

· 临床研究 ·

门静脉高压患儿围术期血流动力学的变化

韩丁 魏国 欧阳川 陈刚 张弦 刘宏妍 马旭波 潘守东

【摘要】 目的 通过压力记录分析法 (PRAM) 分析门静脉高压 (PH) 患儿围术期动脉后负荷、心功能、容量负荷参数的一般变化特点,为临床医师提供参考。**方法** 纳入 2017 年 1—12 月本院择期行肠-门静脉 (改良) 分流手术的 PH 患儿共 20 例 (PH 组),年龄 <14 岁,ASA II 或 III 级。随机选取同期年龄匹配行开腹手术患儿 20 例作为对照组 (非 PH 组)。在麻醉诱导后,常规行桡动脉置管以监测血压和使用 PRAM。在切皮前 (T_1)、切皮 5 min 后 (T_2)、关腹 (T_3)、术毕时 (T_4) 使用 PRAM 记录 SBP、DBP、HR、重脉压、每搏量指数 (SVI)、心脏指数 (CI)、心室弹性 (Ees)、动脉后负荷 (Ea)、脉压变异度 (PPV);记录麻醉时间、麻醉药物用量。**结果** 与非 PH 组比较, T_1 — T_4 时 PH 组 HR 明显减慢 ($P < 0.05$), T_3 — T_4 时重脉压明显增高 ($P < 0.05$), T_1 、 T_2 、 T_4 时 SVI 明显增高 ($P < 0.05$), T_1 、 T_2 、 T_4 时 Ea 明显降低 ($P < 0.05$), T_2 、 T_3 时 PPV 明显降低 ($P < 0.05$), T_3 、 T_4 时 Ees 明显降低 ($P < 0.05$)。两组间 SBP、DBP 与 CI 差异无统计学意义。**结论** PH 患儿围术期血流动力学变化特点为每搏量增高和动脉后负荷降低,心功能轻微受损,脉压变异度数值偏低。

【关键词】 门静脉高压;体循环;血流动力学;患儿

Characteristics of perioperative systemic hemodynamic alternations in children with portal hypertension HAN Ding, WEI Guo, OUYANG Chuan, CHEN Gang, ZHANG Xian, LIU Hongyan, MA Xubo, PAN Shoudong. Department of Anesthesia, Capital Institute of Pediatrics Affiliated Children's Hospital, Beijing 100020, China

Corresponding author: PAN Shoudong, Email: adohn@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the perioperative change in cardiac function, arterial afterload, and volume load parameters using pressure recording analytical method (PRAM) in children with portal hypertension (PH), serving as references for clinicians. **Methods** From January to December 2017, 20 children with PH scheduled to receive Rex (modified) shunt surgery (group PH) in Capital Institute of Pediatrics Affiliated Children's Hospital were enrolled, aged <14 years, ASA physical status II or III. Group matched contemporary 20 children of the similar age undergoing laparotomy were selected as controls (group non-PH). After anesthesia induction, radial catheterization was routinely administered to monitor arterial pressures and use PRAM. Systolic arterial pressure, diastolic arterial pressure, diastolic pressure, heart rate, stroke volume index (SVI), cardiac index (CI), ventricular elastance (Ees), arterial afterload (Ea), and pulse pressure variation (PPV) were recorded by PRAM at before surgical incision (T_1), 5 min after surgical incision (T_2), abdominal closure (T_3), and end of the surgery (T_4). Anesthesia duration and dosage of anesthetics were recorded. **Results** Compared with group non-PH, group PH had significantly decreased heart rate at T_1 – T_4 ($P < 0.05$), significantly increased diastolic pressure at T_3 and T_4 ($P < 0.05$), significantly increased SVI at T_1 , T_2 and T_4 ($P < 0.05$), significantly decreased Ea at T_1 , T_2 and T_4 ($P < 0.05$), significantly decreased PPV at T_2 and T_3 ($P < 0.05$), and significantly decreased Ees at T_3 and T_4 ($P < 0.05$). Systolic arterial pressure, diastolic arterial pressure, and CI were not significantly different between groups. **Conclusion** Hemodynamics of children with PH is characterized by increased stroke volume, decreased arterial afterload, mildly deteriorated cardiac function, and decreased pulse pressure variation.

