

陈中伟

主编

周围神经损伤基础 与临床研究

山东科学技术出版社

周围神经损伤基础 与临床研究

主 编 陈中伟

山东科学技术出版社

周围神经损伤基础与临床研究

主 编 陈中伟

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路 16 号 邮编 250002)

山东科学技术出版社发行

(济南市玉函路 16 号 电话 2014651)

山东人民印刷厂印刷

*

787mm×1092mm16 开本 24.75 印张 4 插图 550 千字

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1—2000

ISBN 7—5331—2337—9

R·702 定价 60.00 元

山东省泰山科技专著出版基金会

名誉会长 赵志浩 宋木文 陆懋曾 伍 杰

卢鸣谷 董凤基 宋法棠

会 长 陈光林 石洪印

副 会 长 宋桂植 何宗贵 吕可英 车吉心
孙肇琨 王为珍（常务副会长）

秘 书 长 王为珍（兼）

副秘书长 尹兆长

理 事 （以姓氏笔画为序）

王为珍 王凤起 尹兆长 刘韶明

李道生 李德泉 张传礼 陈 刚

蒋玉凤

评审委员会 （以姓氏笔画为序）

王思敬 卢良恕 师昌绪 吴阶平

杨 乐 何祚庥 汪成为 高景德

唐敖庆 蔡景峰 戴念慈

主 编 陈中伟

副 主 编 陈峥嵘

撰写人员

陈中伟	上海医科大学中山医院骨科	中国科学院院士、教授
顾玉东	上海医科大学华山医院手外科	中国工程院院士、教授
卢世璧	中国人民解放军总医院骨科	中国工程院院士、教授
陈峥嵘	上海医科大学中山医院骨科	教授、博士生导师
侯春林	上海长征医院骨科	教授、博士生导师
王克强	上海医科大学解剖教研室	教授、博士生导师
张光健	上海医科大学中山医院骨科	教授
陈统一	上海医科大学中山医院骨科	教授
黄绥仁	上海医科大学中山医院肌电图室	教授
胡永成	中国人民解放军总医院骨科	主治医师
张子军	中国人民解放军总医院骨科	主治医师
张 键	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
王毅超	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
姜南春	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
费琴明	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
王德春	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
周建平	上海医科大学中山医院骨科	主治医师
阎作勤	上海医科大学中山医院骨科	主治医师
陈云苏	上海医科大学中山医院骨科	博士、主治医师
松田英雄	日本大阪市立大学医学院矫形外科	医学博士

Professor Julia K. Terzis Eastern Virginia Medical School, U. S. A.

Professor David T. W Chiu Columbia University New York, U. S. A.

Professor Berish Strauch Editor in chief of Journal of Reconsructive
Microsurgery U. S. A.

Professor Hanno Millesi 1stSurgical Clinic, University of Vienna Medical
School and Ludwing Boltzman institute,
Vinenna Austria.

我们的希望

进行现代化建设必须依靠科学技术。作为科学技术载体的专著，正肩负着这一伟大的历史使命。科技专著面向社会，广泛传播科学技术知识，培养专业人才，推动科学技术进步，对促进我国现代化建设具有重大意义。它所产生的巨大社会效益和潜在的经济效益是难以估量的。

基于这种使命感，自 1988 年起，山东科学技术出版社设“泰山科技专著出版基金”，成立科技专著评审委员会，在国内广泛征求科技专著，每年补贴出版一批经评选的科技著作。这一创举已在社会上引起了很大反响。

1992 年，在山东省委、省政府的支持下，在原“泰山科技专著出版基金”的基础上，由山东省出版总社、山东省科学技术委员会和山东科学技术出版社共同成立了“山东省泰山科技专著出版基金会”，并得到企业界的热情赞助，为资助学术专著的出版提供了更加可靠的保证。

但是，设基金补助科技专著出版毕竟是一件新生事物，也是出版事业的一项改革。它不仅需要在实践中不断总结经验，逐步予以完善；同时也更需要社会上有关方面的大力扶植，以及学术界和广大读者的热情支持。

我们希望，通过这一工作，高水平的科技专著能够及早问世，充分显示它们的价值，发挥科学技术作为生产力的作用，不断推动社会主义现代化建设的发展。愿基金会支持出版的著作如泰山一样，耸立于当代学术之林。

泰山科技专著评审委员会

1992 年 12 月

前 言

在当今医学领域内，周围神经损伤已成为创伤外科中一个十分重要的部分。无论在战争还是在和平环境中，周围神经损伤患者都占有相当数量。周围神经损伤后，症状严重，痊愈的可能性较小，所以此损伤所造成的病残率极高。

由于神经组织特定的条件，周围神经损伤后再生的修复十分困难，自 19 世纪末以来始终为各国专家所关注。近 20 年来有关这个课题的研究更趋活跃，有的国家已成立专科学会，如美国周围神经学会（American Society for Peripheral Nerve）。我国自 1988 年起在周围神经损伤后修复这一专题内无论在临床和实验室都做了大量的工作，并取得了很多令国际同类学科的专家们密切注意的成绩。

本书旨在通过对周围神经的解剖、周围神经损伤的诊断、治疗，周围神经损伤后的病理生理、周围神经损伤后影响其再生修复的因素、周围神经损伤后肢体功能重建及康复，以及周围神经损伤国内外最新研究成果等，作一个较系统的介绍。另外本书还对如何开展周围神经损伤再生修复的实验研究作专门介绍。

