

· 临床研究 ·

颈内静脉内径呼吸变异度和血流速度在椎管内麻醉后容量预测中的价值

应海峰 王明仓 曹东航 李军

【摘要】 目的 探究超声测量颈内静脉内径呼吸变异度和血流速度在椎管内麻醉后血容量判断中的价值。**方法** 选择我院 2017 年 2 月至 2019 年 2 月择期手术的椎管内麻醉患者 120 例,男 64 例,女 56 例,年龄为 34~66 岁,ASA I 或 II 级。记录麻醉前、麻醉后 5、15、25 min 左侧颈内静脉最大直径(Dmax)、最小直径(Dmin)、内径呼吸变异度(RVI)、中心静脉压(CVP)、血流速度最大值(BVmax)、血流速度最小值(BVmin)和血流速度变异度(BVI),取 CVP=6 mmHg 作为预测值,并通过绘制 ROC 曲线来评估 Dmax、Dmin、RVI、BVmax、BVmin 和 BVI 的预测效能。**结果** 与麻醉前比较,麻醉后 5 min 时 Dmax、Dmin 和 BVI 明显降低($P<0.05$),RVI 明显升高($P<0.05$);与麻醉后 5 和 15 min 比较,麻醉后 25 min, Dmax、Dmin 和 BVI 明显升高($P<0.05$),RVI 明显降低($P<0.05$)。麻醉前 BVmin 的 AUC 值最大为 0.958,临界值 6.86,敏感性 82.6%,特异性 95.2%;麻醉后 5 min, Dmin 的 AUC 值最大为 0.944,临界值 0.74,敏感性 98.4%,特异性 84.3%;麻醉后 15 min, Dmin 和 BVmax 的 AUC 值最大分别为 0.949 和 0.945,临界值分别为 0.72 和 7.99,敏感性分别为 96.5%和 89.8%,特异性分别为 82.4%和 82.1%;麻醉后 25 min, BVmax 的 AUC 值最大为 0.981,临界值 8.98,敏感性 92.0%,特异性 90.5%。**结论** 超声测量患者颈内静脉的内径变异度和血流速度可作为预测椎管内麻醉后血容量的方式。

【关键词】 超声引导;椎管内麻醉;颈内静脉内径;呼吸变异度;血流速度;血容量

Ultrasonic measurement of respiratory variability and blood flow velocity of internal jugular vein and the value of intraspinal anesthesia YING Haifeng, WANG Mingcang, CAO Donghang, LI Jun. Department of Anesthesiology, Taizhou Hospital of Wenzhou Medical University, Linhai 317000, China Corresponding author: LI Jun, Email: lijun0068@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the value of ultrasound in measuring the respiratory variability and blood flow velocity of the internal jugular vein and the blood volume after spinal anesthesia. **Methods** Retrospective analysis of 120 patients, 64 males and 56 females, aged 34–66 years, falling into ASA physical status I or II, who underwent surgical treatment and spinal anesthesia during February 2017–2019 in our hospital was enrolled in our study and underwent spinal anesthesia. Before anesthesia, 5 min, 15 min and 25 min after anesthesia, ROC curves were drawn in the correlation with Dmax, Dmin, RVI, BVmax, BVmin, BVI and CVP (6 mmHg). **Results** Compared with that before anesthesia, Dmax, Dmin and BVI decreased significantly at 5 min after anesthesia ($P < 0.05$), while RVI increased significantly ($P < 0.05$). Compared with 5 and 15 min after anesthesia, at after 25 min of anesthesia, Dmax, Dmin and BVI significantly increased ($P < 0.05$), while RVI significantly decreased ($P < 0.05$). The maximum AUC value of BVmin before anesthesia was 0.958, the critical value was 6.86, the sensitivity was 82.6%, and the specificity was 95.2%. Five minutes after anesthesia, the maximum AUC value of Dmin was 0.944, the critical value was 0.74, the sensitivity was 98.4%, and the specificity was 84.3%. At 15 minutes after anesthesia, the maximum AUC values of Dmin and BVmax were 0.949 and 0.945, the critical values were 0.72 and 7.99, the sensitivity was 96.5% and 89.8%, and the specificity was 82.4% and 82.1%, respectively. The AUC value of BVmax was the highest (0.981) 25 minutes after anesthesia, with a critical value of 8.98, sensitivity of 92.0% and specificity of 90.5%. **Conclusion** The use of ultrasound to detect the internal diameter variability and blood flow velocity of the patient's internal jugular vein can be used as a way to clinically detect blood volume after spinal anesthesia, thus providing guidance for the infusion volume after clinical spinal anesthesia.

