

论著·临床研究

胎儿心电图中心率变化的影响因素及预测分析

王巍亚, 闪欣欣, 路亚青

(郑州大学第三附属医院心功能科, 河南 郑州 450052)

[摘要] **目的** 探讨胎儿心电图中心率异常的影响因素, 并进行预测分析。**方法** 以 2021 年 1 月至 2022 年 12 月在该院产检的 1 124 例健康孕中晚期孕妇为研究对象, 收集孕妇的一般临床资料, 以及同一时期内胎儿心电图及经腹彩超检查结果, 包括孕妇年龄、胎龄、孕母心率、羊水深度、羊水指数、脐动脉收缩末期峰值/舒张末期峰值(S/D)、脐动脉血流搏动指数(PI)、脐动脉血流阻力指数(RI)。根据胎儿心率正常与否分为心率正常组(120~160 次/分)、窦性心动过缓组(<120 次/分)、窦性心动过速组(>160 次/分), 窦性心动过缓及窦性心动过速均为胎儿心率异常组。根据胎儿心率, 分为 1 组(心率 110~130 次/分)、2 组(131~150 次/分)、3 组(151~170 次/分)、4 组(171~190 次/分)。通过单因素方差分析比较各分组之间的差异, 采用 Person 相关分析寻找胎儿心率与各相关指标之间的关系。以胎儿心率异常为因变量, 以孕母年龄、胎龄、孕母心率、羊水深度、羊水指数、S/D、PI、RI 为自变量, 进行 Binary logistic 回归分析以明确异常胎儿心电图的风险预测因子。**结果** 窦性心动过速组与心率正常组胎龄及孕母心率比较, 差异有统计学意义($P<0.05$); 窦性心动过缓组与心率正常组及窦性心动过速组孕母心率比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。与 1 组比较, 其余各组中随着胎儿心率增快, 孕母心率也增快, 胎龄偏小, 差异有统计学意义($P<0.05$); 与 2 组比较, 3 组与 4 组孕母心率增快, 胎龄偏小, 差异有统计学意义($P<0.05$); 经过 Person 相关性分析显示, 胎儿心率与孕母心率、羊水深度、RI 呈正相关($P<0.05$), 与胎龄呈负相关($P<0.05$); 进行 Binary logistic 回归分析结果显示, 小胎龄[比值比(OR)=0.903, 95% 可信区间(95% CI) 0.846~0.965, $P=0.002$]、孕母心率(OR=1.032, 95% CI 1.015~1.048, $P<0.001$)是中晚期孕妇异常胎儿心电图的相关危险因素。**结论** 胎儿心率受到孕母心率及胎龄的影响, 随着孕母心率的增快而升高, 随着胎龄的增加而减慢。

[关键词] 胎儿心电图; 胎儿心率; 胎龄; 孕母心率

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.04.016

中图法分类号:R540.4+1;R714.5

文章编号:1009-5519(2025)04-0891-05

文献标识码:A

Influencing factors and predictive analysis of fetal heart rate
changes in fetal electrocardiogram

WANG Weiya, SHAN Xinxin, LU Yaqing

(Department of Cardiac Function, The Third Affiliated Hospital of Zhengzhou
University, Zhengzhou, Henan 450052, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the influencing factors of fetal heart rate abnormality in fetal electrocardiogram, and to predict and analyze. **Methods** A total of 1 124 healthy pregnant women in the second trimesters and late pregnancy who were examined in the hospital from January 2021 to December 2022 were selected as the research objects. The general clinical data of pregnant women, as well as the results of fetal electrocardiogram and transabdominal color Doppler ultrasonography in the same period were collected, including the maternal age, gestational age, maternal heart rate, amniotic fluid depth, amniotic fluid index, umbilical artery end-systolic peak/end-diastolic peak(S/D), umbilical artery blood flow pulsation index(PI), and umbilical artery blood flow resistance index(RI). According to whether the fetal heart rate was normal or not, they were divided into normal heart rate group(120—160 beats/min), sinus bradycardia group(<120 beats/min), sinus tachycardia group(>160 beats/min). Sinus bradycardia and sinus tachycardia were both abnormal fetal heart rate group. According to the fetal heart rate, they were divided into four groups: group one(110—130 beats/min), group two(131—150 beats/min), group three(151—170 beats/min) and group four(171—190 beats/min). One-way ANOVA was used to compare the differences between the groups, and Person correlation

