

神经阻滞的注射针定位中电刺激强度与针尖-神经干距离及针尖斜面方向关系的实验研究

刘守国¹ 励建安^{1,2} 朱杰¹ 李冰¹

摘要 目的:探讨神经阻滞注射针定位技术的针尖-胫神经干距离与刺激电流强度关系,为神经阻滞技术的临床应用提供理论依据。**方法:**新西兰大白兔 7 只,体重 $2.5 \pm 0.5 \text{ kg}$,雌雄不限。兔大腿后外侧纵向切口暴露胫神经干 14 条,以三维定位仪定位针尖与神经干间距离,分别于针尖-神经干距离为 0mm、1mm、2mm、3mm、4mm、5mm 处调节刺激器电流(直流电方波输出,波宽 0.2ms,频率 2Hz)强度,记录诱导靶肌肉收缩的最低刺激电流。**结果:**最低电流刺激强度分别为: $0.28 \pm 0.07 \text{ mA}$ (0mm)、 $0.34 \pm 0.08 \text{ mA}$ (1mm)、 $0.44 \pm 0.10 \text{ mA}$ (2mm)、 $0.58 \pm 0.15 \text{ mA}$ (3mm)、 $0.74 \pm 0.17 \text{ mA}$ (4mm)、 $0.91 \pm 0.21 \text{ mA}$ (5mm)。以针尖-神经干距离为自变量 X,最低电刺激强度均数为应变量 Y,直线回归分析示两者间存在线性回归关系,方程为 $Y = 0.13X + 0.22$, 决定系数 $r^2 = 0.974$ 。**结论:**注射针定位中针尖-神经干距离与刺激电流强度呈线性回归关系,对临床神经阻滞中的注射针定位有指导意义。

关键词 神经溶解;注射针;定位;胫神经;电刺激

中图分类号: R49 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1242(2009)-11-0981-04

The influence of nerve-needle distance and orientation of needle bevel surface on the magnitude of electrical stimulation in nerve block procedure/LIU Shouguo, LI Jian'an, ZHU Jie, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2009, 24(11):981-984

Abstract Objective: To explore the relationship of electrical stimulation magnitude and nerve-needle distance in nerve block procedure and provide the basis for clinical application of nerve block. **Method:** Seven New Zealand white rabbits were selected for experiment. Pentobarbital (30mg/kg) was employed for general anesthesia. A longitudinal incision was performed at the posterior thigh to expose the tibial nerve. Totally 14 nerves were studied. The nerve-needle distance was located by using a 3-dimensional manipulator. The nerve-needle distances of 0mm, 1mm, 2mm, 3mm, 4mm and 5mm were chosen for testing motor response to the electrical stimulation (pulse width: 0.2ms; pulse frequency: 2Hz) from the needle. The lowest intensities of electrical current to induce muscle contraction were recorded for all distances. **Result:** The lowest intensities of electrical current was $0.28 \pm 0.07 \text{ mA}$ (0mm), $0.34 \pm 0.08 \text{ mA}$ (1mm), $0.44 \pm 0.10 \text{ mA}$ (2mm), $0.58 \pm 0.15 \text{ mA}$ (3mm), $0.74 \pm 0.17 \text{ mA}$ (4mm) and $0.91 \pm 0.21 \text{ mA}$ (5mm) respectively. Taking nerve-needle distances as independent variables X, lowest intensities of electrical current as Y, linear regression analysis showed linear relationship between X and Y ($Y = 0.13X + 0.22$, $r^2 = 0.974$). **Conclusion:** A positive-linear relationship of nerve-needle distance and electrical stimulation magnitude exists in nerve block procedure, which could be used as an important reference for localization of injection needle in clinical practice.

Author's address Department of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, 210029

Key words neurolysis; needle; localization; tibial nerve; electrical stimulation

肌肉痉挛的治疗是康复医疗面临的重要挑战。临床上,痉挛严重影响患者的康复训练及日常生活,并可导致疼痛、挛缩、压疮等并发症。神经阻滞疗法是当前国际上常用的系统性痉挛或局灶性痉挛的治疗方法。

神经阻滞的效果和很多技术因素相关,这些因素主要包括:阻滞剂的剂量和浓度、注射部位的选择、注射针的精确定位以及注射技术,注射后阻滞剂的扩散范围以及和组织的接触时间^[1]。