本书由国内最有经验的有关方面的专家、教授共同编写，编者还邀请了美国、奥地利、日本著名神经外科教授 Hanno Millesi、Terzis、Strauch、David T. W.、松田英雄教授等撰写有关章节，使本书内容更为精彩丰富。

随着周围神经损伤这一领域的研究工作日趋活跃，参加者将会愈来愈多，相信本书的出版将大大推进我国在周围神经损伤这一领域的工作蓬勃发展。

陈中伟

1998 年 7 月

目 录

第一章 周围神经分布类型和周围神经损伤诊断方法	(1)
第一节 上肢神经解剖及变异	王克强 (1)
第二节 下肢神经解剖及变异	王克强 (10)
第三节 感觉功能测定方法	陈峥嵘 姜南春 张 键 (22)
第四节 运动功能测定方法	姜南春 陈峥嵘 (31)
第五节 电生理学诊断	黄绥仁 (37)
第六节 特殊诊断技术	陈统一 (62)
第七节 诊断性神经阻滞	费琴明 陈峥嵘 (72)
第二章 周围神经损伤的缝合方法	(79)
第一节 周围神经外科四十二年回顾	Hanno Millesi (奥地利) 姜南春 译 (79)
第二节 周围神经的手术显露	周建平 张光健 (84)
第三节 神经外膜的修复	陈中伟 (110)
第四节 神经束的修复	陈中伟 (116)
第五节 神经缺损的处理	陈中伟 (122)
第六节 神经移植的适应证、方法和预后	陈中伟 (128)
第七节 自体静脉套接修复神经缺损	David T. W. (美国) Strauch (美国) 张 键 译 (133)
第八节 神经粘合剂修复神经损伤	陈峥嵘 陈云苏 (137)
第九节 电生理测定在神经损伤后修复手术中的应用	松田英雄 (日本) 陈统一 译 (139)
第三章 不同创伤类型与部位所引起的周围神经损伤	(162)
第一节 周围神经火器伤的病理改变	胡永成 卢世璧 (162)
第二节 周围神经撕裂损伤	卢世璧 胡永成 (167)
第三节 急慢性神经挤压伤的病理改变	卢世璧 (175)
第四节 注射性周围神经损伤	张子军 卢世璧 (180)
第五节 烧伤与电击伤所致周围神经损伤	张子军 卢世璧 (188)
第六节 颅神经损伤	胡永成 卢世璧 (195)
第七节 未经处理过的周围神经损伤	卢世璧 (210)

第八节 臂丛神经损伤	顾玉东 (217)
第九节 上肢神经损伤的处理	顾玉东 (227)
第十节 上肢神经卡压症	陈峥嵘 (232)
第十一节 下肢神经损伤的处理	王德春 陈峥嵘 (242)
第十二节 下肢神经卡压症	陈峥嵘 (249)
第四章 周围神经损伤后的康复和功能重建	(257)
第一节 周围神经损伤后的感觉再教育	陈统一 (257)
第二节 带蒂神经血管的岛状皮瓣	侯春林 (267)
第三节 足部带血管神经皮瓣修复手部感觉	侯春林 (273)
第四节 臂丛损伤后肩和肘部功能的重建	顾玉东 (275)
第五节 肌腱移位重建周围神经损伤后前臂和手的功能	张 键 (281)
第六节 带血管的游离肌肉移植	费琴明 陈峥嵘 (297)
第七节 肢体感觉缺失的处理	陈峥嵘 阎作勤 (304)
第八节 肌腱转移重建小腿和足部功能	陈峥嵘 费琴明 (308)
第五章 周围神经损伤后修复再生的实验研究	(314)
第一节 周围神经再生的形态学研究	陈中伟 张 键 (314)
第二节 周围神经微循环的研究	张 键 (319)
第三节 周围神经轴浆转运的研究	张 键 (324)
第四节 神经再生过程中的神经营养、神经诱向与特异性再生	张 键 陈中伟 (330)
第五节 雪旺细胞在周围神经再生中的作用	张 键 陈中伟 (337)
第六节 周围神经对损伤的反应和再生	张 键 (341)
第七节 动物周围神经再生的实验研究模型	张 键 陈中伟 (346)
第六章 神经修复的过去、现在与未来	Terzis (美国) 王毅超 译 (354)
参考文献	(365)
索引	(378)

第一章 周围神经分布类型和周围神经损伤诊断方法

第一节 上肢神经解剖及变异

上肢的神经主要来自臂丛 (brachial plexus)。

一、臂丛的解剖

臂丛由下位 4 根颈神经 ($C_5\sim_8$) 的前支与第 1 胸神经 (T_1) 前支的大部分组成。臂丛的 5 个神经根, 多半先经椎动脉后方及前、后横突间肌之间穿出, 继续向外下行走, 并于前斜角肌与中斜角肌之间的斜角肌间隙走出。一般第 5、6 颈神经于中斜角肌外侧缘处合成上干, 第 7 颈神经单独成中干, 第 8 颈神经与第 1 胸神经在前斜角肌止点的后上方合成下干。在锁骨上方各干又分别分为前、后两股, 因此上述三干将分成六股, 继续向外下方经锁骨后方, 然后进入腋窝。上、中两干的前股合成外侧束, 位于腋动脉的外侧。上、中、下三干的后股合成后束, 位于腋动脉的后上方, 下干的前股单独成一内侧束, 此束先走在腋动脉后内方, 后转到腋动脉的内侧。