作者简介:王巍亚(1985—), 硕士研究生, 主治医师, 主要从事孕期、胎儿、儿童心电图诊断, 孕期、儿童高血压及运动平板试验检查。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250224.1018.004\(2025-02-24\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20250224.1018.004(2025-02-24))

analysis was used to find the relationship between fetal heart rate and related indicators. Binary logistic regression analysis was performed to identify the risk predictors of abnormal fetal electrocardiogram with abnormal fetal heart rate as the dependent variable and maternal age, gestational age, maternal heart rate, amniotic fluid depth, amniotic fluid index, S/D, PI and RI as the independent variables. **Results** There were significant differences in gestational age and maternal heart rate between the sinus tachycardia group and the normal heart rate group ($P < 0.05$). There was a significant difference in maternal heart rate between the sinus bradycardia group and the normal heart rate group and the sinus tachycardia group ($P < 0.05$). Compared with group one, the heart rate of pregnant women increased with the increase of fetal heart rate in the other groups, and the gestational age was smaller, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Compared with group two, the maternal heart rate in group three and group four increased, and the gestational age was small, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). Person correlation analysis showed that fetal heart rate was positively correlated with maternal heart rate, amniotic fluid depth and RI ($P < 0.05$), and negatively correlated with gestational age ($P < 0.05$). Binary logistic regression analysis showed that small gestational age ($OR = 0.903, 95\% CI 0.846 - 0.965, P = 0.002$) and maternal heart rate ($OR = 1.032, 95\% CI 1.015 - 1.048, P < 0.001$) were related risk factor for abnormal fetal electrocardiogram in the second trimester and late pregnant women. **Conclusion** Fetal heart rate is affected by maternal heart rate and gestational age. It increases with the increase of maternal heart rate and decreases with the increase of gestational age.

[Key words] Fetal electrocardiogram; Fetal heart rate; Gestational age; Maternal heart rate

胎儿心电图(FECG)是通过孕母腹部放置电极同时记录胎儿和孕母的心脏电活动,反映胎儿心率的瞬间变化情况,能够发现胎儿缺氧、窘迫及胎儿本身的许多疾病^[1]。在孕 16 周后采集 FECG 就可以识别胎儿心脏电生理的 QRS 波群,随着孕周及胎儿体重的增加,波形质量及筛查率也随之增加。FECG 在临床中的应用价值已得到证实,在孕中晚期筛查方面具有较高的特异度和准确度^[2]。因其方便快捷,在临床上被广泛应用以弥补胎心听诊及胎心监测不能记录保存胎儿心电变化的不足。通过 FECG 的应用能够将胎儿的心电活动记录成图,准确记载胎儿心率的变化、传导及 QRS 波形的特征,以综合评估胎儿的各类心律失常。为了探讨健康母体胎儿心率异常的影响因素,作者对在本院产检的 1 124 例健康孕中晚期孕妇的 FECG 进行分析,以为临床医生提供诊治参考依据,及时采取治疗措施。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 1 月至 2022 年 12 月在本院产检的健康孕中晚期孕妇 1 124 例为研究对象,年龄 17~44 岁,平均年龄(30.9±9.9)岁。纳入标准:(1)胎龄大于或等于 18 周;(2)胎儿心率 110~190 次/分,节律整齐,且无心脏传导阻滞;(3)采集 FECG 时未检查出胎儿患有特定疾病,临床诊断胎儿健康;(4)完成 FECG 检查及经腹胎儿超声检查,且资料保存完整。排除标准:(1)患有高血压、糖尿病、心脏病的孕妇;(2)患有免疫缺陷疾病的孕妇;(3)胎儿宫内窘迫的孕妇;(4)存在先天性心脏病及其他心脏疾病的孕妇;(5)患有感染、贫血等影响心率的疾病的孕妇;(6)存在甲状腺、肝、肾功能损害的孕妇。本研究经本院伦理委员会审核并通过(批件号:2023-167-