【Key words】 Portal hypertension; Systemic circulation; Systemic hemodynamics; Children

DOI: 10.12089/jca.2019.08.006

基金项目:首都临床特色应用研究基金资助项目(Z181100001718096)

作者单位:100020 首都儿科研究所附属儿童医院麻醉科(韩丁、魏国、陈刚、张弦、刘宏妍、马旭波、潘守东);首都医科大学附属北京安贞医院麻醉科(欧阳川)

通信作者:潘守东,Email:adohn@163.com

门静脉高压(portal hypertension, PH)是一种少见疾病^[1],其发病率未见报道,本院近 5 年接受手术治疗患儿约为 5 万例,其中 172 例为 PH 患儿。肝内阻力升高、门-体静脉侧支循环扩张和高动力循环状态是 PH 的重要发病机理。高动力循环状态会加重体内激素调节异常,一氧化氮产生增多使血管扩张,全身重要器官组织血管床受累,最终造成心血管、肝、肠、肾、肺、脑循环异常,是引起并发症和死亡的主要原因^[2]。成人中研究表明外周血管阻力下降与疾病严重程度有关^[3],PH 患儿中与血流动力学相关研究甚少,了解其围术期变化可帮助进行相应治疗。压力记录分析法(pressure recording analytical method, PRAM)通过分析动脉波形获取血流动力学参数,具有操作简便、微创、实时、连续监测等特点,适于术中病情变化迅速的患儿使用^[4]。本研究使用 PRAM 分析 PH 患儿围术期动脉后负荷、心功能、容量参数的变化,为临床医师提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究是一项观察性研究,方案经本院伦理委员会通过(SHERLL2018028)。随机纳入 2017 年 1—12 月择期于本院行(改良)肠-门静脉分流手术^[5](PH 组)和行开腹手术的非 PH 患儿(非 PH 组),年龄<14 岁,ASA II 或 III 级,计划全麻下使用气管插管、有创血流动力学监测、中心静脉置管。排除标准:主动脉及其瓣膜疾病(如主动脉狭窄,主动脉瓣反流),恶性心律失常,动脉压力波形欠阻尼或过阻尼^[6]。

PRAM 监测方法 PRAM 使用方法同以前研究^[4]。输入患儿身高、体重、动脉压力采集部位后待机。PRAM 通过一路信号线从临床主监护仪压力模块上实时获取压力原始信号,采集的血流动力学参数经分析后可实时显示在屏幕上,并且支持以每 30 秒为间期将数据导出至 Excel 表格。

麻醉方法 全麻诱导给予阿托品 0.01 mg/kg、丙泊酚 3 mg/kg、罗库溴铵 0.6 mg/kg、舒芬太尼 0.2~0.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。麻醉维持采用吸入 1%~2%七氟醚,

静脉输注丙泊酚 4~10 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,瑞芬太尼 0.1~0.3 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,按需追加罗库溴铵 0.2 mg/kg,使 BIS 值维持在 40~60。气管插管后,所有患儿常规行桡动脉置管以监测血压和使用 PRAM。对主监护仪和 PRAM 同时压力归零,行方波试验观察动脉波形是否有欠阻尼或过阻尼。

观察指标 记录 PH 患儿肠-门静脉分流术前、后门静脉压力;记录两组患儿切皮前(T_1)、切皮 5 min 后(T_2)、关腹(T_3)、术毕时(T_4)的 HR、SBP、DBP、重脉压、心脏指数(CI)、SVI、脉压变异度(PPV),计算心室弹性(Ees)和心室动态后负荷(Ea)^[4];记录两组患儿麻醉时间、麻醉药物用量。

统计分析 样本量计算根据预试验,非 PH 组每搏量指数(SVI)为(26 ± 9) ml/m²,PH 组 SVI 为(36 ± 13) ml/m²,采用 $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.8$ 检验效能计算,需每组纳入 20 例。采用 SPSS 20.0 统计软件处理数据。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验,血流动力学组间比较采用独立样本 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

PH 组主要诊断为门静脉海绵样变性 16 例、特发性门静脉高压 2 例、先天性肝纤维化 2 例。非 PH 组主要诊断为肝母细胞瘤 6 例、胆总管囊肿 5 例、腹膜后肿物 2 例、胰管扩张 3 例、肾母细胞瘤 2 例、神经母细胞瘤 2 例。

两组患儿性别、年龄、身高、体重、麻醉时间、丙泊酚和瑞芬太尼用量差异无统计学意义(表 1)。PH 患儿分流术前门静脉压力为(30.9 ± 5.6) mmHg,分流术后压力为(21.0 ± 4.4) mmHg。

与非 PH 组比较, T_1 — T_4 时 PH 组 HR 明显减慢($P < 0.01$), T_3 — T_4 时重脉压明显增高($P < 0.05$)、 T_1 、 T_2 、 T_4 时 SVI 明显增高($P < 0.05$), T_1 、 T_2 、 T_4 时 Ea 明显降低($P < 0.05$), T_2 、 T_3 时 PPV 明显降低($P < 0.05$), T_3 、 T_4 时 Ees 明显降低($P < 0.05$)。两组间 SBP、DBP 与 CI 差异无统计学意义(表 2)。

