

电子胎心监护在产科麻醉中应用的研究进展

刘迪 闵苏 赵邦术 秦兴发 舒秋霞

【摘要】 随着健康中国和产科麻醉医疗的发展,产科手术、胎儿外科、妊娠非产科手术麻醉和分娩镇痛对麻醉医疗的需求越来越高,保障母婴安全给产科麻醉医护人员提出了挑战。电子胎心监护具有快速、动态反映胎儿在子宫内的生理状况,临床上通过监测胎心率基线、胎心变异、加速、减速以及宫缩参数等,判读胎心监护图形,结合孕产妇的生命体征监测,合理地选择分娩镇痛或产科麻醉方式与临床用药,有助于指导决策胎儿紧急情况的救治措施,保障手术、麻醉和相关治疗期间的母婴安全,提高产科麻醉工作者基本的胎心监测能力,具有重要的临床意义。

【关键词】 电子胎心监护;产科麻醉;分娩镇痛;母婴安全

Research progress in the application of electronic fetal heart monitoring in obstetric anesthesia LIU

Di, MIN Su, ZHAO Bangshu, QIN Xingfa, SHU Qiuxia. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China

Corresponding author: MIN Su, Email: ms89011068@163.com

【Abstract】 With the development of healthy China and obstetric anesthesia medical care, the demand for anesthesia medical care in obstetric surgery, fetal surgery, non-obstetric anesthesia in pregnancy and labor analgesia is increasingly high. Ensuring the safety of the mother and fetus has posed a challenge to obstetric anesthesia medical staff. Electronic fetal heart monitoring is a rapid and dynamic reflection of the physiological condition of the fetus in the uterus. In clinical practice, by monitoring the baseline fetal heart rate, fetal heart rate variability, acceleration, deceleration and contraction parameters, the fetal heart monitoring graph is interpreted. Also by monitoring maternal vital signs, the mode of labor analgesia or obstetric anesthesia and clinical medication are rationally selected, which is of great clinical significance to ensure the maternal and infant safety during surgery, anesthesia and related treatment, and to improve the basic ability of obstetric anesthesiologists to monitor the fetal heart rate.

【Key words】 Electronic fetal heart monitoring; Obstetric anesthesia; Labor analgesia; Maternal and fetus safety

在上世纪 70 年代末,电子胎心监护(electronic fetal monitoring, EFM)的应用已成为保障围产期胎儿宫内安全的重要措施之一^[1]。胎心率(fetal heart rate, FHR)变化是胎儿宫内窘迫首发表现。EFM 能观察 FHR 的动态变化,评估、分析并预测妊娠期尤其是妊娠中晚期和产程中胎儿宫内情况,但目前产科麻醉医护人员对 EFM 的判读还缺乏规范化,不利于异常胎心识别和多学科合作中的快速反应。产科麻醉医护人员有必要了解围产期胎心监护,科学应用和准确判读 EFM,及时识别并采取相应措施。

EFM 方法和常规应用

临床最常使用的胎心监护方法为间歇性胎心听诊和 EFM。胎心听诊的工具主要有听诊器、听筒、电子胎心监护仪、超声多普勒、胎儿头皮心电监测仪等。EFM 常用孕产妇体表的宫外监测,特殊情况也有经宫内监测。

上世纪 50 年代,产前和产时胎心监护的主要方法为间歇性胎心听诊。对于低风险自然临产的孕妇,首选间歇性听诊。听诊评估频率:在第一产程和第二产程被动期,每 15~30 分钟进行 1 次;在第二产程主动期,每 5 分钟或宫缩后即刻进行^[2]。由于间歇性听诊不能获得胎心变化的实时信息,且常依赖于监测人员的主观经验,临床应用存在一定局限性。

EFM 能同步监测 FHR 和宫缩情况,是产前胎

DOI: 10.12089/jca.2022.08.020

基金项目:国家临床重点专科建设项目[财社(2011)170号];重庆市卫生适宜技术推广项目(2021jstg026)

作者单位:400016 重庆医科大学附属第一医院麻醉科[刘迪(现在四川省内江市第一人民医院麻醉科)、闵苏、赵邦术、舒秋霞],产科(秦兴发)