DOI:10.12089/jca.2020.05.007

作者单位:317000 浙江省临海市,温州医科大学附属台州医院麻醉科(应海峰、王明仓、曹东航);温州医科大学附属第二医院麻醉科(李军)

通信作者:李军,Email: lijun0068@163.com

【Key words】 Ultrasound testing; Intraspinal anesthesia; Internal jugular vein diameter; Respiratory variability; Blood flow velocity; Blood volume

腰-硬联合阻滞是临床上较常用的椎管内麻醉方式,具有起效快、效果好、用量少及对机体影响小等优点,但引起低血压的发生率高达约 80%^[1]。有研究表明,在麻醉前给予一定量的容量负荷可改善血容量状态、减少低血压的发生及严重程度,但输血量过大可能会引发容量超负荷^[1]。目前,容量评估的方法可以归纳为两类,一是通过临床症状和体征的评估,二是通过血流动力学监测指标的评估。超声检测作为一种简便的无创操作,已在临床上用于指导容量评估,一般采用测量下腔静脉来评估患者的血容量。但由于下腔静脉所处位置较深,易受到腹内压或腹部脏器的干扰而造成误差^[2]。颈内静脉位于机体浅表较易获得理想的超声图像,且干扰因素相对较少,静脉内径和血流速度的测量结果可能更为准确。本研究通过评估颈内静脉内径的呼吸变异度及血流速度,探讨超声测量在椎管内麻醉后血容量判断的价值。

资料与方法

一般资料 本研究通过温州医科大学附属台州医院伦理委员会批准(K20161217),患者均签署知情同意书。选择我院 2017 年 2 月至 2019 年 2 月择期下肢手术的椎管内麻醉患者,性别不限,年龄 30~65 岁,ASA I 或 II 级,手术时间≤2 h。排除标准:并发心脑血管疾病,严重血管硬化或其他病变,并发认知障碍和神经系统病变,并发肝肾功能重度障碍,并发重度外周血管病变,腹腔高压,存在椎管内麻醉禁忌,心功能不全、慢性肺病或者肺动脉高压,上腔静脉或颈内静脉发生狭窄或者梗阻。

麻醉方法 患者入室后连接监护设备并建立左上肢 20 G 静脉通道,滴注复方乳酸钠 800 ml。患者采取侧卧位实施常规 L₂₋₃ 硬膜外穿刺,分别使用 17 号和 25 号细针进行硬膜外穿刺针穿透硬膜外间隙和蛛网膜下隙穿刺,见有脑脊液流出后注入 1% 罗哌卡因 1.5 ml 和脑脊液 1 ml 混合液,置入硬膜外导管,置入深度 3~5 cm,而后使患者处于平卧位,在腰麻给药后 5 min 测试患者的麻醉平面。低血压发生时,静注麻黄碱 10~15 mg,若伴有心动过速可静注去氧肾上腺素 0.3~1.0 mg,控制麻醉阻滞的范围,适当追加辅助药,以减少患者精神紧张、内脏牵拉不适等,保持血压平稳。剂量也应从小剂量分次

静脉注射开始,使低血压缓慢上升,切忌血压骤然升高,而导致心肌耗氧过度,心肌缺氧、缺血、肺水肿、脑溢血和心衰等。

观察指标 腰麻前使用便携式超声仪引导行右侧颈内静脉穿刺,并接压力换能器 CVP,同时借助 M 型超声在环状软骨平面测量左侧颈内静脉最大直径(D_{max})以及最小直径(D_{min}),均测量 3 次求平均值,并计算呼吸变异度(respiratory variation index, RVI), $RVI = (D_{max} - D_{min}) / D_{max} \times 100\%$ 。再通过多普勒超声模式测定患者左侧颈内静脉的血流速度最大值(BV_{max})及最小值(BV_{min}),均测量 3 次求平均值,并计算血流变异度(blood flow variation index, BVI), $BVI = (BV_{max} - BV_{min}) / BV_{max} \times 100\%$ 。记录麻醉前、麻醉后 5、15、25 min 的 D_{max}、D_{min}、RVI、CVP、BV_{max}、BV_{min}、BVI。

