/4。拇长屈肌腱在腕管内总是位居桡侧，指浅屈肌腱位居指深屈肌腱的浅面，但示指指浅屈肌腱呈扁平状而夹于中指指浅屈肌腱与示指指深屈肌腱之间，小指指深屈肌腱则位于环指指深屈肌腱的浅面，与小指指浅屈肌腱靠近。

4. 经腕掌关节横断层解剖（图17—13）

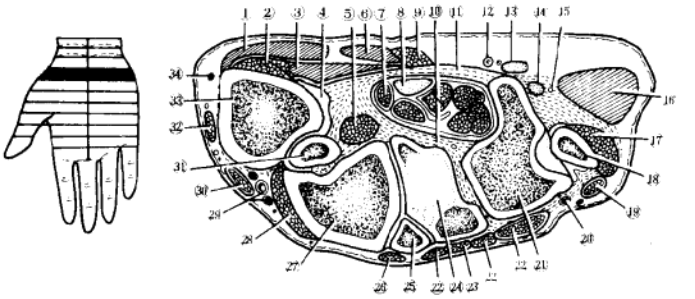


图17—13　经腕掌关节横断面

①拇短展肌　②拇长展肌腱　③拇对掌肌　④拇指腕掌关节　⑤桡侧腕屈肌腱　⑥拇短屈肌腱　⑦拇长屈肌腱　⑧正中神经　⑨掌长肌腱　⑩腕骨间掌侧韧带　⑪腕横韧带　⑫尺动脉　⑬尺神经　⑭尺神经深支　⑮尺动脉掌深支　⑯小指展肌　⑰尺侧腕伸肌腱　⑱第五掌骨底　⑲小指伸肌腱　⑳手背静脉　㉑钩骨　㉒指伸肌腱　㉓示指伸肌腱　㉔头状骨　㉕第三掌骨底　㉖桡侧腕短伸肌腱　㉗第二掌骨底　㉘桡侧腕长伸肌腱　㉙桡动、静脉　㉚拇长伸肌腱　㉛大多角骨　㉜拇短伸肌腱　㉝第一掌骨底　㉞桡神经浅支

本断面切及第1掌骨底（㉝）、大多角骨（㉛）、第2、3掌骨底（㉗、㉕）、头状骨（㉔）、钩骨（㉑）与第5掌骨底（⑱）。拇长展肌腱（②）已止于第1掌骨底的掌面，桡侧腕长伸肌腱（㉘）止于第2掌骨底背面桡侧，而尺侧腕伸肌腱（⑰）则止于第5掌骨底（⑱）尺侧面。

桡动脉（㉙）走行于拇长伸肌腱（㉚）、桡侧腕长伸肌腱与第1掌骨底之间，即将越第1掌骨间隙入手掌面。尺动脉（⑫）与尺神经（⑬）相伴居于钩骨钩的浅面，已分出尺动脉掌深支（⑮）和尺神经深支（⑭）。尺动脉掌深支位于尺神经深支的尺侧，二者相伴走行于钩骨钩与小指展肌（⑯）之间，向下便绕钩骨钩弯向下外，进入手掌。

腕管内的结构大致同上一断面。

5. 经掌骨近侧1/4段横断层解剖（图17—14）

本断面上第1掌骨（㉞）与第5掌骨（⑰）的断面大致呈椭圆形，而第2～4掌骨的断面则呈梯形。于手背，拇短、长伸肌腱（㉝、㉜）的断面居第1掌骨的背侧，指伸肌腱已失去腱鞘，较上一断面分散。于手掌，拇长屈肌腱（⑤）已移至拇收肌（③）与拇对掌肌（②）之间的尺侧端，指浅、深屈肌腱仍相对集中，与在腕管内的排列方式相近，正中神经（⑥）下行于示指指浅、深屈肌腱的浅面、掌腱膜（⑦）的深面。

桡动脉已分出拇主要动脉（㉚），其本干在本断内向尺侧延伸并与尺动脉掌深支吻合

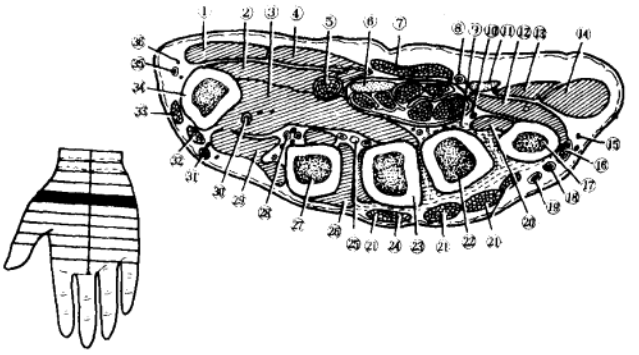


图 17—14　经掌骨近侧 1/4 段横断面

①拇短展肌　②拇对掌肌　③拇收肌　④拇短屈肌　⑤拇长屈肌腱　⑥正中神经　⑦掌腱膜　⑧掌浅弓（尺动脉）　⑨掌骨间掌侧韧带　⑩尺神经深支　⑪尺神经　⑫小指对掌肌　⑬小指短屈肌　⑭小指展肌　⑮尺神经手背支　⑯小指伸肌腱　⑰第五掌骨　⑱小指伸肌腱副腱　⑲手背静脉　⑳第三骨间掌侧肌　㉑指伸肌腱　㉒第四掌骨　㉓第三掌骨　㉔示指伸肌腱　㉕掌心动脉　㉖骨间背侧肌　㉗第二掌骨　㉘掌心动脉　㉙第一骨间背侧肌　㉚拇主要动脉　㉛手背静脉　㉜拇长伸肌腱　㉝拇短伸肌腱　㉞第一掌骨　㉟手背静脉　㊱桡神经浅支

而成掌深弓。于掌深弓上发出三条掌心动脉（㉘、㉕），在本断面上分别位于第 2 掌骨掌面桡侧、第 2、3 掌骨间的掌侧和第 3 掌骨间隙的掌侧，桡侧 2 条掌心动脉掌面被拇收肌横头覆盖。尺动脉（⑧）居掌腱膜与小指指浅屈肌腱之间，其尺侧为尺神经（⑪），尺神经深支（⑩）已移至小指对掌肌（⑫）与第 3 骨间掌侧肌（⑳）之间。

6. 经掌骨中近 1/4 段横断层解剖（图 17—15）

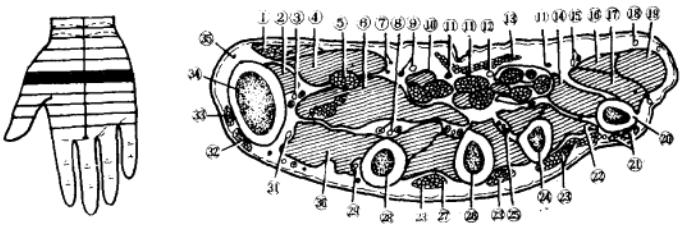


图 17—15　经掌骨中近 1/4 段横断面

①拇短展肌　②拇对掌肌　③拇指指掌桡侧动脉　④拇短屈肌　⑤拇长屈肌腱　⑥拇收肌　⑦拇指指掌侧固有神经　⑧掌心动、静脉　⑨示指指掌桡侧固有神经及指掌侧总动脉　⑩蚓状肌　⑪指掌侧总神经　⑫掌浅弓（尺动脉）　⑬掌腱膜　⑭第三骨间掌侧肌　⑮小指指掌尺侧固有动脉、神经　⑯小指短屈肌　⑰小指对掌肌　⑱手掌浅静脉　⑲小指展肌　⑳第五掌骨　㉑小指伸肌腱　㉒第四骨间背侧肌　㉓指伸肌腱　㉔第四掌骨　㉕掌心动、静脉　㉖第三掌骨　㉗示指伸肌腱　㉘第二掌骨　㉙掌背动脉　㉚第一骨间背侧肌　㉛拇主要动脉　㉜拇长伸肌腱　㉝拇短伸肌腱　㉞第一掌骨　㉟桡神经浅支

在手背侧，拇短、长伸肌腱（㉝、㉜）的　　断面位居第 1 掌骨的背侧，指伸肌腱的断面

更为分散，渐移向相应掌骨。拇长屈肌腱（⑤）位居拇短屈肌（④）与拇收肌（⑥）之间的中份，指浅、深屈肌腱已散开，其间可见蚓状肌（⑩）的断面。

拇主要动脉（㉛）已分出拇指指掌桡侧动脉（③），本干继续走向第1掌骨间隙。三条掌心动脉（⑧、㉕），分别走行于第2掌骨（㉘）的掌面、第2骨间背侧肌与拇收肌横头之间、第3骨间背侧肌与第2骨间掌侧肌之间，向下它们渐移向三条骨间掌侧肌的表面。正中神经已分成拇指指掌侧固有神经（⑦）、示指指掌桡侧固有神经（⑨）及指掌侧总神经（⑪）。掌浅弓（尺动脉）（⑫）位居掌腱膜深面与第3蚓状肌之间，尺神经亦发出指掌侧总神经（⑪）及小指指掌尺侧固有神经（⑯）。

7. 经掌骨中远1/4段横断层解剖（图17—16）

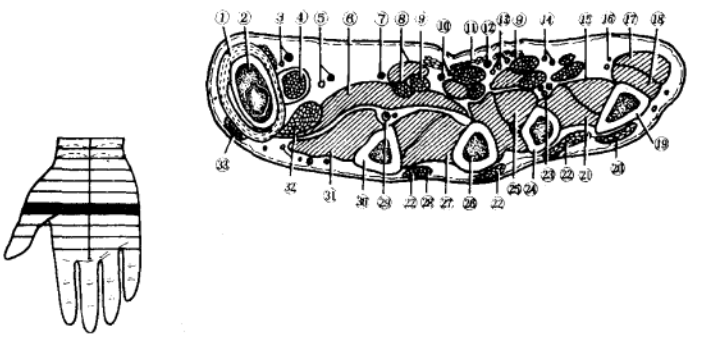


图17—16　经掌骨中远1/4段横断面

①第一掌指关节侧副韧带　②拇指近节指骨底　③拇指指掌桡侧固有动脉、神经　④拇长屈肌腱　⑤拇指指掌尺侧固有动脉和神经　⑥拇收肌　⑦示指桡侧神经　⑧指深屈肌腱与第一蚓状肌　⑨指浅屈肌腱　⑩指掌侧总动脉，神经　⑪掌腱膜　⑫指掌侧总神经　⑬掌浅弓　⑭指掌侧总动脉、神经　⑮第三骨间掌侧肌　⑯小指指掌尺侧固有动脉、神经　⑰小指展肌　⑱小指对掌肌　⑲第五掌骨　⑳小指伸肌腱　㉑第四骨间背侧肌　㉒指伸肌腱　㉓掌心动脉　㉔第四掌骨　㉕第二骨间掌侧肌　㉖第三掌骨　㉗第二骨间背侧肌　㉘示指伸肌腱　㉙掌心动、静脉　㉚第二掌骨　㉛第一骨间背侧肌　㉜拇收肌腱与示指桡侧动脉　㉝拇长伸肌腱

本断面切及第2～4掌骨，但拇指已为近节指骨底。拇短伸肌腱已止于拇指近节指骨底，在第1掌指关节囊（①）的背侧和掌侧分别可见拇长伸肌腱（㉝）及拇长屈肌腱（④）的断面，而拇收肌腱（㉜）的断面位于拇指近节指骨的尺侧，即将止于该节指骨底。指伸肌腱的断面则分别靠近相应掌骨。指浅、深屈肌腱较上一断面更为分散，其间可见蚓状肌（⑧）的断面。

拇主要动脉已分成拇指指掌尺侧固有动脉（⑤）及示指桡侧动脉（㉜），拇指指掌尺侧和桡侧固有动脉（⑤、③）分别由同名神经伴行而位居拇长屈肌腱的两侧。由于掌浅弓（⑬）行程弯曲的缘故，而出现三个血管断面。示指桡侧神经（7）和3条指掌侧总神经（⑩、⑫、⑭）分别位居第1～4蚓状肌的浅面，而小指指掌尺侧固有动脉、神经（⑯）则走行于小鱼际肌的桡侧，动脉位于神经的深面。

8. 经掌骨远侧1/4段横断层解剖（图17—17）

本断面切及第2～5掌骨的远侧1/4段

及拇指的近节指骨（㉛），拇指近节指骨的前、后两面分别有拇长屈肌腱（②）及拇长伸肌腱（㉜）的断面。在掌骨间隙内可见骨间掌、背侧肌的断面，指浅、深屈肌腱呈扁平状，已分别移至相应掌骨的掌侧，其桡侧分别可见第1～4蚓状肌的断面。

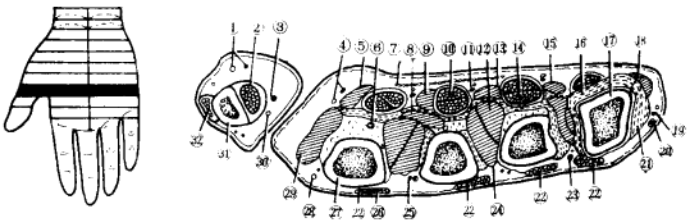


图17—17　经掌骨远侧1/4段横断面

①拇指指掌桡侧固有动脉、神经　②拇长屈肌腱　③拇指指掌尺侧固有神经　④示指桡侧动脉、神经　⑤第一蚓状肌　⑥掌心动脉　⑦掌腱膜　⑧拇收肌横头　⑨第二蚓状肌　⑩指浅屈肌腱　⑪指掌侧总动脉、神经　⑫第二骨间掌侧肌　⑬第三蚓状肌　⑭指深屈肌腱　⑮第四蚓状肌　⑯第五掌指关节掌板　⑰第五掌骨头　⑱小指展肌　⑲小指指背神经　⑳指背静脉　㉑第五掌指关节侧副韧带　㉒指伸肌腱　㉓掌背动脉　㉔第三骨间背侧肌　㉕掌背神经　㉖示指伸肌腱　㉗第二掌骨　㉘掌背动脉　㉙第一骨间背侧肌　㉚拇指指掌尺侧固有动脉　㉛拇指近节指骨　㉜拇长伸肌腱

在拇指断面内，拇指指掌桡、尺侧固有动脉、神经（①、③、㉚）分别走行于拇长屈肌腱的两侧，动脉位于神经的深面。在第2骨间掌侧肌的浅面仍可见掌心动脉（⑥）。示指桡侧动脉、神经（④）沿第1蚓状肌（⑤）表面下行，神经居动脉的浅面，3条指掌侧总动脉、神经（⑪）分别沿第2～4蚓状肌表面下行，神经居动脉的深面。

9. 经掌骨头横断层解剖（图17—18）

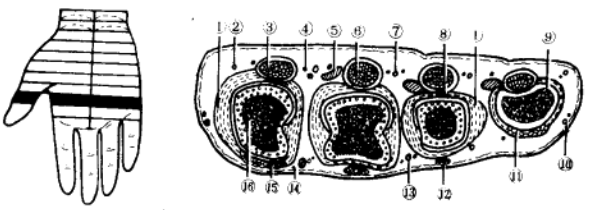


图17—18　经掌骨头横断面

①掌指关节侧副韧带　②示指桡侧动脉　③指浅屈肌腱　④示指指掌尺侧固有神经　⑤第二蚓状肌　⑥指深屈肌腱　⑦指掌侧总动脉　⑧掌指关节掌板　⑨小指近节指骨底　⑩小指指背动脉　⑪指背腱膜　⑫指伸肌腱　⑬指背静脉　⑭指背神经　⑮掌指关节腔　⑯第二掌骨头

本断面切及第2～4掌骨头及掌指关节囊。指伸肌腱已移行为指背腱膜（⑪），指浅、深屈肌腱被腱鞘包绕而分别走行于相应掌骨头的掌面，其桡侧可见蚓状肌（⑤）的断面。指掌侧总神经已分为指掌侧固有神经而走行于指掌侧总动脉（⑦）的两侧。

10. 经近节指骨底横断层解剖（图17—19）

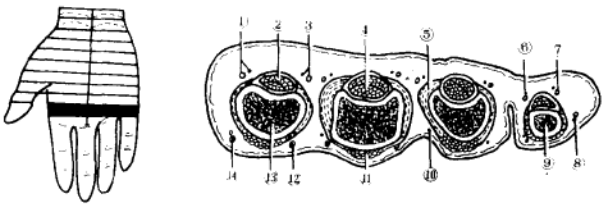


图 17—19　经近节指骨底横断面

①示指指掌桡侧动脉、神经　②指浅屈肌腱　③示指指掌尺侧固有动脉、神经　④指深屈肌腱　⑤第三蚓状肌肌腱　⑥小指指掌桡侧固有神经　⑦小指指掌尺侧固有动脉　⑧小指指背动脉　⑨小指近节指骨　⑩指背神经　⑪指背腱膜　⑫指背静脉　⑬示指近节指骨底　⑭示指指背动脉

本断面切及第2～4近节指骨底，指骨背侧有指背腱膜附着，掌侧凹陷容指浅、深屈肌腱（②、④）通过。指掌侧总动脉已分为指掌侧固有动脉，与相应的神经相伴走行于指骨的桡、尺侧缘，而动脉总较神经更靠各指的边缘。

11. 经近节指骨中份横断层解剖（图17—20）

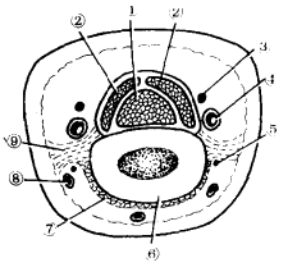


图 17—20　经近节指骨中份横断面

①指深屈肌腱　②指浅屈肌腱　③指掌侧固有神经　④指掌侧固有动脉　⑤指背神经　⑥近节指骨　⑦指背腱膜　⑧指背静脉　⑨皮系韧带

指骨的背侧有指背腱膜（⑦）附着，两侧有皮系韧带（⑨）连于皮肤。指骨的掌侧有指浅、深屈肌腱（②、①）经过，此处指浅屈肌腱已分为两股而位于指深屈肌腱的浅面。手指腱鞘的两侧分别有指掌侧固有动脉、神经（③、④）走行，神经居动脉的浅面。

12. 经中节指骨中份横断层解剖（图17—21）

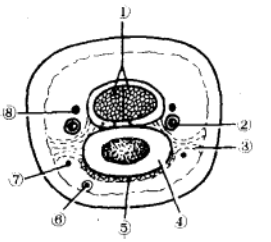


图 17—21　经中节指骨中份横断面

①指深屈肌腱　②指掌侧固有动脉　③皮系韧带　④中节指骨　⑤指背腱膜　⑥指背静脉　⑦指背神经　⑧指掌侧固有神经

指骨的背侧有指背腱膜（⑤）附着，可见指背静脉（⑥）的断面，两侧借皮系韧带（③）连于皮肤。手指腱鞘内仅见指深屈肌腱（①）的断面，并借腱系膜连于指骨。指骨掌面两侧分别可见指掌桡、尺侧固有动脉（②）的断面，指掌侧固有神经（⑧）则位于相应动脉的浅面。

13. 经远节指骨横断层解剖（图17—22）

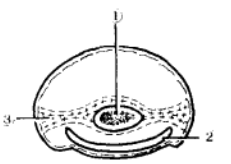


图 17—22　经远节指骨横断面

①远节指骨　②甲床　③皮系韧带

指骨断面（①）已很小，其背侧为甲床（②），两侧仍可见皮系韧带（③），此处血管、神经已变细小，不易辨认。

（二）手连续矢状断层解剖

取成人手，将掌中线桡侧手掌分为5等分、尺侧手掌分为4等分，低温冰冻后，制成手连续矢状断层标本，以每一断层的桡侧面绘图。

1. 经拇指矢状断层解剖（图17—23）

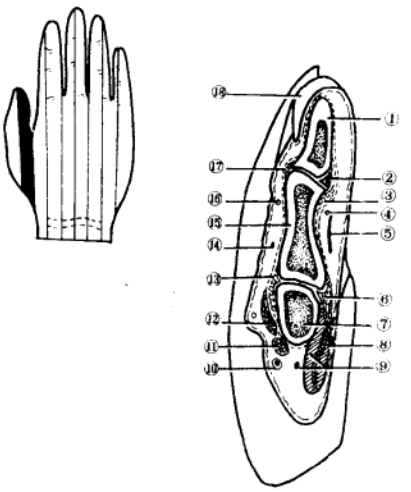


图17—23　经拇指矢状断面

①拇指远节指骨　②籽骨　③拇指指间关节掌板　④拇指指掌桡侧固有动脉　⑤拇指指掌桡侧固有神经　⑥第一掌指关节掌板　⑦第一掌骨头　⑧拇短展肌　⑨桡神经浅支与拇对掌肌　⑩指背静脉　⑪拇短伸肌腱　⑫拇长伸肌腱　⑬第一掌指关节背侧韧带　⑭指背神经　⑮拇指近节指骨　⑯指背动脉　⑰拇指指间关节背侧韧带　⑱指甲

本断面恰切及第1掌骨头（⑦）与拇指近、远节指骨（⑮、①）。掌指关节及指间关节关节囊的背侧均有背侧韧带（⑬、⑰）加强，掌侧均有掌侧韧带，即掌板（⑥、③）加强，尚有一切面呈三角形的籽骨（②）参与指间关节的构成。

指背可见指背动、静脉（⑯、⑩）与指背神经（⑭）的断面。拇长伸肌腱（⑫）与拇短伸肌（⑪）的断面见于第1掌骨头背侧。近节指骨的掌侧有指掌桡侧固有动脉（④）、神经（⑤）的断面。拇短展肌（⑧）的肌腱跨越掌指关节止于近节指骨底，其深面的拇对掌肌（⑨）止于第1掌骨。

2. 经拇、示指间矢状断层解剖（图17—24）

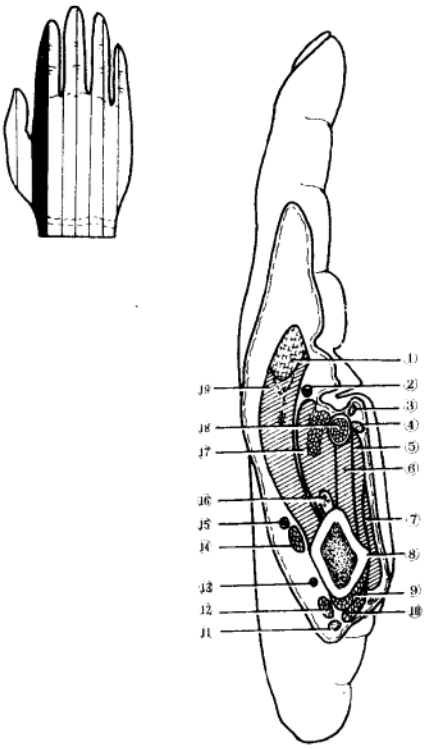


图17—24　经拇、示指间矢状断面

①第二掌指关节侧副韧带　②示指桡侧动脉　③拇指指掌尺侧固有神经　④拇指指掌桡侧固有神经　⑤拇短屈肌　⑥拇对掌肌　⑦拇短展肌　⑧第一掌骨底　⑨拇长展肌腱　⑩拇短伸肌腱　⑪桡神经浅支　⑫拇短伸肌副腱　⑬手背静脉　⑭拇长伸肌腱　⑮拇主要动脉　⑯拇指指掌桡侧固有动脉　⑰拇收肌　⑱拇长屈肌腱　⑲第一骨间背侧肌

本断面切及第1掌骨底（⑧）附近，其掌面由背至掌有五层肌：第1骨间背侧肌

(⑲)、拇收肌（⑰）、拇对掌肌（⑥）、拇短屈肌（⑤）及拇短展肌（⑦）的断面，拇长屈肌腱（⑱）行于拇对掌肌远侧、拇短屈肌与拇收肌之间。拇长展肌腱(⑨)止于第1掌骨底，其浅面可见拇短伸肌腱（⑩）及其副腱（⑫）及桡神经浅支（⑪）。

拇主要动脉（⑮）在本断层内于第2掌骨底处发自桡动脉，起始段行于第1骨间背侧肌浅面，然后入上一断层内的拇收肌与第1骨间背侧肌之间，分出拇指指掌尺侧固有动脉和示指桡侧动脉（②），而拇指指掌桡侧固有动脉（⑯）直接发自桡动脉。拇指指掌尺、桡侧固有神经（③、④）的断面位居拇长屈肌腱的浅面、拇短屈肌的远侧。

3. 经示指矢状断层解剖（图17—25）

本断面切及桡骨茎突（⑯）、大、小多角骨（㉑、⑳）、手舟骨（⑭）、第2掌骨（㉕）及近、中、远节指骨（⑤、㉜、①）。

手背主要为桡侧腕长伸肌腱（⑰）、拇长伸肌腱（⑲）和示指伸肌腱（㉘）的断面。各节指骨的掌侧主要为指浅、深屈肌腱（④、③），第2掌骨掌侧的肌大致分四层排列，由背至掌侧依次为：第1骨间掌侧肌（㉗）、拇收肌（㉖）与第1蚓状肌（⑧）、拇短屈肌（⑪）与拇对掌肌（⑬）、拇短展肌（⑬）。

桡动脉（⑮）本干位居桡骨茎突与手舟骨之间，由右上走向左下。掌深弓（㉓）居于第2掌骨上1/3段下份的掌侧、拇收肌与第1骨间掌侧肌之间，并向下发出掌心动脉（㉔、⑦）。拇指指掌尺侧固有神经（㉖）位居拇收肌浅面、拇短屈肌远侧，其浅面为拇指指掌桡侧固有神经（⑩），其远侧为示指指掌桡侧固有神经（⑨）。

4. 经示、中指间矢状断层解剖（图17—26）

本断面切及桡骨（⑲）、手舟骨（㉒）、小多角骨（⑬）和第2掌骨底（㉕）。桡骨与手舟骨之间为桡腕关节腔，手舟骨与小多角骨之间为腕中关节，小多角骨与第2掌骨底之间为示指腕掌关节，这些关节分别被掌侧韧带和背侧韧带加强。

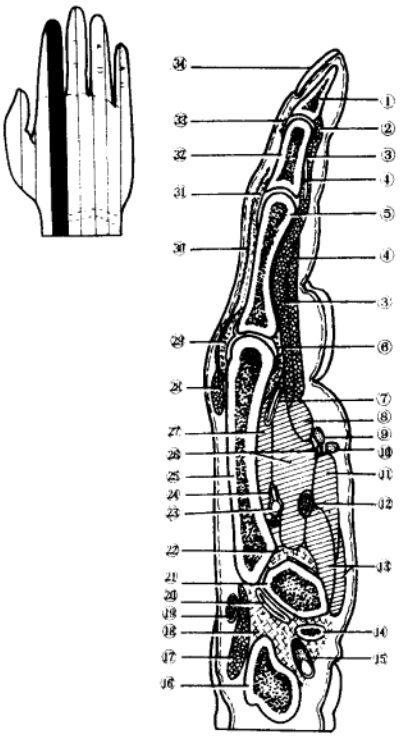


图17—25　经示指矢状断面

①示指远节指骨　②远侧指间关节掌板　③指深屈肌腱　④指浅屈肌腱　⑤示指近节指骨　⑥第二掌指关节掌板　⑦掌心动脉　⑧第一蚓状肌　⑨示指桡侧神经　⑩拇指指掌桡侧固有神经　⑪拇短屈肌　⑫拇长屈肌腱　⑬拇对掌肌与拇短展肌　⑭手舟骨　⑮桡动脉　⑯桡骨茎突　⑰桡侧腕长伸肌腱　⑱腕关节桡侧副韧带　⑲拇长伸肌腱　⑳小多角骨　㉑大多角骨　㉒拇指腕掌关节囊　㉓掌深弓　㉔掌心动脉　㉕第二掌骨　㉖拇收肌与拇指指掌尺侧固有神经　㉗第一骨间掌侧肌　㉘示指伸肌腱　㉙第二掌指关节背侧韧带　㉚指背腱膜　㉛近侧指间关节背侧韧带　㉜示指中节指骨　㉝远侧指间关节背侧韧带　㉞指甲

掌深弓（㉖）和尺神经深支（㉗）相伴行于第2掌骨底远侧、第1骨间掌侧肌

（㉙）与拇收肌（⑦）之间，拇收肌与鱼际肌（⑩）之间为拇长屈肌腱（⑪）、示指指浅、深屈肌腱（⑥、⑨）和正中神经（⑧）。示指指掌尺侧固有神经（⑤）行于中指指掌桡侧固有神经（④）的近侧，二者共同位于第 2 蚓状肌（③）的浅面。

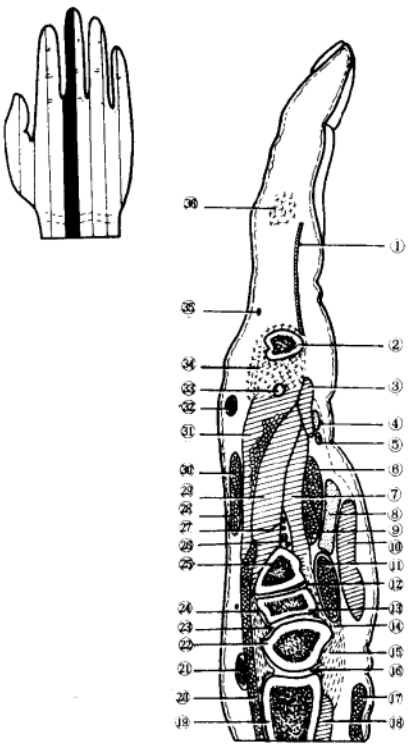


图 17—26　经示、中指间矢状断面

①中指指掌桡侧固有动脉　②中指近节指骨底　③第二蚓状肌　④中指指掌桡侧固有神经　⑤示指指掌尺侧固有神经　⑥示指指浅屈肌腱　⑦拇收肌　⑧正中神经　⑨示指指深屈肌腱　⑩鱼际肌　⑪拇长屈肌腱　⑫示指腕掌关节　⑬小多角骨　⑭腕骨间掌侧韧带　⑮桡腕掌侧韧带　⑯桡腕关节　⑰桡侧腕屈肌　⑱旋前方肌　⑲桡骨　⑳桡侧腕短伸肌腱　㉑拇长伸肌腱　㉒手舟骨　㉓腕中关节　㉔腕骨间背侧韧带　㉕第二掌骨底　㉖掌深弓　㉗尺神经深支　㉘指伸肌腱　㉙第一骨间掌侧肌　㉚示指伸肌腱　㉛第二骨间背侧肌　㉜指背静脉　㉝第三掌骨头　㉞第三掌指关节侧副韧带　㉟指背神经　㊱中指近侧指间关节侧副韧带

5. 经中指矢状断层解剖（图 17—27）

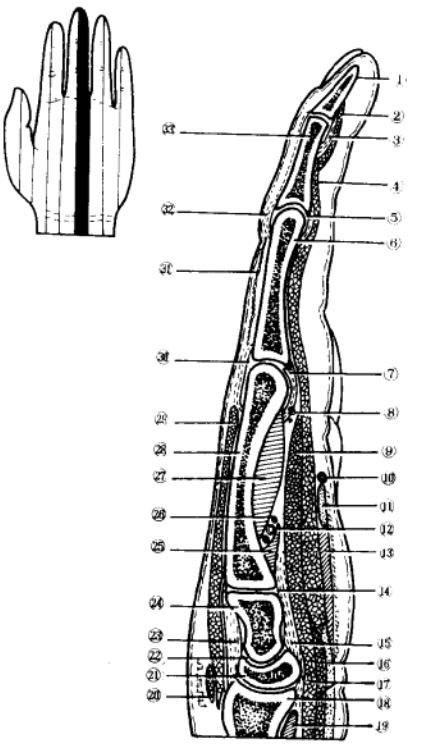


图 17—27　经中指矢状断面

①中指远节指骨　②指深屈肌腱　③中指远侧指间关节掌板　④指浅屈肌腱　⑤中指近侧指间关节腔　⑥中指近节指骨头　⑦第三掌指关节掌板　⑧中指指掌尺侧固有动脉　⑨指深屈肌腱　⑩掌浅弓　⑪指掌侧总神经　⑫掌深弓　⑬鱼际肌　⑭中指腕掌关节腔　⑮腕骨间掌侧韧带　⑯正中神经　⑰示指指浅、深屈肌腱　⑱桡骨　⑲旋前方肌　⑳示指伸肌腱　㉑月骨　㉒腕中关节　㉓腕骨间背侧韧带　㉔头状骨　㉕拇收肌斜头　㉖尺神经深支　㉗拇收肌横头　㉘第三掌骨　㉙指伸肌腱　㉚第三掌指关节腔　㉛指背腱膜　㉜中指近侧指间关节背侧韧带　㉝中指中节指骨

本断面切及桡骨（⑱）、月骨（㉑）、头状骨（㉔）、第 3 掌骨（㉘）和中指的近、中、远节指骨（⑥、㉝、①）。桡骨与月骨之间为桡腕关节，月骨与头状骨之间为腕中关节，头状骨与第 3 掌骨之间为中指腕掌关节，近、中、远节指骨之间有近、远侧指间关节，这

些关节的前、后两侧分别被掌侧韧带和背侧韧带予以加强。

手背侧主要为指伸肌腱（㉙）和示指伸肌腱（⑳）。近、中、远节指骨的掌侧为指浅、深屈肌腱。第3掌骨的掌侧由深至浅依次有：拇收肌（㉗、㉕）、指深屈肌腱（⑨）、指浅屈肌腱（④）和鱼际肌（⑬），拇收肌横头与斜头之间有掌深弓（⑫）和尺神经深支（㉖）穿行，掌浅弓（⑩）则行于掌腱膜与指浅屈肌之间。腕骨的掌侧由浅入深依次可见鱼际肌、正中神经（⑯）、示指指浅、深屈肌腱（⑰）。

6. 经中、环指间矢状断层解剖（图17—28）

本断面切及桡骨（⑲）、月骨（⑰）、三角骨（㉒）、钩骨（㉔）、第4掌骨（㉘、㉛）与环指近节指骨底（③）。桡骨与月骨之间为桡腕关节，三角骨与月骨及三角骨与钩骨之间为腕中关节，钩骨与第4掌骨底之间为环指腕掌关节，第4掌骨头（㉛）与环指近节指骨底（③）之间为第4掌指关节（④）。

第4掌骨两侧有第3骨间背侧肌（㉙）和第2骨间掌侧肌（㉚）。第2骨间掌侧肌与环指指浅、深屈肌腱之间有掌深弓（⑪）、尺神经深支（㉗）和第3掌心动脉（⑧）走行。钩骨钩的浅面与掌腱膜（⑨）之间有尺动脉经过，而腕骨掌侧的肌腱则主要为小指指浅、深屈肌腱（⑭）、中指指深屈肌腱（⑱）和环指指浅屈肌腱（⑮）。

7. 经环指矢状断层解剖（图17—29）

本断面切及尺骨（㉔）、三角骨（㉗）、豌豆骨（⑲）、钩骨（㉙）、第5掌骨底（㉛）、第4掌骨头（㉞）与环指的近、中、远节指骨（㊱、④、②）。尺骨远端可见关节盘（㉕），此关节盘已近尺骨茎突处，所以较厚。豌豆骨与三角骨之间为豌豆骨关节，此关节的远侧可见豆钩韧带（㉘）连于豌豆骨与钩骨之间，豆掌韧带（⑰）连于豌豆骨与第5掌骨底之间，豆钩韧带和豆掌韧带可视作尺侧腕屈肌腱（㉑）向下的延续。

尺侧腕屈肌腱深面有尺动脉（㉒）及其尺侧的尺神经（⑳）下行，掌短肌（⑬）的

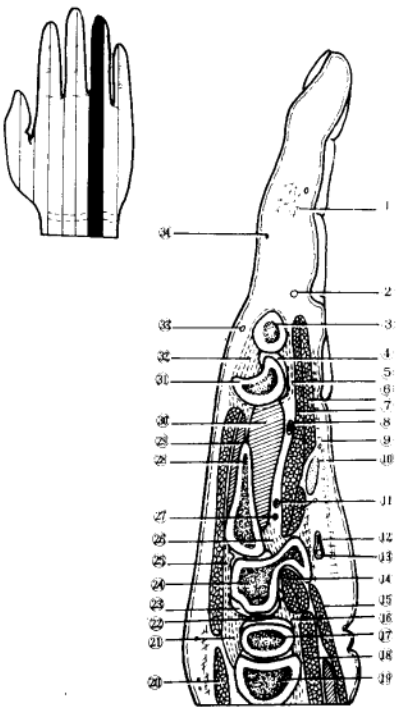


图17—28　经中、环指间矢状断面

①环指近侧指间关节侧副韧带　②环指指掌桡侧固有动脉　③环指近节指骨底　④第四掌指关节腔　⑤第四掌指关节掌板　⑥环指指浅屈肌腱　⑦环指指深屈肌腱　⑧掌心动脉　⑨掌腱膜　⑩指掌侧总神经　⑪掌深弓与小指屈肌腱　⑫指掌侧总动脉　⑬尺动脉　⑭小指指深、浅屈肌腱　⑮环指指浅屈肌腱　⑯腕骨间掌侧韧带　⑰月骨　⑱中指指深屈肌腱　⑲桡骨　⑳指伸肌腱　㉑腕骨间背侧韧带　㉒三角骨　㉓腕中关节　㉔钩骨　㉕环指腕掌关节背侧韧带　㉖环指腕掌关节掌侧韧带　㉗尺神经深支　㉘第四掌骨　㉙第三骨间背侧肌　㉚第二骨间掌侧肌　㉛第四掌骨头　㉜第四掌指关节囊　㉝指背动脉　㉞指背神经

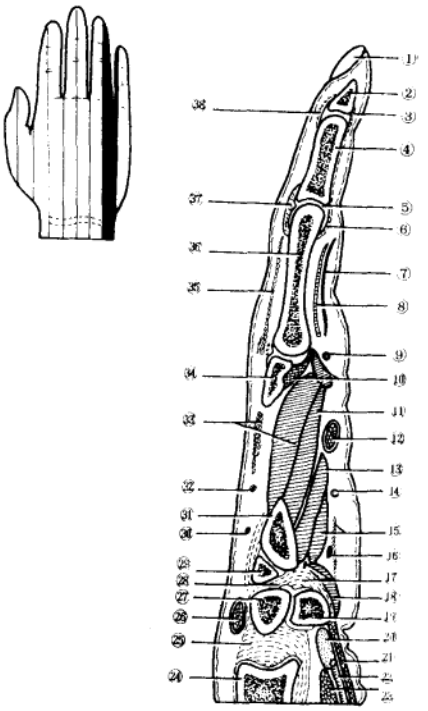


图 17—29　经环指矢状断面

①指甲　②环指远节指骨　③环指远侧指间关节掌板　④环指中节指骨　⑤环指近侧指间关节腔　⑥环指近侧指间关节掌板　⑦环指指掌尺侧固有神经　⑧环指指掌尺侧固有动脉　⑨小指指掌桡侧固有动脉　⑩第四掌指关节掌板和第四蚓状肌　⑪第三骨间掌侧肌　⑫小指指浅、深屈肌腱　⑬小指对掌肌　⑭指掌侧总神经　⑮小指短屈肌与掌短肌　⑯尺神经浅支　⑰豆掌韧带与尺神经小鱼际肌支　⑱小指展肌　⑲豌豆骨　⑳尺神经　㉑尺侧腕屈肌腱　㉒尺动脉　㉓小指指深屈肌腱　㉔尺骨　㉕关节盘　㉖指伸肌腱　㉗三角骨　㉘豆钩韧带　㉙钩骨　㉚指背神经　㉛第五掌骨底　㉜指背动脉　㉝指伸肌腱与第四骨间背侧肌　㉞第四掌骨头　㉟指背腱膜　㊱环指近节指骨　㊲环指近侧指间关节背侧韧带　㊳环指远侧指间关节背侧韧带

深面可见尺神经浅支（⑯）。此断面上的肌由背侧至掌侧分五层排列：第 4 骨间背侧肌（㉝）、第 3 骨间掌侧肌（⑪）、小指对掌肌（⑬）、小指短屈肌（⑮）和掌短肌。在近节指骨的掌面可见环指指掌尺侧固有动脉（⑧）及其浅面的环指指掌尺侧固有神经（⑦），而小指指掌桡侧固有动脉（⑨）则行于第 4 掌指关节的掌面。

8. 经小指矢状断层解剖（图 17—30）

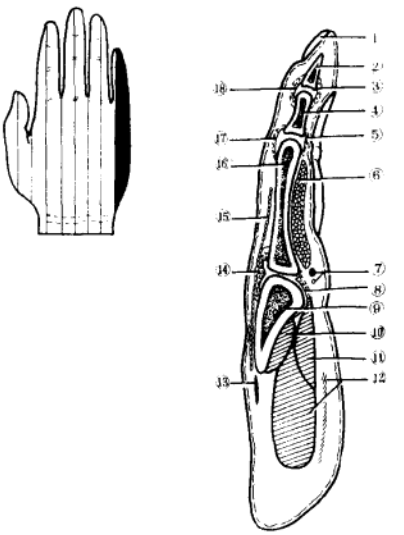


图 17—30　经小指矢状断面

①指甲　②小指远节指骨　③小指远侧指间关节掌板　④小指中节指骨　⑤小指近侧指间关节掌板　⑥指深屈肌腱　⑦小指指掌尺侧固有动脉、神经　⑧第五掌指关节掌板　⑨第五掌骨头　⑩小指对掌肌　⑪小指短屈肌　⑫小指展肌与掌短肌　⑬尺神经手背支　⑭第五掌指关节背侧韧带　⑮指背腱膜　⑯小指近节指骨　⑰小指近侧指间关节背侧韧带　⑱小指远侧指间关节背侧韧带

本断面切及第 5 掌骨头（⑨）及小指近、中、远节指骨（⑯、④、②）。手背主要有尺神经手背支（⑬）和指背腱膜（⑮），近节指骨的掌侧为指深肌腱（⑥），第 5 掌骨的掌侧可见三层肌，由浅至深依次为：掌短肌（⑫）、小指短屈肌（⑪）和小指展肌（⑫）、小指对掌肌（⑩）。小指指掌尺侧固有动脉、神经（⑦）的断面则见于第 5 掌指关节的掌侧。

（三）手连续斜状断层解剖之一（从桡侧斜向尺侧）

取成人手，与掌中线成45°角从桡侧斜向尺侧将掌中线分成4等分，低温冰冻后，制成手连续斜状断层标本，以每一断层的近侧面绘图。

1. 经拇指近节指骨底及豌豆骨斜断层解剖（图17—31）

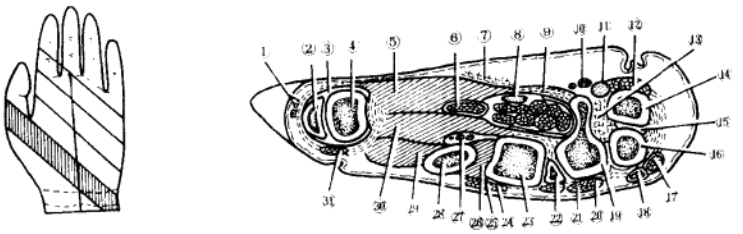


图17—31　经拇指近节指骨底及豌豆骨斜断面

①拇指指背动脉、神经　②拇指近节指骨底　③第一掌指关节腔　④第一掌骨头　⑤拇短屈肌　⑥拇长屈肌腱　⑦掌腱膜　⑧正中神经　⑨腕横韧带　⑩尺动脉　⑪尺神经　⑫尺侧腕屈肌腱　⑬豆钩韧带　⑭豌豆骨　⑮豌豆骨关节　⑯三角骨　⑰尺侧腕伸肌腱　⑱小指伸肌腱　⑲钩骨　⑳小指指伸肌腱　㉑环指指伸肌腱　㉒头状骨　㉓第三掌骨底　㉔示指伸肌腱　㉕示指指伸肌腱　㉖骨间肌　㉗掌深弓　㉘第二掌骨　㉙第一骨间背侧肌　㉚拇收肌　㉛拇长伸肌腱

该断面切及拇指近节指骨底（②）、第1掌骨头（④）、第2掌骨体（㉘）、第3掌骨底（㉓）、头状骨（㉒）、钩骨（⑲）、三角骨（⑯）及豌豆骨（⑭）。拇指近节指骨底与第1掌骨头构成第1掌指关节，豌豆骨与三角骨之间为豌豆骨关节。

手背从桡侧至尺侧依次可见：拇长伸肌腱（㉛）、示指伸肌腱（㉕）、指伸肌腱（㉔）、（㉑）、（⑳）、小指伸肌腱（⑱）和尺侧腕伸肌腱（⑰）。在手掌侧，拇长屈肌腱（⑥）已离开腕管走向拇短屈肌（⑤）与拇收肌（㉚）之间。腕管内可见浅面的正中神经（⑧）及浅、深二层规则排列的指浅、深屈肌腱。豌豆骨与钩骨钩之间为豆钩韧带（⑬）。在拇收肌横头深面、第2掌骨体掌面之间可见掌深弓（㉗）的断面，钩骨钩的掌面有尺动脉（⑩）及其尺侧的尺神经（⑪）经过。尺侧腕屈肌腱（⑫）已止于豌豆骨。

2. 经拇指近节指骨中份及钩骨斜断层解剖（图17—32）

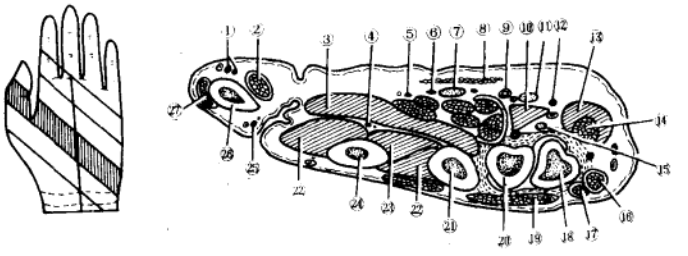


图17—32　经拇指近节指骨中份及钩骨斜断面

①拇指指掌桡侧固有动脉、神经　②拇长屈肌腱　③拇收肌　④掌心动脉　⑤指掌侧总神经　⑥指掌侧总神经　⑦正中神经　⑧掌腱膜　⑨掌浅弓　⑩小指对掌肌　⑪尺神经　⑫小指指掌尺侧固有动脉　⑬小指展肌　⑭小指展肌腱　⑮尺动脉掌深支和尺神经深支　⑯尺侧腕伸肌腱　⑰小指伸肌腱　⑱钩骨　⑲指伸肌腱　⑳第四掌骨底　㉑第三掌骨体　㉒骨间背侧肌　㉓骨间掌侧肌　㉔第二掌骨体　㉕拇指指掌尺侧固有动脉、神经　㉖拇指近节指骨　㉗拇长伸肌腱

本断面切及拇指近节指骨（㉕）、第2、3掌骨体（㉔、㉑）、第4掌骨底（⑳）和钩骨（⑱）。第4掌骨底与钩骨之间为环指腕掌关节。

手背从桡侧至尺侧依次可见拇长伸肌腱（㉗）、示指伸肌腱、指伸肌腱（⑲）、小指伸肌腱（⑰）和尺侧腕伸肌腱（⑯）的断面。在拇指断面内，于拇长屈肌腱（②）两侧，有拇指指掌侧固有动脉、神经（①）、（㉕）经过。

指屈肌腱较上一断面分散，它们与掌腱膜（⑧）之间可见正中神经（⑦）及它分出的指掌侧总神经（⑤）、（⑥）。掌浅弓（⑨）位于掌腱膜深面。尺神经深支和尺动脉掌深支（⑮）走行于小指对掌肌（⑩）与环指腕掌关节之间，向桡侧延伸。掌心动脉（④）穿行于拇收肌（③）深面与第2掌骨掌面之间。

3. 经示指近节指骨底和第5掌骨近1/3段斜断层解剖（图17—33）

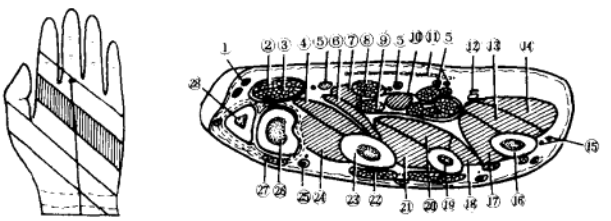


图17—33　经示指近节指骨底和第5掌骨近1/3段斜断面

①示指桡侧神经　②示指指浅屈肌腱　③示指指深屈肌腱　④第一骨间掌侧肌　⑤指掌侧总神经、动脉　⑥拇收肌　⑦第二蚓状肌　⑧中指指浅屈肌腱　⑨中指指深屈肌腱　⑩第三蚓状肌　⑪掌腱膜　⑫小指指掌尺侧固有动脉、神经　⑬小指对掌肌　⑭小指展肌　⑮手背动脉、神经　⑯第五掌骨体　⑰第三骨间掌侧肌　⑱第四骨间背侧肌　⑲第四掌骨体　⑳第二骨间掌侧肌　㉑第三骨间背侧肌　㉒中指指伸肌腱　㉓第三掌骨体　㉔第二骨间背侧肌　㉕手背静脉　㉖第二掌骨头　㉗示指伸肌腱　㉘示指近节指骨底

本断面切及示指近节指骨底（㉘）、第2掌骨头（㉖）及第3、4、5掌骨体（㉓）、（⑲）、（⑯），示指近节指骨底和第2掌骨头之间为第2掌指关节。

手背从桡侧至尺侧依次可见示指伸肌腱（㉗）、指伸肌腱和小指伸肌腱的断面，尺侧腕伸肌腱已止于第5掌骨底。第2、3、4掌骨间隙内，骨间掌、背侧肌的断面规则排列。

示指与中指的指浅、深层肌腱的断面已移至相应掌骨的掌面，在中、环指指屈肌腱的桡侧分别有第2、3蚓状肌（⑦、⑩）出现。掌腱膜（⑪）深面，掌浅弓已分出指掌侧总动脉（⑤），正中神经也分出了指掌侧总神经。

4. 经示指近节指骨中份和第5掌骨中份斜断层解剖（图17—34）

本断面切及示指近节指骨体（⑱）、中指近节指骨底（⑰）、第3掌骨头（⑯）及第4、5掌骨体（⑭、⑩），中指近节指骨底与第3掌骨头之间为第3掌指关节。

手背侧，示指伸肌腱已移行为指背腱膜，向尺侧依次可见中、环、小指指伸肌腱与小指伸肌腱（⑪）的断面。第4掌骨间隙内仍可见骨间掌、背侧肌（⑤、⑫），第5掌骨体掌面出现小指展肌（⑧）与小指对掌肌（⑦）的断面。

示指指屈肌腱（①）已移至近节指骨掌面的凹陷内，中、环指指屈肌腱仅移至相应

掌骨的掌面。在环、小指指屈肌腱的桡侧第3、4蚓状肌（④）的断面清晰可辨。本断面上指掌侧总动脉、神经已分为指掌侧固有动脉、神经（②）。

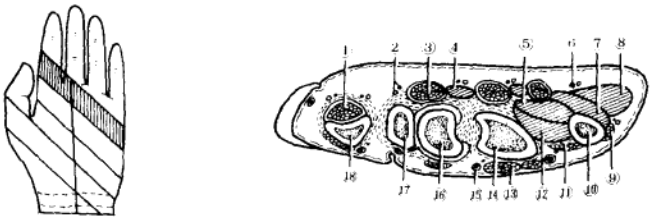


图 17—34　经示指近节指骨中份和第5掌骨中份斜断面

①指浅屈肌腱　②指掌侧固有动脉、神经　③指深屈肌腱　④第三蚓状肌　⑤骨间掌侧肌　⑥小指指掌尺侧固有神经　⑦小指对掌肌　⑧小指展肌　⑨手背神经　⑩第五掌骨体　⑪小指伸肌腱　⑫骨间背侧肌　⑬环指指伸肌腱　⑭第四掌骨体　⑮手背静脉　⑯第三掌骨头　⑰中指近节指骨底　⑱示指近节指骨

（四）手连续斜状断层解剖之二（从尺侧斜向桡侧）

取成人手，与掌中线成45°角从尺侧斜向桡侧将掌中线分为4等分，低温冰冻后，制成手连续斜状断层标本，以每一断层的近侧面绘图。

1. 经第5掌骨底和手舟骨斜断层解剖（图17—35）

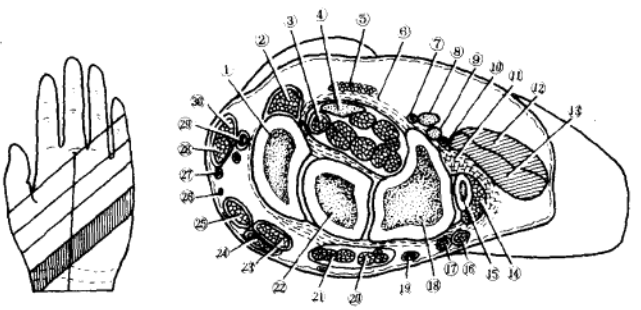


图 17—35　经第5掌骨底和手舟骨斜断面

①手舟骨　②桡侧腕屈肌腱　③拇长屈肌腱　④正中神经　⑤掌腱膜　⑥腕横韧带　⑦尺动脉　⑧尺神经　⑨尺神经深支　⑩尺动脉掌深支　⑪小指腕掌关节囊　⑫小指展肌　⑬小指对掌肌　⑭尺侧腕伸肌腱　⑮第五掌骨底　⑯小指伸肌腱　⑰小指指伸肌腱　⑱钩骨　⑲手背静脉　⑳环指指伸肌腱　㉑示指伸肌腱　㉒头状骨　㉓桡侧腕短伸肌腱　㉔拇长伸肌腱　㉕桡侧腕长伸肌腱　㉖桡神经浅支　㉗手背静脉　㉘拇短伸肌腱　㉙桡动脉　㉚拇长展肌腱

本断面切及第5掌骨底（⑮）、钩骨（⑱）、头状骨（㉒）和手舟骨（①），钩骨与第5掌骨底构成小指腕掌关节。

于手背，从桡侧至尺侧依次可见拇长展肌腱（㉚）、拇短伸肌腱（㉘）、桡侧腕长伸肌腱（㉕）、拇长伸肌腱（㉔）、桡侧腕短伸

肌腱（㉓）、指伸肌腱和小指伸肌腱（⑯）的断面，尺侧腕伸肌腱（⑭）已止于第5掌骨底尺侧面。拇长展肌腱和拇短伸肌腱与手舟骨之间。有桡动脉（㉙）下行。

桡侧腕屈肌腱（②）于手舟骨的掌面下行。在腕管内，拇长屈肌腱（③）位居桡侧，指浅、深屈肌腱分两层排列，但示指指浅屈肌腱呈扁平状夹于中指指浅屈肌腱和示指指深屈肌腱之间。正中神经（④）紧贴腕横韧带（⑥）的深面、拇长屈肌腱、示指指浅屈肌腱和中指指浅屈肌腱的浅面下行。钩骨钩的浅面有尺动脉（⑦）下行，其尺侧可见尺神经（⑧）的断面。尺动脉掌深支（⑩）和尺神经深支（⑨）已分出，正在弯绕钩骨钩。小鱼际肌（⑫、⑬）已出现。

2. 经第5掌骨体和大多角骨斜断层解剖（图17—36）

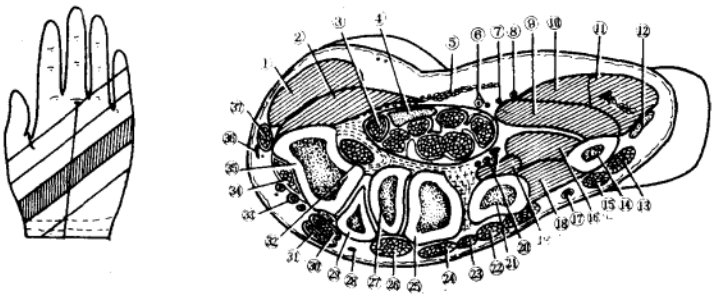


图17—36　经第5掌骨体和大多角骨斜断面

①拇短展肌　②拇对掌肌　③拇长屈肌腱　④正中神经　⑤掌腱膜　⑥指掌侧总神经与掌浅弓　⑦小指指掌尺侧固有神经　⑧小指指掌尺侧固有动脉　⑨小指对掌肌　⑩小指短屈肌　⑪小指展肌　⑫尺神经手背支　⑬小指伸肌腱　⑭第五掌骨体　⑮小指指伸肌腱　⑯骨间掌侧肌　⑰手背静脉　⑱骨间背侧肌　⑲第二骨间掌侧肌　⑳尺动脉掌深支与尺神经深支　㉑第四掌骨底　㉒中指指伸肌腱　㉓示指伸肌腱　㉔示指指伸肌腱　㉕第三掌骨底　㉖桡侧腕短伸肌腱　㉗第二掌骨底　㉘手背神经　㉙小多角骨　㉚桡侧腕长伸肌腱　㉛拇长伸肌腱　㉜桡侧腕屈肌腱　㉝桡动脉　㉞拇长展肌腱　㉟大多角骨　㊱桡神经浅支　㊲拇短伸肌腱

本断面切及第5掌骨体（⑭）、第4、3、2掌骨底（㉑、㉕、㉗）、小多角骨（㉙）和大多角骨（㉟），第5掌骨体与第4掌骨底之间可见第3骨间掌侧肌（⑯）和第4骨间背侧肌（⑱）的断面。第2骨间掌侧肌（⑲）的断面较小，出现于第4掌骨底的掌面。

于手背，从桡侧至尺侧依次可见：拇短伸肌腱（㊲）、拇长展肌腱（㉞）、拇长伸肌腱（㉛）及其深面的桡侧腕长伸肌腱（㉚）、桡侧腕短伸肌腱（㉖）、指伸肌腱和示指伸肌腱、小指伸肌腱（⑬）的断面。桡神经手背支（㊱、㉘）和尺神经手背支（⑫）的断面清晰可辨，并可见手背静脉（⑰）的管腔。桡动脉（㉝）由两条静脉相伴走行于大多角骨的浅面、拇长展肌腱和拇长伸肌腱之间，即位于解剖学鼻烟窝内。

于手掌，大、小鱼际肌的断面分别占据桡侧和尺侧，中间主要为腕管的内容，腕管内结构的排列大致同上一断面。桡侧腕屈肌腱（㉜）行经大多角骨掌面的凹陷内，掌深弓（尺动脉掌深支）和尺神经深支（⑳）相伴已移至小指指屈肌腱与第2骨间掌侧肌之间。掌腱膜（⑤）的尺侧半的深面可见掌浅

弓（尺动脉、⑥）的断面，此处尺神经已分成指掌侧总神经（⑥）和小指指掌尺侧固有神经（⑦），小指指掌尺侧固有动脉（⑧）更向尺侧而行经小鱼际肌的浅面。

3. 经第 5 掌骨头及第 1 掌骨体近侧段斜断层解剖（图 17—37）

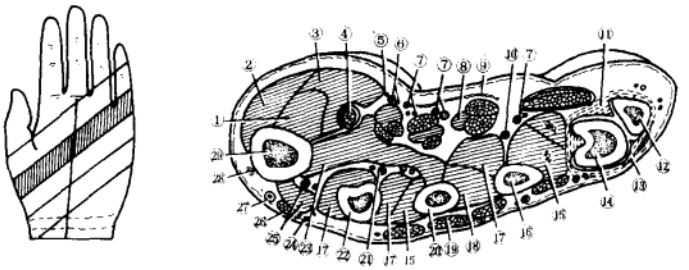


图 17—37　经第 5 掌骨头及第一掌骨体近侧段斜断面

①拇对掌肌　②拇短展肌　③拇短屈肌　④拇长屈肌腱　⑤拇指指掌侧总神经　⑥示指桡侧动脉、神经　⑦指掌侧总动脉、神经　⑧第三蚓状肌　⑨掌腱膜　⑩掌心动脉　⑪第五掌指关节囊　⑫小指近节指骨底　⑬指背腱膜　⑭第五掌骨头　⑮骨间背侧肌　⑯第四掌骨体　⑰骨间掌侧肌　⑱第三骨间背侧肌　⑲指伸肌腱　⑳第三掌骨体　㉑掌心动脉　㉒第二掌骨体　㉓拇收肌　㉔手背神经　㉕第一骨间背侧肌与拇主要动脉　㉖拇长伸肌腱　㉗手背静脉　㉘拇短伸肌腱　㉙第一掌骨体

本断面切及小指近节指骨底（⑫）、第 5 掌骨头（⑭）和第 4、3、2、1 掌骨体（⑯、⑳、㉒、㉙）。小指近节指骨底和第 5 掌骨头构成第 5 掌指关节，各掌骨间隙内骨间肌断面明显出现。

于手背，从桡侧至尺侧依次可见拇短伸肌腱（㉘）、拇长伸肌腱（㉖）、指伸肌腱和示指伸肌腱的断面，小指伸肌腱已移行为指背腱膜（⑬）。

于手掌，小鱼际肌断面消失，而大鱼际肌的断面较上一断面出现明显，指屈肌腱已散开，正在移向相应掌骨的掌面。拇长屈肌腱（④）已移至拇短屈肌（③）与拇收肌（㉓）之间。于示、中、环指指屈肌腱的桡侧分别有第 1、2、3 蚓状肌（⑧）的断面。掌深弓已分成掌心动脉（⑩、㉑），掌浅弓也已分成指掌侧总动脉（⑦），分别有相应的神经伴行于指屈肌腱之间。本图可见示指桡侧动脉（⑥）发自掌浅弓，国人掌浅弓发支至示指桡侧者占 39%。拇主要动脉（㉕）下行于第 1 掌骨尺侧、拇收肌与第 1 骨间背侧肌（㉕）之间。

4. 经环指近节指骨底及第 1 掌骨远侧段斜断层解剖（图 17—38）

本断面切及环指近节指骨底（⑱）、第 3 掌骨头（㉓）及第 2、1 掌骨体（㉙、㉝）。第 3 掌骨间隙内，骨间肌（⑳）即将消失，而第 1、2 掌骨间隙内骨间肌（㉗、㉕、㉚）断面出现明显。

于手背，仅剩下拇长伸肌腱（㉜）、示指伸肌腱（㉖）和中指指伸肌腱（㉒）的断面，环指指伸肌腱已移行为指背腱膜（⑲）。

于手掌，大鱼际肌（①、②、③）的断面已较上一断面为小。拇长屈肌腱（5）位居拇短屈肌与拇收肌（㉛）之间，已靠近第 1 掌骨。在拇收肌横头深面与第 2 掌骨掌面之间可见第 2 掌心动脉（28）的断面。拇长屈肌腱断面的两侧分别有拇指指掌桡侧固有动脉、神经（④）和示指桡侧动脉、神经（⑦）下行，其浅面为拇指指掌尺侧固有动脉、

神经（⑧）。掌腱膜（⑩）的深面可见示、中指指屈肌腱及其桡侧的第1、2蚓状肌，两指指屈肌腱之间有指掌侧总动脉、神经（⑨）走行。在掌部尺侧份的浅面，指掌侧总动脉、神经已分成指掌侧固有动脉、神经（⑫、⑬、⑭），两动脉的断面居两神经断面之间。

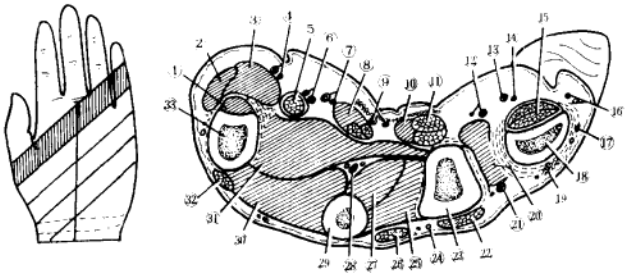


图17—38　经环指近节指骨底及第一掌骨远侧段斜断面

①拇对掌肌　②拇短展肌　③拇短屈肌　④拇指指掌桡侧固有动脉、神经　⑤拇长屈肌腱　⑥拇指指掌尺侧固有动脉、神经　⑦示指桡侧动脉、神经　⑧第一蚓状肌　⑨指掌侧总动脉、神经　⑩掌腱膜　⑪中指指浅屈肌腱　⑫指掌侧固有动脉、神经　⑬环指指掌桡侧固有动脉　⑭环指指掌桡侧固有神经　⑮环指指深屈肌腱　⑯环指指掌尺侧固有动脉、神经　⑰手背神经　⑱环指近节指骨　⑲指背腱膜　⑳骨间肌　㉑手背动脉　㉒中指指伸肌腱　㉓第三掌骨头　㉔手背动脉　㉕第二骨间背侧肌　㉖示指伸肌腱　㉗第一骨间掌侧肌　㉘掌心动脉　㉙第二掌骨体　㉚第一骨间背侧肌　㉛拇收肌　㉜拇长伸肌腱　㉝第一掌骨体

（五）手血管断层解剖

取成人手，以掌中线为基线，分别于横、矢两个方向作成等厚的8片断层标本，将手掌部划分为64个正方形小区。横断层由近及远依次定为“T_1～T_8”，矢状断层以掌中线向桡、尺侧分别定为“R_1～R_4”和“U_1～U_4”，正方形小区则依序定为T_1～R_1、T_1～U_1……（图17—39）。现主要依张绍祥等60例成人手的研究结果，将手血管的断层解剖综述如下。

1. 手部动脉断层解剖

（1）手掌部血供关键区　桡动脉从腕部沿R_2、R_3区之间下降到T_3断面，弯向尺侧，在掌深层与尺动脉掌深支吻合成掌深弓。掌深弓均位于此平面，在T_3～R_1和T_3～U_1两小区内发出第3～7掌心动脉，其出现率分别为93.3%、86.7%、83.3%、70.0%和20.0%，平均内径为1.0±0.3（0.6～1.4）mm。尺动脉在T_3～U_1和T_3～U_2两小区之间从腕部下降到T_4平面弯向桡侧，在掌浅层形成掌浅弓。在T_4～R_1和T_4～U_1两小区内发出3支指总动脉，以尺侧向桡侧为序，出现率分

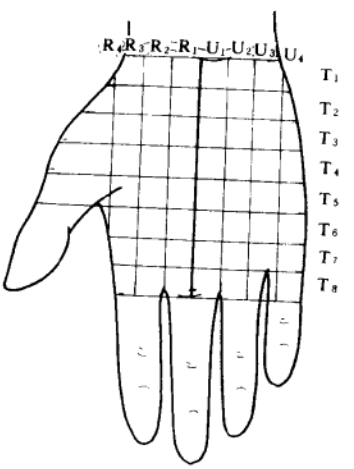


图17—39　断面画线及手掌分区

别为100%、96.7%和93.3%，平均内径为1.4±0.3（1.0～1.6）mm。因此在T_3、T_4的R_1和U_1四个小区范围内，集中了所有标本的掌深弓顶点和90.3%的掌浅弓顶点、3支指总动脉的起点和第3～7掌心动脉的起始段。可以认为，此区域是手掌部血供最为重要的关键区。

