

运动反应阈电流强于或弱于 0.5 mA 在超声引导下肌间沟神经阻滞均可产生良好效果

Sanjay K. Sinha, MBBS*, Jonathan H. Abrams, MD*, Robert S. Weller, MD†

* Department of Anesthesiology, Saint Francis Hospital and Medical Center, Hartford, Connecticut; and † Department of Anesthesiology, Wake Forest University School of Medicine, Winston-Salem, North Carolina

摘要 背景 对超声引导下肌间沟阻滞时神经电刺激的运动反应进行定量, 并比较运动反应阈电流强于或弱于 0.5 mA 时的阻滞情况。**方法** 选择 61 例在肌间沟阻滞和全身麻醉下行非住院肩部手术的患者, 进行前瞻性观察研究。手术前超声引导下在肌间沟放置一绝缘穿刺针, 测定能诱发运动反应的最小电流值, 并注射含肾上腺素的 0.5% 布比卡因 30 ml。测定上干(upper trunk)支配区感觉和运动神经阻滞情况 15 分钟, 然后开始全麻诱导。手术后记录麻醉后恢复室(PACU)中上干阻滞成功率和疼痛评分, 并记录阻滞持续时间和手术后当晚镇痛药使用剂量。诱发运动反应的电流阈值 ≤ 0.5 mA 者编入 A 组, >0.5 mA 者编入 B 组, 并比较 2 组上述指标间的差异。**结果** 诱发运动反应的电流阈值范围在 0.14~1.7 mA 间, 其中 ≤ 0.5 mA 者即 A 组病例占 42%。所有患者均获得满意的上干感觉和运动阻滞, 并且在 PACU 中无一例患者需要应用阿片类药物。两组的平均阻滞时间为 17.8 ± 4.9 小时, 手术后镇痛药物用量无差异。两组感觉阻滞起效时间相同, 但 15 分钟时运动神经阻滞不全率 B 组(37%)高于 A 组(12%) ($P=0.03$)。**结论** 超声引导下使用神经刺激仪行肌间沟神经阻滞时, 出现运动反应的电流强度大于或小于 0.5 mA 对上干阻滞成功率和持续时间无影响。

Abstract BACKGROUND: We quantified the motor response after ultrasound (U-S) -guided needle placement for interscalene block (ISB). We then compared block characteristics based on motor response above or below 0.5 mA. **METHODS:** Sixty-one patients scheduled for ambulatory shoulder surgery under ISB and general anesthesia were included in this prospective, observational study. Preoperatively, an insulated needle was positioned by U-S in the interscalene groove. The lowest current producing motor response was determined, and 30 ml 0.5% bupivacaine with epinephrine was injected. Motor and sensory block were tested in the upper trunk distribution for 15 min until general anesthesia was induced. Postoperatively, the success of upper trunk block, pain score in the postanesthesia care unit and block duration, and analgesic tablet consumption overnight were recorded. Patients were divided a priori into Group A (current ≤ 0.5 mA) and Group B (current >0.5 mA), and results were compared between groups. **RESULTS:** The observed current range was 0.14 - 1.7 mA, with current ≤ 0.5 mA in 42% of patients (Group A). All patients had complete sensorimotor upper trunk block and none required narcotics in the postanesthesia care unit. Block duration (both groups: 17.8 ± 4.9 h, mean $\pm SD$) and home analgesic use were equivalent. Sensory block onset was equivalent between groups, but incomplete motor block at 15 min was more likely in Group B: 37% vs 12% in Group A ($P=0.03$). **CONCLUSIONS:** During U-S-guided ISB using nerve stimulation, the observed motor response below or above 0.5 mA had no impact on success or duration of upper trunk block.

(*Anesth Analg* 2007; 105: 848-52)

超声引导正越来越多地应用于周围神经阻滞^[1,2], 与传统的依赖异感或运动神经刺激表现的方法有所不同, 它以解剖学而非神经生理学为依据。但麻醉医生多习惯在超声引导基础上, 再辅以传统的神经刺激来进一步确认神经走行^[2]。

麻醉医生普遍认为, 若电流 ≤ 0.5 mA 能诱发运动反应, 则可证明绝缘刺激针靠近靶神经并能产生可靠的麻醉阻滞效果^[3]。但有报道在超声引导联合神经刺激仪用于肌间沟阻滞时, 即使超声声像图提示针尖已足够靠近神经, 有时仍需要 >0.5 mA 的电