统计分析 采用 SPSS 20.0 软件统计分析数据,正态分析计量资料以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组内比较采用重复测量方差分析,组间比较采取单因素方差分析。指标的相关性采用 Pearson 相关分析。取 CVP = 6 mmHg^[2] 作为预测值,并通过绘制 ROC 曲线来评估预测效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究纳入患者 120 例,男 64 例,女 56 例,年龄 34~65 (48.3±8.1) 岁,体重 49~70 (61.3±5.5) kg,ASA I 级 68 例,II 级 52 例。麻醉前、麻醉后 5、15、25 min 分别有 16 例、17 例、15 例和 14 例患者发生低血压,并给予相应处理。

与麻醉前比较,麻醉后 5 min 时 D_{max}、D_{min} 和 BVI 明显降低,RVI 明显升高($P < 0.05$);麻醉后 25 min 时 D_{min} 和 BVI 明显降低,RVI 明显升高($P < 0.05$)。与麻醉后 5 和 15 min 比较,麻醉后 25 min 时,D_{max}、D_{min} 和 BVI 明显升高,RVI 明显降低($P < 0.05$) (表 1)。

除 BVI 外,其他指标均具有较高的敏感性和特异性,用于预测 CVP 效能的指标中,麻醉前 D_{max} 的敏感性最高达 99.6%,而 BV_{min} 的特异性最高 95.2%。麻醉后 5 min,D_{min} 的敏感性最高达到了 98.4%,BV_{min} 的特异性最高 91.7%。麻醉后 15 min,D_{min} 的敏感性最高达 96.5%,BV_{min} 的特异性最高

表 1 麻醉前后超声测量指标的比较 ($\bar{x} \pm s, n=120$)

指标	麻醉前	麻醉后 5 min	麻醉后 15 min	麻醉后 25 min
Dmax (cm)	1.21±0.15	1.12±0.12 ^a	1.15±0.18	1.23±0.16 ^{bc}
Dmin (cm)	1.18±0.21	0.66±0.14 ^a	0.72±0.19	1.02±0.21 ^{abc}
RVI (%)	27.02±5.79	35.13±8.47 ^a	32.23±6.37	29.21±8.34 ^{abc}
BVI (%)	36.17±11.46	20.34±10.12 ^a	25.65±9.74	34.45±9.26 ^{abc}
BVmax (cm/s)	8.32±1.88	7.38±1.72	7.44±1.62	7.98±1.82
BVmin (cm/s)	6.31±1.74	6.21±1.35	6.22±1.47	6.33±1.66
CVP (mmHg)	6.22±1.08	5.34±1.21	5.43±1.19	6.12±1.24

注:与麻醉前比较,^a $P<0.05$;与麻醉后 5 min 比较,^b $P<0.05$;与麻醉后 15 min 比较,^c $P<0.05$

表 2 麻醉前后各指标预测容量的 ROC 曲线分析 ($n=120$)

