

基于肺电阻抗成像评价肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响

徐国林,李锐,张野

(安徽医科大学第二附属医院麻醉与围术期医学科,安徽 合肥 230601)

摘要:目的 采用肺电阻抗成像(EIT)法评价不同浓度罗哌卡因肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响。方法 选择2021年10月—2022年4月于安徽医科大学第二附属医院拟择期行肌间沟臂丛神经阻滞麻醉的上肢手术患者75例,采用随机数字表法分低浓度组(A组)、中浓度组(B组)和高浓度组(C组),每组25例。三组患者均在超声引导下肌间沟入路臂丛神经阻滞,分别在肌间沟注射0.25%、0.33%和0.50%的罗哌卡因20 ml。连续监测EIT,评估肺通气变化;进行改良Bromage评分,评估运动阻滞情况;记录阻滞前(T0)、阻滞10 min(T1)、阻滞20 min(T2)和阻滞30 min(T3)通气中心(CoV)、依赖静止区(DSS)和非依赖静止区(NSS)的面积百分比及改良Bromage评分。结果 与T0相比,T1、T2和T3时A组、B组和C组的NSS和DSS均增加($P<0.05$);与T0相比,T2和T3时A组及T1、T2和T3时B组和C组的CoV均增加($P<0.05$);T1、T2和T3时,B组和C组的NSS和DSS高于A组($P<0.05$);T1时,B组和C组的CoV高于A组($P<0.05$);与T0相比,3组各时点的改良Bromage评分均增加($P<0.05$);T1时,B组改良Bromage评分高于A组($P<0.05$);T1、T2和T3时,C组的改良Bromage评分高于A组($P<0.05$)。结论 肺电阻抗成像可以实时监测肺局部通气变化,用于观察肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响;另外,更高浓度的局麻药物可更快的引起肺通气变化。

关键词:肌间沟臂丛神经阻滞;肺通气;肺电阻抗成像

中图分类号:R614

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.02.014

文章编号:1006-1959(2023)02-0069-05

Effect of Interscalene Brachial Plexus Block on Pulmonary Ventilation Based on Pulmonary Electrical Impedance Tomography

XU Guo-lin, LI Rui, ZHANG Ye

(Department of Anesthesiology and Perioperative Medicine, the Second Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601, Anhui, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the effect of different concentrations of ropivacaine interscalene brachial plexus block on pulmonary ventilation by pulmonary electrical impedance imaging (EIT). **Methods** From October 2021 to April 2022, 75 patients undergoing upper limb surgery with interscalene brachial plexus block anesthesia in the Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University were selected. They were randomly divided into low concentration group (group A), medium concentration group (group B) and high concentration group (group C) by random number table method, with 25 cases in each group. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block was performed in all three groups, and 0.25%, 0.33% and 0.50% ropivacaine 20 ml were injected into the interscalene. Continuous monitoring of EIT to assess changes in lung ventilation; modified Bromage score was used to evaluate motor block. The area percentage of ventilation center (CoV), dependent resting area (DSS) and independent resting area (NSS) and modified Bromage score were recorded before block (T0), 10 min after block (T1), 20 min after block (T2) and 30 min after block (T3). **Results** Compared with T0, the NSS and DSS of group A, group B and group C increased at T1, T2 and T3 ($P<0.05$). Compared with T0, the CoV of group A at T2 and T3 and that of group B and C at T1, T2 and T3 increased ($P<0.05$). At T1, T2 and T3, NSS and DSS in group B and group C were higher than those in group A ($P<0.05$). At T1, the CoV of group B and group C was higher than that of group A ($P<0.05$). Compared with T0, the modified Bromage score of the three groups increased at each time point ($P<0.05$). At T1, the modified Bromage score of group B was higher than that of group A ($P<0.05$). At T1, T2 and T3, the modified Bromage score of group C was higher than that of group A ($P<0.05$). **Conclusion** Electrical impedance imaging can monitor the changes of local lung ventilation in real time, and can be used to observe the effect of interscalene brachial plexus block on the pulmonary ventilation, higher concentrations of local anesthetics can produce more faster and significant changes in lung ventilation.