臂丛在穿斜角肌间隙时, 位于锁骨下动脉后、上方, 当行至颈外侧三角的颈根部, 其表面有颈阔肌、锁骨上神经及颈固有筋膜覆盖, 还有颈外静脉、颈横动脉及静脉、锁骨下神经、肩胛上静脉、肩胛舌骨肌下腹均在此丛的浅面经过。臂丛经锁骨及锁骨下肌后方即进入腋窝上口, 入腋窝后在胸小肌后方, 其三束分别位于腋动脉的后、内、外侧, 被包在腋动脉鞘内。该鞘位于喙肱肌的后内方, 在胸小肌下缘, 臂丛的三个束分出若干分支支配上肢。

据中国人体调查资料, 臂丛由 $C_4\sim T_1$ 组成约占 53.2%; 由 $C_4\sim T_2$ 组成约占 10.5%; 由 $C_5\sim T_1$ 组成约占 24.2%; 由 $C_5\sim T_2$ 组成约占 12.1%。如仅以臂丛的三干和三束为依据, 与一般教科书描述相同, 均归为正常型臂丛, 约占 83.8% (图 1—1)。

二、臂丛的变异

通常认为, 只要臂丛干、股、束的任何一部分的数目和编排上与上述正常型臂丛的描述有不同者即为变异型臂丛, 据统计约占 16.2% (图 1—2)。

有时臂丛的根可较正常型臂丛高一个节段 (第 4 颈神经前支), 称为“前置型”臂丛, 或低一个节段 (第 2 胸神经前支), 称“后置型”臂丛, 均不属变异臂丛范围, 所以通常在叙述臂丛分型时不考虑参加臂丛神经根情况, 而把“前置型”臂丛归为正常臂丛的 I 型, 因为它的三干和三束与正常型相同。

变异型臂丛又可分成两大类, 即干变异型臂丛和股、束变异型臂丛。

1. 干变异型臂丛: 以臂丛干变异为主, 凡不符合三干正常排列或组成方式, 而束

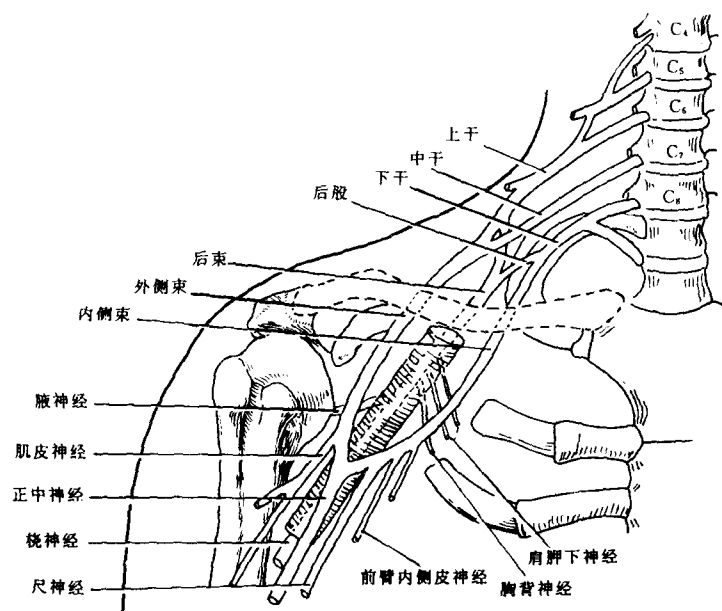


图 1-1 臂丛组成模式图

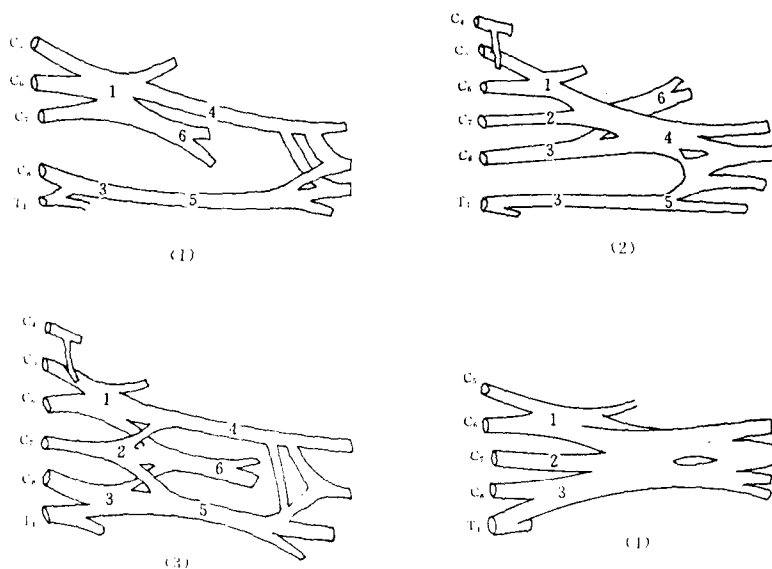


图 1-2 变异臂丛

- (1) 两干型 (2) 四干型 (3) 中干双前股（股、束变异） (4) 三干单束（股、束变异）
1. 上干 2. 中干 3. 下干 4. 外侧束 5. 内侧束 6. 后束