通信作者:闵苏,Email: ms89011068@163.com

儿健康状况评估最为常用的方法。当孕妇或胎儿有合并症或产时存在高危因素时,推荐产时持续电子胎心监护(continuous electronic fetal monitoring, CEFM)^[3],有利于获取和评估胎心和宫缩变化的动态信息。第一产程的评估频率与间歇性听诊的评估频率相同。根据产程不同阶段和产程中特殊情况,调整 CEFM 的评估频率。

多项循证医学研究结果表明,使用 CEFM 后,1 min 时的新生儿 Apgar 评分低于 4 分的发生率和新生儿癫痫的发生率降低^[4-6]。然而,与间歇性听诊比较,产时 CEFM 不能降低围产儿病死率,且升高了剖宫产率和器械助产率^[5-8]。尽管如此,CEFM 以其灵敏度高、可持续监测、客观便捷的特点,成为临床上产前、产时胎心监护的首选^[9-10]。

EFM 图形解读

EFM 图形定义 EFM 图形由 FHR 曲线和宫缩压力波形构成。由于 FHR 受宫缩影响密切,评估时两条曲线要对照进行,根据 FHR 基线、胎心变异、加速、减速以及宫缩等参数,动态判读结果^[11]。

(1) FHR 基线。正常值:110~160 次/分。若 FHR 基线>160 次/分,提示胎儿心动过速;而<110 次/分,提示胎儿心动过缓。

(2) 基线变异。根据变异的幅度分为四个等级:无变异;轻度变异;中等变异(即正常变异);显著变异。基线变异用于预测宫内缺氧优于胎心减速。

(3) FHR 加速。一般来说,FHR 加速反映了胎儿中枢神经系统未受到缺氧的影响,但仍需警惕缺氧可能^[12]。

(4) FHR 减速。早期减速多发生在第一产程后

期,大多是宫缩导致胎儿头部受压引起(图 1)。晚期减速是宫缩时胎儿对暂时性低氧血症的一种反射性反应。常见于母体子宫收缩、低氧血症、低血压时(图 2)。变异减速:FHR 减速与宫缩无特定关系,反映宫缩时脐带受压(图 3)。延长减速若短时间不能恢复,会带来新生儿不良结局^[13]。

(5) 子宫收缩。除频率外,还应重视宫缩间期、强度和持续时间^[14]。

FHR 三级分类及临床处理原则 根据 FHR 基线、加速、减速、变异的变化,目前将 EFM 图形分为三类^[14-15],用以评判胎儿有无宫内缺氧,指导采取相应措施和评判处理的有效性。

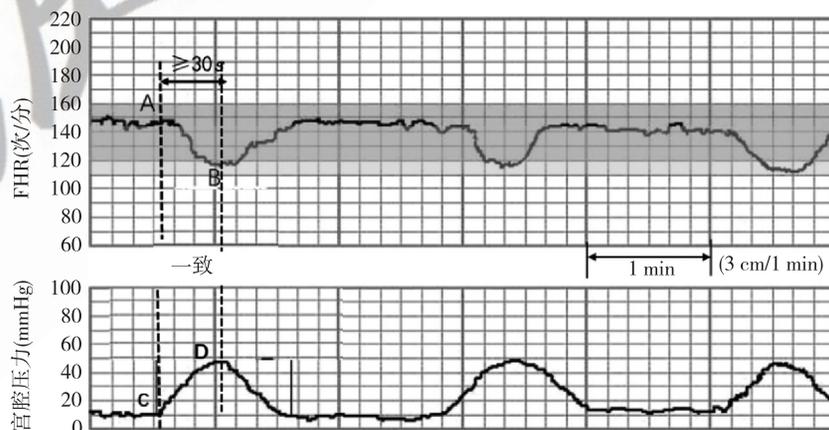
(1) 分类。I 类 FHR 曲线属于正常曲线,无需干预。临床上若出现反复性晚期减速、反复性变异减速、心动过缓以及正弦波形中任意一项,即列为 III 类图形,提示胎儿宫内缺氧;在进行宫内复苏的同时,应立即终止妊娠,并做好新生儿抢救准备。介于上述图形之间的为 II 类,临床上多数 FHR 曲线图形属于此类,应反复评估和监测母胎临床状态,对因处理,启动宫内复苏,直至转为正常图形^[16]。若情况加重,尽快终止妊娠。