Key words: Interscalene brachial plexus block; Pulmonary ventilation; Electrical impedance imaging

肌间沟臂丛神经阻滞(interscalene brachial plexus block, ISB)被广泛应用于上肢手术的麻醉与

镇痛,但ISB会不可避免的引起膈肌麻痹,导致膈肌运动从正常变为反常运动,影响肺通气^[1-3]。研究表明^[4-6],超声和肺功能等设备均可以评价肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响,但超声只能显示膈肌偏移受损情况,肺功能检查则反映整体肺通气的减少,两者都不能反映肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的实际影响,不利于对患者肺通气受损情况的判断。肺功能电阻抗成像(electrical impedance imaging, EIT)作

基金项目:安徽省转化医学研究院科研基金项目(编号:2020zhxy-A06)

作者简介:徐国林(1997.10-),男,安徽安庆人,硕士研究生,主要从事临床麻醉研究

通讯作者:李锐(1977.3-),男,安徽六安人,博士,主任医师,主要从事临床麻醉研究

为一种新型肺通气监测的技术,可以显示左、右肺局部通气情况,实时、无创、连续监测肺通气变化^[7-9]。Wiegel M等^[7]报道肺功能电阻抗成像技术可检测到ISB患者阻滞侧肺通气减少,但尚无基于肺电阻抗成像监测肌间沟臂丛神经阻滞影响肺通气的报道。基于此,本研究拟通过肺功能电阻抗技术观察不同浓度罗哌卡因肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响,以期为临床应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年10月–2022年4月于安徽医科大学第二附属医院择期行上肢手术患者75例,年龄18~60岁,ASA分级I~II级,BMI 18~28 kg/m²。排除有严重的呼吸系统疾病、通气功能或换气功能严重障碍、单侧膈肌麻痹、局麻药物过敏史、凝血障碍和解剖学异常的患者。采用随机数字表法将患者分低浓度组(A组)、中浓度组(B组)和高浓度组(C组),每组25例。3组年龄、性别、BMI和ASA分级比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,见表1。本研究已获安徽医科大学第二附属医院伦理委员会批准(YX2021-084),并与患者或委托人签署知情同意书。

表1 3组一般资料比较($\bar{x}\pm s, n$)

组别	n	年龄(岁)	性别(男/女)	ASA(I/II)	BMI(kg/m ²)
A组	25	44.30±14.20	16/9	16/9	24.12±3.05
B组	25	43.20±10.77	13/12	9/16	24.78±3.06
C组	25	41.84±13.20	18/7	17/8	23.85±2.85

1.2 方法 入室后开放静脉通路,连续监测心电图、脉搏血氧饱和度和无创血压。在胸部沿第6肋间放置EIT电极,连续监测EIT(Swissstom,瑞士),观察通气

变化。记录通气中心(CoV)、依赖静止区(DSS)面积百分比(DSS面积占整个肺区像素的百分比)和非依赖静止区(NSS)面积百分比(NSS面积占整个肺区像素的百分比)^[10,11]。肌间沟臂丛神经阻滞均由一位有经验的麻醉医师实施,体表定位后患者取侧卧位,消毒铺巾,在超声引导下确定肌间沟臂丛神经位置,使用22 G阻滞针,回抽无血、无气后A、B、C组分别注射0.25%、0.33%和0.50%的罗哌卡因(AstraZeneca AB,国药准字H20020249,规格:10 ml:100 mg)20 ml。

1.3 观察指标 比较3组阻滞前(T0)、阻滞10 min(T1)、阻滞20 min(T2)和阻滞30 min(T3)CoV、DSS和NSS的面积百分比、改良Bromage评分及生命体征变化[血压(SBP、DBP)、心率及血氧饱和度(SpO₂)]。改良Bromage评分:0:无阻滞,完全能够弯曲手臂和前臂;1:部分阻滞,可部分活动上臂;2:几乎完全阻滞,不能活动上臂;3:完全阻滞,无法活动上臂和前臂^[12]。