与正常丛相似，为干变异型。干变异型的出现率约占 5.1%。以干的数目不同又可分为两干、四干型及三干型（此型指三干组成有变异）。两干型约占 1.6%，它又可分为两型：①可以 $C_{5,6}$ 组成上干， $C_{7,8}$ 和 T_1 组成下干，约占 0.4%；②由 C_{5-7} 组成上干， C_8

和 T_1 组成下干约占 1.3%。四干型约占 2.9%，它又可分为四型：①以 C_{4-6} 为上干， C_7 为中干， C_8 和 T_1 各自构成一干，约占 0.3%；②以 C_{4-6} 为上干， C_7 和 C_8 各成一干， $T_{1,2}$ 构成一干，约占 0.3%；③以 $C_{5,6}$ 为上干， C_7 为中干， C_8 和 T_1 各自构成一干，约占 2%；④以 $C_{5,6}$ 为上干， C_7 为中干， C_8 单独成一干， $T_{1,2}$ 成下干，约占 0.4%。三千型约占 0.6%，它又可分为三型：①以 $C_{4,5}$ 为上干， $C_{6,7}$ 为中干， C_8 和 T_1 为下干，约占 1%；②以 $C_{5,6}$ 为上干， $C_{7,8}$ 为中干， T_1 为下干，约占 3%；③以 $C_{5,6}$ 为上干， $C_{7,8}$ 为中干， $T_{1,2}$ 为下干，约占 0.3%。

2. 股、束变异型臂丛：臂丛的三千属正常，但股、束在数目和编排上有变异，其出现率约占 11.1%。该变异类型有 15 型之多：①中干发双前股，然后分别加入内、外侧束，约占 4.4%；②中干发双前股，两股均加入外侧束，约占 0.1%；③中干发双前股，两股均加入内侧束，约占 0.1%；④中干的前股全部加入内侧束，约占 0.4%；⑤中干无后股，后束未形成，约占 0.1%；⑥下干发双前股，分别加入内、外侧束，约占 0.6%；⑦下干无后股，后束未形成，约占 0.5%；⑧下干后股外移，直接加入桡神经，约占 0.1%；⑨上干发双后股，全部参加后束，约占 0.1%；⑩上干后股与中干结合后再分前、后股，约占 0.4%；⑪ C_8 部分纤维参加外侧束，约占 0.1%；⑫内、外侧束结合为前束，中、下干后股结合后再与上干后股组成后束，约占 1.1%；⑬外侧束未形成，只是上、中干前股平行地向外前进，约占 0.4%；⑭后束分成上、下或前、后两束，约占 0.8%；⑮外侧束、内侧束及后束融合成扁带状的单束，约占 1%。此外尚有报道单束臂丛的存在。国内有关单束臂丛报道已有 12 例。

三、臂丛的分支

臂丛的分支可从其根和干上发出，而许多重要的分支都由束上发出。但股上通常无分支。根、干发出的分支，因位于锁骨上部，故又称锁骨上分支，而束上发出的分支，均位于锁骨下，故又称为锁骨下分支，这些分支是支配上肢肌群的神经。

1. 锁骨上分支：它是指从上干或 C_{5-7} 神经根上发出的神经或交通支。

(1) 与交感神经有关的交通支： $C_{5,6}$ 的前支接受颈中神经节的灰交通支， $C_{7,8}$ 的前支接受颈下神经节的灰交通支。有时交感干的 T_2 神经节发出的灰交通支可随下神经前支加入臂丛，该神经称 Kuntz's nerve。

(2) 与膈神经有关的交通支：一般在前斜角肌外侧缘， $C_{5,6}$ 神经纤维可参加此交通支，或来自锁骨下神经分支在胸廓上口加入膈神经，通常所指的副膈神经就是该神经支。

(3) 肌支（为前、后两组）：前组又可分为两支：①来自 C_{5-8} 的神经，刚出椎间孔即支配前斜角肌与颈长肌；②锁骨下神经（subclavicular nerve）来自 $C_{5,6}$ 神经支配锁骨下肌，并可参与副膈神经组成。后组可分为四支：①来自 C_{5-8} 神经，刚出椎间孔即支配中、后斜角肌；②肩胛背神经（dorsal scapular nerve），来自 C_4 小部分及 C_5 神经，向后下越过中斜角肌表面与副神经平行，至肩胛下肌和大、小菱形肌；③胸长神经（long thoracic nerve），来自 C_{5-7} 神经经中斜角肌前面，在前斜角肌上部， C_{5-7} 神经合成一干下降，经臂丛和腋动脉第一段后面入腋腔，支配前锯肌；④肩胛上神经（suprascapular nerve），来自 $C_{5,6}$ 神经，向外下行，与肩胛骨上缘平行，在斜方肌及肩胛舌骨肌深面，

至肩胛上切迹与肩胛上动脉毗邻,两者以肩胛横韧带相隔,神经多半在韧带下方,经冈上窝,支配冈上、下肌及肩关节。

2. 锁骨下分支:均起于臂丛的三个束,也可分为前、后两个组。前组由起于内侧束上的胸前内侧神经、正中神经内侧根、尺神经、臂内侧皮神经、前臂内侧皮神经和起于外侧束上的胸前外侧神经、正中神经外侧根及肌皮神经组成。后组由起于后束上的桡神经、腋神经、上肩胛下神经、下肩胛下神经及胸背神经组成。

