doi:10.11659/jjssx.04E025036

·基础研究·

正中神经汇合位置及主干形态的解剖学研究

安 洋,简方彦,聂莹莹,张佳蓉,杨明贵,王 丹,陈凌云,韦 鹏,李玉美 (贵州医科大学基础医学院人体解剖教研室,贵州 贵阳 561113)

[摘 要] **目的** 探究正中神经汇合位置及主干形态的意义。**方法** 选取80具大体标本(男42具,女38具)进行臂部解剖,测量正中神经内、外束长度及正中神经汇合后的主干长度,并测量肩峰至正中神经汇合位置所对应皮肤的距离,根据其不同的汇合位置分型;测量正中神经汇合后主干的前后径与横径,计算其扁平率,并使用*Pearson*法对正中神经内、外束平均长度与扁平率进行相关性分析。**结果** 根据正中神经内、外束在臂部汇合位置不同,将其分为高位型(76.25%)、中位型(18.75%)及低位型(5.00%)3类。肩峰至正中神经汇合位置所对应皮肤的距离高位型为(12.8±0.9)cm,中位型为(19.5±1.1)cm,低位型为(35.0±1.5)cm。高位型的扁平率为(3.25±2.16),中位型的扁平率为(1.19±0.15),低位型的扁平率为(1.01±0.01)。正中神经内、外束平均长度与正中神经扁平率呈显著正相关(r=0.898,P<0.01)。**结论** 正中神经的汇合位置高位型所占比例最大,中位型所占比例较小,低位型所占比例极小。且正中神经内、外束汇合位置越低,扁平率越小。

[关键词] 解剖学研究;正中神经变异;神经损伤与修复;腕管综合征
[中图分类号] R322.85 [文献标志码] A [收稿日期] 2025-04-08

Anatomical study on the confluence site and trunk morphology of the median nerve

AN Yang, JIAN Fang-yan, NIE Ying-ying, ZHANG Jia-rong, YANG Ming-gui, WANG Dan, CHEN Ling-yun, WEI Peng, LI Yu-mei (Department of Human Anatomy, Basic Medical College, Guizhou Medical University, Guiyang Guizhou 561113, China)

Abstract: Objective To explore the significance of confluence site and trunk morphology of the median nerve. **Methods** Eighty

[基金项目] 贵州省高等学校教学内容和课程体系改革项目(2022137;2021135);贵州医科大学本科教学改革项目(JG2023030;JG2021029;JG2022045);贵州医科大学"课程思政"项目(SZ2021003);2020年人体解剖学国家级线下一流课程(2020131335)

[通信作者] 李玉美,E-mail:meimeibenben823@sina.com

[9] 吴江涛. 表浅型食管癌淋巴结转移相关危险因素分析及其临床意义[J]. 蚌埠医学院学报,2021,46(4):525-527. doi:10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.04.025.
[10] 陈 聪,陈 磊. 食管癌淋巴结转移的诊断技术[J]. 肿瘤预防与治疗,2022,35(4):382-387. doi:10.3969/j.issn.1674-0904.2022.04.012.
[11] 邵书珍,钱 骏. 食管癌术后吻合口瘘的影像学诊断进展[J]. 局解手术学杂志,2021,30(2):181-184. doi:10.11659/jjssx.09E020139.
[12] 柯 渺,刘锦慧,钟少楠,等. 18F-AlF-P16-093 PET联合多参数MRI在前列腺癌原发灶诊断中的应用:基于穿刺病理学的头对头研究[J]. 中华核医学与分子影像杂志,2024,44(9):533-538. doi:10.3760/cma.j.cn321828-20240607-00199.
[13] 吴中明,张瑞智,张博伦,等. 18F-FDG PET/CT结合MRI检测头颈部鳞状细胞癌隐匿性淋巴结转移的价值[J]. 中国医学影像学杂志,2025,33(9):980-984. doi:10.3969/j.issn.1005-5185.2025.09.013.
[14] 何泓锦,李 琼,孙 斌,等. 18F-PSMA-1007 PET/CT和MRI-DWI鉴别前列腺癌患者盆腔淋巴结转移的价值[J]. 微创泌尿外科杂志,2023,12(5):316-321. doi:10.19558/j.cnki.10-1020/r.2023.05.006.
[15] Wu N, Cai J, Jiang J, et al. Biomarkers of lymph node metastasis in esophageal cancer[J]. Front Immunol, 2024, 27(15): 1457612. doi: 10.3389/fimmu.2024.1457612.
[16] 周 锋,王云飞,郑婷婷. 正电子发射计算机断层显像/计算机断层扫描在乳腺癌放疗靶区勾画中的作用及对淋巴结转移的预测价值[J]. 癌症进展,2022,20(14):1456-1460. doi:10.11877/j.issn.1672-1535.2022.20.14.13.
[17] 王 静,曾小松. 弥散加权成像联合磁共振动态增强扫描在宫颈癌术前分期中诊断价值研究[J]. 临床军医杂志,2021,49(6):713-714. doi:10.16680/j.1671-3826.2021.06.41.
[18] Lin LL, Cai HY, Liu Y, et al. The efficacy and safety of proton, carbon ion and TOMO radiotherapy for esophageal cancer: a systematic review and meta-analysis[J]. Asian J Surg, 2022, 45(6): 1311-1312. doi:10.1016/j.asjsur.2022.01.079.
[19] Li P, Chen X, Ping Y, et al. Clinical correlation of function and TCR vβ diversity of MAGE-C2-specific CD8$^+$ T cell response in esophageal cancer[J]. J Immunol, 2022, 209(6): 1039-1047. doi:10.4049/jimmunol.2101182.
[20] Yang P, Han B, Tian Z, et al. Exploration of the pattern of lymph node metastasis in esophageal cancer based on membrane anatomy theory [J]. Thorac Cancer, 2024, 15(36): 2551-2559. doi:10.1111/1759-7714.15475.
[21] Yu YB. Risk factors for lymph node metastasis in superficial esophageal squamous cell carcinoma[J]. World J Gastroenterol, 2024, 30(13): 1810-1814. doi:10.3748/wjg.v30.i13.1810.