表 1 两组患儿一般情况、麻醉时间及用药的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	麻醉时间 (min)	丙泊酚 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	瑞芬太尼 ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)
非 PH 组	20	8/12	5.4 $\pm$ 4.1	106 $\pm$ 25	19.2 $\pm$ 10.9	213 $\pm$ 76	7.7 $\pm$ 1.5	0.14 $\pm$ 0.03
PH 组	20	10/10	5.6 $\pm$ 3.3	109 $\pm$ 25	19.4 $\pm$ 8.6	261 $\pm$ 40	8.0 $\pm$ 1.3	0.16 $\pm$ 0.03

表 2 两组患儿血流动力学参数的比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
HR (次/分)	非 PH 组	20	116.4±19.2	127.3±13.3	118.1±16.4	114.3±16.1
	PH 组	20	98.6±17.5 ^a	101.1±16.4 ^a	94.3±20.6 ^a	92.3±22.2 ^a
SBP (mmHg)	非 PH 组	20	97.5±17.5	103.4±18.7	94.5±17.1	101.3±14.3
	PH 组	20	102.2±20.5	106.4±17.5	100.1±14.3	105.4±17.8
DBP (mmHg)	非 PH 组	20	53.3±12.2	54.6±14.3	5.7±10.9	53.1±10.2
	PH 组	20	56.4±18.3	56.7±14.0	55.9±13.4	57.3±15.2
重脉压 (mmHg)	非 PH 组	20	66.2±14.3	65.9±18.3	61.5±15.4	70.4±17.3
	PH 组	20	75.6±21.2	77.0±20.3	74.5±18.1 ^a	81.3±17.6 ^a
CI (L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	非 PH 组	20	3.2±1.4	3.3±1.3	2.9±1.5	3.1±0.9
	PH 组	20	3.8±1.6	3.7±1.7	3.3±1.1	3.5±1.6
SVI (ml/m ²)	非 PH 组	20	29.4±15.0	24.4±12.7	26.4±12.7	27.4±8.9
	PH 组	20	38.4±13.5 ^a	36.5±15.1 ^a	36.7±17.0	34.9±15.3 ^a
Ees (s ⁻¹)	非 PH 组	20	1.5±0.3	1.4±0.4	1.6±0.4	1.5±0.3
	PH 组	20	1.3±0.3	1.4±0.29	1.2±0.4 ^a	1.2±0.3 ^a
Ea (mmHg/ml)	非 PH 组	20	2.9±1.9	3.2±1.5	2.9±1.4	2.8±1.1
	PH 组	20	2.2±0.9 ^a	2.4±0.8 ^a	2.3±0.9	2.2±0.8 ^a
PPV (%)	非 PH 组	20	13.3±8.7	16.3±6.8	13±6.2	9.6±3.0
	PH 组	20	10.8±4.6	9.1±5.6 ^a	10±4.7 ^a	9.4±5.0

注:与非 PH 组比较,^aP<0.05

讨 论

PH 患儿伴有门-体静脉侧支循环和高动力循环,研究体循环血流动力学变化特点有助于判断病情特点和严重程度,指导容量和血管活性药物治疗,从而减少围术期并发症和改善预后。危重症患儿围术期血流动力学监测手段有限,热稀释法、Fick 法因操作繁琐、创伤性较大等原因在临床应用受限。近来,一些研究表明 PRAM 在包括儿童在内的危重症患者中可较准确地反映心功能、动脉后负荷和容量参数的变化^[7-8]。本研究结果中 PRAM 监测血流动力学参数更全面、个体化、实时的信息,为医师决策提供较好的参考。

成人 PH 患者血流动力学一般特点为低体循环阻力和高心排量^[9],本研究使用 PRAM 证实 PH 患儿具有相似特点,PH 患儿具有低 Ea、高 SVI、CI 数值。本组患儿 HR 没有增快,与以前研究^[3]结果一致,随着病情进展患者肝功能储备越差 HR 代偿

性增快倾向越显著。重脉压是主动脉瓣关闭即刻主动脉内压力,是反应血容量的指标之一^[10]。PH 患儿重脉压明显增高,这与 PH 患儿门-体侧支静脉代偿性扩张,静脉回心血量增多的病理生理相符。Ea 是反应动脉后负荷良好指标,较少受容量因素的影响^[4,11]。PH 患儿动脉后负荷降低是其血流动力学改变的重要发病基础,有研究表明其下降程度与 PaO₂ 相关^[3]。丙泊酚具有较强的降低外周血管阻力作用,围术期减量应用并复合七氟醚进行麻醉更有利于维持循环稳定。另外,PH 患儿在伴有消化系统出血时使用 α 受体激动剂、血管加压素进行治疗是常用手段,Ea 可为围术期使用此类药物使用辅助参考。PH 患儿 SVI 增高是 Ea 下降和侧支静脉回心血量增多的结果,且其 HR 偏于缓慢,提示术中麻醉应避免 HR 过缓造成心脏过于充盈。Ees 是反映左心室收缩和舒张功能的良好指标^[4,11]。研究表明成人 PH 患者可伴有心室肥厚和心腔扩大等^[2],本研究发现 PH 患儿 Ees 有所降低,表明这些患儿

