

· 临床研究 ·

股中远段局部组织氧饱和度评估腰丛阻滞
股神经支配区域阻滞效果

周雯 邹宇 唐朝辉 熊云川 谢咏秋 郭曲练 黄长盛

【摘要】 目的 观察单侧腰丛神经阻滞患者股神经支配区局部组织氧饱和度 (regional oxygen saturation, rSO_2) 变化与阻滞效果的关系, 探讨 rSO_2 预测阻滞效果的准确性。**方法** 选择择期单侧下肢手术患者 31 例, 男 14 例, 女 17 例, 年龄 18~80 岁, ASA I—III 级, 根据是否阻滞成功将患者分为两组: 阻滞成功组 ($n=26$) 和阻滞失败组 ($n=5$)。腰丛阻滞 15 min 内连续监测股神经支配的股中段及远段区域的 rSO_2 , 与对侧肢体相同部位校正后, 股中段和股远段分别记录为 ΔrSO_2 -M 和 ΔrSO_2 -D, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线分析 rSO_2 预测股神经阻滞效果的诊断临界值。**结果** 腰丛阻滞 15 min 内阻滞成功组 ΔrSO_2 -M 和 ΔrSO_2 -D 明显升高 ($P<0.05$), 阻滞失败组无明显变化。 ΔrSO_2 -M 升高预测的曲线下面积 (area under curve, AUC) 明显高于 ΔrSO_2 -D 和针刺试验。 ΔrSO_2 -M 预测的最大曲线下面积为 0.885 (95% CI 0.742~1.000), 临界值取 6.5 时, 灵敏度和特异度分别为 69.2% 和 100.0%。阻滞 15 min, ΔrSO_2 -M 联合针刺试验预测的 AUC、灵敏度和特异度分别为 0.954 (95% CI 0.881~1.000)、88.5% 和 100.0%。**结论** rSO_2 变化可用于预测腰丛阻滞后股神经支配区域是否阻滞成功。与针刺试验以及 ΔrSO_2 -D 变化比较, ΔrSO_2 -M 升高预测的准确性更高。 ΔrSO_2 -M 联合针刺试验可进一步提高其预测准确性。

【关键词】 腰丛神经阻滞; 组织氧饱和度; 预测

Evaluation of local oxygen saturation in the thigh on the blocking effect of femoral nerve innervation after lumbar plexus block ZHOU Wen, ZOU Yu, TANG Zhaohui, XIONG Yunchuan, XIE Yongqiu, GUO Qulian, HUANG Changsheng. Department of Anaesthesiology, Xiangya Hospital of Central South University, Changsha 410008, China

Corresponding author: HUANG Changsheng, Email: docthuang2005@hotmail.com

【Abstract】 Objective To observe the regional oxygen saturation (rSO_2) changes in the femoral nerve innervation area and to explore the accuracy of the rSO_2 in the thigh changes in predicting the effect of nerve block in unilateral lumbar plexus block patients. **Methods** Thirty-one patients with elective unilateral lower extremity surgery were enrolled, including 14 males and 17 females, aged 18-80 years, falling into ASA physical status I-III. Patients were divided into two groups according to whether the block was successful: block success ($n=26$) and block failure ($n=5$). rSO_2 was continuously monitored in the middle and distal femoral innervations within 15 minutes after lumbar plexus block. After correction at the same part of the contralateral limb, the middle and distal femoral segments were recorded as rSO_2 -M and rSO_2 -D respectively. The receiver operating characteristic curve (ROC) showed the sensitivity and specificity of rSO_2 changes in predicting the effect of femoral nerve block, and the diagnostic cutoff value was found. **Results** ΔrSO_2 -M and ΔrSO_2 -D increased significantly with the successful group, but not with the failed group. The area under the curve (AUC) of the ROC of ΔrSO_2 -M changes in the thigh responding to the effects of block was 0.885 (95% CI 0.742 - 1.000), The cutoff value was 6.5, whose sensitivity and specificity was 69.2% and 100.0%, respectively. A combination of ΔrSO_2 -M and pinprick further enhanced the sensitivity to 88.5%, still with 100.0% specificity, and AUC was 0.954 (95% CI 0.881 - 1.000). **Conclusion** An increase in ΔrSO_2 , especially in the middle anterior thigh, measured as ΔrSO_2 -M, indicates successful femoral blockade after LPB. ΔrSO_2 -M joint pinprick can further improve the prediction accuracy.