(1) 胸前神经:系支配胸大、小肌的神经。该神经以起点不同分为两部分:①胸前外侧神经(lateral pectoral nerve):起于臂丛外侧束,来自C_{5~7}神经前支,跨过腋动脉、腋静脉的前方,穿胸小肌与锁骨下肌之间的锁胸筋膜,支配胸大肌。该神经还可发出小支与胸前内侧神经在腋动脉第一段的前方连成一个神经袢(ansa),袢再发支,支配胸小肌;②胸前内侧神经(medial pectoral nerve):起于臂丛内侧束,来自C₈及T₁神经的前支,在胸小肌深面进入该肌支配胸小肌,尚有数支穿胸小肌或在该肌下缘发支支配胸大肌,从而可认为是全部胸大肌的神经支配。自锁骨部至胸肋部,依次为C₅、C₆、C₇、C₈及T₁神经的前支。

(2) 臂内侧皮神经(medial cutaneous nerve of the arm):起于臂丛内侧束,来自C₈及T₁神经前支,该神经先位于腋动、静脉之间深面,后走在腋静脉内侧,并在此可与第2肋间穿出的肋间臂神经相交通,下行至臂内侧中点附近,穿臂部深筋膜达浅筋膜。分布于臂内侧下1/3的皮肤,其末梢可达肱骨内上髁及鹰嘴附近皮肤,并有分支与前臂内侧皮神经的后支交通。如该神经缺如,则由肋间臂神经或桡神经的臂后皮神经分支所代替,但为数不多。其变异,除大多数来自内侧束(85%左右)外,可来自肋间臂神经、臂丛下干或下干的后股、桡神经或前臂内侧皮神经后支。

(3) 前臂内侧皮神经(medial cutaneous nerve of the forearm):起于臂丛内侧束,来自C₈及T₁,是位于腋动、静脉间的间隙内较细长的一根神经,其背面(深面)是一条粗大的尺神经,在腋静脉内侧是臂内侧皮神经。前臂内侧皮神经达臂中、下1/3处附近从深筋膜穿出,于浅筋膜中分为前支(掌支)和后支(尺侧支)。前支分布于前臂前面的内侧至腕部皮肤,它与尺神经的前臂分支掌皮支有交通。后支分布于前臂后侧皮肤,并可与臂内侧皮神经、前臂背侧皮神经及尺神经手背支有交通。其变异,除大多数来自内侧束(95%左右)外,可来自臂丛下干、下干后股、前束或单束臂丛。

(4) 胸背神经(thoracodorsal nerve):起于臂丛后束,来自C_{6~8}神经。于腋神经上方,上、下肩胛下神经之间发出该神经,然后向外下与胸背动脉伴行或跨胸背动脉的前方,沿肩胛下肌下降,在背阔肌下缘中点附近进入该肌。

(5) 肩胛下神经(subscapular nerve):起于臂丛后束,分为两支。一支称上肩胛下神经,它来自C_{5,6}神经,该神经在腋窝上、后方,常分两支支配肩胛下肌上份。另一支称下肩胛下神经,它来自C_{5,6}神经,在后束起点处多半位于胸背神经与腋神经之间,有时与腋神经共干,经肩胛下动脉后方支配大圆肌,还有1~2支支配肩胛下肌下份。

3. 臂丛的上肢终末支:也属锁骨下分支。前面所述的诸神经是指支配上肢带肌的大部分肌支及皮支。而支配上肢肌群的神经,即肌皮神经、正中神经、尺神经、桡神经及腋神经,也就是通常讲的五大终末支(图1—3、4)。

(1) 肌皮神经 (musculocutaneous nerve): 起自臂丛外侧束, 来自 $C_{5,6}$ 神经, 但约有半数可有 C_4 或 C_7 神经参加。该神经在胸小肌下缘于腋动脉外侧, 略向外下穿喙肱肌, 继续行于肱二头肌与肱肌之间, 至肱二头肌腱外侧缘, 在肱骨内、外上髁连线上、下约 1cm 穿出深筋膜, 亦名为前臂外侧皮神经 (lateral cutaneous nerve of the forearm)。

该神经的肌支配臂部的屈肌 (喙肱肌、肱二头肌及肱肌), 而细小关节支配肘关节。该神经的皮支在穿深筋膜后, 多半位于头静脉的深面 (约 73%), 其次可在头静脉内、外, 沿前臂外侧下行, 约在前臂中、下 1/3 交界处分成前、后两支。前支行于前臂的前外侧面, 终支可达腕以下鱼际中部皮肤; 后支较小, 行于前臂后外侧面, 达腕背部。据报道该神经约有 90% 可有返支, 返支位置在肱骨内、外上髁连线上方, 分布于臂中部前面, 臂下部前、内侧或臂上部头静脉附近皮肤。其变异, 除了大部分来自外侧束外 (可有 1~5 个分支), 还可来自正中神经或臂丛前内侧束, 后两种情况约占 5%。该神经自起点至喙肱肌平均距离为 3.6cm, 有 5%~8% 的肌皮神经不穿喙肱肌。