01)。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 收集 1 124 例孕妇一般临床资料,包括孕妇年龄(岁)、胎龄(周)、孕母心率(次/分)、高血压病史、糖尿病史、肝肾功能、甲状腺功能等生化指标,同一时期内的 FECG 及经腹超声检查结果。

1.2.2 FECG 检查 要求孕妇在安静状态下,平卧位采用河南华南医电科技有限公司 FECG 机(型号:GY-EXPL)进行检测,由经过专业培训且操作熟练的心电图科护士按照心电图机操作规范完成 FECG 检查^[3]。检查时胎儿安静,无胎动,检测时间在 5 min 以上,记录 FECG 的心率。

1.2.3 经腹胎儿超声检查 孕妇在安静状态下平卧位行经腹子宫及胎儿超声检查,由超声科专科医师完成,收集超声记录的羊水最大深度、羊水指数、脐动脉收缩末期峰值/舒张末期峰值(S/D)、脐动脉血流搏动指数(PI)、脐动脉血流阻力指数(RI)等临床信息。

1.2.4 资料分类 根据 FECG 中胎儿心率,分为 1 组(110~130 次/分)、2 组(131~150 次/分)、3 组(151~170 次/分)、4 组(171~190 次/分)。根据胎儿心率正常与否分为心率正常组(120~160 次/分)、窦性心动过缓组(<120 次/分)、窦性心动过速组(>160 次/分),窦性心动过缓及窦性心动过速均为胎儿心率异常组。

1.2.5 判定标准 FECG 诊断标准参照《第三届 FECG 全国学术会议》制定的标准^[3]。(1)胎儿心动过速为胎儿心率大于 160 次/分,持续时间大于 10 min;(2)胎儿心动过缓指胎儿心率小于 120 次/分,持续时间大于 10 min。(3)胎儿正常心率 120~160

次/分。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计学软件进行数据统计分析,本研究计量资料均符合正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析,运用 Person 相关分析探讨两变量之间关系;采用 Binary logistic 回归分析以明确 FECG 异常的风险预测因子。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 胎儿心率正常与否组间各指标比较 3 组间孕母年龄、羊水最大深度、羊水指数、S/D、PI、RI 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。窦性心动过速组与心率正常组胎龄及孕母心率比较,差异有统计学意义

($P<0.05$);窦性心动过缓组与正常组及窦性心动过速组孕母心率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.2 FECG 胎儿心率与孕母心率及胎龄之间的关系 采用单因素方差分析进行组间比较,与 1 组比较,其余各组中随着胎儿心率增快,孕母心率也增快,胎龄偏小,差异有统计学意义($P<0.05$)。有胎儿心率与孕母心率呈正相关($P<0.05$),与胎龄呈负相关($P<0.05$);与 2 组比较,3 组与 4 组随胎儿心率增快,孕母心率也增快,胎龄偏小,差异有统计学意义($P<0.05$);3 组与 4 组之间比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 1 不同 FECG 胎儿心率组间各观察指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	孕母年龄 (岁)	胎龄 (孕周)	孕母心率 (次/分)	羊水最大深度 (mm)	羊水指数 (mm)	S/D	PI	RI
心率正常组	1 035	30.89±10.25	32.70±3.76	92.29±13.90 ^b	43.62±9.11	127.25±22.31	2.60±0.53	0.92±0.17	0.60±0.06
窦性心动过缓组	4	30.75±2.21	32.82±8.38	73.75±15.98 ^a	40.00±11.16	117.00±32.35	3.07±1.17	1.06±0.29	0.64±0.10
窦性心动过速组	85	31.2±4.61	31.36±4.58 ^a	99.31±13.88 ^{ab}	43.96±9.05	125.50±21.61	2.63±0.55	0.91±0.20	0.61±0.07
<i>F</i>	—	0.040	4.803	13.747	0.380	0.653	1.631	1.270	1.511
<i>P</i>	—	0.960	0.008	<0.001	0.684	0.521	0.196	0.281	0.221