心功能有轻微受损,原因可能包括脾脏增大、伴有腹水引起不同程度的腹内压增高,提示围术期可以参考 Ees 较积极地使用多巴胺等强心药进行治疗。PPV 是机械通气下心-肺交互作用结果,容量不足时数值增大,在儿童中具有较好的容量反应预测价值^[12]。本研究结果表明 PH 患儿 PPV 整体数值偏低,一方面是本组患儿因门-体侧支静脉代偿性扩张,静脉回心血量增多,容量负荷相对充足。另一方面 Ees 降低、心功能轻微受损可能也为因素之一。提示临床医师在 PH 患儿参考 PPV 进行容量管理时应慎重,低 PPV 数值不能代表容量充足,特别是在肝门阻断开放后应及时根据重脉压、Ea、血气分析结果适当进行扩容、纠酸治疗。

综上所述,PH 患儿围术期血流动力学变化特点为心室每搏量增高和动脉后负荷降低,心功能轻微受损,脉压变异度数值偏低。监测这些参数可以帮助临床医师准确判断术中血流动力学状态并进行相应的容量和强心治疗。

参 考 文 献

- [1] 朱世春,刘歆农,张培建.儿童门脉高压症研究进展.国际外科学杂志, 2014, 41(4): 267-272.
- [2] Kim MY, Baik SK, Lee SS. Hemodynamic alterations in cirrhosis and portal hypertension. Korean J Hepatol, 2010, 16(4): 347-352.
- [3] Sun YW, Hua R, Huo YM, et al. The characteristics of respiratory function and pulmonary hemodynamics in patients with portal hypertension. Digestive Diseases, 2012, 13(2): 75-81.
- [4] 韩丁,罗毅,贾清彦,等.压力记录分析法用于小儿法洛四联症根治术中循环能量效率研究.心肺血管病杂志, 2016, 35(8): 623-627.
- [5] 张金山,李龙.Rex 手术治疗小儿肝外门静脉高压的应用进展.中华小儿外科杂志, 2017, 38(3): 636-640.
- [6] Scolletta S, Bodson L, Donadello K, et al. Assessment of left ventricular function by pulse wave analysis in critically ill patients. Intensive Care Med, 2013, 39(6): 1025-1033.
- [7] Ricci Z, Polito A, Netto R, et al. Assessment of modified ultra-filtration hemodynamic impact by pressure recording analytical method during pediatric cardiac surgery. Pediatr Crit Care Med, 2013, 14(4): 390-395.
- [8] 汪晓南,刘亚光,韩丁,等.发绀型先天性心脏病改良体-肺动脉分流术中血流动力学变化.心肺血管病杂志, 2018, 37(3): 259-263.
- [9] Hori T, Ogura Y, Onishi Y, et al. Systemic hemodynamics in advanced cirrhosis: concerns during perioperative period of liver transplantation. World J Hepatol, 2016, 8(25): 1047-1060.
- [10] Hsieh SW, Hung KC. Atypical diastolic notch in arterial blood pressure waveform morphology. J Clin Anesth, 2016, 35: 238-239.
- [11] 魏大愚, Lopez JF, Hanson S. 左心室的总能量和能量效率的临床价值.临床心血管病杂志, 1992, 8(1): 37-40.
- [12] Han D, Pan S, Wang X, et al. Different predictivity of fluid responsiveness by pulse pressure variation in children after surgical repair of ventricular septal defect or tetralogy of Fallot. Paediatr Anaesth, 2017, 27(10): 1056-1063.

(收稿日期:2018-11-04)

· 读者·作者·编者 ·

《临床麻醉学杂志》对来稿署名的要求

作者姓名在文题下方按序排列,一般不宜超过 6 位。排序应在投稿时确定,在编排过程中不应再作更换,如欲更换第一作者,需出具单位证明和由全体作者签名的申请。作者单位的邮编、所在城市、单位名称的全称和科室在首页脚注中说明。若其他作者不属同一单位,需写出各自单位,并在单位后用括号列出作者的姓名。作者应具备的条件:(1)参与选题和设计,或参与资料的分析和解释;(2)起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容;(3)能对编辑部的修改意见进行核修,在学术上进行答辩,并最终同意该文发表者。以上 3 条均需具备。“通信作者”系指研究生课题论文的导师或直接指导者、相关科研项目课题负责人及该文的主要责任者和联系者。“通信作者”对论文应具有与第一作者同等的权利和义务。