流方能引起运动反应^[4]。这一点使麻醉医生常感困惑,究竟是依据超声就此定位,还是依据运动反应电流重新定位后再注射局麻药?本研究旨在评估超声引导下穿刺针置入肌间沟后,运动反应电流高于或低于0.5 mA时,阻滞特征和阻滞成功率之间的差异。

方 法

选择 St. Francis 医院 61 例肌间沟阻滞联合全麻下行肩部手术的门诊患者为研究对象。本研究获 IRB 批准,所有患者均签署了知情同意书。排除标准为:年龄小于 18 岁或大于 70 岁、孕妇、神经病变、神经系统疾病、糖尿病或有肌间沟阻滞禁忌证者。常规监护下,在麻醉诱导室给予小量镇静剂及鼻导管吸氧。镇静剂最大量为 2 mg 咪唑啉仑和 0.1 mg 芬太尼,以保证患者在整个阻滞操作过程中有准确的言语反应能力。于环状软骨水平,根据超声(Titan[®], SonoSite Inc., Bothell, WA)横断面或者短轴面来识别肌间沟内神经。通过 5~10 mHz 超声引导,用记号笔在皮肤上描绘出神经走行图。消毒皮肤,铺巾,并用无菌袖套包裹超声探头。局麻后,将长 50 mm 的 22 G 绝缘针(Stim-A2250, B. Braun Medical, Inc., Bethlehem, PA)在超声引导下穿入肌间沟,直至针尖到达肌间沟内最外侧两条神经之间(图 1)。这些神经结构多为 C₅ 和 C₆ 神经根,或上干和 C₇ 神经根/中干^[5]。穿刺针沿超声探头长轴方向进入,以保证针体和针尖始终在视野范围内(图 1)。一旦针尖到达位置即将其固定,刺激电流初始参数设置在 0.1 mA, 2 Hz(Stimuplex[®], B. Braun Medical Inc., Bethlehem, PA)。缓慢增加电流直至上肢臂丛神经支配区域(三角肌,肱二头肌,肱三头肌,肱桡肌)出现运动反应,同时记录该电流值。由于完善的肌间沟阻滞可表现为多种不同的运动反应^[6,7],因此未对各种运动反应进行再分组。固定穿刺针并回抽无误后,缓慢注入含 1:200 000 肾上腺素的 0.5% 布比卡因,注射时间为 2~3 分钟,并间断回抽。

以布比卡因注射结束时间为零点,由一名参与研究的护士评估 5、10、15 分钟时感觉及运动阻滞起效情况。该护士熟悉电流测量方法,但对电流分组的分界值(0.5 mA)并不知晓。通过三级评分法评估上干(C₅₋₆)支配区感觉及运动阻滞程度:正常,部



图 1 环状软骨水平肌间沟置入穿刺针的超声横断面图。前中斜角肌间可见 3 个低回声、圆形结构的神经。穿刺针正由后斜角肌通过中斜角肌穿向前斜角肌,其尖端在最外侧两根神经之间

分阻滞或完全阻滞。感觉神经阻滞完全的评价标准为:50 Hz, 30 mA 的强直电流刺激鼻咽壶处(拇指背面凹处)无痛觉(MiniStim MS-1, Life-Tech Inc., Stafford, TX)。鼻咽壶处皮肤的神经支配是 C₆, 部分情况下 C₇ 也参与其中。运动神经阻滞完全的标准是肘关节无法对抗重力作屈伸动作(肱二头肌——C₅₋₆)。同时记录阻滞操作所用时间(从阻滞前皮肤标记到局麻药注射结束)。

以丙泊酚麻醉诱导,给予罗库溴铵后行气管插管。以地氟烷、N₂O、O₂ 及芬太尼维持麻醉,药物用量无特殊限制。记录手术前和手术中芬太尼用量。苏醒拔管后,在麻醉后恢复室(PACU)中再次评估患者的上干阻滞程度及疼痛评分。运动与感觉阻滞评估方法同手术前,以 10 分数字评分法测量疼痛程度,并记录 PACU 中芬太尼用量。手术后,请手术者根据手术创伤水平及可能疼痛程度将手术分为轻度、中度和重度创伤手术。

手术后第 1 天(离院后),护士通过电话随访患者,记录其阻滞持续时间、镇痛药使用情况、患者满意度以及并发症。阻滞持续时间是指从阻滞初始至患者手术后首次口服阿片类药物镇痛为止;若未口服阿片类药物,则以上肢麻木感消失为止。进行手术后感觉运动检查和随访的护士了解电流测量情况,但不清楚依据电流值分组情况(如下文)。