注射针的精确定位是神经阻滞能否充分发挥效

果的关键因素之一。阻滞剂注入肢体之后不会局限于一处,而会沿着阻力较小的方向扩散^[2]。理论上注射针尖距离靶神经干越近,阻滞剂越能最大程度作用于靶神经,产生相同阻滞效果所需的阻滞剂量越小,对周围非靶神经和肌肉的损害越小。

神经干定位方式众多,包括超声引导、CT 引导、

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科,南京,210029

2 通讯作者

作者简介:刘守国,男,硕士研究生

投稿日期:2009-03-22

X线辅助,电刺激器在肢体神经的定位中被广泛应用^[3-4]。临床实践中以电刺激器定位靶神经干时,临床医师只能根据经验认为诱发靶肌肉收缩的刺激电流强度越低,注射针尖与靶神经干之间距离越近。但电刺激器刺激电流强度与针尖-靶神经干距离之间具体的对应关系目前尚缺少基础研究。同时,在注射针尖斜面方向改变时,诱发靶肌肉收缩的最小刺激电流强度会相应发生变化,而且从理论上讲当针尖斜面方向改变时,刺激电流的方向也会随之发生改变,但是缺乏实验依据。

现阶段以电刺激器进行注射针定位,通过刺激电流强度判断注射针尖-靶神经距离,仍缺少基础理论支持,有一定的盲目性,同时注射针尖斜面方向是否对刺激电流产生影响,尚缺少实验依据。本研究旨在探讨以上两个因素对注射针定位的影响,为临床应用中制定神经阻滞的电流强度标准提供一定基础理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物

健康成年普通级新西兰兔 7 只,雌雄不限,体重 2.0—2.5kg,由南京农科院实验动物繁殖中心提供。

1.2 外周神经电刺激器

外周神经电刺激器(SY-708A,江苏苏云医疗器材有限公司),输出是方波脉冲直流电,波宽 0.2ms,刺激频率 2Hz。由刺激仪主体、连接导线、电极片、探测笔组成。电刺激器包括体表模式和体内模式。体表模式是采用笔状表面探测电极,确定运动点或神经干的体表投影位置。体内模式是采用一次性使用外周神经丛刺激针在运动点或神经干的体表投影位置穿刺进入体内,再施加预定初始强度的电刺激,观察到靶肌肉的收缩活动后,逐步降低电刺激强度,并达到预定的靶强度,以确认针尖已经在预定的运动点或者神经干部位。

1.3 注射用电极针

注射用电极针(0.4*41TWLB,江苏苏云医疗器材有限公司),由带绝缘层针管(针尖部分导电)、针座、连接导线、延长管等组成。当电极针进入体内后,施加额定的电刺激可以直接造成具有良好导电性能的针尖区域的神经干兴奋,导致靶肌肉收缩。

1.4 三维定位仪

见图 1,三维定位仪(江苏苏云医疗器材有限公司)。由底座、纵轴、操作臂组成。操作臂可上下、左右、前后移动,操作臂的移动可以粗调、微调,最大移动范围 80cm,调级精度 0.1mm。操作臂在垂直方向

上可 360°旋转,水平方向上可 180°滑动,并任意锁定位置。垂直操作臂上可连接注射用电极针。完成定位后可通过操作臂上刻度读出注射针尖与靶神经之间距离。



图 1 三维定位仪

1.5 动物准备

新西兰兔进入实验室后在笼内饲养 2d,以使其适应环境。实验当天,用 3%戊巴比妥钠自兔耳缘静脉缓慢推注麻醉剂(30mg/kg),实验中如果需要可间断补推,推注时注意兔呼吸与瞳孔情况。将兔固定于固定台上,取俯卧位,分别在双下肢腘窝上下 5cm 备皮,乙醇消毒。然后于大腿下部近腘窝处外侧做约 1.5cm 纵向切口,钝性分离皮下筋膜和肌肉,直至暴露胫神经,分离过程中注意保护血管,减少出血,以生理盐水浸润过的无菌纱布敷盖于切口之上,防止切口干燥。实验过程中通过红外线灯照射,将兔直肠温度恒定控制在 38℃。