(编辑:魏 源)

cadaver specimens (42 males, 38 females) were selected for arm dissection. The lengths of the medial cord and lateral cord of the median nerve and the main trunk length of the median nerve after convergence were measured, and the distance from the acromion to the skin corresponding to the junction of the median nerve was measured. Classification was performed based on the different confluence sites. The anteroposterior and transverse diameters of the main trunk of the median nerve after convergence were measured to calculate the flattening ratio. *Pearson* method was used to analyze the correlation between the average lengths of the medial and lateral cords and the flattening ratio. **Results** Based on the different junction of the medial and lateral cords of the median nerve in the arm, they were divided into three types: high-confluence type (76.25%), median-confluence type (18.75%) and low-confluence type (5.00%). The distance from the acromion to the skin corresponding to the junction of the median nerve was (12.8±0.9) cm for the high-confluence type, (19.5±1.1) cm for the median-confluence type, and (35.0±1.5) cm for the low-confluence type. The flattening ratio was (3.25±2.16) for the high-confluence type, (1.19±0.15) for the median-confluence type, and (1.01±0.01) for the low-confluence type. There was a significant positive correlation between the mean length of the medial and lateral cords of the median nerve and the flattening ratio of the median nerve (r=0.898, P<0.01). **Conclusion** The high-confluence type accounts for the largest proportion of the junction of the median nerve, the median-confluence type has a smaller proportion, and the low-confluence type has the smallest proportion. Furthermore, the lower the confluence of the medial and lateral cords of the median nerve, the smaller the flattening ratio.

Keywords: anatomical research; median nerve variation; nerve injury and repair; carpal tunnel syndrome

正中神经作为上肢重要神经,主要控制前臂的屈侧肌肉群及手掌桡侧区域的感觉功能,其解剖形态的多样性对手臂的功能、临床诊断、治疗及预后评估具有重要意义。该神经的典型形成模式是由臂丛神经的内侧束和外侧束发出的分支在腋窝或上臂区域汇合而成。然而,这一汇合点的具体解剖位置及其汇合后主干在前臂走行过程中的形态学特征存在显著的个体差异。因此,本研究选取80具大体样本进行臂部解剖,旨在填补现有研究中对于正中神经汇合位置与形态研究的空白,探究正中神经的汇合位置及主干形态的意义,为手外科提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验器材

手术刀、止血钳、平口镊、尖口镊、手套、组织剪、游标卡尺(精确度0.1 mm)、卷尺(精确度1 mm)。

1.2 样本来源

取贵州医科大学人体解剖学实验室80具完整的成人大体样本,其中男性标本42具84侧,女性标本38具76侧。本研究经贵州医科大学伦理委员会批准(批准号:2025伦审第65号)。