第二关键区为T_3～R_2，此区对应于第1、2掌骨底之间的掌间隙，第1掌心动脉和90.0%的第2掌心动脉在此小区内发出，内径分别为1.5±0.3mm和1.3±0.4mm。由于第1、2掌心动脉是桡侧2指的主要血供来源，因此T_3～R_2小区受损，将累及掌深弓的起始段和第1、2掌心动脉的起点，给远端掌指桡侧半的血供造成较大影响。

第三关键区为T_5～R_3区，此区恰为虎口底部。有96.7%的标本第1或第2掌心动脉在此处与桡侧指总动脉或尺动脉分支形成管径为0.9±0.3mm的吻合支，形成桡、尺动脉在手掌部除掌浅弓和掌深弓以外的“第三通路”。此处动脉吻合可分为三型：①“H”型（73.3%），第1掌心动脉与尺动脉终支吻合，在吻合支的桡侧端发出拇指尺侧动脉，在吻合支的尺侧端发出示指桡侧动脉；②“T”型（20.0%），桡侧指总动脉或尺动脉与第1掌心动脉吻合，吻合支向远端只发出拇指尺侧动脉或示指桡侧动脉；③“O”型（6.7%），第1或第2掌心动脉与尺动脉分支吻合形成动脉环，向远侧发出拇指尺侧动脉和示指桡侧动脉。无论哪一型，此处的吻合支都与桡、尺动脉或其主支相通连，因此这个小区是桡、尺动脉在手掌部的重要交通区之一。

（2）手掌部不同平面的动脉配布规律

1）尺动脉主要供应掌浅层和尺侧3.5指，小鱼际部和尺侧3指是其优势区；桡动脉及其分支主要供应掌深层、手背和桡侧1.5指，桡侧深层和拇指是其优势区。

2）桡、尺动脉之间，于手掌部除掌浅弓和掌深弓吻合外，96.7%的还有“第三通路”，它位于T_5的第1掌间隙或T_6的第2掌间隙，连接于第1或第2掌心动脉与尺动脉或指掌侧总动脉之间，是比掌浅弓完全弓型出现率更高的桡、尺动脉吻合通道。

3）掌、背方向的吻合支相对集中于T_3、T_5和T_7断面，主要是由掌深层行向背侧的穿支。T_3断面是掌、背方向吻合支最集中的区域，而且掌深弓也位于此，因此，该断面是手掌部最重要的侧副通道区。

4）动脉单位截面积所供养组织的比值，由上往下明显递减（表17—1）。因此，断掌断指再植时，根据受区平面的高低和再植体的体积，选择适当口径的吻接动脉，有助于保证充足血供。

表17—1　各区段动脉总截面积（S）、远端组织体积（V）及其比例关系

区　段	S($\bar{x}$mm²)	Y($\bar{x}$cm³)	S/V
腕掌部(T_1～T_2)	10.0	242.1	1/24.2
掌中部(T_3～T_5)	9.9	134.5	1/13.5
掌指部(T_6～T_8)	8.9	75.9	1/8.5

5）腕掌部（T_1～T_2），动脉呈掌、背两层排列，以尺动脉为主形成掌浅层，以桡动脉为主形成掌背层。

6）掌中部（T_3～T_5）。动脉呈明显地掌浅、掌深和掌背三层排列。掌浅层动脉主要为尺动脉、掌浅弓及其分支；掌深层动脉主要为掌深弓及掌心动脉；掌背层动脉主要为第1～4掌背动脉。

7）掌指部（T_6～T_8），动脉分两层排列，掌层为指掌侧总动脉及其分支，背层为掌背动脉。

8）综观手掌和手背血供的优势区，T_1、T_2断面为背侧，T_3～T_5断面为掌深层，至T_6、T_7断面为掌浅层。由近至远，血供优势区由背侧转向掌侧，T_3和T_6断面是动脉分布优势转换的部位。根据血供优势转变的特点，在

不同平面断掌再指，选择适当的吻接血管，对提高成功率将有所帮助。

9）手掌部不同层次间动脉管径的变化，通常是掌深弓及其分支与掌浅弓及其分支成反比，第1、3掌心动脉和相应指总动脉之间的管径大小存在着非常显著的负相关关系。

10）各指两侧固有动脉口径相比较，拇指和示指尺侧粗于桡侧，中指相差不显著，环指和小指桡侧粗于尺侧，存在着明显的向中性优势。

（3）手掌部各横断面动脉主支的观测

1）断面1（T_1）　横过远侧列腕骨（见图17—12）。动脉主支排列为掌、背两层，掌层主要为尺动脉主干，背层主要为桡动脉主干。桡动脉主干向桡侧发出拇指指背动脉、向尺侧发出腕背支或第2掌背动脉。桡、尺动脉分支间以细支吻合形成包绕腕骨和指屈肌腱的动脉环。

2）断面2（T_2）　横过掌骨底（见图17—13）。动脉仍为掌、背两层，动脉支的总截面积背侧层大于掌侧层。动脉主支为桡、尺动脉、第1掌心动脉、第1、2掌背动脉和尺动脉远侧掌深支的多干型者占56.7%；为桡、尺动脉和第2掌背动脉或尺动脉远侧掌深支的3干型者占30.0%；仅有桡、尺动脉的2干型者占13.3%。

断面1与断面2动脉主支的内径与出现率见表17—2。

表17—2　第1、2断面动脉主支内径（$\bar{x}\pm s$mm）与出现率（%）

层次	动脉名称	断面1	断面2
掌侧	桡动脉掌浅支	0.9±0.3(80.0)	0.6±0.2(76.7)
	尺动脉	2.2±0.3(100)	2.0±0.3(100)
	尺动脉近侧深支	1.0±0.3(63.3)	0.8±0.3(53.3)
	尺动脉远侧深支	—	1.0±0.3(80.0)
背侧	拇指尺侧背动脉	0.6±0.2(83.3)	0.5±0.1(70.0)
	桡动脉	2.3±0.3(100)	2.2±0.4(100)
	第1掌背动脉	0.9±0.3(90.0)	0.8±0.4(90.0)
	第2掌背动脉	0.8±0.2(93.3)	0.8±0.2(93.3)

3）断面3（T_3）　横过掌骨干中上部（见图17—14）。动脉主支在近侧面仍为掌、背两层，远侧面则为掌浅、掌深、掌背三层。掌浅层动脉主要为尺动脉及其分支，本断面内，尺动脉平均有2.2±0.5个分支，总截面积3.7mm²，主要供应掌浅层的尺侧。掌深层动脉为掌深弓及掌心动脉。完整的掌深弓占96.7%，其中80%是桡动脉与尺动脉远侧深支的吻合，只有16.7%是近侧深支的吻合，弓的最细处内径为1.1±0.3mm。第1掌心动脉恒定存在，紧贴第1掌骨的尺侧走行，第2～4掌心动脉与掌中线平行下行，第5～7掌心动脉向尺掌侧走行。掌背层动脉主要为掌背动脉，第1掌背动脉直接起自桡动脉，第2掌背动脉有43.3%的起自腕背网（弓）、20%的来源于掌深弓近侧穿支、其余则同时起自掌深弓和腕背网，第3、4掌背动脉多起自掌深弓近侧穿支，仅有6.6%的起自腕背网。

本断面内，掌深弓居中心位置，并向远、近、掌、背方向分别发出掌心动脉、返动脉、交通支和近侧穿支，构成了手掌部最为重要的侧副通道。返动脉每例1～3支，内径0.4±0.2mm，与掌浅层动脉的吻合支平均1.4（1～3）支，内径0.6±0.2mm，近侧穿支平均3.4（2～5）支，内径0.7±0.2mm。

4）断面4（T_4）　横过掌中部（见图17—15、16）。动脉主支为掌浅、掌深、掌背三层排列。掌浅层动脉主要为掌浅弓及其分支，掌浅弓完全弓型者为53.3%，最细处内径0.8±0.4mm，33.3%的掌浅弓发支参与拇指的血液供应。掌深层动脉为掌心动脉，掌背层动脉为掌背动脉。

本断面内，掌浅弓的尺侧2支指掌侧总动脉和掌深层的桡侧2支掌心动脉是管径最粗、分布范围最广的动脉支。各层动脉相应支的管径呈互补趋势，3层动脉间掌、背方向的吻合支甚少，侧副通道稀疏。

5）断面 5（T_5）　横过第 5 掌骨远侧1/3（见图 17—17）。动脉仍分为掌浅、掌深、掌背三层排列。掌浅层动脉已为指掌侧总动脉和小指尺掌侧动脉，其总截面积大于掌深层。在第 1 掌间隙，76.6%的标本见到尺动脉与第 1 掌心动脉的吻合支，最细处内径 0.9±0.3mm，掌深层动脉与掌背动脉之间的吻合支紧贴掌骨的两侧，每例平均 2.1 支，内径 0.6±0.2mm。

第 3～5 断面动脉主支的内径与出现率见表 17—3。

表 17—3　第 3～5 断面动脉主支内径（$\bar{x}\pm s$　mm）与出现率（%）

层　次	动脉名称	断　面　3	断　面　4	断　面　5
掌浅层	示指桡掌侧动脉	—	1.1±0.4(70.0)	1.0±0.4(100)
	第 1 指掌侧总动脉*	—	1.2±0.4(90.0)	1.2±0.3(96.7)
	第 2 指掌侧总动脉	—	1.4±0.2(96.7)	1.3±0.3(100)
	第 3 指掌侧总动脉	—	1.3±0.2(100)	1.3±0.2(100)
	尺动脉	1.8±0.3(1.00)	—	—
	小指尺掌侧动脉	1.2±0.3(96.7)	1.1±0.2(100)	1.0±0.2(100)
掌深层	拇指桡掌侧动脉	—	—	0.9±0.2(100)
	拇指尺掌侧动脉	—	—	1.2±0.2(100)
	第 1 掌心动脉	1.6±0.3(100)	1.3±0.3(100)	—
	第 2 掌心动脉	1.4±0.3(100)	1.2±0.4(100)	1.2±0.4(96.7)
	第 3 掌心动脉	1.3±0.4(93.3)	1.0±0.4(86.7)	0.9±0.4(76.7)
	第 4～7 掌心动脉	0.9±0.3(66.7)	0.9±0.3(50.0)	0.8±0.4(36.6)
背侧层	第 1 掌背动脉	0.9±0.4(90.0)	0.8±0.3(80.0)	0.6±0.3(76.7)
	第 2 掌背动脉	0.8±0.2(93.3)	0.8±0.2(93.3)	0.7±0.2(93.3)
	第 3,4 掌背动脉	0.5±0.2(76.7)	0.5±0.2(70.0)	0.4±0.1(66.7)

*以桡侧向尺侧为序命名。

6）断面 6（T_6）　横过第 2～4 指的掌指关节（见图 17～18）。近侧面动脉为 3 层，远侧面转变为两层者占 73.3%。第 2 掌心动脉有 33.3%的分支参与或单独形成示指桡侧动脉，46.7%的加入指掌侧总动脉，20.0%的分为两个终支分别加入示指桡侧动脉和指掌侧总动脉。第 3 掌心动脉仅有 20.0%的加入相应指掌侧总动脉，其余掌心动脉至本断面多分为细支供养掌深层结构。掌侧动脉支总截面积大于背侧。

7）断面 7（T_7）　横过示、中、环指近节指骨底（见图 17—19）。掌背动脉已分成细支，40.0%的以终支和掌侧动脉吻合，其余的供应局部。掌层动脉已成指掌侧固有动脉。

第 6、7 断面动脉支内径与出现率见表 17—4。

表 17—4　第 6、7 断面动脉主支内径（$\bar{x}\pm s$　mm）与出现率（%）

动脉名称	断面 6	断面 7
第 1 指掌侧总动脉	1.4±0.4(100)	—
第 2 指掌侧总动脉	1.5±0.3(100)	—
第 3 指掌侧总动脉	1.4±0.3(100)	—
示指桡掌侧动脉	1.0±0.2(100)	1.0±0.2(100)
示指尺掌侧固有动脉	—	1.4±0.2(100)
中指桡掌侧固有动脉	—	1.4±0.2(100)
中指尺掌侧固有动脉	—	1.3±0.2(100)
环指桡掌侧固有动脉	—	1.4±0.3(100)
环指尺掌侧固有动脉	—	1.0±0.2(100)
小指桡掌侧固有动脉	—	1.1±0.2(100)
小指尺掌侧动脉	0.9±0.2(100)	0.8±0.2(100)

8）断面 8（T_8）　横过示、中、环指近节指骨体中份，掌层动脉为指掌侧固有动脉，背层动脉为指背动脉。

（4）手掌部动脉在不同平面关键血管与

供血评价　腕掌部（T_1、T_2），主要供血动脉是桡动脉干和尺动脉干。桡动脉截面积大于尺动脉，再结合桡、尺两动脉干各自供区情况全面衡量，桡动脉对手部的供血量大，应更加重视。位于腕掌部背侧的第1、2掌骨间隙的第1、2掌背动脉，起点多在T_2以上，也较恒定，从形态上看，这两支动脉应是桡、尺动脉在其起点下方均被阻断后最主要的代偿血管。

掌中部（T_3～T_5），首先，尺侧2支指总动脉和第1、2掌心动脉截面积之和占该平面血管总截面积的55.3%，承担了远端50%以上的血供，在掌中部如能保存这4支动脉，就有可能维持远端掌指的存活。第二，第3指总动脉、示指桡侧动脉和小指尺侧动脉截面积之和为25.8%，它们共同承担远端1/4的供血量，是处于次要地位的血管。第三，第3掌心动脉和第2掌背动脉虽然只承担7.5%的血供，但恒定存在，内径分别为1.3±0.4mm和0.7±0.2mm，可视为该平面重要的代偿动脉。

掌指部（T_6～T_8），指总动脉分为指固有动脉，除中指外，各指两侧固有动脉在血供中呈向中性优势。示指尺侧动脉和环指桡侧动脉都承担了相应指血供的66.1%，小指桡侧动脉承担小指血供的65.5%，这三支动脉在各相应指的血供中占主导地位。

2. 手部静脉横断层解剖　腕掌部（T_1～T_2），83.3%的标本手背静脉分为桡、尺两组排列，桡侧组位居第2掌骨的桡侧，平均2.0±0.8（1～4）支，内径1.8±0.6（0.9～3.0）mm；尺侧组位居第3掌骨的尺侧，平均3.0±0.8（2～5）支，内径1.6±0.7（0.6～3.0）mm。桡侧组总截面积小于尺侧组，仅为尺侧组的84.4%。

掌中部（T_3～T_5），手背浅静脉干均有8.9±2.1（4～13）支，内径1.4±0.5（0.7～3.0）mm。83.3%的标本有静脉弓，弓的两端分别与腕掌部的尺侧和桡侧两组静脉相联。

掌指部（T_6～T_8），手背浅静脉相对集中于相应掌间隙或指蹼内，平均有10.3±1.8（8～15）支，在尺侧的3个指蹼内和示指的桡侧及小指尺侧5个位点，各有1～3支静脉，内径1.2±0.7（0.4～2.0）mm。

（刘树伟）

第二节　断肢再植

早在1903年Höpfner就进行了犬肢体再植实验。我国屠开元1959年开始进行断肢再植的研究工作，1963年我国陈中伟在国际上首次报道断肢再植成功。经历了30年临床实践，已有成熟的经验。现在不但对断面整齐的切割性断肢能进行再植，对一些断面不整齐的撕裂伤，甚至挤压伤、碾轧伤亦能再植成功。不但能再植断离时间较短的肢体，对个别断离时间长达36小时，只要经过良好保存，亦能再植成功。目前，较多医院能将再植成活率恒定地保持在90%左右。

一、断肢类型

肢体的断离，由于损伤的原因不同，断肢的损伤情况也有所不同，常见有以下类型：

（一）切割性断离

主要由冲床、铣床、切纸机、利刀、玻璃等锐器损伤所致。这类损伤多为上肢。断离肢体的骨骼、神经、血管、肌肉、皮肤等各部分组织均在同一平面切断，邻近断面的组织损伤较轻，再植的成功率较高。但有时可为多发性损伤，如被飞轮、风扇、钢索、收割机等所伤，截面附近组织损伤较严重，或将肢体切成若干段，以致难以再植。

（二）碾轧性断离

多由火车轮、汽车轮或机器齿轮等钝器所伤。碾轧伤大多致成完全性断离，但可能

仍有一圈皮肤相连，实际上已被轧得很薄，在清创时，这一部分失去活力的组织必须予以切除。火车轮子的碾轧宽度约为6cm，小火车轮子宽度约为3cm。汽车轮子碾轧的损伤，常为大部断离，容易形成大块皮肤撕脱，创面往往有严重污染，虽有部分软组织相连，也应视为完全性肢体断离。

（三）挤压性断离

这是由笨重的机器、石块、铁块或其他重物挤压所致。断离的平面不规则，组织损伤严重，常有大量异物挤入断面与组织间隙中，不易去净。被压断的肢体远断端，常合并骨折、血管破裂，尤以浅表静脉的挫伤更为多见。这些静脉常发生血栓，影响再植肢体静脉的回流，因而再植手术的难度较高。

（四）撕裂性断离

肢体被连续转动的机器损伤可致成撕裂性断离。断面很不规则，皮肤有严重撕脱。肌肉往往在肌腱与肌腹交界处被撕断。再植手术时，如果应用抗凝药物，则会引起广泛渗血和血肿形成。撕裂性肢体断离，在断离血管的远近段，往往有严重的血管痉挛，给血液循环的重建带来一定困难。血管撕裂伤亦可以不在肢体断离的同一平面上。断裂的血管，表面看来无明显挫伤，需及时发现，否则就会使再植手术失败。由于肢体断离时肌肉强烈收缩，神经常在进入肌肉处断裂。这种断离所产生的骨折多为螺旋形或斜形骨折。

二、再植适应证与禁忌证

断肢再植的目的是在挽救伤员生命的前提下，挽救断离的肢体，恢复其功能。因此，选择适应证要慎重，否则，可能为了断肢再植而危及伤员生命；或肢体再植虽然成活，但却失去功能。

（一）再植适应证

1. 伤员全身情况　伤员全身情况尚好，无严重多发伤，应尽快行再植术。如伤员发生休克，或有多发伤及重要脏器伤，应立即抢救休克，优先处理颅脑或胸腹部等脏器伤，断离肢体可暂时放冰箱4℃冷藏。待休克完全纠正，重要脏器伤得到妥善处理后，衡量伤员全身情况，如能耐受再植手术者，可慎重进行再植。

2. 断肢远、近端情况　经清创后断端相对完整，有可修复的神经、血管、肌肉和肌腱，预计再植成活后能恢复一定功能。

3. 断肢部位及伤后时间　高位肢体断离伤，如伤后时间短，断端整齐，伤者较年轻，应力争再植；如离断部位高，伤情严重，再植危险大，再植后功能恢复差，尤其是臂丛神经撕脱者，再植应慎重。

通常在常温（20～24℃）下，再植的时限一般不应超过8小时。时间越长，断离肢体的组织发生分解和变性越多。根据动物（犬）断肢再植实验，断肢在常温下10小时后糖原明显下降，乳酸急骤增高，变性细胞达70%以上，其中重度变性占30%；15小时以后，糖原仅有微量残存，变性细胞达90%以上，其中重度变性细胞占50%以上，特别是肌肉，由于消耗能量最大，故最不耐缺血。如缺血时间长，血运重建后，轻者可产生肌肉缺血性挛缩，重者由于肌肉缺氧，代谢产物被吸收，可引起全身中毒症状。在炎热的气候下，对时间的要求更应严格，特别是断离肢体发生僵硬，出现尸斑等情况时，说明断离肢体组织已明显变性，不宜再植。但时间不是绝对的，如果采取相应措施（如低温、冷藏），减慢组织的变性，再植的时限可以适当延长。低温的主要作用，在于降低组织总的新陈代谢，降低组织需氧量，减少代谢性废物积蓄。国外有最长冷缺血时间为20小时的报告，国内有低温保存超过36小时而再植成功者。此外，时限的长短与断离的平面高低也有很大关系。断离平面低，断肢肌肉组

织少，对缺血、缺氧的耐受性较强，组织变性坏死较轻，时限可略为延长，再植也容易成活；反之，断肢平面高，肌肉组织丰富，就不易成活，时限也相对短。实验证明，冷藏（0～4℃）以后的断肢，超过 110 小时，不仅全部组织变性，而且 50%以上的组织严重变性和坏死，再植以后，即使采用各种药物和高压氧治疗也难奏效。

（二）再植禁忌证

1. 伤员因多发伤或重要脏器伤，全身情况差，不能耐受断肢再植手术，应挽救生命，不做再植。

2. 软组织广泛碾挫伤，血管床破坏，不能再植。或肢体缺损过大，预计再植后肢体无功能者。

3. 伤后时间长，断肢未冷藏处理，感染中毒症状明显，不宜再植。

4. 肩部断肢，断肢富有肌肉，伤后时间长，或软组织挫伤重，尤其年老体弱者，易并发感染，再植应慎重。

三、再植术中应修复的组织与先后顺序

断肢再植首先要作好清创术，此为防止感染和再植失败的决定性措施，务求完善。彻底清创后，迅速修复各种重要组织，修复的先后顺序和要求是：①良好的骨折内固定。②完善修复肌肉和肌腱。③修复主要动脉，如肱动脉、尺、桡动脉。虽然在前臂修复 1 条主要动脉可使肢体成活，但应争取修复 2 条，以保证血供，增加成功的机会。应修复所有可以修复的较大静脉，以保证足够的静脉回流。在修复动、静脉后，同时放松血管夹，一次恢复断肢的动脉供血和静脉回流。如断肢时间较长可先修复动、静脉，而后修复神经。④缝合皮肤或加用植皮闭合伤口。

四、断肢再植手术操作

断肢再植术是比较复杂的手术，术者必须掌握上肢在不同平面的解剖知识并且熟练掌握骨科、血管外科、神经外科及整复外科等基本知识。在具体应用时应根据每个断肢的具体情况，灵活掌握。特别是手术的细节，因情况不同，不能绝对统一。仅将手术处理的共同原则介绍如下。

（一）清创术

细致彻底地清创是再植手术成功的关键之一。残留坏死组织，将导致严重感染及血管栓塞，不仅影响组织愈合和再植肢体的存活，而且可发生威胁生命的并发症。清创的方法，一般先用大量生理盐水或 1∶1000 新洁尔灭溶液反复彻底冲洗创面，后者对血管刺激性小，去污能力强，冲洗后细菌数量显著减少。为了缩短清创时间，肢体两端断面的清创可分两组进行。应同时切除表面污染的挫伤组织。然后进行神经、血管解剖，根据神经、血管及肢体需要，再次细致彻底地切除一切坏死组织。

对严重撕脱与皮下组织脱离的皮肤或皮内出血，皮肤呈紫褐色者，应予切除，断肢近端的皮肤以切至有血运为标志，切除时保护皮下未受损伤的浅静脉。断肢远端的皮肤因已完全缺血，不易辨别，除从形态判断外，可在断肢重建血运后，根据血运恢复情况行补充切除。对撕脱性断肢的倒皮瓣，如皮肤无明显坏死，不可轻易切除，皮下的浅静脉更需保护，以备需要时吻合或移植之用。倒皮瓣皮肤血运重建后，如血运不良，应切除倒皮瓣的皮下脂肪，修成中厚层皮片作游离植皮用。若术中需扩大创口，切口应沿原伤口皮肤边缘作 60° “Z” 形皮瓣缝合，以防止术后疤痕挛缩。

近端肢体肌肉可根据色泽、弹性及有无收缩力，来判断其坏死与否；远端断离肢体

的肌肉，可根据肌纤维完整与否、肌肉有无血肿来判断。直接受压肌肉往往已成“肌泥”，未直接碾轧的肌肉，由于冲击和挤压，肌肉间纵行分离，如蒜瓣状劈开，使肌肉束间血管断裂，特别是断离远端的肢体，纵形分离的肌肉瓣常仅有止点与肢体相连。这样的肌肉外似无挫伤，但无存活的希望。如不易判断肌肉坏死与否，可在血运重建后，补充清除失去血运的肌肉。撕脱性的断肢，远端肌腱常连同部分肌肉自近端抽出。可将附着在肌腱上的肌肉切除，保留肌腱，留待修复。对不必要的肌腱，应予切除，以免粘连。

断离伤肢的骨骼缺损多少，对决定是否再植手术有重要意义。对上肢来说，即使骨骼有些缺损，再植后仍可恢复一定的功能。严重污染的骨端应予切除，不完全离断的骨片和未严重污染的骨片不要轻易切除。

（二）骨骼固定

骨骼固定是再植手术中一切组织重建的支架，没有骨骼支架作基础，血管、神经、肌腱等组织的重建无从做起。它可以保证软组织，尤其是血管的缝合顺利进行。如不作骨骼固定，肢端的移动，常引起术后血管痉挛，导致再植肢体血供障碍而失败。骨骼固定应是操作简便易行，固定牢固，损伤组织少，尽量不过关节，不妨碍术后功能锻炼，内固定物易于取出。固定方法可根据伤情来选择，例如克氏针交叉固定、单支克氏针固定、钢丝横穿固定、钢板螺丝钉固定、螺丝钉贯穿固定、不同形式的髓内针固定、骨端嵌插法、细线绑扎法、皮外支架固定（钢丝塑料板）及髓腔骨栓或金属嵌入法等（图17—40）。桡骨、肱骨若为短缩骨骼时，可将断端修整成台阶形，重叠后用1～2枚螺丝钉固定；尺骨或桡骨干多段骨折可用髓内针内固定。但有人反对用髓内针固定，认为会影响骨髓内血液回流。

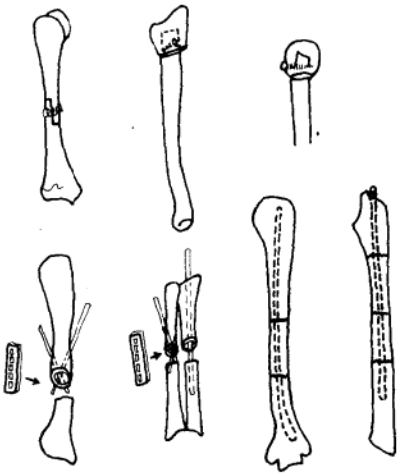


图17—40　断肢骨端不同固定示意图

在断腕病例，如桡骨远端关节面已破坏，可去除部分尺、桡骨，尺骨要比桡骨短1cm，以恢复前臂的旋转活动。将腕关节融合于功能位，用两根克氏针作交叉固定。如近排腕骨严重破坏，则切除后再作融合。如关节面完好，可用克氏针作暂时固定，针端露出皮外，缝合关节囊及韧带，3周后去除克氏针开始活动，以保存腕关节活动功能（图17—41）。

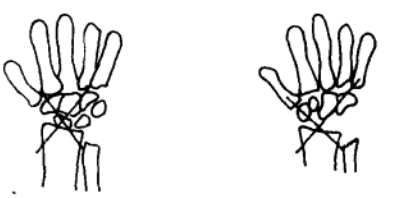


图17—41　克氏针交叉固定腕骨与桡骨

固定骨折或关节后，要将骨膜或关节囊等软组织缝合，以覆盖骨面，作为肌腱、神经和血管的基础。

经关节断离，可采用早期关节融合术，用钢针作交叉固定。如一侧关节面仍然完整，在缩短骨端时应尽量保留，而缩短另一侧创伤严重的骨端，以后用钢针做简单固定。待骨

端有纤维愈合时，及时去除内固定，适当功能锻炼，以期形成假关节。必要时可在后期行人造关节置换术。

（三）离体断肢灌注

清创术后，离断的肢体可以不灌注，但对损伤较重或缺血时间较长者可用肝素生理盐水进行灌注，将钝头针插入主要动脉内向远侧稍稍用力注入，液体由静脉回流。

（四）肌肉和肌腱的修复

肌肉与肌腱的早期修复，有利于关节的主动锻炼，预防关节周围粘连，促进再植肢体功能恢复和骨折愈合。

肌肉的缝接，必须验明相应的断面，防止错位缝接。切勿将伸、屈肌群相互混淆。整齐的切割伤、创面无特殊污染者，均可进行一期肌腱缝接。

肌腹断离可用丝线作横褥式缝合，顺序由深层向浅层，每针应包括断端边缘的部分筋膜，防止产生死腔。肌腹与肌腱交界处断裂，可先将肌腱与肌腹缝合 1～2 针固定，再将肌腹包裹在肌腱上，用间断褥式贯穿缝合数针以加固。

在腕部再植，有许多肌腱需要缝合，宜用简单快速有效的方法缝接。在缝接屈指肌腱时，应将缝接处错开平面，以防粘连。为了争取时间，可只缝接指深屈肌腱，不缝接指浅屈肌腱。

常用的肌腱缝合法有：①“双十字”缝合法：操作迅速简便，也较可靠，进针处距肌腱断端约 0.5cm 即可。②“8”字形交叉缝合法：用长约 30cm，34 号或 36 号不锈钢丝或丝线，在近侧段肌腱从距断端约 1～1.5cm 开始横贯第一针，以后斜向交叉进针，共 3～4 次。剪去蚊式钳夹牵引处，自断面内穿出拉紧后，再将两针穿过远侧肌腱端，同样穿过 3～4 次，从肌腱侧面穿出抽紧打结，使肌腱对接良好。必要时可加缝 2～3 针。此法缝合较可靠。③粗细不同的肌腱可用埋藏缝合法：即将较粗的肌腱末端劈成前后二股，将较细肌腱端埋入缝合（图 17—42）。④肌腹与肌腱交界处撕断的缝接：先将肌腱缝吊 1～2 针在肌腹中，以后再用间断褥式缝合数针把肌腱包埋于肌腹中（图 17—43）。



图 17—42　肌腱埋藏缝合法

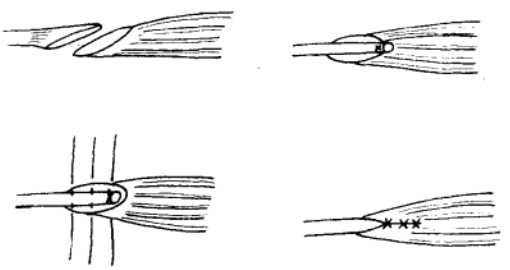


图 17—43　肌腱与肌腹交界处撕断的缝接方法

（五）血管修复

恢复血液循环是再植肢体获得存活的关键。手术者必须高质量地尽快接通足够数量的静脉与动脉，既保证有足够流量的动脉供血，又能维持相同流量的静脉回血，使动、静脉血流达到平衡。在血管吻合前，应注意血管吻合的比例、血管的清创、血管痉挛的处理、血管深部软组织床的修复。在肘关节平面以上的血管直径一般超过 3mm，相当粗大，然而，我们主张有条件的医院应在手术显微镜下缝合，至少应使用放大眼镜进行缝合。

1. 血管吻合的比例

（1）动脉与静脉的比例很重要，如掌握

不好，可导致失败。因动脉血流压力高，流速快，而静脉压力低，流速慢，故其单位面积的流量就较静脉大。如只吻合相同口径的动脉与静脉，则注入肢体的动脉供血量就比回流出来的静脉血多。虽然静脉压亦会相应增高，加快流速，但往往不足。这样，再植的肢体就会发生进行性肿胀，其组织间隙的压力逐渐增加，继而压迫静脉与动脉，造成血液循环障碍。故在前臂再植时，动脉与静脉的比例以 2∶4 及 2∶5 较为理想，最少为 1∶2，即修复尺、桡动脉及头、贵要静脉，两条伴行静脉和一条无名浅静脉。1∶1 有静脉回流不畅的危险，动、静脉比例为 2∶1 是不可接受的。

（2）浅静脉与深静脉的比例，肢体的静脉均有丰富的静脉瓣以保证静脉血向一个方向回流。在腕关节以下，其流向由深入浅；腕关节以上则由浅入深，而且浅静脉的口径比深静脉大得多。所以在腕以下的再植，一般只缝合浅静脉就足以维持静脉回流，但在前臂以上的断离，如只吻合浅静脉，就不能保证深部组织的静脉血回流，尤其是当创伤将深、浅静脉之间的小静脉交通支破坏时，更不能只吻合浅静脉，而必须吻合 1～2 条与动脉伴行的深静脉，以维持深部组织的静脉回流。对于肘以上的断离，静脉吻合以深静脉为主（如肱静脉），并尽可能争取吻合头静脉等浅静脉。

2. 动静脉吻合的顺序　目前有两种意见尚未统一。有的认为先吻合动脉，后吻合静脉，这样既可缩短组织缺血、缺氧的时间，又可通过血流冲洗带走一些缺血组织产生的有毒代谢产物，以减少手术后全身性反应。但在吻合过程中，手术野不清晰，而且静脉失血较多，吻合静脉时，需暂时阻断血流，因而增加了吻合口及微血管的血栓形成和动脉痉挛的机会。有的则认为应先吻合静脉，后吻合动脉。这样可以减少伤口出血并保持清晰的手术野。一般情况下，凡断离时间短，损伤情况轻的病例可先吻合静脉，然后再吻合动脉。个别病例如断离水平较高，该端肌肉组织多，伤后缺血时间较长，可先吻合动脉，后吻合静脉。

3. 寻找与显露血管　为了便于检查血管损伤情况，解除血管痉挛，达到无张力吻合，在吻合血管前均应沿血管走行方向切开软组织，显露足够长度的血管。操作时应保护远段肢体的血管分支。

前面谈到离断肢体的断面清创很重要，而血管断端的清创更不可忽视，当找出血管后，可在手术显微镜下，观察血管的伤情，切除一切可疑有损伤的血管段。血管缺损，可作血管移植修复。用微型直剪作血管端扩创，直至血管内膜和血管壁完整的部位为止。至此，用细镊子将血管外膜向断端拉出，在断面水平切除，让其自然回缩，使血管断端在 2～3mm 范围内显得光滑，便于缝合，避免缝线把血管外膜带入管腔（图 17—44）。此后，放开近端动脉的夹子或止血带作检查，肯定动脉有喷射性出血后，再阻断血流，作血管吻合。如动脉搏动不佳，多由于局部血栓或血管痉挛所致。



图 17—44　修剪血管断端外膜

4. 血管痉挛的处理　血管创伤后，可发生严重痉挛。在吻合血管前，应先开放血管夹，检查动脉有无喷射性出血，喷射的力量是否正常。如无喷射性出血或喷射力量较小，应先了解伤员血压是否正常，血容量是否已补足，再检查血管近端有无受压或挫伤情况。如这些原因均被排除，则很可能是血管痉挛，应先予以解除，否则吻合后往往不通。解除血管痉挛最有效的办法是液压扩张，即用平头针或塑料管插入血管内，注入肝素生理盐水（或肝素普鲁卡因溶液），分段加压扩张（图 17—45），此法对血管无明显损伤。它可使血管平滑肌得到最大限度的拉长，使发生再痉挛的机会减少，且有利于缝合操作。但对于伴有动脉硬化的老年患者，因血管壁缺乏弹力，故不宜行血管加压扩张。吻合术后血管痉挛时，可在动脉吻合口的近端穿刺注射 3%罂粟碱 1ml，解痉效果良好。

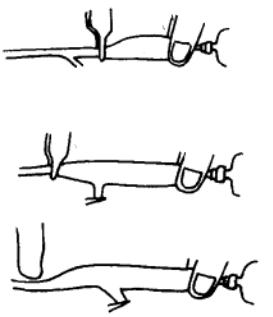


图 17—45　血管痉挛分段加压扩张法

5. 血管吻合法　分套接法与缝合法两类。目前以缝合法应用最广，因不受条件限制，各种口径血管都可应用。

缝合法：又有连续缝合、三褥式定点连续缝合和间断缝合两种。连续缝合适用于成年病人，其血管直径大于 2.5mm 者，一般采用二定点或三定点缝合。缝合的材料应根据血管的粗细选用无创伤血管缝合针，带有 7～9-0 的单丝尼龙线。间断缝合在断指再植一节中介绍，连续缝合步骤如图 17—46 所示。

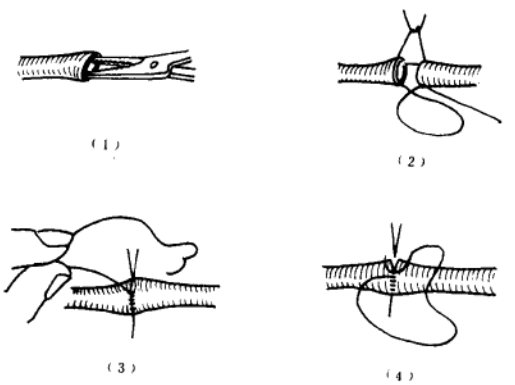


图 17—46　血管连续缝合法

(1) 扩张血管断端　(2) 二定点缝合　(3)(4) 连续贯穿缝合前、后壁

(1) 缝合前宜用微型血管钳伸入管腔，轻柔地扩张血管断口，使之呈喇叭状，以防止吻合口狭窄。邻近血管断口的外膜应尽量修去，其剥除的长度以缝合时不致带入管腔为原则，一般 2～3mm 已足。

(2) 缝合血管时若需要以血管夹阻断血流者，在动脉的近侧端，最好先向近侧管腔中注入 3～5ml 肝素生理盐水，再以血管夹阻

断血流，以预防在吻合时可能发生血栓形成。

（3）如以血管断口比作钟面，先缝合 12 点与 6 点各一针，打结后，沿血管垂直方向向两侧牵开。

（4）连续缝合前壁，每针之间距离不宜超过 0.5mm，进针处与血管断口边缘的距离不超过 0.3mm。血管越细，则针距和边距应越小。调换二定点的牵引方向，翻转血管，连续缝合后壁。

（5）缝合时助手轻轻地拉住缝线，勿使缝线松脱，同时可以使血管呈三角形，避免缝着后壁。拉线时还应注意防止血管壁边缘内翻，牵拉不宜过紧，以免缝合口狭窄。经常滴注生理盐水，以保持血管壁湿润。

（6）精细和准确的缝合。再依次放开远侧近侧止血夹。如有少量渗血，可盖一块温热盐水纱布 3～5 分钟，即可止血。应避免不必要的加补缝线。三褥式定点连续缝合法（图 17—47）可使血管内膜对合良好，避免缝着对侧血管壁，连续缝合速度快，止血效果好。定点结扎可减少因“荷包口抽紧”所致的管腔缩窄。缝合间距及边距均为 1mm，缝合血管全层，松紧适度，不可过松以免漏血，也不可过紧以免吻合处狭窄。结扎时打三个结，以免松脱。



图 17—47　三褥式定点连续缝合

6. 血管缺损的修复　经过清创切除损伤的管壁，虽经结扎不重要的分支并向上下游离，仍因长度不够而不能行对端吻合者，可采取下述方法：

（1）屈曲关节　适应于邻近关节平面的血管断裂，其缺损长度不超过 2cm 者，可以适当地屈曲关节，使血管断端接近后再行吻合。手术后以石膏托固定该关节于屈曲位 3 周。在更换敷料时亦需维持关节于屈曲位，以防止吻合口撕裂。

（2）血管改道交叉吻合　适应于肢体数条主要血管不在同一平面断裂者。如桡动脉在较高的位置断裂，尺动脉在较低的部位断裂，而各自行对端吻合的长度又不够时，可将尺动脉的近端与桡动脉远端经过细心游离后行交叉吻合。

（3）自体动脉移植　如在肢体断离的平面有数条口径相似的动脉断离，因缺损而不能各自作对端吻合时，可按缺损长度，取一段影响较小而没有挫伤的动脉，缝接在另一条损伤的动脉端之间，以保证其中一条主要动脉血流通畅。

（4）自体静脉移植　这是修复血管缺损最常用的方法。多取自下肢的大隐静脉和小隐静脉，或上肢的贵要静脉和头静脉。具体选择哪一段，则按缺损血管的口径大小、缺损的长度与形态决定。血管缺损短，亦可取自创面内不影响主要回流的静脉或其属支，进行自体静脉移植。但应注意：一是用静脉移植修复缺损的动脉时，其远近端必须倒置。因静脉内有瓣膜防止血液逆流，如不倒置，则血流不通（图 17—48）。但如用静脉移植于缺损之静脉断端间，则不应倒置。二是在切取静脉时，管壁因受剥离等机械刺激多有痉挛，在移植前应以肝素生理盐水作全长加压扩张。

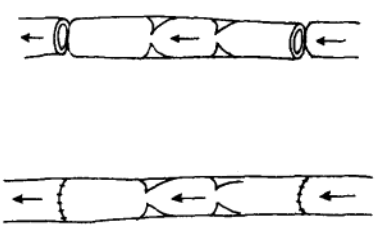


图 17—48　自体静脉移植术

7. 血液循环恢复的征象　血管吻合后，

撤去血管夹可行勒血试验鉴定吻合口是否阻塞（图 17—49），这是术中鉴定的可靠方法。除勒血试验通畅外，吻合口远端动脉可看到或扪到搏动，肢体远端软组织有出血，皮色由苍白转到红润，末端刺之有出血，吻合之静脉也充盈饱满，回流通畅。若吻合口发生堵塞，应将吻合口一小段血管剪下，纵形剖开，检查吻合质量，或血管挫伤，或内膜粗糙、血栓形成，找出原因后，重新吻合。

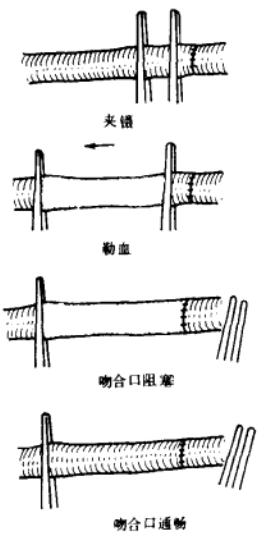


图 17—49　勒血试验

（六）神经修复

对断离的周围神经，只要可能，都应进行一期修复。这不仅有利于肢体功能的早日恢复，而且利于提高功能恢复的效果。早期修复神经时，显露清楚，在骨缩短时，可使神经在无张力的状况下得到良好的对合，即使需作神经改道也较晚期修复方便（二期手术在致密的疤痕组织中进行，会遇到很多困难）。周围神经多为混合神经，缝合时不能扭转，以免运动与感觉纤维交叉缝接。神经缝接质量影响功能恢复，一般可根据神经表面营养血管的位置和行径，以及神经的行径与分支来辨认。神经缝接，宜用外膜缝合法，根据神经的大小，间断缝合外膜 6～8 针。外膜缝合法，操作容易，可节省时间，效果可靠，只要缝接准确，可望恢复良好功能。断肢再植不宜用束膜缝合法。神经缝接时不能有张力，周围需有良好血供的软组织，长度不够，可通过神经改道或适当屈曲关节进行缝合，但不能勉强，否则神经纤维可因牵拉而纤维化，影响神经的再生和传导功能的恢复。对长度缺损较大而不能对端缝合的神经，可作神经束间移植，常用的皮神经有前臂内侧皮神经、腓肠神经、隐神经、股外侧皮神经等。对撕脱、挫伤、绞轧严重的神经，由于损伤范围不明确，不能早期决定其长度者，不宜早期修复，可用丝线或钢丝固定两断端于皮下，待二期修复。

（七）皮肤覆盖

早期皮肤覆盖，是预防感染、减少瘢痕并为后期修复手术创造条件的重要措施。如忽视皮肤覆盖，则有可能导致再植肢体坏死。

在缝合皮肤前，深筋膜一般均不予缝合。对于断离时间较长，组织挫伤较严重或其他原因可能引起深部组织压迫者，应沿肢体纵轴方向作预防性深筋膜切开减压。浅筋膜可以作间断缝合，但不宜过紧，尤以沿肢体纵轴方向的创面更应注意，以防止缝线压迫血管。

对于环形的皮肤创面，可以作数个“Z”形皮瓣整形，以防止缝合处环状瘢痕挛缩。对减张切口或皮肤缺损所残留的创面，如再植后不需行抗凝治疗者，均可采用中厚层游离皮片覆盖。如术后需抗凝治疗者，则可先用凡士林纱布暂时覆盖创面，待肢体存活后，再行二期植皮消灭创面。

（八）再植肢体外固定

前臂或上臂再植后，应用短臂或长臂石膏托固定，使血管、神经或肌肉处于松弛位置。抬高患肢，患肢于平卧位高出心脏位置

10cm。搬动时应注意防止再植肢体受到意外的创伤。

五、断肘与肘上外伤性断肢再植要点

1. 断臂经清创后，肱骨予以适当缩短。一般整齐切割伤约缩短 1～2cm，碾轧伤或撕裂伤，则根据骨骼损伤程度及神经血管损伤的长度作相应长度的骨缩短。骨断端可咬成相对的阶梯形，用 1～2 枚螺丝钉固定（见图 17—40）。其他固定方式如钢板螺丝钉、克氏针、髓内针固定，不如此法简便。如肢体经肘关节断离，而关节面破坏不能获得解剖复位，估计以后必然引起损伤性关节炎者，可行肘关节融合术或肘关节成形术。

2. 为减少吻合肱动、静脉的张力，以及避免与肱骨或内固定材料直接接触，在吻合肱动、静脉前，应先缝合其深层组织即断离的喙肱肌。在吻合上臂肱动、静脉时为减少手术后肢体肿胀压迫，影响血液循环，故应多接静脉（如头静脉及贵要静脉），尽可能吻合 3 条以上的静脉，尤其是肱动脉的伴行静脉，以保证足够的静脉血液回流。对上臂部分性断肢，肱深动脉完好者，肱动脉不宜轻易结扎，因为上肢有 33～50%可能发生坏死，故应予吻合。动、静脉比例最好为 2∶5 或 2∶5 以上。肘关节部位血管缺损不超过 2cm 时，可游离血管或将肘关节稍行屈曲，作血管直接吻合。缺损大于 2cm 时，需作血管交叉吻合或血管移植。

3. 肘部肱动脉及正中神经被肱二头肌筋膜遮盖，如遇深部组织肿胀时，应及时切开深筋膜减压。有时可因肱二头肌筋膜内张力增加而压迫血管，影响血供，严重者可引起栓塞和再植肢体坏死。

4. 经肘或肘上断离，屈侧肌肉应缝接肱二头肌，伸侧应缝接肱三头肌。

5. 一期缝接正中神经、尺神经、桡神经及肌皮神经。在上臂的断离，如神经长度不够，宜将桡神经转移到肱骨前方缝接，可得到 3～4cm 的代偿长度。在肘关节平面，可将尺神经前移，置于肱骨内上髁前方缝接。

6. 皮肤一期缝合覆盖，对环形伤口，宜作“Z”形皮瓣缝合，以免术后疤痕挛缩，影响血液及淋巴循环。

7. 用石膏托固定肘关节屈曲于 30°，腕关节背伸 15°，包扎勿过紧，并注意远端肢体颜色及血液循环，如青紫或肿胀明显，应及时松解并检查伤口寻找原因，及时解除血液循环障碍。

六、肘下外伤性断肢再植要点

1. 尺、桡骨分别作适当缩短后，可用克氏针、三棱针或钢板螺丝钉作内固定，桡骨远端关节面破坏时，仅咬除桡骨远端关节面，尺骨要比桡骨缩短 1cm，近排或远排腕骨严重破坏时，则切除后行融合术，融合于功能位，用两根克氏针交叉固定。

2. 吻合尺动脉前，宜先缝合尺侧的指深屈肌。吻合尺、桡动脉时，尽可能吻合伴行的静脉及一条以上无名静脉，如果深静脉吻合困难，应尽一切可能首先吻合头静脉及贵要静脉。动、静脉比例，最好是 2∶5 或 2∶5 以上。

3. 肘下前臂上 1/3 段断离，主要缝接屈肌的肌腱与肌腹和桡侧的伸腕肌腹。前臂下 1/3 及腕部掌侧应修复拇长屈肌腱，指深屈肌腱的远端与指浅屈肌的近侧交叉缝接；背侧缝接拇长展肌腱、拇长伸肌腱、桡侧腕长、短伸肌腱及指伸肌腱。如正中神经和尺神经修复满意，可不缝接指伸肌腱，由骨间肌代偿。

4. 一期缝接尺神经、正中神经及桡神经。如果正中神经长度不够可切断旋前圆肌浅头，将之前移置于较浅的位置缝接。长度缺损过多，应一期或早期（再植术后一月）行

神经移植。

5. 皮肤争取一期缝合或覆盖。

6. 用石膏托固定肘关节于屈曲 90°，腕背伸 15°。注意血液循环及肢体肿胀情况。

七、术后处理及并发症防治

完成再植手术，只是取得成功的第一步，术后病人全身和伤肢随时都可发生变化，出现各种并发症，稍有疏忽，即有丧失肢体，甚至丧失生命的危险。因此，为了抢救病人生命，促进肢体恢复，术后必须仔细观察，周到护理和恰当的治疗，积极预防和及时处理并发症。

（一）设置隔离病房

病人应在隔离病房内，以便手术后观察、护理，排除各种干扰和预防交叉感染。室内温度要保持在 23～25℃，避免寒冷刺激。室内物品、空气要消毒。一切无关人员，包括亲属均应谢绝入内。病人忌用含有咖啡因饮料，以防血管痉挛，再植失败。

（二）全身情况观察及处理

1. 急性肾功能衰竭　是极其严重的并发症，为断肢再植后导致病人死亡的主要原因。尤其是肘部及肘上断离有多处损伤的复合伤患者，要特别注意。其原因和机制，近年来国内外研究取得了不少进展，但意见尚未完全一致。一般认为主要有肾缺血和肾中毒两种因素。病人因严重创伤大量失血，血容量不足引起休克；长期低血压，肾血管保护性收缩致肾缺血，引起肾小管上皮细胞坏死、破裂或急性肾皮质坏死；高平面断离肢体长时间缺血，或严重挫伤后大量的有害代谢产物积聚，或清创不彻底创面感染等，使大量肌红蛋白和有害物质吸收入血，引起肾中毒。

急性肾功能衰竭的早期诊断可减少合并症，降低死亡率。急性肾功能衰竭预防措施为：

（1）及早恢复血容量，使收缩压恢复到 12.0kPa 以上。如血压回升后，每小时尿量仍不超过 17ml，应用 20%甘露醇 200ml 快速静脉滴注和肌肉注射速尿，以解除肾血管痉挛，增加肾血流量及肾小球滤过率，并可冲洗肾小管中的管型及沉淀物。严禁在休克状态下行再植术。

（2）对高位肢体断离，再植适应证要严格掌握。如肌肉广泛挫伤，或伤后时间过长，应列为再植禁忌证。如条件允许再植，必须作好彻底清创，切除一切失去活力的肌肉，对前臂及时行深筋膜切开减压术。术后严密观察，如果出现肾功能损害，为了保全生命，应及早将再植肢体截除，不要等待发生急性肾功能衰竭后再行处理。

为了早期作出急性肾功能衰竭的诊断，对休克病人应持续导尿，记录每小时尿量，如每小时尿量少于 17ml，在排除导尿管不畅、血容量不足及患者脱水等情况下，应考虑急性肾功能衰竭的可能。急性肾功能衰竭少尿期或无尿期表现：①呃逆、恶心、呕吐、食欲不振；②患者衰弱、贫血及出血倾向；③酸中毒；④高血钾症，低血钠症；⑤水潴留；⑥高血压；⑦心律紊乱、心包炎；⑧氮质血症。

2. 血容量不足　患者经受严重创伤和长时间复杂手术，失血较多，可造成血容量不足和贫血。血容量不足产生低血压易使吻合的血管堵塞，贫血易使再植肢体缺氧，皆可影响再植肢体的成活，应密切观察。血容量不足的症状为脉搏快而弱，血压下降，患侧肢端毛细血管充盈时间超过 2 秒，锁骨上颈外静脉不充盈。根据病情可作红细胞计数、血红蛋白及血球压积检查，可用同位素 ^{32}P 或 ^{51}Cr 标记红细胞测定血容量或血浆比重。也可采用中心静脉压测定来调整输血、补液的总量和速度，正常中心静脉压为 588～1176Pa（6～12cmH_2O）。血容量不足者应及

时、迅速输入全血，使血压维持在收缩压13.3kPa以上。

3. 毒血症　主要由于断离肢体缺氧，代谢产物积蓄，有害物质再吸收所致。局部感染可加重中毒症状。一般术后3～4天出现，患者高热、谵妄，呼吸急促，脉搏增快。可给予大量补液，加速毒性物质从体内排出，同时给予高碳水化合物、高蛋白质饮食及大量维生素，伴狂躁者给予镇静或冬眠疗法。如病情渐重，为了保全生命，应及早将再植肢体截除。

（三）抗痉挛药物的应用

常用的抗血管痉挛药物有：妥拉苏林25mg，每6小时肌肉注射一次或口服一日3次；罂粟碱30～60mg，每6小时肌肉注射1次；其他如潘生丁，复方丹参亦可选用。

（四）抗凝剂的应用

血管吻合的通畅与否，关键在于吻合技术的细致与精确。抗凝剂只是一种辅助措施。如果吻合血管条件较好，术后一般不需用抗凝剂，只需每日静脉滴注6～10%低分子右旋糖酐（平均分子量为2万～4万）500ml，连续应用5～7天，配合抗痉挛药物即可。肝素由于全身应用后，容易引起患部及其他部位出血，又能使伤口延迟愈合，因此，目前多不主张使用。肠溶阿斯匹林为一较肝素副作用少的抗凝剂，临床常用量，成人每日0.3～1.0g，分三次口服。因可引起胃出血，一般短期使用。

（五）防止伤口感染

感染的原因很多，但最主要的原因是清创不彻底。如能在伤后6小时内及时清创，将污染和失去活力的组织彻底清除，伤口有良好的皮肤覆盖，术后辅以广谱抗生素全身应用，多数病例都能有效防止感染，伤口获得一期愈合。

（六）高压氧的应用

高压氧能增加血浆中的氧分压，在3个绝对大气压下可增加22倍，血浆中以物理状态溶解的氧，自常压下的0.3%容积增为4.5～6%容积，故可使细胞得到充分的氧，有助于水肿的消退和微循环的改善。如配合白蛋白、能量合剂及低分子右旋糖酐的应用则收效更大。

（七）局部处理

术后应适当抬高伤肢，以利静脉回流，减少患肢肿胀，以高出心脏水平10cm为宜。应用60～100W照明灯，距离30～40cm局部照射，以扩张血管，改善末梢循环。如伤肢血液循环较差，则不宜用灯烘烤，以免增加局部组织的代谢。

术后应密切观察患肢的血液循环，以便及早发现血液循环障碍原因，及时处理，阻断病变发展，以免形成难以挽回的血液循环危象。通常观察下列几点：

1. 肤色　若前臂及手部血液循环良好，则皮肤红润，指甲粉红，指腹饱满。如果动脉供血不足则肤色苍白，指腹瘪陷。若静脉回流不良，则呈青紫色，肿胀，皮纹减少或消失，严重者可出现皮下水疱及坏死。

2. 毛细血管充盈时间　一般用手指压迫伤肢的指甲或皮肤，甲床或皮肤颜色苍白，移去手指后1～2秒钟内即恢复原来的红润颜色。如动脉供血不足，则充盈时间延长。但静脉回流受阻发生淤血时，充盈时间可以缩短，应严加区别。

3. 皮温　应用半导体皮温计定时、定点地对局部皮肤温度进行测定，比较伤肢与健肢同一部位的皮温差别，比较客观、准确。在测皮温时，应将烤灯关闭片刻，以使伤侧与健侧在相同条件下进行测量。再植肢体由于神经尚未恢复，血管呈扩张状态，若血液循环良好，在20℃室温下，伤肢常较健侧肢体对称点高1～2℃，如伤肢皮温较健侧低5～6℃则示血液循环障碍。

4. 指端小切口渗血状态观察　在伤肢的

指端一侧作 0.5cm 长纵行切口，若有鲜红色而量多的血液流出，证明血液循环良好。若无渗血，说明动脉血栓形成，渗血色红而量少可能为动脉痉挛，渗血色暗红而量多，说明静脉回流受阻。

5. 肿胀　伤肢再植后，前臂和手部均出现进行性肿胀，大约 1～2 周后逐渐消退。肿胀可影响血液循环，威胁肢体存活，因此必须密切观察，找出原因，及时解决。

常见的肿胀原因有：①静脉回流受阻，包括血管本身因素如静脉吻合数目不足、静脉痉挛、血栓形成、吻合口狭窄、静脉过长扭曲及动、静脉错接等；血管外因素如皮肤缝合、石膏或绷带包扎过紧、筋膜紧张、肌肉肿胀、伤口血肿等压迫静脉。②伤口感染，肌肉损伤严重，体位不当及淋巴回流障碍等。

肿胀的程度可根据皮肤的皱纹和弹性，肢体周径的变化和表面两定点间距离增加的速度来判断。术后密切注意肿胀的发展，并及时处理，如取出血栓，解除过紧缝线、绷带或石膏。血肿清除后仔细结扎出血点，并放置引流条。事先切开紧张的筋膜，皮肤多处切开减压，或用 50% 硫酸镁溶液湿敷，同时采用高压氧、白蛋白、能量合剂等措施，能有效地防止和减少肢体肿胀。

八、功能锻炼

上肢各部断离（尤其是断腕）再植的病例，在术后 5 天，此时创伤和手术反应已开始减退，即可开始在控制下被动轻度活动手指，包括掌指关节和指间关节。否则，极易发生肌腱粘连，影响功能恢复。活动要在医护人员的指导和协助下有控制地进行，活动的力量和幅度由小到大，循序渐进。至术后 3 周，缝接的肌腱已基本愈合，自动和被动活动力量和幅度即可加大。切忌粗暴的被动活动或用力自主活动，以免将缝接的肌腱撕脱。可辅以手的弹簧夹板，如掌指关节屈曲、伸直夹板和手指屈曲与伸直夹板，视功能需要而定。并应注意防止拇指内收、掌指关节伸直及腕关节屈曲等非功能位，否则会严重影响手的功能。

九、再次手术改进功能

有的病人再植术后由于肌腱、神经粘连，影响功能恢复，可作肌腱、神经粘连松解术。如掌指关节僵直，可作关节囊粘连分离及部分切除或关节成形术。如晚期手内在肌功能未恢复，拇指不能对掌，可行对掌功能重建术，以改善手的功能。

（潘冀清　蔡锦方）

第三节　断掌再植

一、断掌分型

手掌结构复杂，离断的形态多变，为了便于统计分析与总结，并能指导临床工作，许多学者一直在探索一种合理的，能满足上述要求的断掌分型，目前常用的临床分型方法有如下几种：

（一）按掌部动脉解剖部位分型

Ⅰ型　掌近部即掌深弓以近离断，也称弓上部离断。

Ⅱ型　掌中部即掌深弓与掌浅弓之间离断，也称弓部离断。

Ⅲ型　掌远部即掌浅弓以远离断。

（二）以解剖为基础分型

Ⅰ型　掌前部离断。系掌指关节以远的指根部离断。此处解剖学结构与手指基本一样，多为电锯或铡刀伤。

Ⅱ型　掌中部离断。离断部分在掌骨，拇指较短，故离断部位多位于掌指关节附近。多为刀切及冲压伤。掌心及掌浅弓常被破坏，正中神经及尺神经已分成数支指总神经及其肌支，伤后修复比较复杂。

Ⅲ型　掌根部离断。离断平面在腕骨都

位，由于腕管、尺管的存在，组织比较集中。桡动脉在鼻烟窝底部，尺动脉在尺管附近。两条动脉口径均较粗，易于修复。神经已分成束或组，但仍集中，易于寻找修复。

Ⅳ型　混合型断掌。离断平面不规则或呈斜形，伤情各不相同，再植手术不定型，需视具体伤情而定。

Ⅴ型　毁损型断掌。力量强大的钝性压砸伤，受伤面积大、严重。腕掌骨呈粉碎性开放性骨折脱位，部分掌骨和腕骨缺损，其周围软组织严重挫伤，循环中断。因缺损范围广泛，各种组织极难按常规方法修复，多需作断指异位再植的再造术。

（三）按断掌形态分型

1. 横形断掌　指在上述一个区段内的横形或稍有倾斜的断掌。

2. 斜形断掌　断面有较大倾斜（一般超过 20°）并跨越 2 个或 2 个以上区域。

3. 纵劈形断掌　系从手掌的两掌骨之间纵向劈开离断的断掌，其断面不仅涉及远中近 3 个区段，而且常伤及前臂，神经血管的主要断面在前臂。

4. 圆圈形断掌　这种离断断面既不是横形，也不是斜形，而呈环形，常涉及手掌的远中近各部，而且骨骼、血管、神经、肌腱有 2 处断面，再植时不仅要行断掌再植，有时还要把断指再植到离断的手掌上，再植难度较大。

5. 毁坏形断掌　严重的冲压或挤压伤，离断的手掌部分或全部毁损，断掌无法再植，但尚存可再植的断指。

（四）其他

根据手掌离断或毁坏的程度分部分离断、完全离断，部分毁坏、完全毁坏。

张绍祥等利用手掌部断面观测，计算机三维重建和血管追踪解剖等方法，细致研究了手掌部动脉节段性分布规律，提出了“三部四型”的断掌分型方法（图 17—50）。

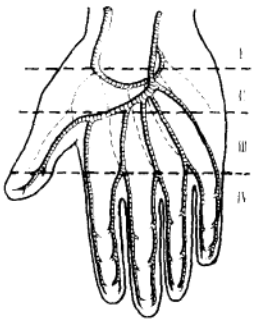


图 17—50　“三部四型”断掌分型法

1. 腕掌部断掌（Ⅰ型）　相当于 T_1～T_2 范围，远侧腕横纹以远 2～2.5cm，横过腕骨或腕掌关节。损伤后桡、尺动脉主干受累，血管修复相对简单，应优先修复桡动脉，次为尺动脉，再次为第 1、2 掌背动脉，桡动脉掌浅支、正中动脉和骨间前动脉均可在必要时加以吻接。此区段内，手背皮下静脉管径粗大，在手背桡、尺两侧，特别是在第 3 掌骨尺侧，最易找到满意的吻接静脉。

2. 掌中部断掌（Ⅱ型）　相当于 T_3～T_4 范围，拇指外展时根部远侧水平以近 2～2.5cm，横过掌骨近侧半。此型断掌对手掌部侧副吻合通道的损伤最严重，再植时的血管配布复杂，因而循环重建比较困难。可分为三种情况：

（1）若掌浅弓和掌深弓都被损伤，则近侧端有桡、尺动脉两个断端，而远侧端则有指总动脉、掌心动脉和掌背动脉以及示指桡侧动脉、小指尺侧动脉等多个血管断端。此时在远侧端至少要修复 3 条动脉才能恢复血供。可将桡动脉与第 1 掌心动脉（拇主要动脉）吻接以确保拇指的血供，将尺动脉同时与桡侧和尺侧两支指总动脉吻接，其吻接方法可移植一段 Y 形小静脉桥接于尺动脉和两支指总动脉之间。尺动脉近侧深支和远侧深支起于腕掌部，出现率分别为 86.7％和 80.0％，起始段内径均为 1.0±0.3mm，若适

宜吻接，可与尺侧指总动脉接通，则可不用静脉移植。

（2）若离断平面较高（在T_3范围内），只损伤了掌深弓而掌浅弓完好，只要将桡动脉与第1掌心动脉吻接，尺动脉与掌浅弓吻接就能保证再植掌指的存活。

（3）若离断平面较低（在T_4平面），损伤了掌浅弓而掌深弓完好，此时需要修复第2掌心动脉或将近侧第2掌心动脉的断端与桡侧指总动脉吻接、尺动脉与尺侧指总动脉吻接。若伴有供应拇指的第1掌心动脉的损伤，则应优先予以修复。

3. 掌指部断掌，分为Ⅲ、Ⅳ两型。

Ⅲ型，离断范围在T_5～T_7，远侧掌横纹以近3～4cm，横过掌骨的远侧半。损伤血管为指总动脉和掌心动脉，此时在第2、4掌骨间隙各修复一条指总动脉或掌心动脉，就能恢复远端掌指的血供。

Ⅳ型，离断平面在T_8，远侧掌横纹以远区域。损伤血管为指固有动脉，首先考虑修复向中性的优势动脉。

二、断掌再植手术操作

（一）清创术

同断肢再植。

（二）骨骼固定

一般选用克氏针内固定即可。对腕掌部的骨折，应在腕背伸25°～30°、拇指外展位固定。掌中部骨折时，各掌骨应分别用克氏针固定，近端穿过腕掌关节，远端尽可能从掌骨头背侧穿出。掌远段离断者，多数需作掌指关节融合。掌指关节应在不少于屈曲30°位固定，以利于指间关节活动代偿部分掌指关节功能。

（三）血管修复

应根据不同断面血管口径的大小来决定缝合针数，以无明显渗漏为标准。一般桡、尺动脉干间断缝合10～12针；掌浅、深弓8～10针；指总动脉6～8针。若所需吻合血管口径差异较大，对端吻合困难，可将口径小的一端剪成斜面，相对扩大口径，缝合时适当缩小针距。

虽然断掌按动、静脉1∶1吻合，再植远端可能成活，但是只要条件许可，仍应多接静脉，以减轻术后水肿，避免手内肌、关节囊及周围韧带纤维化。手的静脉血是由深静脉回流到浅静脉。断掌再植时，只要吻合手背静脉，就能保证足够的静脉血回流而不必吻合深静脉。

（四）神经修复

断掌再植时，均应作一期神经修复，因手内肌体积小，萎缩快，失神经支配过久，则难以恢复。在腕掌部离断，正中神经、尺神经均为主干损伤（尺神经也可能为深、浅支断离），不难修复。在掌中部，若为尺神经、正中神经分支处损伤，需将近侧神经干中的束分开，并按运动束、感觉束的相应位置分别与运动及感觉支作束膜缝合，若有缺损，应作神经移植。

（五）肌腱修复

指伸肌腱应在吻合手背静脉之前缝合。关于指屈肌腱，缝合时，应切除远端指浅屈肌腱，将近端指深屈肌腱或指浅屈肌腱与远端指深屈肌腱缝合。在腕掌部应同时切除腕横韧带。在掌中部，应用蚓状肌包绕缝合断端，以减少粘连。在掌指部需切除部分纤维鞘管。