根据能诱发运动反应的最小电流值,将患者分为 2 组:A 组(电流 ≤ 0.5 mA),B 组(电流 > 0.5

mA)。组间非连续性数据(如年龄、体重指数)采用独立样本 *t* 检验,定性资料(如性别)采用卡方检验进行分析。所有相关比较均采用双侧法,效度设为 0.05。离院后阿片类镇痛药用量换算为氢可酮当量和对乙酰氨基酚用量,这些非参数数据采用秩和检验(Mann-Whitney *U* 检验)分析。

结 果

25 例患者(42%)运动反应电流阈值 ≤ 0.5 mA (A 组);而 35 例患者(58%)电流阈值 > 0.5 mA (B 组)(图 2)。1 例患者因违背方案而被排除;另一例

在穿刺针定位时出现了一过性异感,随即在此位置测定电流值。

2 组患者在人群特点、手术前及手术中阿片类药物用量、阻滞操作时间、手术持续时间及手术强度(外科医师判定)等方面无差异(表 1)。在上干感觉神经阻滞的过程中,两组亦无差异:96%的 A 组病例及 91.4%的 B 组病例在 15 分钟时均达到完善的感覺神经阻滞效果($P=0.46$)。但 15 分钟时运动阻滞完全的患者比例 B 组(62.9%)低于 A 组(88%), $P=0.03$ (表 2)。在 PACU 中所有病例均有完善的感覺及运动阻滞,无一例需要应用芬太尼,VAS 评分均为 0。