(2) 正中神经 (median nerve): 起自臂丛内、外侧束, 来自 C_{6-8} 和 T_1 神经, 有时可有 C_5 神经参加, 两束在胸小肌下缘、腋动脉前方下行, 约在臂中点正中神经跨过腋动脉前方, 沿肱动脉内侧下行至肘窝, 并与肱动脉一起位于肱二头肌肌腱的内侧, 被其浅面的肘正中静脉及肱二头肌腱膜覆盖, 它继续向下穿旋前圆肌深、浅两头之间至前臂 (该肌深头的深面为尺动脉、浅头前面为桡动脉)。在前臂正中神经与骨间掌侧动脉的分支正中动脉伴行, 在指浅屈肌深面直向下行, 于掌长肌腱的桡侧渐渐浅出, 行至腕部时, 位于掌长肌腱与桡侧腕屈肌腱之间的深筋膜下。在腕部, 通过屈肌支持带深面的腕管入手掌, 分出 3 条指掌侧总神经。

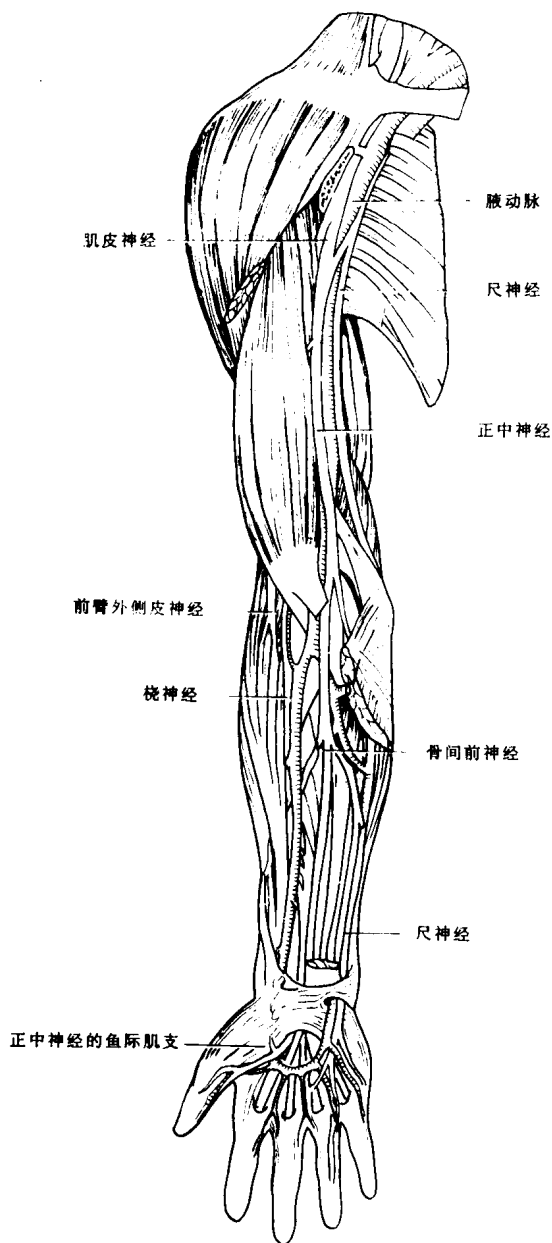


图 1-3 上肢的神经 (前面)