(2) 影响因素。在产程中三类 FHR 曲线图形都可能受多种原因发生变化,应除外母胎因素,如胎儿醒睡周期、孕妇特殊用药史、孕周、胎儿先天异常以及麻醉镇痛药物等因素影响^[2]。

(3) 宫内复苏措施。①产妇左侧卧位、吸氧、静脉输液;②评估宫缩情况,停止使用宫缩药物;③实施阴道检查,排除脐带脱垂;④调整第二产程中母体用力方式或者停止主动用力,给予安慰和鼓励。

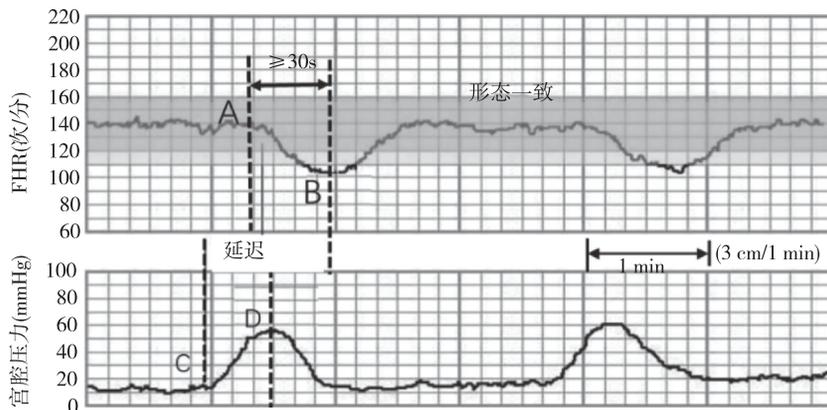
EFM 在分娩镇痛中的应用

只要无禁忌证,出现规律宫缩时,孕产妇的需



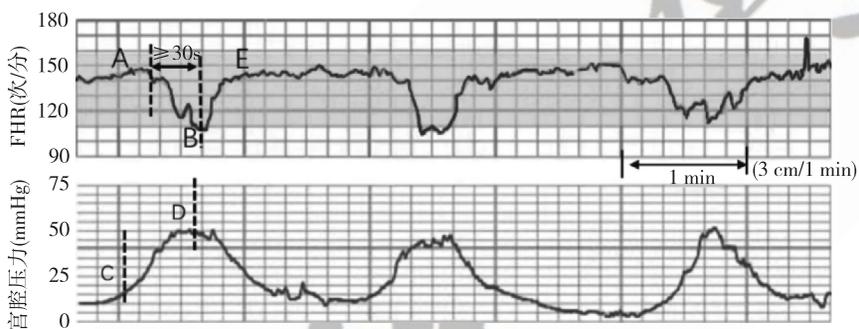
注:A, FHR 曲线开始下降时点;B, FHR 曲线波谷;C, 宫缩开始;D, 宫缩压力波峰;A-B FHR 曲线下降时间≥30 s;减速与宫缩起始一致

图 1 EFM 早期减速图



注: A, FHR 曲线开始下降时点; B, FHR 曲线波谷; C, 宫缩开始; D, 宫缩压力高峰; A-B FHR 曲线下降时间 $\geq 30s$; 减速延迟于宫缩; FHR 曲线下降和恢复都较缓慢

图 2 EFM 晚期减速图



注: A, FHR 曲线下降起点; B, FHR 曲线波谷; C, 宫缩开始; D, 宫缩压力高峰; E, FHR 恢复正常时点; A-B FHR 曲线下降时间 $< 30s$ 、下降幅度 > 15 次/分; A-E 为减速开始到恢复的时间 $\geq 15s$ 、 $< 2min$; FHR 减速和宫缩无固定关系