1.3 解剖方法

将大体标本放置在手术操作台上,先自胸骨柄上缘沿前正中线切至剑突作胸前正中切口,并自正中切口下端向外上方切至乳晕,继续向外上方切至腋前襞上部,在此转折沿臂内侧面向下切至臂上中1/3段交界处,然后转折向外侧,环切臂部皮肤至臂外侧缘,将上内侧皮瓣翻至臂外侧,下外侧皮瓣翻至腋后线,再在臂、肘和前臂前区正中作一纵切口,自上方臂上部的环切口中点开始,沿上肢前面中线向远侧作一纵向切口至腕前区。小心翻开皮肤,去除浅筋膜,分离深筋膜并向两侧翻开。修剪腋血管及腋淋巴结,观察自臂丛发出的正中神经内、外束。

1.4 测量方法

对完整大体的两侧臂部、腋窝处至肘部进行解剖,充分暴露臂丛神经主干和各分支,游离后观察变异大体的异常神经情况。使用卷尺测量大体从肩峰处至中指指尖处的左、右两侧臂长及肩峰至正中神经汇合位置所对应皮肤的距离,再从臂丛起始处发出内、外束处至正中神经汇合处测量内、外束的长度与内、外束汇合处至肘窝内、外侧髁连线中点的正中神经汇合后长度;使用游标卡尺测量腕部正中神经的横径和前后径。每项数据均测量3次后取平均值。根据正中神经汇合位置进行分型,再用统计学软件分析正中神经内、外束长度与扁平率的相关性。

由于正中神经内、外束长度因人而异,正中神经臂部总长1(正中神经内束长度+正中神经主干的长度)不等于正中神经臂部总长2(正中神经外束长度+正中神经主干长度),因此,正中神经内束长度/(正中神经内束长度+正中神经主干长度)不等于正中神经外束长度/(正中神经外束长度+正中神经主干长度),为排除由于正中神经内、外束长度不同造成的差异,本研究用正中神经内束长度/(正中神经内束长度+正中神经主干长度)与正中神经外束长度/(正中神经外束长度+正中神经主干长度)的平均值来代表正中神经汇合前长度占正中神经臂部总长的比例。

肩峰至正中神经汇合点所对应皮肤的距离受个体差异(身高、臂长、体型、性别等)的显著影响,因此

本研究测量了肩峰至各分型汇合点水平向外侧对应的皮肤距离。

测量样本正中神经汇合后主干的横径与前后径，计算其扁平率，扁平率=横径/前后径。

1.5　统计学处理

采用SPSS 27.0统计学软件分析数据，计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示；计数资料以率(%)表示，使用*Pearson*法进行相关性分析。$P<0.05$为差异具有统计学意义。

2　结果

2.1　正中神经分型

根据《中国人解剖学数值》，发自臂丛内、外束的正中神经内、外束，与胸小肌下缘或下缘上方附近相合于腋动脉之前方称为高位型；发自臂丛内、外束的正中神经内、外束在胸小肌下缘之远侧不定距离处相合称为低位型。在此基础上，根据手臂解剖位置关系，本研究将低位型细分为在胸小肌下缘之肘关节处相合称为低位型，在胸小肌下缘之腋动脉前方与肘关节之间相合称为中位型。经过仔细分析发现，122侧(76.25%)为高位型汇合(比值≤0.1)，30侧(18.75%)为中位型汇合(比值为0.1~0.8)，8侧(5.00%)为低位型汇合(比值≥0.8)，见图1。

肩峰至正中神经汇合点所对应皮肤的距离：高位型汇合为(12.8±0.9)cm，中位型汇合为(19.5±1.1)cm，低位型汇合为(35.0±1.5)cm。根据各类分型的横径与前后径计算出扁平率，见表1；使用*Pearson*法进行相关性分析，结果显示，正中神经内、外束平均长度与正中神经扁平率呈显著正相关($r=0.898$，$P<0.01$)。