（六）断掌再植时限

手掌部软组织较多，对缺血的耐受能力不如断指，但与大肢体相比，再植时限可适当放宽。具体情况应根据损伤程度、损伤类型及创面污染程度来决定。

（七）特殊类型的断掌再植

1. 毁损型断掌再植　断掌再植的难度与技艺从某种程度上讲，主要集中在毁损型断掌再植上，它既不可能原位再植，又常有较完整的断指存在。再植时，需按手的外形、功

能，精心设计，巧妙安排，将断指恰当地再植于近侧断端。如手掌中远部完全毁损，若简单地将示指原位再植于近端，则缺少虎口，手的对指捏挟等动作就无法完成。再植时，将第2掌骨修整，该处皮肤作适当成形重建虎口，将示指移位再植到中指或其他手指残端上，手的功能就可以大部分得到恢复。有时整个手掌大部分毁损，但手指仍以指蹼相连，需将其再植到腕部或前臂。如再植2～3个手指于残端，虽然能恢复手的捏挟功能，但不能完成抓握或托物动作，而且外形也欠美观。如再植时将前臂残端桡侧皮肤切开，把第一掌骨残端固定于桡骨断端以近的前外侧，使拇指处于外展对指位，再将2、3指固定于桡骨残端，4、5指固定于尺骨残端，使5个手指平衡地移位到前臂。这样，再植后既可得到外形近似正常的手，经过术后早期科学的训练，还能较满意地恢复手的部分功能。此外，这种断掌再植，远近端的动静脉口径均有较大差异，一般需将远端血管剪成斜面，使血管断端口径趋于一致，才能吻合。神经缝合时也需按前述原则，将近侧神经束分开，按运动束、感觉束的相应位置与远端相应的神经束缝合。总之，毁损型断掌再植时，除高质量地修复伸、屈肌腱、血管、神经外，只要条件许可，一定要设计、安排重建一个宽阔的虎口，再经过术后早期的功能锻炼，或手术松解粘连等措施，手的功能可望得到最大限度的恢复。

2. 圆圈型断掌再植　此类断掌多合并手指离断，再植技术要求高。常见有两种情况，一是离断的圈内手掌完全毁损，但其余部分及手指都较完整，可按部分毁损型断掌再植，将远端断指经过适当设计安排，移位再植到近侧残端。另一种是离断部分手掌尚完整，损伤不重，需将断掌断指同时再植，以恢复手的基本形态与功能。这种再植难度大，一是两断端都有不同程度的挤压或冲压伤，离断部分清创又受到严格限制，清创越多，外圈越大，内圈越小，断面越难对合，甚或造成掌部神经、血管、肌腱的缺损；二是需同时再植手掌和手指两个节段，血管、神经、肌腱需修复2个断面，如需血管移植，甚至要吻合3个断面，再植难度大，对技术要求高。再植时应先清创离断的手掌、断掌残端，最后清创离断手指，分别标出远近端的血管、神经、肌腱，将手指再植于断掌后，再将修复的断掌断指整体再植到近侧断端。由于这种断掌组织损伤范围大，术后肿胀明显，故术中应尽可能多吻接静脉。

再植的适应证与禁忌证、组织修复的顺序、血管的修复方法、术后处理及并发症的防治同断肢再植。

（梁　进　蔡锦方）

第四节　断指再植

一、断指再植适应证

对手指离断实行再植手术时，主要依据下列四种情况进行选择：

1. 损伤指具有一定完整性；
2. 病员对断指要求再植的欲望较强烈；
3. 实行再植术后能恢复部分功能；
4. 术者技术条件许可。

下述情况应慎重：

1. 全身情况较差，不允许进行长时间手术者；
2. 离断手指伴有多发性骨折或严重软组织损伤者；
3. 手指血管严重损坏，即使吻合血管，因血栓形成等原因，再植手指仍不能成活者；
4. 手指缺血时间过长，组织已发生变性者。

二、断指保存

断指再植具有时限性，一般认为夏季手

指伤断后6～8小时，冬季为10～12小时。在有些情况下，由于伤后距医院较远或未能及时到达有再植条件的医院，须将断指正确冷存后再行后送转运。多手指伤断病员，断指也需暂时正确冷存。对少数多指离断病员，因前臂和手掌部有严重挤压撕脱性损伤，早期已无再植条件，但离断手指较完整，若能暂时保存下来，尚是二期再造手的有利条件。

（一）术前暂存

即病员入院前在后送转运中正确保存断指的方法。

1. 冰桶法　将断指装入干燥、密闭的塑料袋中，将袋装入冰桶内，袋周装填冰块，盖好桶盖，与病员一同送至医院（图17—51）。

2. 塑料袋法　将断指先装入可密闭的塑料袋中，然后将袋子再装入有冰块的塑料袋中，扎闭袋口，与病员一同送至医院。

3. 包裹法　病员手指伤断时若为冬季，可不采用冷存措施，用毛巾或纱布将断指包裹后，随病员一同送至医院。

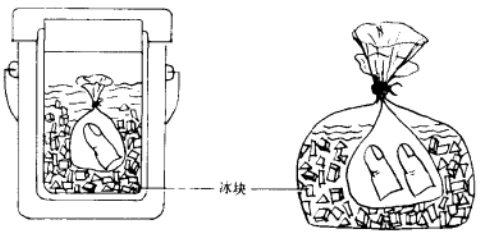


图17—51　断指术前暂存方法

（二）术中暂存

系术中需后续再植的断指暂时冷存过程。具体方法：将已清创完毕待再植的断指，用无菌盐水湿纱布包裹，装入无菌手套内，再用数层无菌纱布包裹，置4℃冰箱内暂存，按手术进程逐个从冰箱中取出予以再植。

（三）携带暂存

手指伤断后远侧断端较光滑整齐，而近侧断端因损伤严重暂时失去再植条件，需将断指暂时携带于其他部位，以备做二期手再造术。具体做法：将断指暂时易位再植于足背或其他部位，使其成活后，再根据伤手和伤肢具体情况进行二期手再造。

三、手术顺序及方法

（一）断面清创

清创一般从指背侧开始，距创缘1mm左右环切一周。背侧半圈，切皮时用力适度，仅切开真皮层，至皮下时应仔细辨认皮下的小静脉。小静脉在镜下呈粉红色，有时略带蓝色，切勿损伤。用小刀片沿血管浅层，轻轻地推开皮肤，即可显示指背小静脉节段。然后用显微剪将其分离，并用7-0或5-0线结扎作标记。在背侧找到静脉后，即可继续向深层切割，剔除所有挫伤组织。解剖指伸肌腱。指神经、指动脉在指屈肌腱两侧易于找到。指神经较粗，回缩较少，容易发现，指动脉位于指神经外后方。将皮肤切口从背侧延伸至掌侧，环切一圈，直至骨骼。为使指动脉有适当长度供吻合，可于掌侧沿血管走行作纵行侧切口，切开骨皮韧带，分离出指动脉。在近端还须从指屈肌腱鞘内找出肌腱，如肌腱回缩较远，可将腕关节及掌指关节屈曲，仔细寻找，修整肌腱残端，用缝线作一“8”字缝合，以便与远端缝接。

（二）骨骼固定

清创时，骨断端一般需缩短0.5cm。通常情况下，用直径1.2mm克氏针固定，小儿骨

固定可用 0.8～1.0mm 克氏针做髓内固定，此法简便易行，迅速省时（图 17—52）。为防止吻接血管时旋转和分离，骨骼固定后应随即将指伸肌腱、指屈肌腱与靠骨面的腱鞘作牢固缝合。

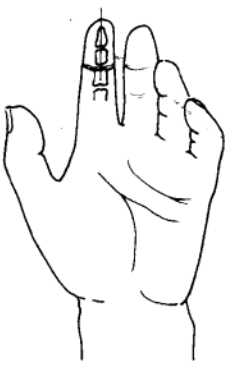


图 17—52　小儿断指克氏针固定

（三）肌腱修复

伸肌腱没有腱鞘，周围有疏松的腱旁组织存在，可作一期修复。用 3-0 丝线作间断缝合。在近节断离时，应同时缝合伸肌腱的中央部与侧索，在中节则缝合侧索的延伸部。屈肌腱通常只缝深腱，浅腱予以切除。一般在清创时近端屈肌腱已作“8”字缝合，拉出后用此余线于远端再作“8”字缝合，使肌腱断端对合后打结，再用 9-0 尼龙线间断缝合周边的腱旁膜，使肌腱对合平整光滑。为保证缝合时肌腱滑动顺畅，屈肌腱鞘远近断端均应切开 0.5～1cm。

（四）血管修复

精细的血管修复是再植手术成败的关键，应当集中精力认真细致地吻合血管。缝合血管前应更换手术单和手套，撤去普通器械，更换显微器械，将其置于顺手可取的位置。术野铺盖干净湿润的白色绸布或纱布，以便放置针线时容易被发现。仔细缝合好血管断端周围软组织，使待吻合的血管有一平坦而柔软的软组织床，并使血管两断端靠近。血管吻合前必须对血管质量作进一步检查，发现或怀疑血管内膜有损伤必须切除，必要时应沿血管走行切开检查。血管吻合顺序宜先缝合指背静脉，再缝合指动脉。吻合血管的数量，如果质量可靠，可缝 1 根指动脉，2 根指背静脉。如果断端条件不太理想，宜多吻合几根血管。吻合血管时应予局部肝素化，以 12.5 单位/ml 等渗肝素盐水间断冲洗。作者通常采用二定点间断血管吻合法，针数视血管周径而定，外径在 0.2～0.3mm 之间者，用 11-0 无损伤尼龙线缝 4 针，0.3～0.5mm 之间者，用 10-0 无损伤尼龙线缝 6 针，外径在 0.5mm 以上者则缝 8 针。吻合时要求血管内膜外翻，针距边距对称，以通血后不漏血为原则。

（五）神经修复

良好的神经修复是再植手指感觉恢复的基础，必须认真细致地作一期修复，最好 2 条神经都缝接，确有困难者，示、中、环指亦可修复桡侧一支，拇、小指修复尺侧一支。每条神经用 11-0 无损伤尼龙线间断缝合 3～4 针。

（六）伤口缝合

断指再植手术应一期修复创面。缝合应在显微镜下进行，采用 3-0 细丝线。缝合处应尽量避开已经吻合的血管。缝合不宜过紧过密，以防肿胀时压迫血管，影响血供。为了预防环形疤痕挛缩，有时可将皮肤做几个“Z”形皮瓣缝合。

（七）术后包扎和固定

术后用小片凡士林纱布覆盖，外面敷以多层纱布，指端应外露以便观察血循环情况并测量指温。石膏托固定，术后护理及并发症处理见断肢再植一节。

四、断指再植中应注意的几个问题

（一）断指移位再植

损伤严重的断指常无法在原位再植，或

者原位再植不能恢复手指的捏夹抓握功能，应行移位再植。为使移位再植的手指血供、感觉与运动功能等都得到较好的重建，最大限度地发挥其效用，术前对伤肢（指）须行全面细致的检查，然后根据伤情与手的功能解剖要求进行周密的设计，精心的操作，多能获得良好的效果。

1. 移位再植重建拇指　凡伴有拇指离断缺损者应首先考虑再植拇指，如拇指离断的手指远端较完整者，应行移位再植重建拇指。移位再植的拇指外形及功能恢复均较满意。

2. 移位掌基底部重建与拇指相对的手指　拇指的功能必须有相对应的手指才能完成捏抓动作。如拇指存在，其他手指约从近侧离断，离断的手指远段存一两节完整手指，再植时应首先考虑重建能与拇指对指的手指。

3. 移位再植于腕部重建手的功能　严重的绞轧伤，大部手掌与手指被毁坏，已无法原位再植。倘若离断手指的远段有一两节完整的，即可将断指移位再植于手腕部，以重建手的功能。

4. 移位再植于前臂重建手的部分功能　暴力很大的损伤使整个腕、掌及大部手指被毁坏，对这类损伤，Krukenberg 曾设计应用前臂分叉术，使其恢复非常有限的一部分功能。上海第三人民医院设计用 2 个足趾移植恢复部分手功能。作者认为只要离断的远端有二个完整的断指，即可将其移位再植到前臂，再造一只新手，恢复手的一部分功能。

（二）指神经缺损的处理

断指再植时必须保证吻接一支神经。常用的方法有：①同侧不能吻接，利用两侧指神经作交叉吻接；②利用废弃的神经作神经游离移植；③如神经从近端抽出，无法与远端原神经吻接时，可将邻近的部分神经移位与断指神经吻接。

（三）指动脉缺损的处理

在断指再植中，指动脉缺损较多见，常用的处理方法如下。

1. 交叉吻合法　用于某些斜行断指。

2. 邻指动脉转移　如在拇指撕裂性断离伤时，可将示指桡侧指动脉分离出足够长度，切断后转移至拇指。

3. 指动脉移植　牺牲一条指动脉，取其一段，移植于另一侧缺损的指动脉处，以保持一条动脉的通畅。

4. 前臂掌侧静脉移植　前臂掌侧正中距腕 1～2cm 处有一条小静脉，较直而且分支少，可用来作指动脉移植。该静脉管径大致与指动脉相似，切取也较方便，作者在临床上多用此作移植材料。

（四）指静脉缺损的处理

在断指再植中因静脉位于皮下，常易损伤缺损，常用的解决方法有：

1. 邻指静脉移植　如采用示指背静脉移位修复再植拇指的指背静脉缺损。

2. 切取邻近静脉移植修复。

3. 利用邻指皮瓣及静脉修复再植指背皮肤和静脉缺损。

（五）动静脉转流再植断指

因血管条件不好而放弃再植，或勉强试植而导致失败的事，在临床上屡见不鲜。为了扩大再植适应证，1982 年起，作者对手指中、远节的血管显微解剖和动静脉转流的血流流变学进行了研究。发现尽管手指血管的分布有个体差异，但有共同的规律：①手指的 4 条指动脉相互吻合成网状；②手指末梢静脉在指端呈网状分布；③动静脉网在指端相互吻合交错。

在临床断指再植中还发现下列现象：在显微镜下，用注射器向断指一侧指动脉灌注生理盐水，在对侧指动脉与指背静脉均见有液体外溢。另外，从静脉向指端灌注生理盐水，同样也可见到上述现象。当注入含有美蓝的液体时，可见到除动脉末梢外，其周围组织，包括骨膜也均被染色。这些解剖学特

点，为断指再植用动静脉转流来解决静脉或动脉缺损提供了依据。作者又进一步用5个新鲜手指标本进行了动脉灌注阻力测定。在显微镜下解剖手指中远节两侧指动脉，结扎其中一条，标出指背两条主要静脉，仔细找出所有见腔血管并用11-0丝线结扎。在一侧指动脉腔内插入细硅胶管，用丝线结扎固定，将断指悬垂挂在测试台上，硅胶管旁置一标尺，然后用美蓝染色的生理盐水灌注。以液面相对稳定不再下降的高度为灌注所需的最低压力，分别测出对侧指动脉和指静脉全部关闭、对侧指动脉开放及对侧指动脉和指背两条主要静脉全部开放时所需要的最低灌注压。

统计学处理结果表明三种情况最低灌注压有显著差异，尤以Ⅰ组与Ⅱ组差异更著。这说明了当远端的一侧指动脉与近侧静脉吻合后，指动脉所需的灌注压力可以从平均5.17kPa降至4.0kPa。为动静脉转流解决静脉回流问题进一步提供了依据。

要获得断指再植成功，动脉灌注和静脉回流同样重要，缺一不可。如果静脉条件好，没有可供吻合的动脉，或者动脉条件好，没有可供吻合的静脉，过去认为没有再植条件。现在则可以通过动静脉转流方法来解决。当离断远端动脉条件好，而静脉条件差，手术将断指的一侧指动脉对端吻合，另一侧指动脉与指背静脉吻合，术后血流从一侧指动脉进入毛细血管床，与组织进行营养与气体交换，回到微小静脉后再通过开放短路，由对侧指动脉回到指背静脉，从而实现再植手指的血液循环。当断指远端静脉条件好，而动脉条件差，手术时一侧指动脉与指背静脉对端吻合，并结扎该静脉的交通支。其余指静脉与相应的断端作对端吻合，术后血流可以一侧指背静脉逆向进入毛细血管床，与组织进行营养与气体交换，再从其他部位的小静脉返回。这两种方式再植断指之所以成活，主要基于手指中远节在解剖和生理上两个特点，一是手指中远节基本上是皮包骨，耐受缺氧能力较强，有少量的血液供应就能成活，二是血管的侧枝循环异常丰富，特别是手指末节各路动静脉都在此交汇，动脉与动脉，动脉与静脉呈网状交错。微小静脉没有瓣膜，无论从哪一种血管内灌注，都能解决再植手指的血供问题。

（蔡锦方）

第五节　多指离断和一指多段离断的再植

手指离断伤，尤其多指和一指多段离断均系手部严重性损伤，早期应予再植，特别是主要手指的离断伤，应提倡再植，力争将功能缺失减少到最低限度。自1986年第四军医大学和第89医院创造双手十指离断再植成功的最高记录以来，已将断指再植工作推向了一个新阶段，标志着我国的断指再植技术达到了世界领先水平。此后，有些学者相继报告了一指二段和一指三段离断获得再植成功，又使我国的断指再植技术登上新的台阶。

多指和一指多段离断，伤情复杂，再植难度大，技术要求高，手术时间长，参与人员多。对此类损伤进行再植手术时，应制定严密的手术方案，精确无误的对待每一个治疗环节，确保再植手术的成功。在技术力量尚不能达到实行再植手术时，应主动与有关医院取得联系，争取技术支援或将断指妥善保存后尽快送至有显微外科技术条件的医院进行治疗。

一、多指离断的再植

多指离断是指二指以上同时离断的损伤，常系手部机械性致伤，少数病员系生活中刀切伤或其他锐器性损伤，伴全身合并损

伤者较少见。实行再植手术中应依据手指的主要功能确定断指再植的先后顺序，一般而言，应依据拇指至小指的序列进行再植。

断指再植已成为手外科医生的日常性工作，也是必须掌握的手术之一。在大量临床实践中，现已形成两种方法，人们把传统方法称之为顺行法，把创新方法称之为逆行法（田万成　1987）。前者具有先支架后软组织，先中心后周围，先静脉后动脉的操作特点；后者具有先掌侧后背侧，先吻合血管后建立支架的操作方式，对断指再植手术具有诸多优点。

（一）再植方法选择

进行断指再植手术，至于选用何种方法，主要依据术者的技术条件和术者习惯，同时还应依据断指缺血时间而定。这两种再植方法的主要手术过程是：①顺行法：断指清创→骨关节内固定→伸屈肌腱缝合→指背静脉吻合→背侧皮肤缝合→指神经缝接→指固有动脉吻合→掌侧皮肤缝合；②逆行法：断指清创→掌侧皮肤缝合→掌侧静脉吻合→指屈肌腱缝合→指神经吻接→指固有动脉吻合→骨关节内固定→指伸肌腱缝合→指背静脉吻合→背侧皮肤缝合。

（二）逆行法断指再植的适应证及优点

1. 多指离断的再植　这类断指再植手术时间长，术者精力和体力消耗大，在技术力量较雄厚的医疗单位，采用轮替接台的方式可保证手术质量。而在技术力量有限的单位，保证手术质量就有一定困难。术中伤指反复翻动，后续再植的手指经常会受到前者的制约与影响，亦会增加手术难度，延长手指缺血时间，增加再植手指失败的机会。逆行法断指再植，手术进程快，时间短，可弥补顺行法之不足，再植3个手指只需7小时，可为后续再植的手指赢得宝贵的时间。

2. 缺血时间较长的断指再植　一般以顺行法再植一指需4～5小时，对于缺血时间较长的断指非常不利，往往是导致再植失败的原因之一。以逆行法再植，先吻合动脉，可立即放开血管夹供给指体血液，有利于再植手指的顺利成活。

3. 拇指再植　拇指指动脉在解剖部位上与其他手指有所不同，尤其尺侧指动脉在第一指蹼间隙位置较深。手术时受体位影响，往往难以暴露，术者经常在强迫体位下进行手术，增加了手术难度，为保证血管吻合口质量，常沿尺侧指动脉方向作附加切口。采用逆行法再植，先吻合指动脉再固定骨骼，不需任何附加切口，暴露充分，术野清晰，医生体位舒适，可在短时间内完成手术。

4. 指尖再植　指尖离断后，离体组织少，再植时指背已无静脉供吻合，必须吻合掌侧指腹静脉，以逆行法再植最为方便。

注意事项和术后观察与处理参考断肢再植一节。

二、一指多段离断的再植

一指多段离断是一指离体指段达两段以上的同时离断损伤。一指多段离断伤临床并不多见，即使个别病人罹伤，也常被视为无再植指证而清创缝合。事实上，随着显微外科技术的发展，断指再植水平的提高和再植方法的完善，施行再植手术亦可取得良效。一指多段离断是否进行再植，目前看法不一。临床实践证明，在伤情允许，术者技术条件具备，病人要求强烈的情况下，可考虑实行再植手术。手术成功之后既可满足病人愿望，也可改善手部外形及功能。主要指证应具备以下条件：①离体指段完整；②每个指段间无血管神经撕脱损伤；③手指多段刀切伤或挤切损伤；④吻合动脉后每指段均可获取血供。

进行一指多段离断再植，手术难度大，技术要求高，要在同一血管上同时作几个吻合口，每一个吻合口都要精确无误，否则，将导

致手术失败。在一指多段离断的再植术中，宜采用逆行法和无血法的综合措施来满足这种特殊的手术要求：①逆行法再植：见多指离断的再植；②无血法再植：清创后将远端的两段或三段先行再植（具体方法同逆行法再植）。在无血条件下视野清晰，操作方便，吻合动脉时不需外膜下注射罂粟碱，能保证血管的吻合质量，最后将其再植于近端。这一方法在一指多段离断的再植中最为实用。

一指多段离断伤，由于指体断面往往累及关节，在手术中对关节要注意保护，并设法恢复关节的完整性，为日后功能恢复创造条件。

骨骼缩短：清创中根据骨折断面距关节的远近，决定缩短骨骼的部位，尽量在远离关节端缩短骨干，借此保持关节完整。

关节内骨折固定：关节粉碎或部分骨折时，切不可轻易作关节融合，宜采用4号缝线捆扎或注射针头固定维持关节的完整性。

关节重建：指间关节一端缺损时，最好不作假关节形成手术，可将掌板带蒂提升重建关节。

（田万成　卢全中）

第六节　指端损伤的处理

指端是末节指骨以远的部分。指端虽小，但感觉功能非常特殊，损伤后常严重影响手部外形及感觉功能。指端损伤是手指常见的损伤，目前在传统修复方法基础上，随着显微外科和手外科技术的发展与普遍应用，逐步延伸出许多新的修复方法。由于人们生活水准的提高、审美观念的不断更新和对手部功能需求的特殊性，要求手部自身完美的愿望日益增加。对此，本节中重点介绍近年来经常采用、具有良效的新方法。

一、手术适应证

1. 单纯指端皮肤缺损。
2. 指端脱套损伤。
3. 单纯指甲缺如。
4. 指尖离断伤。
5. 指端缺如。

二、修复方法

（一）指尖再植修复

指尖通常是甲根以远的部分，是手指最特殊的区域。在日常生活与工作中使用最多，损伤极为常见。实行再植成功率达94.7%，是减少手指伤残的有效方法。

1. 应用解剖　指尖是手指血管神经支配的终末区域，组织结构细微，主要显微解剖学基础如下。

（1）动脉　从指动脉弓处向远端有5个主要分支，位于掌侧指屈肌腱表面，两侧各一条，外径0.1～0.2mm，居中者3条为指腹终末支，外径0.2～0.3mm。5条主干相互交汇，任何一条均可供吻合。起始点的解剖投影位于指甲半月线处。

（2）静脉　指尖掌侧静脉紧贴皮下，管壁菲薄。其分布规律：拇、示、中、环指静脉在尺侧外径稍粗大，小指的静脉在桡侧稍粗大。这一规律主要与手指的受压摩擦面有关，凡手指受压摩擦侧面静脉外径则细小，相反侧静脉外径则稍粗大。静脉外径达0.1～0.4mm。在指甲中段以近均可供吻合。

（3）神经　自手指远侧指横纹处向远端延续中呈树状分支，在动脉弓处由动脉前内侧移行至动脉前外侧，外径0.2～0.3mm，每支均可供吻合。

（4）指尖断离分型　Yamano将末节断指再植分为Ⅲ个区域：Ⅰ区为指动脉弓以远的部位；Ⅱ区为远侧（拇指为指间关节）指间关节至指动脉弓处；Ⅲ区为中节（拇指为指

间关节）指骨远 1/3 至远指间关节处。在指尖离断的再植中，有些病例可找到供吻合的静脉，少数病例则找不到供吻合的掌侧静脉，故又将 Yamano Ⅰ区损伤分为三种类型，可为指尖再植手术提供方便（图 17—53）。

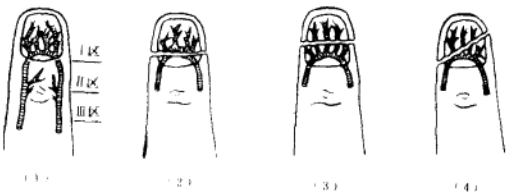


图 17—53　指尖离断的分区和分型

(1) 手指末节分区　(2) Ⅰ型离断　(3) Ⅱ型离断　(4) Ⅲ型离断

Ⅰ型　为甲弧至半月线处离断，正好伤及指动脉弓，可在指腹侧找到供吻合的静脉。

Ⅱ型　为甲中段以远离断，5 个指动脉终末支均受损，掌侧难以找到供吻合的静脉。

Ⅲ型　为混合型，系指尖各种斜形离断，5 个指动脉终末支中的部分分支受损，掌侧可找到供吻合的静脉。

2. 手术方法　指尖再植方法较一般手指再植方法简单，不需缝合肌腱，应用注射针头即可固定骨骼。其再植顺序为：掌侧皮肤→皮下静脉→指动脉→指神经→骨骼固定→闭合伤口。

3. 术中注意事项　指尖离断后离体组织小，进行再植手术难度大，特别是进行静脉吻合更为困难。因此，在指尖再植手术时应注意以下事项：

(1) 清创　离断指尖的清创不同于其他断指，因离体组织小，不允许把创缘切除过多，可用手术刀刮除创缘污染物或用显微剪刀在显微镜下仔细清创，并在清创中注意保护血管神经。

(2) 动脉寻找方法　动脉位于末节指骨腹侧面，一般寻找并不困难，可找出 2～3 支。

(3) 静脉寻找方法　指尖掌侧静脉紧贴皮下，位于指腹两侧，应在手指非主要受力侧寻找，通常有两种方式：①静脉管壁极薄，剪开真皮后经仔细辨认方可找到；②再植手术中待动脉吻合后即给予指尖少量供血，据皮下出血点寻找静脉。采用这两种方式在指尖Ⅰ或Ⅲ型损伤中，一般均可找到供吻合的静脉。

(4) 指骨不作缩短对血管吻合无影响　指尖离断部分指骨较少，末节指骨底又有指屈肌腱附着，一般不宜缩短，尤其对切割或挤切性指尖离断更不需做缩短。在清创时只需将骨折端去除污染物，以注射器加压冲洗后，再用洗必泰棉球擦洗骨折端两遍即可。骨折端保持损伤原状，应用注射针头固定十分方便，骨端结合紧密，有利于骨愈合。

4. 术后功能评价　指尖神经分布多，是一个特殊的感觉部位，要求神经功能的恢复与手指再植成活同等重要。指尖再植后达到了感觉功能的生理要求，是所有断指再植病例中恢复功能最好的一组。同时具有与原手指相等的长度，手指伸屈功能正常。未损伤甲根及存在甲床者，指甲生长良好，外形美观。在指端损伤病例中应提倡予以再植。

（二）带血管神经蒂皮瓣修复

指端损伤后，利用带血管神经蒂皮瓣修复创面，是处理这类损伤的有效方法。其特点是：手术简单易行，创面覆盖完善，能最大限度地保留手指长度，日后指腹丰满，外形美观，感觉功能恢复满意，不影响手指伸屈功能。

1. 三角式皮瓣　是指端 V-Y 成形的改进手术方法，形成的皮瓣具有血供和神经支配。

（1）应用解剖　每个手指均有 2 条指动脉和神经伴行向远端延伸，指动脉在指甲半月线处相互交汇，形成指动脉横弓和动脉网。利用一侧指动脉和神经为蒂形成岛状三角皮瓣，用于修复指端皮肤缺损。

（2）手术方法　带血管神经蒂三角皮瓣形成于伤指自身，皮瓣的底边为缺损区掌侧截面的宽度；直边切口在手指侧中线，远端与底边相交，近端与斜边切口形成三角形的顶角。直边切口与底边的长度之比为 2～2.5∶1，可超过或接近近侧指横纹。沿设计线切开皮肤、皮下组织，紧靠屈肌腱纤维鞘锐性剥离，仔细将带有血管神经蒂的皮瓣掀起。确定皮瓣存在血供后，向指端提升覆盖创面，一般皮瓣可提升 0.5cm（图 17－54）。



图 17－54　三角式皮瓣

（1）皮瓣设计　（2）形成岛状皮瓣　（3）皮瓣覆盖指端

有时视伤情需要也可设计两个三角形皮瓣，手术设计是以每条指神经与动脉为蒂，形成岛状皮瓣，按上述方法切取，对指端皮肤缺损的覆盖更有益。

2. 阶梯式皮瓣　是三角形岛状皮瓣的另一种类型，本法更有利于指端缺损区的修复。

（1）应用解剖　与三角式皮瓣相同。

（2）手术方法　据指端皮肤缺损形状和缺损范围设计皮瓣，在伤指侧正中线作弧形切口，指腹侧切口呈锯齿状，形成 3 个或 3 个以上底边相连的三角形岛状瓣。远端三角形皮瓣的长宽之比，需据指端皮肤缺损设计，中间三角形皮瓣据远端皮瓣推进后创面缺损设计，后续者以此类推。沿设计线切开皮肤、皮下组织，在屈肌腱纤维鞘表面掀起皮瓣，保留近端的指神经血管蒂。确定皮瓣具有良好血运后，向远端推进一个阶梯覆盖创面，皮瓣可向远端推进 0.5～0.7cm（图 17—55）。

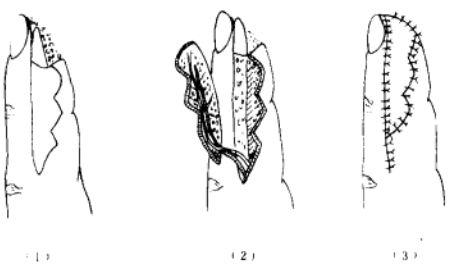


图 17—55　阶梯式皮瓣

（1）皮瓣设计　（2）形成带蒂皮瓣　（3）皮瓣覆盖指腹

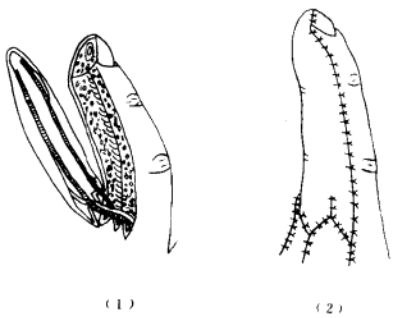
3. 推进式皮瓣　是将包含指动脉与指神经的掌侧皮肤一同向指端推进的手术方法，并在近指横纹处作“M”形切口，使手指在推进皮瓣后能够保持正常伸屈位。本法是在传统手术方法基础上进行改进，修复后的手指外形美观，但对局部创伤较大。

（1）应用解剖　手指掌侧 2 条指动脉与指神经同行于屈肌腱纤维鞘两侧，依此形成带血管神经皮瓣。

（2）手术方法　在手指两侧正中线作切口，深至屈肌腱纤维鞘，位于其表面锐性分离，由远而近逐渐至近侧指横纹处掀起似舌状皮瓣，近端皮肤作“M”形切断，保持血管神经蒂与近端相连。创面彻底止血后，将舌状皮瓣推进至皮肤缺损区，近端“M”切口以 V-Y 成形方式缝合（图 17—56）。

4. 转移式皮瓣　拇指端皮肤缺损常采用示指背侧皮瓣或中、环指岛状皮瓣修复，具有良好的血供和感觉，疗效满意。

（1）应用解剖　桡动脉在形成掌深弓之前发出第一掌背动脉，血管口径细小，沿第1骨间背侧肌浅面行走，终末支进入示指背侧，供应示指近节背侧皮肤。示指背侧静脉、桡神经浅支和动脉毗邻较近，借皮下组织将其连在一起。据此可切取面积3×6cm，蒂长4～5cm的皮瓣。



（1）　（2）

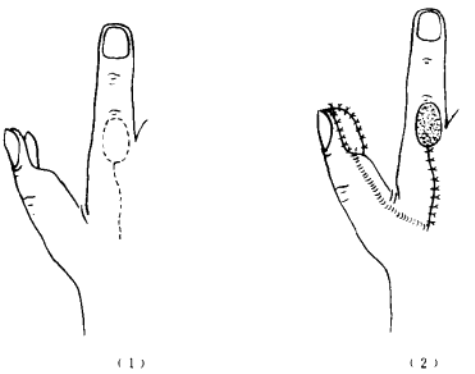
图17—56　推进式皮瓣

（1）皮瓣切取　（2）皮瓣覆盖指端

（2）手术方法　切取皮瓣的范围，远端至示指近侧指间关节，两侧至侧方中线，近侧可向上延伸至腕部，在此范围内按拇指创面进行取舍。在第1骨间背侧肌与第2掌骨之间作一约3cm长的纵切口，小心显露腕背静脉及桡神经浅支，仔细观察第一掌背动脉的搏动与走向。将动脉、静脉、神经连同其间的皮下组织一起，由近向远小心分离直至掌指关节处。然后从皮瓣远端开始，在指伸肌腱浅面小心分离并翻起皮瓣，形成岛状。把切取的皮瓣经皮下隧道转移修复拇指端皮肤缺损（图17—57）。供区创面全厚植皮。

5. 组合式皮瓣　拇指端皮肤套脱损伤，虽有多种修复方法，但应用组合式皮瓣修复，方法简便易行。

（1）应用解剖　示指尺侧与中指桡侧指动脉和神经同源于一个指掌侧总动脉与神经，以此为蒂形成双叶状皮瓣。



（1）　（2）

图17—57　示指背岛状皮瓣转移

（1）皮瓣设计　（2）皮瓣转移术后

（2）手术方法　在示指尺侧和中指桡侧按实际需要设计2个皮瓣。手术在止血带下进行，沿指动脉走行方向切开皮肤及皮下组织，找出指动脉与神经。以近侧指横纹为中心，在两指侧方切取皮瓣，将示指尺侧指神经带入皮瓣内，中指侧方皮瓣内只含指动脉，逐渐从远端向近端分离，游离至指掌侧总神经时，将神经作支干分离。双叶状皮瓣形成后，经皮下隧道转移至拇指，含神经的皮瓣修复掌侧缺损，不含神经的皮瓣修复背侧缺损（图17—58）。示中指供区以全厚植皮闭合。

（三）组织移植修复

1. 趾甲移植　将足趾趾甲全部切取后，如同游离植皮进行指甲移植。供区常为第二足趾。

（1）应用解剖　足趾甲床由可见的趾甲弧分成近端的生发基质和远端的不育基质。生发基质是趾甲的生长区，而不育基质与趾甲生长无关，仅为趾甲生长时向前移动提供滑面。

（2）手术方法　手指创面彻底清创后，在足部第2趾上切取趾甲，甲周携带2～3mm皮肤，连同骨膜一起锐性切下，移植于手指受区。于末节指骨上横穿一骨洞，穿入细钢

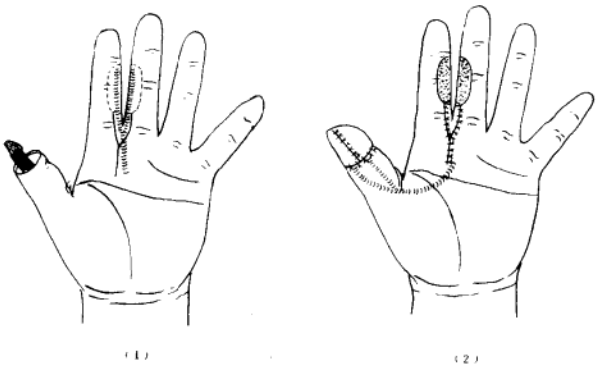


图 17—58　组合式皮瓣
（1）皮瓣设计　（2）皮瓣转移术后

丝，将两端用 7 号注射针头引至甲板表面加压固定。甲周边皮缘与受区皮肤缝合（图 17—59）。供区咬除部分趾骨后直接缝合。

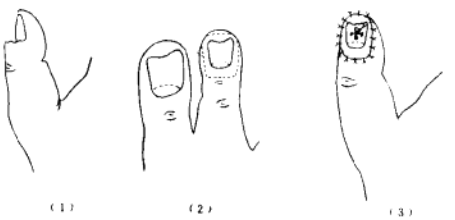


图 17—59　趾甲移植
（1）拇指甲缺失　（2）切取第 2 趾趾甲　（3）移植术后

2. 踇甲瓣移植　踇甲瓣重建指甲外形逼真，手术过程要比单纯趾甲移植复杂。

（1）应用解剖　踇趾主要由趾背动脉和趾底固有动脉供血，腓侧动脉较粗大，外径 1.0～1.2mm，并有趾同名神经伴行。以此为蒂切取踇甲瓣。

（2）手术方法　在踇趾远端按需要设计踇甲瓣，保留趾底胫侧 2～3cm 皮肤。于第 1 趾蹼间隙处纵向切开皮肤，找出趾背动脉及神经，渐向远端分离，并在趾背切口处找出静脉。沿趾甲胫侧 1/3 处纵向切开趾甲，在骨膜下锐性分离，趾腹侧脂肪组织可以少带一些以减少体积。全部踇甲瓣游离解脱后，移植于受区与拇指相应的血管神经作吻合。供区咬除部分趾骨，并切除剩余趾甲，将胫侧剩余皮肤翻向腓侧，以游离植皮闭合伤口（图 17—60）。

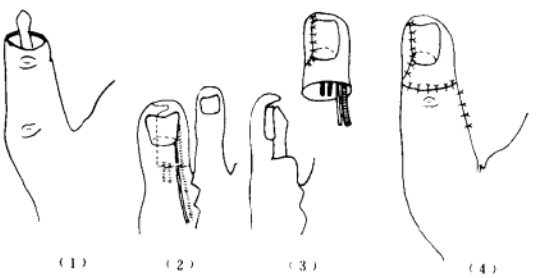


图 17—60　踇甲瓣移植
（1）拇指末节缺损　（2）踇甲瓣设计　（3）踇甲瓣切取　（4）移植

3. 部分足趾移植　据手指缺失部分的大小，将第 2 足趾横切断，移植于手指残端。

（1）应用解剖　足趾的解剖结构与手指类似，切取一段足趾可供移植修复手指端缺如。

（2）手术方法　受区作移植足趾的相应解剖。供区按需要长度标划出切取足趾范围。沿标划线切开皮肤，先解剖出趾背静脉，在蒂长约 2.0cm 处结扎切断，静脉外径 0.6mm。再解剖出两侧趾背动脉和神经，亦于蒂长 2.0cm 处结扎切断，动脉外径 0.7mm。骨骼与肌腱据需长度处切断（图 17—61）。将离断趾移植于手指残端，按断指再植程序进行相应的组织吻接。供区直接缝合。

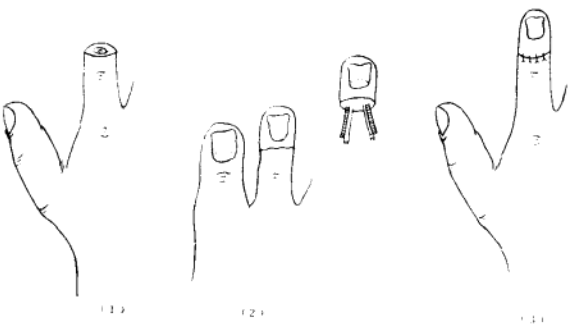


图 17—61　部分足趾移植

（1）手指部分缺损　（2）切取部分足趾　（3）移植术后

4. 趾腹皮瓣移植　指腹皮肤缺损采用趾腹皮瓣移植，修复后质地相近似，外形及皮肤感觉优良。供区应选踇趾。

（1）应用解剖　同踇甲瓣移植。

（2）手术方法　拇指或其他手指腹侧的皮肤缺损清创后，切取踇趾腓侧皮瓣进行移植，具体手术方法与踇甲瓣移植类似（图 17—62）。供区游离植皮或直接缝合闭合创面。

（田万成　卢全中）

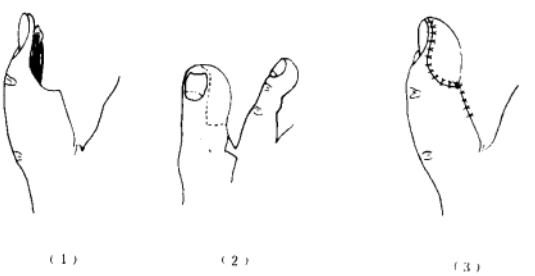


图 17—62　趾腹皮瓣移植

（1）拇指指腹缺损　（2）切取皮瓣　（3）移植术后

第七节　小儿断指再植

小儿断指再植，文献资料较少，根据所能收集到的资料，有 Tamai 等（1974）于 1973 年 1 月 25 日再植 20 个月小儿全断小指获得成功。当时为世界断指再植病例中年龄最小的 1 例。此后，Kubo 等（1976）又报告 1 例

13个月幼儿环指全断再植成功。Van Beek（1979）报告2～8岁小孩6例共再植10个手指，其中全断离3例7个手指，不全断离3例3个手指均成活。Sekiguchi和Ohmori（1979）为1例12个月15天的女婴左手环指完全断离再植成功，他认为是当时年龄最小的1例。James等（1987）曾报告22例7岁以下小儿断指再植成功。国内程国良（1982）报告2例3岁左右的幼儿均为一手4指全断再植成功。王成琪等自1978年至1992年12月，共再植12岁以下小儿210例，263个手指，失败13指，成功250指，成功率为95%。此间，作者再植3岁以下幼儿末节35例，34例成功。作者1987年收治2例10个月婴儿示指完全断离，再植获得成功，功能和外观均恢复较好，据当时所能查到的资料，此2例乃当时国际报道的断指再植病例中，年龄最小的。由此可见，随着显微外科技术的迅速发展，小儿断指再植的水平亦在迅速提高。不论从再植的年龄、部位和平面以及损伤类型，都达到了与成人断指再植成活率相近似的水平。除了拇、示、中指重要手指再植以外，环、小指断离亦尽量再植并能获得外观和功能的良好恢复。

一、小儿解剖生理特点与断指再植过程中注意事项

所谓小儿断指再植，是指从出生之后到12岁以下儿童的断指再植手术。按其年龄分期，包括新生儿期（自出生～1个月），婴儿期（1月～1岁），幼儿期（1～3岁），学龄前期（3～7岁）和学龄期（7～12岁）。

小儿处在生长发育时期，各个系统组织器官都在逐渐生长发育完善，功能随之渐趋成熟，故不同年龄阶段的小儿其解剖、生理、病理等方面都各有不同特点。但生长发育为一连续过程，各期之间并没有严格的界限。就小儿断指再植手术而言，多发生在幼儿到学龄期的小儿。此期小儿逐渐脱离成人的保护而自行玩耍等活动，容易遭受伤害。本节在阐述小儿断指再植手术之前，简述其有关的解剖生理特点。

（一）营养与免疫

小儿生长发育快，代谢旺盛，对营养特别是蛋白质、水以及各种维生素等需要量均较成人为大，尤其创伤之后，由于生长发育的需要，疼痛、哭闹以及创伤等消耗各类营养素，需要量倍增。因此，在小儿断手指再植过程中，必须注意营养的补充和水电解质维持平衡，这不仅关系到小儿创伤的修复和断指的成活，而且还影响小儿的生长发育。

小儿的免疫功能较成人差，由于小儿的皮肤、粘膜薄嫩，淋巴系统发育尚未成熟，防御能力差。因此，在整个手术及住院过程中要注意防护，严格消毒隔离。

（二）血管系统

小儿肢体的血管交感神经占优势，容易发生痉挛，而且血管细而薄弱，动、静脉口径相差不如成人悬殊，同时血管的韧性和抗外伤能力均较成人差，因此在手术过程中，应避免对血管的刺激和损伤。

（三）骨骼系统

小儿骨骼正处于生长时期，血供丰富，再生能力较成人强，生长较为迅速。骨的生长主要是在骨干两端的干骺端，因此，在手术过程中应尽力保护骨骺，避免刺激和损伤，以免发生不均称的生长而出现畸形。

（四）肌肉系统

小儿肌肉纤维细嫩，间质组织较多。适当的活动可促进肌肉生长，肌肉重量的增长较其他器官快。如限制肌肉活动，肌肉萎缩亦较快。因此断指再植手术后不可长时间的制动，在不引起疼痛和肿胀的情况下，尽早进行活动。

（五）皮肤及皮下组织

小儿皮肤细薄、娇嫩，角化层发育不完

善，表皮与真皮之间基底膜不发达，因此，表皮和真皮的联系不紧密，表皮容易脱离。但血管相当丰富。由于小儿皮肤的防御能力差，对外界刺激抵抗力低，易受损害和感染，应当加以保护。小儿皮肤对体温调节功能差。小儿皮肤吸收能力较强，涂抹药物时应注意剂量，以防中毒。

二、小儿断指再植手术麻醉

小儿断指再植术中麻醉，应根据年龄、断指数和配合情况选择。如果年龄在10几岁，单个手指断离，手术时间在3～4个小时即可完成，同时患儿能够配合，可选用臂丛麻醉，再加适当的基础麻醉，比较安全简单。如果年龄较小，多个手指断离，或患儿不能配合，应采用全身麻醉。不论选用何种麻醉，必须注意小儿麻醉的特点：①小儿常不能合作，麻醉时应做好充分的准备工作和必要的基础麻醉，使其处于安静或睡眠状态；②注意用药剂量，小儿对药量的安全幅度较窄，容易过量，应随时观察麻醉效果；③保持呼吸道通畅，小儿呼吸道狭小，分泌物较多，容易发生窒息，并且容易发生喉痉挛，应严密观察呼吸道通畅情况，及时吸痰，防止喉痉挛；④注意血容量补充，小儿循环血量的绝对值小，与成人相比，同样的手术，失血量相对较大，需要及时等量补充；⑤适当的保护性固定，小儿麻醉变浅或疼痛时容易突然躁动，影响手术操作，因此，麻醉后要进行适当的保护性固定，尤其是四肢可用布单绷带等在用棉垫垫好的情况下给以固定，以防躁动及意外损伤。

三、小儿断指再植手术特点

根据作者210例12岁以下的小儿断指再植的经验，小儿断指再植手术有以下特点。

1. 小儿手指的血管口径尽管非常细小嫩薄，但适合于显微吻合，即使是末节血管外径仍为0.2～0.4mm，精细的显微吻合后其成活率仍较高。

2. 再植手术过程中必须注意保护骨骺和尽量少地缩短骨骼，以防生长不均衡而出现畸形。

3. 血管、神经、肌腱力争一期修复，并尽量的多吻合血管和神经。

4. 手术后的制动非常重要。术后应当妥善的制动和给安眠镇静剂，使其避免躁动。

5. 小儿再植术后常规应用解痉药物如罂粟碱、妥拉苏林等，也给予小量低分子右旋糖酐，一般不使用肝素等全身抗凝剂。

6. 小儿具有潜在的生长能力，再植后的手指，可获得正常生长的外形。Ven Beek认为同样的损伤，小儿伤口愈合较成人快。

7. 小儿再植手指的功能恢复比成人优。小儿不需要特殊的康复训练，让其自由玩耍小皮球，垒积木，撑皮筋，打乐器等活动，均可促进功能恢复。

8. 小儿断指再植之后病情变化快，应当耐心细致地观察与护理，与患儿建立友谊，使其感到亲切取得信任，方可配合治疗，可避免某些并发症的发生。同时要细致观察，及时发现问题，及时处理，常可获得垂危断指再植成功。

四、小儿断指再植手术顺序

小儿断指再植手术的顺序基本与成人相同，一般可采取清创→指骨固定→指伸肌腱修复→指背静脉吻合→指背皮肤简单缝合几针复盖已吻合的血管→指屈肌肌腱修复→指动脉吻合→指神经对接→缝合皮肤。

此种再植顺序，对成人尚较方便，但对小儿由于手指指体较小，在吻合手指的掌侧血管时，翻转手掌向上较困难。因此，也可以采用逆行顺序，即先缝合手指掌侧皮肤→修复指屈肌腱→对接指神经→吻合指动脉→骨骼固定（将断指的远侧段再植之前穿入

细克氏针，然后逆行穿入近侧骨端）→修复指伸肌腱→吻合指背静脉→缝合指背皮肤。这种顺序患手指不必翻转，手掌向下的体位姿势可以进行整个再植手术，较顺势方便省时。但事先必须估计好指动脉和指神经的长度和相应的骨骼缩短，使吻合完的血管神经不因进行骨骼固定时过度紧张或牵拉损伤。具体手术步骤如下。

（一）清创术

小儿断手指再植术清创，应在手术显微镜下进行，这样即可以做到清创彻底，又能最大限度地保留健康组织，有人称之为“最小量的清创术”（minimal debridement）。对组织的去留应当按毫米计，尤其对血管神经的清创，只有在手术显微镜下，才能辨认血管内膜是否有损伤，决定去留的界限，保证在血管内膜正常部位进行吻合，以确保吻合的质量。对于神经、肌腱和皮肤的清创，虽然要求不如血管那样严格，但小儿的手指，仍应按毫米计算其去留。

小儿断手指清创时，应先用灭菌软毛刷蘸肥皂乳或肥皂将断离的手指和伤手进行刷洗2～3次，每次2～3分钟，以去除皮肤上的污垢，减少细菌数量，然后放在1∶2000洗必泰液中将断指和伤手泡洗3～5分钟，以达到进一步杀灭细菌之目的。最后再用1∶1000酒精洗必泰液（或碘酒酒精）进行手术野消毒，然后铺无菌手术巾准备创面的显微镜下清创。

一般在放大4～6倍手术显微镜下，由助手把持伤手或断指，手术者从一点开始，用锐利的手术刀环状切割，由浅到深按解剖层次进行，即皮肤、皮下组织、血管、神经、肌腱直至骨骼。逐层一点不遗漏地将污染和无生机的组织切除，使断面变成相对清洁整齐似刀割创面，然后将断指放在1∶2000洗必泰中泡洗3分钟，以达进一步灭菌之目的。经过认真细致地清创，可以避免感染促进愈合，提高断指再植的成活率。

（二）骨骼固定

小儿断指的骨骼固定，以简单、省时、牢固为宜。

骨骼固定之前需要缩短，但缩短一般在0.5～0.8cm，尤其对骨骺的保护甚为重要，以免日后生长不均衡而出现畸形。James等认为，只要不损伤骨骺，再植手指骨骼纵向生长是良好的。他随访6例10个完全断离再植术后的手指27～81个月，平均骨骺生长长度是健指骨骺长度的93%。

对骨骺的保护可采取以下措施：①除非关节部严重损伤，一般不做关节融合术。②关节处的伤断，只要关节或骨骺尚完整，即应保留之，如果一侧关节尚完整，亦应将该侧保留。③关节附近的伤断，缩短骨骼时偏向远离关节的断端，尽量保留近关节端。④采用健指血管神经束或皮瓣转移以保留骨骼长度。⑤将骨骺完好的断指移位于骨骼损伤指再植。

一般采用细钢针（0.8mm）纵行顺髓腔从手指尖穿出，再逆行穿至近心端，保持手指伸直位固定，为了防止旋转，可将指屈腱鞘两侧的软组织各缝合一针。钢针可在手术后2～3周拔除，不必等待骨骼愈合，以便早期活动关节，避免粘连和强直。小型钢板、交叉钢针或钢丝等不适于小儿的断指骨骼固定，因为费时和可能带来损伤，需要再次手术等弊端，故一般不宜采用。

（三）肌腱修复

小儿屈指肌腱较细嫩，修复过程应注意“无创”操作技术，不要钳夹肌腱，注意保护肌腱微循环。采用细针线1～3-0连针尼龙线为宜，行双针单线腱内缝合（王成琪式），两断端各缝合1针，于断端腱内打结（图17～63）。

肌腱断端表面再用9—0连针尼龙线连续缝合，使其对合整齐光滑。

指伸肌腱可用 3—0 尼龙线双“8”字缝合，较为简单省时。

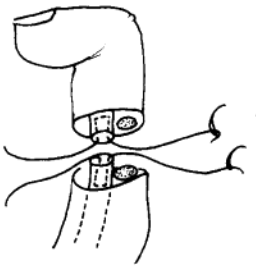


图 17—63　王成琪双针单线腱内缝合法

（四）血管修复

小儿断指再植手术，血管吻合的质量是成败的关键，只要吻合的血管保持良好的通畅，再植手指即能成活，否则将使手指发生缺血坏死而失败。除了吻合血管的质量以外，吻合血管的数量也很重要，为了使再植手指得到充足的血供，应当尽量多吻合血管，有条件时二条指动脉和多条静脉均应吻合。小儿手指血管细小薄嫩，并且相对较短，抗拉力小，容易发生痉挛，管腔较小。因此，吻合血管应比成人更精细，并严格“无创”操作。为此，应注意以下几点。

1. 保证在正常血管部位吻合　吻合血管之前，对血管的质量必须进一步在手术显微镜下进行细致检查，凡疑有血管内膜有损伤的血管段均应彻底剪除，保证在血管内膜正常部位吻合，才能使吻合的血管长期通畅。否则若有损伤的血管内膜剪除不彻底，常在吻合后 1～2 小时内发生血栓形成。如果血管出现以下情况者，常提示有血管内膜损伤。

（1）血管失去正常颜色　正常呈粉红色的血管变成肉红色或暗红色（红线征），是血管壁有损伤的征象，这段血管应当剪除。

（2）血管壁失去正常弹性　正常血管圆整、光泽、有弹性，如果血管除了颜色尚正常外，显得松弛、软扁、弯曲（缎带征），提示血管壁受到牵拉、挤压等损伤征象，必须切除之。

（3）血管周围有血肿　沿血管纵轴方向解剖分离 1～2cm，如果发现血管外膜内有血肿，常提示血管分支撕拉断裂或血管壁有损伤。吻合后此处常发生血栓形成，故应剪除。

（4）血管腔内有絮状物漂浮或附壁血栓　修剪后的血管两断端还应在手术显微镜下观察，注冲肝素生理盐水。如果发现管腔内有絮状物漂浮或有血栓冲洗不掉，乃是血管内膜损伤之故，此处不宜吻合，应当切除，直到血管腔呈粉红色而且光滑完整为止。

（5）避免吻合口有张力　吻合口如果有较大张力，不但使管腔变小，而且血管内膜容易裂伤，甚至血管壁被撕裂。正常的血管切断之后都有一定程度的回缩，吻合时也有生理张力，这种张力对血管壁及管腔无影响。因此，必须注意在吻合血管时，吻合口的张力最好掌握在生理张力范围内，大约是两断端间距在 0.5～1cm 之间或用 11-0 连针尼龙线缝合结扎第 1 针时不断，血管腔不变小或略有变细。若张力过大不应勉强吻合。小儿手指上的血管两断端间的距离超过 1.5～2cm 时，应进行邻指血管转移，指动脉交叉吻合以及自体血管移植术。

在吻合血管之前先将血管下边软组织连同血管周围筋膜用细丝线缝合 1～2 针，这不但可以测试血管的张力大小，在张力允许的情况下缝扎后可以减轻吻合口的张力，同时还可以修整血管床，使其平坦、柔软、血供良好，以利于血管修复。

（6）避免血管夹损伤　血管夹压力过大或夹之较久可造成血管壁损伤。因此，应挑选合拢力适宜的血管夹，夹持时间尽量缩短。一般小儿指动脉远侧端不上血管夹，近侧端用 2～5g 合拢力的血管夹。张力应调整到血管夹的尖端合拢而中间和后部有微间隙。指静脉吻合时可以不上血管夹。血管吻合过程中，应避免使用血管夹合拢器，因为有碍操

作并且翻转合拢器时容易损伤血管。Tsai 认为充气止血带对断指再植有重要作用，出血少，手术野干净，使手术时间缩短，如多个手指再植时，止血带 1 小时可放松 20 分钟。作者认为手指血管用微型血管夹短暂的阻断近侧端，吻合完静脉后即可放掉血管夹，然后吻合完动脉再放松其近侧端血管夹尽量少用止血带。避免采用指根橡皮条止血。

（7）手术操作必须注意稳准轻巧　小儿手指血管要在 15～25 倍手术显微镜下进行吻合，在吻合过程中必须遵守稳准轻巧的显微操作要点，才能保证血管吻合的质量。每缝合 1 针，不但手术者要稳健，手不抖动臂不摇摆，呼吸平稳（甚至屏住呼吸），而且助手、麻醉师、护士以及病儿均应保持平稳，稍有推移、震动均难保证吻合质量。进针点要准确，要一针完成，避免反复进针增加血管损伤。进针、拔针、打结和剪线动作要轻柔、灵巧、顺势，避免反手进针和交叉打结。

（8）针线、针距、边距和针数要适当　小儿手指的血管处于生长发育时期。随着手指的生长，血管也不断的增粗变长。因此，小儿断指再植时不主张采用连续缝合方法吻合血管。间断吻合血管时应根据血管口径计算好针距、边距和针数，方能使缝合的针距、边距均匀一致，针数适当。根据作者的实验研究，0.2～0.4mm 的显微血管缝合针数过多，增加血管壁的创伤和缝线的异物反应，可降低血管通畅率；缝合针数过少，针间隙明显漏血，并能形成与血管腔内外相连的血栓条，亦降低通畅率。0.3mm 左右的小动脉用 11—0 连针尼龙线缝合 6 针，针距边距约为 0.15～0.2mm，其远期通畅率可达 91.7%；0.4mm 左右的小静脉缝合 8～10 针，针距边距约为 0.2～0.3mm，远期通畅率为 100%。此为在小白鼠的 288 条膝下部股动静脉直径为 0.2～0.3mm 血管显微缝合方法实验研究中探索的最佳针数及针距边距。小儿的手指血管多数在 0.3～0.4mm 左右，因此上述实验研究结果很适合小儿指血管的吻合。

（9）采用合理的缝合血管的针序　小儿断指再植时指血管显露的范围较小，一般约在 1cm 左右的视野内吻合血管，这样小的范围内不允许较大幅度地翻转细小的血管。因此，缝合血管的针序，常由于操作时的方便与否而影响血管吻合的质量。作者在对微小血管缝合方法的研究中，采用 2 或 4 定点缝合血管侧壁法，这种缝合针序第 1 针先缝合血管的后（下）壁，第 2 针为前（上）壁，第 3 针缝合助手侧壁的中间，然后提起此三定点线于各针间加针即缝合完一侧壁。然后将第 1 针牵引线从血管下边引到手术者侧，血管只旋转 90°，再于此侧中间缝合第 4 针定点牵引线，再提起 1、2、4 针定点牵引线于各针间加针即缝合完血管周壁。这种缝合血管的针序，血管旋转度数小，因而血管不必过长的显露，不需要翻转血管夹，从而减少对血管的刺激和损伤。同时，由于 2 或 4 定点线间加针缝合，针距边距能够保持均匀一致，针数也较易掌握，操作方便，不必助手牵线，手术者提起牵引线缝合，一人操作较容易完成，适合于小儿指血管吻合。一般外径为 0.4mm 以下的血管采用二定点缝合 4～6 针，0.5mm 以上的血管采用四定点缝 8～10 针为宜。

（10）及时解除血管痉挛　小儿指血管尤其动脉很容易发生痉挛，本来较为细小的指血管一旦发生痉挛就更难缝合，因此，在手术中必须及时解除血管痉挛。

解除血管痉挛的方法很多，局部应用温热生理盐水、20%硫酸镁液、2%赛洛卡因液对轻度的血管痉挛都有一定的解痉效果，但对严重的血管痉挛上述方法效果较差。对小儿指血管，作者不主张应用液压扩张法或机械扩张法来解除血管痉挛，因为操作不当很易损伤血管内膜。作者在实验和临床工作中

采用3%罂粟碱液进行血管外膜下注射解痉效果显著，而且不损伤血管。伤口缝合完之后血管一旦发生痉挛，亦可静脉内注射罂粟碱解痉。根据小儿年龄给予1/2～1/4成人量。

(11)断指血管不作灌洗　断指血管吻合之前是否灌洗意见不一，O'Brien主张灌洗以便清除血管腔内的血凝块和血液。王成琪认为即使磨制圆滑的针头插入指血管亦能损伤血管内膜，其所施行的3358个手指的再植术中，不论是成人还是小儿断指，均不进行灌注。

(12)抗凝剂的应用　小儿断指再植手术后，多数学者主张用小剂量肝素作全身抗凝治疗。岛津等为1岁3个月男孩行左中指远侧指节离断再植术后，每6小时用肝素1000单位，共用3天。Kubo等为13个月幼儿作环指断指再植术后，每天用肝素2000单位。他们认为尽管用肝素可能会引起出血等副作用。但只要慎重应用，对儿童断指再植的成活可能有益。作者认为，对小儿断指再植术后尽量不用全身抗凝剂，如肝素、双香豆素等，因为除了引起出血外，伤口常发生水肿、渗出，导致延迟愈合。只有在进行再次探查手术重新吻合血管或行血管移植术后，才慎重地全身使用肝素等抗凝治疗。断指再植的成败，主要取决于血管吻合的质量。作者再植小儿断指210例，使用肝素者仅有4例。

(13)动静脉的比例　断指再植术吻合动脉与静脉的比例，无论是成人还是小儿都没有一定的规律。根据临床经验，作者认为原则上吻合血管的数量越多越好，尤其小儿手指正处于生长发育时期，充足的血液循环不但有利于断指成活，而且也有利于手指的生长发育，恢复良好的功能和外形。因此，再植手术中，只要有条件，应当吻合2条指动脉和尽可能多地吻合静脉。虽然从理论上，动、静脉应当保持一定的比例，才可以保持血液动力学的平衡。但临床发现小儿指静脉分支较多，更显细小，尤其远节有时很难找到可供吻合的静脉，因此不可能都达到理想的比例。从临床经验来看，伤断的静脉吻合之后都发生代偿性扩张和血流加快，即使动静脉之比为1∶1仍能保持断指血运而成活。甚至个别病例远侧指节断离时只吻合动脉亦能成功，但必须在指端作小切口定时滴血，维持1周。

（五）神经修复

小儿手指神经较小，应在手术显微镜下用11—0连针尼龙线行外膜缝接，每条指神经缝合2～3针即可。有条件两侧指神经均应进行对接，以便使断指恢复良好的感觉和营养。如果一侧指神经损伤严重无法对接，可将另一侧指神经修复或交叉到对侧与远侧端指神经对接；如果近侧两条指神经均抽出无法与远侧端对接，可切取桡神经浅支移植或行邻指一侧的指神经转移与断指远侧端指神经对接，以恢复指端的感觉。

（六）皮肤缝合

小儿手指不断地生长发育，环状疤痕常影响小儿手指的血液循环。为了避免环形瘢痕的形成，可将皮肤切成几个小“Z”字形，如果皮肤有缺损，亦可切取邻指皮瓣转移进行修复。

皮肤缝合可采用细的皮针和3—0细线在手术显微镜下进行，这样才能看清楚皮下已吻合的小血管，加以保护。缝合皮肤时动作要稳准轻，避免因过度牵拉皮肤而撕裂已吻合的血管。缝合不要过密、过紧，松松缝合即可，一般皮下不必放引流条。

（七）手术后包扎与制动

贴敷伤口的油纱条要剪成小块，逐块贴在缝合的创缘上，不可大块环形缠绕式敷贴，以免患指肿胀后形成环形压迫影响血供，同时也有利于更换敷料时揭下。油沙布外面的无菌纱布最好也剪成几块敷上，不要大块环

形包绕。

手术后制动对小儿断指再植至关重要，由于小儿不能配合，手术后患指疼痛以及实施治疗、护理措施，均可引起哭闹和躁动，易诱发患指血管痉挛或栓塞形成。O'Brien 等对小儿断指再植手术后采用掌面石膏托固定。作者进行第 1 例小儿全断示指再植手术后只用石膏托固定患肢，患儿躁动不安，难以配合治疗，手术后第 4 天终因患指转动牵拉而导致失败。在此教训之后，作者改用“飞机型”胸臂前后石膏夹制动，由于患肢、健肢和躯干同被固定，患儿哭闹时患肢仍保持稳定。镇静剂可采用少量冬眠 I 号，3～5 天后停用（图 17—64）。



图 17—64　小儿断肢（指）再植后“飞机型”胸臂前后石膏夹固定

五、小儿断指再植术后观察与护理

小儿断指再植术后观察与护理非常重要，此为小儿断指再植成功的重要环节。虽然再植手术可能做得较为成功，但因观察与护理不当而导致失败者并不少见。

（一）全身情况的观察

1. 体温、脉搏、呼吸、血压测定　再植术后要每 1～2 小时测量血压、脉搏一次，详细记录，48 小时后可改为 3～4 小时测量一次，3 天后如无明显变化，可改为一日测 1～2 次。测量体温、呼吸一日 3 次，必要时还要记录每小时尿量，以便及时了解全身情况及时处理。

2. 体位　由于患健肢同时采用“飞机型”前后胸臂石膏夹固定，患儿采取仰卧位，患肢可适当垫高，以利于减轻肿胀和观察护理。

（二）患指情况的观察

小儿断指再植术后，患指可能发生血循环危象、肿胀或感染，应当严密观察，及时发现和处理，常可挽救垂危的断指。

1. 患指血液循环情况　患指血液循环情况，是手术后需要经常观察的重点之一。由于小儿指血管细，又容易发生痉挛，因此断指再植术后，发生血液循环危象的机会较成人多。一旦出现血液循环危象，应查明原因，及时处理。

（1）动脉血液循环危象　再植手指发生动脉危象时患指苍白，指腹张力降低，皮温约较健指低 2～3℃，毛细血管反应迟缓，指端皮肤小切口出血少或不出血，超声多普勒探测听不到血流声。