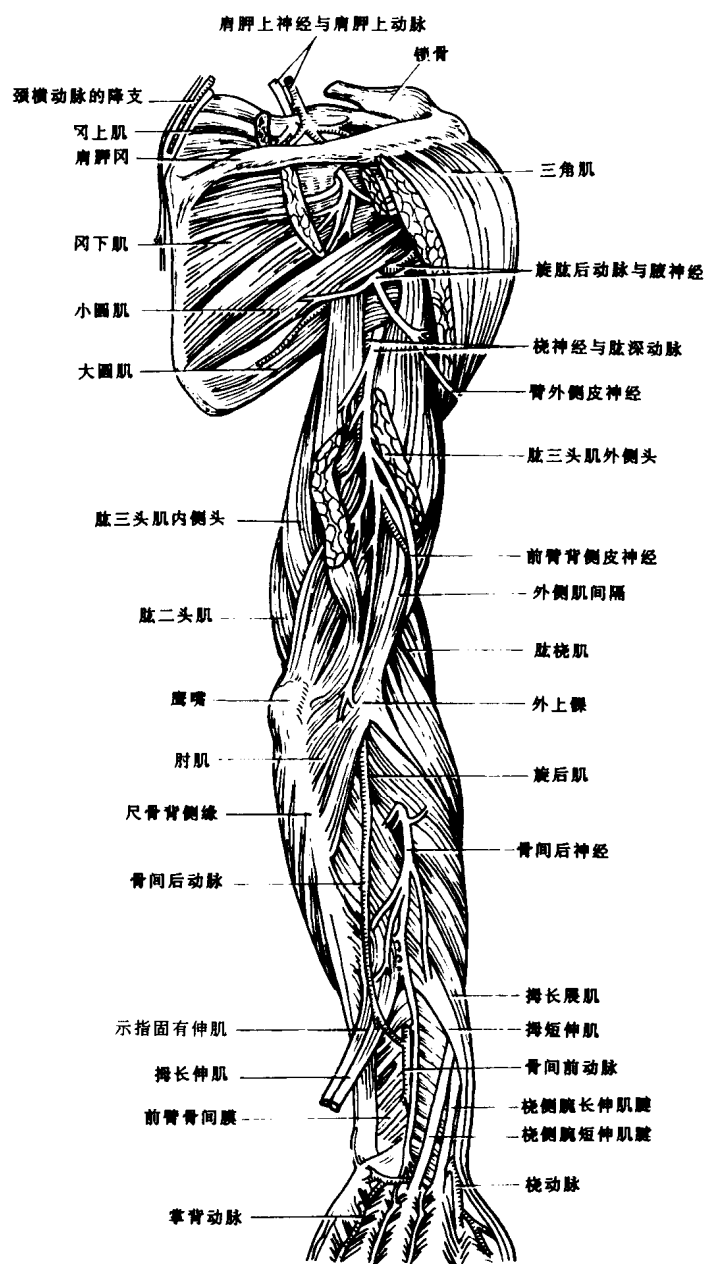


图 1-4 上肢的神经 (后面)

正中神经的分支：在臂部一般不发分支，有时可与肌皮神经有交通。在前臂大部分向内发支，神经内侧为手术危险区，外侧为安全区。主要分支如下：①旋前圆肌肌支：有 1~3 支在肘关节处分出；②桡侧腕屈肌、掌长肌及指浅屈肌肌支：也在肘关节处发

出。③前臂骨间掌侧神经 (palmar interosseous nerve of the forearm): 与同名动脉伴行, 在穿旋前圆肌时由神经干的背侧发支, 行于指深屈肌与拇长屈肌之间, 达旋前方肌的深面, 并发关节支及发小支至前臂骨间膜、骨间掌侧动脉及桡、尺、腕骨骨膜。④掌皮支: 在屈肌支持带附近发支, 由深筋膜穿出, 分内、外两支。内侧支到手掌中皮肤与尺神经掌皮支有交通。外侧支分布于鱼际的皮肤与桡神经浅支、前臂外侧皮神经前支有交通。⑤指掌侧总神经: 共 3 条在屈肌支持带深面经腕管入手掌, 位于掌腱膜与掌浅弓的深面略偏桡侧。第 1 指掌侧总神经 (外侧终支), 在鱼际内侧缘中份处发一返支 (recurrent branch), 该支也可直接从正中神经主干上分为一终支, 此种情况约占 68.8%, 它支配除拇收肌外的其余鱼际肌, 并且还形成三支终末支, 即指掌侧固有神经, 分布于拇指两侧和示指桡侧皮肤, 至示指桡侧的分支还可发支至第 1 蚓状肌; 第 2、3 指掌侧总神经 (内侧终支), 在近第 2、3 指蹼处各分出两支指掌侧固有神经, 分别分布于示指、中指、无名指相对缘皮肤及其中、末节指背皮肤。第 2 指掌侧总神经还发支至第 2 蚓状肌。第 3 指掌侧总神经有时可发支至第 3 蚓状肌, 且与尺神经终支有交通。

正中神经的变异: ①起点变异: 它可单根起于外侧束, 约占 4.6%; 也可在内、外侧束上有多个起点 (丛状型), 约占 0.5%。②两根分叉点变异: 可分为腋位与臂位。前者指两根分叉点在胸小肌下缘附近, 约占 90.3%; 后者指分叉点下移至臂部, 约占 9.7%。③与肱动脉关系: 本干在动脉前方, 约占 78.3%; 在动脉后方, 约占 15.7%; 在动脉内侧与其平行或在其他动脉后方, 约占 6%。④与旋前圆肌关系: 穿肌浅头 (肱头), 约占 2.7%; 在肌深头 (尺头) 深面, 约占 0.8%。⑤在掌部的肌支: 鱼际肌除正中神经支配外, 可有尺神经或双重神经支配。拇短屈肌还有约 48% 受尺神经支配, 约 17% 是双重支配。拇指对掌肌约 9% 受尺神经支配, 约 7.5% 是双重支配。拇短展肌约 2.5% 受尺神经支配, 约 2% 是双重支配。蚓状肌除第 1、2 蚓状肌由正中神经支配外, 约有 12.5% 的第 3 蚓状肌接受正中、尺神经的双重支配。

(3) 尺神经 (ulnar nerve): 起于臂丛内侧束, 来自 $C_{7,8}$ 及 T_1 神经, 自胸小肌下缘, 腋动、静脉之间, 前臂内侧皮神经深面下行。在喙肱肌止点或相当于臂内侧中点处, 自前向后与尺侧上副动脉伴行穿臂部内侧肌间隔达其深面, 然后沿肱三头肌内侧头前面下降到肘部的肱骨内上髁与尺骨鹰嘴间的尺神经沟, 再穿尺侧腕屈肌两头之间, 走在尺动脉内侧至前臂。在前臂上半部被尺侧腕屈肌覆盖, 下半部位于尺侧腕屈肌桡侧仅为皮肤及深筋膜覆盖, 在屈肌支持带的浅面, 经豌豆骨桡侧入手掌, 于豌豆骨的稍下方分为深、浅两支, 形成终支。