1.6 通过三维定位仪定位注射针

将注射用电极针连接到三维定位装置的手臂上,注射针尖在三维空间的任何一个方向的移动距离能从定位装置的刻度上读出。将电刺激器的阴极与注射针相连,将电刺激器的阳极贴于兔对侧下肢去毛小腿三头肌表面。在腘窝上方胫神经体表投影部位经皮穿刺注射用电极针,通过大腿外侧纵向切口直视胫神经,调整三维定位仪,直到注射针尖与神经干表面接触,定为 0 距离。开通电刺激器,调整刺激电流强度,观察可以导致靶肌肉收缩(兔出现踝跖屈动作,足抬离固定台 0.5cm)的最低电流。然后将针尖按照 1mm 的距离单位逐步离开神经干,分别在针尖距离神经干 1、2、3、4、5mm 时观察达到相同靶肌肉收缩所需要的电流强度,再将针尖按原路返回,在距离神经干 5、4、3、2、1、0mm 处观察能够引起靶肌肉相同收缩所需的电流强度,反复操作 4 次,记录各距离点所需最低刺激电流强度。

1.7 注射针尖斜面方向对刺激电流强度的影响

将注射针尖起始斜面方向(胫神经干纵轴与针尖斜面平行)定为 0°,在针尖距离神经干 2mm 时,旋转针尖斜面 90°(胫神经干纵轴与针尖斜面垂直),记录能够引起靶肌肉收缩的最低电流强度。

1.8 实验流程

见图 2。

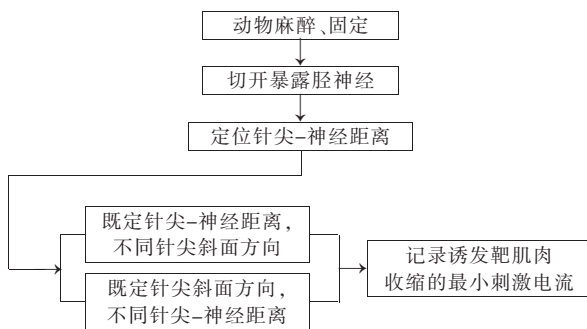


图 2 实验流程

1.9 统计学分析

采用 STATA10.0 软件进行统计学分析。所有数据均以均数±标准差表示;采用 Pearson 相关系数(r)评估针尖-神经干距离与其相应最小电流刺激强度之间的相关性,以针尖-神经干距离作为自变量和各距离处最小电流刺激强度作为因变量,作直线回归分析;比较两种不同针尖斜面方向下的最小刺激电流强度采用 t 检验, $P < 0.05$ 为有显著性差异。

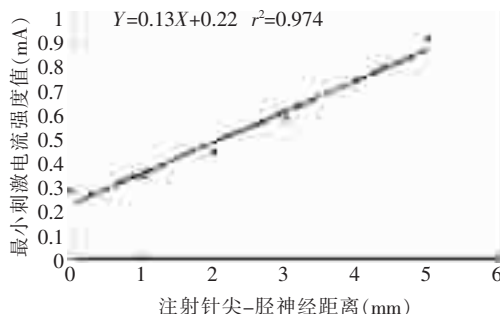


图 3 注射针-胫神经距离与最小刺激电流强度线性回归分析

2 结果

本实验共用健康新西兰兔 7 只, 胫神经干 14 条, 其中一只因麻醉意外死亡, 予以剔除。

2.1 刺激电流强度与注射针尖-胫神经干距离关系

在注射用电极针距离胫神经 0 距离时, 所需的最小刺激电流为 $0.28 \pm 0.07 \text{ mA}$, 之后针尖按照 1mm 的距离单位逐步离开神经干, 此时诱发靶肌肉收缩的最小刺激电流强度也随之增大, 直至针尖-神经干距离为 5mm 时, 所需的最小刺激电流强度增大到 $0.91 \pm 0.21 \text{ mA}$ 。绘制两者关系散点图, 线性相关分析显示针尖-神经干距离与各距离点最小电流刺激强度均数呈线性趋势。以针尖-神经干距离为自变量 X , 最小电流刺激强度均数为因变量 Y , 进一步作直线回归分析, 得出方程为 $Y = 0.13X + 0.22$, 决定系数 $r^2 = 0.974$ ($P < 0.05$), 方程可变换为 $X = 7.59Y - 1.66$, 对

临床神经阻滞中的注射针定位有指导意义(图 3)。

2.2 针尖斜面对最小刺激电流的影响

注射针尖距离神经干 2mm 处旋转针尖斜面方向, 在 0° 和 90° 两种斜面方向上所需的刺激电流强度分别是 $0.44 \pm 0.10 \text{ mA}$ 、 $0.39 \pm 0.07 \text{ mA}$, 组间差异无显著性意义。