注:—表示无此项;与心率正常组比较,^a $P<0.05$;与窦性心动过缓组比较,^b $P<0.05$ 。

表 2 FECG 不同胎儿心率各组间孕母心率与胎龄比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	孕母心率(次/分)	胎龄(孕周)
1 组	50	83.68±14.83 ^{bc}	34.39±3.86 ^{bc}
2 组	705	91.64±13.38 ^a	32.99±3.32 ^a
3 组	352	96.08±14.55 ^{ab}	31.63±4.01 ^{ab}
4 组	17	98.41±9.96 ^{ab}	31.35±4.87 ^{ab}
<i>F</i>	—	16.625	14.462
<i>P</i>	—	<0.01	<0.01

注:—表示无此项;与 1 组比较,^a $P<0.05$;与 2 组比较,^b $P<0.05$ 。

2.3 相关性分析 经过 Person 相关性分析显示,胎儿心率与孕母心率、羊水深度、RI 呈正相关[相关系数(r)=0.261、0.071、0.064, $P=0.001$ 、0.017、0.032],与胎龄呈负相关($r=-0.209$, $P=0.001$),见表 3、图 1。

表 3 FECG 中胎儿心率与各影响因素之间的关系

相关性	胎龄	孕母心率	羊水深度	羊水指数	S/D	PI	RI
<i>r</i>	-0.209	0.261	0.071	-0.041	0.046	0.005	0.064
<i>P</i>	0.001	0.001	0.017	0.170	0.121	0.877	0.032

2.4 中晚期孕妇发生 FECG 异常相关危险因素的回归分析 以是否为异常 FECG 为因变量,以孕母年龄、胎龄、孕母心率、羊水深度、羊水指数、S/D、PI、RI 为自变量,进行 Binary logistic 回归分析以明确异常 FECG 的风险预测因子,结果显示小胎龄[比值比(OR)=0.903,95%可信区间(95% CI) 0.846~0.965, $P=0.002$]、孕母心率($OR=1.032$,95% CI 1.015~1.048, $P<0.001$)是中晚期孕妇异常 FECG 的相关危险因素。见表 4。