时点	指标	临界值	敏感性 (%)	特异性 (%)	AUC (95% CI)
麻醉前	Dmax (cm)	1.17	99.6	62.5	0.784 (0.758~1.000)
	Dmin (cm)	0.84	90.2	81.8	0.924 (0.792~1.000)
	RVI (%)	31.15	91.2	76.5	0.786 (0.803~0.843)
	BVmax (cm/s)	8.12	98.4	89.1	0.927 (0.888~1.000)
	BVmin (cm/s)	6.86	82.6	95.2	0.958 (0.758~1.000)
	BVI (%)	15.15	81.6	51.9	0.621 (0.720~0.973)
麻醉后 5 min	Dmax (cm)	1.13	91.2	81.2	0.873 (0.872~0.975)
	Dmin (cm)	0.74	98.4	84.3	0.944 (0.912~1.000)
	RVI (%)	31.74	84.7	84.2	0.826 (0.733~1.000)
	BVmax (cm/s)	8.47	89.7	89.2	0.926 (0.865~1.000)
	BVmin (cm/s)	6.26	89.7	91.7	0.897 (0.829~1.000)
	BVI (%)	22.09	79.9	78.6	0.673 (0.758~1.000)
麻醉后 15 min	Dmax (cm)	1.14	89.3	80.2	0.867 (0.852~0.975)
	Dmin (cm)	0.72	96.5	82.4	0.949 (0.902~1.000)
	RVI (%)	30.56	85.2	87.3	0.838 (0.764~0.838)
	BVmax (cm/s)	7.99	89.8	82.1	0.945 (0.826~1.000)
	BVmin (cm/s)	6.08	89.2	90.7	0.834 (0.835~1.000)
	BVI (%)	21.89	80.6	75.8	0.698 (0.738~1.000)
麻醉后 25 min	Dmax (cm)	1.17	90.8	78.4	0.823 (0.823~0.974)
	Dmin (cm)	0.68	95.3	80.5	0.949 (0.921~1.000)
	RVI (%)	32.20	86.3	83.7	0.878 (0.756~1.000)
	BVmax (cm/s)	8.98	92.0	90.5	0.981 (0.856~0.873)
	BVmin (cm/s)	6.72	83.7	90.8	0.853 (0.857~1.000)
	BVI (%)	23.09	78.3	76.8	0.662 (0.763~1.000)

90.7%。麻醉后 25 min, Dmin 的敏感性最高 95.3%, BVmin 的特异性最高达 90.8% (表 2, 图 1)。

讨 论

为避免椎管内麻醉低血压风险,主要通过麻醉前预负荷或椎管内麻醉后快速输液等达到补充血容量、减缓低血压发生程度的效果^[3-5]。但对于输

液负荷量的把控,还需依赖于临床血流动力学指标及超声引导的监测技术使用。体表超声属无创检测且操作简便易重复技术,采取对上腔静脉分支颈内静脉作为检测位点较容易获得影响的结果,同时克服了下腔静脉位置深、易受腹内压干扰等缺点。有研究显示^[6-7],根据超声观察颈内静脉血液流变学参数可以用来判断 CVP 是否正常,并且显示出较

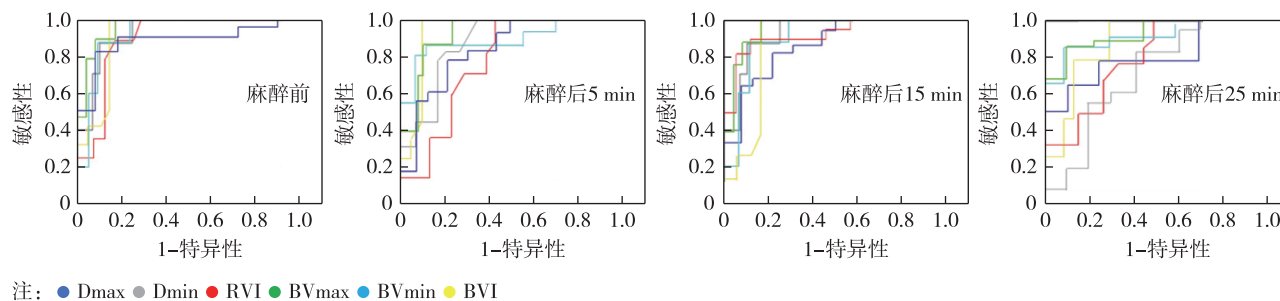


图 1 麻醉前后各项指标预测容量的 ROC 曲线图

为准确的效果。根据 2014 年中华麻醉学会发布的麻醉手术期间液体治疗专家共识,当 CVP 达到 6~8 mmHg 时能够维持与患者心血管功能状态匹配的循环容量,获取最佳心输出量、组织灌注和器官功能,因此,本研究选用 6 mmHg 作为 CVP 的预测值并绘制 ROC 曲线评估 Dmax、Dmin、RVI、BVmax 及 BVmin 预测 CVP 的效能,同时比较输液前后两者指标的改变。