（2）静脉危象　患指暗紫色，指腹张力高，皮温低，指端小切口滴出暗红色血液，超声多普勒探测血流较弱，指背皮肤可起水疱。

血液循环危象的主要原因：血管痉挛；血管栓塞；血肿、肿胀、敷料等压迫。但以前两项多见。血管痉挛和栓塞，临床上很难辨

别，因此一旦发现患指出现血液循环危象，应立即拆除敷料用温热的1∶2000洗必泰液泡洗伤指。如系敷料、血肿或肿胀压迫所致，应立即处理，同时肌肉注射罂粟碱25～30mg，妥拉苏林15～25mg，观察1小时无效，应马上手术拆除缝线探查血管。如术中所见为血管痉挛，可局部行解痉处理，若为血管栓塞，即剪除栓塞的吻合部，重新吻合，不可等闲视之。

2. 患指肿胀与感染　再植术后的手指都有一定程度的肿胀，这是由于创伤反应及血液循环重建后血流动力学不平衡。一般肿胀并不需要特殊处理，适当抬高患指，5～6天即可自行消肿。如果肿胀明显，多因患指损伤严重、缺血时间较长、血液循环障碍以及感染等所致，应查明原因，及时处理，必要时应拆除几处皮肤缝线，进行减张或引流。

（三）小儿断指再植术后护理要点

术后护理失当，将会导致手术失败，甚至危及生命。小儿断指再植术后护理有以下要点。

1. 维持水和电解质平衡　术后2～3天，由于创伤、麻醉和手术影响，患儿食欲不佳，加之小儿对水与电解质平衡失调耐受程度差，术后1周内，必须注意维持水与电解质的平衡。除按体重适当输液外，尽量经口服补充。

2. 术后常用的解痉抗凝药　常规静脉滴注低分子右旋糖酐、罂粟碱、妥拉苏林，肌肉注射冬眠Ⅰ号，可根据年龄计量。冬眠Ⅰ号不但使患儿安静嗜睡，同时也具有扩张血管作用，已成为小儿断指术后的常规用药。年龄太小或不配合的患儿尽量不用口服药，以防引起恶心呕吐。

3. 室内保持温暖　寒冷季节室内温度保持在20～25℃，患指局部再加60～100W的灯光照射。由于寒冷引起小儿患指发生血液循环危象者较为常见，因此保持室温是小儿断指再植术后护理的重要内容之一。

4. 饮食　术后一周内患儿食欲及消化能力均有降低，因此应注意饮食调节，给予喜欢吃且容易消化的食物，要少量多次进食。

5. 精神护理　术后除应用镇静药物外，应注意精神护理，取得患儿信任与配合。

6. 更换敷料　断指再植术后，需要每日或隔日更换患指敷料，一方面为了及时观察了解患指情况，发现问题及时处理；另一方面及时更换干结的敷料，避免压迫，影响患指血供。换药之前，对不能配合的小儿最好肌肉注射一次镇静剂（如冬眠Ⅰ号），使其安静睡眠后再换药。解开外层敷料后，有血痂粘着的内部敷料，要先用温热的1∶2000洗必泰液泡洗，使之浸透变松软后再慢慢揭下，避免引起疼痛或血管痉挛。揭去敷料后再用温洗必泰洗患指2～3分钟，若无需特殊处理，即可用小块油纱布敷贴创口，外用纱布松松敷盖后包扎，仍用石膏夹固定。

7. 康复训练　小儿好动，喜欢玩耍，只要患指不疼不肿，可于再植术后3～4周进行患指轻度伸屈活动，并逐渐增加活动度。待骨骼愈合后医护人员或家长可协助活动关节，给其小皮球、橡皮筋等玩具，让其双手玩耍，但在指神经尚未完全恢复之前，要注意保护患指，避免冷热致伤或碰伤。

（王成琪　王剑利）

第十八章　拇指功能重建

由于拇指在手的功能中占有重要的位置，故当拇指创伤时应尽最大限度地恢复或重建拇指的功能。目前拇指功能重建的方法有多种，应根据拇指损伤的程度、类型及术者的技术水平选择适当的术式。

第一节　第二足趾移植再造拇指

一、第二足趾移植再造拇指的解剖基础

1966年，杨东岳等首创利用显微外科吻合技术进行第2足趾游离移植再造拇指获得成功。由于移植术成功的关键之一是完善、准确地解剖和吻合血管重建血液循环，因此，对与移植术有关的血管走行、分布及变异的研究受到广泛的重视。徐恩多（1981）、吴晋宝（1984）先后对足血管的分支类型和吻合，孙博（1984）对足趾“第二套动脉血供系统”进行了系统的解剖研究。顾玉东（1982）提出了在第1跖背动脉变异时应用第2跖背动脉和第1跖底动脉，即第二套动脉血供系统，使足趾移植的成活率得到提高。近年来，足趾移植手术在解剖基础理论研究方面进展迅速，临床技术日臻成熟。

（一）足背动脉

胫前动脉经过小腿横韧带的深面行于踝关节前面，继而到足背，在两踝之间连线以下改名为足背动脉。足背动脉向前下经距骨、舟骨和第2楔骨与趾短伸肌之间至第1跖骨间隙，其外侧为趾长伸肌腱。足背动脉向前走行中多为直捷走行，也有曲折走行的。自内、外踝连线的中点至第1跖骨间隙近端连线即为足背动脉行径的体表投影。腓深神经与足背动脉伴行，其中位于动脉内侧者占55%，位于外侧者占21%，与动脉交叉者占24%。

1. 足背动脉分型　按足背动脉的来源将其分为三种类型（图18—1）。Ⅰ型：为胫前动脉的直接延续，约占95%；Ⅱ型：由增粗的腓动脉穿支形成，约占4%；Ⅲ型：由胫前动脉和腓动脉穿支汇合而成，占1%。按足背动脉的形态将其分为六种类型：①正常型：通常描述的足背动脉体表投影即为此型的形态，占59.0%；②弓型：向内或向外弯曲，占23.0%；③偏外型：多由腓动脉穿支形成，占7.5%；④偏内型：在近足背内缘走行，占3.5%；⑤纤细型：占6.5%；⑥缺如型：占0.5%。

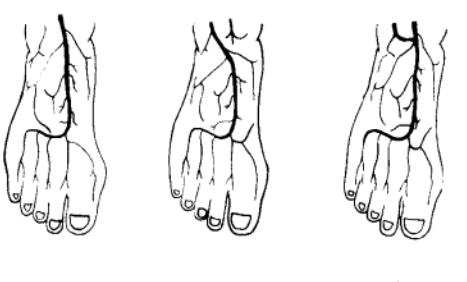


图18—1　足背动脉类型

（1）为胫前动脉的直接延续；（2）由增粗的腓动脉穿支形成；（3）由胫前动脉和腓动脉穿支汇合而成

2. 足背动脉分支　足背动脉有近十条分支，其中与第2足趾移植关系密切的有第1跖背动脉、足底深支和弓状动脉。

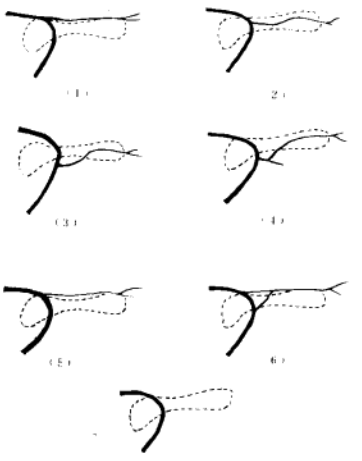


图 18—2　第 1 跖背动脉分型

(1) 浅型；(2) 深型；(3) 足底弓型；(4) 跖底型；(5) 纤细型；(6) 足背足底弓型；(7) 缺如型

根据第 1 跖背动脉起始、走行及粗细方面的变异情况，徐恩多将其分为七种类型(图 18—2)。①浅型：起于足背动脉，走行于第 1 跖间隙的骨间肌与其表面的深筋膜之间，由同名静脉和腓深神经的分支伴行，占 54.0%；②深型：起于足底深支，其近段走行于骨间肌中间，远段稍凸向背侧，达骨间肌浅面或浅层内，占 24.0%；③足底弓型：起始于足底弓的起始部，近段走行于骨间肌深面，远段向背侧达骨间肌的浅面或骨间肌中层，占 14.0%；④跖底型：起于第 1 跖底动脉，走行于骨间肌的深面或其中，占 3.5%；⑤纤细型：起于足背动脉，外径小于 1.0mm，占 2.5%；⑥足背足底弓型：由足背动脉和足底弓各发出分支汇合而成，占 1.0%；⑦缺如型：占 1.0%。顾玉东将第 1 跖背动脉分为四型，即浅表型（占 27%）、肌内型（占 37%）、深型（占 31%）及缺如型（占 5%）。该分型法较简明，易于临床使用。

第 1 跖背动脉外径约 1.5mm，其远段多为弓状凸起，位置表浅，在解剖该动脉时应在远端先找到动脉，然后向近端追踪，以避免损伤远段凸起部。

在第 1 跖背动脉发出之前常发出一皮支，即第 1 副跖背动脉，根部外径 0.5mm。该动脉发出后向前行至跖趾关节处，分出小支至趾背根部。该皮支有时较粗，易误认为第 1 跖背动脉。

足底深支为足背动脉的终末支之一，发出后在第 1 跖间隙穿骨间肌至足底，与足底外侧动脉吻合形成足底弓。

弓状动脉的出现率为 47%，通常在跖骨底附近起于足背动脉。起始后在趾短伸肌的深面呈弓状向足背外侧走行，从弓的远侧发出第 2～4 跖背动脉。

据孙博观察，第 1 跖背动脉与第 1 跖底动脉之间在跖骨头前及趾蹼软组织内常有较恒定的吻合支，其出现率为 86～100%。根据吻合支的吻合形式，可将其分为五种类型。Ⅰ型：占 45%。第 1 跖背动脉在趾蹼处分出 2 条指背动脉和 1 条穿支，前者分布于拇趾背面及第 2 趾背面内侧半，后者向前下于跖趾关节前方分为两支趾底动脉。第 1 跖底动脉在跖趾关节前方通过交通支与第 1 跖背动脉吻合。在此型，第 1 跖背动脉主要营养第 2 趾。Ⅱ型：占 34%。第 1 跖背动脉在趾蹼处与第 1 跖底动脉吻合，交通支外径仅 0.5mm，在截取第 2 趾时应注意保护，将其与跖背、跖底动脉一并取下。Ⅲ型：占 15%。第 1 跖背动脉分出趾背动脉后，其穿支向前下行至拇趾底腓侧成为拇趾腓侧趾底动脉。第 1 跖底动脉成为第 2 趾胫侧趾底动脉，并借交通支与第 1 跖背动脉相连。本型第 1 跖背动脉主要营养拇趾，仅以较细的趾背动脉营养第 2 趾。如以第 1 跖背动脉为蒂截取第 2 趾时要保护好与第 2 趾胫侧趾底动脉的交通支，但由于交通支较细，移植后的足趾易发生血循环危象。Ⅳ型：占 4%。第 1 跖背动脉

发出2支大小不等的趾背动脉，细支至踇趾，粗支至第2趾，穿支向前下至第2趾底胫侧成为胫侧趾底动脉。第1跖底动脉主要营养踇趾底腓侧。本型第1跖背动脉主要供应第2趾，为第2趾游离移植的理想类型。Ⅴ型：占2%。第2趾基本全由第1跖底动脉分出的趾底动脉和趾背动脉供应，第1跖背动脉在跖趾关节附近仅发出细小趾背动脉至趾根部，主干向前下方与第1跖底动脉主干吻合（图18—3）。

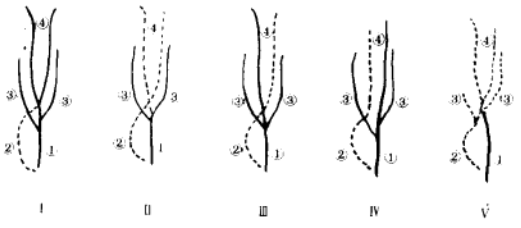


图18—3　第一跖背动脉与第一跖底动脉的吻合类型

①跖背动脉　②跖底动脉　③趾背动脉　④趾底动脉

顾玉东（1985）将第1跖背动脉的分支分为三种类型，即分叉型（相当于孙博的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型），占93.5%；主干型（相当于孙博的Ⅳ型），占2.5%；细支型（相当于孙博的Ⅴ型），占4.0%。在分叉型，结扎向踇趾的分支后，第2趾可从第1跖背动脉获得足够的血液供应。主干型对第2趾游离最为有利，细支型则极为不利。

（二）第2趾趾动脉

第2趾趾动脉包括两条趾背动脉和两条趾底动脉。在两条趾背动脉中，胫侧的外径为0.6mm（0.3～1.2mm），略粗于腓侧。在两条趾底动脉中，胫侧的外径为1.1mm（0.6～2.1mm），也略粗于腓侧。两趾背动脉在趾背筋膜内常形成2～3个细小的动脉弓，两趾底动脉在趾腹筋膜内形成血管交通网，趾背动脉与趾底动脉在趾侧面也有数处吻合。

（三）第2趾趾静脉

趾静脉有深、浅两组。深组与趾动脉伴行，通常有2条，粗细不一，稍小于趾动脉。浅组较发达，位于浅筋膜内，在趾背、趾底和趾蹼处，浅静脉与浅静脉之间以及浅静脉与深静脉之间均有交通支。第2趾与踇趾相对缘的趾背静脉在趾蹼处汇合成第1跖背静脉，外径为1.9mm（1.1～2.8mm），最后汇入足背静脉弓。第2趾腓侧趾背静脉多数注入第1跖背静脉，少部分参与组成第2跖背静脉。第2趾趾底静脉在近趾蹼处形成跖底静脉，该静脉走向足底内侧，然后注入大隐静脉。第2足趾移植时吻合的静脉为大隐静脉，该静脉起始处外径为3.0mm（2.1～4.2mm）。

据顾玉东观察，第2趾的静脉回流有四种类型。①大隐静脉弓型：占93.5%，第2趾趾背静脉汇合的第1跖背静脉汇入足背静脉弓，该弓向内侧延续为大隐静脉，此型在吻合大隐静脉后，足趾静脉血回流通畅。②大隐静脉细支型：占1.5%，第2趾趾背仅有1～2支直径约为0.5mm的静脉，直接汇入足背静脉弓或大隐静脉。此型的大隐静脉吻合后足趾静脉血回流不畅。③足背静脉主干型：占3.0%，第2趾趾背有1～2支口径为1.5～2.0mm的静脉，向上内方直接注入大隐静脉，此型吻合大隐静脉后足趾静脉血回流较通畅。④足背静脉型：占2.0%，第2趾背侧有3支以上口径约为0.5mm的静脉，向上在足背形成静脉网，汇入大隐静脉。静脉网各静脉较直者吻合大隐静脉后静脉血回流

基本通畅，迂曲者不宜采用。

（四）第 2 趾趾神经

第 2 趾的神经来自腓浅神经、腓深神经和足底内侧神经的第 1、2 跖底神经。腓浅神经在足背分为足背内侧皮神经和足背中间皮神经，其中足背内侧皮神经越过小腿横韧带及十字韧带表面分为内、外侧支，内侧支分布于踇趾内侧和足内侧，外侧支发出两支趾背神经分布于第 2、3 趾背面相对缘。足背中间神经发出趾背神经分布于第 3～5 趾背面。腓深神经在足背伴足背动脉前行，于第 1 跖间隙内穿出形成两支趾背神经，分布于第 1、2 趾背面相对缘（约占 55%），除此之外尚发出小分支分布于踇趾内侧和第 2 趾外侧（约占 12%）。趾背神经横径 1.0mm。第 1、2 跖底神经在趾蹼近侧各分为两支趾底神经，分布于第 1、2 趾底相对缘和第 2、3 趾底相对缘。趾底神经横径为 1.6mm。

（五）第 2 足趾的第二套血供系统

第 2 足趾移植常规血供为足背动脉→第 1 跖背动脉→趾动脉，称为第一套血供系统。当第一套血供系统变异时，尤其是第 1 跖背动脉细小或缺如时，第 2 趾的血供主要来自第 2 跖背动脉和第 1 跖底动脉，此即第二套血供系统，正确地采用该血供系统可提高手术成功率。

1. 第 2 跖背动脉　见第 20 章第 1 节。

2. 第 1 跖底动脉　该动脉管径大，走行恒定。从足底弓起始后向第 1 跖骨跖侧外方走行，全程呈“S”形弯曲。第 1 跖底动脉在跖骨头和籽骨的后方与足底内侧动脉的分支吻合形成“X”形血管吻合（图 18—4）。第 1 跖底动脉外径为 1.5mm，长约 5.2cm。

（丁自海）

二、第二足趾移植再造拇指的方法

拇指和其他手指的伤缺是常见伤，对手的功能影响很大，尤其是拇指，一旦伤缺，将失去手近 40%的功能。因此，拇指和手指伤缺再造术，是恢复手功能的主要措施。不论是拇指伤缺的急诊处理，还是二期处理，都可施行拇指的再造术。虽然拇指再造的方法较多，但当前仍以游离第 2 足趾移植再造术为优。

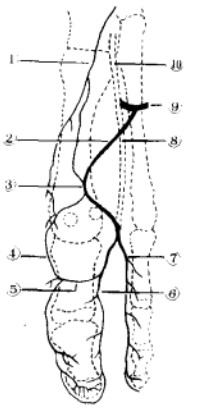


图 18—4　第一跖底动脉的走行和分支
①足底内侧动脉　②第 1 跖底动脉　③“X”血管吻合　④踇趾胫侧趾底动脉　⑤踇横动脉　⑥踇趾腓侧趾底动脉　⑦第 2 趾胫侧趾底动脉　⑧第 1 跖背动脉　⑨足底动脉弓　⑩足背动脉

（一）最佳手术方案的选择

1. 病人全身情况较好，能耐受较长时间的手术。

2. 局部条件好，残指无炎症，供足无瘢痕，无皮癣。

3. 血管条件较好。术前应采用超声多普勒详细检查，了解供、受区动脉和静脉的血流情况，第 1 跖背动脉的分型，大隐静脉及其第 2 趾的静脉回流情况，有无因过去输液而阻塞等。

4. 根据拇指缺损的程度，设计出切取趾的长度，是否需要携带跖趾关节等。

5. 根据受区的皮肤条件，设计切取第 2 趾时所携带皮瓣的大小和形状。

6. 根据受区血管、神经和肌腱的缺损程度，设计手术中是否进行邻指上述组织的移位，还是游离移植。

7. 术中必须调整好移植指的位置，保持正确的对指位。指伸、屈肌腱张力适当，长度达指近节中段为宜，不可过长或过短，以免影响功能和美观。

8. 选择足趾，尽量切取外形近似拇指者，如大小、长度、色泽等，以求美观。

（二）适应证

1. 拇指Ⅰ～Ⅱ度缺损，伤者要求再造者。

2. 拇指Ⅲ～Ⅵ度缺损。

3. 拇指外伤性强直或畸形，严重影响功能和美观。

4. 手五指全缺，可先行或与手指同期行拇指再造。

（三）手术方法选择

1. 拇指Ⅰ、Ⅱ度缺损，可切取趾甲床以近的部分进行趾趾移植，再造切口可偏于尺侧或于正中（图 18—5）。



图 18—5　拇指Ⅰ～Ⅱ度缺损再造切口

2. 拇指Ⅲ、Ⅳ度缺损，应切取第 2 足趾移植，再造切口于中间或偏于尺侧（18—6）。

3. 拇指Ⅴ、Ⅵ度缺损时，应切取携带足背大型皮瓣的第 2 足趾移植，拇指再造切口将皮瓣翻向掌侧，以便于足背皮瓣瓦合，重建虎口和修复皮肤缺损区。不必先做皮管成形术，一次完成再造手术（图 18—7）。

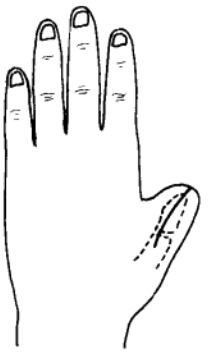


图 18—6　拇指Ⅲ～Ⅳ度缺损再造切口

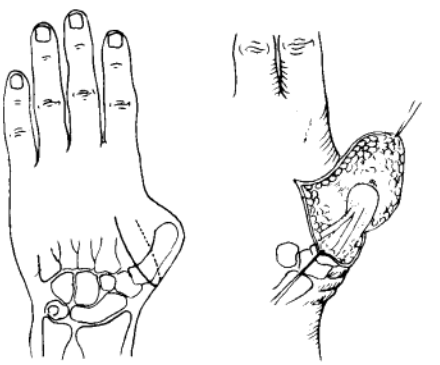


图 18—7　拇指Ⅴ～Ⅵ度缺损再造切口

（四）游离足趾

1. 足趾选择

（1）术前必须采用超声多普勒探测血管情况，选用动、静脉条件较好的一侧足趾。

（2）两侧足背动脉和第 1 跖背动脉相同时，可选用对侧足趾，以便头静脉与大隐静脉顺侧相吻合。

2. 手术步骤

（1）足背部“S”型切口，切至皮下，锐刀解剖出大隐静脉，向近侧达足够长度，结扎切断分支（图 18—8）。

（2）切开足背深筋膜，显露出趾短伸肌，于肌肉肌腱交界处切断该肌腱，提起肌端向

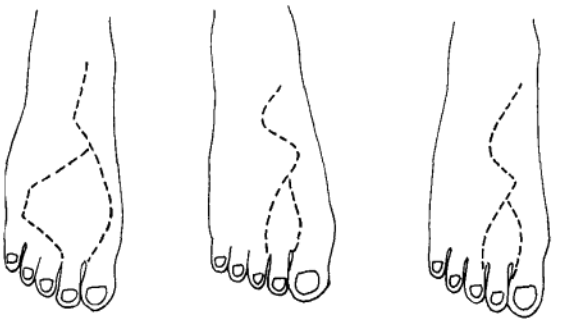


图 18—8 足背切口

近心侧解剖分离，显露出足背血管束。

（3）进一步解剖分离大隐静脉，沿大隐静脉向远侧走行锐刀切割掀起，距其周围 1cm 切开周围筋膜并切断结扎分支，解剖分离到第 2 趾蹼处，保留其第 2 趾的属支，偏 1、3 趾侧切断结扎第 1、3 趾的属支。

（4）距血管束两侧 1cm 处，锐刀切割血管束周围筋膜，直至骨膜上。遇血管分支，应切开血管分支两侧的筋膜，钳夹血管提起，切断并结扎，不作钝行分离，以免损伤血管内膜。

（5）解剖至第 1、2 跖骨底足背血管的足底深支处，先切开骨间背侧肌上的筋膜，紧靠第 1 跖骨切断骨间背侧肌，并在 1、2 跖骨间向足底侧锐性解剖分离，可发现足底深支向远侧走行，有 2～3 个足底分支。继续向远侧解剖，必要时切断跖骨间韧带，于 1、2 趾和 2、3 趾蹼间，解剖出趾底动脉及其神经，并向足底解剖分离一段再行切断，以备吻接。第 1、2 跖骨间填塞纱布压迫止血，不必结扎。

（6）从足底行第 2 趾“V”型皮瓣切口，提起皮肤向跖趾关节处分离，继而切开趾屈肌腱。此时除骨关节外，第 2 趾的软组织已完全解剖分离（图 18—9）。

（7）根据需要，切断跖趾关节囊或用线锯锯断跖骨。但在锯跖骨时，要用骨膜剥离器，注意保护第 2 趾两侧尤其是腓侧的软组织，以免损伤血管。



图 18—9 趾底面切口

（8）切断骨或关节后，提起第 2 趾逆行向近心端解剖分离。沿骨间肌表面，从第 2 趾的远侧和腓侧向近心侧解剖分离，最后余下第 1 跖背动脉及其周围的筋膜。此时可在看清楚第 1 跖背动脉分型、走行情况下，切断足底深支，完成第 2 足趾的解剖分离（图 18—10）。

（9）放松止血带，观察游离的第 2 趾血供情况，并采用 3%罂粟碱行血管外膜下注射以预防和解除血管痉挛。

（10）受区应解剖出头静脉、桡动脉（在鼻烟窝或腕前侧处）、拇长伸、屈肌腱、桡神经浅支及拇指固有神经等，以备吻接。

（11）骨骼固定采用直径为 1mm 克氏针，逆行从趾腹前正中穿出，再顺行穿入拇指骨、掌骨或大多角骨内，足趾伸直位固定。

（12）肌腱采取腱内双针线法、套圈式

法、或双“8”式缝合拇长伸、屈肌腱，并调整于功能位，伸、屈肌腱张力适宜。

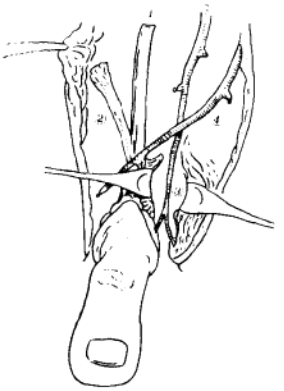


图 18—10　逆行解剖分离第二趾
①趾长伸肌腱　②趾短伸肌腱　③第 1 跖背动脉
④大隐静脉

（13）采用王成琪氏缝合法，将大隐静脉与头静脉先吻合，继而将足背动脉与桡动脉相吻合，放松止血带恢复血供，再吻合足背动脉伴行的 1～2 条深静脉，最后吻合 1～2 条指固有神经，并将足背内侧皮神经与桡神经浅支吻合。

皮肤缝合应疏松，放置 1～2 条引流条，以防血肿。

（14）术后患肢置石膏托制动保护。

（五）手术注意事项及术后处理

1. 术中血管变异的处理　足背动脉变异较少，而且较容易检查出来，而第 1 跖背动脉变异并不少见，约占 5～8%，对于第 1 跖背动脉过细或缺如者，处理方法有以下几种：

（1）顾玉东提出的第二套动脉供血系统，处理方法有以下五类。

1）同时游离第 1 副跖背动脉至第 2 趾。

2）同时游离第 2 跖背动脉至第 2 趾。

3）同时游离足底深支及跖底动脉至第 2 趾。

4）同时游离第 2 跖背动脉并在近端切断（此动脉不与足背动脉直接相连者），将其与足底穿支断端缝接。

5）游离跖底动脉作为血管蒂移植第 2 趾。

上述情况是可行的，但临床上遇到上述情况所占比例不太多。作者在 292 例（312 指）足趾移植再造拇、手指时，发现和采用上述 1）类 2 例（0.6%），3）类 3 例（1%），4）类 2 例（0.6%）。

关于采用 3）类所述的方法，作者经过临床 3 例应用体会，这种方法足底破坏太大，不但切断骨间背侧肌，还要切断跖骨间韧带、蚓状肌等，破坏了足弓和肌肉，难免引起行走时足底疼痛。

（2）王成琪处理第 1 跖背动脉变异的方法为：

1）趾动脉与足底深支相吻合。

2）趾动脉与指动脉相吻合。

3）趾动脉与足底深支间静脉移植搭桥术。

上述三种方法可以解决第 2 趾血管的任何变异，因此在解剖分离第 2 趾时，可不考虑第 1 跖背动脉的分型。

2. 要无创伤性解剖分离血管蒂　不论供区还是受区，在解剖分离血管蒂过程中，应采取锐刀，距血管及其分支周围 1cm 处切割分离，不用钳、剪钝性分离，不剥净血管周围筋膜，以防牵拉损伤血管壁，尤其是内膜。

3. 采取顺行、逆行相结合的方式解剖游离足趾　足背动脉解剖分离至足底深支处，切开骨间背侧肌，向 1、2 跖骨间分离至跖骨头，不解剖显露第 1 跖背动脉。然后再从足底侧切开皮肤，逆行解剖分离足趾，与顺行解剖分离处相会合。此种解剖游离足趾方法，简便省时，一般在 1～1.5 小时即游离完足趾。对血管刺激性小，足部创伤轻。

4. 足底深支切断后不必结扎，填塞纱布压迫几分钟即可止血。因为两个跖骨之间狭

小，结扎血管非常困难。

5. 放置在患指内的引流条在 24～48 小时拔出。

6. 术后前 3 天应每天更换敷料，以便观察患指有无血肿、感染、包扎过紧以及血供情况。更换敷料时应采用温洗必泰无菌盐水泡洗，避免过冷或强行向下撕揭。

7. 保持室温在 20～25℃为宜。

8. 常规肌肉注射抗生素，预防感染。

9. 应用解痉抗凝药物，常规静脉滴注低分子右旋糖酐 500ml，2 次/日。肌肉注射罂粟碱 50mg，1 次/6 小时，妥拉苏林 25mg，1 次/8 小时，口服阿斯匹林 25mg，3 次/日。

10. 卧床 2 周，拆线后下床活动，3～4 周拔除钢针，开始患指功能练习。

（王成琪　王剑利）

第二节　前臂复合组织瓣再造拇指

一、应用解剖

（一）动脉

在前臂上 1/3 处，桡动脉发出 1～3 条肌皮支至皮肤。在前臂中 1/3 处，桡动脉发出 2～3 条皮支。在前臂下 1/3 处，桡动脉又有 3～7 条皮支至皮肤。桡动脉发出的皮支，构成丰富的血管网，供应前臂皮肤。除此之外，桡动脉还发出约 10 条细小分支，直接供应桡骨的中下 1/3 段。

桡动脉与尺动脉之间通过腕掌网、腕背网、掌浅弓、掌深弓构成丰富的交通网，因此，单独切断上肢的桡动脉或尺动脉干，均可经掌深、浅弓逆流灌注，不影响手部血液循环。

（二）静脉

前臂逆行岛状复合瓣的静脉回流，主要靠桡动脉的两条伴行静脉。桡静脉与头静脉在肘关节下、腕上均有吻合，浅静脉在皮下吻合成网。与动脉伴行的两条静脉有众多的不同形式的交通支，主要有横形、斜形、Y 形、丛状和旁路五种。这些交通支对静脉逆流起重要作用。桡动脉逆行岛状复合瓣的静脉回流是因两条伴行的桡静脉下段静脉瓣膜稀少。从腕横纹处起，向近端 20cm 的长度内，仅有 2～5 个静脉瓣，而且均为双瓣，第一对瓣膜距静脉远端平均约 8.5cm（4～11.8cm）。两条静脉的瓣膜分布在不同水平上，两静脉间又有丰富的交通支，而交通支中无瓣膜。此外，有些桡动脉的两条伴行静脉上还有跨越瓣膜的旁路静脉存在，这样静脉血流可呈“迷宫形式”绕过静脉瓣回流。这些解剖特征，为皮瓣血液逆向回流提供了条件。

若在尸体上按常规方法做成前臂带蒂岛状复合瓣的模型，在 X 线电视透视下，经尺动脉注入造影剂，可见皮瓣内造影剂来自尺动脉。造影剂经掌浅弓、掌深弓注入桡动脉远端。桡动脉的分支在皮瓣内形成网状，并有约 10 几条小分支直接到桡骨片的骨膜侧。动脉显影 2～3 秒后，首先出现一条桡动脉的伴行静脉显影，瞬即两条伴行静脉均显影，迂回在桡动脉的周围，静脉到腕部，部分经掌浅、掌深静脉弓回流，部分经掌和背侧浅静脉交通支回流。由此可见，前臂复合瓣既有充分的动脉血供，伴行静脉回流也不成问题，皮瓣内桡骨片也有充足的血液供应。

二、手术适应证

1. 足部或/和手部血管条件差，无条件作游离足趾或踇甲皮瓣移植者；

2. 患者对足趾或踇甲瓣移植有顾虑者；

3. 尺动脉、桡动脉经 Allen 试验或多普勒血流超声听诊检查无异常者；

4. 残存拇指腕掌关节正常者。

三、手术方法

（一）术前准备

检查第1腕掌关节功能及桡、尺动脉。测量拇指缺损长度以确定重建长度。患者取平卧位，上肢外展于手术台上，臂丛麻醉。

（二）手术步骤

1. 受区处理　若为新鲜创伤，应彻底清创。如为陈旧性损伤，则应切除瘢痕组织，修整掌骨断端，咬除坏死硬化骨质，使之成为适合做植骨的骨床。找出指神经，清创后标记备用。

2. 皮骨瓣的切取　根据残存拇指组织清创情况或瘢痕组织切除后缺损的程度以及受区至腕横纹的距离，以桡动脉行径为皮瓣轴心线设计皮瓣，一般近端宽约6cm，远端宽7cm，长约8cm，基底部宽度应大于顶端1cm左右，血管蒂长约7cm。取皮瓣时，首先切开皮瓣内侧缘，牵开桡侧腕屈肌，暴露桡骨掌侧面，再切开皮瓣外侧缘，牵开桡侧腕长伸肌及桡侧腕短伸肌，在距桡骨茎突6cm处，根据拇指指骨缺损的长度，切取桡骨片，一般长约5cm，宽1cm，厚至髓腔。继而切开血管蒂部，游离出桡动、静脉血管束，将其近端结扎切断，此时，复合组织瓣仅连接着远端血管束，以便向拇指方向逆行翻转（切开皮肤或经皮下隧道）。皮瓣内含有前臂外侧皮神经，在切断前应向近端充分游离，使其有足够的长度，以便在皮瓣移位包绕桡骨片后，能与拇指指神经缝接。将桡骨片插入残存第一掌骨内1cm，皮瓣在拇指背侧缝合。供区创面以中厚皮片覆盖，敷料包扎后，石膏托外固定。

四、术后处理

术后按显微外科手术后常规处理。

（梁进　蔡锦方）

第三节　趾短伸肌移植重建拇指对掌功能

一、应用解剖

趾短伸肌的血液供应主要来自跗外侧动脉，它是足背动脉在距骨头处的分支。在趾短伸肌的深面向前外侧走行，发出分支到趾短伸肌，其穿通支进入其上覆盖的皮肤。支配趾短伸肌的运动神经为腓深神经在踝前的分支，而其上所覆盖的皮肤，则为腓浅神经所分布。

二、手术适应证

手部创伤造成对掌肌肉损伤伴有皮肤缺损者，用趾短伸肌皮瓣移植来重建拇指对掌功能，并同时修复手部皮肤缺损。

三、手术方法

（一）肌皮瓣设计

根据受区皮肤缺损范围，以趾短伸肌为中心，画出所需足背皮瓣的范围，并标出足背动脉、大、小隐静脉及腓浅神经的位置。

（二）手术步骤

1. 显露血管和神经　在踝上5～10cm处行前中线切口。切开皮肤、筋膜、踝前横韧带及十字韧带，分开胫骨前肌和跨长伸肌腱，找到胫前动脉、静脉与腓深神经，游离出血管和神经。在切口外侧皮下找出腓浅神经到足背的感觉支，在切口内侧分离出大隐静脉。将跨长伸肌腱拉向内侧，可见足背血管。在距足背血管内侧1～2cm处纵行切开骨膜及跗跖关节外组织，于该组织下剥离出足背血管。

2. 切取肌皮瓣　沿标记线由内向外，由远向近切取皮瓣。将切断的血管神经近端保留于皮瓣内。为防止皮瓣与基底部血管床分离，可随时将皮瓣基底组织与筋膜间断缝合

固定。为不损伤足背动脉和足背弓形动脉到皮瓣的分支，可将切口延伸到第1跖间隙前内侧。找出并切断趾短伸肌腱，将其与皮缘固定，保留于皮瓣内。将皮瓣向上游离，在第1跖间隙近侧，结扎切断足背动脉的足底深支，在皮瓣远侧切断第2～4趾长、短伸肌腱，并将其与皮缘固定缝合，连同皮瓣一起掀起，在趾短伸肌之下，跗跖关节韧带和骨膜之上进行分离。切断结扎跗外侧动脉与足底外动脉的吻合支，从跗骨窦的前方，跟骨上方切断趾短伸肌的起点。在皮瓣近侧切口处，抽出趾长伸肌腱，待切取肌皮瓣完毕后，再将该肌腱缝回原处。从胫前血管神经束内找出腓深神经，分离趾短伸肌的肌支，保留备用。切断至趾与第2趾背侧的皮支。待一切准备就绪后，再切断胫前动、静脉。

3. 肌皮瓣移植

(1) 趾短伸肌的移植方法　在切除受区的疤痕和病变组织后，将肌皮瓣移到手部创面。趾短伸肌近端可缝合在第2～4掌骨的掌侧面，远侧端的肌腱于拇指近节指骨基底部尺侧的骨孔内缝合固定。移植肌肉的张力要适度，过紧可以把肌纤维拉断，过松则肌肉缺乏足够的收缩力。

(2)受区血管的处理　在腕部分离出尺、桡动脉，用无创伤血管夹暂时阻断血流，观察指端血液供应。如血液供应不良，此动脉不能切断，只能做端侧吻合。再显露头静脉和腕背侧皮下静脉备用。

(3) 缝合皮肤　肌肉缝合固定后即缝合皮肤，只留下进行血管神经吻合的创口。

(4) 缝合血管神经　根据移植肌皮瓣血管及受区血管条件，可进行端端或端侧吻合。如有血管痉挛、血栓、受压、屈曲或有张力等，应及时处理，直到移植的肌皮瓣建立正常血供。移植肌肉的运动神经与受区运动神经支进行缝接，受区运动神经可选择正中神经的一束运动支（如旋前方肌的肌支）。皮瓣上的感觉神经与腕部桡神经浅支缝接。

(5) 闭合创面　在彻底冲洗伤口及止血后，检查血管有无受压、屈曲、张力等。在排除这些情况后常规放置引流条，闭合创面，用石膏托固定拇指外展对掌位，4周去除石膏，进行功能练习。

(6) 足背供区创面的处理　足背供区如有肌腱裸露，可用腱周组织及软组织覆盖缝合，原位缝合踝前横韧带及十字韧带，以防小腿伸肌腱形成弓弦。创面周围皮缘与足背皮下组织予以缝合以缩小创面，取中厚皮片覆盖，加压包扎后用小腿石膏托制动。

（孙宝国　蔡锦方）

第四节　肌腱与骨转移重建拇指对掌功能

一、肌腱转移重建拇指对掌功能

应用肌腱转移重建拇指对掌功能，成功的关键在于以下两方面：一方面要选择合适的动力肌腱，包括正常肌力和肌腱的完整性；另一方面，转移的肌腱要有合适的角度，使拇指产生对掌功能。动力肌中首选环指的指浅屈肌，其次为中指指浅屈肌。如果以上两者都不满意，则考虑采用示指伸肌、掌长肌进行转移。此外还可以用尺侧腕屈肌或桡侧腕屈肌等。但这些肌腱转移均不能直接到达附丽部位，需采用其他肌腱吻接才能恢复对掌功能。

(一)环指指浅屈肌腱转移重建拇指对掌功能

1. 在环指近侧指节桡侧作一纵切口（图18—11），长约2cm，切开皮肤，皮下组织，向掌侧游离皮瓣，将皮瓣和指神经血管束一并向前分离并牵开，显露屈指肌腱，纵行切开腱鞘，找出环指指浅屈肌腱，于距其止点0.5cm处切断。

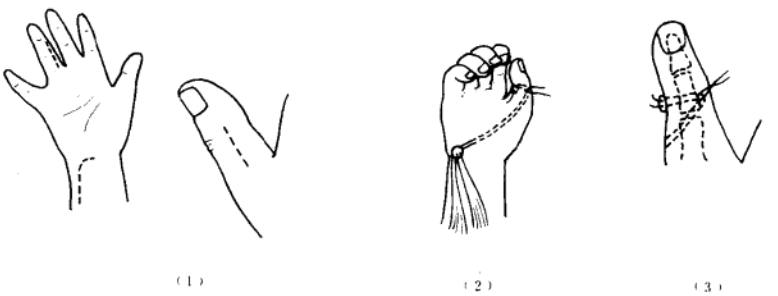


图 18—11　环指指浅屈肌腱转移重建拇指对掌功能
（1）切口　（2）肌腱转移　（3）肌腱固定

2. 于腕部屈侧沿腕横纹作一“L”形切口，长约 6cm，切开皮肤、皮下组织及深筋膜，向桡侧牵开皮瓣。找出环指指浅屈肌腱，将其远段由此切口抽出，再向上游离到肌腹部，于腕部切口尺侧找出尺侧屈腕肌，将其游离到豌豆骨的止点处。切取尺侧腕屈肌腱远端桡侧半约 2.5cm 长的腱条，不切断远侧止点，将腱条反转缝合，形成一人造滑车。

3. 于拇指掌指关节背面尺侧作一纵切口，长约 2cm，显露拇指近节指骨基部尺侧的骨面，用手钻在近节指骨基底部从尺侧到桡侧钻一骨洞。从拇指切口经拇指背侧和桡侧至腕部切口作一皮下隧道。将环指指浅屈肌腱穿过尺侧腕屈肌腱的滑车，通过皮下隧道由拇指切口抽出，放松止血带，彻底止血，缝合环指和腕部切口。

4. 置拇指于外展对掌位，将环指浅屈肌腱在维持适当张力下，用拔出钢丝法，缝合固定于拇指近节指骨尺侧之骨洞内，缝合拇指伤口。

术后用前臂石膏托固定拇指于外展对掌位，4 周后去除固定，开始功能锻炼。

（二）示指伸肌腱转移重建拇指对掌功能

当中、环指浅屈肌不能做为动力肌时，可采用示指伸肌腱转移重建拇指对掌功能。

手术方法是先在示指掌指关节背桡侧作一 2cm 横形切口，显露示指伸肌，并连同部分伸肌腱帽一起切断（图 18—12），随即修复腱帽。在手腕背侧近端作一 2cm 纵行切口，将示指伸肌腱抽出。在前臂尺侧缘另作一切

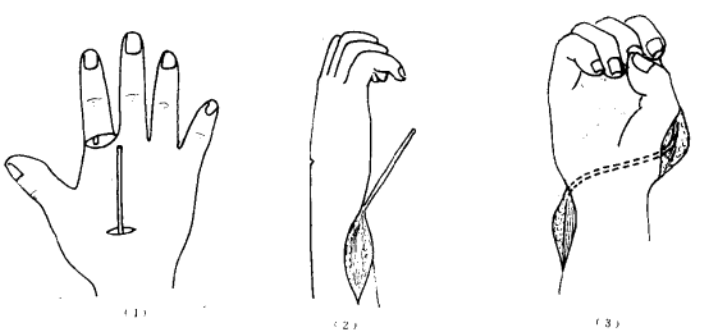


图 18—12　示指伸肌肌腱转移重建拇指对掌功能
（1）切取肌腱　（2）将肌腱拉至豌豆骨附近　（3）肌腱固定

口，将此肌腱通过皮下隧道抽出。然后在豌豆骨的邻近部位再作一小切口，并将示指伸肌腱抽出。肌腱从豌豆骨邻近的皮下隧道通向拇指掌指关节近侧的拇短展肌止点部。在拇指掌指关节桡掌侧作一小切口，显露拇短展肌腱性部分，将示指伸肌腱用编织缝合法与拇短展肌腱性部分缝合。缝合时应保持最大张力，使拇指外展，腕关节轻度掌屈位，石膏托固定 3 周后进行功能训练。

（三）掌长肌腱转移重建拇指对掌功能

掌长肌与拇指外展肌在功能上是协同肌。当外展拇指时，可见掌长肌明显收缩，因此用掌长肌重建拇指对掌功能，在功能训练上比较容易。由于有其他屈腕肌的作用，掌长肌转移后不影响屈腕功能和力量。掌长肌与掌腱膜相连续，转移时可带一部分掌腱膜，以弥补肌腱较短之不足，而不必像利用其他屈腕肌腱那样尚需一段肌腱移植。由于掌长肌具备以上特点，故可选择掌长肌重建拇指对掌功能。

手术方法是沿鱼际纹切口，切口呈“S”状经过腕部。切取部分掌腱膜，向近侧游离直至掌长肌腱。在拇指掌指关节背侧切一“S”状切口，显露近节指骨基底部，通过皮下隧道，将掌长肌腱及掌腱膜通向掌指关节背侧切口。隧道的方向要尽量与外展拇短肌方向一致，即移位的掌长肌腱在前臂远端，朝着拇指腕掌关节及掌指关节桡侧方向。转移肌腱在维持适当张力下，用拔除钢丝法，缝合固定于拇指近节指骨尺侧的骨洞内（图 18—13）。

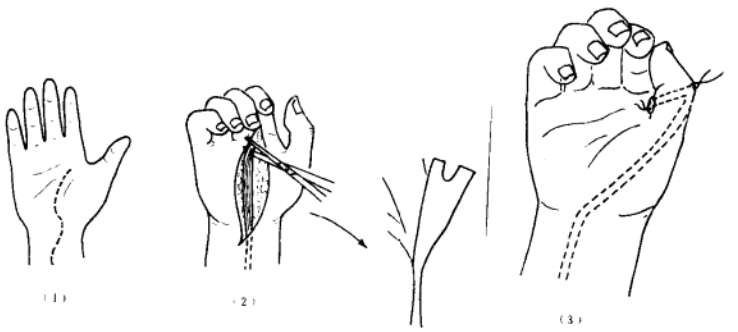


图 18—13　掌长肌肌腱转移重建拇指对掌功能

（1）切口　（2）切取掌腱膜　（3）肌腱固定

术中要检查转移肌腱张力是否合适，能否达到预期效果。在屈腕位，先将转移肌腱与外展拇短肌腱缝合一针，然后伸腕，如果隧道方向和张力合乎要求，拇指应立即呈现外展位。反之，如果拇指位置不理想，则需重新调整张力。

二、骨转移重建拇指对掌功能

对掌功能重建，如果没有条件做肌腱转移，如腕掌关节僵直等，则应行骨性手术，通常采用第 1、2 掌骨间植骨术。

手术方法是于第 1、2 掌骨间作弧形切口，将第 1 背侧骨间肌于掌骨附丽处剥离，以显露两掌骨相邻面。拇指被动外展对掌位，用小凿在两掌骨近、中 1/3 交界处，各凿一骨孔，两骨孔略偏掌侧，植骨后能否将拇指维持在外展对掌位，完全在于骨孔的位置，因此凿骨孔是关键的一步。此外，如骨孔位置太远，握持物体时物体易与植骨块相抵触，骨块如果安置过近，则拇指常不能外展。骨峡

来自髂骨，取髂骨时密质骨与松质骨兼要，将密质骨两端修尖后插入骨孔内，骨孔周围植松质骨。一般情况下植骨稳定，不需要作内固定，若不稳定可用一克氏针将骨块与第1、2掌骨固定，术后用石膏托固定拇指在外展对掌位，直至骨愈合，大约需要6～8周。

（孙宝国）

第五节　小指展肌转移重建拇指对掌功能

一、应用解剖

小指展肌位于掌短肌的深面，起自豌豆骨远端、豆钩韧带及腕横韧带，肌纤维斜向下内，止于小指近节指骨的尺侧面，一部分移行于小指的指背腱膜，支配神经为尺神经深支的分支，血管和神经伴行。作用为外展小指，如同骨间背侧肌，还能屈掌指关节及伸指间关节。小指展肌与拇短展肌的作用相似，经移位后不需要作滑车，同时又能使大鱼际肌肉比较饱满。

二、手术方法

切口起自小指掌指关节尺侧，沿小鱼际肌上行，至腕部转向腕横纹，止于腕横纹中点。

将切开的皮肤稍游离并向桡侧牵开，显露小鱼际肌，即可见到位于尺侧的小指展肌。分离并切断小指展肌止点，向近侧游离，切勿损伤支配该肌的神经血管束，直至游离到豌豆骨附丽处和供该肌的神经血管束。因为神经血管束在豌豆骨远端从桡侧进入该肌，解剖时应从尺侧分离。

于拇指掌指关节桡侧作一长约3cm的纵行切口，显露拇屈肌的腱膜，在两切口之间经大鱼际部作皮下隧道。翻转小指展肌，通过皮下隧道由拇指切口抽出其游离端，拇指置于外展对掌位，将小指展肌止端缝于拇展短肌的腱膜上，切勿将供给小指展肌的神经血管束扭转或牵拉过紧（图18—14）。

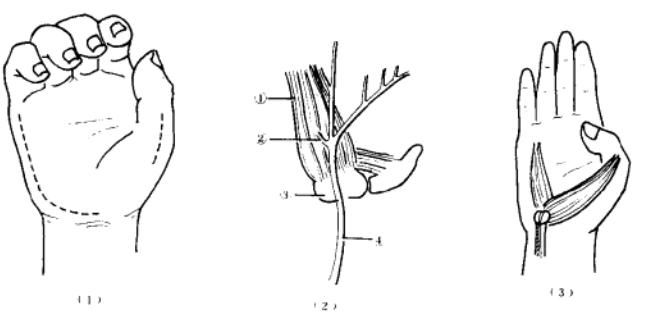


图18—14　小指展肌转移重建拇指对掌功能
（1）切口　（2）小指展肌神经支配　（3）肌转移
①小指展肌　②小指展肌支　③豌豆骨　④尺神经

术后石膏托固定拇指在外展对掌位，3周后拆除固定，开始功能练习。

（孙宝国）

第十九章　足部小关节移植重建掌指关节或指间关节功能

多年来，许多学者从事足部小关节移植至手部重建手重要关节功能的研究。Judet（1908）、Axhausen（1912）等先后进行了关节移植的研究。Gobbert（1913）首先报道了足趾关节移植用于治疗手部关节强直，Cuthbert（1946）报道1例用足关节移植修复拇指掌指关节，Graham（1954）为小儿进行了自体跖趾关节移植。国内自60年代以来，宋献文、王承武、石奉文、胡景民也等先后报道了不吻合血管关节移植术的结果，因关节发生了退行性变性，其后期疗效均不佳。异体关节移植后期骨吸收及关节破坏现象明显，尽管临床上用深低温保存、冻干保存、酒精或硫柳汞液浸泡、γ射线照射等方法处理供体关节，疗效有了一定的提高，但在免疫排斥反应还未得到解决的情况下，异体小关节移植的远期效果更不肯定。Buncke（1967）为一19岁的病人将示指掌指关节带血管移植修复中指掌指关节，术后随访，未发现移植关节有退行性变性。Schreiber（1976）用猫和兔的膝关节进行吻合血管和不吻合血管的对比移植研究，手术16月后，未吻合血管组的关节明显退变，关节软骨为纤维组织所替代，关节破坏，发生畸形或纤维骨性强直。而吻合血管组的关节结构正常，未成年动物的骨骺继续生长。60年代，Buncke、杨东岳等用足趾带血管移植再造拇、手指，其关节功能良好，促使人们开始了带血管跖趾或趾间关节移植的研究。后来，临床进行第2跖趾关节移植所采用的血管分离、搭配吻合方法等均沿用了第2足趾移植的术式。渡边政则（1978）研究猿跖趾关节的血管分布为临床进行吻合血管的跖趾关节移植提供了参考。国内解剖学界进行了大量、详细的解剖学研究。1983年郭恩覃等报道了从1980年开始进行解剖研究和4例吻合血管的第2跖趾关节移植术，1980年Mathes报道1例儿童吻合血管的第2跖趾关节移植修复中指掌指关节，发现骨骺可生长。Tsai（1982）报道2例跖趾关节移植，O'Brien（1984）报告4例吻合血管的第2跖趾关节移植术，其中2例为儿童病人，随访3年，重建关节仍有正常功能。Smith（1985）报道采用吻合血管的第2跖趾关节移植修复1例手部先天性畸形，获得良好效果。1985年张少成报道了1例带复合皮瓣吻合血管神经的跖趾半关节移植术。1985年顾玉东报道了带复合皮瓣的多个跖趾半关节移植术。张涤生（1985）报道进行吻合血管的第2跖趾关节移植修复强直性颞颌关节也获得良好效果。在跖趾关节移植中，多数将第2跖趾关节作为供体，因为有第1跖背动脉发出的关节支供血，足背动脉的管径较粗大，血管神经蒂较长，容易吻合成功，且切取方便，术后供足功能无明显障碍（第3跖趾关节亦可应用）。

第一节　跖趾关节移植术

一、应用解剖

跖趾关节由跖骨头与趾骨基底部构成，

属滑膜关节。关节背侧部分关节囊较薄而松弛，两侧部及跖侧部关节囊由于有侧副韧带、足底韧带的增强而较肥厚。趾屈肌腱在足底韧带浅面通过。趾长伸肌腱在跖趾关节背侧通过。趾短伸肌腱在背侧的关节囊近侧缘与长伸肌腱愈合。两相邻关节间，有跖骨深横韧带相连，该韧带与关节的足底韧带愈合。骨间肌在跖骨深横韧带的背面通过，蚓状肌、趾底总动脉在其跖面通过，因此可将此韧带视为足背侧和跖侧组织的分界。切取跖趾关节时，需在近关节囊处将跖骨深横韧带切断。受区需要修复肌腱时，则在关节囊附近切断趾短伸肌腱后，携带适宜长度的趾长伸肌腱或趾屈肌腱予以修复。

（一）第 2、3 跖趾关节的血管

供应第 2、3 跖趾关节的动脉分别来源于跖背动脉和跖底动脉。第 1 跖背动脉Ⅱ型近侧 2/3 段较深，远侧 1/3 段较浅。第 2、3 跖背动脉位置均较浅，但分别有 3%和 10%缺如。第 1 跖底动脉有 20%来自足底内侧动脉，外径平均 1.1±0.3mm，80%来自足底动脉弓和足底深支，外径平均 1.5±0.5mm。除来自足底内侧动脉的第 1 跖底动脉位置较浅外，跖底动脉均可分为较深的近侧段和较浅的远侧段。跖背动脉和跖底动脉起始处的平均外径和长度见表 19—1。

表 19—1　跖背动脉和跖底动脉的外径、长度（$\bar{x}\pm s$）

动脉序数	跖背动脉		跖底动脉	
	外径(mm)	长度(cm)	外径(mm)	长度(cm)
第一	1.6±0.5	4.7±0.9	1.4±0.5	5.2±0.8
第二	1.2±0.4	5.1±1.0	1.3±0.4	5.2±0.7
第三	1.0±0.3	4.8±1.5	1.3±0.4	5.0±0.7

跖动脉的伴行静脉通常为 2 条，粗细不一。跖背静脉外径平均 1.1±0.2mm，跖底静脉小于或等于同名动脉。回流入足背静脉弓的跖背静脉较粗，外径平均 1.8±0.2mm。

第 2、3 跖趾关节有背胫侧、背腓侧、跖胫侧、跖腓侧和关节后关节支。其中主要是：

1. 背侧关节支　第 2 跖趾关节背胫侧动脉关节支可分别起于第 1 跖背动脉（61%）、同侧趾背动脉（37%）和踇趾腓侧背动脉（2%），其近侧支平均在关节面近侧 1.3±0.3cm 处，远侧支在关节面远侧 0.6±0.4cm 处。第 2、3 跖背动脉在关节远侧（0～1.0cm）分为趾背动脉。关节支 79%起于跖背动脉，21%起于趾背动脉，其近侧支平均在关节面近侧 1.2±0.4cm 处，远侧支在关节面远侧 0.8±0.4cm 处。

2. 跖侧关节支

（1）跖胫、腓侧关节支　跖底动脉分为趾底动脉处，均在关节远侧（第 1 跖底动脉距离关节面 0～1.0cm，第 2、3 跖底动脉距离关节面 0.5～1.5cm）。关节支起于跖底动脉者占 88%，起于趾底动脉者占 12%（主要在第 1 跖趾关节跖胫侧），近侧支平均在关节面近侧 1.3±0.5cm 处，远侧支平均在关节面远侧 0.8±0.4cm。

（2）跖趾关节后动脉　起于足底动脉弓的第 2、3 跖底动脉，沿同序数跖骨胫侧或中线前行，接近跖趾关节后斜向腓侧到达趾蹼，在关节后下方的跖骨头凹处（一般距关节面 1.8cm）发 1～2 支关节支入关节囊，可追踪较粗的分支至关节囊深面的骨质内。此关节支在过去的文献中尚未见描述，可称之为“跖趾关节后动脉”。

（二）第 2、3 跖趾关节的神经

足背皮神经是关节背侧的主要来源。第 1 跖背总神经来自腓深神经者占 80%，来自腓浅神经者占 20%。第 2 跖背总神经 100%来自腓浅神经。第 3 跖背总神经 55%来自腓肠神经，45%来自腓浅神经。跖背总神经平均长 7.4cm，横径平均 1.5mm。跖底总神经来自足底内侧神经，平均长 5.7cm，横径平均

2.2mm。

第2、3跖趾关节均有背胫侧、背腓侧、跖胫侧和跖腓侧四种关节支。

综上所述，在移植第2或第3跖趾关节时，其血管蒂应首选跖背动脉。跖背动脉位置表浅，暴露显示容易，操作简便，有足够的长度（平均长4.9cm）和外径（平均1.3mm）。虽然第1跖背动脉Ⅱ型位置较深，Ⅲ型细小，以及第2和第3跖背动脉有3%和10%的缺如率，但以上情况不致于两侧同时出现，总可以从邻近的另一侧找到理想的跖背动脉。伴行静脉的管径往往过于细小，不便于吻合操作，而回流入足背静脉弓的跖背静脉都比较粗大且恒定。跖底动脉管径虽然粗大，但位置较深，操作难度大，一般只能用作备用的血管蒂。

为保证跖趾关节所有动脉关节支均有供血功能，在手术时应重视保存跖趾关节远侧的管径粗大的趾蹼吻合动脉（平均0.8mm）。结扎截断远侧动脉的位置在趾固有动脉段，而不应在跖背或跖底动脉干处结扎，才能有把握地保存趾蹼吻合动脉。在近端结扎切断跖底动脉时，应在跖趾关节面后方2cm以远进行。因为跖底动脉发出最粗大的关节支——跖趾关节后动脉处平均距离关节面1.8cm，在跖趾关节后动脉发出点远方切断动脉干，可以充分发挥这支最粗大的动脉关节支的供血作用。

在解剖位置上，跖背和跖底总神经均较表浅，横径平均达1.5～2.2mm，缝合操作没有困难，而且这两类神经还可以无损伤分离长达3cm以上，有足够的长度。

二、手术适应证

1. 外伤性关节强直　由于损伤、感染导致的关节强直或畸形而功能丧失者；或因关节腔内积血，刺激滑膜产生浆液性渗出液，经机化后形成疤痕，造成关节内外组织粘连，导致关节强直者。这类强直性病损，不但侵犯关节本身及其韧带，也累及肌腱等组织。如采用关节成形术、人工关节置换术，都很难获得良好疗效。用吻合血管的关节移植，可根据受区病变组织切除后的缺损范围，将包含全关节、关节韧带、有关肌腱及皮瓣等复合组织进行移植修复，可恢复关节的基本功能。

2. 关节缺损　因外伤或切除肿瘤等造成的关节软骨面或累及部分骨组织的缺损。因带血管移植的关节复合组织移植体含有骨骺及干骺端，使术后的骨、关节发育不受明显影响，故对儿童患者尤为适宜。对单纯掌骨头缺损、指骨端关节面尚好者，可行跖趾半关节移植。

3. 关节炎晚期畸形　无论是化脓性关节炎或非化脓性关节炎的晚期，由于关节软骨、滑膜受到严重破坏，形成纤维性粘连，进而形成骨性强直畸形，失去关节功能者。

4. 先天性关节畸形　如先天性手部关节畸形或缺如者，采用吻合血管的关节移植术，可获得较好的功能改善。

跖趾关节移植主要用于修复掌指关节。

三、手术方法

（一）术前准备

1. 充分了解受区病变情况。化脓性感染或类风湿疾患需待病变稳定半年以上。确定除骨、关节病损外，有无其他组织缺损，检查待吻合的血管情况，必要时进行多普勒血流计检查或血管造影。

2. 术前拍X光片了解供区骨、关节是否正常，以多普勒血流计等检查，动脉系统是否正常，有异常者备用第二方案或放弃手术，有足癣者需治愈后方可手术。

3. 术前须对病人全身情况进行详细检查，全身情况不良或周围血管有病变者，不可施行手术。

4. 麻醉的选择以能防血管痉挛和安全无痛为原则。双根硬脊膜外麻醉较理想。

5. 术前一天开始使用抗生素，并用1%新霉素液泡脚。

（二）手术步骤

手术操作包括切除病变关节，切取跖趾关节，关节植入及供区处理四个步骤，分两组同时进行。

1. 切除病变关节　在手背部病变部位作长弧形或“S”形切口，解剖与检查肌腱及掌指关节病变情况。如肌腱无损伤、无疤痕粘连时，切开指伸肌腱的尺侧横行纤维，将肌腱牵向桡侧，暴露病变关节，自掌骨颈及近节指骨基底部切除病变关节，此时须注意两点：①游离病变关节时，需将掌骨深横韧带在靠近关节囊处切断，避免损伤关节周围组织；②掌骨与指骨切除的长度，须视病变而定，必须将有病变或已硬化的或不完整的骨骼完全切除，钻通髓腔，以免关节移植后，发生骨愈合不良。若仅掌骨头损伤，拟行半关节移植则仅切除掌骨头，保留指骨端软骨面和关节囊。

如肌腱有疤痕粘连或缺损以及关节囊与疤痕粘连，则将有疤痕病变的肌腱连同病变关节一并切除。对于关节与疤痕皮肤粘连病例，也需将疤痕皮肤与关节一并切除，由跖趾关节携带肌腱或携带肌腱皮瓣修复之，否则术后影响伤口愈合。肌腱有粘连也会导致关节功能活动障碍。

2. 切取跖趾关节　在足背切开皮肤、皮下组织，暴露足背部大隐静脉、足背动脉、第1跖背动脉及与动脉伴行的静脉和腓深神经终末支。在骨间肌内分离解剖时，最好在手术放大镜下操作，以认清跖背动脉关节支走行情况，并将部分骨间纤维保留在血管神经束内，防止损伤。沿关节支血管周围分离至关节囊处后切断跖骨深横韧带，沿侧副韧带外侧向跖侧剥离。如关节移植体不携带肌腱或皮瓣时，在趾屈肌腱与足底韧带间分离达到关节的对侧。在背侧，于关节囊与伸肌腱间剥离，切断趾短伸肌腱后，将长伸肌腱牵向踇趾侧，沿侧副韧带外侧分离，并在靠近关节囊处切断跖骨深横韧带。再分别沿跖骨和趾骨方向游离，用线锯锯断或用小骨刀截断跖骨及趾骨。至此，跖趾关节移植体（包括跖骨头、趾骨基底部、侧副韧带、足底韧带的关节移植体）已完全游离，仅有血管神经束与足相连。待受区用于吻接的血管准备就绪后，切断血管神经蒂。

在儿童，跖骨头与趾骨基底部均有骨骺存在，应将两者的干骺端包含在关节移植体内。因此要在离关节囊附着处较远部位锯断跖骨和趾骨。

受区合并有肌腱缺损时，关节移植体需包括有趾长伸肌腱或趾浅屈肌腱。分离切取关节时，在伸肌腱或屈肌腱的浅面分离，保留肌腱与关节囊的联系。根据修复需要的长度切断所携带的肌腱。受区有皮肤缺损者，关节移植体可携带足背部皮瓣予以修复。

第2跖趾关节由腓深神经的终末纤维分布，在分离足背动脉及跖背动脉时，将腓深神经及其分支即第2跖背内侧神经包含于血管束内，供移植时与受区神经吻接。有指神经缺损者也可用腓侧趾神经。

3. 关节植入受区　将取自供区的跖趾关节移植体，以长径为轴旋转180°，使跖趾关节的跖面转到手背侧，跖骨头与掌骨体相接，趾骨基底部与指骨相对合，半关节移植者仅向对掌方向旋转45°即可。克氏针或钢丝内固定。应用显微外科技术，分别吻合足背动脉（或跖背动脉）和桡动脉、大隐静脉和头静脉、腓深神经终末支和桡神经浅支之分支。

4. 供区处理　跖趾关节移植体切取后遗留的缺损，可将切除下来的有病变关节植入，或另取一块松质骨填充行关节融合术，然后闭合创面。

跖趾关节移植体可根据手部缺损情况，除携带肌腱、皮瓣等组织，使手部缺损能在一次手术中修复外，在有相邻的两个掌指关节缺损畸形时，还可同时切取第2、第3两个跖趾关节，一次完成两个掌指关节的修复。切取两个关节时，将足背弓形动脉的一部分及其供应第3跖趾关节的分支包含于血管蒂内。

四、术后处理

一般处理同显微外科移植术后常规。

前臂石膏托固定2～3周后拆除，进行主动小幅度功能锻炼，逐渐加强。也可理疗或中药熏洗。术后12周根据X线检查结果可考虑拔除内固定。

第二节　趾间关节移植术

一、应用解剖

以第2足趾为例，其足背部解剖同跖趾关节，其至第2趾近侧趾间关节的血管支主要是由第2趾趾背动脉发出（图19—1）。

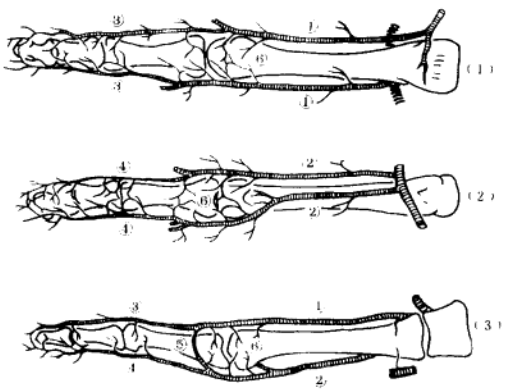


图19—1　跖趾关节和趾间关节血供

（1）背面观　（2）跖面观　（3）侧面观

①跖背动脉　②趾底动脉　③趾背动脉　④趾底动脉　⑤趾蹼吻合动脉　⑥动脉关节支

二、手术适应证

1. 采用关节成形等方法失败者。
2. 近、远侧指间关节均僵直者。
3. 创伤性关节炎疼痛者。
4. 风湿性关节炎后关节不稳者。
5. 创伤或先天性关节畸形、缺损，尤其是儿童患者。
6. 病人年龄＜40岁。

三、手术方法

（一）术前准备

同跖趾关节移植术。

（二）手术步骤

1. 麻醉　一般采用臂丛加硬膜外麻醉，或双根硬膜外麻醉。

2. 受区　以示指近侧指间关节为例，在止血带下，于示指近侧指间关节背侧行椭圆形切口，切除皮肤疤痕组织后纵形分开指伸肌腱并向两侧牵引，或由一侧进入，将肌腱向对侧牵开，探查关节损伤情况，保护指血管神经，分离出中、近节指骨适当长度（一般各长0.5～1.0厘米），至正常骨质后，用线锯、微型电锯或小骨刀将两端指骨截断。然