1.4 统计学方法 采用SPSS 23.0软件进行统计分析,符合正态分布的计量资料使用($\bar{x}\pm s$)表示,使用 t 检验,多组变量比较使用方差分析;非正态分布的计量资料使用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,使用秩和检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较使用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3组肺电阻抗成像指标比较 与T0相比,T1、T2和T3时A、B、C组NSS和DSS均增加($P<0.05$),T2和T3时A组及T1、T2、T3时B组、C组的CoV均增加($P<0.05$);与A组相比,B组和C组在T1、T2和T3点的NSS和DSS增加($P<0.05$),在T1时CoV增加($P<0.05$);其余各时间点3组CoV、DSS和NSS比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表2 3组肺电阻抗成像指标比较 $[M(P_{25}, P_{75}), \%]$

指标	时间	A组($n=25$)	B组($n=25$)	C组($n=25$)
NSS	T0	2.00(2.00, 2.50)	2.00(2.00, 2.00)	2.00(2.00, 3.00)
	T1	4.00(3.00, 6.60) ^a	7.40(5.00, 12.40) ^{ab}	10.00(4.80, 14.30) ^{ab}
	T2	7.40(4.10, 11.00) ^a	10.80(6.50, 14.90) ^{ab}	13.20(5.00, 22.00) ^{ab}
	T3	7.60(4.00, 11.40) ^a	11.70(7.00, 14.20) ^{ab}	14.00(11.40, 16.50) ^{ab}
DSS	T0	0.00(0.00, 0.00)	0.00(0.00, 0.00)	0.00(0.00, 0.00)
	T1	1.50(0.90, 2.70) ^a	3.90(1.60, 7.70) ^{ab}	5.50(2.10, 8.80) ^{ab}
	T2	2.00(1.00, 4.00) ^a	6.70(3.10, 8.60) ^{ab}	6.20(4.30, 8.30) ^{ab}
	T3	2.80(0.80, 5.10) ^a	7.00(4.10, 10.50) ^{ab}	7.80(4.60, 11.00) ^{ab}
COV	T0	51.00(49.00, 52.00)	51.00(48.50, 53.5)	52.00(49.50, 53.50)
	T1	52.00(50.00, 54.50)	56.00(53.50, 56.00) ^{ab}	55.00(53.00, 56.00) ^{ab}
	T2	55.00(52.00, 57.00) ^a	57.00(54.00, 59.00) ^a	55.00(53.00, 57.00) ^a
	T3	55.00(52.00, 57.00) ^a	57.00(53.50, 59.50) ^a	55.00(53.50, 56.00) ^a

注:与T0比较,^a $P<0.05$;与A组比较,^b $P<0.05$

2.2 3 组生命体征变化比较 3 组各时间点血压、心率和脉搏血氧饱和度比较, 差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 3。

2.3 3 组改良 Bromage 评分比较 与 T0 相比, 3 组各时点改良 Bromage 评分均升高 ($P<0.05$); 与 A 组相比, B 组在 T1 时点, C 组在 T1、T2 和 T3 时点的改良 Bromage 评分均升高 ($P<0.05$), 见表 4。

表 3 3 组生命体征变化比较 ($\bar{x}\pm s$)

指标	时间	A 组 (n=25)	B 组 (n=25)	C 组 (n=25)
SBP(mmHg)	T0	132.24±16.74	124.04±11.00	133.96±18.51
	T1	130.16±16.53	126.12±12.86	135.00±18.62
	T2	129.12±17.26	124.44±12.32	133.48±18.35
	T3	129.28±18.61	123.28±15.07	132.56±18.02
DBP(mmHg)	T0	85.52±10.28	79.68±10.11	82.36±14.60
	T1	85.56±9.00	79.44±10.35	82.24±14.59
	T2	84.88±9.58	78.80±9.76	81.28±13.94
	T3	84.72±9.40	79.12±9.68	81.40±13.95
心率(次/min)	T0	75.64±10.63	78.92±9.74	78.04±13.16
	T1	75.12±10.43	77.88±9.17	77.32±13.24
	T2	75.52±10.39	77.88±9.29	76.68±11.38
	T3	75.64±10.55	78.28±9.62	76.08±11.55
SpO ₂ (%)	T0	97.48±1.23	96.84±1.88	97.16±0.94
	T1	96.16±1.80	96.04±1.62	96.04±1.34
	T2	96.52±1.12	96.52±1.81	96.04±1.46
	T3	96.84±1.57	96.48±1.90	96.88±1.09