【Key words】 Lumbar plexus block; Regional oxygen saturation; Predict

DOI:10.12089/jca.2018.12.013

作者单位: 410008 长沙市, 中南大学湘雅医院麻醉科

通信作者: 黄长盛, Email: docthuang2005@hotmail.com

外周神经包含自主神经纤维,除了抑制感觉和运动神经功能外,也抑制支配外周血管和腺体的自主神经功能。临床上常通过手或足部皮肤的血流和温度改变来评估外周神经阻滞效果^[1-2]。然而,在肢体近端自主神经抑制极少引起皮肤血流和温度的改变^[1,3],目前尚无通过自主神经功能抑制情况来评估支配肢体近端区域神经阻滞效果的方法。虽然皮肤血流和温度无明显改变,但神经阻滞可导致近端肢体包括皮下、肌肉甚至骨骼在内组织的氧饱和度升高^[4]。近红外光谱技术通过发射近红外段光波穿透皮肤及皮下组织,可连续测量局部组织氧饱和度(regional oxygen saturation, rSO_2)^[5]。本研究通过监测腰丛阻滞股神经所支配股中远段区域的 rSO_2 变化,探讨 rSO_2 预测肢体近端神经阻滞效果的准确性。

资料与方法

一般资料 本研究获医院伦理委员会批准(ChiCTR-DDD-16008520),患者均签署知情同意书。选择我院 2017 年 11 月至 2018 年 1 月择期行单侧下肢手术的患者,性别不限,年龄 18~80 岁,ASA I—III 级。排除标准:神经阻滞禁忌,周围神经损伤史或伴有血管功能障碍的疾病(如糖尿病或类风湿关节炎),精神类疾病,阻滞前存在明显的低氧血症,严重高血压控制不佳, $BMI > 40 \text{ kg/m}^2$ 。

麻醉方法 患者建立静脉通路,入麻醉准备间(室温 $24 \sim 26^\circ\text{C}$)行神经阻滞。入室后常规监测 HR、BP 和 SpO_2 ,低流量鼻导管给氧 2 L/min ,静脉注射舒芬太尼 $5 \sim 10 \mu\text{g}$ 、咪达唑仑 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg}$ 。患者取健侧 Sims 卧位,即健侧髋关节和膝关节伸直,患肢保持无应力体位^[6]。神经阻滞操作由两位技术熟练的麻醉科医师完成。患者摆好体位后,于患侧髂后上棘平行于脊柱中线向头侧做延长线,该线与髂嵴连线的交点(约旁开脊柱后正中线 $3 \sim 4 \text{ cm}$)为穿刺点,22 G 神经阻滞针,直径 50 mm ,在该点垂直进针,在便携式超声仪下显影神经阻滞针头,进行腰丛神经定位,神经刺激器初始电流为 2.0 mA ,引导出股四头肌收缩,逐渐减小电流至 0.5 mA ,回抽无血则注入局麻药 0.375% 罗哌卡因 $25 \sim$

30 ml 。采用针刺试验评估感觉阻滞情况(2,感觉正常;1,感觉减退;0,感觉缺失)^[7],每 3 分钟一次,直至 15 min 。针刺试验测试区域包括双侧肢体及腰部区域,以排除发生双侧阻滞和硬膜外阻滞的患者。阻滞起效标准:手术开始时手术医师镊子钳夹阻滞区皮肤无疼痛。 ΔrSO_2 -M 联合针刺试验预测阻滞效果的二元 Logistic 回归公式为:预测值 = $3.06 \times \text{针刺试验} + 0.324 \times \Delta rSO_2$ -M。