后，于鼻烟窝处切口，解剖出桡动脉背支与头静脉备用（其方法同掌指关节重建术）。

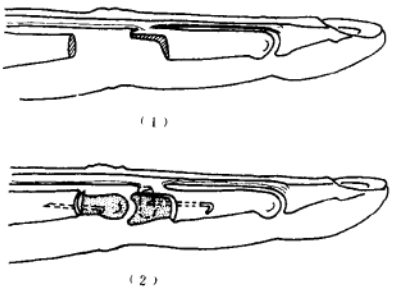


图 19—2　趾间关节移植重建指间关节
（1）病变关节切除　（2）趾间关节移植

3. 供区　以跖趾关节移植术相同方法分离足背动脉与大隐静脉，保护好第 1 跖背动脉及第 2 趾背动脉，椭圆形切口切开关节背侧皮肤使成 1.5～2.0×3.0～3.5cm 皮瓣，分出两端趾骨至适当长度后于趾间关节囊及掌板结构的远、近端截断趾骨。受区疤痕切除较多者，可同时切取跖趾腓侧近趾蹼处小皮瓣，呈双叶形皮瓣移植。

4. 关节重建　将切取之关节试行置入受区，修整骨质后以克氏针斜行固定（图 19—2）。或钻孔后用∅0.6mm 钢丝将足趾骨远近端与指骨远近端分别环扎固定，缝合皮瓣，将血管蒂自皮下隧道引至腕部后与相应血管吻合（血管搭配同掌指关节重建）。

四、术后处理

同跖趾关节移植术后处理。

（张少成　郭福荣）

第二十章　手再造术

手再造术系指一手五个手指完全缺失后采用足趾移植再造2～5个手指的一种显微外科手术。1979年我国于仲嘉首先报道为一例25岁男性双腕上外伤性截肢病人，采用人造掌骨（高强度钛合金）及双侧第2足趾游离移植再造手成功。手再造术因系从两侧足部切取足趾以及相邻足趾、软组织，常涉及多个再造手指、多种组织的相互组合与嵌接，因而不同于一般单一足趾移植再造拇、手指，其创伤大、难度高、要求严，不仅需要熟练掌握显微解剖，更需要娴熟的显微外科操作技术、适宜的良好的血管并联与高质量的血管吻合。

自1966年我国杨东岳首例第2足趾游离移植再造手指成功以来，此术式正在国内外广泛开展，成功率亦不断提高。王成琪曾报告275例287指再造术后无一例失败，创造了游离足趾移植再造拇、手指的新纪录。随着显微外科解剖学研究的不断进展，对于第2足趾移植再造手指时的第1跖背动脉缺如或第Ⅲ型时，可采用第二套供血系统，使过去常为此而放弃或可能更换另一足趾切取的手术得以成功。近年来不少学者根据第1跖底动脉——趾底动脉粗大、无解剖变异的特点，直接采用此供血系统代替足背动脉——第1跖背动脉而作为第2足趾或踇趾甲皮瓣移植的血管蒂，具有手术操作简便、安全、成功率高等优点。

全手指缺失的手再造术，由于受到病员数量与适应证的限制，目前文献报道再造例数不多，其手术方式亦未系统介绍。本章就手再造术的应用解剖、不同指数、再造时的解剖特点、术式选择、手术特点与注意事项等予以介绍。

第一节　应用解剖

踇趾甲皮瓣与第2足趾作为单独移植时的应用解剖已在第十八章中介绍，在此不再赘述。本章着重介绍一侧第2、3足趾同时移植或踇趾甲皮瓣与同侧第2、3足趾联合移植时的应用解剖。

一、第2、3足趾联合移植的应用解剖

第2足趾移植的应用解剖已在第十八章第一节中介绍。此处重点介绍第3足趾应用解剖与第2、3足趾血管神经的相互关联。

（一）动脉

1.趾背动脉　分别由第2跖背动脉和第3跖背动脉在趾蹼附近发出。根据1984年孙博的报道，第2跖背动脉起源亦有四种类型：①起于足底动脉弓（46.3%），向上穿过骨间肌至足背，分为较粗的前支和较细的后支。前支为第2趾背动脉的主干，后支为皮支，多与足背动脉皮支吻合；②起于足背动脉（36.3%），起点部位高低不一，高者可达小腿伸肌支持带，低者在跗跖关节附近；③起于弓状动脉（15%），动脉干较短，但通过弓状动脉（跗趾关节平面）与足背动脉间接连接；④起于第2跖底动脉（2.5%），动脉起始后在第2跖骨间隙中部穿骨间肌至足背，动脉干较短。从第2跖背动脉上述起源综合分析，有51.3%是直接或间接起源于足背动

脉。第3跖背动脉所发出的第3趾腓侧趾背动脉，对第3足趾移植来说无临床实际意义。

2. 趾底动脉　分别由第2跖底动脉和第3跖底动脉在趾蹼附近发出。

两侧趾背动脉或趾底动脉之间，以及趾背动脉与趾底动脉之间均有吻合，在趾背浅筋膜内常形成2～3个细小的动脉弓。趾底动脉之间在趾腹处吻合形成趾腹血管网。

（二）静脉

趾静脉有深浅两组。深组与趾动脉伴行，通常为二条，粗细不一，稍小于动脉。浅组较发达，位于浅筋膜内。在趾背、趾底和趾蹼处浅静脉之间、浅静脉与深静脉之间均有交通支。第3趾背静脉部分参与组成第2跖背静脉，部分参与组成第3跖背静脉。然后汇入足背静脉弓与大隐静脉及小隐静脉相连接。

（三）神经

第3趾趾神经的分布与血管相似，有趾背胫侧、腓侧和趾底胫侧、腓侧四条神经分布。背侧为足背中间皮神经的分支，趾底胫侧和腓侧趾神经为第2、3足底总神经的分支。

第2、3足趾之间有广泛的血管吻合，第1跖背动脉可通过第2、3足趾趾蹼间的动脉吻合来供应第3足趾。第2、3足趾联合移植时即是根据这一解剖特点共同采用足背动脉—第1跖背动脉作为血管蒂的。因而第2、3足趾联合移植的血管蒂与第2足趾单独移植时相同，供血动脉均为足背动脉—第1跖背动脉。根据上述解剖特点，如第1跖背动脉为Ⅲ型时，可选用第1跖底动脉或第2跖底动脉作为第2、3足趾联合移植时的血管蒂。而第2跖背动脉由于起始处不一、血管细小、解剖复杂而较少应用。

二、踇趾甲皮瓣与同侧2、3足趾联合移植的应用解剖

首先介绍踇趾甲皮瓣的血供。

（一）动脉

踇趾的血供来源是由第1跖背动脉和第1跖底动脉发出的分支。

1. 踇趾腓侧趾背动脉　第1跖背动脉在第1跖骨间隙远侧，跖骨头横韧带平面附近分别发出踇趾腓侧趾背动脉与第2足趾胫侧趾背动脉。踇趾腓侧趾背动脉在浅筋膜内沿踇趾背腓侧缘走行，沿途发出许多细支至趾背腓侧皮肤。第1跖背动脉在发出踇趾背腓侧动脉平面同时发出1支踇趾背胫侧动脉。

2. 踇趾腓侧趾底动脉　第1跖背动脉或趾背动脉与跖底动脉吻合发出踇趾腓侧趾底动脉。此动脉沿踇趾底腓侧走行，沿途发出许多细小分支到邻近的皮肤。该动脉在近节趾骨跖侧中段平面，发出一条恒定、粗大的踇横动脉。

踇趾趾背动脉之间、趾底动脉之间及趾底动脉与趾背动脉之间均有广泛的血管吻合，其中主要的吻合有趾背动脉弓与趾端血管网。

（二）静脉

踇趾甲皮瓣有深、浅两组静脉。深组与趾底动脉伴行，两条静脉走行于趾底动脉两侧，汇入第1跖背动脉的伴行静脉。浅组静脉是在甲根部至踇趾近节中部之间皮下形成2～3级静脉弓，然后分别汇入足背静脉弓而入大隐静脉。

（三）神经

踇趾甲皮瓣的神经由背侧的腓深神经胫侧支及跖侧的腓侧趾底固有神经支配。腓深神经支在第1跖骨间隙远侧穿出深筋膜，然后分出胫侧支与腓侧支，分别分布到踇趾背腓侧与第2趾背胫侧。

踇趾皮肤与第2足趾为同一主干血管供血。在背侧跖趾关节平面由第1跖背动脉分别发出两趾背动脉到达两趾背侧皮肤；在跖侧跖趾关节平面由第1跖底动脉分别发出两趾底动脉到达两趾底皮肤。两趾之间有广泛的血管吻合。

根据第2、3足趾血管的应用解剖特点，结合踇趾甲皮瓣与第2足趾之间的应用解剖关系可知：在踇趾甲皮瓣与同侧第2、3足趾联合移植时，其血管蒂与第2足趾单独移植时相同，即均为足背动脉—第1跖背动脉。同样，若第1跖背动脉为Ⅲ型时，可采用第1跖底动脉或第2跖底动脉作为联合移植的血管蒂。

第二节 全手指缺失二手指再造

全手指缺失通常再造二个手指——拇指、示指或中指，即足以完成一只手的基本捏、钩功能。由于其牺牲的足趾数量少，对供区影响相对较少，手术难度相对较低而在临床得到较多的应用。其术式有两种：①一侧踇趾甲皮瓣（再造拇指）＋另一侧第2足趾（再造示指或中指）组合移植；②两侧均取第2足趾组合移植（一趾再造拇指，另一趾再造示指或中指）。前者需切取自体髂骨作为踇趾甲皮瓣移植再造拇指的指骨支架，对于拇指掌指关节存在时（Ⅲ°以下缺失）宜采用，其外形优于第2足趾移植再造。后者采用第2足趾再造拇指，具有不切取自体髂骨，关节活动良好的优点，对于拇指Ⅳ°以上的缺失较宜采用。

一、手术适应证

1. 全手指缺失；
2. 对手的外形要求不高；
3. 供、受区条件许可。

二、手术主要步骤与方法

（一）麻醉

采用臂丛神经阻滞及连续硬膜外阻滞。

（二）手术步骤

手术分两组同时进行。一组游离第2足趾（或踇趾甲皮瓣）；另一组为手部受区做准备。

1. 游离第2足趾　循常规切口切开足背及趾蹼处切口。首先解剖游离与足趾相连的大隐静脉、足背静脉弓、跖背静脉，仔细结扎切断无关的静脉分支。于踝前切开部分交叉韧带，显露足背动、静脉并向远端游离，切开斜形覆盖于其上方的伸拇短肌，足背动、静脉即可完全显露，继续向前游离至第1、2跖骨底间隙处。循第1跖背动脉向远端分离至发出相邻两趾背动脉处。若第1跖背动脉属Ⅱ型时，应沿跖背动脉走行切开骨间背侧肌，仔细向前寻找并仔细结扎至肌肉的小分支，小心保护该动脉及至第2足趾的所有分支。最后结扎切断踇趾趾背动脉、踇趾腓侧趾底动脉及2、3趾间的血管支。

循第2足趾跖侧“V”形切口切开皮肤与皮下组织，于屈趾肌腱鞘管两侧分别找出第1、2趾总神经及伴行的动、静脉。结扎血管，将两侧趾底神经向近端行支干束间分离，保留足够长度后予以切断并做标记。切开屈趾肌腱鞘管，根据受区需要长度于适宜平面切断趾长、短屈肌腱。然后于趾背侧切口内适宜平面切断趾长、短伸肌腱（见图18—10）。

根据受区情况，决定再造指的长度，于适宜平面离断足趾。若受区掌指关节存在，可于跖趾关节平面离断足趾；若受区掌指关节缺失，可从跖骨干远端平面离断，以跖趾关节替代掌指关节；若掌骨缺失，可于跖骨基底部离断重建掌骨。此时，第2足趾已完全游离，仅足背动、静脉及大隐静脉与之相连。放松止血带，以温热盐水纱布湿敷，观察第2足趾血循环，待受区准备完毕后断蒂。

2. 游离踇趾甲皮瓣　常取自同侧踇趾甲皮瓣，以使吻合的神经位于拇指尺侧重要功能区，并使皮瓣的缝合缘避开拇指的尺侧。循常规切口切开足背及趾蹼处。首先解剖游离

与踇趾甲皮瓣相连的大隐静脉、足背静脉弓与踇趾背静脉并结扎切断与踇趾甲皮瓣无关的其他静脉属支。于踝前切开部分交叉韧带找到足背动脉，沿该动脉走向向远端解剖游离，并切断斜跨于其上的踇短伸肌。在第1、2跖骨底间隙处找到足底穿支与第1跖背动脉，保护该动脉走向踇趾甲皮瓣的所有分支，结扎切断走向第2趾的分支，在趾蹼处结扎切断走向第2趾胫侧的趾背动脉与趾底动脉。将踇趾甲皮瓣于伸肌腱表面掀起。切取踇趾甲时应从甲床与骨膜间锐性剥离，避免损伤甲床与骨膜。在跖侧与皮下脂肪层掀起皮瓣，至踇趾甲皮瓣腓侧时应将腓侧趾底神经、血管与趾背血管一并包括在内，予以高位结扎切断。此时仅足背动脉、大隐静脉相连（图20—1）。放松止血带，以温热盐水纱布湿敷，观察甲皮瓣血循环，待手部受区准备就绪后即可断蒂。



图20—1　游离踇趾甲皮瓣

3. 手部受区准备　于手指残端作矢状切口，显露和处理手指或掌骨残端，保留附于其上的软组织与手内在肌，以备与移植足趾上的关节囊或相应的软组织连接。若掌骨头软骨面完整，可保留，否则需修整残存的指骨或掌骨至正常骨髓。在切口内分别找到伸屈肌腱与两侧指固有神经，于鼻烟窝处作一“S”形切口，解剖分离出桡动脉与头静脉以备用。

4. 移植再造拇指与手指　受区准备好后，将已游离的第2足趾和踇趾甲皮瓣的足背动脉及大隐静脉分别切断结扎移至受区，缝合足部创面。

（1）骨骼固定　将足趾骨骼与手部残端骨对接后用克氏针内固定。若再造拇指时，应将指体向掌侧旋转15°，以利对指。若采用踇趾甲皮瓣移植再造拇指时，应同时在髂部取一适宜长度的髂骨条并行修整，用克氏针与手部残端骨相固定，然后再用踇趾甲皮瓣包裹。

（2）肌腱缝接　将趾长伸肌腱与相应指的指伸肌腱连接，趾长屈肌腱与相应的指深屈肌腱缝接。缝接方法采用编织缝合法。

（3）神经修复　将趾底固有神经与相应手指的两侧指神经对端缝接。

（4）血管组合方式　有两种方法：①两足趾血管蒂分别与受区血管吻合；②两足趾血管蒂并联成一组血管蒂与受区血管吻合。前者供血动脉多采用将鼻烟窝处桡动脉横断，然后将两个足背动脉分别与远、近端桡动脉相吻合；后者则是将一趾的足背动脉与另一趾的足底深支吻合并联成一组，然后再将并联后的足背动脉与桡动脉近端相吻合。静脉可在受区分别寻找皮下浅静脉予以吻合而不必组合。

三、手术注意事项

1. 足背动脉在第1、2跖骨基底间隙处发出足底穿支与第1跖背动脉之前，紧贴骨面下行，解剖时应紧贴骨膜切取，防止损伤。

2. 第1足背动脉属Ⅱ型时，通常多选取第1跖底动脉作为血管蒂。有时亦可选取第2跖背动脉作为血管蒂，但此血管起点不一，血管细小，解剖复杂，应慎用。

3. 踇趾甲皮瓣设计时，应在踇趾胫侧保留带有踇趾胫侧趾底血管神经束的舌状皮

肤，以适应前足的摩擦与挤压。

4. 由于踇趾甲较手部拇指甲宽，再造后外观稍有缺陷，故切取踇趾甲皮瓣时可携带部分踇趾甲，以使再造的拇指更趋逼真美观。裴国献（1989）在国内首先报道了这一方法，达到了美观与功能的统一，收到了良好的修复效果。具体方法是：先测得健侧拇指指甲宽度，然后从踇趾甲腓侧测至同样宽度，通过踇趾甲表面划一竖线，胫侧的踇趾甲多余部分予以剔除，将保留之腓侧踇趾甲与踇趾甲皮瓣胫侧游离缘缝合固定二针即可（图20—2、3）。

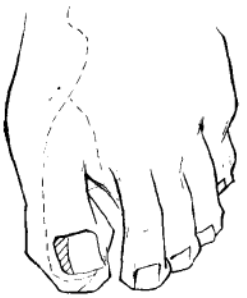


图 20—2 带部分趾甲的踇趾甲皮瓣设计

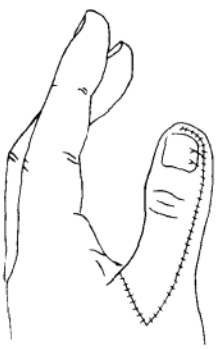


图 20—3 将保留之腓侧踇趾甲与踇趾甲皮瓣胫侧游离缘缝合固定二针

5. 两血管蒂组合移植时，应绝对保证血管的吻合质量，否则血管吻合口一旦栓塞，将危及两个再造手指的成活。

6. 若受区皮肤不健康或缺损时，足趾移植时可携带部分足背皮瓣一并予以修复。

四、术后处理

见第 18 章第 1 节。

血循环的严密观察与妥善处理在手再造术后的处理中占有非常重要的地位，直接关系到手术的成败，应引起临床高度重视。

手再造术后的一般护理要求及对病室的基本条件、室温、肢体位置的要求，同单一手指再造术，但对血循环的观察与处理，要求更高、更严。因手再造术系多指移植且多为组合移植，一旦发生血循环危象，若未能及时发现或处理不妥，常危及多个手指的成活，导致手术的失败，给病人带来严重创伤。

抗感染、抗痉挛、抗血栓是显微血管外科术后的主要处理措施，即通常所说的“三抗”原则。在手再造术后应注意及早、有效、积极地预防与处理，并常规使用扩血管与抗凝药物。

第三节 全手指缺失三手指再造

捏、握、钩是手的主要功能，全手指缺失时，再造二个手指仅能恢复手的捏、钩功能。若能再造三个手指，就基本上恢复了手的这些主要功能，使手的对捏更稳、更准，可基本上能够完成日常工作与生活对手的功能需要。

采用足趾移植再造手时，必须使对供足功能的影响减少到最低限度。一般认为，如果一侧足丢失 2 个足趾，只要使健存的相邻跖骨尽量靠拢，修复因手术而切断的跖骨深横韧带，维持足的横弓，术后供足的功能所受到的影响是有限的，除了外形欠缺之外，病人仍能正常行走、弹跳与站立。但是如果一侧足丧失三个或更多的足趾，由于足的横弓

无法维持，则严重影响供足的负重与行走功能。所以临床上从一侧足上切取足趾不能超过2个。因而要为病人同时再造3个以上手指时，就必须从双足切取足趾。

全手指缺失再造3个手指时，根据上述原则其基本术式有两种：①一侧趾趾甲皮瓣（再造拇指）＋另一侧第2、3趾（再造示、中指）组合移植；②一侧第2足趾（再造拇指）＋另一侧第2、3足趾（再造示、中指）组合移植。前者需切取自体髂骨移植作为趾趾甲皮瓣移植再造拇指的指骨支架，对于拇指掌指关节存在时（Ⅲ°以下缺失）宜采用，其外形优于第2足趾移植再造；后者采用第2足趾再造拇指，具有不牺牲自体髂骨、关节活动良好的优点，对于拇指Ⅳ°以上的缺失较宜采用。

一、手术适应证

1. 全手指缺失；
2. 对手的外形与功能有一定的要求；
3. 供、受区条件许可。

二、手术特点与注意事项

第2足趾与趾趾甲皮瓣的切取及再造时骨骼、肌腱、神经、血管的修复方式等见本章第二节。本节主要叙述一侧第2、3足趾联合切取的方法、手术特点与再造3个手指时的注意事项。

1. 第2、3足趾联合切取的切口设计为：在第1趾蹼与第3趾蹼处分别作一背侧与跖侧的“V”形切口，保持第2趾蹼的连续性而勿作切口。切口的长短根据受区皮肤情况而定（图20—4）。

2. 根据解剖特点，足背动脉直接延续为第1跖背动脉，主要供应第1、2足趾。第3趾的血液供应部分来自第2、3跖背动脉与第2、3跖底动脉。但第2趾与第3趾之间有着丰富的血管吻合支，第1跖背动脉可通过第2、3趾趾蹼间的动脉吻合来供应第3趾。第2、3足趾联合移植时，即是根据这一解剖特点而采用同一个血管蒂，即足背动脉—第1跖背动脉。因而在手术切取第2、3足趾时，应防止在第2趾蹼间切开而破坏第2、3足趾之间的血管交通支。

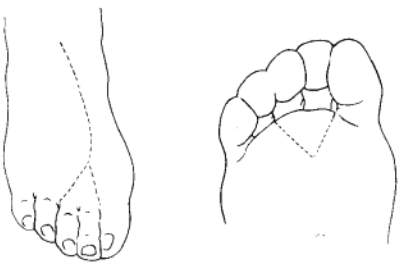


图20—4　切取第2、3足趾的背、跖面切口设计

3. 第2、3足趾的静脉切取均为足背静脉弓或大隐静脉，注意维持两趾间浅静脉的连续性。

4. 第2、3足趾的神经切取，背侧为足背中间皮神经，跖侧为第1跖底神经的腓侧支、第3跖底神经的胫侧支与第2跖底总神经。

5. 游离第1跖背动脉时，凡沿第1跖背动脉胫侧的分支均应一一结扎，而第1跖背动脉腓侧的分支应妥善保留，以确保进入第2、3足趾的血管分支不被破坏。

6. 若第1跖背动脉为Ⅱ型时，多选用第1跖底动脉（有时亦可选用第2跖底动脉）作为第2、3足趾联合移植时的血管蒂。而第2跖背动脉起点不一，血管细小，解剖复杂，多不宜采用。

7. 第2、3跖横韧带较短，影响再造手术后指间的分开，因而在第2、3足趾联合移植切取时，宜将跖横韧带切断，扩大两趾间的距离。但力戒在第2、3趾蹼处作切口，以避免影响第3趾的血供。

8. 根据正常人拇、示、中指长度比例关

系，在作示、中指同时再造时，应取对侧足的第2、3足趾移植再造示、中指，这样以稍长的第2足趾代中指，以稍短的第3足趾代示指，使再造后的示、中指不仅外形符合正常手的需要，而且更有利于发挥再造手的对指功能。

9. 用于再造手指的足趾是置于示、中指位置还是中、环指的位置，可根据病人的要求而定，功能上并无明显差异。但若大鱼际功能不佳，预计再造后拇指旋转对掌的活动度不大，应宜将移植的足趾置于中环指或者环小指上，尤其适宜于第2、3掌骨缺失平面高于第4、5掌骨或合并手狭长的病例。再造时再造拇指的旋前角度应稍增大一些，以利于再造拇指与再造手指之间的对指。

三、术后处理

术后处理基本原则与方法同本章第二节。

1. 骨骼内固定物拔除时间要适宜，不宜过迟，否则易导致关节挛缩，影响再造手的功能恢复。通常指骨平面固定4周，掌骨平面固定5周后予以拔除，而不应该待X线片上看到明显骨痂生成后再拔除。

2. 内固定物拔除后，即应积极进行正确、有效的再造手指功能锻炼，早期应主动活动，防止因强行被动活动而造成两骨端错位与肌腱的断裂。临床医师与康复医师应耐心教给方法并给予正确的指导，病人应顽强地、持之以恒地锻炼。

3. 若有肌腱粘连而影响关节的活动，半年后可行肌腱粘连松解术。

第四节 全手指缺失四手指再造

全手指缺失再造三个手指即足可满足手的捏、握、钩基本功能，一般不必再造四个手指。若病人要求迫切，供、受区条件许可，亦可考虑实行。而增加一个手指无论是对外形的改善，还是对增加手的捏、握的稳定性均有裨益。

全手指缺失再造四个以上手指时，由于解剖结构、拇指与诸指及足跨趾与诸足趾排列顺序的关系，供足的选择与术式是基本固定的，即：①移植同侧足的跨趾甲皮瓣及第2足趾再造拇、示指，移植对侧足的第2、3足趾再造中、环指；②移植同侧足的跨趾甲皮瓣及第2、3足趾再造拇、示、中指，移植对侧足的第2足趾再造环指。切取的跨趾甲皮瓣需采取自体髂骨移植作为再造拇指的指骨支架。

一、手术适应证

1. 全手指缺失者；

2. 对手的外形有较高的要求；

3. 拇、示、中指基本在掌骨同一平面缺失；

4. 供、受区条件许可；

5. 预计再造的手指能恢复较好的功能。

二、手术特点与注意事项

第2足趾切取方法见本章第二节，第2、3足趾联合切取方法见本章第三节。本节主要叙述跨趾甲皮瓣与第2足趾（或第2、3足趾）联合切取的方法、手术特点与再造四个手指时的注意事项。其他手术方法同常规。

1. 切口设计 跨趾甲皮瓣切口设计同常规，不同点在于应保持跨趾甲皮瓣与第2足趾或与第2、3足趾之间的连续性，相连之间的趾蹼处不能切开。若切取跨趾甲皮瓣与第2足趾时，则将第1趾蹼与跨趾甲皮瓣相连，分别作一背侧与跖侧的“V”形切口；若切取跨趾甲皮瓣与第2、3足趾时，则将第3趾蹼与跨趾甲皮瓣相连，分别作一背侧与跖侧的“V”形切口（图20—5）。

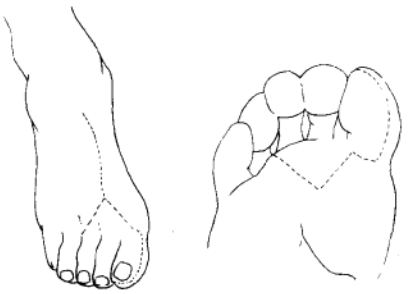


图 20—5　踇趾甲皮瓣与第 2、3 足趾联合切取的切口设计

2. 根据解剖特点，踇趾皮肤与第 2 足趾为同一主干血管供血，而第 2 趾与第 3 趾之间又有丰富的血管交通支。故在同侧踇趾甲皮瓣与第 2 或第 2、3 足趾联合移植时，其血管蒂均为足背动脉—第 1 跖背动脉。因而在手术切取踇趾甲皮瓣与第 2 足趾或第 2、3 足趾时，应防止在相连足趾的趾蹼间切开而破坏两趾间的血管交通支。

3. 踇趾甲皮瓣与第 2 或第 2、3 足趾移植时的静脉切取，均可采用大隐静脉。注意维持相连足趾间的静脉网与静脉弓。

4. 踇趾甲皮瓣与第 2 或第 2、3 足趾移植时的神经切取，背侧为腓深神经终末支与足背中间皮神经，跖侧为第 1 跖底神经或第 1、2 跖底神经。

5. 根据解剖结构特点，若第 1 跖背动脉为Ⅲ型时，可采用第 1 跖底动脉或第 2 跖底动脉作为血管蒂。

6. 同侧踇趾甲皮瓣与第 2 足趾或第 2、3 足趾联合移植时，踇趾与第 2 足趾间的第 1 趾蹼即成为再造手的虎口。手术中应尽量向远端游离第 1 及第 2 趾背动脉，结扎不必要的细小分支，增加趾背动脉的游离度，以利于在移植再造时既能在踇趾甲皮瓣与第 2、3 足趾间作近 90°的旋转，又能维持一定宽度的虎口。

7. 由于足趾间趾蹼的窄浅，故采用同侧踇趾甲皮瓣与第 2 或第 2、3 足趾联合移植再造手指时，仅适用于示、中指皆在掌指关节及其近侧平面缺失的全手指缺失病例。若示、中指在近节中段以远平面的缺失，就不适宜选择此种术式，因窄浅的虎口其长度不足以允许将 2、3 足趾移植于残存的示、中指近节指骨上。否则只有通过截短残留骨的长度方能弥补。然而这样势必牺牲过大且有碍再造手术后的功能，因而不宜采用。

8. 由于供足选择的固定关系，再造后的中指均相应短于再造后位于两侧的示指与环指而不符合正常手的外形。对于明显短缩而有碍外观者，在再造时应注意以下几点予以克服：①若受区环指位残留骨相对较长时，则宜将再造的中指置于环指位，其他二指相应置于中、小指位；若受区中指位残留骨相对较长时，则宜将再造的中指置于中指位，其他二指相应置于示、环指位，借此以增加中指的长度；②若中指与环指位残留骨均与示、小指位残留骨等长或较短时，则酌情相应缩短两侧再造手指的长度，以使再造的中指相应延长。

三、术后处理

术后处理基本原则与方法已在本章第二节中介绍。

再造四个手指时的术式选择决定了应采用足部第 1 趾蹼来形成虎口，由于足部的解剖特点而形成的虎口相对窄浅，从而影响再造手的外观与拇指的外展与对指活动，可酌情于半年后行虎口开大成形术，以改善再造手的外观与功能。

第五节　全手指缺失五手指再造

全手指缺失全手指再造术，由国内于仲嘉（1985）最先报道，目前已成功地为 4 例

患者进行了再造。再造后的五个手指都具有独立的、分离的活动功能，开创了国际全手显微再造的先例，推动了这一学科的发展。

在本章第四节中已经提到，全手指缺失再造三个手指即足以满足手的捏、握、钩基本功能，一般不宜再行更多手指的再造。同时全手指再造，由于创伤大、手术难度大、对术者的技术要求甚高，故宜慎重实施。

对全手的整体功能来讲，环、小指的作用比其他手指小，仅各占 10%，然而二指的存在如果伴有良好功能的话，则对手的外形与功能的改善有着一定的作用。全手指缺失行全手指再造后，可以增强手的侧向稳定性与钩、握能力；可加宽手的指距以便握持直径较大的物体；可增加手的握力，同时手的外形较再造二个、三个或四个手指时会更加改善。故病人若有强烈的再造愿望，在严格掌握手术适应证，各项条件十分具备的前提下可考虑实施。

由于解剖结构的特点，全手指缺失全手指再造时，其术式是固定的，即同侧足跨趾甲皮瓣与第 2、3 足趾联合移植再造拇、示、中指，对侧第 2、3 足趾联合移植再造环、小指。

一、手术适应证

1. 全手指缺失；

2. 对手的外形改善有迫切与较高的要求；

3. 拇、示、中、环、小指基本上在掌骨同一平面缺失；

4. 预计再造的五个手指术后有良好的功能恢复；

5. 供、受区条件许可；

6. 术者有娴熟的显微外科操作技术与丰富的显微外科临床经验。

二、手术特点与注意事项

第 2、3 足趾联合切取方法、同侧跨趾甲皮瓣与第 2、3 足趾联合切取的方法、手术特点与注意事项等已分别在本章第三节、第四节中叙述，在此不再赘述。本节主要叙述全手指缺失行全手指再造时的手术特点与注意事项。

1. 全手指缺失时的全手指再造，在手术操作方面与多手指缺失的再造基本相同。其重点在于手术的精心设计，因其涉及到多个手指再造、多种组织的相互组合与嵌接。

2. 受区残留指端的皮肤切口设计，对多手指再造的创面闭合有着重要的作用。因为手部尤其手掌部皮肤的移动性较小，有时切口设计不妥，则难以闭合创面，对于掌骨头平面缺失的病例尤应注意，因此时往往为了重建掌指关节而使保留的残端骨相对较长，致使手部残端的皮肤显得更加紧张。

术中先沿冠状面横形切开 2～5 指残端的皮肤，在深筋膜下向近端行潜进分离直达腕关节平面。这样皮肤可以向远侧推进而缓冲皮肤的紧张度。然后分别沿第 2、3 掌骨与第 4、5 掌骨之间在掌背侧作矢状切口，以接纳移植的第 2、3 足趾。在缝合关闭创面时，根据需要适当调整皮瓣的位置。可将示指背侧皮瓣向桡侧旋转而形成虎口，而掌侧皮瓣用于覆盖示指桡侧的创面。

3. 移植足趾再造的手指较正常手指为短，为了使再造的手能获得良好的关节活动与手的握力，重建掌指关节是相当重要的。若掌骨头存在，则酌情行半关节移植重建掌指关节；若掌骨头已缺失，则足趾移植时宜携带跖趾关节来替代掌指关节。为了克服跖趾关节正常存在的过伸状态，可酌情采用背侧关节束切开的方法予以纠正，以增加重建掌指关节的屈曲活动度。

4. 多个足趾移植再造的手指，由于解剖

结构特点的关系，指蹼相对窄浅，影响外观与再造手指的活动，可在术后半年根据需要行指蹼加深成形术，以改善再造手的外观与功能。

5. 多手指再造，尤其是五个手指的再造，需从双侧足部切取多个足趾，对足部势必造成一定程度的创伤，不同程度地破坏了双足组织结构的完整性与生物力学，同时亦对双足的行走造成不同程度的影响。因而在双侧足趾切取后，应尽可能地修复供区各类组织的连续性，尽量保留跖骨头的完整性以及与跖骨头横韧带之间的连续性，尽量保护双足前部的两个着力点，尽量维持足的纵弓与横弓的解剖结构，尽量保留供区的皮肤，使足部的创伤降低到最低的限度。

三、术后处理

术后处理基本原则与方法同前。

全手指再造的目的，并不只为恢复五个手指的数与形，而最终的目的是最大限度地恢复再造的五个手指功能，否则就失去了此手术的实际价值。因而术后早期积极正确的功能锻炼、制定一套相应的康复训练计划并付诸实施是十分重要的。

术后 4 周内在拔除内固定物之前，主要以物理康复为主。去除内固定物之后则应积极进行主动与被动的关节功能活动。可采用运动康复（辅以康复器械）与职业训练的方法。后期（半年后）若有肌腱粘连，则可酌情行肌腱粘连松解术。若皮肤臃肿，可行整形手术，以最大限度地恢复再造五个手指的功能。

（裴国献）

第二十一章　手功能重建中前臂部组织瓣应用解剖与手术

在手部较大范围的组织缺损修复中，常选用前臂部组织瓣。前臂部组织瓣距离手部近，可采用组织瓣带蒂转移，避免了使用复杂的吻合血管的游离皮瓣移植术。手术简单、安全，抗感染力强，组织愈合快，成活率高。同时可根据手部组织缺损的范围随意设计皮瓣的形状，一般不受长宽比例的限制，手术一次完成。由于上述优点，最适合于手功能的重建。缺点是前臂留下瘢痕，影响美观。

第一节　桡动脉皮瓣

桡动脉皮瓣是杨果凡（1979）在解剖研究的基础上首先应用于临床，目前仍是较常应用的皮瓣。

一、应用解剖

（一）桡动脉

桡动脉依其与肱桡肌的位置关系可分为二部。掩盖部在前臂上部被肱桡肌掩盖，平均长117mm；显露部在前臂下部，位置表浅，直接居于皮下，平均长101mm。桡动脉的外径在前臂上部平均为2.7mm，在前臂中部和下部为2.3mm，桡动脉蒂的两端均可与受区血管吻合。

从桡动脉干两侧各发出若干皮支和肌支。显露部的皮支较多，平均为9.6支（4～18支）；掩盖部的皮支较少，平均为4.2支（0～10支）。桡动脉皮支和肌支的外径皆较细小，从0.1～1.1mm不等，其中0.5mm者最多。

桡动脉皮支与尺动脉皮支、骨间后动脉皮支、肱动脉下端皮支有广泛吻合，在皮下形成丰富的血管网，皮瓣切取范围可延长至上臂的下1/3，远远超过桡动脉皮支所供应的范围。由于桡动脉皮支与邻近动脉的皮支有广泛的吻合，从而扩大了桡动脉皮支的供应范围。

（二）桡静脉

头静脉起于手背桡侧，沿前臂桡侧上行，在肘窝处通过肘正中静脉与贵要静脉相连。在前臂中部，头静脉的外径平均为2.8mm。

桡静脉有两条，即尺侧桡静脉和桡侧桡静脉，在两条静脉之间存在着数量不等的吻合支。在前臂中部，尺、桡侧桡静脉平均外径各1.3mm，其皮肤属支有的与动脉伴行。此静脉在腕部和前臂中部走行中，有的与头静脉属支吻合。皮瓣移植时也可吻合桡静脉，以增加静脉血返流量。

（三）皮神经

前臂外侧皮神经是肌皮神经的终支，在肘窝肱二头肌腱外侧穿出深筋膜，居头静脉深面。在前臂皮神经分布于外侧，其上端横径平均2.4mm。

二、手术适应证

前臂桡动脉皮瓣优点：①皮质好，皮下脂肪少，颜色适宜，弹性好；②血管表浅，解剖恒定，外径较粗，蒂较长，有较粗的深、浅两组静脉可供吻合；③皮瓣面积大。但由于需牺牲一条前臂主要动脉，使手部血供受到影响，且术后前臂供区留有瘢痕，影响美观。

因此应权衡得失，严格掌握适应证。前臂桡动脉皮瓣在手外科主要用于：

1. 创伤所致手部严重软组织缺损，用常规方法修复困难者。

2. 手部严重的疤痕挛缩畸形，切除疤痕矫正畸形后有深部组织裸露。

3. 因创伤或感染所致肘部严重软组织缺损，伴骨、关节外露。

4. 拇指再造者。

5. 采用串连皮瓣移植者，前臂桡动脉皮瓣血管适宜与其他皮瓣血管串连吻合。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展，前臂旋后位。

（二）皮瓣设计

术前用超声多普勒探测血管情况，以排除血管变异和病变。标记出血管走行，并以此血管为轴划出切取皮瓣的范围（图 21—1）。

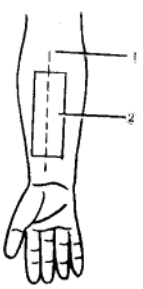


图 21—1　前臂桡动脉皮瓣的设计
①桡动静脉轴线　②皮瓣切口线

（三）手术步骤

1. 在充气止血带控制下，沿皮瓣标记线，先从一侧切开皮肤直达深筋膜下，沿深筋膜与肌外膜之间向血管方向分离，当解剖分离至血管附近时，要特别细致，不要损伤细小的分支，连同深筋膜一起向肌肉或肌腱之间分离血管束，以保护血管主干向四周发出的细小皮支。一侧解剖游离完成后，再从另一侧切开游离，要边切开皮肤，边将筋膜与皮肤缘缝合数针，以免皮肤与筋膜分离影响血供。

2. 于皮瓣远、近端皮下保护好头静脉，并做适当解剖。

3. 桡神经的浅支在桡动脉中、下 1/3 处穿到皮下，走向手背，该神经距桡动脉有 2～3cm，在前臂桡动脉皮瓣游离过程中勿损伤，否则造成虎口背侧感觉消失。

4. 游离皮瓣上部时，注意分辨清楚血管的肌支并予以结扎，切勿损伤皮支。如遇较大的肌皮支，可适当分离切断少部分肌肉，以解剖出肌皮支保留于皮瓣内。

5. 在前臂外侧中、下 1/3 交界处可发现前臂外侧皮神经，使其保留于皮瓣内。

6. 皮瓣两侧解剖分离完成后，皮瓣远、近端仅为血管神经蒂相连。

7. 皮瓣转移：如修复同侧手部创面，可切断皮瓣近端血管神经蒂，呈皮瓣远端血管蒂相连的岛状皮瓣（图 21—2）。根据需要，将血管蒂向远端解剖，使其达足够长度，通过隧道转移至手部创面。

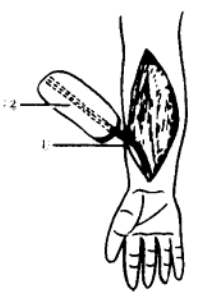


图 21—2　前臂桡动脉逆行岛状皮瓣
①桡动静脉　②岛状皮瓣

8. 皮瓣移植：如修复对侧手部创面，可切断皮瓣远端血管神经蒂，提起此血管神经束，细致地沿肌间向近侧分离，使血管神经蒂达足够长度，切断血管神经蒂，皮瓣移植

到创面。

9. 以掌深弓为血管蒂的前臂逆行桡动脉岛状皮瓣移植时，将上述前臂逆行桡动脉皮瓣旋转轴，从腕部桡动脉搏动处移至掌深弓，使皮瓣位于前臂下部桡动脉显露部。切开皮肤和前臂浅筋膜，在皮瓣近端切断结扎桡动、静脉。提起皮瓣沿桡动、静脉逐渐向远侧分离，在腕部切断结扎桡动、静脉掌浅支及各个分支，然后将皮瓣从拇展长、短肌及拇长伸肌肌腱深面引出，这时血管蒂的根部可达第2掌骨桡侧、第1骨间背侧肌深面，用以修复手背及手指背侧。如修复手指掌侧皮肤缺损，应继续向深处游离，沿掌横纹作切口，将皮瓣从掌心引出，即可转移至受区（图21—3）。

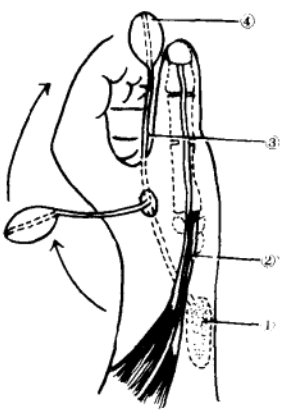


图21—3　以掌深弓为蒂的前臂逆行岛状皮瓣转移

①皮瓣设计　②拇长展肌和拇短伸肌　③掌深弓　④岛状皮瓣转移

10. 感觉神经植入皮瓣：皮瓣逆行转移修复手部创面时，皮瓣近端的前臂外侧皮神经达到创面远端，常不能与感觉神经对接，而使皮瓣感觉恢复受影响，此时可将创面近端或两侧的感觉神经，例如桡浅神经支、尺神经手背支，按束组植入到皮瓣的真皮下层，使皮瓣变成感觉神经皮瓣，利于感觉恢复。

11. 放松止血带，创面彻底止血，仔细检查皮瓣血循环情况。行皮片植皮封闭创面。

四、手术注意事项

1. 术前必须做 Allen 试验，以确定前臂桡动脉、尺动脉、掌动脉弓的完整无损和无解剖变异。术中切断皮瓣近端桡动脉前，需用血管夹阻断桡动脉近端血流，确认手及皮瓣均有良好血供时才能断蒂，否则皮瓣不能切取。

2. 桡动脉主要皮支位于前臂远1/3段，皮瓣设计应尽量包括这一部分。若要修复手部远端创面，应采用以掌深弓为血管蒂的前臂逆行桡动脉岛状皮瓣；若局部条件所限，不能用此皮瓣时，可使皮瓣位于前臂中上部，即桡动脉的掩盖部，桡动脉的显露部成为皮瓣的蒂部，以增加皮瓣的旋转弧，但在切取时应在桡动脉蒂浅面保存一部分皮下组织或带上一长窄条形皮肤，以使桡动脉远1/3部皮支能通过皮下血管网供养皮瓣，有利于皮瓣成活。

3. 以掌深弓为血管蒂的前臂逆行桡动脉岛状皮瓣修复手部远端创面时，必须通过拇展长、短肌及拇长伸肌腱深面，如需移植到手掌侧，尚须通过骨间肌及蚓状肌间隙，其隧道宽度有一定限度，设计时应予以充分注意。在分离拇长伸肌及拇展长、短肌腱深层形成隧道时，要尽量注意保护腱鞘完整。如有损伤，应及时修补。

4. 切取皮瓣应在深筋膜深层解剖，在靠近肱桡肌和桡侧腕屈肌间隙分离血管时，应紧贴肌肉，在肌外膜下锐性分离，注意勿损伤进入皮瓣的桡动脉皮支，尤其在前臂中、上部，因为此处桡动脉向皮瓣的分支甚少，若有损伤可能影响皮瓣成活。由于桡动静脉与皮瓣联系疏松，术中应暂时将血管束固定于皮瓣上，以防两者分离。

5. 如手部同时伴掌骨、指骨、肌腱或神

经缺损，在设计及切取前臂桡动脉皮瓣时，应携带桡骨瓣、肱桡肌腱或桡浅神经支，使缺损的皮肤及组织同时修复。

6. 在皮瓣转移时，皮瓣血管蒂长度取决于病变部位，从皮瓣旋转轴至创面最远端距离，再加 1.5～2.0cm，即为血管蒂的长度，以使皮瓣转移后血管蒂无张力。

第二节　尺动脉皮瓣

尺动脉皮瓣是以尺动、静脉为血管蒂的前臂皮瓣，位于前臂尺侧，较前臂桡动脉皮瓣位置隐蔽，皮瓣薄而柔软，毛发及皮下脂肪少，是整复外科常选用的皮瓣之一。

一、应用解剖

（一）尺动脉

尺动脉依其与肌肉的关系分为二部。上半部为掩盖部，位于旋前圆肌和指浅屈肌深层，血管平均长度为 10.8cm，平均发出 1.3 条皮支；下半部为显露部，位于指浅屈肌与尺侧腕屈肌腱之间，位置表浅，仅被深筋膜覆盖，血管平均长度为 10.9cm，平均发出 6.5 支。血管始端平均外径为 3.9mm，掩盖部与显露部交界处为 2.7mm，尺骨茎突部平均外径为 2.3mm。

尺动脉发出小支至骨膜，同时还有数目不等的滋养血管直接到尺骨。其中在腕关节平面上 6～10cm 范围内，有一条较粗的滋养动脉到该段骨与骨膜。

（二）尺静脉

尺动脉有两条伴行静脉，其间有数量不等的交通支，是皮瓣逆行转移时的主要回流静脉。贵要静脉起于手背尺侧，经腕部上行于前臂尺侧，逐渐向上、前，回流入肘正中静脉、腋静脉。

（三）皮神经

尺神经在前臂下 2/3 与尺动脉伴行。前臂内侧皮神经前支沿贵要静脉下降于前臂，分布于前臂内侧，其上端横径平均为 2.1mm。

二、手术适应证

适应证同前臂桡动脉皮瓣。由于切取后在前臂留下明显疤痕，有损外观，且要牺牲一条主要动脉，故应严格掌握适应证。皮瓣顺行转移可修复肘及上臂创面，逆行转移可修复手部软组织缺损。游离移植可修复对侧手部创面。尺动脉也适宜与其他皮瓣血管串连吻合。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展 70°，前臂旋后位。

（二）皮瓣设计

根据受区部位，以尺动脉走行为纵轴，在前臂尺侧半设计顺行或逆行皮瓣。皮瓣上界可达前臂上、中 1/3 交界，外侧界为桡动脉的内侧缘，内侧界为前臂尺侧，下界至腕横纹（图 21—4）。

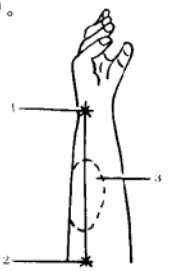


图 21—4　前臂尺动脉皮瓣设计

①尺动脉点　②肱骨内上髁，①②连线为尺动脉轴线　③皮瓣范围

（三）手术步骤

1. 在充气止血带控制下，按设计线切开皮肤达深筋膜下，将深筋膜与皮瓣缘作数针固定缝合。

2. 在皮瓣远端向腕部作直线切口，将尺侧腕屈肌拉向尺侧，显露尺动静脉，确定血

管走向后，从皮瓣的桡侧缘与尺侧缘在深筋膜与肌外膜之间向中线作锐性分离，于指浅屈肌腱与尺侧腕屈肌腱间显露尺动静脉，切断结扎尺动脉分向两侧及深面的分支，以使尺动静脉及其皮支包含在皮瓣内。

3. 在皮瓣的远、近端解剖出贵要静脉，切勿损伤。

4. 在皮瓣的上端解剖出前臂内侧皮神经，并保留于皮瓣内。

5. 在前臂下 2/3 尺动静脉与尺神经伴行，在游离尺动静脉时，从远端向近端锐性分离，勿损伤尺神经。

6. 此时除皮瓣远、近端血管神经蒂外，均呈完全游离状态。

7. 放松止血带彻底止血。

8. 用血管夹先后分别暂时阻断两端尺动脉血流各 3 分钟，观察皮瓣与手部血运情况。若属正常，方可切断一端血管蒂，行顺行或逆行皮瓣转移（图 21—5）。



图 21—5　掀起前臂尺动脉岛状皮瓣

9. 若掌骨缺损或手部尺侧肌肉和皮肤同时缺损时，可切取携带部分尺骨皮瓣或尺侧腕屈肌皮瓣，逆行旋转同时修复。

10. 游离移植：若修复对侧手部创面时，将近侧前臂内侧皮神经、贵要静脉、尺动静脉作适当解剖游离，使血管神经蒂有足够长度，断蒂后进行皮瓣移植，精确细致地吻合血管神经。

11. 供区创面移植中厚皮片，打包包扎固定。

四、注意事项

1. 皮动脉上段行于旋前圆肌深面，位置较深；而下段行于尺侧腕屈肌与指浅屈肌腱之间，位置较浅。由尺动脉发出的皮支主要位于下段，故皮瓣设计应位于前臂远侧段偏尺侧部分。若所需的皮瓣较大或皮瓣位置偏近侧，应包含尺动脉大皮支。手术切口应位于尺侧腕屈肌的后缘之后，这样可以保护大皮支向内后的分支。

2. 皮支血管始于尺动脉后面，经肌间隙浅出供养皮肤，故切取皮瓣时必须妥善保护这些血管分支。当皮瓣向中间解剖时应带一些肌外膜，并随时将皮缘与深筋膜作暂时性缝合固定，以免两者分离而影响血运。

3. 术前必须做 Allen 试验，以证明尺、桡动脉通畅情况。术中应常规用血管夹阻断近侧尺动静脉血流，观察手部及皮瓣血运，若血运发生障碍，说明桡动脉受损，则应放弃此种手术。

4. 在前臂下 2/3 尺神经与尺动静脉伴行。神经位于动静脉后面，切取时应注意保护，切勿损伤。

5. 前臂尺侧皮瓣可包含前臂内侧皮神经，逆行转移后与受区神经缝接，可使皮瓣恢复良好的感觉功能。

6. 由于皮下组织少，前臂尺动脉皮瓣经皮下隧道移位时，隧道宜宽畅以防蒂部受压。作逆行移位时，应避免血管呈锐角折叠及扭曲。

7. 切断尺动脉近端时应在肘关节平面下 5cm 为好，这样能保存骨间总动脉，以最大限度地减少手部组织的缺血。

第三节　尺动脉腕上皮支皮瓣

尺动脉腕上皮支皮瓣位于前臂尺侧，由张高孟（1988）在解剖学研究的基础上首先应用于临床。

一、应用解剖

（一）动脉

在豌豆骨近端3.7cm处，由尺动脉发出一恒定的皮支，在尺侧腕屈肌的深面行向尺侧近端或远端，与尺动脉夹角约45°。皮支主干长1.2cm。起始处血管直径1.3mm。由尺侧腕屈肌和腕伸肌间隙穿出后，又分出纵行的上行支和下行支。其中上行支长9.61±3.12cm，其末端呈树枝状分支继续向前臂近端延伸，并与尺动脉其他皮支或肌皮支吻合成网。尺动脉腕上皮支皮瓣依靠腕上皮支或其上纵行支供血。

（二）静脉

腕上皮支动脉有两条伴行静脉，直径1.51±0.24mm。伴行静脉回流到尺静脉。

贵要静脉起于手背尺侧，经腕部上行于前臂尺侧，逐渐向上行，回流入腋静脉。

（三）皮神经

前臂内侧皮神经前支，沿贵要静脉下降入前臂，分布于前臂内侧，其上端横径平均为2.1mm。

二、手术适应证

（一）带蒂转移

尺动脉腕上皮支皮瓣可代替前臂桡动脉皮瓣或前臂尺动脉皮瓣，形成逆行岛状皮瓣修复手掌、手背、腕部、拇指及虎口皮肤缺损。

（二）游离移植

可修复对侧手部或其他处皮肤缺损。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展70°，前臂旋后位。

（二）皮瓣设计

1. 关键点　豌豆骨近端约4cm处即是尺动脉腕上皮支的起端及逆行岛状皮瓣的旋转点。

2. 轴心线　豌豆骨与肱骨内上髁连线即为尺动脉腕上皮支皮瓣的轴心线（图21—6（1））。以此线向两侧设计皮瓣，远端可达豌豆骨，近端可达肱骨内上髁，两侧分别达前臂掌侧或背侧的正中线（图21—6（2））。

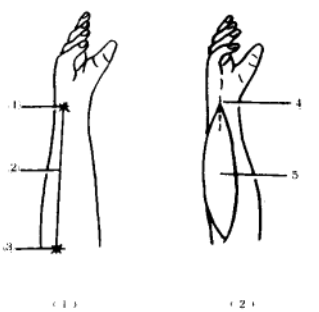


图21—6　尺动脉腕上皮支体表投影线及皮瓣设计
（1）体表投影线　（2）皮瓣设计
①豌豆骨　②腕上皮支体表投影线　③肱骨内上髁　④旋转轴点　⑤皮瓣范围

（三）手术步骤

1. 解剖尺动脉腕上皮支　由腕横纹向上，沿尺侧腕屈肌腱的桡侧缘做5cm长切口，显露尺侧腕屈肌，并将该肌下部纤维切断，即可见到在距豌豆骨近端约4cm处由尺动脉发出的尺动脉腕上皮支。

2. 解剖尺动脉腕上皮支的上纵行支　解剖出尺动脉腕上皮支后，继续向近侧解剖直至看到上纵行支为止。

3. 皮瓣切取　根据设计，切开皮瓣四周皮肤，在深筋膜下由皮瓣近端向远端锐性解

剖，切断皮瓣与尺动脉间的交通支，直到腕上皮支处为止。

在皮瓣近端和远端解剖出贵要静脉，在皮瓣近端解剖出前臂内侧皮神经，均予以保护。

4. 皮瓣逆行转移　切断皮瓣近端的贵要静脉及前臂内侧皮神经，此时皮瓣仅靠腕上皮支动静脉与尺动静脉相连的岛状皮瓣。皮瓣逆行翻转修复手部创面。

5. 皮瓣游离移植　将皮瓣近、远端的贵要静脉、前臂内侧皮神经切断，此时皮瓣仅靠腕上皮支与尺动静脉相连。在尺动静脉主干上切取与腕上皮支相连的一段 2cm 长的血管，一端结扎，另一端与受区动静脉吻合；同时将腕稍屈曲，将原尺动、静脉的两断端直接吻合，要无张力。

游离移植时除吻合尺动静脉外，还要吻合贵要静脉及前臂内侧皮神经，以增加皮瓣的静脉回流，利于皮瓣恢复感觉。

6. 供区创面闭合　在皮瓣宽度小于 5cm 时前臂供区可直接缝合；大于 5cm 时，需用中厚皮片植皮打包加压固定。

7. 腕屈 15°用石膏固定 3 周。

四、手术注意事项

1. 术前用超声多普勒仪测定尺动脉腕上皮支及其上纵行支，以其为轴线画出皮瓣切取范围。

2. 前臂尺动脉皮瓣的轴心线是尺动脉走行线，而前臂尺动脉腕上皮支皮瓣的轴心线是肱骨内上髁与豌豆骨的连线，因而供区更偏尺侧，在设计尺动脉腕上皮支皮瓣时要注意这一特点。

3. 如皮瓣行游离移植，可吻合腕上皮支动静脉，但皮支动脉外径仅 1.33±0.13mm，虽能吻合成功，但有一定风险，如将与腕上皮支相连的尺动静脉主干切取一段，吻合尺动静脉更利于皮瓣成活，因此术前必须做 Allen 试验，以确定前臂桡动脉掌深弓的完整性，如无解剖变异，方能切断尺动脉，否则不能进行，或将尺动脉再行修复。

4. 在腕横纹向上，沿尺侧腕屈肌桡侧缘做切口，先解剖出尺动脉腕上皮支，观察其方向、粗细、分支等情况，满意后可从近端向远端切取皮瓣直达腕上皮支。

5. 尺动脉腕上皮支皮瓣包含前臂内侧皮神经，逆行转位后与受区神经缝接，可使皮瓣恢复良好感觉。

6. 皮瓣在逆行转位时不包含贵要静脉，仅以腕上皮支血管为蒂，由于伴行小静脉是岛状皮瓣唯一的回流静脉，因此切勿使血管蒂受压，否则会导致失败。

第四节　前臂骨间后动脉皮瓣

前臂以桡动脉或尺动脉为供血的皮瓣，由于皮质优良，供皮面积大，血管条件好，切取容易，成功率高等优点，临床应用多，但由于破坏一条主要血管，影响手部血液供应，且前臂遗留疤痕，影响美观，这些缺点引起了人们的重视。

前臂背侧皮瓣是以前臂骨间后动脉为血管蒂，故不破坏前臂的重要血管。但因血管较细，临床常行带血管蒂的前臂背侧逆行岛状皮瓣转移来修复手部创面。

路来金等（1985）在对前臂骨间后动脉做系统解剖研究的基础上，设计了前臂骨间后动脉逆行岛状皮瓣，临床应用 25 例获得成功。范启申等（1987）将此皮瓣的切取进行改进，临床应用 30 例亦均获成功。

一、应用解剖

（一）骨间后动脉

骨间后动脉也叫骨间背侧动脉，在前臂上段发自骨间总动脉，穿过前臂骨间膜上缘

至前臂背侧，经旋后肌和拇长展肌之间在前臂深浅两层伸肌之间下行。

动脉的体表投影为肱骨外上髁至尺骨小头桡侧缘连线的中下 2/3 部，在 Lister 结节近侧 13.5cm 处，再向尺侧平移 2.5cm 的部位为动脉的穿出点。动脉长度为 13cm，外径为 1.3mm。

骨间后动脉先在尺侧伸腕肌与小指伸肌之间下行，并逐渐浅行，在 Lister 结节近侧约 9cm 处开始紧贴深筋膜深面下行至腕背部（图 21—7）。

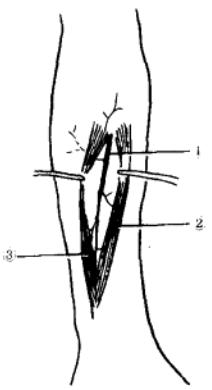


图 21—7　前臂骨间后动脉走行

①骨间后动脉　②小指伸肌　③尺侧腕伸肌

骨间后动脉在前臂走行中发出 13～19 条肌支营养伸肌群，发出 5～13 条皮支营养前臂背侧的皮肤。皮支以上段较多，约 3～9 条，且长而粗，下段少而细。皮支垂直穿过肌间隔和深筋膜，在皮下组织内交织成网，分布可达动脉主干两侧 6～8cm，近侧可达肘平线。同时，皮支与骨间前动脉、尺动脉、桡动脉皮支均有吻合。

（二）骨间前动脉背侧皮支

骨间前动脉从骨间总动脉发出后在指深屈肌和拇长屈肌之间沿骨间膜前方下降，在旋前方肌上缘或该肌的背侧分为前后两终支，其后支穿前臂骨间膜远侧端的裂孔到达腕背，在参与形成腕背网之前分支，于拇短伸肌下缘与指伸肌腱外缘交界处进入浅筋膜，然后行向近侧分布于前臂背侧皮肤，成为该区的主要营养血管，即骨间前动脉背侧皮支。它进入浅筋膜的体表投影，在标记线上 Lister 结节近侧约 3cm 再向尺侧平移 0.6cm 的部位。

骨间前动脉的背侧皮支外径约 0.6～1.0mm，蒂长约 2.0～3.0cm，背侧皮支分布的皮肤区域约 6×5cm。

（三）静脉

浅静脉为浅筋膜中的头静脉和贵要静脉的属支。深静脉为动脉的伴行静脉，骨间前动脉和骨间后动脉均有 1～2 条伴行静脉，外径略大于动脉。

（四）皮神经

前臂背侧皮瓣的神经为前臂后侧皮神经，走行与骨间后动脉方向一致，在上段外径为 0.6mm。需切除带神经的皮瓣时，此神经可供与受区神经对接。

二、手术适应证

此皮瓣对于手部虎口成形、手背创面修复和手腕部创面的修复，行带血管蒂逆行岛状前臂背侧皮瓣转移较为适宜；带血管蒂的顺行岛状前臂背侧皮瓣转移修复肘部软组织缺损也较适宜。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展 70°，前臂旋后位。

（二）皮瓣设计

用龙胆紫标明肱骨外上髁至尺骨小头桡侧缘的连线，此为皮瓣的轴心线；皮瓣逆行旋转点位于尺骨茎突上 2.5cm 处。根据受区面积和旋转点至受区的距离，各增加 1～2cm，标明皮瓣切取范围和皮瓣蒂部长度（图 21—8）。

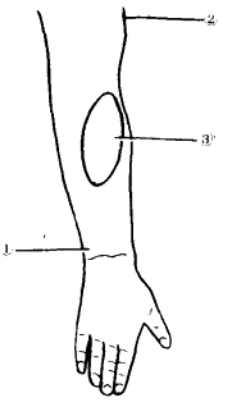


图 21—8　前臂骨间背侧皮瓣设计
①尺骨茎突　②肱骨外上髁　③皮瓣设计

（三）手术步骤

1. 皮瓣切取　根据受区需要切取顺行或逆行岛状皮瓣，也可切取游离皮瓣，临床上多采用逆行岛状皮瓣修复手部创面。沿轴心线切开蒂部皮肤、皮下组织和前臂筋膜。在尺侧伸腕肌与小指伸肌腱间分离出骨间后血管束及附带的部分肌间隔，蒂部保留 1.5cm 宽的浅筋膜蒂，辨清血管走行后，按设计切开皮瓣两侧缘，在前臂筋膜和肌外膜之间锐性分离皮瓣，边分离边间断缝合皮下组织与前臂筋膜的边缘，以保护皮瓣的完整性。掀起皮瓣的两侧缘，在深浅伸肌群之间沿蒂部向近侧分离出骨间后血管束的上段，尽量游离骨间后血管达骨间膜上缘穿出处，注意勿损伤皮支血管及骨间背侧神经。此时皮瓣和两端血管蒂完全游离。

2. 皮瓣转移　逆行转移时，先用血管夹阻断近端血管，观察皮瓣血运，确认皮瓣血运良好后切断近端血管蒂，将皮瓣逆行旋转，经皮下或开放隧道转移，覆盖手部创面；如顺行转移，将皮瓣切取范围下移，切断远端血管蒂，皮瓣顺行旋转，覆盖肘部创面。

3. 皮瓣游离移植　按顺行皮瓣设计切取皮瓣后，切断皮瓣远端血管蒂，将骨间后血管向近侧解剖，尽量使其达骨间膜上缘穿出处，必要时切开骨间膜，使骨间后血管游离至骨间总动脉处，以使血管蒂有足够长度。切断近端血管蒂，移植到受区行血管吻合。

4. 供区创面宽度小于 5cm 时可直接缝合；大于 5cm 时用全厚皮片修复，加压包扎固定。

四、手术注意事项

1. 前臂骨间后动脉的背侧皮支外径仅 0.6～1.0mm，在驱血后止血带控制下血管不易寻找，为此不驱血上止血带，使血管充血变粗，易于解剖寻找，利于皮瓣切取。

2. 前臂背侧皮瓣逆行转移后，皮瓣血供主要由骨间前动脉经腕背部尺骨茎突上 2.5cm 处弧行吻合支逆行供给，皮瓣设计及切取应注意此点，血管蒂向远侧游离时不能超过此点，以免损伤吻合支。

3. 前臂骨间后动脉在伸肌深浅两层之间下行时与骨间背侧神经伴行，该神经是桡神经深支从旋后肌下缘出现后延续而来，纯属运动纤维，支配背侧伸肌，分离血管近端时切勿损伤。

4. 若皮瓣用于修复指端创面，可将皮瓣内前臂后侧皮神经与受区的指背神经或残指的指固有神经吻合，以恢复皮瓣的感觉功能。

第五节　前臂筋膜瓣

前臂桡动脉或尺动脉皮瓣，常制成逆行岛状皮瓣在手外科中应用。逆行岛状皮瓣切取后局部常需植皮修复，影响美观，还牺牲一条主要动脉。后来又发展成为前臂逆行岛状筋膜瓣转移加游离植皮，局部不需植皮，但仍需牺牲一条主干动脉。目前发展成为前臂逆行筋膜瓣，这类筋膜瓣可保护前臂主干动脉不受损害，是前臂逆行岛状皮瓣的又一发展。作者自 1983 年进行前臂逆行岛状筋膜瓣

25 例，前臂逆行筋膜瓣 31 例，用于手部创面的修复，均获成功。

一、应用解剖

前臂筋膜位于皮肤与肌肉之间，分浅、深二层。浅筋膜包含皮下脂肪、静脉及皮神经。深筋膜由致密结缔组织组成，包绕前臂诸肌。前臂筋膜的血供来自桡动脉、尺动脉、骨间后动脉及骨间前动脉，这四条血管进入腕部及手掌区均构成互相沟通的血管网，并与皮下组织血管相通。静脉血通过动脉的伴行静脉及两组皮下浅静脉回流，因此这四条血管可在不同情况下被制成不同的筋膜瓣。

在四根主干动脉中以桡动脉逆行岛状筋膜瓣在手外科中应用最多，该筋膜瓣包括头静脉、桡动脉及其伴行静脉，以桡动脉及其伴行静脉、头静脉为蒂，动脉血供主要来自尺动脉经掌浅弓及掌深弓与桡动脉的吻合支，也可来自骨间动脉、尺动脉的腕部吻合支。

前臂尺动脉逆行岛状筋膜瓣是以尺动脉及其伴行静脉、贵要静脉共同构成筋膜瓣的动静脉系统，远端为蒂，血供方式类同桡动脉逆行岛状筋膜瓣。由于尺动脉位置较深，而且是尺神经的滋养血管，作为手外科医师，较少选用该血管作为逆行岛状筋膜瓣的滋养血管，因此该筋膜瓣在临床上较少被选用。

前臂应用骨间后及骨间前动脉均可制成岛状筋膜瓣，由于这两条血管位置较深，术前较难了解其存在情况，除非有系统的血管造影资料。

前臂岛状筋膜瓣是以桡动脉或尺动脉作为筋膜瓣的轴心血管，因此，这类筋膜瓣均以牺牲前臂一条主要血管为代价，许多作者进行了系统研究，认为牺牲一条主要动脉，对手部血供有影响，故应慎重选择适应证。而前臂筋膜瓣则是以筋膜蒂作为筋膜瓣的血供来源，同时不破坏前臂主要动脉。