图 3 EFM 变异减速图

求就是分娩镇痛独立的医学指征^[17]。分娩镇痛使用的镇痛和麻醉药物可能造成胎儿风险,如药物对孕产妇的作用,镇痛阻滞平面过广,血流动力学改变,宫缩紊乱,药物透过胎盘,抑制胎儿生命功能等。因此,在进行分娩镇痛技术操作和用药前后,在对孕产妇监测的同时,关注胎心监测,及时发现 FHR 异常变化,为临床判断胎儿状况和调整镇痛用药,以及是否立即终止妊娠提供参考。

椎管内和静脉内注射阿片类药物,均会增加胎心过缓或减速的发生率(RR = 2.38, 95% CI 1.57 ~ 3.62)^[18-19]。一项对 2 292 116 例孕产妇的研究^[20]表明,合并妊娠高血压疾病的孕产妇晚期使用 β 受体阻滞药(拉贝洛尔、美托洛尔和阿替洛尔),分娩期间胎心过缓发生率增加(OR = 1.29, 95% CI 1.07 ~ 1.55)。采用持续硬膜外和腰-硬联合方法进行分娩镇痛,均会增加 FHR 减速和胎心过缓的发生率,但不增加剖宫产率和新生儿 Apgar 低评分率,而腰-

硬联合镇痛造成 FHR 异常的发生率更高^[21-24],其机制可能是因交感神经被阻滞,血管扩张,回心血量减少,血压下降,子宫血流量降低所致。鞘内分娩镇痛,孕产妇肾上腺素和内啡肽显著下降,内源性催产素和去甲肾上腺素相对增加,使子宫张力增加,子宫血流量降低所致^[25-26]。

硬膜外分娩镇痛与孕妇产时发热(核心温度大于 38 °C)存在相关性,特别是第一产程持续 6 h 以上时^[27-28],但无法证实两者间的直接或因果关系。初产妇、胎膜早破、产程延长、产道检查以及妊娠期和产时特有的生理变化等均是引起发热的危险因素^[29-30],其具体机制目前尚无定论,可能和妊娠期炎症激活、体温调定动态平衡打破、无菌性炎症有关。发热时应警惕胎儿心动过速^[31]。产程中 8% ~ 30% 孕妇会出现一过性体位性低血压,分娩镇痛孕妇低血压的发生率为 10% ~ 12%,因此需要重视孕妇的体位管理,避免其低血压对胎儿的不良

影响^[17]。

实施分娩镇痛时,无合并症的孕产妇可采用间断胎心听诊,有合并症的高危孕产妇则应选择 CEFM^[2],并警惕 II 类或 III 类胎心图形。若出现胎心过缓或减速时,应密切监测和评估孕产妇和胎儿状态,并行宫内复苏,一旦持续不能改善,或出现 III 类胎心图形,应立即进行阴道助产或者紧急剖宫产,终止妊娠。

EFM 在剖宫产中的应用

与分娩镇痛比较,孕产妇在行剖宫产麻醉时,胎儿受到体温、孕产妇用药情况和血流动力学(如仰卧位低血压综合征)等影响,使胎心变化更为显著^[32]。在麻醉实施前、诱导用药过程以及切口部位消毒前,除了对孕产妇监测外,还需 FHR 监测,及时反映胎儿宫内状况,指导临床做好胎儿急救准备,若胎心监护出现 FHR 过缓、减速甚至 III 类胎心图形,须加速娩出胎儿,备好急救措施。

临床上产科麻醉用药对 FHR 影响有所不同。右美托咪定用于离体妊娠大鼠可通过增强花生四烯酸提高肌丝 Ca^{2+} 敏感性促进宫缩;而七氟醚抑制宫缩原因与减弱催产素诱导的肌球蛋白磷酸酶亚单位 1 磷酸化有关^[33],宫缩的改变引起胎心变化。氯胺酮能增加子宫张力,在孕早期和中期较大剂量(2 mg/kg)可增加胎儿风险。全身麻醉时,FHR 变异可能消失,其中 FHR 过缓更具有指导意义。胎羊模型在母体行全身麻醉时,急性低氧血症与 FHR 减速明显增加有关,变异和加速并不明显^[13]。无论实施何种麻醉方式,都应选择合适的药物,尽可能减少母胎的麻醉风险。