3 讨论

3.1 研究背景

长期以来, 医学工作者一直在寻找控制痉挛的有效方法。肌肉牵伸配合支具的使用是缓解痉挛的传统方式, 但这一方式常因为患者不能长时间耐受而影响效果^[9]。肌肉松弛药物(如巴氯酚)常常因为其产生的全身性毒副作用而限制其临床使用。肉毒毒素通过阻滞神经肌肉接头处乙酰胆碱的释放而起作用, 但其价格昂贵, 存在抗原性等, 有一定的局限性。乙醇及酚神经阻滞通过引起注射局部组织变性凝固, 神经鞘膜甚至神经轴索溶解, 神经传递速度下降, 从而起到缓解痉挛的作用。其材料易得, 价格便宜, 无抗原性可短时间内重复注射, 持续时间长等^[6], 因而是痉挛患者常用的治疗措施。

乙醇和酚局部神经阻滞的效果和很多技术因素相关, 这些因素主要包括: 阻滞剂的剂量和浓度、注射部位的选择、注射针的精确定位以及注射技术, 注射后阻滞剂的扩散范围以及和组织的接触时间^[1]。注射针的精确定位是神经阻滞能否充分发挥效果的关键因素之一。乙醇和酚神经阻滞常见的副作用是疼痛^[7], 疼痛使其广泛应用受到限制。在乙醇和酚神经阻滞中要减少疼痛, 就要尽可能地减少注射量, 在减少注射量的条件下要想取得减轻痉挛的良好效果, 体内注射点的精确定位则至关重要。

神经阻滞中注射针的定位方式众多, 包括电刺激器定位、超声引导、CT 引导、X 线辅助。Viel 等^[8]采用电刺激器联合 X 线透视的方法定位闭孔神经, 定位成功率 100%, 但是该方法需要在放射科进行。最近也有采用神经电刺激技术联合体外或体内超声波引导法^[9-10]、CT 引导法等报道^[11-12], 但这些方法常用于腹腔神经丛的定位, 而且操作复杂, 费用较高。电刺激器以其快速、简单、高效、耗费较低等优点在肢体神经的定位中广泛应用。

3.2 电刺激强度与针尖-神经干距离的关系

以电刺激器定位神经或运动点, 通常使用针尖导电, 针体绝缘的穿刺针(注射用电极针)连接脉冲方波电刺激, 穿刺入预定的部位和深度, 施加刺激电流, 在以最小刺激电流引出最强肌肉收缩的部位作

为注射点^[13]。临床神经阻滞定位注射针时往往根据靶神经的体表投影刺入相应位置,但这仅仅达到了初步定位,要实现精确定位还要通过电刺激器电流的微调。从逻辑上,刺激电流强度越小,注射针尖和靶神经距离越近。但是此理论缺乏实验研究,具体关系尚未探明。Jang 等^[14]以电刺激器定位胫神经,在电流强度为 1mA 或更小的电流下能引出小腿三头肌收缩时,认为此时针尖所在的位置接近胫神经,但却不知针尖和神经干之间的确切距离。Sung 等^[15]关注了电刺激波宽的作用,发现电刺激波宽为 100ms 时,引起肌肉收缩的最小刺激电流为 0.47mA,针尖-神经干距离为 $1.1\pm 0.9\text{mm}$;波宽 250ms 时,最小刺激电流为 0.37mA,针尖-神经干距离为 $2.2\pm 1.7\text{mm}$ 。但该研究未涉及刺激电流强度和注射针定位的具体关系,同时针尖与神经干之间的距离是通过肢体解剖测得,注射针尖和周围软组织间不可避免的相对移动,带来距离测量误差。