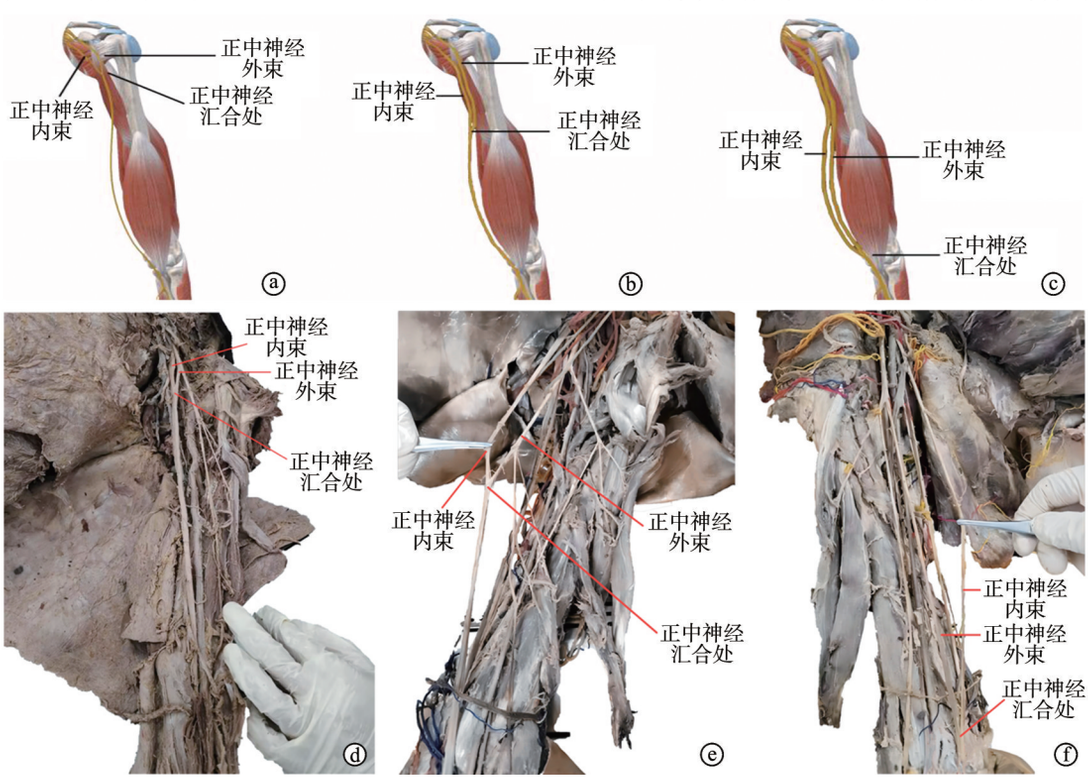
表1　各分型汇合横径、前后径和扁平率($\bar{x}\pm s$)

指标	高位型汇合	中位型汇合	低位型汇合
横径(mm)	5.75±3.35	4.60±2.20	4.15±0.25
前后径(mm)	3.35±2.50	4.25±2.25	4.10±0.30
扁平率	3.25±2.16	1.19±0.15	1.01±0.01

3　讨论

3.1　正中神经各分型汇合处的损伤情况与修复

本研究将臂部正中神经的汇合位置分为高、中、低三型汇合，无论何种分型，在正中神经损伤时，由于不同分型汇合时正中神经内、外束的暴露长度不同，我们猜测不同分型的正中神经内、外束损伤的发生率不同。低位型汇合的正中神经内、外束暴露长度最长，其损伤风险会大于中、高型汇合。由于正中神经内、外束所含神经根不同，C_5~C_7神经根构成的外束主要负责控制手腕的桡侧曲屈肌群、旋前圆肌以及手部的感觉神经纤维。而由C_8和T_1神经根组成的内束则主要影响掌长肌、大鱼际肌、指屈肌、部分蚓状肌及手



a：高位型模拟图；b：中位型模拟图；c：低位型模拟图；d：高位型实物图；e：中位型实物图；f：低位型实物图

图1　正中神经汇合分型

部的少量感觉神经。在功能上,外束主要涉及感觉,内束主要涉及运动。因此,正中神经的内、外束若受损,将对手部的功能造成不同程度的影响[1]。

神经损伤后可通过延迟缝合、松解或移植修复,需评估感觉/运动功能后行功能重建。预后除与伤口类型、严重程度、处理时间相关外,还与感觉/运动纤维的混合分布有关,其易致传导误差和轴突问题,预后效果较差[2]。低位型汇合的正中神经感觉与运动纤维分散于内、外束,混合性分布的正中神经主干短于其余两类分型,其受损方式多为内、外束单独受损,只影响感觉与运动功能中的一种,预后优于混合型分布的正中神经。高位型汇合即正中神经在腋下内、外束就汇合为一束,各束相应的感觉和运动神经纤维也合为一束,混合性分布增多,其受损方式主要为正中神经主干受损,修复效果会较差。中位型汇合由于束支单独损伤与主干整体损伤发生率相近,其修复效果需结合受损模式进行个体化评估。