在剖宫产麻醉时,应做好孕产妇生命体征监测,调整好体位,防止仰卧位低血压的发生,根据病理性妊娠和母胎危险因素,选择适宜的胎儿监测。

其 他

近 30 年来,越来越多的胎儿宫内手术逐步开展,如胎儿镜激光凝固术治疗双胎输血综合征、选择性减胎术、子宫外产时治疗等^[34]。另外,孕期非产科手术的开展,由于对孕妇的麻醉可能影响胎儿,子宫切开和对胎儿的手术操作,都有可能影响母胎循环,出现 FHR 变异减弱、FHR 过缓。然而,实施较大型非产科手术时,对孕产妇血流动力学影响较大,更易出现 FHR 过缓和 III 类胎心图形,甚至产程的发动^[35]。如果术中出现无法解释的 FHR 变

化时,还须评估孕妇体位、血压、氧合、体温、酸碱平衡以及手术探查、牵拉与挤压的部位,确保没有造成子宫血流灌注减少,维持正常的母胎循环。

对于这类手术或治疗,必须进行胎心监测,了解胎儿宫内状况有助于临床决策。要求有经验的医师进行胎儿监测和评估。一旦出现胎儿持续窘迫时,必须呼叫上级医师,必要时进行多科协作处理。

小 结

电子胎心监护的发展对产科评估胎儿宫内生理状态具有重要价值。随着分娩镇痛、产科和胎儿外科麻醉的开展,麻醉科医护人员熟悉和正确判读胎心率监护图形,对保障母胎安全、提升麻醉医疗质量具有积极的作用。

参 考 文 献

- [1] Hirsch E. Electronic fetal monitoring to prevent fetal brain injury: a ubiquitous yet flawed tool. *JAMA*, 2019, 322(7): 611-612.
- [2] Dore S, Ehman W. No. 396-fetal health surveillance: intrapartum consensus guideline. *J Obstet Gynaecol Can*, 2020, 42(3): 316-348.
- [3] Arnold JJ, Gawrys BL. Intrapartum fetal monitoring. *Am Fam Physician*, 2020, 102(3): 158-167.
- [4] Alfirevic Z, Devane D, Gyte GM, et al. Continuous cardiotocography (CTG) as a form of electronic fetal monitoring (EFM) for fetal assessment during labour. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 2: CD006066.
- [5] Paterno MT, McElroy K, Regan M. Electronic fetal monitoring and cesarean birth: a scoping review. *Birth*, 2016, 43(4): 277-284.
- [6] Devane D, Lalor JG, Daly S, et al. Cardiotocography versus intermittent auscultation of fetal heart on admission to labour ward for assessment of fetal wellbeing. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 1: CD005122.
- [7] Knupp RJ, Andrews WW, Tita A. The future of electronic fetal monitoring. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 2020, 67: 44-52.
- [8] Heelan-Fancher L, Shi L, Zhang Y, et al. Impact of continuous electronic fetal monitoring on birth outcomes in low-risk pregnancies. *Birth*, 2019, 46(2): 311-317.
- [9] Caughey AB. Electronic fetal monitoring-imperfect but opportunities for improvement. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(2): e1921352.
- [10] Sartwelle TP, Johnston JC, Arda B, et al. Cerebral palsy, cesarean sections, and electronic fetal monitoring: all the light we cannot see. *Clinical Ethics*, 2019, 14(3): 107-114.
- [11] 石苇, 郭晓辉. 电子胎心监护临床应用规范的建议(二). *中国实用妇科与产科杂志*, 2021, 37(3): 390-395.
- [12] Ayres-de-Campos D, Spang CY, Chandrachan E, et al. FIGO