尺神经的分支: 它与正中神经一样, 在臂部一般不发分支。在前臂大部分分支向外侧发支, 该神经的外侧为危险区, 内侧为安全区。主要有以下分支: ①尺侧腕屈肌及指深屈肌尺侧份的肌支。②肘关节支: 有 2~3 支。③掌皮支: 在前臂中份发出该支, 随后沿前臂尺侧下降, 穿深筋膜分布于小鱼际皮肤, 有时还发出支配掌短肌的肌支, 掌皮支与前臂内侧皮神经或正中神经掌皮支有交通。④手背支: 在尺骨茎突上方约 5cm 处, 经尺侧腕屈肌腱深面转向背侧, 下行至手背, 分为三支指背神经, 分布于尺侧两个半手指的背侧两缘, 但不到远指节背面。⑤尺神经浅支 (superficial branch of ulnar nerve): 是尺神经终末支之一, 在掌腱膜深面下行, 分出一支指掌侧总神经和一支掌侧固有神

经。前者又分两支。后者分成三支指掌侧固有神经，分别分布于第4、5指相对缘及第5指内侧缘，并延至末节指节的背面。⑥尺神经深支（deep branch of ulnar nerve）：是尺神经另一终末支。它与尺动脉的深支伴行，同时经小指展肌与小指短屈肌之间穿入深部，发支分别支配小鱼际肌、所有骨间肌、第3和第4蚓状肌、拇短屈肌深头及拇收肌。⑦血管支：尺神经在前臂与手掌还发出血管支，至尺动脉及手掌动脉。

尺神经的变异：①起点变异：尺神经可以内、外两根形式起自臂丛内、外侧束，或在正中神经两根合并处下方发出。②肌支变异：可发出肌支支配指浅屈肌，约占9%；分支分别支配尺侧腕屈肌及指深屈肌，约占69%；共干支配尺侧腕屈肌及指深屈肌，约占8%；共干支配尺侧腕屈肌及肘关节支，约占14%。

（4）桡神经（radial nerve）：起于臂丛后束，来自C₅₋₈神经，有时T₁神经也参加，它在腋动脉后方下降，继而斜向外下紧贴大圆肌及背阔肌止点前方，与肱深动脉伴行，穿肱骨肌管（由肱骨桡神经沟及肱三头肌内、外侧头围成），由肱骨后方转至下外侧，约在臂中份或臂中、下1/3交界处穿出臂外侧肌间隔，向下行于肱肌与肱桡肌之间的肘前外侧沟，此处可与桡侧副动脉伴行，约在肱骨外上髁前面分深、浅两终末支。

桡神经的分支：桡神经是臂丛中较大的分支，支配臂及前臂伸侧的肌群及大部分皮肤。桡神经主要有以下分支：①肌支：有肱三头肌长头及内侧头支（腋窝支）。长头肌支在发出后立即入肌，内侧头肌支可在不同高度分1~3支进入肱三头肌，为肱三头肌外侧头、内侧头及肘肌支。肱三头肌内、外侧头肌支都在肱骨肌管内发出，肘肌支一般由穿过内侧头的分支所支配。肱桡肌、桡侧腕长伸肌及肱肌外侧部分的肌支都在桡神经出肱骨肌管并穿臂外侧肌间隔后发支。②臂后皮神经（posterior cutaneous nerve of the arm）：是桡神经在腋窝发出的分支，是在进入肱骨肌管前发出的一个分支，在背阔肌腱前面，绕过肱三头肌长头，穿深筋膜行于浅筋膜内，分布于臂后部三角肌以下皮肤，最远可达鹰嘴。③前臂背侧皮神经（dorsal cutaneous nerve of the forearm）：在桡神经沟处发支，一般在肘关节上方，近外侧肌间隔处分上、下支。上支在三角肌止点下方，穿外侧肌间隔后，至肘关节前外侧面，与头静脉相毗邻；下支穿外侧肌间隔后，沿臂外侧下降，在肱骨外上髁后方，至前臂背侧及腕背皮肤。④关节支：分布于肘关节。⑤终支：分为两支。浅支属皮神经，先在肘关节前方下降，为肱桡肌所覆盖，在旋后肌下缘沿桡动脉的外侧下行，在桡骨茎突上方5~7cm处或相当于前臂中、下1/3附近，经肱桡肌腱深面，转向前臂背侧，穿深筋膜及越过伸肌支持带达手背，分为4~5支指背神经，分布于手外侧（桡侧）两个半手指（拇、示及中指桡侧半）的近、中节皮肤。它们常可与尺神经手背支、前臂背侧及前臂外侧皮神经有交通。深支即前臂骨间后神经（posterior interosseous nerve），穿旋后肌的深、浅两份之间，在拇长展肌的表面下行，到拇长伸肌外侧缘，走向该肌的深面与骨间后动脉伴行，最终发出腕关节支。它的肌支在穿旋后肌之前发出分支，支配旋后肌及桡侧腕短伸肌；在穿旋后肌后至前臂背侧，行于前臂背侧浅、深层伸肌之间，再发分支支配旋后肌及小指伸肌、尺侧腕伸肌、拇长展肌、拇短伸肌、拇长伸肌及示指伸肌。

桡神经的变异：①起点变异：来自后束，约占97.22%；来自内侧束及后束，约占1.85%；来自后束及下干前股，约占0.93%。②桡神经深、浅两支分支位置变异：在