本研究结果显示,患者在麻醉后 5min 的 Dmax、Dmin 及 BVI 明显降低,RVI 明显升高,这是因为在麻醉前后,均发生了在明显吸气时随胸腔压力的降低,颈内静脉内径减小,在呼气时随胸腔压力的增大,颈内静脉增大。麻醉后颈内静脉内径 Dmax、Dmin 相应减小,表现出颈内静脉内径对麻醉实施后外周血管扩张,导致全身容量相对不足;RVI 升高表明麻醉后的颈内静脉 RVI 会增大。与麻醉前比较,麻醉后 25 min 时,RVI 明显升高,Dmin 和 BVI 明显降低。与麻醉后 5 和 15 min 比较,麻醉后 25 min Dmax、Dmin 及 BVI 明显升高,RVI 明显降低,显示随着输液进行血容量逐渐充足,颈内静脉内径逐渐增大,RVI 逐渐降低,显示颈内静脉随着血容量的补充而扩张,呼吸运动所导致的胸腔内压力变化对于颈内静脉的影响变小^[8-9]。

本研究通过选择 6 mmHg 作为 CVP 预测值来绘制 ROC 曲线的分析发现,麻醉前与麻醉后的 Dmax、Dmin、RVI、BVmax、BVmin 均能很好地预测 CVP,其中 BVmax 的预测效果最佳,而 BVI 的预测效果差。Qian 等^[10]采取对超声测量的颈内静脉的一些数据进行动态提取后,可在评估循环血容量时使跟踪误差率降低。以上研究显示,通过超声检测颈内静脉来评估血容量以及辅助椎管内麻醉过程,最终达到降低对人体伤害的目的,甚至预测风险。

本研究纳入的研究对象为无心功能不全、肺动脉高压和慢性肺疾病的高龄患者,对于合并严重

高/低血压、心功能不全和肺动脉高压的高龄患者颈内静脉内径评估血容量状态的准确性尚有待研究。

综上所述,利用超声测量患者颈内静脉的内径变异度和血流速度可为指导患者椎管内麻醉后提供参考。

参 考 文 献

- [1] 王扬,赵慧静,张玉坤,等. 超声测量下腔静脉内径评估高龄患者血容量状态的准确性. 中华麻醉学杂志, 2015, 35(7): 890-891.
- [2] Dipti A, Soucy Z, Surana A, et al. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. Am J Emerg Med, 2012, 30(8): 1414-1419.
- [3] Heesen M, Stewart A, Fernando R. Vasopressors for the treatment of maternal hypotension following spinal anaesthesia for elective caesarean section: past, present and future. Anaesthesia, 2015, 70(3): 252-257.
- [4] 胡夏娟,鲍红光,史宏伟,等. 超声显像-椎管内麻醉辅助新技术. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(4): 399-402.
- [5] 宋斌,乔永杰,蒋皓宇,等. 椎管内麻醉与全身麻醉对关节置换术效果的 Meta 分析. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(1): 52-58.
- [6] Meng T, Zhong Z, Meng L. Impact of spinal anaesthesia vs. general anaesthesia on peri-operative outcome in lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis of randomised, controlled trials. Anaesthesia, 2017, 72(3): 391-401.
- [7] 肖静,刘九红,梅伟. 超声联合神经刺激器引导下骶后孔阻滞行坐骨结节囊肿切除一例. 临床麻醉学杂志, 2016, 32(12): 1239-1239.
- [8] Perlas A, Chaparro LE, Chin KJ. Lumbar neuraxial ultrasound for spinal and epidural anesthesia: a systematic review and meta-analysis. Reg Anesth Pain Med, 2016, 41(2): 251-260.
- [9] Ekinci M, Alici HA, Ahiskalioglu A, et al. The use of ultrasound in planned cesarean delivery under spinal anesthesia for patients having nonprominent anatomic landmarks. J Clin Anesth, 2017, 37: 82-85.
- [10] Qian K, Ando T, Nakamura K, et al. Ultrasound imaging method for internal jugular vein measurement and estimation of circulating blood volume. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2014, 9(2): 231-239.

(收稿日期:2019-07-21)