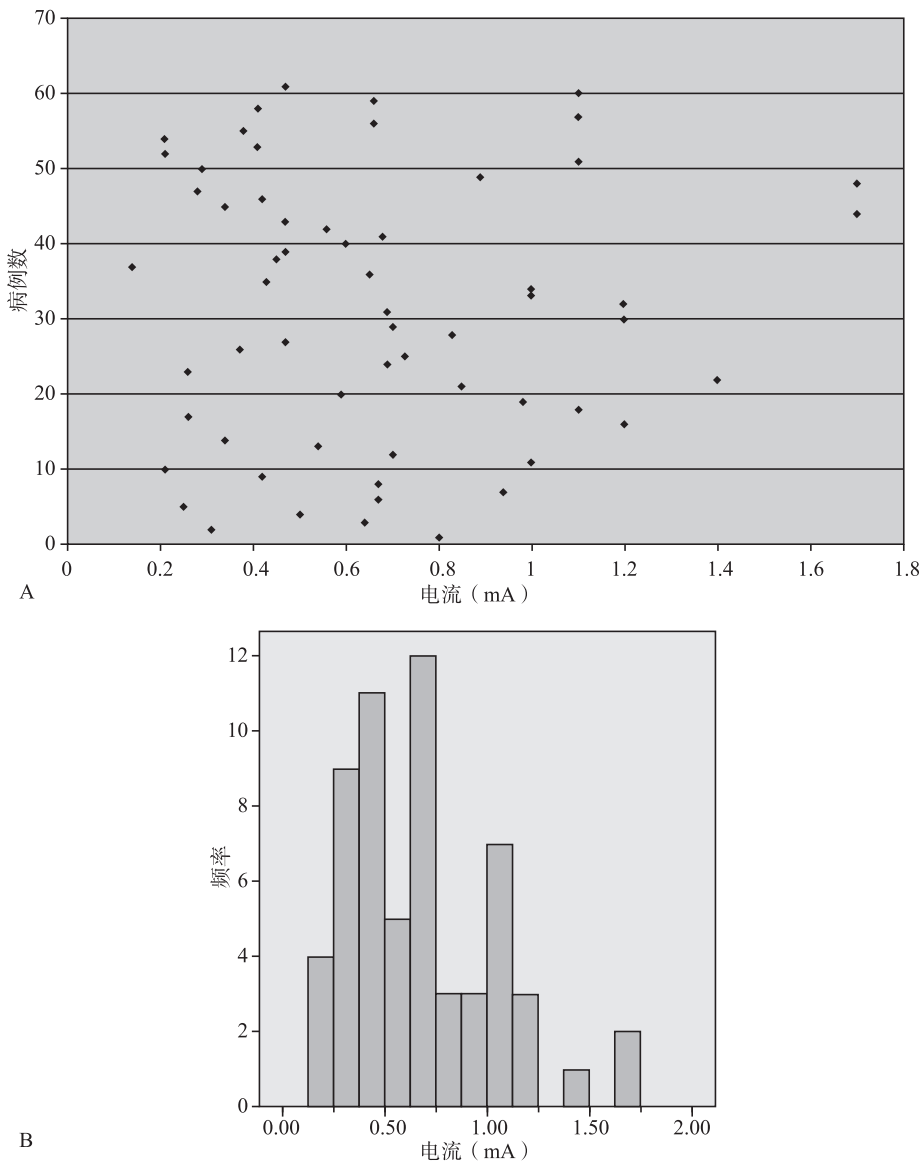


图 2 (A) 每一病例运动反应诱发电流阈值的分布图。(B) 运动反应诱发电流阈值的直方图
 $\bar{x} \pm s$ 为 0.67 ± 0.36 mA

表1 组间特征的比较

变量	A组(≤ 0.5 mA, $n=25$)		B组(>0.5 mA, $n=35$)	
	平均值(标准差)	范围	平均值(标准差)	范围
年龄	47.6(11.3)	18~70	52.1(10.3)	29~70
体重(kg)	83.9(17.3)	53.5~124.7	84.6(17.6)	47.6~117.9
BMI	28.1(4.7)	16.4~40.6	28.0(4.8)	19.8~39.5
性别				
女	40%	$n=10$	42.9%	$n=15$
男	60%	$n=15$	57.1%	$n=20$
手术时间(min)	105.4(50.9)	38~217	102.0(40.8)	37~206
手术强度 ^a				
轻度	12%	$n=3$	22.9%	$n=8$
中度	44%	$n=11$	37.1%	$n=13$
重度	44%	$n=11$	40%	$n=14$
手术中芬太尼用量(μg)				
0	64%	$n=16$	68.6%	$n=24$
50	36%	$n=9$	20%	$n=7$
100	0%	$n=0$	11.4%	$n=4$
阻滞前芬太尼用量(μg)				
0	4%	$n=1$	8.6%	$n=3$
50	52%	$n=13$	28.6%	$n=10$
75	0%	$n=0$	2.9%	$n=1$
100	44%	$n=11$	60%	$n=21$

注: 组间差异无统计学意义

BMI 为体重指数

^a手术强度由手术医生根据肩部手术中组织创伤程度进行分级

A组平均阻滞持续时间 17.8 小时(范围 10.2~26.7 小时)与 B组 17.8 小时(范围 9.0~27.1 小时)无差异。此外, 两组手术后平均氢可酮当量及对乙酰氨基酚用量亦无差异(表 2)。

讨 论

超声引导下将刺激针置入肌间沟最外侧两神经间, 运动反应电流在 0.14~1.7 mA 范围内波动时, 手术后均可获得满意的上干阻滞效果。尽管两组达到感觉阻滞完全的时间并无差异, 但当电流高于 0.5 mA 时, 出现完全运动阻滞的时间滞后于电流 ≤ 0.5 mA 者。这可能是由运动神经、感觉神经以及结缔组

织在神经根处的分布差异引起的^[8,9]。当穿刺针很接近一类神经纤维时, 可能又偏离了另一类神经纤维^[10]。由于电流强度与针尖到运动神经束的距离成反比^[11], 需要 0.5 mA 以上方能产生运动反应的患者其运动阻滞的起效时间会较慢。另有学者发现, 不论是肌间沟或腋路行臂丛神经阻滞, 出现异感者不一定在低电流就能获得运动反应, 反之亦然^[12-14]。还有研究表明, 超声引导下腋路臂丛神经阻滞中可见针尖与神经紧密接触时, 仍有 25.5% 的病例需要 0.5 mA 以上的电流方能引起运动反应^[15]。在我们的研究中这一比例更高(58%), 可能是由于穿刺针是位于神经组织之间隙或前中斜角肌肌筋膜间, 而非直接与神经本身接触的原因。

表2 两组阻滞特征的比较

变量	A组(≤0.5 mA, n=25) 平均值(标准差)	B组(>0.5 mA, n=35) 平均值(标准差)
运动反应电流*	0.35(0.1) (范围 0.14~0.5)	0.90(0.3) (范围 0.54~1.7)
阻滞操作时时(min) ^a	10.4(2.4) (范围 7~16)	11.1(2.7) (范围 7~19)
C ₅₋₆ 完全阻滞率(%)		
感觉		
5分钟	64.0	51.4
10分钟	96.0	71.4
15分钟	96.0	91.4
运动		
5分钟	44.0	17.1
10分钟	84.0	48.5
15分钟	88.0	62.4
PACU中C ₅₋₆ 完全阻滞率(%)	100	100
阻滞时程(h)	17.8(4.9) (范围 10.2~26.7)	17.8(4.9) (范围 9.0~27.1)
至随访时家中镇痛药用量		
氢可酮当量(mg)	14.4(8.9), 平均秩次=31.3	15.1(13.6), 平均秩次=29.9
对乙酰氨基酚(mg)	1246(680), 平均秩次=33.5	1097(886), 平均秩次=28.2
患者满意度(%)		
非常满意	80.0	80.0
满意	20.0	20.0