观察指标 采用连接 4 个传感器探头的 rSO_2 监测器,分别监测股神经支配的双侧股中段及远段区域 rSO_2 。以注入局麻药时的数值为基础值,注药结束 15 min 内每 3 分钟记录一次。阻滞侧与对侧肢体校正后,股中段和股远段分别记录为 ΔrSO_2 -M 和 ΔrSO_2 -D: ΔrSO_2 -M = 阻滞侧 $MrSO_2$ - 对侧 $MrSO_2$, ΔrSO_2 -D = 阻滞侧 $DrSO_2$ - 对侧 $DrSO_2$ 。

统计分析 采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布资料以中位数(M)和四分位数间距(IQR)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验,组内比较采用配对 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验;等级资料比较采用非参数检验。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 ΔrSO_2 变化对阻滞效果反应的敏感度和特异度,计算曲线下面积(AUC),寻找诊断临界值,进一步应用二元 Logistic 回归联合 ΔrSO_2 -M 和针刺试验分析阻滞效果。应用一般线性模型分析腰丛神经阻滞的重复测量数据,不同时点 ΔrSO_2 比较采用 Sidak 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

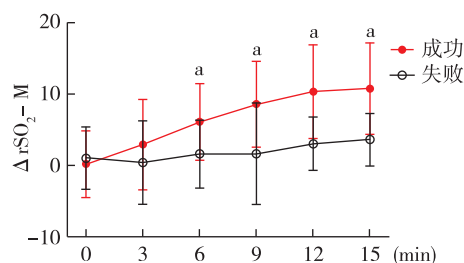
本研究共纳入择期行单侧下肢手术患者 31 例,膝关节置换术、全髋关节置换术和关节镜手术分别为 7 例、13 例和 11 例,阻滞成功组 26 例,阻滞失败组 5 例。两组患者性别、BMI、ASA 分级差异无统计学意义(表 1)。

腰丛阻滞前,两组患者 ΔrSO_2 -M 和 ΔrSO_2 -D 基础值差异无统计学意义。与基础值比较,阻滞成功组阻滞 6 min ΔrSO_2 -M 明显升高($P < 0.001$),15 min ΔrSO_2 -M 升高至最大值($P <$

表 1 两组患者一般情况的比较

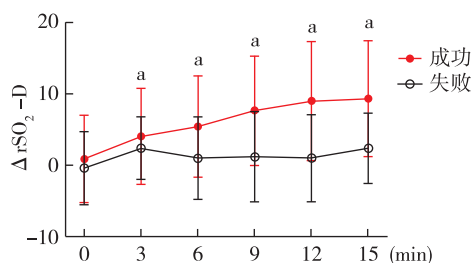
组别	例数	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m^2)	ASA I / II / III 级(例)
阻滞成功组	26	12/14	51.5(27.8~65.5)	23.9 ± 3.7	2/11/13
阻滞失败组	5	2/3	66.0(55.0~67.5)	23.4 ± 3.8	0/2/3

0.001); 阻滞 3 min ΔrSO_2 -D 明显升高 ($P < 0.001$), 15 min 升高至最大值 9.3 ± 8.1 ($P < 0.001$)。阻滞失败组不同时间 ΔrSO_2 -M 和 ΔrSO_2 -D 差异无统计学意义(图 1—2)。



注:与 0 min 比较, $^a P < 0.01$

图 1 两组腰丛阻滞术后股神经支配区域 ΔrSO_2 -M 的比较



注:与 0 min 比较, $^a P < 0.01$

图 2 两组腰丛阻滞术后股神经支配区域 ΔrSO_2 -D 的比较

当 ΔrSO_2 -M 高于临界值时, ΔrSO_2 -M 每个时间点的特异度均为 100%, 其敏感度随时间增加而增加, 并在 15 min 达到最高值 69.2%; 当 ΔrSO_2 -D 高于临界值时, 在 3 min ΔrSO_2 -D 敏感度最高为 80.8%, 但此时特异度仅为 40%; 12 min AUC 最大时, 敏感度为 61.5%, 特异度为 100%。针刺试验敏感度随时间增加而升高, 至 15 min 达到 80.8%, 此