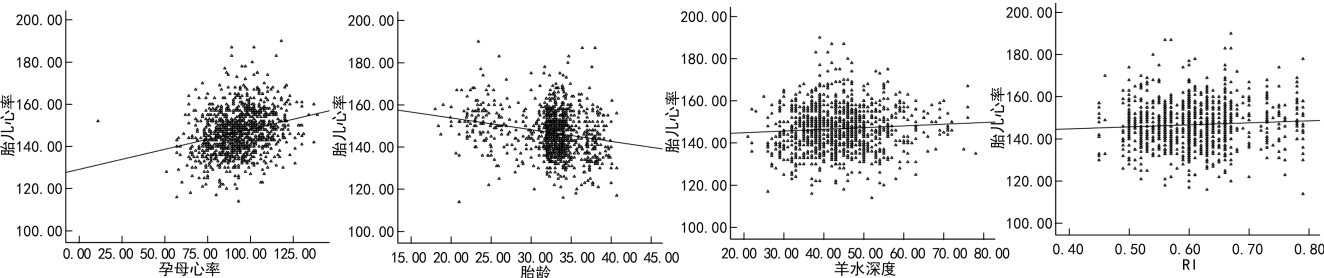


图 1 FECG 中胎儿心率与各影响因素之间的关系相关性分析

表 4 健康中晚期孕妇发生 FECG 异常相关危险因素的 Binary logistic 回归分析

因素	<i>B</i>	<i>SE</i>	Wald	<i>P</i>	<i>OR</i>	95% <i>CI</i>
孕母年龄	0.004	0.008	0.277	0.598	1.004	0.988~1.020
胎龄	-0.102	0.034	9.214	0.002	0.903	0.846~0.965
孕母心率	0.031	0.008	14.775	0.000	1.032	1.015~1.048
羊水深度	-0.005	0.014	0.134	0.715	0.995	0.969~1.022
羊水指数	-0.004	0.005	0.474	0.491	0.996	0.986~1.007
SD	-0.054	0.398	0.019	0.891	0.947	0.434~2.065
PI	-1.616	0.896	3.255	0.071	0.199	0.034~1.150
RI	3.100	2.605	1.416	0.234	22.205	0.135~3 665.192
常量	-1.852	2.147	0.744	0.388	0.157	

注:*B* 为回归系数;*SE* 为标准差。

3 讨 论

FECG 是一种定位于母体腹部电极描记的胎儿心脏电生理变化,是判断胎儿在宫内安危的重要检测手段之一,能反映胎儿宫内心律失常或缺氧等情况,监测时间窗为 16~40 周,较胎心监护的时间窗更宽,可以更早地应用于胎儿心脏监测。

本研究表明,胎儿心动过速与胎龄及孕母心率有关($P<0.05$),胎儿心动过缓与孕母心率有关($P<0.05$)。随着胎龄增加,胎儿心率增快的发生率会下降;随着孕母心率的变化,胎儿心率也会出现相应变化。由表 1 可见,心率正常的胎儿占绝大多数,窦性心动过速的胎儿占 7.56%。从数据来看,窦性心动过速胎儿仅占很少一部分。然而,胎儿心率是了解胎儿心脏的一个重要标志,胎儿心率的改变是急性胎儿窘迫最明显的临床征象。胎儿心率正常为 120~160 次/分,若每分钟超过 160 次,可以认为是胎儿心动过速,但是如果出现在孕 18 周之前,此时胎心监护显示胎儿心率是一个比较稳定的速度基线,且为一过性,持续时间较短,多认为是正常的,可不急于进行临床处理,须追踪观察,多次检测,综合分析。若在孕中晚期,胎儿受到外部刺激或者在子宫内的活动频繁,也会引起短暂的心率大于 160 次/分,如果胎动规律,也属于正常的。另外,在孕中晚期,由于胎儿的成长和母体的适应性变化,孕妇的心脏负担会逐渐增加,这可能导致孕妇的心率有所升高。但是若胎儿心率持续 10 min 以上大于 160 次/分,多为异常,则要关注临床原因,比如羊水减少、脐带绕颈、胎盘功能降低等。有文献报道,胎儿心动过速多发生在孕中晚期,持续的心动过速易引起胎儿水肿、心力衰竭及宫内死亡^[4-5]。若孕母患有发热、甲状腺功能亢进、贫血等疾病时,胎儿心率也会增快^[6]。然而,胎儿心动过缓并不常见,本研究中仅有 4 例,占 0.36%,考虑原因其可能受到孕母心率的影响,也可因胎儿窘迫或胎盘脐带因素造成,但是胎儿耐受性良好,心率大于 60 次/分时一般情况良好,对症处理后可恢复,如果持续小于