本项研究在新西兰大白兔大腿下部近腘窝处外侧做纵向切口,暴露胫神经,将注射针连接于三维定位仪操作杆,在肉眼直视下将注射针斜面和胫神经接触,定为 0 距离,这保证了注射针尖和靶神经之间的距离是真实 0 距离,同时三维定位仪能够在三个方向上粗调、微调,能将定位精确到 0.1mm,这保证了按 1mm 的距离单位回撤注射针后针尖和神经干之间距离为精确距离。同时本研究电刺激采用既定波形(方波脉冲直流电)、波宽(0.2ms)和频率(2Hz),在针尖距离神经干 0、1、2、3、4、5mm 时调整电流强度,观察靶肌肉收缩所需要的最小刺激电流强度,结果显示在 0—5mm 范围内,针尖-神经干距离与刺激电流强度之间呈线性回归关系,提示临床工作者在行神经阻滞时,以电刺激器定位神经干,当注射针与靶神经之间距离递增或递减时,诱发靶肌肉收缩的最小刺激电流强度呈线性趋势增加或减少。对此方程作等价变换可得 $X=7.59Y-1.66$,我们可以参照此等式以刺激电流强度判断注射针与靶神经之间距离,来指导注射针定位。

3.3 针尖斜面与电刺激的关系

理论上注射针尖斜面方向改变可能会影响引起靶肌肉收缩的最小电流。但本研究中注射针尖中斜面方向的改变对诱发靶肌肉收缩的最小刺激电流强度没有影响,证明针尖斜面的改变不影响刺激电流的方向。

3.4 研究局限性

实验动物和人体之间存在生理学和解剖学的差异,在实际临床应用中要精确定位靶神经,有必要做

进一步临床研究。同时注射针-靶神经距离与神经阻滞效果的具体关系尚缺少实验依据。神经阻滞影响因素众多,注射针定位只是其中之一,阻滞剂注入组织后的扩散范围、量效关系、作用时间规律都是关系神经阻滞能否取得良好效果的因素,本课题组正在对以上几个阻滞效果影响因素进行深入研究。

参考文献

- [1] Dejong RH, Wagman IH. Physiological mechanisms of peripheral nerve block by local anesthetics [J]. Anesthesiology, 1963, 24: 684—727.
- [2] Selender D, Sjöstrand J. Longitudinal spread of intraneurally injected local anesthetics [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 1978, 22(6): 622—634.
- [3] Raymond SA, Abrams SB, Raemer DB, et al. The nerve seeker: A system for automated nerve localization [J]. Reg Anesth, 1992, 17(3): 151—162.
- [4] Fanelli G, Casati A, Garancini R, et al. Nerve stimulator and multiple injection technique for upper and lower limb blockade: Failure rate, patient acceptance, and neurologic complications [J]. Anesth Analg, 1999, 88(4): 847—852.
- [5] Zafonte RD, Munin MC. Phenol and alcohol blocks for the treatment of spasticity [J]. Phys Med Rehabil Clin N Am, 2001, 12(4): 817—832.
- [6] Tilton AH. Injectable neuromuscular blockade in the treatment of spasticity movement disorders [J]. J Child Neurol, 2003, 18 (Suppl 1): S50—66.
- [7] Gracies JM, Elovic E, McGuire J, et al. Traditional pharmacological treatments for spasticity part I: Local treatments [J]. Muscle Nerve, 1997, 20(Suppl 6): S61—S91.
- [8] Viel EJ, Perennou D, Ripart J, et al. Neurolytic blockade of the obturator nerve for intractable spasticity of adductor thigh muscles [J]. Eur J Pain, 2002, 6(2): 97—104.
- [9] Gray AT. Ultrasound-guided Regional Anesthesia [J]. Anesthesiology, 2006, 104(2): 368—373.
- [10] Ferrari AP, Ardengh JC. Endo-sonography-guided celiac plexus neurolysis in the treatment of pain secondary to acute intermittent porphyria [J]. Endoscopy, 2002, 34(4): 341—342.
- [11] Lee JM. CT-guided celiac plexus block for intractable abdominal pain [J]. J Korean Med Sci, 2000, 15 (2): 173—178.
- [12] Deltombe T, De Wispelaere JF, Gustin T, et al. Selective blocks of the motor nerve branches to the soleus and tibialis posterior muscles in the management of the spastic equinovarus foot [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(1): 54—58.
- [13] 励建安,黄澎.神经溶解技术在康复治疗中的应用[J].中国临床康复, 2002, 6(18): 2670—2671.
- [14] Jang SH, Ahn SH, Park SM, et al. Alcohol neurolysis of tibial nerve motor branches to the gastrocnemius muscle to treat ankle spasticity in patients with hemiplegic stroke [J]. Arch Phys Med Rehabil, 2004, 85(3): 506—508.
- [15] Sung DH. Locating the target nerve and injectate spread in rabbit sciatic nerve block [J]. Regional Anesthesia and Pain Med, 2004, 29(3): 194—200.