前臂逆行筋膜瓣是以前臂腕部的筋膜为蒂，包括前臂的深浅筋膜及头静脉，不包括知名动脉。筋膜瓣取自前臂中、上 1/3 区域，筋膜瓣的血供来自桡动脉、尺动脉、骨间前动脉及骨间后动脉在腕部的分支，这些分支在腕部筋膜内形成相互吻合的血管网，该筋膜瓣移植虽不牺牲前臂的主干动脉，但这类筋膜瓣设计时一定要保护好腕关节上 3～5cm 区域内的血管网，使其不受破坏，否则该筋膜瓣转移即有失败的可能。

二、手术适应证

前臂逆行岛状筋膜瓣或前臂逆行筋膜瓣，适应于修复手背、手掌皮肤及皮下组织缺损或虎口挛缩。前臂顺行岛状筋膜瓣或前臂顺行筋膜瓣适用于肘部或上臂下段软组织缺损的修复。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展 70°，前臂旋后或旋前。

（二）筋膜瓣设计

1. 前臂逆行岛状筋膜瓣　肘窝中点下方 2～3cm 定为 A 点，为桡动脉或尺动脉的起始处，腕横纹桡动脉搏动处为 B 点，AB 连线构成前臂桡动脉逆行岛状筋膜瓣的纵轴，筋膜瓣设计在纵轴两侧（图 21—9）。尺动脉逆行岛状筋膜瓣的设计与此类似，只是 B 点在腕横纹尺动脉搏动处。

2. 前臂逆行筋膜瓣

（1）部位　在前臂背侧、掌侧、桡侧或尺侧。

（2）筋膜瓣的蒂部设计　由于直径 2mm 以下的小静脉并无瓣膜，不存在回流的问题，所以皮瓣蒂部可以设计在近端，也可以设计在远端进行逆行转移。

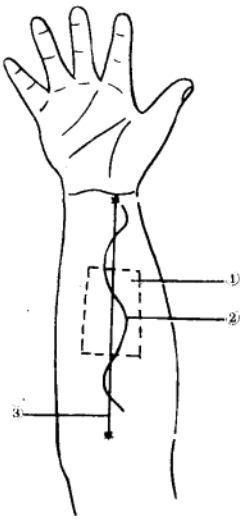


图 21—9　前臂桡动脉岛状筋膜瓣设计
①筋膜瓣范围　②皮肤切口线　③桡动脉轴线

（3）筋膜瓣长宽比例　虽在动物实验时达到 5∶1 尚可成活，但临床上前臂最好不要超过 3∶1。筋膜瓣面积需比创面略大。蒂部宽度不小于筋膜瓣宽度的 1/2、筋膜瓣长度的 1/4（图 21—10）。

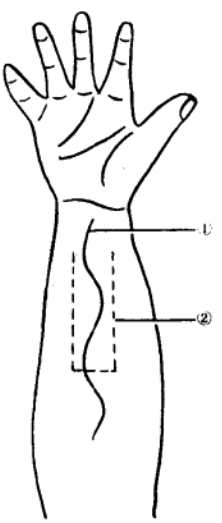


图 21—10　前臂逆行筋膜瓣设计
①皮肤切口线　②筋膜瓣切口线

（三）手术步骤

前臂逆行岛状筋膜瓣：

1. 沿筋膜瓣的纵轴，即桡动脉或尺动脉的体表投影，作 S 形皮肤切口。

2. 切开皮肤，向两侧掀起皮肤，掀起的皮肤内仅保留真皮下血管网。

3. 在两侧掀起皮肤时，勿使皮下浅筋膜层破坏，至皮肤掀起足够范围，即显露出前臂筋膜。

4. 在筋膜面上用美蓝划出需切取筋膜瓣的范围（图 21—11）。

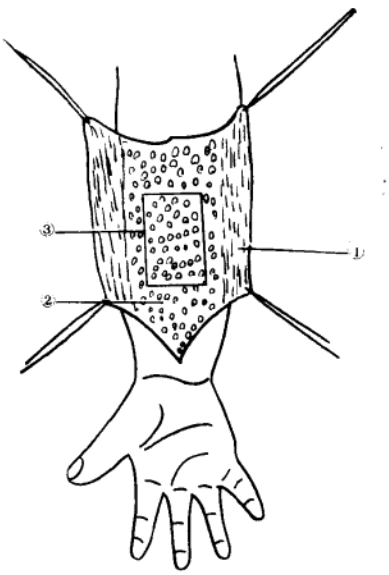


图 21—11　前臂岛状筋膜瓣切取范围
①掀起的皮肤　②显露的筋膜面　③筋膜瓣范围

5. 沿筋膜瓣周围切开，使筋膜瓣包括桡动脉、伴行静脉及头静脉（或尺动静脉、贵要静脉）。

6. 将筋膜瓣及两端血管蒂完全游离后，近端血管用血管夹阻断，观察筋膜瓣及手部血运良好时，方能切断近端血管，使其远端血管为蒂。

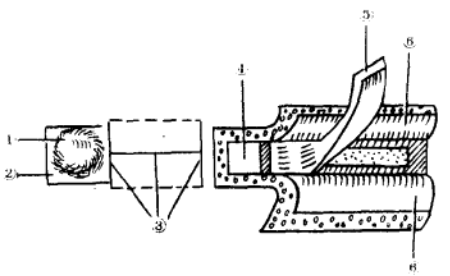
7. 将筋膜瓣旋转，血管蒂通过皮下隧道，以修复手部创面。

8. 筋膜瓣表面植皮，打包加压固定。

9. 前臂供区直接缝合。

前臂逆行筋膜瓣：

1. 旋转型筋膜瓣　①沿筋膜瓣纵轴切开皮肤，同前臂逆行岛状筋膜瓣切取一样向两侧掀起皮肤，至皮肤掀起足够范围时，显露出筋膜。按设计切开筋膜瓣边缘，深至深筋膜，在深筋膜与肌外膜之间作锐性分离。在分离蒂部时完整地掀起深筋膜，注意连带筋膜下的疏松结缔组织，尽量保留较多的穿支动脉，以免影响筋膜瓣的血液循环。边切取边用零号丝线间断将深筋膜与皮下组织缝合固定，防止深筋膜皱缩，损害其血管网，并注意保留肌肉表面的透明菲薄的结缔组织层，尤其在肌腱处，以免肌肉粘连而影响其滑动功能。②筋膜瓣蒂部可以保留皮条，以保护蒂部，减少对血运影响，但当筋膜瓣蒂过宽或旋转角度大于100°时，则影响旋转范围或形成“猫耳”丑形，为此，必要时可部分切除或切断皮桥，在切断皮桥前先做皮桥“缝扎试验”，即用粗丝线将皮桥按1cm等分贯穿皮肤全层横行缝扎，观察10～15分钟，筋膜瓣无血循环障碍，可切断缝扎部分，则更为妥善。③筋膜瓣旋转覆盖创面，筋膜面上植皮。④前臂供区直接缝合。



（1）　（2）

图21—12　“反折型”筋膜瓣

（1）切口线设计　（2）筋膜瓣切取

①病变区　②清创范围　③皮肤切口线　④缺损区　⑤“反折型”筋膜瓣　⑥双叶状掀起的皮肤内面

2. 反折型筋膜瓣（Lcouard 1980）　按以上方法双叶向两侧掀起皮肤，将所需筋膜瓣切开，筋膜瓣向蒂部方向反折覆盖创面（图21—12），筋膜面上植皮，供区直接缝合。

四、手术注意事项

前臂逆行岛状筋膜瓣的手术注意事项与前臂逆行岛状筋膜皮瓣相似，唯在筋膜面上植皮，供区直接缝合。

前臂逆行筋膜瓣手术应注意以下事项：

1. 向两侧掀起皮肤时，皮肤带厚0.3～0.5mm脂肪层，以保存皮肤下的真皮下血管网为度。皮肤过薄影响皮肤的血供；皮肤过厚，使筋膜瓣变薄，则影响筋膜瓣的血供。

2. 带筋膜蒂的筋膜瓣，由于血运来自深筋膜浅层的血管网和皮下组织的交通支，在切取时一定掀起深筋膜，不仅能增加血运，利于筋膜瓣成活，而且手术时出血较少。

3. 切除或切开蒂部皮肤的筋膜瓣，可减少转移时蒂部张力和消除“猫耳”丑形，增加移动的灵活性和范围，但切断皮桥前需作皮桥“缝扎试验”，以免筋膜瓣血运受影响。

4. 在皮肤、肌腱、神经及骨块缺损时，可设计成筋膜复合组织瓣，但蒂部要松弛，以保证充足血供。

5. 筋膜瓣面上植皮后打包固定，其压力应适当，压力过大可影响静脉回流，造成筋膜瓣坏死；压力过小，皮片与创面接触不严，使皮片坏死。

第六节　前臂静脉皮瓣

静脉皮瓣是有别于传统吻合动静脉皮瓣的新型皮瓣。根据血供方法，可将皮瓣内轴型静脉的一端与受区动脉吻合，另一端与静脉吻合，称为以动脉血营养的静脉皮瓣；皮瓣内轴型静脉与受区静脉顺行或逆行吻合，称为静脉血营养的静脉皮瓣。

Nakayama 等（1981）首先成功地进行了动脉血营养的静脉皮瓣的实验研究，贾淑兰等（1981）首先在临床上采用吻合血管的静脉皮瓣移植获得成功，此后有些学者又进行了静脉皮瓣的实验研究与临床应用。作者（1982）采用逆血流静脉皮瓣移植 35 例修复手背、虎口及手指创面均获成功。

一、应用解剖

前臂皮下有不与动脉伴行的 2～3 条主要浅静脉干互相构成交通的静脉网，其桡侧为头静脉，起于手背桡侧，在腕关节上方转至前臂的屈面，沿前臂桡侧缘上行，途中接受伸屈两面的许多浅静脉属支回流，到达肘窝时通过肘正中静脉与贵要静脉交通。尺侧为贵要静脉，从手背转至前臂的屈面，在肘窝处与肘正中静脉交汇，有肘前臂正中静脉代替肘正中静脉而存在。这些皮下浅静脉干间有丰富的静脉网，故以其中两条浅静脉干作为轴型血管，设计成静脉皮瓣，使其一条静脉干动脉化，另一条静脉与受区静脉吻合，作为皮瓣的引流静脉。也可用其中一条静脉干作为轴型血管，设计成静脉皮瓣，使其一端与受区动脉吻合，另一端与受区静脉吻合，或两端均与受区静脉吻合。

二、手术适应证

前臂静脉皮瓣优点是：①静脉表浅、血管蒂长，血管口径粗、切取后血管吻合容易；②不破坏主要动脉，皮瓣设计较自由，最小可为 1.5×1.0cm²，最大可达 20.0×7.0cm²；③皮下组织少，柔软，外观好；④可制成感觉皮瓣。较适合手部创面的修复。其主要适应证：

1. 虎口开大成形者。

2. 手背、手掌、腕部皮肤缺损修复者。

3. 手指皮肤及血管神经同时缺损修复者。

三、手术方法

（一）体位

仰卧位，上肢外展 70°，前臂旋后。

（二）手术步骤

前臂头静脉及正中静脉皮瓣：

1. 皮瓣设计　前臂在止血带控制下显露出头静脉及正中静脉，用龙胆紫作出标记，以此两条静脉为轴，在其两侧划出皮瓣范围（图 21—13）。

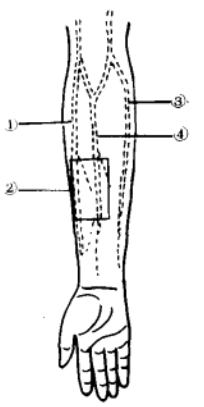


图 21—13　头静脉及正中静脉岛状皮瓣设计
①头静脉　②皮瓣切口线　③贵要静脉　④正中静脉

2. 于皮瓣近侧解剖出头静脉及正中静脉达肘窝。

3. 切开皮瓣两侧及远端，于肌膜下从两侧向皮瓣中轴掀起。

4. 切断头静脉及正中静脉远端。即呈近端头静脉及正中静脉相连的岛状皮瓣（图 21—14）。

5. 切断近端头静脉及正中静脉，将静脉皮瓣移植到手部。

6. 移植方法　前臂静脉皮瓣近端的头静脉与受区桡动脉吻合（逆血流），正中静脉与受区头静脉吻合。皮瓣覆盖创面。

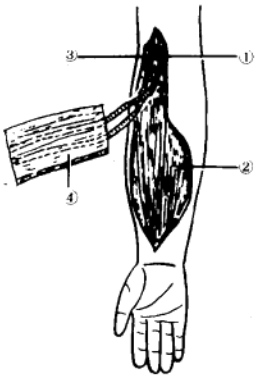


图 21—14　头静脉及正中静脉岛状皮瓣切取
①正中静脉　②指屈肌肌腹　③头静脉　④皮瓣

7. 供区植皮闭合创面。

前臂头静脉或正中静脉皮瓣：

1. 皮瓣设计　以头静脉或正中静脉为血管轴设计皮瓣（图 21—15）。

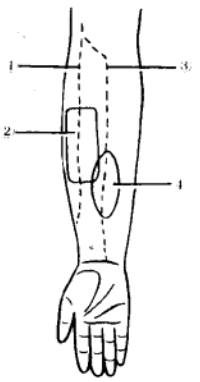


图 21—15　头静脉或正中静脉皮瓣设计
①头静脉　②头静脉皮瓣　③正中静脉　④正中静脉皮瓣

2. 皮瓣切取方法同前臂头静脉及正中静脉皮瓣（图 21—16）。

3. 前臂头静脉皮瓣修复虎口　将皮瓣移植到手部，使皮瓣远端位于手背侧，近端位于腕掌侧，皮瓣内头静脉远端及其属支与受区头静脉及其属支吻合，皮瓣头静脉近端通过皮下隧道至腕部与受区桡动脉吻合（逆血流）。

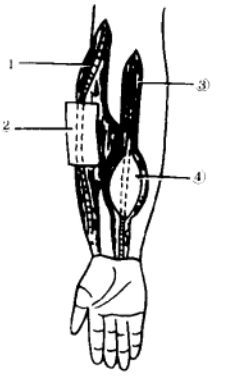


图 21—16　头静脉或正中静脉岛状皮瓣切取
①头静脉　②头静脉岛状皮瓣掀起　③正中静脉
④正中静脉岛状皮瓣掀起

4. 前臂正中静脉皮瓣修复手指皮肤及血管缺损　如手指背侧皮肤及指背静脉同时缺损，用前臂远端正中静脉皮瓣的静脉与指背远近端静脉吻合，皮肤覆盖指背创面；如一侧指动脉及皮肤同时缺损，用正中静脉皮瓣的静脉与指动脉两断端吻合，皮肤覆盖创面。

5. 供区闭合　直接缝合或移植皮片。

四、手术注意事项

1. 解剖血管蒂时周围要带 0.5cm 筋膜组织，以防血管痉挛。皮瓣远端静脉准备吻合时，要将主干及其属支均予以解剖。

2. 在切取皮瓣时，如采用动脉化方式供血，最好动脉血逆静脉瓣膜方向，静脉血顺静脉瓣膜方向，反之，血运可能发生障碍。

3. 静脉皮瓣在修复断指再植中血管及皮肤同时缺损，最好从前臂远段掌侧切取皮瓣，因为：①该区皮肤薄；②正中静脉及其属支多，且静脉表浅；③静脉外径与手指血管相近，易于吻合；④手指再植与皮瓣切取均在同一手术区完成，操作方便。

4. 要提高静脉皮瓣成活率，必须注意：①受区切勿为感染创面；②受区动脉供血充足；③静脉交通支予以结扎；④血管蒂在隧

道内勿扭曲、成角或压迫；⑤血管吻合要精确细致，血管危象处理要及时果断。

第七节　桡动脉浅支岛状筋膜瓣

桡动脉浅支岛状筋膜瓣是以桡动脉浅支为旋转轴，在桡动脉显露部切取岛状筋膜瓣，逆行转移后覆盖于手部远段创面。

一、应用解剖

(一)浅支动脉

桡动脉解剖同前臂桡动脉皮瓣。桡动脉上段为掩盖部，其下段为显露部。

桡动脉行至腕部分出浅深二支。浅支在指屈肌腱与掌腱膜之间行至掌中部，弯向尺侧与尺动脉的浅支组成掌浅弓。深支即桡动脉主干，穿过拇长展肌、拇短伸肌及拇长伸肌腱深面转至手背达第一掌骨间隙后，随即贯穿第一骨间背侧肌又到手掌，与尺动脉深支吻合成掌深弓。

在桡动脉显露部切取岛状筋膜瓣，切断桡动脉深支，以桡动脉浅支或掌浅弓为旋转轴，逆行转移能覆盖手部远段创面。

(二) 静脉

桡动脉浅支有两条伴行静脉，即尺侧静脉和桡侧静脉，在两条静脉之间存在着数量不等的吻合支，其皮肤属支有的与动脉伴行。此静脉为逆行岛状筋膜瓣的唯一回流静脉。

二、手术适应证

1. 虎口开大成形者。
2. 拇指再造者。
3. 手背、手掌和手指远段皮肤缺损修复者。

三、手术方法

(一)体位

仰卧位，上肢外展 70°，前臂旋后。

(二) 筋膜瓣设计

1. 关键点　桡动脉浅支与尺动脉主干在掌中部形成掌浅弓，此弓是桡动脉浅支岛状筋膜瓣的旋转点。

2. 轴心线　肘横纹中点与掌中部第 2 掌骨间隙连线即为桡动脉浅支的轴心线。在桡动脉显露部以此线为轴向两侧设计筋膜瓣(图 21—17)。

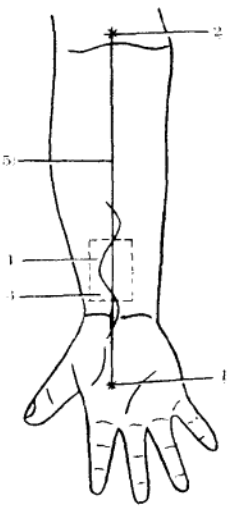


图 21—17　桡动脉浅支岛状筋膜瓣设计
①第 2 掌骨间隙　②肘横纹中点　③筋膜瓣范围　④皮肤切口线　⑤桡动脉浅支体表线通过此线的腕部段

3. 解剖平面　在前臂深筋膜下解剖。

(三) 手术步骤

1. 沿桡动脉的体表投影作 S 型皮肤切口。

2. 切开皮肤并向两侧掀起，掀起的皮肤内仅保留真皮下血管网。

3. 在筋膜面上用美蓝划出需切取的筋膜瓣的范围。

4. 沿筋膜瓣切口线切开达深筋膜下，使筋膜瓣包含桡动脉及其伴行静脉。

5. 将筋膜瓣及两端血管蒂完全游离后，近端血管蒂用血管夹阻断，观察筋膜瓣及手部血运良好时，方能切断近端血管，使其远端血管为蒂。

6. 在腕部切断结扎桡动静脉深支及各个分支，然后将桡动静脉浅支解剖至掌中部达掌浅弓处。

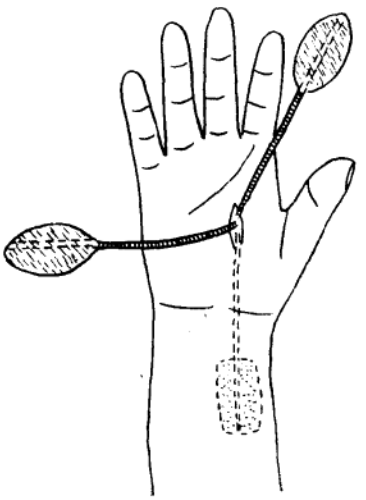


图 21—18　桡动脉浅支或掌浅弓为蒂的逆行岛状筋膜瓣转移

7. 将筋膜瓣旋转，血管蒂通过开放或皮下隧道，以修复手背或手指创面（图 21—18）。

8. 筋膜瓣表面植皮。

9. 前臂供区直接缝合。

四、手术注意事项

桡动脉浅支岛状筋膜瓣的手术注意事项与前臂桡动脉逆行岛状皮瓣相似，还需注意：

1. 在桡动脉显露部设计皮瓣。若修复手指远段创面，采用以掌浅弓为蒂，以增加筋膜瓣的旋转度。

2. 切取筋膜瓣最好在肌外膜下分离，将肌外膜与筋膜缝合固定，以利保护筋膜瓣血运。

3. 桡动静脉游离至腕关节时，切断结扎桡动静脉深支，将浅支继续向远端解剖至掌浅弓。游离血管时周围要带 0.5cm 的软组织，以防血管痉挛。

4. 在皮肤、肌腱、神经及骨骼缺损时，可设计成复合组织瓣，同时修复肌腱、神经、掌骨或指骨。

5. 筋膜面上植皮后打包固定，其压力应适宜，否则造成筋膜瓣或皮片坏死。

（范启申）

第二十二章　手部皮瓣

对于手部大面积创伤，采用前臂及其他部位的带蒂或游离皮瓣移植修复较为适宜，但较小面积手部创面，多采用手部带血管蒂的皮瓣或肌皮瓣转移修复，外形满意，功能恢复良好，有较高的临床应用价值。本章重点对手背皮瓣、示指背侧皮瓣、手指掌侧皮瓣、手指侧方皮瓣、小鱼际皮瓣的临床应用方法作一介绍。

第一节　手背皮瓣

手背皮瓣是以掌背动脉为蒂的手背逆行岛状皮瓣，用于修复手部皮肤缺损，同时可携带掌背神经、伸肌腱及掌骨制成复合皮瓣，修复合并有指神经、肌腱和指骨的复合损伤，可取得满意的效果。

一、应用解剖

手的掌背动脉共有 4 条，第 1 掌背动脉由桡动脉发出，第 2、3、4 掌背动脉由掌深弓的近侧穿支和腕背侧动脉网发出的交通支吻合而成，位于手背伸肌腱的深面，走行于各骨间背侧肌的浅面。各掌背动脉的长度在 42～58mm 之间，起点的外径在 0.5～0.9mm 之间，走行途中发出 6～12 条皮支，营养相应部分手背皮肤。各掌背动脉在指蹼与指掌侧总动脉或分支有恒定的吻合支相连。该动脉吻合支外径较粗，有两条伴行静脉及其之间的众多交通支，以直接逆流和迷宫式逆流两种方式完成静脉回流。由尺、桡神经的手背支发出的各掌背神经，其走行方向与掌背动脉一致，皮瓣携带掌背神经可制成感觉皮瓣。皮瓣切取后，局部的血供可由其他掌背动脉和掌侧动脉穿支所供给，无血运和功能障碍。

二、手术适应证

1. 用于修复手的任何部位的皮肤软组织缺损。

2. 携带掌背神经、伸肌腱和掌骨制成复合皮瓣，可同时完成多种组织的修复和手指再造。

三、手术方法

（一）皮瓣设计

距指蹼皮肤游离缘 1.5cm 处为动脉吻合支连接指总动脉的位置，此为皮瓣血管蒂的旋转轴心点，以此点向手背的垂直线为皮瓣的轴心线。根据受区的部位、缺损的面积和形状以及皮瓣轴心点距受区近端的距离，在相应的手掌背动脉轴心线上设计皮瓣的大小和蒂部的长度。皮瓣的切取范围：上可达腕背横纹，下至指蹼缘，两侧可达血管轴心线两侧各 2.5cm（图 22—1）。

（二）显露血管

自轴心点沿轴心线先切开蒂部的皮肤、皮下组织，在伸肌腱之间分离出掌背动、静脉并携带 0.5cm 宽的深筋膜蒂，将血管蒂完全游离后，探查距指蹼缘近侧 1.5cm 处的血管旋转点吻合支。

（三）解剖平面

皮瓣解剖平面在深筋膜与伸肌腱腱周组织之间，掌背动、静脉蒂应在骨间背侧浅面分离。

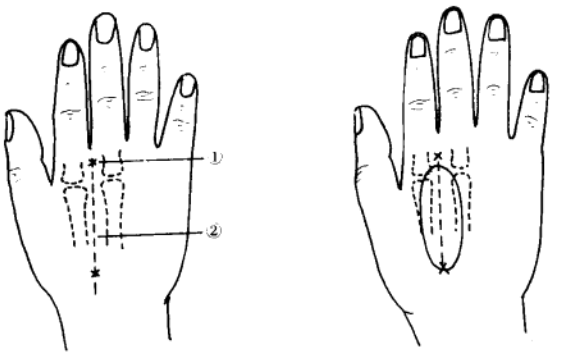


图 22—1　手背皮瓣的设计和切取范围
（1）皮瓣设计　（2）皮瓣切取范围　①轴点　②轴线

（四）皮瓣切取

血管蒂游离后，按术前设计的皮瓣范围，切取皮瓣在深筋膜与伸肌腱腱周组织、骨间背侧肌之间锐性分离，边分离边间断缝合皮下组织和深筋膜边缘，避免撕脱影响皮瓣血运。皮瓣游离后于掌背血管近端放置血管夹，检查皮瓣血循环良好后，在掌骨基底切断掌背动脉的起点，此时皮瓣已完全游离。若要修复神经、肌腱，可同时将掌背神经和伸肌腱携带在皮瓣内。

（五）修复创面

皮瓣完全游离后，检查皮瓣的血循环和皮缘渗血情况，以吻合支为轴心点，逆行旋转后，皮瓣经皮下隧道转移到受区，间断缝合修复创面。供区在 3.5cm 内可直接闭合，大于此宽度可植皮修复。

该皮瓣亦可以掌背动脉近端的掌深弓近侧穿支和与腕背动脉网的交通支为血管蒂形成顺行皮瓣，以修复腕部两侧的创面（图 22—2）。

四、术后处理

创面修复术后，以石膏托外固定制动，预防因躁动而引起皮瓣血循环障碍。注意观察皮瓣血循环，应用抗凝、扩血管药物和抗生素。伤口换药时血管蒂部以凡士林纱布覆盖，撕揭纱布要轻柔，避免撕拉损伤或刺激血管。

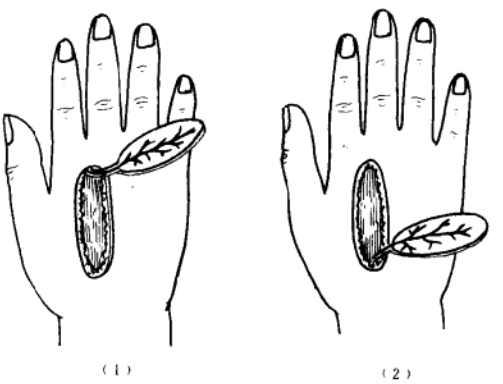


图 22—2　手背皮瓣逆行和顺行转移
（1）逆行转移　（2）顺行转移

第二节　示指背侧皮瓣

示指背侧皮瓣是以第 1 掌背动脉为血供的示指近节背侧感觉皮瓣，可用于虎口及拇指的修复，还可与其他手指的侧方皮瓣联合再造拇指。

一、应用解剖

第 1 掌背动脉是桡动脉腕背支在进入第

1 骨间背侧肌二头间组成掌深弓之前所发出的。该动脉走行于第 2 掌骨背桡侧，至示指背侧形成终末支。伴行神经为桡神经浅支的第 1 掌背神经，其静脉由示指向近端腕背静脉网汇入。血管神经走行位置靠近。血管蒂长约 4～5cm，起始部动脉口径 0.8～1mm，皮瓣可通过皮下隧道达虎口以及拇指任何部位（图 22—3）。

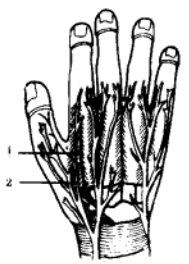


图 22—3　示指背侧皮瓣解剖
①第 1 掌背动脉　②桡神经感觉支

二、手术适应证

可用于拇指、虎口处皮肤组织缺损的急诊修复。晚期可用于虎口开大，并可与其他手指侧方皮瓣联合应用再造拇指。

三、手术方法

（一）皮瓣设计

皮瓣在鼻烟窝处，以拇长伸肌腱尺侧与示指掌指关节桡侧背面的连线为轴线进行设计。切取范围：远端至示指近侧指间关节，两侧至侧正中线，近侧可向近端延伸至腕背部（图 22—4（1））。

（二）显露血管

沿皮瓣的轴线行“S”形切开皮肤、皮下组织达深筋膜层，在此层和第 1 骨间背侧肌浅层之间，沿第 1 掌背动脉走行方向，寻找游离第 1 掌背动脉及静脉。注意保护血管系膜，防止因血管系膜剥离过多，而影响皮瓣的血运或造成血管痉挛。

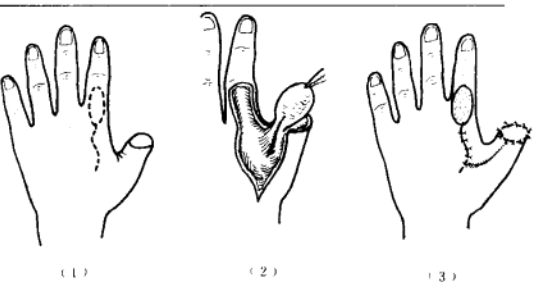


图 22—4　示指背侧皮瓣修复拇指指端缺损
（1）皮瓣设计　（2）皮瓣切取　（3）皮瓣转移

（三）解剖平面

第 1 掌背血管蒂游离后，在深筋膜深面和第 1 骨间背侧肌浅面之间游离，解剖血管蒂及皮瓣。

（四）皮瓣切取

根据术前测量的受区缺损面积，设计皮瓣的大小。宜由远端在深筋膜深面，锐性向近端切取掀起皮瓣。将第 1 掌背动脉及伴行静脉、神经包括在内。血管蒂部宜带较宽的筋膜蒂，以防损伤血管蒂，影响皮瓣血运（图 22—4（2））。

（五）修复创面

皮瓣切取后，由皮下隧道递至受区，缝合修复缺损的创面。供区采用全厚植皮覆盖。血管蒂通过皮下隧道时，要防止扭转、迂曲和受压（图 22—4（3））。

四、术后处理

皮瓣修复术后，为防止因肢体活动而引起的血管危象，术后宜用肢体石膏托外固定。为防止血管痉挛，术后宜应用抗凝、扩血管药物，如低分子右旋醣酐、罂粟碱等。观察皮瓣血循环，及时处理血循环危象。半月后皮瓣成活，加强患指的功能锻炼。

第三节　手指掌侧皮瓣

指掌侧皮瓣是以两侧指动脉为血供。皮瓣游离后可通过指间关节屈曲皮瓣前移来修

复创面，保留患指的原有长度。临床上常用于无条件再植的末节断指和末节指腹皮肤软组织缺损的修复。该皮瓣具有操作简便、安全，血运、感觉良好，皮肤质地好、耐磨等优点。

一、应用解剖

手指掌侧固有血管神经束位于屈肌腱鞘两侧，指侧旁中线偏掌侧，神经位于动脉的掌内侧。包含双侧指掌侧固有血管神经束的手指掌侧皮瓣，切取范围自指根至指端，两侧在侧方中线。

二、手术适应证

适用于无条件再植的末节断指，指腹皮肤软组织小面积缺损的修复。

三、手术方法

（一）切口设计

指端创面清创后，在手指两侧作正中切口，切口远端和创面相连。近端切口依据创面的大小而设计切口的长度，创面大则切口要长，反之切口要短。

（二）切取平面和显露血管

皮瓣切取平面在指屈腱鞘浅面，指掌侧固有血管神经束的深面之间，由指端向近端锐性分离掀起皮瓣，将两侧指掌侧固有血管神经束包含在皮瓣内，避免损伤以及防止血管神经与皮瓣分离（见图 17—56（1））。

（三）皮瓣游离和修复创面

根据创面大小，决定皮瓣游离的长度。皮瓣游离后，将皮瓣向前推进，屈曲指间关节，先缝合远端，再缝合两侧切口，切忌缝合太深、太宽、太密，以免影响皮瓣血运（见图 17—56（2））。

四、术后处理

术后应将各指间关节屈曲位固定，避免因伸直后皮瓣紧张，影响皮瓣血运。待创面愈合后去除外固定，进行手指屈伸功能锻炼，特别是伸指练习，避免手指屈曲挛缩。

第四节　手指侧方皮瓣

手指侧方皮瓣是以指固有动脉或神经为蒂的岛状皮瓣，切取后可造成供指感觉功能障碍，使临床应用受到限制，通常供区仅限于中、环指尺侧。若仔细将指固有神经从血管神经束中分离出来，保留在原位，形成不包含指固有神经的指动脉皮瓣，使皮瓣切取后供指的感觉功能不受影响，这样可任意选择邻指的指动脉皮瓣，用来修复邻近的创面，设计灵活、转移方便。若能将指固有神经的背侧支包含在皮瓣内，可使移植的皮瓣成为感觉皮瓣。该皮瓣具有供区隐蔽、皮瓣颜色、质地与受区近似，感觉较好等优点，是修复手部中、小面积创面的理想供区。

一、应用解剖

在手掌远侧，指掌侧总神经和动脉位于两相邻的指屈肌腱之间，神经在靠近掌指关节处先于动脉分成相邻手指的指固有神经。动脉分开后也同样到相邻手指，形成指固有动脉。两者在指屈肌腱两侧稍偏掌侧向前走行，神经位于动脉的腹内侧。指掌侧固有神经在指根部恒定地发出一较大的背侧分支，斜行走向近侧指间关节的背面，供应同侧中及远侧指节背侧皮肤，支配该区域的皮肤感觉（见图 15—4）。

二、手术适应证

1. 用于手部中小创面的急诊修复，特别是用于修复主要的功能指指腹缺如，如拇、示指指腹缺如。

2. 与示指背侧皮瓣联合移植再造拇指。

3. 用于修复虎口、手背和手掌部创面。

三、手术方法

（一）皮瓣设计

皮瓣宜选用邻近受区的手指侧面，近侧自指背根部至远侧甲根部近侧，两侧至背、掌侧中线。皮瓣的轴线为指侧方正中线，旋转点位于指掌侧总动脉分叉处。按创面缺损的范围以指掌侧固有动脉为蒂设计出皮瓣的轮廓。

（二）显露血管

在手掌远侧，患指与供指间作一纵切口，显露供指的血管神经束，沿血管走行方向，作指侧方切口，直至邻近皮瓣边缘，将血管神经完全游离后，将指神经仔细从血管神经束内分离出来，保护好血管。待皮瓣游离后，继续将神经彻底和动脉分开，保留在原位。

（三）解剖平面

血管游离后，按预先设计的范围，自皮瓣掌侧作切口，在指屈腱鞘浅面，指掌侧固有动脉深面，向背侧锐性分离皮瓣，解剖平面在深筋膜深面。

（四）皮瓣切取

待血管蒂游离后，仔细解剖指神经背侧分支，将其包含在皮瓣内，在指掌侧固有动脉深面继续向背侧切取分离皮瓣，将皮瓣完全游离，此时已形成了以指掌侧固有动脉为蒂的包含指掌侧固有神经背侧支的手指侧方皮瓣（图 22—5）。

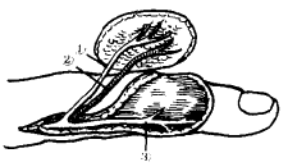


图 22—5　手指侧方皮瓣
①指神经背支　②指动脉　③指神经

（五）修复创面

由皮下隧道将指侧方皮瓣转移到受区，缝合修复创面。供区创面用全厚皮植皮修复。

四、术后处理

皮瓣修复术后，以石膏托固定制动伤肢，以防因躁动造成血管危象。注意观察血运，应用抗凝、扩张血管药物，如低分右旋醣酐、罂粟碱等药物，应用抗生素，预防伤口感染的发生。皮瓣成活伤口愈合后，行手功能练习，避免遗留手功能障碍。

第五节　小鱼际皮瓣

小鱼际皮瓣是以尺动脉掌浅弓皮支及尺神经小鱼际皮支为蒂的皮瓣。常可通过顺行或逆行转移修复手指指腹皮肤缺损和腕部、前臂远侧溃疡及皮肤缺损；亦可游离形成肌皮瓣，用于拇对掌及外展功能重建。

一、应用解剖

尺动脉的掌浅弓皮支和小指尺侧固有动脉发出的 4～6 支小鱼际肌的筋膜支形成的丰富血管网供给手掌尺侧皮肤。小指固有动脉发出的皮支供应小鱼际区远侧 2/3 皮肤的血供，尺动脉的掌浅弓皮支供应小鱼际区近侧 1/3 皮肤的血供，尺动脉在钩骨处位于尺神经的桡侧，发一支与尺神经的小指展肌支伴行，在钩骨下方约 1cm 处进入小指展肌。可以此肌支携带小指展肌重建拇指对掌功能（图 22—6）。

二、手术适应证

1. 手指外伤后掌侧皮肤缺损。
2. 腕及前臂下端溃疡。
3. 拇对掌及拇外展功能丧失，行功能重建术。

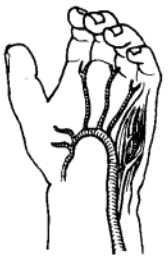


图 22—6　小指展肌的血供

三、手术方法

（一）皮瓣设计

豌豆骨与近侧掌纹中点（中指掌骨头处）的弧行连线为尺动脉掌浅弓的投影线，以此连线为皮瓣轴心线设计皮瓣。在此轴心线上远近端均可作为皮瓣的旋转点，可供顺行、逆行转移，修复手部及腕部皮肤软组织缺损。皮瓣的切取范围：近端在豌豆骨平面，远端以近侧掌纹为界，桡侧以鱼际掌纹为界，尺侧可达手掌尺缘。根据受区软组织缺损范围设计皮瓣。

（二）显露血管

首先切开皮瓣桡侧缘，在近端游离出尺动、静脉及尺神经，在远端找到掌浅弓，在其间仔细寻找进入小鱼际皮肤的小分支，一般可找到 2 支。分支找到后，根据受区所在部位，确定远端或近端旋转点，将掌浅弓或尺动、静脉血管蒂游离显露出来（图 22—7）。



图 22—7　切取小鱼际肌（皮）瓣

（三）解剖平面

皮瓣应在掌筋膜深面进行解剖切取，即皮瓣中应携带掌筋膜和血管蒂。若为肌皮瓣，则应在小指展肌深面，小指短屈肌和小指对掌肌浅面解剖。

（四）皮瓣切取

在皮瓣桡侧缘近端游离尺动、静脉及掌浅弓，游离出进入小鱼际皮肤的皮支，确认小分支进入皮瓣后，作皮瓣尺侧缘切口，将皮瓣掀起，此时皮瓣除血管相连外已完全游离。在豌豆骨处尺动、静脉上血管夹，观察血管蒂搏动及皮瓣血循环情况，证实血管蒂搏动和血运良好后，在皮瓣的近端切断结扎尺动、静脉，逆行转移，由皮下隧道或开放隧道将皮瓣移到受区。若行肌皮瓣转移，则将旋转点放在豌豆骨尺动静脉处，向受区转移修复。

（五）修复创面

皮瓣游离后，根据受区的部位，设计远、近端旋转点，顺行或逆行转移，由皮下隧道递至受区，修复创面。供区以全厚皮植皮覆盖。

四、术后处理

术后处理同第 4 节。

（谢昌平　李坤德）

第六节　游离甲床移植

指甲是指端皮肤的一个重要结构，在日常手功能活动中具有非常重要的辅助作用，而指甲的生成、营养和生长过程均依赖于甲床的完整性。

一、应用解剖

详见第 8 章第 1 节。

当甲床损伤或缺损时，造成甲的发育及营养障碍，可出现甲畸形、分裂甲等，如果生发基质损伤或缺损，可引起明显的甲再生

障碍或甲畸形。

二、手术适应证

1. 各种外伤所致甲床、甲基质损伤、缺损，出现甲畸形、残甲、缺甲等；

2. 手指经甲床近端的横断性截指，患者要求恢复指端的美观，又不适合行手指部分再造者；

3. 甲床疾病、甲周疾病导致甲床变形缺损、甲畸形者，如甲下血管球瘤、指甲肿瘤等；

4. 先天性甲缺如。

三、手术方法

（一）断层甲床游离移植

适于单纯的甲床小面积缺损，类似于断层皮肤移植。供区可选择废弃手指或足趾，如缺损面积小也可取患指未受伤部分甲床。以锐利刀片在供区甲床上切取一层，厚度通常掌握在0.2～0.3mm，对合并骨膜缺损、基底床血运欠佳者，也可将残端骨皮质部分咬除，切取相应大小的骨膜连同甲床一起移植到受区，以无损伤线缝合固定，再把原甲板缝合回原位以利于甲的规则生长。供区采用植皮或直接缝合修复。

此方法优点是供区损伤小、易成活、外形好。缺点是甲床切取技术要求高，不易掌握厚度。

（二）全厚甲床游离移植

适于甲床、甲基质严重损伤、大面积缺损或合并甲周组织损伤、手指末节横断截指而基底骨膜完整、血运良好者。供区选择废弃手指或足趾甲。

若系单纯甲床缺损，则切取全厚甲床，移植后缝合固定同断层甲床移植。切取时需注意在甲床与骨膜之间分离，既要防止带上骨膜又要注意甲床不被损伤。

若伴有甲周组织缺损或横断截指、先天性缺甲者，可采用指、趾甲复合瓣移植，即将供区指（趾）甲、甲床、甲基质、甲皱襞、上甲皮、下甲皮完整切下，切取时需包括两侧缘和远侧缘2～4mm，近侧缘距甲根部5～7mm的皮肤，以免伤及甲基质和甲床，并利于缝合。同样，切取时尽量不带或少带骨膜，以防术后供区创面不愈合或植皮坏死。移植到受区缝合后荷包加压包扎。

此手术方法优点是成活后指甲形态完整美观、再生功能好；缺点是对受区基底床血运条件要求高，携带组织越多越不易全部成活。

（三）带血管蒂游离甲床移植

指、趾甲甲床的血供主要有两个来源：甲床根部即甲基质来自两侧的横形吻合支形成的背侧动脉弓；甲床两侧来自指固有动脉或趾底动脉甲床支。甲床血管在甲床有广泛吻合，形成甲床稠密血管网。甲床的静脉血主要通过指、趾背静脉回流。甲床的动脉与静脉有广泛的动静脉吻合。

对于大面积甲床缺损、甲严重畸形、横断截指等患者，选择废弃手指或第1、2、3、足趾为供区，根据甲床的血供特点，切取带指固有动脉或趾底动脉及神经的甲床、皮肤、骨骼组织复合瓣，转移到受区。此手术方法类似踇甲瓣移植。成活后形态美观，且感觉良好，指甲生长好，几与移植前无异。但该方法较复杂，手术难度大，术后护理困难，且有吻合血管栓塞而失败的可能，需要有良好的显微外科操作技巧。

（四）受区准备

单纯甲床缺损者，彻底清创时尽量保留完整的骨膜和甲板，采用断层和部分全厚甲床移植修复，将原甲板回置或以塑料树脂板代替，并开小洞引流，有利于甲床的平滑生长。

甲床、甲基质合并甲周组织缺损，或横断截指者，于残端背侧根据所移植指、趾甲瓣的大小，做“U”形切口，切除皮肤、伸指

肌腱，注意保留完整的骨膜，连同供区的指、趾甲板一起移植，荷包加压包扎 10～12 天。

若系采用带血管、神经蒂的指、趾甲瓣移植，尚需根据血管神经蒂长度，选择游离可供吻合的指动脉、神经及静脉。

四、术后处理

断层甲床、全厚甲床移植术后，除有效的抗炎治疗外，还需以石膏或与健指一并固定 10～12 天，尤其是合并末节指骨骨折者，固定时间应适当延长。

带血管、神经蒂游离甲床移植术后，除予良好的制动外，尚需应用扩血管、抗凝药物，通常应用低分子右旋糖酐、罂粟碱、潘生丁、肠溶阿斯匹林等药物，并注意镇静、局部保暖，配合良好的护理。

通常在术后 1 月左右，移植甲床表层部分坏死脱落，露出成活之甲床，4～6 个月长出新生指甲。

（赵东升）

第二十三章　手部严重损伤

手部严重损伤，是一个较模糊的概念，其含义应是皮肤或多种组织广泛而严重的损伤。其损伤虽均属严重，但其轻重程度尚有较大区别，轻者仅有部分皮肤撕脱，重者可出现整个肢体的毁损。对此类损伤的治疗，迄今仍有较大困难。随着显微外科技术的发展，在原有基础上，近年来有不少新的尝试，并取得较大进展，但至今仍无公认的定型的较理想的处理方法。

第一节　手部皮肤套状撕脱伤

一、类　　型

手部皮肤撕脱伤是一种常见而严重的手部创伤。根据受伤的原因及损伤的程度可分为：单纯皮肤套状撕脱伤、挤压性撕脱伤、撕脱性手指离断伤以及复合性损伤撕脱伤。按其损伤部位可分为拇指皮肤套状撕脱伤、手指皮肤套状撕脱伤及全手皮肤套状撕脱伤。

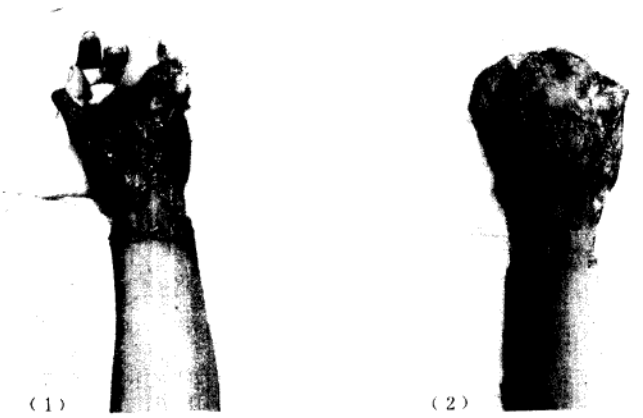
二、特　　点

手部皮肤套状撕脱伤多发生于工人操作机器不慎，手指或全手被卷入滚轴间碾压撕脱而致。由于滚轴压力较大，转动较快，受伤者又企图猛力抽回，致使手部皮肤受到严重挤压、碾挫而与深部组织完全分离。关于撕脱的层次，在手背及手指多发生在深筋膜以上，有时也可造成肌腱外膜撕脱而致肌腱裸露，甚至肌腱被撕脱而致骨质外露。在手掌部，由于皮下有许多垂直的纤维小梁，皮肤与掌腱膜相连，掌腱膜又通过纤维束或纤维隔与掌深筋膜或掌骨相连，致使手掌部皮肤结构紧密不易滑动，因此，有时掌部皮肤可幸免于撕脱。但暴力巨大时，掌部皮肤也可在掌腱膜浅层或掌腱膜深面被撕脱。如在掌腱膜深面撕脱，常造成腱膜下的神经血管束撕裂。手指部的血管神经束亦常随同皮肤撕下，残指只剩下指骨、指间关节及伸、屈肌腱，指甲及甲床亦可被撕脱。严重时还可并发骨关节损伤或中、远节撕脱性断指（图23—1）。

撕脱的皮肤，往往与手指末端相连而不完全脱落，但暴力巨大者可完全撕脱。撕脱的部位可达前臂，甚至更高位。撕脱的皮肤血供中断，且往往伴有不同程度的挤压伤或挫伤，其皮下血管网多被破坏。

三、处理原则

皮肤撕脱后，新鲜创面外露深部的组织，需要在清创后，使其完全得到覆盖而转变为闭合性创伤，这是一个很重要的处理原则。这样不但可以避免感染，且可减少更多组织的破坏和功能的丧失。创面的关闭应首先考虑利用已撕脱的皮肤，但判断皮肤能否成活常较困难。由于判断错误，不恰当地保留了没有血循环的皮肤，致使术后皮肤坏死。小块或窄条的皮肤坏死尚不影响疗效，但如果坏死区域较大或恰为覆盖重要组织如神经、血管、肌腱等处的皮肤，则肯定影响疗效，甚至导致手术失败。通常应从以下几个方面来分析判断皮肤是否成活。



（1）　（2）

图 23—1　手部皮肤撕脱

（1）手掌部皮肤撕脱　（2）手背部皮肤撕脱

（一）撕脱皮肤的比例

撕脱的皮瓣内如果不带有知名动脉，又没有明显的碾挫伤，其长和宽的比例在1.5∶1，皮瓣仍可存活。在手部，由于血运较丰富，皮瓣长和宽的比例甚至达到2∶1仍可成活。但如果皮肤有碾挫，特别是蒂部碾挫，必将影响整块撕脱皮肤的血液循环。

（二）撕脱皮瓣的方向

一般在手部设计皮瓣，其蒂的方向并没有严格的限制。但由于创伤暴力所撕脱的皮瓣常常比较大或窄而长，皮瓣本身常有一定程度的碾挫，因而蒂在远端的皮瓣常较蒂在近端撕脱的皮肤血运要差。

（三）皮肤边缘毛细血管反应

在通常情况下，撕脱皮瓣的血运障碍常表现为淤血，而不是缺血。其原因常常不是静脉回流受阻，而多是由于动脉供血不足，使动脉内压力下降而致血液淤滞。因此，在观察毛细血管反应时，应注意其反应时间及颜色改变。以手压迫皮肤，去除压力后，如局部由苍白迅速转为暗紫，即为血液淤滞，说明血运很差。如果由苍白较缓慢地转为红色，说明局部尚有血供。如果持续苍白不变色，说明无末梢毛细血管反应，局部血运停止。由于毛细血管的反应往往有误差，不能作为判断血供的主要依据。

（四）皮肤边缘出血试验

在对撕脱皮肤的血供判断有困难时，可采用这种方法。即在撕脱皮肤的远端，将血污擦净，观察皮缘的断面有无新鲜血液渗出。必要时可用锐剪修剪皮缘部，看其有无鲜红色出血，如有点状新鲜出血，虽然速度较慢，也是皮肤可以成活的可靠指标。

综合以上四个方面的因素，就可以对撕脱皮肤的血供作出初步判断，以便决定取舍。

四、皮肤套状撕脱伤的处理

（一）拇指皮肤套状撕脱伤

单一拇指皮肤套状撕脱伤，在临床上较为常见。拇指皮肤撕脱后，肌腱、关节囊或骨骼常外露，血管亦常被撕脱。裸露的组织床没有血供，游离植皮难以成活，因此，不宜采用游离植皮处理。如果简单的咬除指骨行残端修整，则会给手的功能和外观带来严重的影响。由于拇指对手功能的重要性，必须认真处理。拇指皮肤撕脱伤可供选择的方法有：①趾趾甲皮瓣游离移植；②足背皮瓣游离移植；③前臂逆行岛状皮瓣转移；④示

指背岛状皮瓣加中（环）指桡侧岛状皮瓣转移；⑤示、中指（或中、环指）双岛状皮瓣转移；⑥上臂交叉皮管成形术；⑦肩胸（锁骨下）皮管成形术；⑧如拇指套状撕脱合并手背部分皮肤撕脱，可采用踇趾甲足背联合皮瓣转移。具体应用时需根据病人的伤情及本单位的医疗技术水平，作出恰当的选择。显微技术水平较高者应首选踇趾甲皮瓣或足背皮瓣游离移植。技术水平一般者可选用上述几种岛状皮瓣。基层医疗单位，因设备及技术水平所限，宜采用上臂或肩胸皮管成形术。踇趾甲皮瓣游离移植、足背皮瓣游离移植、前臂逆行岛状皮瓣转移、示指背岛状皮瓣加中（环）指桡侧岛状皮瓣转移及示、中指（或中、环指）双岛状皮瓣转移的手术方法已在第 20 章、第 21 章及第 22 章叙述。

肩胸或上臂皮管成形术是传统的应用方法。

（1）手术步骤

1）拇指创面常规清创。尽可能将撕脱的指神经取下作端端吻合置于手指两侧；

2）于肩胸部（锁骨下）或上臂内侧切取一蒂部在上的任意皮瓣，皮瓣的大小应根据病人的具体情况决定，长与宽约 8×6cm。将皮瓣缝成管形；

3）将拇指插入皮管中，皮管下缘与拇指创缘缝合；

4）包扎后贴胸石膏固定。

（2）术后处理　术后 2 周开始进行皮管血运训练，至皮管钳夹训练达 1 小时以上无血运障碍时（约术后三周左右），行断蒂术（图 23—2）。

本法再造的拇指，成活有保证，且可保留长度。但再造的拇指外形臃肿，没有指甲，感觉功能很差，血运不良，皮肤与所包埋的指骨间易滑动，持物不稳。为了弥补上述缺点，可在皮瓣修复半年后，将皮瓣完全切开修剪成真皮下血管网皮片，再重新植回，这

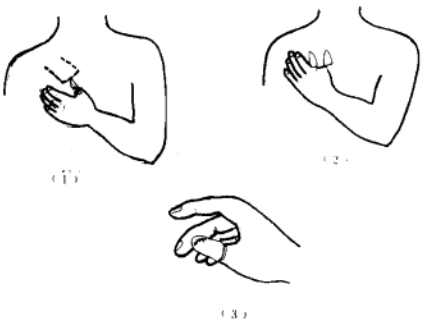


图 23—2　拇指皮肤脱套伤肩胸皮管成形术
（1）伤情及皮管设计　（2）皮管包埋伤指　（3）皮管断蒂后

样修整后外形及功能均有所改善。如感觉恢复不好，可用中指尺侧或环指桡侧带血管神经束的岛状皮瓣转移至拇指指腹部位，以改善拇指的感觉功能（见图 22—4）。为改善血液供应，可在设计皮瓣时将蒂留在侧方，从侧方包绕伤指，形成一蒂宽而较短的皮瓣（图 23—3）。



图 23—3　蒂在侧方的上臂皮瓣修复拇指脱套伤

本法因存在缺点较多，一般不宜首选。只限于医疗条件较差的基层单位或年老体弱的病人酌情采用。

（二）手指皮肤套状撕脱伤

手指皮肤套状撕脱伤可分为单指脱套伤和多指脱套伤。

1. 单指皮肤套状撕脱伤的处理　多数人主张除拇指外，任何单指皮肤套状撕脱伤均采用截指术，这样既简便，一次完成手术，而手功能受影响也不大。也有人主张，环、小

指单指脱套伤可截除，示、中指单指脱套伤应予修复。其修复方法有：

（1）截除伤指远节或部分中节，保留的指节行中厚皮片游离植皮。对血运较好、没有肌腱骨骼外露的创面，多数可以成活。本法手术简易，一次完成手术，时间短、痛苦小，并可早期活动伤指。除手指短缩外，可获得较满意的功能，但创面基底血运差。

（2）前臂逆行岛状皮瓣转移也是修复手指皮肤撕脱伤的基本方法。

2. 多指皮肤套状撕脱伤的处理　两个手指以上的手指皮肤撕脱伤的处理，至今仍是一个没有解决好的课题。其处理方法有：①截除伤指远节和部分中节，保留的指节行中厚皮片游离移植，适应证同上；②前臂逆行岛状皮瓣转移；③足背皮瓣游离移植；①带蒂腹股沟皮瓣转移；⑤前臂逆行岛状皮瓣与下腹部交叉皮瓣联合应用；⑥前臂逆行岛状皮瓣与足背皮瓣游离移植联合应用；⑦Smith 和 Furnas 手夹心皮瓣。

（1）带蒂髂腹股沟皮瓣或下腹部皮瓣转移

下腹部皮瓣由 Smith（1972）最早报道，Daniel（1973）应用吻合血管游离移植成功。此后对腹股沟区皮瓣血管的研究日益增多，现已作为轴型皮瓣、岛状皮瓣及游离皮瓣广泛应用。

1）应用解剖　腹股沟部（下腹部）两侧各有三组较粗大的直接皮肤动、静脉，即旋髂浅动、静脉，腹壁浅动、静脉及阴部外浅动、静脉。旋髂浅动脉于腹股沟韧带下 0.5～3.0cm 处起于股动脉的外侧壁，在深筋膜下与腹股沟韧带平行走向外上方，外径 0.8～1.0mm，蒂长 3.0～7.0cm。腹壁浅动脉于腹股沟韧带下 1.5～3.0cm 处，起于股动脉的前侧或内侧壁上，在深筋膜下向上越过腹股沟韧带向脐部方向走行，外径 0.8～1.2mm，蒂长 3cm。阴部外浅动脉在腹壁浅动脉下方起于股动脉内侧，向内走行，分上下 2 支，外径约 1.0mm。三组动、静脉的解剖位置不太恒定，尤以腹壁浅动脉变异较大。临床上以旋髂浅动脉为轴心的皮瓣应用较多。也可切取包含腹壁浅动脉和旋髂浅动脉为蒂的皮瓣（图 23—4）。

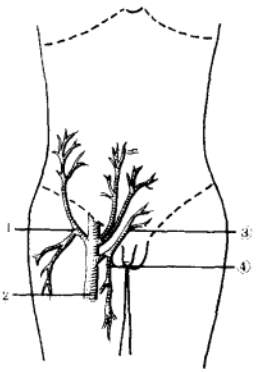


图 23—4　下腹部皮瓣血供

①旋髂浅动脉　②股动脉　③腹壁浅动脉　④阴部外浅动脉

2）手术适应证　带蒂髂腹股沟皮瓣可单纯用于修复多指皮肤撕脱伤，也可与前臂逆行岛状皮瓣联合应用。

3）手术方法

皮瓣设计　以腹股沟韧带中点下 2.5cm 股动脉搏动处至髂前上棘连线向外延长线为轴线，设计旋髂浅动脉轴型皮瓣。上缘不超过脐平线下缘在髂前上棘之下约 5～7cm，内缘在股动脉搏动处，外缘至腋中线。以腹股沟韧带中点下 2.5cm 股动脉搏动点向上与体轴平行线为轴线设计腹壁浅动脉轴型皮瓣，其上界平脐，下界在腹股沟韧带下 2cm，内界为前正中线，外界平髂前上棘。还可设计包含两组血管为蒂的一蒂二叶或一蒂三叶的皮瓣。根据创面大小设计并画出皮瓣轮廓（图 23—5）。

切取皮瓣　按皮瓣设计线切开皮肤、皮下组织，在深筋膜下游离，注意将轴血管包

含在皮瓣内。将蒂部缝成管型。

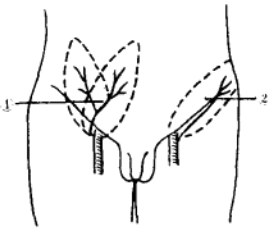


图 23—5　髂腹股沟部皮瓣与下腹部皮瓣
①下腹部皮瓣　②髂腹股沟部皮瓣

供区处理　皮瓣宽度在 10cm 以内，一般可直接缝合。宽度较大不能缝合时，行中厚游离植皮。

皮瓣移植　将已清创处理的手指创面移至腹部皮瓣处，然后将皮瓣移植包绕手指缝合，使成为带蒂的并指袋状皮瓣。如多指撕脱伤合并手背或手掌皮肤撕脱伤，可采用一蒂二叶或一蒂三叶，分别移植修复手指及手背（或手掌）创面。

无菌包扎后以胶布、绷带或石膏将上肢固定于躯干上。术后 3～4 周断蒂，修整皮瓣，三月后行分指术。同时去除皮下脂肪，做成真皮下血管网皮瓣，原位缝合，以改进手指的外形和功能。

4)带蒂下腹部皮瓣移植的优缺点　①优点：容易切取，操作简单，供血良好，成活可靠，供皮面积较大，供区隐蔽，不损失主要血管；②缺点：皮下脂肪较厚，皮瓣臃肿，影响外观及功能，皮肤感觉差。

(2) Smith 和 Furnas 手夹心皮瓣

在腋皱襞下方，上臂前面作一皮瓣。在胸壁侧面相对应处作另一皮瓣，其蒂部在腋前线上。上臂皮瓣掀起覆盖于手指背侧创面，胸壁皮瓣掀起后覆盖于手指掌侧创面。缝合两皮瓣相对应皮缘使手夹于其中（图 23—6）。本皮瓣较腹部袋状皮瓣具有如下优点：①可使手指的掌背面部获得充足的皮肤覆盖；②皮下脂肪较少，不太臃肿。

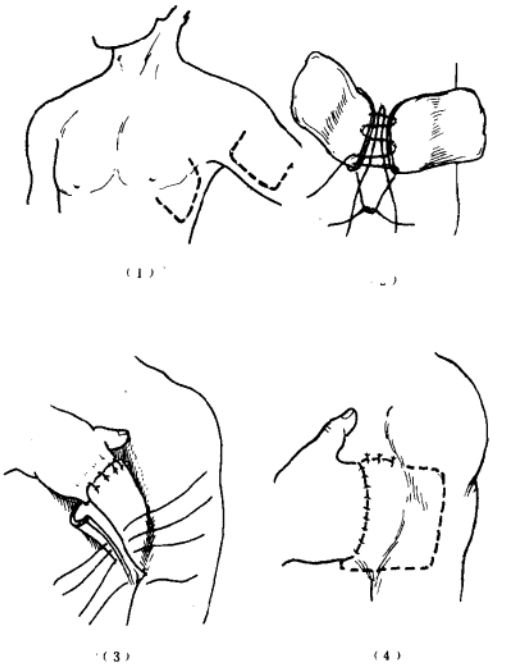


图 23—6　Smith 和 Furnas 手夹心皮瓣
(1) 皮瓣设计　(2) 掀起皮瓣　(3) 上臂皮瓣覆盖手指背面，胸壁皮肤覆盖手指掌面　(4) 皮瓣转移后

多个手指掌侧或背侧单面皮肤软组织撕脱伤，要获得创面完善修复常有困难。在临床上不可能用数块狭长条状皮瓣同时修复数个手指。除了拇指单独修复外，其他手指利用并指法将失去单面皮肤软组织的手指联成一体，再移植上吻合血管或带蒂的皮瓣，一期封闭创面，愈合后再分指。这样避免了敞开换药造成感染的可能性，是外科医生乐于采用的一种方法。

（三）手背手掌皮肤撕脱伤

手背和手掌皮肤可单纯撕脱，也可一并撕脱。单纯的手背手掌皮肤撕脱伤，在处理上较多指撕脱伤相对容易些。常用方法有：

1. 腹股沟部轴型皮瓣或下腹部交叉皮瓣移植　由于下腹部皮瓣可供面积大，因此该

皮瓣既可用于修复单一的手背或手掌皮肤撕脱伤，又可用于手背手掌皮肤同时撕脱伤。

2. 前臂逆行岛状皮瓣与下腹部或腹股沟交叉皮瓣联合应用　这种皮瓣常用于修复手背与手掌皮肤同时撕脱伤或全手皮肤撕脱伤。

3. 前臂逆行岛状皮瓣与足背皮瓣游离移植联合应用　常用于修复手背与手掌皮肤同时撕脱伤。

4. 腹部"S"形皮瓣转移　可作为手掌和手背环状撕脱伤的主要治疗方法。根据皮肤缺损的大小，于腹部一侧或两侧设计纵"S"形或横"S"形切口(图23—7)。皮瓣长宽比例通常不超过1.5∶1.0。于深筋膜表面游离，掀起皮瓣，蒂部缝成管形，中远侧修薄至3～4mm，将两个皮瓣分别覆盖于已作好清创的手背和手掌创面。供区中厚游离植皮。术后2～3周断蒂。本手术具有操作简便易行，皮瓣成活可靠，供区隐蔽，不损伤主要血管等优点，但也存在皮肤感觉较差，皮瓣臃肿的缺点。

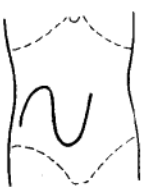


图 23—7　腹部 S 形皮瓣

5. 胸胁（胁旁）轴型皮瓣或游离皮瓣移植　1983 年 Taylor 首先报道临床应用 2 例成功。国内范启申等 1987 年首先报告应用成功。现已逐渐推广。

(1) 应用解剖　本皮瓣的血供是腹壁下动脉在胁旁最大的皮穿支。腹壁下动脉多数起于髂外动脉，少数起于股动脉。经腹股沟韧带内 2/5 与外 3/5 交界处斜向内上，在腹直肌外侧缘后方上行，于半环线的前方进入腹直肌鞘内，在腹直肌鞘后叶与肌之间上升至胁旁形成终末支。腹壁下动脉向内、外侧发出节段性分支。在胁旁有一最粗的皮穿支与中线呈 45°角斜向肩胛骨下角方向，且平行肋骨走行，与肋间动脉的外侧皮穿支吻合。腹壁下动脉多数有两条伴行静脉。腹壁下动脉自起点至胁旁皮穿支处约 19～22cm，起始处外径约 2.7mm，在胁平面约 1.3mm。其供血范围：上至胁上 6cm，下至胁下 10cm，内至中线，外侧距胁约 14cm，外上方可达腋中线（图 23—8）。

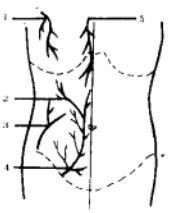


图 23—8　胁旁皮瓣的血供

①肋间血管外侧皮支　②胁旁皮穿支　③旋髂深血管升支　④腹壁下动脉　⑤腹壁上动脉

(2)手术适应证　本皮瓣供皮面积大，可修复手背手掌皮肤环状撕脱，亦可修复前臂和手部巨大创面。

(3) 手术方法

1) 皮瓣设计　以胁与中线呈 45°角向外上斜线或胁与肩胛骨下角连线为轴线设计皮瓣。根据创面大小参照供血范围设计并画出皮瓣轮廓（图 23—9）。

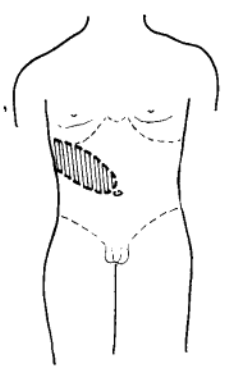


图 23—9　胸胁皮瓣设计

2）皮瓣切取　先切开皮瓣的远端，在深筋膜浅面游离，向脐部掀起皮瓣，保护好进入皮瓣的脐旁皮穿支。可切取带蒂的轴型皮瓣，也可将腹壁下动、静脉切断作为游离移植。

3）供区处理　可直接缝合。

4）皮瓣移植　将切取的带蒂皮瓣或岛状皮瓣转移修复手部创面。为使皮瓣获得感觉功能，可将手部创面的皮神经植入皮瓣真皮下。

（4）术后处理　术后将上肢固定于躯干，4周断蒂。

（5）本手术的优缺点　本手术具有操作简易、皮瓣血供良好、成活有保证，不损伤主要血管，皮瓣隐蔽，供区可直接缝合，供区面积大等优点。但也存在皮瓣脂肪较厚、感觉较差的缺点。