时特异度为 80%(表 2, 图 3)。

讨 论

rSO_2 的绝对值易受许多全身因素如血压、二氧化碳分压和氧分压等的影响, 本研究采用阻滞侧与对侧校正后的 ΔrSO_2 以减少全身因素对 rSO_2 数值的影响^[8]。使用 0.375% 罗哌卡因用于神经阻滞时, 神经支配区感觉在阻滞完成后 8 min 左右开始减退^[9], 课题组预试验结果也表明注射 0.375% 罗哌卡因行腰丛神经阻滞 15 min, 股中远段 ΔrSO_2 变化趋于稳定, 因此本研究只选取腰丛神经阻滞 15 min 作为观察时点。腰丛阻滞成功后股神经支配区域 ΔrSO_2 迅速升高, 而阻滞失败的患者 ΔrSO_2 无明显变化。通过 ΔrSO_2 升高能够快速准确地预测腰丛阻滞术后股神经支配区域阻滞成功与否。

本研究结果显示, 与在股远段测量的 ΔrSO_2 -D 比较, 股中段测量的 ΔrSO_2 -M 评估神经阻滞效果的准确性更高。可能的原因在于股前中段受单一的股神经支配, 而股远段股神经的支配区域可能与其他神经如坐骨神经或股外侧皮神经等发生重叠。因此 ΔrSO_2 -D 预测的敏感度和特异度比 ΔrSO_2 -M 低。在所有测量时点, ΔrSO_2 -M 的特异度均为 100%, 而最高敏感度只有 69.2%。敏感度不高的原因可能是静息时机体交感神经性血管张力存在差异^[10], 静息血管交感张力较低的患者, 交感神经阻滞肢体血管舒张不明显, 导致 rSO_2 等通过自主神经功能反映阻滞效果的方法敏感度较低, 同时也反映 ΔrSO_2 在人群中可能存在较大的差异性。因此, 阻滞 15 min 联合 ΔrSO_2 -M 和针刺试验两个指标, 应用二元 logistic 回归分析评估神经阻滞效果时, 敏感度可达 88.5%, 特异度仍保持 100%, 较单独运用 ΔrSO_2 -M 或针刺试验更准确。

神经阻滞术后股中远段 rSO_2 升高的机制尚不明

表 2 ΔrSO_2 -M, ΔrSO_2 -D 在阻滞后不同时间预测腰丛神经阻滞术后股神经支配区阻滞效果的 ROC 曲线分析

时间	诊断临界值		敏感度(%)		特异度(%)		AUC(95%CI)	
	ΔrSO_2 -M	ΔrSO_2 -D	ΔrSO_2 -M	ΔrSO_2 -D	ΔrSO_2 -M	ΔrSO_2 -D	ΔrSO_2 -M	ΔrSO_2 -D
3 min	4.5	0.5	38.5	80.8	100	40	0.692(0.448~0.936)	0.527(0.237~0.817)
6 min	5.5	4.5	53.8	46.2	100	100	0.838(0.670~1.000) ^a	0.696(0.491~0.901)
9 min	6.5	6.5	61.5	46.2	100	100	0.835(0.678~0.992) ^a	0.719(0.514~0.925)
12 min	4.5	4.5	61.5	61.5	100	100	0.885(0.742~1.000) ^b	0.831(0.681~0.980) ^a
15 min	6.5	6.5	69.2	53.8	100	100	0.846(0.694~0.999) ^a	0.762(0.575~0.948)