表 4 3 组改良 Bromage 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)

组别	n	T0	T1	T2	T3
A 组	25	0	1.05±0.46 ^a	1.72±0.54 ^a	2.00±0.41 ^a
B 组	25	0	1.68±0.56 ^{ab}	2.00±0.29 ^a	2.36±0.49 ^a
C 组	25	0	1.84±0.55 ^{ab}	2.48±0.51 ^{ab}	2.80±0.41 ^{ab}

注: 与 T0 比较, ^a $P<0.05$; 与 A 组比较, ^b $P<0.05$

3 讨论

EIT 是一种实时、无创、无辐射的肺通气监测技术, 通过围绕胸部体表的电极测量局部肺组织在发生牵张运动时的电阻抗变化实时反映肺通气^[8,9]。CoV 值是反映肺整体通气的几何中心, 0%代表最腹侧通气, 100%代表最背侧通气; 阻抗变化小于最大值的 10%肺区域定义为静止区, DSS 和 NSS 则分别代表背侧和腹侧的局部肺通气不良。静止区代表低通气, DSS 提示肺萎陷、不张; NSS 提示肺区已经扩张或过度扩张^[10,13]。EIT 可以实时监测 ISB 对肺局部通气的影响, 肌间沟臂丛神经阻滞使肺通气中心向背侧移动, 同时引起背侧和腹侧的局部肺通气不良。

本研究显示, 3 组 COV、DSS 和 NSS 在行 ISB 后

均增加, 提示在神经阻滞肺通气中心向背侧移动, 同时引起肺背侧和腹侧局部通气减少。ISB 通常在前斜角肌和中斜角肌之间注射局麻药物^[14-16], 局麻药物除了阻滞臂丛神经, 也阻滞前斜角肌腹侧面的膈神经, 引起膈肌麻痹^[11,17]。膈肌是呼吸的主要动力, 膈肌运动的减弱或消失同时可引起肺通气的减弱或消失^[1]。杨勇等^[18]在对单侧膈神经切断后的幼猪进行大体解剖发现, 幼猪膈肌依赖区域的肺泡萎陷发生率更高。肺泡萎陷后该区域肺组织低通气区域增加, 而低通气区域可通过 EIT 直接观察。ISB 主要通过阻滞膈神经导致膈肌麻痹而肺通气减弱, 引起 DSS 和 NSS 增加。健康成人一次正常通气是由膈肌和辅助呼吸肌共同完成, 由于腹腔脏器的影响, 仰卧位腹侧膈

肌活动度较背侧更小,中心通气区偏向背侧。肌间沟臂丛神经阻滞,单侧膈肌麻痹腹侧张力降低,腹侧通气的力量减弱,可能导致中心通气区进一步偏向背侧。肌间沟臂丛神经阻滞增加 COV,也是膈神经阻滞的结果。因此,本研究 EIT 中 COV、NSS 和 DSS 的大小可在一定程度上反映 ISB 影响肺通气的程度。