6. 足底内侧皮瓣游离移植　修复手掌皮肤缺损，效果较其他皮瓣理想。

7. 侧胸皮瓣、臂外侧皮瓣、股外侧皮瓣或小腿外侧皮瓣移植，均可修复手掌及手背皮肤撕脱伤。

8. 撕脱皮瓣原位缝合　对于撕脱的皮瓣没有挫伤或挫伤轻微，创面血运良好，没有大片肌腱骨质外露者，可将撕脱皮瓣的皮下脂肪组织修去，做成真皮下血管网皮瓣，然后缝回原处。小片肌腱骨质外露区应预先用周围健康组织覆盖。皮瓣上筛状打洞，以利引流，皮瓣上加压包扎，临床实践中有成活病例（图23—10）。



图23—10　手掌、手背部皮肤撕脱清创后原位缝合

9. 中厚皮片游离移植　对撕脱皮肤挫伤较重，而手部创面血循环良好，没有大片肌腱骨质外露者，不可利用撕脱的皮肤。可于股部切取中厚皮片游离植皮。小范围肌腱骨质外露部位应预先用周围健康组织覆盖。植皮前在皮片上筛状打洞。植皮后加压包扎固定，临床实践中也有成活病例。张成进等采用的异种动物组织粘合剂粘贴植皮方法，简便易行，节省手术时间，植入的皮肤不用打包固定，愈合后皮肤平整，疤痕不明显，是一种修复手部创面较为理想的方法（图23—11）。

（四）全手皮肤套状撕脱伤

这是最严重的手部撕脱伤，自腕部以下包括手背手掌及全部手指皮肤呈套状撕脱。此类损伤的治疗是极为困难的。若把广泛脱套伤开放治疗，则手指逐渐发生坏死脱落，且并发感染。即使肉芽组织逐渐覆盖手掌手背创面，创伤愈合需长达数月的时间。待瘢痕挛缩后可导致明显的手指屈曲畸形，最后成



图 23—11　手背创面粘贴移植皮肤

(1) 清创创面　(2) 创面行动物粘合剂粘贴植皮　(3) 粘贴植皮后皮片成活

为一个块状手，完全丧失手的功能。若将撕脱的皮肤缝回原位，或用游离植皮的方法闭合创面，其结果往往导致大片皮肤坏死、创面感染等并发症，最后有时不得不做截指或截肢。若及时恰当的治疗，外观虽不如假肢，但能保留手的一定的功能。常用的治疗方法如下。

1. 撕脱皮肤原位缝合　只适用于撕脱皮肤没有挫伤或挫伤轻微，手部创面血运良好，没有大范围的肌腱骨质外露者。对撕脱的皮肤及创面常规清洗消毒。创面要仔细清创，尽可能保留腱膜组织，如有小片肌腱骨质外露，应以周围健康组织覆盖。拇指末端及其他手指的远节或部分中节应予截除，因手指中、远节几乎没有血液供应，常造成坏死。环、小指也可在掌指关节平面处截除。削除撕脱皮瓣的皮下脂肪，做成真皮下血管网皮瓣或全厚皮片，筛状打洞，皮瓣缝回原处，加压包扎，前臂石膏托固定手部于功能位。部分病人原位缝合的皮瓣可成活，经早期功能锻炼，可望获得较满意效果。

2. 中厚游离植皮　适用于撕脱的皮瓣已挫伤不能利用，而手部创面血运良好，无大片肌腱骨质外露者。手部创面清创同上。拇指末端及示、中指远节或部分中节应予截除，环、小指可在掌指关节平面截除。小片肌腱、骨质裸露区应以周围健康组织覆盖。于大腿切取中厚皮片，筛状打洞，移植于创面，加压包扎，前臂石膏托固定手部于功能位。植皮成活后，早期进行功能锻炼，可望获得较满意效果。

以上两种方法对于碾压伤较重的绝大部分病例不宜采用。因辗压伤后撕脱的皮肤挫伤重，创面基底组织也因辗挫而损伤，致使血液供应受到不同程度的损害，有的还合并肌腱、骨关节损伤及外露。对这类损伤，皮瓣原位缝合和植皮后往往造成坏死和感染，最后导致截肢。

3. 撕脱皮瓣原位缝合或中厚游离植皮与带蒂腹股沟皮瓣转移联合应用　其手术适应证与上述两种方法相同。手背、手掌创面采用皮瓣原位缝合或中厚皮片游离植皮，手指创面采用带蒂腹股沟皮瓣转移覆盖。示指～环指远节去除，小指自掌指关节离断。这样手指的成活较有保证。术后 3～4 周断蒂。

4. 腹部袋状皮瓣埋藏　王澍寰教授较早提出将手部创面全部埋植于腹壁袋状皮瓣中，5～6 周后，将手由腹壁中取出或离断腹部袋状皮瓣，进行游离植皮或皮瓣与游离植皮相结合。在当时这个主张无疑是一个可行的办法，但在实践中也存在不少问题。六周后，离断的袋状皮瓣无法修复全部创面，取

出的手部创面也难以形成良好的肉芽创面，植皮不易成活。另外还有皮瓣臃肿，血循环及感觉差，手术次数多，疗程长以及长期制动造成手指各关节僵硬等问题。经多次手术矫治，手功能仍较差。因此本法有逐渐被新近开展的较优良的方法代替的趋势。但近期仍有成功的报道。将手植入袋状皮瓣五周后，离断腹部皮瓣，取出伤手，手的掌侧创面上行中厚皮片游离植皮。术后皮瓣及植皮皮片均成活，经分指及皮瓣修整术后取得较满意的效果。

张高孟、顾玉东等人在传统腹部袋状皮瓣埋藏的基础上加以改进。手部在腹壁内埋藏一个月，不立即取出，而是根据手掌所需皮肤大小，在埋藏手的皮瓣两侧向外延伸做一次皮瓣延迟手术，一周后再沿皮肤延迟切口切开，将手背的腹部皮肤及其相连的两侧部的延迟皮瓣一起切下，随即将延迟的皮瓣分别从手的两侧翻向手掌缝合。以后再分期行分指手术，同时适当修薄皮瓣。经过改进后的腹部袋状皮瓣埋藏法可取得较好的功能。

5. 带蒂胸脐皮瓣或下腹部皮瓣与植皮联合应用　带蒂胸脐皮瓣或下腹部皮瓣可供面积大，与中厚皮片游离移植联合应用，可以覆盖全手皮肤撕脱伤创面。

6. 前臂逆行岛状皮瓣与下腹部交叉皮瓣联合应用　这两个皮瓣供皮面积均较大，联合应用足以修复全手脱套伤创面。必要时还可加用中厚皮片游离移植。

7. 胸外侧皮瓣游离移植或胸外侧皮瓣加踇甲足背皮瓣并连移植修复　胸外侧皮瓣是由发自腋动脉的三条长轴动脉所营养。一是肩胛下动脉的终末支胸背动脉，一是胸外侧动脉，另一条是发自腋动脉的直接皮肤动脉。胸外侧游离皮瓣可供面积大，可单独移植修复全手脱套伤。它具有游离皮瓣共同的优点。但皮瓣较臃肿，无理想的皮神经可缝接，感觉恢复不好。为改善上述缺点，可与踇甲足背皮瓣联合应用，蔡锦方、王成琪在这方面有成功的报道。

8. 前臂皮瓣与带足背皮瓣的踇甲瓣游离移植加植皮联合应用　应用前壁皮瓣与带足背皮瓣的踇甲瓣游离移植修复全手皮肤套状撕脱伤是一种较理想的修复方法。必要时还可在部分创面上加用中厚皮片游离植皮。采用本法治疗，尽管损失较大，手术也比较复杂，但获得了伤手较好的功能与外形，这是值得的。杨志贤、程国良等人在实践的基础上曾提出过这一治疗方案。李崇杰、蔡林方等人也已有成功的报道。

总之，全手皮肤套状撕脱伤的处理是一个很棘手的问题，但在一代医家努力下，较以往已有很大的进展。传统的腹部袋状皮瓣埋藏法和各种带蒂皮瓣得以改进，仍不失其应用价值。随着显微外科解剖和显微外科技术的发展，发现不少新的轴型皮瓣、岛状皮瓣以及游离皮瓣。尤其是吻合血管神经的游离皮瓣，具有移植组织血运及感觉良好，抗感染力强，一次完成手术，避免多次手术的痛苦，疗程短，节省医疗费用，可早期功能锻炼，减轻因制动时间过长而造成的关节僵硬等优点，是治疗全手皮肤撕脱伤的方向。在各种皮瓣当中，最值得推广的是前臂皮瓣与带足背皮瓣的踇甲瓣和植皮的联合应用。因为前臂皮瓣与带足背皮瓣的踇甲瓣具有皮肤薄，韧性好，易塑形，血液供应丰富，有感觉等优点，修复后手的外形与功能是其他皮瓣难以匹比的。

（傅炳峨　张成进）

第二节　手部复合伤

一、特　点

手及前臂部遭受机器绞伤、碾轧伤、挤压伤、撕裂伤及电灼伤等严重外伤时，往往造成多种组织同时损伤或缺损，甚至造成肢

体毁损性损伤。除皮肤缺损外，同时伴有肌肉、肌腱、神经、血管、骨关节缺损。对这类复杂而严重的损伤，治疗上难度也较大。随着显微外科技术的发展，对复合组织缺损采用吻合血管复合组织移植修复，使手术得以一次完成，大大缩短了疗程，功能恢复亦较满意。但这种手术技术难度大，手术时间长，对供区的破坏亦较大，并有一定的失败率，因此要严格掌握手术适应证。

二、手术适应证及手术时机的选择

（一）手术适应证

1. 两类以上组织缺损，其中至少有一类组织缺损不能应用常规方法治疗者。

2. 血管条件较好。

3. 年龄较轻、无重大疾病或严重合并伤，能耐受手术者。

4. 手术者要有较熟练的显微外科技术及单独组织移植的经验，成功率把握在90%以上者。

（二）手术时机的选择

手术时机的选择，较多的人主张一期修复，也有人主张在伤后48～72小时延期修复。

三、复合伤的处理

（一）手及前臂部复合伤的处理

对于手及前臂部皮肤缺损在300cm^{2}以上，合并广泛肌肉、肌腱、骨关节及一支主要血管损伤，肌腱及骨质大片裸露者，宜在彻底清创的基础上采用腹部大型动脉皮瓣修复，同时行骨折内固定。首先闭合创面，保存肢体，二期再行功能重建术。也可采用轴型胸脐皮瓣转移修复。对此类伤员，不宜采用吻合血管的复合组织移植。对血管条件较好，软组织缺损面积较小者（300cm^{2}以下），可根据缺损组织的具体情况，采用各种复合组织移植。

（二）前臂部皮肤、肌肉组织缺损的处理

对这类损伤，不仅要解决皮肤的覆盖问题，还应解决动力肌的修复。首选背阔肌皮瓣移植，其次是胸大肌皮瓣，还可采用股薄肌皮瓣等。

1. 背阔肌皮瓣移植

（1）应用解剖　背阔肌起于下六胸椎、腰椎、骶椎的棘突、腰背筋膜和髂嵴，止于肱骨小结节嵴。其营养血管是肩胛下动脉的胸背动脉。该动脉沿途发出肌皮支供应背阔肌表面皮肤，有1～2条伴行静脉。胸背动脉外径1.5～3.0mm，胸背静脉外径2.5～4.5mm。血管蒂长6～8cm。胸背神经与血管伴行一起进入肌肉，支配背阔肌（图23—12）。

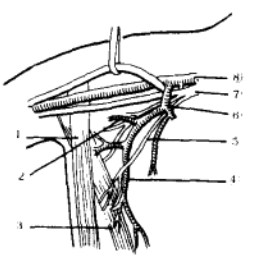


图23—12　背阔肌的血供和神经支配
①大圆肌　②旋肩胛动脉　③背阔肌　④胸背动脉　⑤胸背神经　⑥肩胛下动脉　⑦臂丛后束　⑧腋动脉

（2）手术方法

1）皮瓣设计　可切取范围达20×40cm，以腋后线最高点为轴点，上起于腋窝稍后，后达正中线，前缘在背阔肌外缘稍前，下界不超过髂嵴上5cm，根据受区需要设计皮瓣（图23—13）。

2）显露血管神经　在腋后皱襞前向下沿背阔肌前缘作一纵行切口，长约6～8cm，暴露背阔肌前缘，在背阔肌深面显露胸背血管神经束。

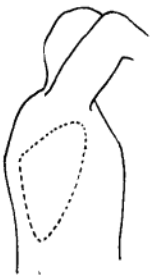


图 23—13　背阔肌皮瓣设计

3）切取肌皮瓣　沿设计线切开皮瓣，于背阔肌深面由远端向近端掀起肌皮瓣。在游离肌皮瓣的过程中，应将肌筋膜与皮缘间缝合固定。看清进入背阔肌的胸背血管神经，并向近端游离显露肩胛下动静脉及其分支旋肩胛动静脉。结扎切断旋肩胛血管，直到受区准备完毕后再切断背阔肌近端及肩胛下动静脉和胸背神经血管神经蒂。

4）将肌皮瓣移植于前臂受区，分别吻合动脉、静脉和神经。供区创面尽量直接缝合，创面过大者在缩小创面的基础上行中厚游离植皮。

2. 胸大肌皮瓣移植

1973 年陈中伟用吻合血管神经的胸大肌移植重建前臂屈肌功能。此后杨东岳也有报道。目前，在国内已较多采用。

（1）应用解剖　胸大肌位于胸前部，呈扇形。按其起始部位不同，分为锁骨部、胸肋部及腹部。胸大肌的血液供应主要来自胸肩峰动脉、腋动脉的胸肌支、胸廓内动脉的肋间前动脉。胸肩峰动脉有 2 条伴行静脉。胸前外侧神经与胸肩峰动脉伴行，支配胸大肌锁骨部，胸前内侧神经支配胸大肌下部。胸肩峰动脉三角肌支发出点至锁骨部，其长度为 4.7cm，外径 1.9mm。胸肌支发出点至入肌处血管蒂长为 8cm，外径为 1.8mm，各分支的伴行静脉外径大于 2.5mm。胸大肌表面皮肤有许多肌皮支供应（图 23—14）。

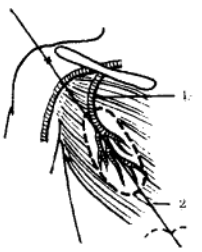


图 23—14　胸大肌胸腹部肌皮瓣设计
①胸肩峰动脉　②肌皮瓣轴线

（2）手术方法

1）胸大肌胸腹部肌皮瓣切取法

肌皮瓣的设计　以肩峰到剑突之间作一连线，此线为胸肩峰动脉胸肌支走向的标志，以此线为轴线根据受区需要，划出肌皮瓣的轮廓。该皮瓣内界可达胸骨缘，外界至腋前线，上界为腋皱襞，下界达剑突平面。

显露血管神经　自喙突处开始，于锁骨下 1cm 向内作 3～4cm 横切口，到锁骨中 1/3 处，向下作垂直切口达皮瓣设计线上缘，切开皮肤和筋膜，将胸大肌锁骨部暂时切断（待术终时再缝合），向两侧牵开，即可显露胸前神经，该神经垂直下行。在切口外上方可显露出胸肩峰动脉及静脉。

切取肌皮瓣　按设计线首先切开皮瓣的外缘及下缘，边切开皮肤，边将肌筋膜与皮缘进行缝合，切断肌肉起始部，在胸大肌深面由外向内、由下向上分离，保护好血管神经，保证其在肌肉内不受损伤。切开上缘切口，切断胸大肌后层抵止腱，这时胸大肌皮瓣除血管神经蒂外已完全游离，待受区准备妥当后，再切断血管神经蒂。将肌皮瓣移植于受区，进行动、静脉及神经吻合。

2）胸大肌锁骨部肌皮瓣切取法

肌皮瓣的设计　根据受区需要划出肌皮瓣范围：上界至锁骨下缘，下界平腋皱襞平面，外界在三角肌与胸大肌间隙，内界达胸骨缘（图 23—15）。



图 23—15　胸大肌锁骨部肌皮瓣设计

显露血管神经　先作上缘切口，边切开边将肌筋膜与皮缘缝合固定，沿头静脉将胸大肌与三角肌分开，静脉留于三角肌一侧，游离胸大肌上缘，骨膜下剥离锁骨起始部。沿头静脉向上解剖，即可显露胸肩峰动、静脉及胸前外侧神经。血管神经在肌上缘进入肌内。

切取肌皮瓣　切开皮瓣下缘，边切开边缝合皮缘与肌筋膜，沿胸大肌的锁骨部与胸肋部之间分离，切断前层抵止腱，向内完全游离胸大肌锁骨部。待受区准备就绪后切断血管神经蒂。将肌皮瓣移植于受区，吻合血管神经。供区创面小者可直接缝合，较大者取大腿中厚皮片移植。

（三）手及前臂部皮肤、神经、肌腱或骨关节缺损的处理

1. 足背肌腱神经皮瓣游离移植　手背部、手掌部和前臂下部皮肤、神经、肌腱复合组织缺损，最理想的修复方法是采用足背神经、肌腱复合皮瓣游离移植。复合皮瓣的切取与单纯的足背皮瓣的切取近似。除了切取皮瓣及足背动脉、大隐静脉及小隐静脉外，还应将趾长伸肌腱、腓浅神经的足背内侧和足背中间皮神经及腓深神经终末支包含在皮瓣中。自内向外，由远及近切开游离皮瓣，趾长伸肌腱于跖趾关节远侧平面切断，肌腱断端与皮缘暂时缝合固定，在趾长伸肌腱深面向近侧游离，应保留趾短伸肌，并保护好腓深神经到趾短伸肌的肌支。根据肌腱缺损数量决定切取的肌腱数。2～5 趾趾长伸肌腱均可切取，但跨长伸肌腱最好予以保留（图 23—16）。术中注意保留跨长伸肌腱及胫前肌腱上的腱膜，以利游离植皮成活，否则将造

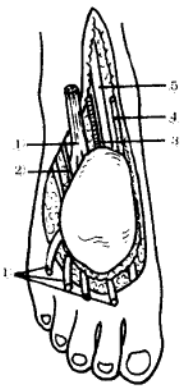


图 23—16　足背肌腱神经皮瓣

①趾长伸肌腱　③腓浅神经　③胫前动脉　④大隐静脉　⑤跨长伸肌

成皮片坏死，肌腱外露。供区创面采用中厚游离皮片移植。植皮前先将创面皮缘与足背皮下组织缝合缩小创面。术后供区短腿石膏托将踝关节固定于功能位。将切取的复合皮瓣移植于受区，吻合相对应的动静脉及神经。受区用前臂石膏托固定。术后按显微血管吻合手术常规处理。

2. 足背肌腱神经骨皮瓣或足背肌腱神经关节皮瓣游离移植　对于手背皮肤、肌腱、神经及掌骨同时缺损者，可采用足背肌腱神经跖骨复合皮瓣游离移植。复合皮瓣的设计原则同足背肌腱皮瓣。以第 2 跖骨为中心，根据受区需要，决定足背皮瓣的大小。第 2 跖骨切取的方法是：近端于跖骨基部将其锯断，远端作跖趾关节离断，切取跖骨时要保护第 1 跖背动脉。第 1 骨间背侧肌及骨膜不要与第 2 跖骨分离。其他组织的切取基本与足背肌腱、神经皮瓣相同。

对于手部掌指关节或指间关节、皮肤、肌腱缺损者，可采用足背肌腱神经关节皮瓣。切取跖趾关节肌腱皮瓣时，应以该关节为中心设计皮瓣。在第 2 跖骨基部将跖骨锯断，在近节趾骨远端作趾间关节离断，保留关节皮瓣内的伸肌腱和屈肌腱。若切取趾间

关节肌腱皮瓣，则先取下第2趾，与游离移植第2趾的切取方法相同。然后在趾腹侧正中纵行剖开，切除末节趾骨及趾甲，形成趾关节肌腱皮瓣。然后移植于受区。

3. 前臂骨间后动脉逆行复合组织瓣转移

前臂骨间后动脉皮瓣的应用价值及其优缺点前面已述。在切取皮瓣的同时，还可切取神经、肌腱和尺骨，形成复合组织瓣，逆行转移修复手背部的皮肤、肌腱、神经和掌指骨缺损。通过解剖观察，尺侧腕伸肌腱和小指伸肌腱可供移植。尺侧腕伸肌腱较粗，平均长度为11.5cm，切取部分或全部肌腱，可修复1～3条肌腱。小指伸肌腱平均长度为7.2cm，切取后对小指背伸无大影响。骨间后神经发出示指伸肌肌支后成为感觉神经，平均长约6.5cm。此段神经及前臂背侧皮神经可供移植修复手部神经缺损。在尺骨近段6cm范围内，切取带骨膜的骨质可供移植修复掌、指骨缺损。

对手背及虎口挤压伤可采用尺动脉腕上皮支为蒂的皮瓣修复（图23—17）。



图23—17　尺动脉腕上皮支为蒂的皮瓣修复手背及虎口创面

（1）手背及虎口挤压伤皮肤缺损　（2）游离以尺动脉腕上皮支为蒂的皮瓣　（3）皮瓣逆行翻转修复手背及虎口

（四）手和前臂部皮肤、骨关节缺损的处理

1. 腓骨皮瓣游离移植　适用于前臂皮肤及尺骨缺损或桡骨缺损的修复。

（1）应用解剖　腓骨皮瓣的血供来自腓动脉，腓动脉在腘肌下缘3cm处起于胫后动脉，有2条静脉伴行，在胫骨后肌与趾长屈肌之间下行，沿途发出分支营养腓骨及其附近的肌肉和皮肤，腓骨滋养动脉在腓骨小头下方17cm处的后侧进入腓骨滋养孔。腓骨表面皮肤的血供来自节段性排列的肌皮动脉，即环形动脉，每隔3～5cm有一皮支发出，约4～5支（图23—18）。腓动脉供应以腓骨为轴心上下39cm、前后10cm范围的皮肤。

（2）手术方法

1）皮瓣设计　以腓骨为轴线，根据受区需要设计皮瓣。

2）显露血管，切断腓骨　沿后缘切口线切开皮肤，直达深筋膜，间断缝合筋膜与皮缘，于腓肠肌和比目鱼肌之间分离，保护进入皮下的肌皮动脉，保留肌皮支周围0.5cm

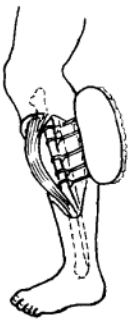


图 23—18　腓动脉肌皮瓣

的肌袖。在趾长屈肌内上缘，可见腓动静脉向下进入深面。沿腓动静脉向上游离至胫后动脉分叉处。剪开踇长屈肌肌腹及腓骨长、短肌，显露腓骨，按预定长度锯断腓骨，在腓骨远侧断面结扎切断腓动静脉束。

3)游离腓骨前侧软组织　切开皮瓣前缘切口，在腓骨长短肌与比目鱼肌之间分离，切断腓骨前面的肌肉，注意保留 0.5～1.0cm 肌袖。保护腓动静脉主干及环状动脉。在胫神经外侧将骨间膜由上而下切开。此时除血管蒂外腓骨皮瓣已完全游离。待受区准备就绪后切断腓动静脉蒂。

4)腓骨皮瓣移植　将腓骨嵌入尺骨或桡骨缺损处，作内固定，吻合动静脉，缝合皮瓣与前臂皮肤。长臂石膏固定，供区行中厚游离植皮。术后按显微血管手术常规治疗护理。

5)注意事项　术中应注意保护肌皮动脉及腓总神经发出到有关肌肉的分支。如需连同腓骨小头切取时，应保护好腓总神经。腓骨下 1/4 段不能切除，否则将影响踝关节的稳定性。

2. 髂骨皮瓣游离移植或带蒂髂骨皮瓣转移　适用于前臂骨缺损及皮肤缺损的修复。

（一）应用解剖　髂骨属皮质—松质骨，是骨移植的良好材料。髂骨的血液供应丰富，髂骨翼的主要营养血管是髂腰动脉的髂支。髂嵴前部的血液供应由多条血管完成，诸血管在髂前上棘周围形成吻合支。这些血管有：①臀上动脉的深支；②旋髂深动脉；③旋髂浅动脉；④旋股外侧动脉升支。旋髂深动脉及臀上动脉深支起源位置恒定，血管外径较粗，蒂较长，营养髂骨的分支多，适于吻合血管的较大块髂骨或髂骨皮瓣移植。旋髂浅动脉及旋股外侧动脉升支仅营养髂嵴前部，有肌皮血管供应较大范围的皮肤，适合于切取较少量髂骨和大块皮肤的髂骨皮瓣。带肌蒂及血管蒂的髂骨瓣转移主要应用于邻近治疗股骨颈骨折骨不连、股骨头缺血坏死等，也可应用于前臂下端及手部。

（2）吻合旋髂浅血管髂骨皮瓣移植的手术方法

1）皮瓣设计　以髂前上棘为中心，以髂嵴和腹股沟韧带为轴线根据受区需要设计梭形皮瓣（图 23—19）。

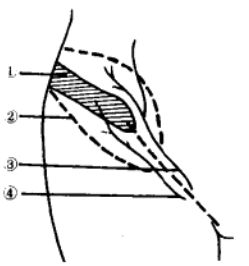


图 23—19　髂骨皮瓣切口

①髂骨　②皮瓣切口线　③旋髂深动脉　④旋髂浅动脉

2)显露血管　于腹股沟韧带下方股动脉的内侧，向髂前上棘方向作 5cm 切口，显露股动脉，找出旋髂浅动静脉，该血管较旋髂深动静脉细，位置偏低且表浅。将其分离至起始部。

3）切取骨皮瓣　按设计线切取骨皮瓣，在骨瓣上应保留少许肌肉，用骨凿切取骨块时，要防止骨与皮肤分离。骨皮瓣游离后，待

受区准备就绪，从旋髂浅动静脉起始处断蒂。

4）供区创面一般可直接缝合。

5）将骨皮瓣移植于受区。

对于前臂皮肤伴骨缺损者，也可行旋髂浅血管髂骨皮瓣带蒂转移或旋髂深血管髂骨皮瓣游离移植修复。还可应用吻合血管的肩胛骨皮瓣移植修复。

3. 足背跖骨皮瓣、足背跖趾关节皮瓣及趾间关节皮瓣移植术　适用于修复手部皮肤缺损伴掌骨、掌指关节及指间关节缺损。

4. 前臂桡动脉逆行岛状骨皮瓣转移术　适用于修复手部皮肤伴掌骨缺损。桡动脉逆行岛状骨皮瓣的切取方法与单纯桡动脉逆行岛状皮瓣的切取相似。根据手部皮肤缺损的大小及受区至腕横纹的距离，在同侧前臂适当部位设计皮瓣。切取时应将桡骨膜及桡骨条与皮瓣一起切取，要注意防止皮骨分离。桡骨条宽度一般不宜超过桡骨周径的1/3。逆行岛状骨皮瓣游离后，通过手部开放切口将皮瓣转移至受区，植骨用克氏针交叉固定，皮瓣与受区创缘缝合。

（张成进　傅炳峨）

第三节　手部毁损性损伤

毁损性损伤指手部组织大部毁损或缺失，已失去手的外形。这种损伤在平时外伤中占有较大的比例。多由车祸碾挫、重物压砸、机器绞轧牵拉或爆炸等因素所致。由于致伤性质及组织损伤程度不同，治疗方法也不同。

一、类　型

（一）挤压损伤型

此种损伤多由车轮、冲床、重物压砸等所造成。皮肤广泛挫裂，多有潜行剥离，神经、肌腱碾挫而未断裂，常外露内在肌，软组织广泛出血、水肿，并有骨支架严重破坏。如手指尚完好，应尽可能原位再植，保留手的外形（图23—20）。



图23—20　手部严重挤压伤修复后保留手外形

（二）撕脱损伤型

此种损伤多由机器轧压所致。损伤范围广，常由指端向上达前臂。大面积皮肤缺损，有时可呈套状撕脱，常合并深部组织如肌腱、肌肉、神经和血管损伤或缺损，骨质暴露，创面污染并有异物存留。早期处理以消灭创面为主。

（三）绞轧损伤型

多由高速旋转的机器绞轧所致。此类损伤多造成皮肤脱落，也可割裂成很多平行、深达骨质的伤口。神经、肌腱扭转牵拉、肌肉及血管床广泛挫伤，多发生骨折或肢体离断等。这类损常致伤肢残废。

（四）爆炸损伤型

由爆炸物引起。伤情较严重，常造成肢体或多个手指缺损，创面组织挫灭严重，常有异物存留，并合并其他部位损伤。

二、早期处理原则

早期处理包括清创、整复骨折及关节脱位，修复血管、神经及肌腱，闭合创面等。

在可能情况下应行一期手再造，其方法为：

1. 当手掌、腕关节及大部分手指完全破碎并已失活，只剩两个尚完整的手指时，应将其分别移植于前臂残端上。一指与桡骨固定，另一指与尺骨固定。位于桡骨上的手指的一条动脉与桡动脉吻合，指静脉与头静脉属支吻合。位于尺骨上的手指的一条动脉与尺动脉吻合，指静脉与前臂尺背侧相应的浅静脉吻合。肌腱及神经也同时进行修复。一月后去除内固定，行夹捏、屈、伸功能练习。

2. 当手掌大部、手指全部毁损时，可将第2～4掌骨截除，保留拇指及小指的掌骨。如拇、小指掌骨外露，可采用带蒂的皮瓣修复，3周后断蒂，行手指重建。

3. 只残留一个完整的手指时，在其相对处，取废弃指的指骨移植，然后取带蒂皮瓣修复成形，重建一指，以保留手的夹捏功能。

当手部严重损伤，采用其他方法不能保存手指者，应做截指手术。截指的范围要根据具体伤情而定，尽量保留残存的手腕、手掌组织及手指。截除拇指要慎重。拇指的功能长度为指间关节平面，在短于此长度时应设法修复增加其长度。部分拇指外伤性截指，如需缩短指骨才能闭合残端，而又失去拇指的功能长度时，则需行一期扁平皮瓣或管状皮瓣移植术，以保留拇指的功能长度。如无法保留功能长度也应尽量保留掌指关节及鱼际肌，这对后期再造拇指及功能恢复极为重要。

（张成进　傅炳峨）

第二十四章　手功能评定与手功能康复

第一节　手功能评定

手功能损伤后为了客观准确地判断患手的失能情况与评定治疗效果，并为福利、保险和法律部门提供科学、客观、准确的伤情诊断依据，必须制定出一套科学、完整、系列、行之有效的手功能评定标准，包括手功能评定的综合标准及手部重要组织结构的单项指标。手功能损伤评定是近几年来国内外手外科学术界一直关注的研究课题，80年代末期国际手外科联合会曾召开手功能损伤评定会议，并制定了标准，目前国际上已有许多综合及单项的评定标准。我国手外科学组曾于1989年12月组织召开了手功能评定标准专题研讨会，遵循既通用（其标准尽可能与国际标准统一，便于国际学术交流）、又实用（要尽可能符合我国的实际情况，便于临床应用）的原则，制定了一套手功能评定的综合标准与神经损伤的单项评定标准。本节将分别介绍我国及国际上有关手功能评定的问题。

一、手功能损伤综合评定标准

完整全面的评定标准应包括手外观与解剖、感觉与运动两个方面。前者是指患者心理与社会的承受力及医生的客观评定；后者是指患手的临床功能与日常生活能力。

（一）手外观与解剖

手的外观评定实际上是患者、医生、社会对患肢（手）的总体感觉，包括手及上肢的完整程度、僵直、瘢痕、畸形以及各关节的活动度，其与解剖评定很难截然分开。常规的外观与解剖评定项目有：①肢体周径：用厘米表示。②肩、肘、腕及手部各关节的周径：用厘米表示。③截肢（指）平面及其失能程度：用百分比来表示。一个完全丧失感觉与运动功能的肢体或手指，其失能程度与同平面的截肢（指）相等，因此，其失能程度也用百分比表示（图24—1、2）。

一侧上肢的截肢或100%的上肢功能缺失，被认为是上肢功能的60%缺失（双上肢的截肢或100%的功能缺失，则不能以上肢功能120%的缺失计，只能计100%缺失）。肱二头肌远端附着处以远及掌指关节平面的截肢，其失能分别为上肢功能的95%与90%。掌指关节平面的截肢为手功能100%的丧失。手功能是五个手指协调作用的共同结果，缺少任何一个手指或其一部分，都将影响整个手的功能。为准确估算手的失能程度，则将手功能指数按100%计算，按五个手指的活动范围及正常功能需要，划分到诸手指。拇指、示指、中指、环指、小指的失能指数依次为整个手功能的40%、20%、20%、10%、10%（见图24—1、2）。

腕关节的功能由背伸、掌屈、桡偏、尺偏四个协调的动作构成。其中背伸与掌屈占腕关节功能的70%；桡偏与尺偏占腕关节功能的30%。

肘关节只有伸屈活动，屈曲可达150°，伸直一般为0°。正常的前臂旋转功能为旋前60°，旋后90°，旋转幅度为150°。

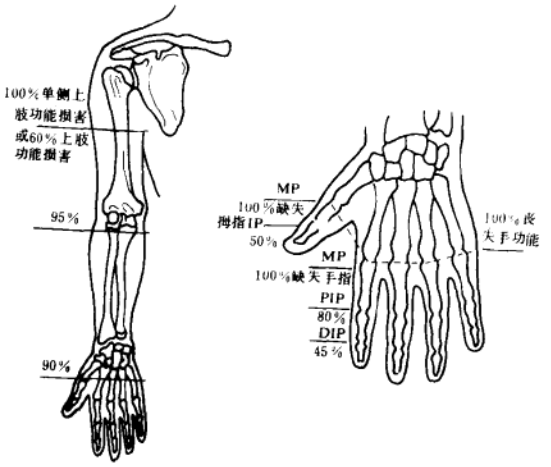


图 24—1　不同截指平面对手指、手、单侧上肢及上肢功能损害百分比图解

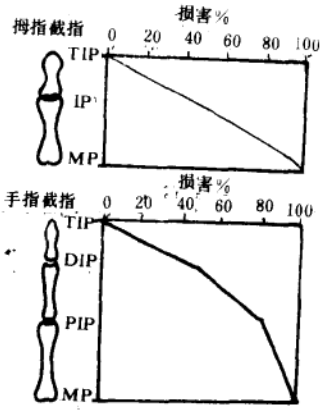


图 24—2　拇指和其他手指截指的损害百分率

（二）感觉与运动

感觉与运动是手功能的全部内容，一只完全丧失感觉与运动功能的手，与截肢毫无差异。评定感觉与运动的失能指数比较复杂，现分别予以阐述。

1. 感觉失能　任何原因引起的感觉障碍必须是持续的，且其范围必须明确。手部背侧感觉丧失多为部分的，对功能影响不大，故其失能指数多不予评定。手部掌侧感觉丧失，对功能影响极为严重，必须对其失能指数进行准确的评定。

（1）感觉完全丧失　掌侧感觉功能是整个手功能的一半。因此掌侧感觉完全丧失即等于丧失 50%的手功能。计算各个手指感觉失能指数时，均以其整个功能的 50%计算，即拇指为 20%、示指、中指各为 10%，环指与小指各为 5%（图 24—3）。

（2）横型感觉丧失　各个手指不同平面的感觉丧失等于相同平面截肢指数的 50%。如为拇指指间关节平面的感觉丧失，其失能指数为整个手功能指数的 10%。因为拇指功能为整个手功能的 40%，而其末节功能又是整个拇指功能的 50%，即手功能的 20%。感觉丧失又是相同截肢平面指数的 50%，即等于 10%的手功能丧失（见图 24—1）。

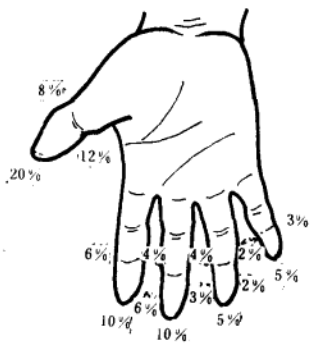


图 24—3　手指感觉完全丧失对整个手的损害值示意图，感觉丧失按截指损害的 50%计算

（3）纵向型感觉丧失　对功能来说，每个手指尺、桡两侧的感觉丧失对其功能的影响并不完全一致，所以其失能指数也不能两侧相等。拇指的失能指数为尺侧 60%，桡侧为 40%。示、中、环指失能指数尺侧均为 40%，桡侧均为 60%。小指尺侧为 60%，桡侧为 40%。（见图 24—3）。如小指尺侧感觉

完全丧失，其失能指数应为30%。因为小指的全部功能是手功能的10%，而其感觉功能正好是其本身的50%，即为5%，其尺侧感觉完全丧失后，失能指数应为其全部功能的60%，即3%（见图24—3）。

2. 运动失能　手的运动功能丧失是各种手部疾患的最终临床表现，其原因为关节、肌腱、肌肉、神经、血管的各种疾患所致. 在临床实际工作中，若对上述诸因素逐一进行单项指标的评定，实则困难且又不现实。因此手的运动失能是一个多因素的综合临床评定。

国际上不少学者一直在探索手的运动失能的评定方法，不同国家、不同作者使用的评定标准亦不同。我国学者一致认为Swanson在AMA"四肢和腰背持续性损伤评判"的基础上，结合Boyes的直线测量法提出的A与B的复合值＝A＋［B×（100－A）］÷100的复合评定方法较为系统与实用，且为国际手外科学会所认可，故同意在我国手外科界推广使用此方法。

（1）手指　手指的运动失能又分背伸失能（extension）、屈曲失能（flexion）与关节强直（ankylosis）。

示指、中指、环指和小指四指的掌指关节（MP）、近侧指间关节（PIP）、远侧指间关节（DIP）的运动幅度是最大背伸到最大屈曲的总度数（用V表示）。屈曲受损时，V屈减小；背伸受损时，V伸增大。这两个值最终可停止在同一个角度上，即V屈＝V伸，此时关节强直。关节运动完全丧失用A表示，这并不是指关节强直在这一角度上，而是代表由强直所致的背伸失能度（E）与屈曲失能度（F）的总和。因此，关节功能完全丧失可用A＝E＋F表示。如果关节强直在40°，V伸＝V屈＝40°，即E＝40°；那么F＝90°－40°＝50°，A＝40°＋50°＝90°（图24—4）。

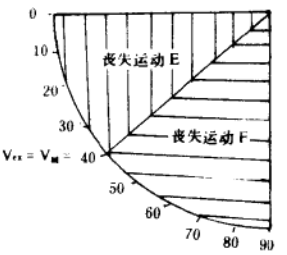


图24—4　关节强直时的运动完全丧失（A）相当于伸丧失（E）40°加屈丧失（F）50°，即A＝90°

需要着重注意的是：A既代表该关节背伸与屈曲失能的总度数，同时还与其正常的运动幅度值相等。对MP关节来说，无论其强直在什么角度上，由于V屈＝V伸，也由于MP关节的正常运动幅度只有90°，所以A永远等于90°。

计算MP关节失能度数的方法是：V屈失能度＝理论上的最大V屈值－实测得V伸值（功能残留值）（图21—5）。一个伸0°，

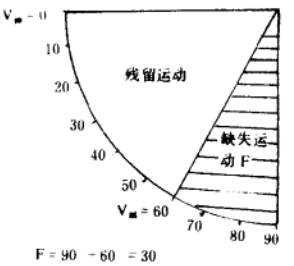


图24—5　一个伸0°到屈60°运动范围的MP关节，丧失的屈曲程度（F）相当于理论最大屈曲度（90°）减去测量到的屈曲角，V屈＝60°，即F＝90°－60°＝30°

屈60°的MP关节，其V屈曲失能可表示为：F＝90°（最大V屈）－60°（实测值）＝30°。V背伸失能度＝实测得V伸值－理论上的最小V伸值（图24—6）。如果该关节有20°背伸失能，其表示方法为：E＝20°（实测值）－0°（最小V伸）＝20°。

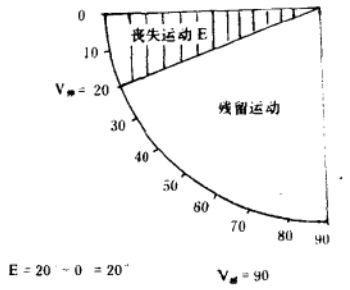


图 24—6　MP 关节丧失的背伸角度（E）相当于测量到的背伸角度（V 伸）20°减去理论上的最小背伸角度（0°），即 E=20°

为能准确地计算出每个关节的实际失能指数，即实际失能度数占该关节正常运动范围（度）的百分比，须将 E、F、A 分别换算成各自的百分比，并用 IE、IF、IA 表示。所以，IE 是 V 背伸（实测得最小背伸角度）的实际功能。IF 是 V 屈曲（实测得最大屈曲角度）的实际功能。当 V 屈曲达到其理论最大值（MP、PIP、DIP 均为 90°）时，VF 为 0%；当 VF=VE 时，IA 便是该关节 V 的功能。同样，IA=IE+IF。

表 24—1、2 给出了 MP 关节 0°～90°位的不同程度功能损害的百分值。这一数值也可以从图 24—7、8、9 中查得。根据公式 IA=IE+IF，可以计算出任何一个角度的背伸、

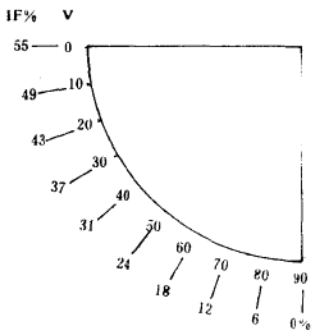


图 24—7　屈曲功能丧失（F）引起的手指功能减损百分率用 IF 表示，如果 V 屈=40°，F=50°，相应的 IF=31%

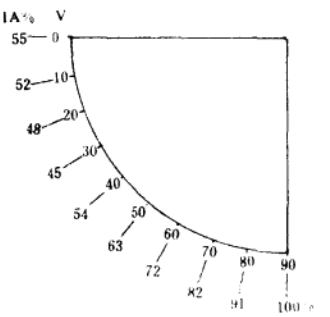


图 24—8　关节强直（A）引起的手指功能减损百分率用 IA 表示，将表 4 转换成弧形运动，如果关节强直在 40°位 A=E（40°）+F（50°）=90°，IA=54%

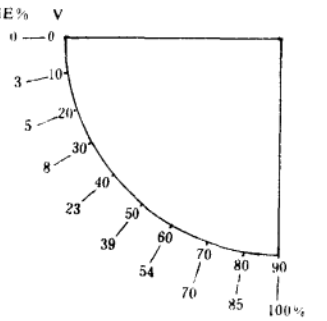


图 24—9　IE 按公式 IA=IE+IF 或 IA−IF 得出各角度的值，如果关节伸损伤 40°，IE=54%（IA）−31%（IF）=23%，IE 是 V 伸的功能，并且当 V 伸=9°或 E=0°时达 0%

屈曲的功能损害指数及其两者的总和。

假设：MP 关节强直于 30°位，即可由表 24—2 查得 IA 为 45%，由表 24—1 查得 IF 为 37%；而 IE=45%−37%=8%。此值可从图 24—9 查得。

由于 AMA 原方案没有考虑到关节的过伸问题，也由于 MP 关节存在 20°过伸，所以 Swanson 对表 24—1 的 IF 值稍加改进衍生出了图 24—10。将图 24—10 与表 24—1 比较，便可看出同样关节强直于 30°，其 IF 功能损害值在表 24—1 为 37%，而在图 24—10 则为 33%。其原因就是在图 24—10 所得的各

项功能损害指数，加上了MP关节20°过伸这个因素。因此对MP关节来说，图24—10就更为实际。这就是IE＝45%－33%＝12%的道理。

IE不仅提供了关节的运动丧失度数，更重要的是还反映了手指运动弧中的失能位置。提示对运动功能来说，虽然丧失的运动度数相同，但由于失能的位置不同，其功能损害的严重程度也就不同。

假设：一个MP关节尚有30°的活动幅度，但从伸10°到屈40°，其功能损害远没有伸50°到屈80°严重。由图24—10可见－10°～－40°位时，IE＝7%，IF＝27%，两者相加总的失能指数为34%；而－50°～－80°位时，

表24—1　MP关节不同屈曲位功能丧失度与损害值

屈曲角度(°)	屈曲(F)失能(°)	失能值(%)
0	90	55
10	80	49
20	70	43
30	60	37
40	50	31
50	40	24
60	30	18
70	20	12
80	10	6
90	0	0

表24—2　MP关节不同强直位功能损害值

关节强直位(°)	失能值(%)
0	55
10	52
20	48
30	45
40	54
50	63
60	72
70	82
80	91
90	100

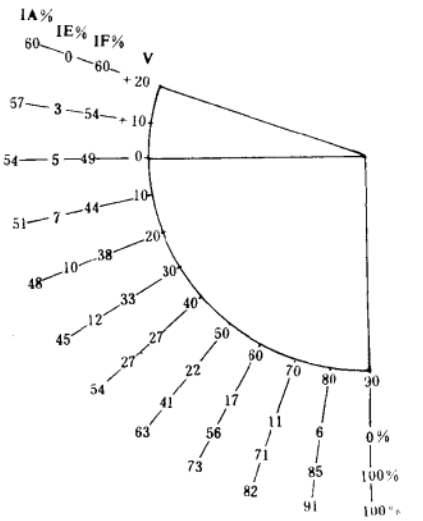


图24—10　MP关节功能(包括过伸位)损害百分率，IA在30°或其功能位时最低（45%）

IE＝41%。IF＝6%，两者相加总的失能指数则为47%。又比如：MP关节强直在30°位时，IA达最小值，即12%（IE）＋33%（IF）＝45%IA。若强直在80°位时，85%（IE）＋6%（IF）＝91%（IA）。两者相比，后者的功能损害程度要比前者严重得多（见图24—10）。

示指、中指、环指和小指四指的PIP与DIP关节的不同的失能情况及其失能指数，可分别从图24—11、12中查得。

由于MP关节可有20°过伸，因此其在0°位时，IE＝5%（见图24—10），而PIP、DIP没有过伸，正常伸直即为0°，其IE也就均为0%。应当注意的是：此三个关节强直在功能位时，其失能指数最小，即MP关节强直在－30°位时，IA＝45%；PIP关节强直在－40°位时，IA＝50%；DIP关节强直在－20°位时，IA＝30%。

假设：一个PIP关节有－20°～－60°的关节活动，即可由图24—11查得其运动幅度

为 40°，其背伸失能指数 IE 为 7%，屈曲失能指数 IF 为 24%，两者相加即得 IA＝31%。

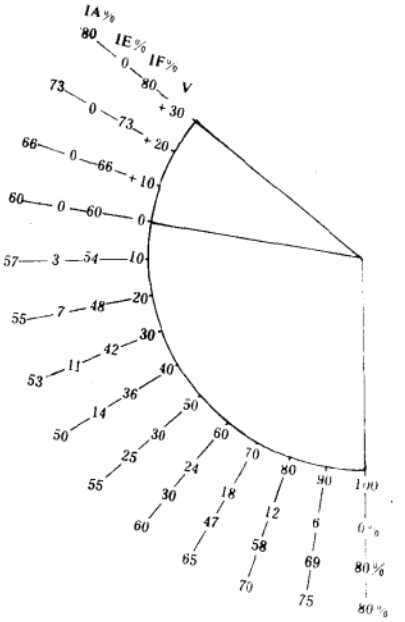


图 24—11　PIP 关节功能（包括过伸位）损害百分率，PIP 关节的功能位是 40°，在此角度 IA 最低（50%）

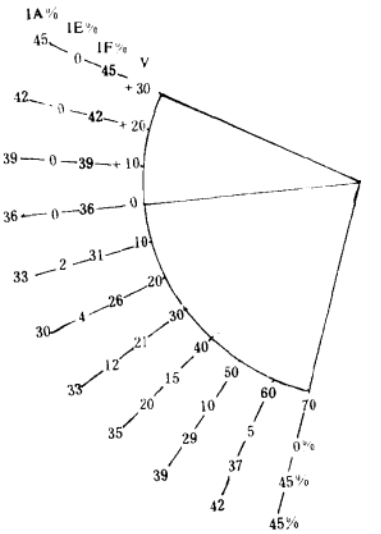


图 24—12　DIP 关节功能（包括过伸位）损害百分率，DIP 关节的功能位是 20°，在此角度 IA 最低（30%）

（2）拇指　拇指功能占全部手功能的 40%，包括：①MP 与 IP 关节的屈与伸；②内收与外展；③对掌。其中屈伸功能与内收外展功能分别占拇指功能的 20%，即分别为手功能的 8%，对掌功能占拇指功能的 60%，即为手功能的 24%。

内收与对掌的功能状态及其失能指数可从图 24—13、14 中查得。拇指的内收功能是以拇指 IP 关节掌侧纹到第 5 掌骨远端掌横纹的距离进行计算的。正常应＞8cm，即为 100%。拇指的对掌功能是以拇指 IP 关节掌侧纹到第 3 掌骨远端掌横纹的距离进行计算的（拇指掌侧外展位）正常应＞8cm，即为 100%。为临床使用方便起见，将图 24—13、14 改用表 24—3 形式。临床上只要测得患者的内收与对掌距离，查此表即可知其失能指数。

表 24—3　拇指内收功能与对掌功能损害值

距离(cm)	拇指内收功能损害值(%)	拇指对掌功能损害值(%)
0	0	60
1	0	42
2	1	29
3	3	19
4	4	12
5	6	7
6	8	4
7	13	2
8	20	0

拇指的 MP 与 IP 关节的功能状态及其失能指数，可由图 24—15、16 中查得。此两

图的使用方法同图 24—14。由于拇指 MP 与 IP 关节的功能位为 20°位，因此，其 IA 值在此角度最低为 7%。

（3）A 与 B 的复合值＝A＋［B×（100－A）］÷100 公式的应用　此公式是一个复合失能指数的计算公式。在临床上手的伤残所造成的失能，往往是一种复合失能，即同时存在感觉、运动、力量等方面的功能障碍。这样就需将上述的各个单项失能指数，换算成手的总失能指数。其计算公式是：A＋［B×（100－A）］÷100。

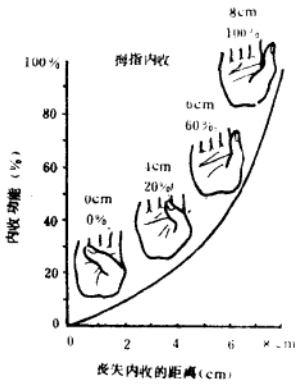


图 24—13　内收功能损害值

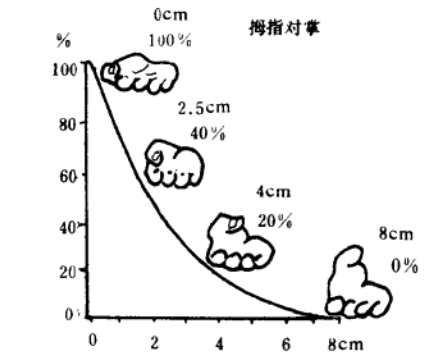


图 24—14　对掌功能残留值

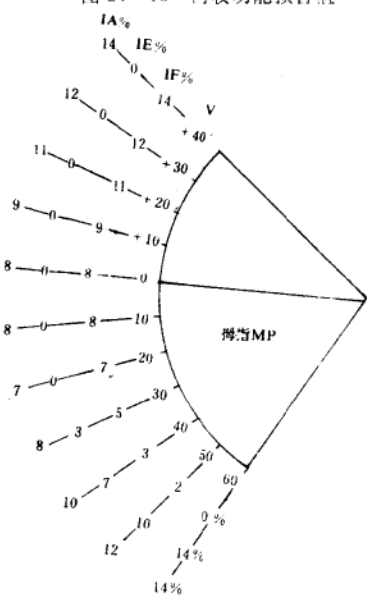


图 24—15　拇指 MP 关节：拇指 MP 关节丧失屈、伸功能或强直时对手功能损害百分率，功能位为 20°

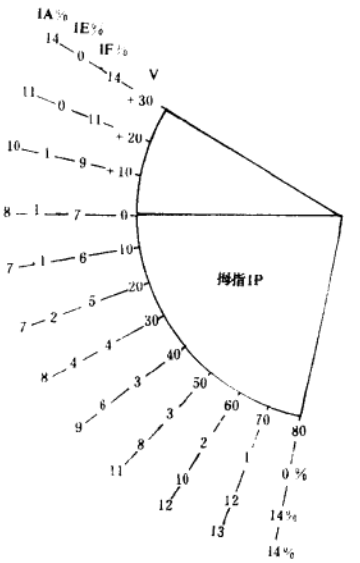


图 24—16　拇指 IP 关节丧失屈、伸功能或强直时对手功能减损的百分率，功能位为 20°

假设：一个拇指 IP 关节平面的切割伤致

手指完全离断而再植成活，术前其失能指数为拇指功能的50%，整个手功能的20%。术后再植平面以下感觉完全丧失，IP关节活动范围是－20°～－60°。由于感觉失能等于同平面截肢失能指数的50%，也由于拇指功能等于整个手功能的40%，所以其术后感觉失能指数为：(50÷2)×40%＝10%。运动失能可由图24—16查得：IE＝2%，IF＝2%，两者相加即为IA＝4%。按公式A＋[B×(100－A)]÷100计算，等于13.6%。在表24—4中，由于按递增5%计算，所以4应查5，即10与5的复合值为15。在表24—4中，13.6也最接近15。由此可见此公式与表24—4所得失能指数基本一致，均为手功能的15%。如果还需将其换算成肢体失能指数，即为15×60%＝9（即肢体失能指数为9%）。

表24—4　功能损害复合值（递增5%）的复合表

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
5	10	15	19	24	29	34	38	43	48	52	57	62	67	72	76	81	86	91	95
10	15	19	24	28	33	37	42	46	51	55	60	64	69	73	78	82	87	91	96
15	19	24	28	32	36	41	45	49	53	58	62	66	70	75	79	83	87	92	96
20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
25	29	33	36	40	44	48	51	55	59	63	66	70	73	78	81	85	89	93	96
30	34	37	41	44	48	51	55	58	62	65	69	72	76	79	83	86	90	93	97
35	38	42	45	48	51	55	58	61	64	68	71	74	77	81	84	87	90	94	97
40	43	46	49	52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82	85	88	91	94	97
45	48	51	53	56	59	62	64	67	70	73	75	78	81	84	86	89	92	95	97
50	52	55	58	60	63	65	68	70	73	75	78	80	83	85	88	90	93	95	98
55	57	60	62	64	66	69	71	73	75	78	80	82	84	87	89	91	93	96	98
60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98
65	67	69	70	72	72	76	77	79	81	83	84	86	88	90	91	93	95	97	98
70	72	73	75	76	78	79	81	82	84	85	87	88	90	91	93	94	96	97	99
75	76	78	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
85	86	87	87	88	89	90	90	91	92	93	93	94	95	96	96	97	98	99	99
90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95	96	96	97	97	98	98	99	99	100
95	95	96	96	96	96	97	97	97	97	98	98	98	98	99	99	99	99	100	100

注　本表来源于A与B＝A＋[B×(100－A)]÷100的公式，为了查阅方便将其复合数与所得的值均按递增5%的方法简化。如果有3个以上的值需要复合，则先选其中两个进行复合，得出结果后将其再与第三个值复合，便得出总的复合值。

(4)腕关节　腕关节的正常运动范围是：背伸、掌屈各60°，桡偏20°，尺偏30°。其失能指数的计算方法是背伸与掌屈的失能按图24—17计算后，再乘以70%，桡、尺偏的失能按图24—18计算后，再乘以30%。然后再将这个数值相加，即为腕关节的整个失能指数。如果计算其占整个肢体功能的百分比，则需用整个腕关节的失能指数再乘以60%。

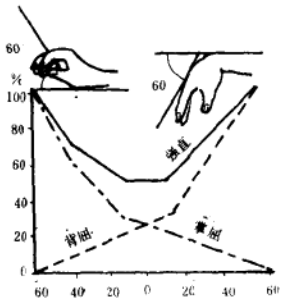


图 24—17　腕关节屈、伸功能减损百分率

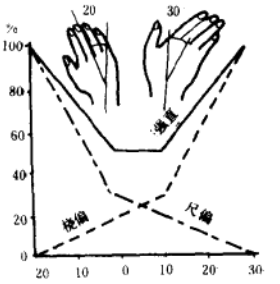


图 24—18　腕关节桡尺偏功能损害的百分率

假设：一个腕关节背伸 30°，掌屈 50°，桡偏 5°，尺偏 15°，其失能指数为：背伸失能 50%，掌屈失能 80%（见图 24—17）。由表 24—4 可见两者的复合失能指数为 90%，桡偏失能 45%，尺偏失能 50%（见图 24—18）。由表 24—4 查得两者的复合失能指数为 67。再由表 24—4 查得掌屈、背屈与桡偏、尺偏的复合失能指数为 97%（在表 24—4 中 67 按 70 查）。将 97×60%＝58，即肢体失能指数为 58%。

手的功能复杂，损伤及治疗后的功能评定更是困难与复杂。近年来，国内外学者都在研究如何更简便、实用、确切地来评定手的功能，使之能够尽快摆脱繁琐的公式、图表与理论，并确实能够在临床上易于推广应用。

令人欣慰的是，我国王澍寰教授在国内外手功能检查评定的原有基础上，研制出“手功能损伤评价系统”软件。该软件对拇指内收、外展、对掌以及运动、感觉等检查与评定方法作了多项重要改进与创新：①使拇指外展及对掌功能的检查与评定，由距离的计算改为用比值计算，使评定更趋科学合理；②将重要的感觉分级及两点鉴别能力纳入感觉评定内容，使感觉功能评定更趋合理与完善；③对肢体缺失多少由长短计算改换为按面积计算，使之更为精确；④原国际评定标准未将手掌、手背的感觉障碍及经掌部的肢体缺失计算在内，此软件填补了这一不足。

此项研究成果与国际手功能评定方法相结合编成的软件，只要将“手功能检查”表中的数字输入计算机，立刻可得出具体明确的手失能百分数，并可做治疗前后的疗效对比，可打出检查及评分结果，从而简化了国际上对手失能评定的复杂理论及方法，使之便于临床应用。该软件很适宜普及与推广，有利于医生、病人及社会有关部门（交通事故、工伤劳保、公安法律）客观而准确地判断伤手的功能丧失及疗效情况。

“手功能损伤评价系统”，是实现手功能损伤评定标准计算机化的重大突破。该软件能够完成对缺损情况、感觉功能和运动功能的定量评估，这对于改进及完善国际上的手功能检查方法及评定标准具有重要的价值，对于我国手功能评定工作的开展具有重要的推动意义。

二、臂丛损伤术后功能评定

臂丛神经损伤是一极为严重的周围神经损伤，其手术效果常不能令人满意，尤其是全臂丛根性撕脱伤欲恢复所有功能是不可能的。但对病人来说完全麻痹的肢体，即使仅恢复了有限的一点功能，也是欣慰的。有关臂丛损伤术后的功能评定，目前国际上尚无统一标准，本节分别介绍 Narakas 与顾玉东提出的评定标准。

（一）Narakas 臂丛损伤功能评定标准

好：(1) 肩外展与前屈达 90°，上臂外旋达到或超过中立位。

(2) 肘关节屈曲 120°，肱二头肌力 4°，肘关节伸直受限不超过 20°，肱三头肌肌力 3°以上。

(3) 腕关节背伸达中立位，背伸肌力超过 3°。

(4) 手能握鸡蛋大小物体，并有轻触觉。上述四项指标具备任何一项均为好。

良：(1) 肩外展 50°～85°，上臂外旋 30°。

(2) 肘关节屈曲 90°～115°，肌力 3°，肘关节伸直受限 35°～50°。

(3) 个别手指能钩物。正中神经支配区有保护性感觉。

差：自我解释。

（二）顾玉东臂丛损伤功能评定标准

1. 单根神经评定标准

肌力恢复：M4°～5°为优，M3°为良，M2°～0°为差。

感觉恢复：痛温觉恢复为优，触觉恢复为良，未恢复为差。

2. 各关节活动评定标准

(1) 肩关节

优：肩外展 90°（三角肌肌力＞4°），上臂外旋＞30°（冈上、下肌肌力＞4°）

良：肩外展 30°～60°（三角肌肌力 3°），上臂外旋 15°～30°（冈上、下肌肌力 3°）。

差：肩外展＜15°（三角肌肌力 2°～0°），上臂不能外旋。

(2) 肘关节

优：肘关节屈曲＞90°（肱二头肌肌力＞4°），肘关节伸直＞160°（肱三头肌肌力＞4°）。

良：肘关节屈曲 45°～90°（肱二头肌肌力 3°），肘关节伸直＞135°（肱三头肌肌力 3°）。

差：肘关节屈曲＜45°（肌力＜2°～0°），肘关节不能伸直或无肌力。

(3) 腕关节

优：腕背伸＞30°（桡侧伸腕肌肌力 4°），腕屈曲＞30°（桡侧屈腕肌肌力 4°）。

良：腕背伸＜30°（肌力 3°），腕掌屈＜30°（肌力 3°）。

差：腕无背伸及掌屈动作（肌力 2°～0°）。

(4) 手部

优：手指（拇）屈伸能握大物体，肌力 4°（屈指肌力）。手指有痛温感觉。

良：手指有屈曲动作，屈指肌力 3°。手指有触觉。

差：手指无屈曲动作，肌力 2°～0°。

三、周围神经损伤术后功能评定

周围神经损伤术后功能评定方法较多，目前国际上尚无统一标准，有的繁杂难以掌握，有的笼统而不够精确。对此，我国手外科学组在 1989 年召开的“手功能评定标准专题研讨会”上提出了如下标准，同意在我国实行，在此作一介绍。

（一）肌力恢复分级标准

以 Lovett 的肌肉收缩对抗阻力的力量为标准，将肌力以百分率表示，并分为六级。

M_5：肌力正常。表示肌力为 100%。

M_4：肌肉能对抗部分阻力并带动关节的运动。表示肌力为 75%。

M_3：肌肉有对抗地心引力的运动，但不能对抗阻力。表示肌力为 50%。

M_2：在排除地心引力情况下，肌肉能带动关节运动。表示肌力为 25%。

M_1：肌肉仅有微弱收缩，但无关节活动。表示肌力为 10%。

M_0：肌肉无任何收缩。表示肌力为 0%。

（二）感觉恢复分级标准

参照 1954 年英国医学研究会的标准，将感觉分为六级：

S_4：感觉正常。

S_3^+：同 S_3，有良好的定位能力，两点分辨觉恢复较好（接近正常）。

S_3：浅痛觉、触觉恢复，但无皮肤感觉过敏现象。

S_2：部分浅痛觉、触觉恢复，保护性感觉恢复，但有皮肤感觉过敏现象。

S_1：深感觉恢复。

S_0：感觉缺失。

（三）神经修复疗效评定标准

优：S_3^+、M_4 以上，手无畸形，功能正常或基本正常。

良：S_3、M_3，手无畸形或仅有轻度畸形，功能基本正常，日常生活自理有小的困难。

可：S_2、M_2，保护性感觉较好，手内在肌肌力部分恢复，手有部分功能，但生活自理有困难。

差：S_1、M_2 以下，畸形明显，功能基本丧失。

（四）低位尺神经损伤功能评定

根据尺神经支配区的感觉与手内在肌肌力恢复情况分为四级：

优：无爪形畸形，分指与并指的范围和力量正常（肌力在 M_4 以上），Froment's 征阴性，感觉在 S_3^+ 以上。

良：无爪形畸形，分指与并指的范围和力量接近正常（肌力 M_3），感觉 S_3，Froment's 征阴性。

可：无爪形畸形，或有轻微爪形畸形，无主动分指与并指功能（肌力 M_2），感觉 S_2，Froment's 征阳性。

差：手呈爪形畸形，丧失分指与并指功能（肌力在 M_2 以下），感觉 S_1，Froment's 征阳性。

（五）低位正中神经损伤功能评定

1. 基本原则

（1）低位正中神经损伤；

（2）拇指的主动对掌功能（TAM）；

（3）拇指被动对掌功能（TAM 良好）；

（4）排除“尺神经手”。

2. 评定方法

（1）检查拇指对掌功能（测量拇指的外展能力）即测量拇指指间关节（IP）横纹中点至第 3 掌骨远端与掌横纹交点的距离；

（2）检查拇展短肌的肌力；

（3）检查拇指、示指、中指三指桡侧半的感觉功能。

3. 评定标准见表 24—5。

表 24—5　拇指功能评定标准

对掌功能（cm）	肌力	感觉	对掌功能残留值（%）	拇对掌功能损害值（%）	级别
<1	M_4、M_5	S_3^+、S_4	>70	>42	优
~2.5	M_3	S_3	~40	~24	良
~4.0	M_2	S_2	~20	~12	可
>4.1	M_0、M_1	S_0、S_1	<19	<11	差

四、手部肌腱损伤术后功能评定

手部屈、伸肌腱结构精细，功能复杂，损伤部位不同，修复方法不同，其疗效亦有区别。制定一个统一的功能评定标准的目的在于临床评价与比较疗效的优劣。目前国际上手部肌腱损伤术后功能评定方法较多，不同的国家、不同的作者都有不同的选择。但目前国际上较多采用国际手外科联合会肌腱损伤委员会制定的方法，即 TAM 系统评价法（total active movement）。

测量掌指关节（MP）、近侧指间关节（PIP）、远侧指间关节（DIP）主动屈曲度之和，减去各关节主动伸直欠缺度数之和（各关节伸直以 0°为准，过伸部分不计），即为该手指总的主动活动度（TAM）。可列式为：

（MP+PIP+DIP）－（MP－PIP－DIP）
屈曲度数　　伸直欠缺度数
=TAM
手指总主动活动度

评级标准：

优：活动范围正常；

良：TAM＞健侧的75%；

可：TAM＞健侧的50%；

差：TAM＜健侧的50%；

劣：TAM比术前差。

（裴国献）

第二节　手功能康复

现代康复医学作为医学的四大分支之一，它以恢复患者的身体、精神和社会生活功能为目标，应用各种有利于功能恢复、功能矫治、功能补偿、功能替代和功能适应的手段，达到使患者全面康复，重返社会的目的。

手外科功能康复是在手外科诊治基础上研究手功能障碍的原因、防治及如何恢复和补偿手功能的学科，以心理疗法、物理疗法、运动疗法（PT）、作业疗法（OT）、康复工程（矫形器、假肢）等为主要内容。临床可根据手部伤情、不同时期、手功能情况，酌情予以选用或联合应用，以尽早、有效、最大限度地恢复手的功能。