注:与 AUC=50% 比较, $^a P < 0.05$, $^b P < 0.01$

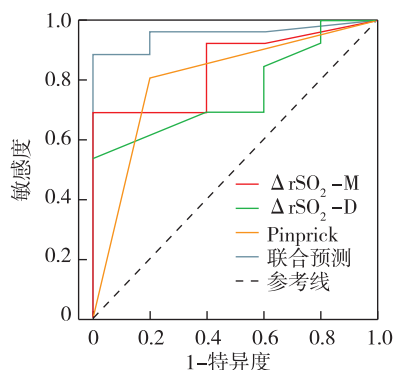


图3 ΔrSO_2 -M, ΔrSO_2 -D 和针刺试验及联合预测对阻滞效果反应的 ROC 曲线

确。组织的氧饱和度取决于该部位的氧供和氧耗平衡。静息体位时下肢的氧耗维持相对恒定,因此 rSO_2 升高是由于交感神经阻滞局部血液灌注增加,氧供增加引起。近红外光谱监测仪发射的近红外线能穿透皮肤、皮下组织、肌肉甚至骨骼,任何这些组织的灌注改变都可能会引起 rSO_2 的变化。国外相关研究发现交感神经被阻滞,近端皮肤和骨骼肌的灌注不会发生改变^[11]。Walloe 等^[12] 研究发现,交感神经阻滞皮动-静脉吻合以及小静脉开放,引起皮下组织的灌注增加。此外,由于进入长骨骨髓腔的血管主要受交感神经纤维的支配,交感神经阻滞可增加长骨中的血流量^[13]。因此,本研究中 rSO_2 升高可能由皮下组织甚至是股骨干血流灌注增加导致。

综上所述, rSO_2 变化可用于预测腰丛阻滞股神经支配区域是否阻滞成功。与针刺试验以及股远段测量的 ΔrSO_2 -D 变化比较,股中段测量的 ΔrSO_2 -M 升高预测准确性更高。 ΔrSO_2 -M 联合针刺试验可进一步提高其预测准确性。

参 考 文 献

- [1] Stevens MF, Werdehausen R, Hermanns H, et al. Skin temperature during regional anesthesia of the lower extremity. *Anesthesia and analgesia*, 2006, 102(4): 1247-1251.
- [2] Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, et al. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *Br J Anaesth*, 2017, 119(2): 276-280.
- [3] van Haren FG, Driessen JJ, Kadic L, et al. The relation between skin temperature increase and sensory block height in spinal anaesthesia using infrared thermography. *Acta anaesthesiol Scand*, 2010, 54(9): 1105-1110.
- [4] Tighe PJ, Elliott CE, Lucas SD, et al. Noninvasive tissue oxygen saturation determined by near-infrared spectroscopy following peripheral nerve block. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2011, 55(10): 1239-1246.
- [5] Rogers CA, Stoica S, Ellis L, et al. Randomized trial of near-infrared spectroscopy for personalized optimization of cerebral tissue oxygenation during cardiac surgery. *Br J Anaesth*, 2017, 119(3): 384-393.
- [6] 李继,柯希建,刘勇,等.腰丛联合第一骶后孔阻滞在老年患者髋关节置换术中的临床应用. *中华医学杂志*, 2016, 96(43): 3470-3473.
- [7] Galvin EM, Niehof S, Medina HJ, et al. Thermographic temperature measurement compared with pinprick and cold sensation in predicting the effectiveness of regional blocks. *Anesth Analg*, 2006, 102(2): 598-604.
- [8] Van de Velde S, Kalmar AF, Raes M, et al. Lower extremity near-infrared spectroscopy after popliteal block for orthopaedic foot surgery. *Open Orthop J*, 2016, 10: 258-263.
- [9] Xiao J, Cai MH, Wang XR, et al. Time course of action and pharmacokinetics of ropivacaine in adult and elderly patients following combined lumbar plexus-sciatic nerve block. *Int J Clin Pharmacol Ther*, 2010, 48(9): 608-613.
- [10] Elefteriou F, Campbell P, Ma Y. Control of bone remodeling by the peripheral sympathetic nervous system. *Calcif Tissue Int*, 2014, 94(1): 140-151.
- [11] Erni D, Banic A, Signer C, et al. Effects of epidural anaesthesia on microcirculatory blood flow in free flaps in patients under general anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*, 1999, 16(10): 692-698.
- [12] Walloe L. Arterio-venous anastomoses in the human skin and their role in temperature control. *Temperature (Austin)*, 2015, 3(1): 92-103.
- [13] Hoffman J, Phillips W, Blum M, et al. Effect of sympathetic block demonstrated by triple-phase bone scan. *J Hand Surg Am*, 1993, 18(5): 860-864.

(收稿日期:2018-05-02)