本研究发现,A 组较 B 组和 C 组 NSS 和 DSS 更低,COV 发生改变更慢,说明使用 0.25%浓度的罗哌卡因进行 ISB 引起的肺通气功能改变更小。而 B 组与 C 组上述指标基本一致,则可能表示 ISB 使用 0.33%浓度罗哌卡因和 0.50%浓度罗哌卡因对肺通气功能改变无明显差别,而翟文雯等^[13]发现 ISB 时使用 0.25%罗哌卡因与 0.50%的罗哌卡因在膈肌麻痹上无明显差别,但其使用的药量为 0.25%罗哌卡因 20 ml 和 0.5%罗哌卡因 10 ml,同本研究出现的结果差异可能与使用的总药量不一致有关,而且本研究使用 EIT 进行通气监测,在结果显示方面可能更为敏感^[19]。本研究中不同浓度的罗哌卡因行 ISB 后在 10 min 内均引起患者 DSS 和 NSS 增加,而 COV 值在 20 min 内均出现增加,提示 0.25%~0.5%的罗哌卡因 20 ml 肌间沟臂丛神经阻滞均可能迅速引起膈神经阻滞。李慧莉等^[14]研究发现,膈肌麻痹在阻滞 5 min 即已开始,且 0.5%和 0.33%的罗哌卡因 ISB 比 0.25%罗哌卡因增加 DSS 和 NSS 更加显著,COV 增加更迅速,提示不同浓度的罗哌卡因 ISB 引起膈神经阻滞存在一定的浓度效应。同时本研究中不同浓度组的改良 Bromage 运动评分结果也反映出与肺通气改变相似的浓度效应。有多项 RCT 试验发现,ISB 对膈神经麻痹具有一定的浓度效应。

Thackeray EM 等^[20]比较 0.25%的布比卡因和 0.125%的布比卡因行 ISB 的效果,结果发现 0.125%组的膈神经麻痹发生率较低。Wong AK 等^[21]比较使用 0.2%和 0.1%的罗哌卡因的 ISB,同样发现更低的浓度可使膈神经麻痹发生率降低。Pippa P 等^[22]发现 0.25%布比卡因+1%利多卡因 60 ml 比 0.5%布比卡因+2%利多卡因 30 ml ISB 引起的膈神经阻滞更少。而低浓度 ISB 引起的通气改变更小则可能与到达膈神经周围的局麻药量减少有关^[1]。本研究采用 EIT 监测肺通气的变化,与其他研究使用的超声或肺功能测定相比,能更直观地显示不同浓度局麻药所表现出的浓度效应。本研究还显示,0.25%~0.5%的罗哌卡因 20 ml ISB 均可以阻滞膈神经,但对血流动

力学和呼吸影响轻微。因此,ISB 可能不可避免的引起膈神经阻滞,既往缺乏足够敏感的设备实时观察到这一点。

本研究还存在一些局限性:未在术后对患者行进一步的 EIT 和呼吸功能监测;监测的时间较短,没有观察神经阻滞的恢复情况。

综上所述,肺电阻抗成像可以实时监测肺局部通气变化,可用于观察肌间沟臂丛神经阻滞对肺通气的影响,而更高浓度的局麻药物可更快更显著地引起肺通气改变。

参考文献:

- [1]El-Boghdady K,Chin KJ,Chan VWS.Phrenic nerve palsy and regional anesthesia for shoulder surgery: anatomical, physiology, and clinical considerations [J].Anesthesiology,2017,127(1):173-191.
- [2]Grelet T,Besch G,Puyraveau M,et al.Minimum effective concentration of ropivacaine for 90% ultrasound-guided axillary brachial plexus block, with or without intravenous dexamethasone[J].J Clin Anesth,2021,75:110468.
- [3]Abdelghany MS,Ahmed SA,Afandy ME.Superficial cervical plexus block alone or combined with interscalene brachial plexus block in surgery for clavicle fractures: a randomized clinical trial[J].Minerva Anesthesiol,2021,87(5):523-532.
- [4]Ricoy J,Rodríguez-NúñezN,Álvarez-Dobaño JM,et al.Diaphragmatic dysfunction[J].Pulmonology,2019,25(4):223-235.
- [5]Dempsey TM,Scanlon PD.Pulmonary function tests for the generalist: a brief review[J].Mayo Clin Proc,2018,93(6):763-771.
- [6]Boon AJ,Sekiguchi H,Harper CJ,et al.Sensitivity and specificity of diagnostic ultrasound in the diagnosis of phrenic neuropathy[J].Neurology,2014,83(14):1264-1270.
- [7]Wiegel M,Hammermüller S,Wrigge H,et al.Electrical impedance tomography visualizes impaired ventilation due to hemidiaphragmatic paresis after interscalene brachial plexus block [J].Anesthesiology,2016,125(4):807.
- [8]Lobo B,Hermosa C,Abella A,et al.Electrical impedance tomography[J].Ann Transl Med,2018,6(2):26.
- [9]Spinelli E,Mauri T,Fogagnolo A,et al.Electrical impedance tomography in perioperative medicine: careful respiratory monitoring for tailored interventions [J].BMC Anesthesiol,2019,19(1):140.
- [10]Ukere A,März A,Wodack KH,et al.Perioperative assessment of regional ventilation during changing body positions and ventilation conditions by electrical impedance tomography [J].Br J Anaesth,2016,117(2):228-235.
- [11]李锐,孙玉红,李云,等.肺复张对腹腔镜胆囊切除术后早期

肺通气的影响:电阻抗成像法评价[J].中华麻醉学杂志,2018,38(3):271-273.

[12]Dagli G,Güzeldemir ME,Volkan Acar H.The effects and side effects of interscalene brachial plexus block by posterior approach[J].Reg Anesth Pain Med,1998,23(1):87-91.

[13]翟文雯,王雪冬,李氏,等.相同剂量不同浓度罗哌卡因行肌间沟臂丛阻滞对膈肌功能的影响[J].中华医学杂志,2016,96(28):2229-2233.

[14]李慧莉,马丹旭,王云.不同浓度罗哌卡因对老年患者肌间沟臂丛神经阻滞术后膈肌运动功能的影响[J].国际麻醉学与复苏杂志,2020,41(3):255-259.

[15]胡焕盛,黄娟娟,安小凤,等.不同浓度罗哌卡因行肌间沟臂丛阻滞对膈神经传导的影响[J].浙江医学,2018,40(20):2287-2290.

[16]Feigl GC,Litz RJ,Marhofer P.Anatomy of the brachial plexus and its implications for daily clinical practice: regional anesthesia is applied anatomy [J].Reg Anesth Pain Med,2020,45(8):620-627.

[17]Bergmann L,Martini S,Kesselmeier M,et al.Phrenic nerve block caused by interscalene brachial plexus block: breathing effects of different sites of injection [J].BMC Anesthesiol,2016,16(1):45.

[18]杨勇,陈亮,顾玉东.单侧膈神经切断对幼猪呼吸系统影响的实验研究[J].中华手外科杂志,2006,22(1):43-46.

[19]Petroff D,Wiegel M,Pech V,et al.Differential lung ventilation assessed by electrical impedance tomography in ultrasound-guided anterior suprascapular nerve block vs. interscalene brachial plexus block: a patient and assessor-blind, randomised controlled trial[J].Eur J Anaesthesiol,2020,37(12):1105-1114.

[20]Thackeray EM,Swenson JD,GertschMC,et al.Diaphragm function after interscalene brachial plexus block: a double-blind, randomized comparison of 0.25% and 0.125% bupivacaine [J].J Shoulder Elbow Surg,2013,22(3):381-386.

[21]Wong AK,Keeney LG,ChenLT,et al.Effect of local anesthetic concentration (0.2% vs 0.1% ropivacaine) on pulmonary function, and analgesia after ultrasound-guided interscalene brachial plexus block: arandomized controlled study[J].Pain Med,2016,17(12):2397-2403.

[22]Pippa P,Cuomo P,Panchetti A,et al.High volume and low concentration of anaesthetic solution in the perivascular interscalene sheath determines quality of block and incidence of complications[J].Eur J Anaesthesiol,2006,23(10):855-860.

收稿日期:2022-12-09;修回日期:2023-01-05

编辑/成森