一、心理疗法

心理疗法是指针对患者的不同情况，运用心理学的知识，对患者进行心理检查和心理治疗，发现及纠正患者由于病、伤、残等带来的不同心理障碍，帮助恢复健康的精神状态。

手是劳动的器官，也是美容的器官，手部外伤病人，由于手的外形及功能受到不同程度的损伤，因此心理活动较为复杂。手外科患者在疾病的不同时期，会出现不同的心理状态和表现。

手外伤初期：突如其来的意外事故导致手部创伤，尤其是肢（指）体毁损、离断，给患者带来难以承受的心理创伤，此期患者常表现为极度恐惧、悲观、绝望，甚至产生轻生的想法。医护人员应针对患者的不同伤情及心理表现，用良好的言语，热情和蔼及真诚的态度，对患者进行安慰、劝解、疏导，以消除患者的紧张情绪和增强与疾病、伤残作斗争的信心。对于自残患者，医护人员应设法了解他们的致伤原因，有的放矢地进行心理治疗，尊重患者的人格和隐私，通过暗示、镇静等疗法使患者从痛苦、绝望的心境中解脱出来。

手外伤中期：此期患者尤为关心的是手术是否成功、离断的肢（指）体能否成活、手的功能能否恢复、手的外形有无改变等。医护人员应通过严谨地治疗和护理，周到细致地解释工作，使患者树立起信心，积极配合治疗，同时对于手术后可能出现的失败、部分功能丧失及外形缺损等问题要婉转地、策略地向患者讲明，以增强患者对于伤残的心理适应能力。

手外伤晚期：对于手术成功的患者，应鼓励他们战胜伤痛，积极进行功能康复，早日重返社会。手术失败或肢（指）体残废已成定局的患者，此期考虑最多的是今后的生活、工作、家庭、婚姻等问题，医护人员应安慰、劝导他们正确对待面临的现实，对残疾要有正确的认识，介绍如何通过功能重建手术，如何安装假肢、矫形器可以将残废减少到最小程度，同时可以介绍一些患者战胜自我，战胜伤残，重返社会的成功例子，鼓励患者树立生活的勇气。

二、物理疗法

物理疗法是指应用物理因素，包括应用

天然和人工的物理因子如电、光、声、磁、冷、热和机械等治疗疾病的方法。在手外科手术后和功能康复期，综合应用物理疗法，对于促进创面修复，软化疤痕，改善功能和减轻后遗症等有明显作用。手外科常用的物理疗法有如下几种。

（一）直流电药物离子导人疗法

直流电药物离子导入疗法是根据同电荷相斥、异电荷相吸的原理，在直流电的作用下，药物离子发生定向移动，从相应电极进入人体的一种电疗法。治疗时，用药物溶液浸湿的电极衬垫放置在身体表面，通以直流电。此疗法除药物作用外，还有直流电的作用，因而能增强药物的疗效，直流电阴极有促进骨折愈合作用。直流电阴阳极可引起组织兴奋变化，细胞膜结构和通透性变化。直流电通过对神经末梢的刺激，反射性地引起表浅小血管扩张，改善局部血循环。

（二）音频电疗法

音频电疗法是一种频率为1000～5000Hz的等幅中频正弦电疗法，这种电疗法有明显的镇痛，促进局部血循环和淋巴回流等作用。常用于松解手部肌腱粘连，促进疤痕组织软化和消除疤痕搔痒、灼痛等。

（三）超短波疗法

超短波疗法是以高频电磁场作用于人体，波长为1～10m的一种高频电疗法。超短波对植物神经—内分泌系统及结缔组织功能的影响特别明显，有显著的改善血循环、促进肉芽组织生长和消炎消肿作用。

（四）超声波疗法

超声是一种能在介质中传播的机械振动波。超声波疗法的振动频率为500～3000kHz，其主要作用是机械作用和温热效应。在超声波作用下，组织和细胞内发生压力变化和质点振动，形成了对组织细胞的微细按摩作用。超声治疗能使坚硬的结缔组织延长变软，松解组织粘连，常用于手部疤痕和肌腱、肌肉挛缩等。

（五）红外线疗法

红外线疗法的作用基础是温热效应。热的生理作用与高频电流类似，唯作用深度较浅。红外线照射使局部组织温度升高，表浅小血管扩张，血流加速，组织营养和新陈代谢改善，促进渗出液吸收，增强细胞吞噬机能和氧化过程，降低神经兴奋性和肌张力。红外线疗法有消肿、消炎、促进创伤组织修复等作用。

（六）水疗法

水疗法是利用水的温度、水静压、浮力和水中所含的化学成分，以不同方式作用于人体以治疗疾病的方法。水的热容量大，导热能力也很强。在通常情况下水为液体，能溶解各种物质。水为流体，可塑性大，能与身体各部位密切接触，是传递冷热刺激最好的一种介质。水的治疗作用有温度刺激、机械刺激和化学刺激。现代的水疗法发展较快，如水中运动、哈伯特（Hubbard）、涡流浴和气泡浴等。手外科功能康复中多采用水中运动、涡流浴和温水浴，在水中进行关节活动，效果好且疼痛较轻，常用于手部关节僵直，手部肌肉萎缩等。

（七）石蜡疗法

石蜡疗法是一种常用的热疗法。石蜡的热容量大而导热系数小，保温时间长而不易引起烫伤，且有良好的可塑性和粘滞性。石蜡疗法有良好的软化疤痕和减轻疤痕挛缩的作用，常用于手部疤痕挛缩。在手部功能锻炼前，进行石蜡治疗，可使疤痕软化，减轻活动时的疼痛，增大关节活动幅度。

三、运动疗法

运动疗法也称医学体育（简称体疗），是利用人体肌肉关节的运动，以达到防治疾病，促进身心功能恢复和发展的一种方法。实践证明，运动能够明显提高患者的情绪，增强

患者的自信心，并对恢复人体肌力、耐力、关节功能的灵活性、反应性以及平衡协调能力起到重要的作用。

人类手指具有非常复杂、精细的感觉和运动功能，因此运动疗法在手外科功能康复中占有非常重要的位置。

（一）运动疗法的运动学基础

运动疗法是以神经、肌肉、骨骼等的运动为其特点，并根据生物力学的原理进行活动，因此首先要了解生物力学的原理在人体应用的几个问题：

1.关节活动度的分类　关节运动通过关节轴线进行，由于关节在结构上的不同，关节轴线可以有一个、二个或三个。按轴线的多少分为以下三种情况。

(1)单轴运动　这种关节为合页关节，如手指的指间关节，它仅有屈伸运动，所以只有一个轴线。

(2) 双轴运动　髁状关节属于此类，如掌指关节，不仅可以屈、伸，也可以内收与外展。此外，拇指腕掌关节的鞍状关节及腕关节亦属此类。

(3)三轴关节　球杵关节有三个主轴，如肩关节，它可以产生屈、伸、内收、外展以及旋转动作。凡属于三轴运动的关节，除了三个主轴以外，还有无数的次轴，这些次轴均通过肱骨头中心，产生许多其他的复合运动。因此，三轴关节是人体产生运动最广泛的关节。

2.关节链　是指几个部位通过关节连接而组成的复合链，如上肢的各个关节。组成关节链的诸关节均有其特定的活动度，愈向远端活动度愈大。上肢是由一系列关节组成的关节链，其中有单轴、双轴及三轴，使远端即手部成为人体中活动度最大的部分，从而发挥手在劳动和日常生活中的巨大作用。

3.合力—分力　两个方向不同的力量同时作用于一个物体，该物体沿另一个方向移动，即合力的方向运动。用平行四边形来表示，如图 24—19 所示，两分力 F_1 及 F_2，其合力为平行四边形的斜线 R。以肘关节为例，肱二头肌的收缩力为 F，分解为 F_1 及 F_2，前者垂直作用于前臂骨，后者作用于骨之长轴。F_2 并不直接产生运动，而使关节面紧密接触。产生关节屈曲力量是 F_1。

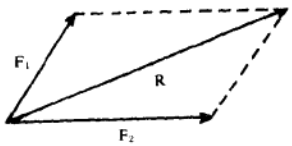


图 24—19　合力—分力图解

4.杠杆原理　人体很多关节肌肉活动均符合杠杆原理，杠杆包括一个支点，一个重点和一个力点。在支点和重点之间为重臂，支点和力点之间为力臂。一般杠杆的力学规律有三类。第一类杠杆：其支点位于力点和重点之间，这种杠杆的结构，支点与重点之间的垂直距离（即重力臂）和支点与力点之间的距离（即力臂）是可以改变的。第二类杠杆：重点位于支点和力点之间，这种杠杆的特点是力臂总是比重力臂长，所以从力学角度看非常有利于作功。第三类杠杆：力点在重点和支点之间，此时重臂始终大于力臂，这类杠杆不利于抬重物，只有利于对轻物使之产生速度和移动较长距离，在人体这种杠杆几乎见于所有肢体的关节。

5.滑车　机械力学上滑车可分为定滑轮和动滑轮两类。单个定滑轮可以改变作用力的方向，而力量的大小不变，如果定滑轮与动滑轮组合应用，则可省力。人体滑车的结构只有类似力学上的定滑轮，而没有动滑轮。然而就其效果来讲，虽然滑车结构主要是改变作用力的方向，但亦可省力。在腕部，肌腱经过骨性纤维鞘管，可以改变原来直行的方向，起到滑车的作用。在手指内，屈指肌腱鞘亦属滑车结构。腱鞘的厚薄不一，增厚的部位在掌骨头，近节指骨中部及中节指骨

的中部即为滑车。

6. 肌肉的协同　产生关节活动，并且要求使动作尽可能正确，一般都需要多块肌肉的通力协作才能完成。根据各肌肉对动作所起的影响，分成原动肌、拮抗肌、固定肌与中和肌等。

(1)直接负责完成动作的肌群称原动肌，如在屈肘动作中起主导作用即强力屈肌是肱肌和肱二头肌，这两块肌肉即称为屈肘时的原动肌。

(2) 拮抗肌　与原动肌作用相反的肌群称拮抗肌或对抗肌。如肱三头肌和肘肌为肱二头肌和肱肌的拮抗肌。

(3) 固定肌　为了发挥原动肌对肢体的动力作用，必须将肌肉近端附着的骨或更近的一连串骨骼作充分固定，参加这种固定作用的肌群即为固定肌。

(4) 中和肌　其作用是抵消原动肌收缩时所产生的一部分不需要的动作。

(二) 运动疗法的方法

无论进行何种运动疗法，首先必须注意维持手部的功能位。手部的功能位如下：

腕关节：应处于相当于各手指肌尤其是指屈肌的最大效能位，即腕背伸 40°～45°，轻度尺侧屈（内收）15°。

手：在腕轻度伸展和内收时，手指在各关节处稍屈曲，从示指至小指屈曲度逐增，拇指处于对掌的中间位，掌指关节半屈曲，指间关节则非常轻微屈曲。

手部运动疗法有：

1. 静力性肌肉收缩　即患者主动有节奏地收缩手部肌群（关节不动），在肌肉缓慢收缩之后应充分得到放松，此法有利于促进患肢静脉回流，消除肿胀。

2. 按摩（推拿）　当肌力为 0 级或 1～2 级时，手部因某种原因必须制动时，可以进行按摩治疗。按摩的手法很多，基本手法有推摩法、擦摩法、揉捏法、叩击法及颤摩法。

3. 被动活动　在手部肌腱手术后应尽早开始被动活动，被动活动的外力可以是机械力，也可由医生、家属或患者的健肢帮助进行。被动活动能起到放松痉挛肌肉，牵伸挛缩肌腱和韧带，恢复和维持关节活动的作用。做被动活动时一定要注意手法及力度，做到由弱到强，循序渐进地进行，防止因被动活动过度，造成骨、神经、肌腱再度损伤。如果运动后疼痛不加重或活动范围增大，说明运动量合适。被动活动每日 1～2 次，每次使受伤关节向各轴位方向被动运动 3～5 次。

4. 主动活动　是病人自己主动完成的一种运动。病人进行主动运动时，应在医生护士指导下进行。当病情允许时应鼓励病人积极进行主动活动，包括掌指关节、指间关节、腕关节的屈伸及分指运动等。手部主动运动的器具较多，常用的有：

(1) Kanavel 台　又叫前臂、腕、手指练习台，它是利用拉重锤的手指屈肌抗主动运动器。5 个手指可全部插在指套内运动（图 24—20）。

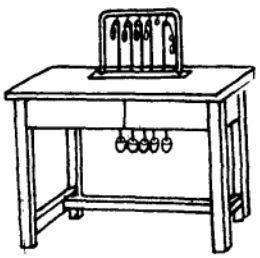


图 24—20　Kanavel 台

(2) 手指屈曲运动器　这种器具可以在纪录纸上纪录屈曲次数和屈曲角度，用于增强手指屈肌的肌力。

(3)橡胶条手指运动器　可以做腕关节、指间关节的任何运动（屈曲、伸展、内收、外展、对指、还原、掌屈、背伸、尺侧屈、桡侧屈），用橡胶的张力调节抵抗。

(4) 杠铃、哑铃、铁哑铃　这些是利用

重量进行抗主动运动的器具，常做为肌肉复合动作的训练之用。

（5）拉力器　用于上肢抗主动运动，应用范围非常广泛。

（6）握力计、握力圈　用于增强和测量握力。

（7）塑胶泥　是一种硅酮树脂粘土，主要用于增强手指的肌力、增大关节活动度及精巧性训练等。

（8）腕关节屈伸练习器　一般应用重力悬挂装置，可进行主动屈伸腕关节练习。

（9）分指板　按各手指形状，在指间加用倒锥形的木块，以起到分指作用。

进行上述主动活动时，应注意活动幅度及节奏性，使肌肉得到充分的收缩和放松，每次练习时间不可少于 20～30 分钟。

四、作业疗法

作业疗法（occupationnal therapy）是应用有目的的、经过选择的作业活动，对于身体上、精神上、发育上有功能障碍或残疾，以致不同程度地丧失生活自理和职业劳动能力的患者，进行治疗和训练，使其恢复、改善和增强生活、学习及劳动能力（图 24—21）。

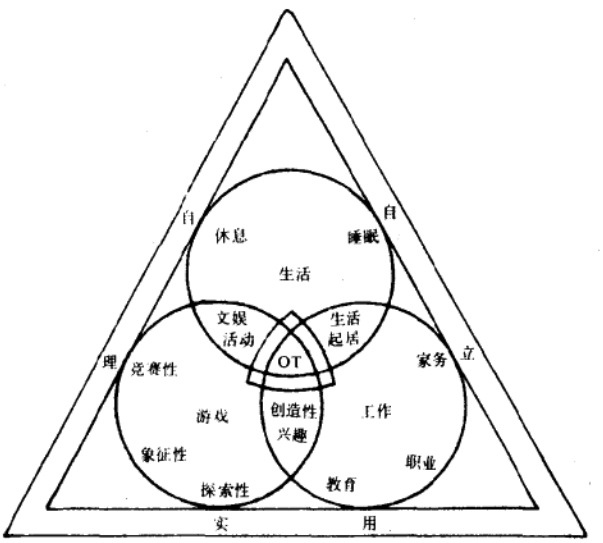


图 24—21　作业疗法的理论和实践模式

（一）作业疗法的分类和特点

1. 作业活动的基本分类

（1）维持日常生活所必需的活动　如穿衣、进食、行走、个人清洁卫生等，这些日常生活作业是生活自理和保持健康所必需的。

（2）能创造价值的工作活动　通过从事这种作业活动，患者可以取得报酬，在经济上自立并可抚养家庭。作业的成果又能为社会提供服务或增加精神财富和物质财富，例如各种职业性的工作活动。

（3）消遣性作业活动　业余和闲暇时进行，主要满足个人精神生活的需要，如集邮、种花、听音乐、看电视、下棋及打球等。

2. 治疗性作业疗法的特点

（1）有一定的治疗目标，对身体活动功能和/或在心理上、情绪上及健康上起到一定的治疗作用。

（2）患者本人自己参加，从中受到训练，并可由于作业的成果而感到一定的满足和自

信。

（3）与患者日常生活或工作学习有关。

（4）有助于改善或预防功能障碍，提高患者生活质量。

（5）符合患者的兴趣，活动方式可在一定范围内由患者自己选择。

（6）活动量可调节，根据年龄、功能情况，可从活动时间、活动强度、间歇次数和时间等方面灵活调节活动量。

（二）手部作业疗法的设备和内容

1. 作业治疗设备　在一般医院和康复医疗机构中，常用的手部作业疗法设备如下：

（1）作业功能评估用的器械设备

1）手指细微活动能力测试器具　如插板、插针等，国际市场供应的标准化测试器具如 Perdne 插板测试器，O'Connor 手细微活动能力测试器等。

2）感知觉测试器具　如两点区别觉测量器、实体觉测验器具、感觉综合测验器材。

3）职业能力测试器具　如 Valpar 综合职业技能要素测试器材，包括一整套工具和器材，可测试 12 项劳动技能要素，如协调性、反应性、手细致活动，眼—手—足反应能力等。

（2）作业治疗用的器械设备

1）日常生活活动训练用器械　如食具、厨具、家用电器、梳子、毛巾、模拟厕所浴室设备等。

2）日常生活自助器具　长柄和/或粗柄的梳子、匙子、粗柄牙刷、粗柄笔、长柄延伸器、穿袜器、带圈扣器具等。

3）手细致活动及上肢活动训练器械　如插板、小藤板及套圈用的架子，结扣解扣练习器、手指抓握练习器、手指屈伸牵拉重量练习器及砂磨板等。

4）工艺治疗用器材　粘土及陶器制作用具、竹编或藤编工艺用具、绘画及图案用笔和颜料等。

5）职业技能训练用器材　打字机、缝纫机、电子琴、电子元件组装器械、简易织机、刺绣用器材、绘图用器材、烹饪基本用具、木工基本用具、工艺及机械维修基本工具、纸盒加工器材等。

6）支具　手腕及手指训练用工具。

2. 作业疗法内容

（1）日常生活活动训练　如穿着衣物、使用餐具进食、个人卫生、洗浴、整容、用厕等。通过训练使患者手部功能逐渐恢复，或采用替代方式以完成日常生活活动。

（2）家务活动训练　如烹调、备餐、洗熨衣服、居室清洁、家用电器使用等。

（3）工艺疗法　应用手工艺进行治疗。如泥塑、陶器、工艺编织。这种疗法具有身心治疗价值，既能改善手的细微功能活动，训练创造性技巧，又可转移对疾病的注意力，改善情绪。

（4）职业技巧训练　根据患者的个人兴趣、工作性质和手功能情况，选择适当的职业训练内容，如木工作业、机缝作业、机械装配、纺织作业、办公室作业（打字、资料整理），作为恢复工作或就业前的训练。

（5）手指精细动作训练　如粘土塑像、陶土工艺、编织、刺绣、弹琴、书法、插板、打字、珠算、组装、分拣、下棋等。

五、康复工程

康复医学工程是康复医疗中的重要手段之一，对于功能的补偿起着决定作用。手外科的康复工程在康复医学工程中占有举足轻重的地位。手外科的康复工程内容较多，主要有各种矫形器、辅助用具、假肢等。

（一）矫形器（支具）

手部矫形器是用于手部，通过力的作用以预防、矫正畸形，补偿其功能的器械。对矫形器的要求首先是符合生物力学原理和具有较好的疗效，并尽可能作到结构简单、穿

脱方便、轻便耐用、安全可靠，无不良副作用，透气性好，易保持清洁，穿戴时不引人注目，价格低廉。

1. 手部矫形器的基本功能

（1）稳定与支持　通过限制异常活动来保持关节的稳定性，以恢复肢体的承重能力。

（2）助动功能　通过某种装置（橡皮筋、弹簧或其他外源力）来代偿失去的肌肉功能。

（3）矫正功能　通过力的作用（如常用的三点力原理）来矫正肢体的畸形或防止畸形加重。

（4）保护功能　通过对病变肢体的保护来保持肢体的正常对线关系，促使病变愈合。

2. 手部矫形器的种类

（1）手指制动器　用以固定单一或多个指间关节，由不锈钢或塑料制成。可采用两个相连接的环状或半环状箍，也可采用螺旋形箍。主要用于防止指间关节屈曲性挛缩或过度伸展，增加关节的稳定性。

（2）手部制动器　种类较多。其主要作用是将手部关节（指间关节和掌指关节）固定于功能位。最常用者为基部对掌支具。这种矫形器用金属条或塑料板制成，具有保持拇指于对掌位，限制腕关节背伸和内收的作用。适用于手部肌肉麻痹和失去对掌功能的患者。

（3）护腕　用皮革、金属条或塑料板制成，可将腕关节固定于背伸 20°～30°，尺侧偏斜 10°的功能位，适用于腕下垂。

（4）螺旋形腕关节支具　是一种用金属条或塑料板从手掌起向前臂中段环绕一周半以固定腕关节于功能位的支具，这种支具可作为书写或进食的手部辅助器。

（5）指间关节伸展支具　是一种简单、灵巧的手指支具，用钢丝和塑料垫板制成，适用于指间关节挛缩。

（6）掌指关节伸展支具　系在基部对掌支具的基础上增加了掌指关节伸展架，适用于掌指关节屈曲性挛缩，手内在肌松解术后。

（7）腕驱动式手部抓握矫正器　是一种利用杠杆原理，将腕关节屈伸运动转换为手指的屈伸，借以完成抓握动作的手部支具，适用于手指伸肌麻痹。

（8）腕关节内收外展支具　由前臂杆、手掌杆和橡皮筋牵引带组成。在前臂杆与手掌杆之间形成一个能活动的交叠式绞链。橡皮筋置于桡侧可矫正尺侧偏斜，置于尺侧可矫正桡侧偏斜。

（二）假肢

假肢是用于截肢者为弥补其肢体缺失而制造装配的人工肢体，它可以代偿已缺失肢体的部分功能，使截肢者恢复一定的生活自理和工作能力。

手的功能非常精细和繁多，但基本动作大致可归纳为六种：即提物动作、夹物动作、平持动作、钳捏动作、握圆柱动作和拧圆盘动作。假肢可不同程度地完成上述功能。

手部假肢发展很快，按手部的功能和使用目的分为：机械假手（体内力源手）、外部动力手、工具手、装饰手四种。

1. 机械假手　作为上肢假肢的常用手，是为满足上肢截肢者从事日常生活和轻劳动的基本需要而设计的，具有手的外形，并能完成抓取、握取、钩取等基本动作，该手以截肢者自身关节运动为力源来操纵。

机械假手大体有随意张开式和随意闭合式两类。随意张开式的假手，常态时处于拇指、示指、中指闭合的功能位，取物时通过拉动牵引索开手，依靠弹簧的拉力闭手。这类假手结构简单，持物省力，缺点是患者不能随意控制握力的大小。随意闭合式的假手，常态时处于开手位，取物时握力可由患者自行控制，但其结构比较复杂。目前国内常用的是随意张开式机械假手。国内生产的这种假手，又分为手壳式和骨架式两种。手壳式是利用手壳起固定和保护内部机件的作用，

且带闭手自锁装置，使之持物更为可靠。骨架式是将各个机件固定在立架上，外边不带手壳，而且一般不带闭手自锁装置，具有结构简单，轻便的特点。

2. 外部动力手　指利用人体以外力源为动力的假手。它是在克服了机械假手用牵引索操纵不便的基础上发展起来的。近年来，外部动力手作为人体仿生学的应用，越来越受到生物物理、精密机械、自动控制等方面技术人员的重视，许多国家都在积极研制。现在国内外常用的外部动力手有电动手和气动手两种：

（1）电动手　是一种以高效能、可重复充电的镍镉电池电源，以微型直流电机为动力，通过机械减速，传动装置带动手指开闭的假手。近代电动手多采用肌电信号控制，这种假手又称为肌电手，其最大特点是可以患者主观意识，由神经支配残肢肌肉收缩，产生肌电信号来控制假手动作，从而实现大脑的直接控制，使假肢更接近人体化。我国自行研制的用于前臂截肢者的单自由度、两自由度肌电手已在北京、上海等地批量生产。国际上已经商品化的肌电手有德国、俄罗斯、美国、日本等国生产的肌电手。

（2）气动手　是以压缩气体为动力源的外部动力手，目前国内尚处在研制阶段。国外具有代表性的是德国的海得堡气动手。它是将压缩成液态的二氧化碳气装在便于携带的钢瓶内，通过管道与手部机构连接，依靠患者的关节运动控制微动气阀，利用气压推动假手工作。这种假手比电动手结构简单，执行机构可靠，作用力大，对于上肢高位截肢的患者来说是一种有发展前途的外部动力手。缺点是控制性能不及电动手，液态气源的携带和补充较麻烦。

（3）工具手　是为了从事专业性劳动或生活而设计的多种代手工具。它讲求实用而不注重手的外形。由工具及其衔接器构成。装配工具手的患者，可以根据需要通过衔接器换用各种专用的劳动工具和生活用具。工具手的最大特点是使用性能好，结构简单，坚固耐用，缺点是外观欠美观（图 24—22）。

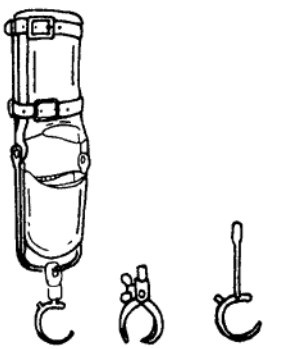


图 24—22　工具手

（4）装饰手(指)　是为了弥补手部外观缺陷而设计的装饰性假手(指)，它没有从事劳动和生活自理的功能，只起到外观装饰及平衡肢体的作用，多用于截指、全手离断术后早期以及不宜安装机械假手的患者。装饰手的外形、肤色、指纹都十分逼真，且结构简单，重量轻，各指关节可被动屈伸。

（吕　青　刘成科）

参 考 文 献

1. 丁自海，曹献廷. 头静脉伴随淋巴管的解剖学研究. 中华外科杂志 1988；26：48.
2. 丁自海. 体位性神经伤. 前卫医学杂志 1993；10：124.
3. 于钟毓，等. 七例同种异体关节移植的长期随访报告. 中华外科杂志 1985；23：334.
4. 于涯涛. 腋后入路修复桡神经损伤的应用解剖学. 临床解剖学杂志 1987；5：162.
5. 于仲嘉. 手缺损再造一例. 中华医学杂志 1979；59：593.
6. 于胜吉，等. 腕关节韧带的临床解剖学研究. 解剖学杂志 1992；15（增刊）：69.
7. 上海第一医学院. 组织胚胎学. 第一版. 北京：人民卫生出版社. 1978.
8. 马洪顺，等. 手指关节侧副韧带生物力学实验. 手外科杂志 1990；6：138.
9. 马富. 骨间后神经麻痹的应用解剖学. 第一军医大学学报 1989；7：235.
10. 王成琪. 等. 实用显微外科学. 第1版. 北京：人民军医出版社. 1992.
11. 王成琪，等. 神经断端肌肉内埋置恢复运动功能的实验观察. 解放军医学杂志 1984；9：356.
12. 王成琪，蔡锦方. 幼儿断指再植3例报告. 中华外科杂志 1983；21：653.
13. 王成琪，蔡锦方. 断指移植前臂残端重建部分手功能. 解放军医学杂志 1986；11：316.
14. 王成琪，等. 双手10指完全离断再植成功1例. 解放军医学杂志 1988；13：141.
15. 王广顺，等. 阶梯推进岛状皮瓣修复指端侧方缺损. 手外科杂志 1992；8：84.
16. 王炜，等. 游离皮瓣在手外科中的应用. 手外科杂志 1987；3：28.
17. 王永贵. 中国医学百科全书. 解剖学. 上海：上海科学技术出版社. 1988.
18. 王启华，等. 腕管的应用解剖学. 临床解剖学杂志 1987；5：145.
19. 王启华，孙博. 临床解剖学丛书. 四肢分册. 第1版. 北京：人民卫生出版社 1991.
20. 王之一，王首夫. 手的临床解剖学. 第1版. 吉林：吉林科学技术出版社 1992.
21. 王书德，等. 早期被动功能练习预防手屈肌腱术后粘连. 手外科杂志 1989；5：23.
22. 王洪业，等. 静脉网状筋膜瓣游离移植动物实验报告. 创伤骨科学报 1984；3：102.
23. 王显伦，等. 非吻合血管的深筋膜皮瓣移植的临床应用. 北京医学 1985；7：336.
24. 王振维，等. 手指神经血管束的巨微解剖. 中国临床解剖学杂志 1986；6；129.
25. 王振维，等. 手掌部动脉的构筑. 解剖学报 1988；19：232.
26. 王澍寰. 手部肌腱损伤的处理原则. 手外科杂志 1988；4：1.
27. 王澍寰. 手部肌腱损伤修复后的功能评定. 手外科杂志 1990；6：71.
28. 方光荣，等. 屈指肌腱粘连松解48例功

能评价. 手外科杂志 1990；6：15.
29. 方光荣，等. 双手四指部分再造一例报告. 手外科杂志 1992；8：243.
30. 方东海，李主一. 带血管蒂筋膜瓣在临床的应用. 显微医学杂志 1985;8:102.
31. 孔吉明，等. 用骨骼肌桥接周围神经缺损的实验研究. 中华显微外科杂志 1986；9：68.
32. 田万成，等. 一指三段离断再植成功. 中华显微外科杂志 1992；15：58.
33. 田万成，等. 逆行法断指再植的临床研究和应用. 手外科杂志 1987；3：34.
34. 田万成，等. 指尖断指再植. 中华显微外科杂志 1991；14：23.
35. 田文，等. 甲床损伤及其治疗. 手外科杂志 1992；8：239.
36. 田光磊，等. 腕三角纤维软骨先天性穿孔. 中华外科杂志 1992；30：528.
37. 左其勇，等. 神经植入——方法学初探. 中华显微外科杂志 1988；11：79.
38. 申家兴，唐国华. 指屈肌腱腱纽的显微外科解剖. 解剖学杂志 1986；9：276.
39. 北京积水潭医院. 手外科学. 第1版. 北京：人民卫生出版社 1978.
40. 朱希，等. 正中神经在肘部和肘上部受压综合征的有关解剖结构. 中国临床解剖学杂志 1989；7：85.
41. 朱盛修. 周围神经显微外科修复的进展. 中华显微外科杂志 1991；14：17.
42. 朱盛修，王岩. 应用前臂骨间前神经移位修复鱼际肌支损伤. 中华显微外科杂志 1993；16：36.
43. 朱盛修，等. 松解术治疗周围神经嵌压征的疗效观察. 中华骨科杂志 1987;7:275.
44. 朱盛修. 周围神经损伤后的显微外科修复. 中华显微外科杂志 1989;12:173.
45. 朱家恺. 显微外科进展. 第1版. 合肥：安徽科学技术出版社 1989.
46. 刘方刚，等. 断指再植中的血管重建问题. 中华显微外科杂志 1990;13:108.
47. 刘潘，等. 游离趾间关节复合组织移植治疗创伤性指间关节强直. 手外科杂志 1991；7：3.
48. 刘兴炎，等. 采用静脉套接疗法重建腱鞘功能. 手外科杂志 1991；7：12.
49. 刘安民，等. 屈指肌腱损伤修复术后早期活动作用的实验研究. 解放军医学杂志 1990；15：102.
50. 刘安民，等. 指屈肌腱损伤修复时腱鞘重建的实验研究. 中华骨科杂志 1990；10：445.
51. 刘正津. 手部动脉的解剖. 临床应用解剖学杂志 1984；2：124.
52. 孙博，等. 第二足趾第二套供血系统探讨. 临床应用解剖学杂志 1984;2:129.
53. 孙博，等. 前臂桡侧岛状逆行旋转皮瓣静脉回流解剖学研究。临床应用解剖学杂志 1988；6：8.
54. 孙博，等. 第一跖背动脉与第一跖底动脉在趾蹼处吻合类型及临床意义. 临床应用解剖学杂志 1984；2：69.
55. 许永武，刘志祥. 改进的腹股沟轴型交叉皮瓣在手外科中的应用. 手外科杂志 1988；4：15.
56. 成红兵，侍德. 以指掌侧总动脉神经为蒂的中环指双岛状皮瓣移植重建拇指——附4例报告. 手外科杂志 1988;4:10.
57. 曲智勇，等. 实用手外科手术学. 第1版. 北京：人民军医出版社 1992.
58. 任晓平，等. 静脉蒂岛状皮瓣修复手指皮肤缺损. 中华显微外科杂志 1991；14：109.
59. 汤锦波，等. 游离移植腱鞘存活过程中的组织学研究. 中华外科杂志 1990；

28：473.
60. 汤锦波，等，新型吸收性材料 MAXON 缝合肌腱的实验研究. 手外科杂志 1991；7：100.
61. 汤锦波. 腱鞘移植修复屈指腱鞘的临床应用. 中华创伤外科杂志 1992；8：167.
62. 汤锦波，等. 各种伤情下屈肌腱的愈合及粘连形成——肌腱愈合新理论系统的探讨. 手外科杂志 1992；8：31.
63. 宋知非，等. 周围神经卡压征显微外科治疗. 中华显微外科杂志 1993；16：39.
64. 沈丽英，等. 肌电电生理检查在诊断尺神经肘部卡压中的应用. 上海医学 1991；14：565.
65. 沈丽英，等. 术中肌电电生理检测在治疗周围神经损伤中的价值. 中华手外科杂志 1993；9：28.
66. 沈丽英，顾玉东. 颈 7 神经根切断术后的肌电电生理改变. 中华显微外科杂志 1992；15：193.
67. 沈定国. 骨骼肌疾病. 第 1 版. 上海：上海科学技术出版社 1987.
68. 李承球，等. 前臂骨间背侧神经麻痹 10 例报告. 中华骨科杂志 1982；2：270.
69. 李炳万. 实用手外科学. 第 1 版. 长春：吉林人民出版社 1990.
70. 李杰，等. 前臂皮瓣血管的研究. 中国医科大学学报 1981；10：1.
71. 李柱田，等. 尺动脉逆行岛状皮瓣在修复手部创面中的应用. 创伤杂志 1986；2：129.
72. 李柱田，等. 筋膜蒂岛状皮瓣实验结果和 14 例临床报告. 吉林医学 1985；6：19.
73. 李贵存，等. 手功能评定标准专题讨论会纪要. 中华外科杂志 1990；28：476.
74. 李庆泰. 手外科检查. 第 1 版. 北京：北京科学技术出版社 1992.
75. 李铁一. 儿科 X 线诊断学 第 1 版. 天津：天津科学技术出版社 1992.
76. 李汉云，等. 手舟骨的形态、血供及临床意义. 临床解剖学杂志 1986；4：141.
77. 李崇杰，等. 吻合血管的组织移植修复手部脱套伤. 中华显微外科杂志 1992；15：79.
78. 吴祖祯，等. 前臂骨间后神经受压综合征的有关解剖学研究. 中国临床解剖学杂志 1993；11：13.
79. 吴德昌，李群. 手掌部拇指动脉的显微断层解剖学研究. 解剖学杂志 1992；15（增刊）：86.
80. 吴晋宝，等. 手的掌侧投影面积测定，解剖学报 1986；17：337.
81. 吴晋宝，等. 第一跖背动脉的分布和吻合. 临床解剖学杂志 1984；2：6.
82. 汪立鑫，等. 桡神经浅支的显微外科解剖. 解剖学杂志 1985；8：310.
83. 何光箎，等. 手的活体测量. 解剖学报 1966；9：147.
84. 何尚宽，等. 第二、三跖趾关节移植的应用解剖学. 中国临床解剖学杂志 1988；6：2.
85. 陆裕朴，等. 实用骨科学. 第 1 版. 北京：人民军医出版社 1991.
86. 张少成，等. 骨科显微外科手术的几点改进. 第二军医大学学报 1985；6：13.
87. 张成进，等. 利用生物组织粘合剂粘附植皮的动物实验与临床应用. 中华外科杂志 1992；30：499.
88. 张汇泉. 人体畸形学. 第 1 版. 北京：人民卫生出版社 1983.
89. 张正治，等. 腱旁组织有关的应用解剖. 中国临床解剖学杂志 1989；7：129.
90. 张正治，等. 指腱鞘滑膜的应用解剖研究. 中华外科杂志 1989；27：209.
91. 张正治，等. 屈指肌腱的血液供应及其

临床意义. 解剖学报 1990；21：12.
92. 张正治，等. 腱纽对肌腱血供的实验研究. 手外科杂志 1991；7：40.
93. 张光健，等. 吻合血管的腓深神经移植. 中华显微外科杂志 1987；10：150.
94. 张华，等. 肘桡侧弓与肘前区桡神经肌支的观察. 解剖学报 1984；15：343.
95. 张书琴，靳士信. 手和脚的屈肌腱解剖. 解剖学报 1982；13：47.
96. 张高孟，等. 尺动脉腕上皮支皮瓣12例报告. 中华显微外科杂志 1991；14：69.
97. 张高孟，等. 上肢严重皮肤撕脱伤的治疗. 手外科杂志 1991；7：19.
98. 张高孟，等. 上肢严重皮肤撕脱伤的治疗. 手外科杂志 1991；7：17.
99. 张高孟，等. 腹部S型皮瓣在手外科应用. 手外科杂志 1992；8：26.
100. 张功林，等. 前臂残端断指移位再植六例报告. 中华骨科杂志 1990；10：249.
101. 张建忠，等. 带血管蒂岛状皮瓣及静脉供血的静脉干皮瓣的应用. 中华显微外科杂志 1991； 14：108.
102. 张绍祥，等. 断掌再植的血管解剖学基础. 中国临床解剖学杂志 1989；7：200.
103. 张绍祥，等. 断掌再植的血管解剖学基础的进一步研究. 中国临床解剖学杂志 1992；10：161.
104. 张绍祥，等. 手掌及手背动脉的断面解剖与微机三维重建. 解剖学报 1991；22：7.
105. 张烽，侍德. 屈指肌腱的血供研究与临床价值. 手外科杂志 1991；7：35.
106. 张烽，等. 足背肌腱皮瓣修复手背肌腱皮肤缺损. 中华显微外科杂志 1993；16：51.
107. 张涤生，等. 手部皮肤全撕脱急诊处理探讨. 手外科杂志 1987；3：3.
108. 陈中伟，王琰. 足趾移植“再造手”. 中华外科杂志 1981；19：7.
109. 陈中伟，王琰. 踇趾皮肤趾甲瓣在再造拇指中的应用. 中华外科杂志 1982；20：707.
110. 陈家赣. 甲床损伤的显微外科修复. 中华显微外科杂志 1992；14：220.
111. 陈健民. 腱鞘再造肌腱移植治疗屈指肌腱损伤. 手外科杂志 1991；7：35.
112. 陈连申，郑怀仁. 104例中厚皮片在手部皮肤撕脱伤的应用. 手外科杂志 1992；8：109.
113. 杨开清. 成人上肢横断面研究. 解剖学通报 1982；5（增刊）：287.
114. 杨果凡，等. 前臂皮瓣游离移植（附56例报告）. 中华医学杂志 1981；13：691.
115. 杨志明. 带血管蒂组织瓣移位术. 第1版. 重庆：重庆出版社 1987.
116. 杨志明，等，断掌损伤特点与再植术. 中华骨科杂志 1981；1：33.
117. 杨玉增，李孝源. 指甲移植在伤指残端中的应用. 手外科杂志 1990；6：209.
118. 杨志贤，等. 急性拇指再造33例报告. 中华骨科杂志 1989；9：248.
119. 杨志贤，等. 吻合血管的组织移植治疗手部皮肤撕脱伤. 修复重建外科杂志 1989；3：105.
120. 范启申，等. 逆血流静脉皮瓣移植在手外科中应用. 手外科杂志 1988；4：12.
121. 范启申，等. 前臂骨间背动脉皮瓣切取的改进及在手外科中应用. 实用手外科杂志 1991；4：20.
122. 范启申，等，手部皮肤缺损急诊显微外科治疗. 中华显微外科杂志 1990；13：26.
123. 范启申，等. 感觉神经植入皮瓣重建感觉功能实验研究与临床应用. 中华整形

烧伤外科杂志 1992；8：193.

124. 范启申，等. 严重虎口挛缩的显微外科修复. 中华显微外科杂志 1990；13：106.

125. 宋铁生. 人体胚胎学. 第1版. 北京：科学出版社 1987.

126. 孟庆延，等. 骨间背侧皮瓣应用解剖. 中国临床解剖学杂志 1989；7：205.

127. 金一涛，等. 前臂逆行岛状筋膜瓣在手外科的应用. 中华外科杂志 1984；22：203.

128. 侍德. 皮瓣在手部创面的应用. 手外科杂志 1987；3：45.

129. 侍德，等. 手及前臂广泛软组织缺损的修复. 手外科杂志 1987；3：25.

130. 侍德，等. 腹部大型动脉皮瓣在修复手及前臂大面积严重软组织缺损的应用. 手外科杂志 1985；1：12.

131. 郑玉明，等. 带血管桡骨片逆向前臂皮瓣再造拇指12例报告. 中华骨科杂志 1986；6：7.

132. 钟世镇，张正治. 屈指肌腱的外科解剖学. 解放军医学杂志 1989；14：61.

133. 钟世镇，等. 手背肌腱的类型及变异. 解剖学报 1965；8：71.

134. 钟世镇，等. 正中神经的显微外科解剖学研究. 解剖学报 1980；11：337.

135. 钟世镇，等. 桡神经的显微外科解剖学研究. 解剖学报 1983；14：1.

136. 钟世镇，等. 神经干结构特点与缝合方法的关系. 中华显微外科杂志 1987；10：158.

137. 钟世镇，等. 尺神经的显微外科解剖学研究. 解剖学报 1981；12：346.

138. 钟桂午. 正中神经鱼际肌支高位分支一例. 中国临床解剖学杂志 1990；8：封底.

139. 钟汉柱，等. 吻合血管的腓浅神经移植修复正中神经长段缺损. 显微医学杂志 1985；8：158.

140. 俞光荣，等. 无人区屈指肌腱的显微缝合与深筋膜移植修复腱鞘. 手外科杂志 1990；6：122.

141. 俞寿民，等. 旋前圆肌综合征的应用解剖学. 中华骨科杂志 1985；5：184.

142. 费起礼. 骨间背侧神经受压综合征. 中华骨科杂志 1985；5：313.

143. 侯春林，等. 示指背侧岛状皮瓣修复拇指指端缺损. 第二军医大学学报 1984；5：305.

144. 侯春林，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；9：202.

145. 袁启明，等. 静脉血管蒂筋膜瓣存活的探讨. 中华显微外科杂志 1988；11：219.

146. 徐达传，等. 第一趾底动脉的外科解剖. 临床解剖学杂志 1986；4：65.

147. 徐达传，等. 踇趾甲复合瓣的解剖学基础。中国临床解剖学杂志 1989；7：12.

148. 徐永清，等. 氦-氖激光照射对损伤肌腱修复的影响. 解放军医学情报 1991；5：79.

149. 徐恩多. 局部解剖学. 第3版. 北京：人民卫生出版社 1989.

150. 徐恩多，等. 350例国人手血管的外科解剖. 中华骨科杂志 1983；3：377.

151. 徐峰. 人体断面解剖学图谱. 第1版. 北京：人民卫生出版社 1989.

152. 顾玉东，等. 臂丛根性撕脱伤的显微外科治疗. 中华显微外科杂志 1987；10：132.

153. 顾玉东，等. 足趾移植术中血管的变异及其处理. 中华外科杂志 1985；23：210.

154. 顾玉东，等. 腱侧颈神经根合并多种神

经移位治疗臂丛根性撕脱伤. 中华显微外科杂志 1991；14：129.
155. 顾玉东. 臂丛损伤术后功能评价. 手外科杂志 1990；6：73.
156. 顾玉东，等. 小鱼际皮瓣. 手外科杂志 1992；8：65.
157. 顾玉东. 臂丛神经损伤与疾病的诊治. 第1版. 上海：上海医科大学出版社 1992.
158. 高士濂. 实用解剖图谱. 四肢分册（上册）. 第1版. 上海：上海科学技术出版社 1980.
159. 高楚荣，等. 手屈肌腱断裂修复术后康复. 手外科杂志 1992；8：18.
160. 郭世绂，临床骨科解剖学. 第1版. 天津：天津科学技术出版社 1988.
161. 郭景华，等. 前臂岛状皮（骨）瓣修复手部软组织和骨缺损. 中华骨科杂志 1989；9：256.
162. 唐清文，等. 正中神经鱼际肌支和鱼际袢的观察，泸州医学院学报 1980；4：13.
163. 黄绥仁，等. 应用感觉神经电位和体感诱发电位诊断臂丛损伤. 手外科杂志 1987；3：31.
164. 韩霞，等. 尺神经中第七颈神经成份的行径及临床意义. 中国临床解剖学杂志 1987；5：68.
165. 鲁开化，等. 前臂桡动脉逆行皮瓣及其临床应用. 中华外科杂志 1982；20：695.
166. 鲁若迅，等. 肘管的解剖. 临床应用解剖学杂志 1984；2：92.
167. 彭正人，等. 带血管神经蒂斜行三角皮岛在指端损伤中的作用. 中华骨科杂志 1986；6：20.
168. 彭福荣，等. 静脉网动脉化足背皮瓣游离移植一期修复手背皮肤缺损. 中华修复重建外科杂志 1992；6：202.
169. 靳士信. 关于拇指的短肌. 中国解剖学年会论文摘要 I 1964；37.
170. 蒋电明，等. “反折型”筋膜皮下组织瓣修复肢体皮肤缺损。创伤杂志 1988；4：9.
171. 路奎元，王澍寰. 腱鞘壁层滑膜对肌腱粘连影响的实验研究. 中华外科杂志 1986；24：246.
172. 路来金，等. 手背逆行岛状皮瓣在手指修复中的应用. 手外科杂志 1991；7：61.
173. 路来金，等. 前臂骨间背侧动脉岛状皮瓣在手外科的应用. 实用手外科杂志 1987；1：15.
174. 蔡锦方，等. 异种胎神经移植修复周围神经缺损实验研究初步报告 中华显微外科杂志 1991；14：217.
175. 蔡锦方，王成琪. 小儿断指再植中的骨骺保护. 中华小儿外科杂志 1986；7：218.
176. 蔡锦方，等. 断指异位再植. 中华骨科杂志 1987；7：101.
177. 蔡锦方，等. 动静脉转流再植断指的血流流变学研究及临床应用. 中华显微外科杂志 1987；10：65.
178. 蔡锦方，等. 皮瓣移植修复全手皮肤缺损. 中华显微外科杂志 1989；12：228.
179. 裴国献，等. 带部分趾甲的趾甲皮瓣再造拇指. 创伤杂志 1989；5：165.
180. 潘映辐，等. 临床诱发电位学 第1版. 北京：人民卫生出版社 1988.
181. 潘达德，等. 掌部离断再植. 中华显微外科杂志 1988；11：193.
182. 戴棣华，等. 正中神经鱼际肌支的起始部位及鱼际肌的神经支配 解剖学通报 1981；4：49.
183. 松井猛. 人手指屈筋腱の微小血管学的

研究—正常腱の血管分布および腱やVin culaへの損傷が腱血管分布に及ぼす影響について—日整会志 1979; 53: 307.

184. 荒井孝和, 等. Vinculaの電子顕微鏡的観察所見について. 整形外科. 1974; 25: 1338.

185. 鴇田征夫, 等. 腱の解剖生理—特に修復と滑走について—災害医学. 1974; XVⅡ: 787.

186. 西川真史ほガ手関節 TFC (三角線維軟骨) 断裂症例の手関節鏡視及び鏡視下手術の適応についこ一考察関節鏡 1989, 14 (1): 47.

187. 奥津一郎ほか Universal Subcutaneous Endoscopeを用い太皮下鏡視下手術関節鏡 1987, 12 (1): 77.

188. Ablove R, et al. MRI measurement of morphologic changes after endoscopic carpal tunnel release. 46th annual meeting abstracts of american society for surgery of the hand 1991; 1.

189. Agee J C, et al. Endoscopic release of the carpal tunnel: A randomized prospective multicenter study. 45th annual meeting abstracts of american society for surgery of the hand. 1990; 9.

190. Alee D, et al. Radial sensory nerve entrapment in the forearm. J Hand Surg 1986; 11A: 199.

191. Amadio PC, et al. The effect of vincular injury on the results of flexor tendon surgery in zone Ⅰ. J Hand Surg 1985; 10A: 626.

192. Armenta E, Lehrman A. The vincula to the flexor tendons of the hand. J Hand Surg 1980; 5A: 127.

193. Azar CA, et al. Blood supply of the flexor pollicis longus tendon. J Hand Surg 1983; 8A: 471.

194. Bergfielt TG, Aulicino PL. Variation of the deep motor branch of the ulnar nerve at the wrist. J Hand Surg 1988; 13A: 368.

195. Biener E, et al. Total thumb reconstruction: a one-stage reconstruction using an osteocutaneous foream flap. Brit J Plast Surg 1983; 36: 52.

196. Blauth W. Congenital deformities of the hand: an atlas of their surgical treatment. Spring-Verlag Berlin heidelberg, New York 1981.

197. Boncke H J, et, al. The fate of autogenous whole joints transplanted by microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg 1967; 39: 333.

198. Bonell F, vila RM. Anatomical study of the ulnar nerve in the hand. J Hand Surg 1985; 10B: 165.

199. Bonnel F. Microscopic anatomy of the adult human brachial plexus: An anatomical and histological basis for microsurgery. Microsurgery 1984; 5: 107.

200. Brooks DM. Nerve compression syndroms. Bone Joint Surg 1963; 45B: 445.

201. Brunelli G. Directed neurotization of severely damaged muscles. J Hand Surg 1982; 7A: 572.

202. Boyes JH. Bunnell's Surgery of the hand. 4th. philadelphia: Lippincott company. 1964..

203. Brockis JG. The blood supply of the flexor and extensor tendons of the fingers in man. J Bone Joint Surg 1953; 35B: 131.

204. Burge PD, Brown M. Elastic band mobilisation after flexor tendon repair: Splint design and risk of flexion contracture. J Hand

Surg 1990; 15B: 443.

205. Capener N. The vulnerability of the posterior interossous nerve of the forearm. J Bone Joint Surg 1966; 48B: 770.

206. Charles RH, et al. The pronator teres syndrome: Compressive neuropathy of the median nerve. J Bone Joint Surg 1981; 63A: 885.

207. Chen Z W, et al. The study and clinical application of the osteocutaneous flap of fibula. J Microsurgery 1983; 4: 11.

208. Chris P, et al. Variations of the median nerve in the carpal canal. J Hand Surg 1987; 12A: 708.

209. Clark CB. Cubital tunnel syndrom. J A M A. 1979; 241: 801.

210. Chen H, et al. Coverage of the degloved thumb with twin neurovascular island flaps: a case report. Brit J Plast Surg 1986; 39: 255.

211. Chow JC. Endoscopic release of carpal ligament for carpal tunnel syndrome: 22-month clinical result. J Arthroscopic Related Surg 1990; 6: 288.

212. Cohen MJ, Kaplan L. Histology and ultrastructure of the human flexor tendon sheath. J Hand Surg 1987: 12A: 25.

213. Chow JA, et al. A combined regimen of controlled motion following flexor tendon repair in " no man's land". Plast Reconstr Surg 1987; 79: 447.

214. Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. Surg Gynecol Obstet 1961; 113: 409.

215. Cormack GC, et al. A classification of fasciocutaneous flaps according to their patterns of vascularization. Br J Plast Surg 1984; 37: 80.

216. Cormack GC,et al. The anatomical vascular basis of the axillary fasciocutaneous pedicled flap. Br J Plast Surg 1983; 36: 425.

217. Crenshaw A H. Campbell's operative orthopaedics. Eighth ed Mosby year Book ST. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Philadelphia, Sydney, Toronto, 1992.

218. Chase M D, et al. Atlas of hand surgery. First ed London. 1976.

219. Daniel R K, et al. The free transfer of skin flap by microvascular anastomoses. Plast Reconstr Surg 1973; 52: 16.

220. David P G. Operative hand surgery. Churchill Livingstone, New york, Edinburgh, London and Melbourne. 1982.

221. Delattre J F, et al. The mechanical role of the digital fibrous sheath: Application to reconstructive surgery of the flexor tendon. Anat clin. 1983; 5: 187.

222. Doyyle J R, Blythe W F. Anatomy of the flexor tendon sheath and pulleys of thumb. J Hand Surg 1977; 2A: 149.

223. Doyle J R. Anatomy of the finger flexor tondon sheath and pulley system. J Hand Surg 1988; 13A: 473.

224. Drape J L, et al. High resolution MRI of the normal finger at 0. 1 T: anatomic correlation. Surg Radiol Anat 1992; 14: 349.

225. Duthie R B, et al. Nercer's orthopaedic surgery. Seventh ed Arnold, London 1973.

226. Earley M J. The arterial supply of the thumb, first web and index finger and its surgical application. J Hand Surg 1986; 11B: 163.

227. Edward D A W. The blood supply and lym-

phatic drainage of tendons. J Anat 1946; 80: 147.

228. Erickson S J, et al. MR imaging of the finger: Correlation with normal anatomic sections. AJR 1989; 152: 1013.

229. Eades J W, Peacock E E. Autogenous transplantation of an interphalangeal joint and proximal phalangeal epiphysis. J Bone Joint Surg 1966; 48A: 775.

230. Erdelyi R. Reconstruction of ankylosed finger joints by means of transplantation of joints from the foot. Plast Reconstr Surg 1963; 31: 140.

231. Felrow K O. Practical & important variations in sensory nerve supply to the hand. Hand 1970; 2: 178.

232. Flym J E. Hand surgery. 3rd Ed. Williams & Wikings Baltimore, London 1982.

233. Freeman B A. Growth studies of transplanted epiphyses. Plast Reconstr Surg 1959; 23: 584.

234. Ganos D, et al. Diagnostic and long-term therapeutic efficacy of wrist arthroscopy. 45th annual meeting abstracts of american society for surgery of the hand 1990, 59.

235. Gajisin S, et al. Vascularization of the extensor apparatus of the fingers. J Anat 1983; 137: 315.

236. Garner W L, et al. Autonomous healing of chicken flexor tendons in vitro. J Hand Surg 1988; 13A: 679.

237. Gelberman R H, et al. Flexor tendon healing and restoration of the gliding surface. J Bone Joint Surg 1983; 65A: 70.

238. Graham W A, Transplantation of joints to replace diseased or damaged articulations in hands. Am J Surg 1954; 88: 136.

239. Hagberg L, et al. The contents of macromolecule solutesin flexor tendon sheath fluid and their relation to synovial fluid. J Hand Surg 1992; 17A: 167.

240. Harii K. Report of the subcommittee on microvascular flaps. J Hand Surg 1983; 8A: 734.

241. Harri C, Rutledge G L. The functional anatomy of the extensor mechanism of the finger. J Bone Joint Surg 1972; 54A: 713.

242. Hergenroeder P T, et al. Vascularity of the flexor pollicis longus tendon. Clin Orthp Relat Res 1982; 16: 298

243. Hunter J M. Tendon surgery in the hand. lst cd ST. Louis. Mosby Co. 1987.

244. Hurwitz P J. Experimental transplantation of small joints by microvascular anastomosis. Plast Reconstr Surg 1979; 64: 22.

245. Ikeda A, et al. Arterial patterns in the hand based on a three-dimensional analysis of 220 cadaver hands. J Hand Surg 1988; 13A: 501.

246. Jelicic N, et al. Arcus Palmaris superficialis. Acta Anat 1988; 132: 178.

247. Jupiter J B, et al. Results of flexor tendon tenolysis after replantation in the hand. J hand Surg 1989; 14A: 35.

248. Kapandji, I A. The physiology of the joints. Churchill Livingstone 1982.

249. Kilgore E S, Graham W P. The hand surgical and non-surgical management. London Henry Kimpton Publishers. 1977.

250. Kutz T E. Methods and concepts in hand surgery. lst ed. London: Butterworths. 1986.

251. Lampe E M, et al. Surgical anatomy of the hand. Clin Symp 1988; 40: 1.

252. Lane J M, et al. Gliding function following

flexor tendon injury. J Bone Joint Surg 1976; 58A: 985.

253. Leffert R D, et al. The vincula. J Bone Joint Surg 1974; 56A: 1191.

254. Leung P C. Pincer reconstruction using second toe transplantation. J Hand surg 1987; 12B: 159.

255. Libersa C I, et al. The arterial supply to the palm of the hand. Anat clin 1982; 4: 33.

256. Leslie B M, et al. Digital anatomy diameters: an anatomic and clinical study. J Hand Surg 1987; 12A: 740.

257. Landsmeer J M F. Atlas of anatomy of the hand. Edinburgh, London, New york, Churchill livingstove. 1976.

258. Lister G D, Tonkin M. The results of primary flexor tendon repair with closure of the tendon sheath. J Hand Surg 1986; 11A: 767.

259. Lucas G L. The pattern of venous drainage of the digits. J Hand surg 1984; 9A: 448..

260. Littler J W. The finger extensor mechanism. Surg Clin North Am 1967; 47: 415.

261. Lundborg G, Myrhage R. The vascularization and structure of the human digital tendon sheath as related to flexor tendon function. Scand J Plast Reconstr Surg 1977; 11: 195.

262. Lundborg G. The vascularization of the human flexor pollicis longus tendon. Hand 1979; 11: 28.

263. Lundborg G, et al. The role of the synovial fluid and tendon sheath for flexor tendon nutrition. Scand J Plast Reconstr Surg 1980; 14: 99.

264. Matloub H S, et, al. Venous anatomy of the thumb. J Hand Surg 1991; 16A: 1063.

265. MacMillan M, et al. An experimental flexor tendon repair in zone Ⅱ that allows immediate postoperative mobilization. J Hand Surg 1987; 12A: 582.

266. Mahaffey P J, et al. The degloved hand immediate complete restoration of skin cover with a contralateral forearm free flap. Br J Surg 1985; 38: 101.

267. Maske P R, Lesker P A. Strength of human pulleys. Hand 1977; 2: 147.

268. Maxwell G P, et al. Experience with thirteen latissimus dorsi myocutaneous free flaps. Plast Reconstr Surg 1979; 64: 1.

269. May E J, et al. The correlation between controlled range of motion with dynamic traction and results after flexor tendon repair in zone Ⅱ. J Hand Surg 1992; 17A: 1133.

270. mcGinty J B, et al. Operative arthroscopy. Raven Press, New york 1991;.

271. Meals R A, et al. Current concepts review flexor tendon injuries. J Bone Joint Surg 1985; 67A: 817.

272. Middleton W D, et al. MR imaging of the normal elbow: anatomic correlation. AJR 1987; 149: 543.

273. Middleton W D, et al. MR imaging of the finger: correlation with normal anatomic sections. AJR 1989; 152: 1013.

274. Minic I D. Age changes in the triangular fibrocartilage of the wrist. J Anat 1978; 126: 367.

275. Moor K L. The developing human clinical oriented embryogy. 3rd ed. London W. B Seunder Company 1982.

276. Morrison W A. Microvascular segmental thumb reconstruction. Br J Plast Surg

1980; 33: 14.

277. Moss S H, et al. Digital venous anatomy. J Hand Surg 1985; 10A: 473.

278. O'brien B Mc C, et al. Simultaneous double toe transfer for severely disabled hands. Hand 1978; 10: 233.

279. O'brien B Mc C, et al. Free vascularized small joint transfer to the hand. J Hand Surg 1984; 9A: 634.

280. Ochiai N, et al. Vascular anatomy of flexor tendons. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath J Hand Surg 1979; 4A: 321.

281. Osterman A L. Arthroscopy debridement of triangular fibrocartilage complex tears. J Arthroscopy Related Surg 1990; 6: 120.

282. Palmer A K, Werner F W. The triangular fibrocartilage complex of the wrist: Anatomy and function. J Hand Surg 1981; 6A: 153.

283. Palmer A K, et al. Wrist arthroscopy; The value of the three compartment injection method. 46th annual meeting abstracts of american society for surgery of the hand 1991; 85.

284. Palmer A MK. Triangular fibrocartilage disorders: injury patterns and treatment. J Arthroscopy Related Surg 1990; 6: 120.

285. Panvea-Holevich E. Further experience with the bipedicled neurovascular island flap in thumb reconstruction. J Hand Surg 1991; 16A: 594.

286. Pennington D G, et al. The locking loop tendon suture. Plast Reconstr Surg 1979; 63: 648.

287. Peter C, et al, Entrapment of ulnar nerve by the deep flexopronator aponeurosis, J Hand Surg 1986; 11A: 83.

288. Peterson W W, et al. The effect of flexor sheath integrity on nutrient uptake by primate flexor tendon. J Hand Surg 1986; 11A: 413.

289. Romanes G J. Cunningham's manual of practical anatomy. Vol 1. 14ed. London: Oxford University Press. 1984:

290. Rose E H. Local arterialized island flap coverage of difficult hand defects preserving donor digit sensibilty. Plast Reconstr Surg 1983; 72: 848.

291. Roth J H, et al. Arthroscopic "Ectomy" surgery of the wrist. J Arthroscopic Related Surg 1990; 6: 2, 141.

292. Rowntree T. Anomalous innervation of the hand muscles. J Bone Joint Surg 1949; 31B: 505.

293. Saldana M J, et al. Flexor tendon repair and rehabilitation in zone Ⅱ open sheath technique versus closed sheath technique. J Hand Surg 1987; 12A: 110.

294. Semin B, et al. Experimental studies in the surval of venous island flaps without arterial inflow. Plast Reconstr Surg 1985; 75: 88.

295. Seyfer C A E, et al. Effects of unrestricted motion on healing: A study of posttraumatic adhesions in primate tendons. Plast Reconstr Surg 1989; 83: 122.

296. Silfverskiold K L, et al. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone Ⅱ: A prospective clinical study. J Hand Surg 1992; 17A: 539.

297. Singer D I, et al. Comparative study of vascularized and nonvascularized tendon grafts for reconstruction of flexor tendon in zone Ⅱ: An experimental study in primates. J Hand Surg 1989; 14A: 55.

298. Smith P J, Jones B M. Free vascularized transfer of a metarsophalangeal joint to the hand: A clinical study. J Hand Surg 1985; 10B: 109.

299. Smith R V. Struthers ligament; a source of median compression above the elbow. J Neurosurg 1973; 38: 778.

300. Smith D O, et al. The digital venous drainage of the fingers. J Hand Surg 1991; 16A: 303.

301. Smith J W. Blood supply of tendons. Am J Surg 1965; 109: 272.

302. Spinner M. The areade of Frohse and its relationship of posterior interossous nerve paralysis. J Bone Joint Surg 1986; 50B: 809.

303. Spinner M. Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand. 3nd ed. London: J B lippincott Co 1984.

304. Stephen M. Posterior interossous nerve polse caused by gautions of proximal radioulner joint. J hand Surg 1988; 13A: 715.

305. Strauch B, Wilson D M. Arterial system of the fingers. J Hand Surg 1990; 15A: 148.

306. Strauch B, Moura W. Digital flexor tendon sheath: An anatomic study. J Hand Surg 1985; 10A: 785.

307. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. J Hand Surg 1976; 1A: 110.

308. Taylor G L. The free vascularized nerve graft: A further experimental and clinical application of microvascular techniques. Plast Reconstr Surg 1976; 57: 413.

309. Taylor W A, Townsend P. Composite free flap and tendon transfer: Anatomical study and clinical technique. Br J Plast Surg 1979; 32: 170.

310. Tolhurst D E, et al. The development of the fasciocutaneous flap and its clinical application. Plast Reconstr Surg 1983; 71: 593.

311. Tsai T M, et al. Vascularized autogenous whole joint transfer in the hand-a clinical study. J Hand Surg 1982; 7A: 335.

312. Tonkin M, Lister G. Flexor tendon surgery-today and looking ahead. Clin Plast Surg 1986; 13: 221.

313. Tubiana R, valentin P. The anatomy of the extensor apparatus of the fingers. Surg Clin North Am 1964; 44: 897.

314. Wallace W A. The arrangement of the digital nerves with in the human thumb & index fingers. J Anat 1974; 118: 381.

315. Weathersby H T. The artery of the index finger. Anat Rec 1955; 122: 57.

316. Weigle K, Spiea E. The triangular fibrocartilage of the wrist joint. Recoustr Surg Traumat 1969; 11: 139.

317. Wilson J N. Epiphyseal transplantation (a clinical study). J Bone Joint Surg 1966; 48A: 245.

318. Wray R C, et al. Free vascularized whole joint transplants with united epiphyses. Plast Reconstr Surg 1981; 76: 519.

319. Wiliams P L. Gray's anatomy. 37d. British library Cataloguing in Publication Data. 1989.

320. Yamano Y. Replantation of the amputated distal part of the fingers. J Hand Surg 1985; 10A: 211.

321. Yehia SAR, Duncan H. Synovial fluid analysis. Clin Orthop Related Res 1975; 107: 11.

322. Yoshio Nakayama, et al. Flap nourished

by arterial inflow through the venous system an experimental investigation. Plast Reconstr Surg 1981; 67: 328.

323. Zancolli E. Structural and dynamic bases of hand surger. 2nd ed. Philadelphia and toronto. Lippincott company. 1979.

324. Zbrodowski A, et al. Vascularization and anatomical model of the mesotendons of the extensor digitorum and extensor indicis muscles. J Anat 1980; 130: 697.

325. Zbrodowski A, Grodecki J. Mesotendons of digital flexor muscles and their vasculature. Hand 1981; 13: 231.

326. Zbrodowski A, et, al. The anatomy of the digitopalmar aroches. J Bone Joint Surg 1981; 63B: 108.

327. Zhang Z Z, et al. Blood supply of the flexor digital tendon in the hand and its clinical significance. Surg Radiol Anat 1990; 12: 113.

328. Zhang SX, et al. Micro-computerized three-dimensional reconstruction of the palmar arteries and its clinical significance. J Med Coll PLA 1990; 5: 203.

329. Zhang SX, et al. Basic vascular anatomy and the reimplantation of of the amputated hand through the palm. Surg Radiol Anat 1990; 12: 241.

330. Zhong SZ. Clinical microsurgical anatomy. 1sted. Hong kong: Med info publishing company 1991.

331. Zlatkin M B, et al. Cross-sectional imaging of the capsular mechanism of the glenohumeral joint. AJR 1988; 150: 151.