在正中神经修复手术领域,胸大肌与三角肌间隙间的手术入路被广泛采用。然而,鉴于不同个体正中神经汇合位置存在差异,为防止对正中神经造成二次损伤,可根据具体情况灵活选择手术切口。对于需接受此类手术的患者,应先借助超声或磁共振成像等相关检查手段精准判断患者正中神经的具体走行,再依据本研究中肩峰至不同个体正中神经汇合处所对应皮肤的距离,为患者量身定制合适的手术切口,以优化手术方案,降低手术风险,提高手术效果。

3.2 正中神经不同汇合处及管径对腕管综合征的影响

腕管综合征主要表现为正中神经在腕管内受到压迫,进而引发其支配区域的功能受损的一种常见疾病。有研究显示,正中神经在腕管内的横断面面积是诊断临床腕管综合征最常用的定量指标,能够评估患者神经干粗细[3]。扁平率则反映了正中神经的变形程度。正中神经的横断面通常呈椭圆形,其扁平率与横断面面积成正比,即扁平率越大,横断面面积越大。横断面面积的增大是腕管综合征患者的一种特征性变化[4]。较大的横断面面积通常意味着正中神经受到更严重的压迫,其支配区域的功能损害也更为严重[5]。

基于本研究的结果,正中神经汇合位置的不同会影响其走行至腕管处正中神经的扁平率,即汇合位置越低,扁平率越小。由此我们可以推断:正中神经的汇合位置越低,其内、外束的平均长度越长,相应的扁平率和横断面面积也越大,这增加了腕管综合征的发生风险。此外,在腕管综合征患者中,横断面面积的增加在40~60岁女性、腕部动作重复性工作者及手工劳动者中更为常见,并且这种变化与神经受压点的横断面面积增加程度直接相关[6]。当神经遭受压迫时,其形态可能会变扁或变细,形态的改变可能会影响到神经内部的轴浆流动以及血供,进而导致神经功能受损。这种损伤可能会引发一系列临床症状和体征,对患者的健康造成影响[7]。

本研究发现,正中神经不同汇合位置的解剖学差异可能对应不同的损伤风险特征。低位型汇合:内、外束独立走行距离最长,提示在臂部外伤中外束(C_5~C_7)或内束(C_8~T_1)单独受损的发生率理论上更高,但主干损伤时因不同纤维的混合性分布较少,可能利于针对性修复。高位型汇合:在腋窝即形成主干,感觉与运动纤维早期混合,一旦发生主干损伤,因混合性分布更复杂,可能增加修复难度。且高位型汇合扁平率较高,可能增加腕管综合征的风险,提示临床应对患者的神经结构特征给予更多关注,预防潜在的并发症。本研究的创新之处在于对正中神经汇合位置的细分、对于正中神经修复类手术的手术切口选择以及扁平率与腕管综合征关系的探讨。但本研究缺乏临床验证及长期随访数据,未来的研究需深入探索,以期促进手外科和神经外科领域的进一步发展,从而改善患者的生活质量。

[参考文献]

[1] 莫 凡,赵劲民,沙 轲,等. 成年臂丛神经损伤的治疗与研究进展[J]. 中国组织工程研究,2019,23(31):5072-5078. doi:10.3969/j.issn.2095-4344.1474.

[2] 殷洪雷,易传军,诸 寅,等. 正中神经损伤延期修复的长期疗效研究[J]. 中国修复重建外科杂志,2015,29(8):986-991. doi:10.7507/1002-1892.20150212.

[3] 蒋珍珍,赵正卿. 正中神经分段法在腕管综合征中的应用价值[J]. 现代电生理学杂志,2023,30(4):224-226. doi:10.3969/j.issn.1672-0458.2023.04.008.

[4] 纪 柳. 正中神经横断面积及扁平率的超声参数与腕管综合征严重程度的相关性分析[J]. 新疆医科大学学报,2021,44(8):922-926. doi:10.3639/j.issn.1009-5551.2021.08.011.

[5] 郑 杰,林惠贞,程 攀,等. 温针灸联合点式直线偏振光对轻中度腕管综合征患者视觉模拟评分、Boston腕管量表评分和腕部正中神经横截面积的影响[J]. 中医研究,2022,35(1):16-20. doi:10.3969/j.issn.1001-6910.2022.01.05.

[6] 白梦格,李静芸,张忠彬,等. 职业人群腕管综合征影响因素的meta分析[J]. 郑州大学学报(医学版),2026,61(1):35-40. doi:10.13705/j.issn.1671-6825.2025.08.198.

[7] 欧 晶,何 珊,吴 珊. 卡压性神经损害的另类发现[J]. 中国现代医学杂志,2017,27(20):56-59. doi:10.3969/j.issn.1005-8982.2017.20.011.

(编辑:贺绍梅)