注: PACU 为麻醉后恢复室; 平均秩次为用于 Mann-Whitney U 检验的平均秩次

^a 阻滞时间指从阻滞前超声扫描皮肤标记、消毒、铺巾、穿刺、检测电流到局麻药注射结束

* $P=0.0001$

本研究的不足之一是未继续观察在15分钟以后神经阻滞起效的全部特征, 而且仅评估了C₅₋₆皮神经和肌神经的阻滞特点。临床实践中, 在全麻下行肩部手术复合局部神经阻滞行手术后镇痛时, 最重要的评价指标是完善的, 且时间足够长的上干阻滞, 因为这是肩部镇痛所必需的^[16]。此外, 即便完善的肌间沟阻滞也常不能达到中下干阻滞^[17]。所以, 也就不能断言超声引导下肌间沟阻滞一定能获得十分完善的臂丛神经阻滞效果。

另一不足之处是, 预后指标由PACU护士记录, 而且她们知道电流测量情况。但她们不了解以0.5 mA为界的分组情况, 这降低了偏倚风险。由于注射开始后就不能再移动穿刺针, 因此未能记录超声下

局麻药扩散的特征。若为达到完善的局麻药扩散效果而改变穿刺针位置, 将会影响电流测量的准确性。

总之, 在全部60例研究对象中, 穿刺针经超声定位后, 不再根据运动反应电流进一步调整位置, 手术后仍可获得完善的上干阻滞效果。运动反应电流大于0.5 mA者肱二头肌完全麻痹的时间迟于电流小于0.5 mA者, 但上干感觉神经阻滞完全的起效时间两组无差异。93%的患者在15分钟时均获得了完全的上干感觉阻滞, 并且手术后肌间沟阻滞的成功率及阻滞时间无差异。

(姚凤珍 译 崔苏扬 校)
(本文编辑 路志红 许力)

参 考 文 献

1. Marhofer P, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance in regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 2005;94:7-17.
2. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology* 2006;104:368-73.
3. Bashein G, Haschke RH, Ready B. Electrical nerve location: numerical and electrophoretic comparison of insulated vs. un-insulated needles. *Anesth Analg* 1984;63:919-24.
4. Perlas A, Chan VW, Simons M. Brachial plexus examination and localization using ultrasound and electrical stimulation: a volunteer study. *Anesthesiology* 2003;99:429-35.
5. Martinoli C, Bianchi S, Santacroce E, Pugliese F, Graif M, Derchi LE. Brachial plexus sonography: a technique for assessing the root level. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:699-702.
6. Tonidandel WL, Mayfield JB. Successful interscalene block with a nerve stimulator may also result after a pectoralis major motor response. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:491-3.
7. Silverstein WB, Saiyed MU, Brown AR. Interscalene block with a nerve stimulator: a deltoid motor response is a satisfactory endpoint for successful block. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:356-9.
8. Kawai H. Anatomy of the brachial plexus. In: Kawai H, Kawabata H, eds. *Brachial plexus palsy*. Hackensack, NJ: World Scientific Publishing Co., 2000:1-24.
9. Sunderland S. The intraneural topography of the radial, median, and ulnar nerves. *Brain* 1945;68:243-98.
10. Hogan Q. Finding nerves is not simple. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:367-71.
11. Pither CE, Raj PP, Ford DJ. The use of peripheral nerve stimulators for regional anesthesia: a review of experimental characteristics, technique, and clinical applications. *Reg Anesth* 1985;10:49-58.
12. Urmey WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96:552-4.
13. Choyce A, Chan VW, Middleton WJ, Knight PR, Peng P, McCartney CJ. What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:100-4.
14. Karaca P, Hadzic A, Yufa M, Vloka JD, Brown AR, Visan A, Sanborn K, Santos AC. Painful paresthesiae are infrequent during brachial plexus localization using low-current peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:380-3.
15. Perlas A, Niazi A, McCartney C, Chan V, Xu D, Abbas S. The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:445-50.
16. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, Hogan QH. Brachial plexus anesthesia: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:402-28.
17. Brown DL, Bridenbaugh LD. The upper extremity: somatic block. In: Cousins MJ, Bridenbaugh PO, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998:351.