- consensus guidelines on intrapartum fetal monitoring; cardiocography. *Int J Gynaecol Obstet*, 2015, 131(1): 13-24.
- [13] Bhide A, Johnson J, Rasanen J, et al. Fetal heart rate variability with hypoxemia in an instrumented sheep model. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2019, 54(6): 786-790.
- [14] Macones GA, Hankins GD, Spong CY, et al. The 2008 national institute of child health and human development workshop report on electronic fetal monitoring: update on definitions, interpretation, and research guidelines. *Obstet Gynecol*, 2008, 112(3): 661-666.
- [15] 姚强. 电子胎心监护的临床运用. *实用妇产科杂志*, 2019, 35(12): 883-885.
- [16] Raghuraman N. Response to category II tracings: does anything help. *Semin Perinatol*, 2020, 44(2): 151217.
- [17] Committee on Practice Bulletins-Obstetrics. Practice bulletin No. 177: obstetric analgesia and anesthesia. *Obstet Gynecol*, 2017, 129(4): e73-e89.
- [18] Grangier L, Martinez de Tejada B, Savoldelli GL, et al. Adverse side effects and route of administration of opioids in combined spinal-epidural analgesia for labour: a meta-analysis of randomised trials. *Int J Obstet Anesth*, 2020, 41: 83-103.
- [19] Kuberan A, Jain K, Bagga R, et al. The effect of spinal hyperbaric bupivacaine-fentanyl or hyperbaric bupivacaine on uterine tone and fetal heart rate in labouring women: a randomised controlled study. *Anaesthesia*, 2018, 73(7): 832-838.
- [20] Bateman BT, Paterno E, Desai RJ, et al. Late pregnancy β blocker exposure and risks of neonatal hypoglycemia and bradycardia. *Pediatrics*, 2016, 138(3): e20160731.
- [21] Patel NP, El-Wahab N, Fernando R, et al. Fetal effects of combined spinal-epidural vs epidural labour analgesia: a prospective, randomised double-blind study. *Anaesthesia*, 2014, 69(5): 458-467.
- [22] Simmons SW, Taghizadeh N, Dennis AT, et al. Combined spinal-epidural versus epidural analgesia in labour. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 10: CD003401.
- [23] Hattler J, Klimek M, Rossaint R, et al. The effect of combined spinal-epidural versus epidural analgesia in laboring women on nonreassuring fetal heart rate tracings: systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg*, 2016, 123(4): 955-964.
- [24] Abrão KC, Francisco R, Miyadahira S, et al. Elevation of uterine basal tone and fetal heart rate abnormalities after labor analgesia: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol*, 2009, 113(1): 41-47.
- [25] Sng BL, Kwok SC, Sia AT. Modern neuraxial labour analgesia. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2015, 28(3): 285-289.
- [26] Yang L, Wan L, Huang H, et al. Uterine hypertonus and fetal bradycardia occurred after combined spinal-epidural analgesia during induction of labor with oxytocin infusion: a case report. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(28): e16282.
- [27] Anim-Somuah M, Smyth RM, Cyna AM, et al. Epidural versus non-epidural or no analgesia for pain management in labour. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 5: CD000331.
- [28] Yin H, Hu R. A cohort study of the impact of epidural analgesia on maternal and neonatal outcomes. *J Obstet Gynaecol Res*, 2019, 45(8): 1435-1441.
- [29] 刘波, 左云霞. 椎管内阻滞分娩镇痛相关产时发热的研究进展. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(12): 1314-1316.
- [30] 刘叶, 李红, 刘枝, 等. 硬膜外分娩镇痛期间产时发热的相关因素. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(1): 57-60.
- [31] Spires BP, Towers CV. Fetal bradycardia in response to maternal hypothermia. *Obstet Gynecol*, 2020, 135(6): 1454-1456.
- [32] Massoth C, Chappell D, Kranke P, et al. Supine hypotensive syndrome of pregnancy: a review of current knowledge. *Eur J Anaesthesiol*, 2022, 39(3): 236-243.
- [33] Kimizuka M, Tokinaga Y, Azumaguchi R, et al. Effects of anesthetic agents on contractions of the pregnant rat myometrium in vivo and in vitro. *J Anesth*, 2021, 35(1): 68-80.
- [34] 孙瑜, 杨慧霞. 我国胎儿宫内手术的现状和展望. *中华妇产科杂志*, 2020, 55(12): 819-822.
- [35] Higgins MF, Pollard L, McGuinness SK, et al. Fetal heart rate monitoring in nonobstetric surgery: a systematic review of the evidence. *Am J Obstet Gynecol MFM*, 2019, 1(4): 100048.

(收稿日期:2021-11-21)