55 次/分,则需要给予药物治疗^[7]。

本研究对健康中晚期孕妇 FECG 中胎儿心率异常的影响因素进行分析,通过进一步亚组分析比较了 FECG 胎儿心率与孕母心率及胎龄之间的关系,结果表明胎儿心率随着孕母心率的增快而升高,随着胎龄的增加而减慢。胎儿心率受到孕母心率及胎龄的影响,考虑原因可能为:(1)健康母体孕期心率的快慢,通过子宫动脉、脐动脉血流影响胎儿的心率,孕母心率可以正向影响胎儿心率。(2)当孕母心率增快时,交感神经兴奋,引起子宫动脉收缩^[8],脐血流减少,代偿性引起胎儿心率增快^[9]。同时母体心率增快,通过交感-肾上腺髓质系统,使体内儿茶酚胺量升高,通过脐动脉进入胎儿体内,反射性引起胎儿心率增高^[10]。胎龄负向影响胎儿心率。(3)随着胎龄的增大,胎儿的心血管系统和神经系统逐渐发育成熟,胎儿心率变异逐渐增多,胎儿心率逐渐下降。另外,健康胎儿心脏发育主要是在孕 3~8 周,在孕 3~4 周出现胎儿心率,孕 5~6 周时心率最低,随孕周增加心率增快,孕 9~10 周心率达到峰值,随后缓慢下降,在孕 34 周后心率减慢明显,随后逐渐平稳^[11]。这进一步说明本研究中胎儿心率随胎龄的增加而相对减慢,胎儿心率与胎龄(≥ 18 周)呈负相关。

本研究显示孕母心率、羊水深度及 RI 值与胎儿心率之间存在正相关关系,胎龄与胎儿心率之间存在负相关关系。胎儿缺氧早期可表现为胎动增加或胎儿心率增加,可通过多普勒超声脐血流变化监测羊水深度、S/D 及 RI 等推测胎儿宫内缺氧情况。脐动脉是母体向胎儿输送营养物质的重要通道,脐血流 S/D、PI、RI 是检测脐动脉血流主要指标,随着孕周的增加,S/D、PI、RI 值逐渐降低^[12]。脐血流异常常表现为 S/D 及 RI 的增高,随着胎龄增加,脐血流阻力降低,脐血流量增加,胎儿心率逐渐减慢,孕母心率的小幅度变化,对胎儿心率的影响逐渐减小,以保证妊娠后期胎儿的生长发育^[13]。有研究表明,妊娠期高血压的孕妇,随着血压增高,子宫动脉痉挛,胎盘血管阻力增

高,进而胎儿脐动脉阻力升高,最终使胎儿循环血量降低,影响胎儿心脏功能,导致胎儿宫内缺氧或胎儿窘迫^[14-16]。羊水量的多少可反映胎儿宫内的健康情况,羊水深度小于 2 cm,或羊水指数小于 5 时,则可能出现胎儿宫内缺氧,导致胎儿心率减慢及胎动减少。通过二元 logistic 回归分析显示,小胎龄、孕母心率是中晚期孕妇发生 FECG 异常的相关危险因素,随着孕母心率的增快,胎儿心率亦相应增快,胎龄越小,发生 FECG 异常的风险越高;但随着胎龄的增大,反而成为 FECG 的保护因素。通过对胎龄及孕母心率的监测,可以预测评估胎儿心率发生异常的风险。

FECG 也具有一定的局限性,如 FECG 只能显示心室除极波(QRS 波),而心房除极波(P 波)与心室复极波(T 波)不能显示,只能描记孕妇及胎儿的心电图波形,不能同步记录胎动及宫缩情况,但 FECG 的优势在于可连续监测胎儿心率的实时变化并可记录保存,若联合多普勒超声可更加利于胎儿的监护,但需注意多普勒超声可因孕妇体位及胎动影响获取胎儿心率的质量^[17]。FECG 也可反映心脏节律是否匀齐,节律异常常为各类早搏及房室阻滞,多见于孕妇患有免疫系统疾病、羊水异常、胎儿心脏先天发育异常等。本次研究通过分析健康孕妇 FECG 胎儿心率的影响因素,未纳入异常孕妇 FECG,可能使结果存在一些偏倚,但希望通过 FECG 的检查,引起临床医师对健康孕妇 FECG 结果的重视,通过早期的心率变化,发现可能发生的疾病,及时采取治疗措施,控制病情进展。

参考文献

[1] 陈清启. 心电图学[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2002:735.

[2] 王建伟,王丽可,井伟,等. 胎儿心电图在孕检中的临床应用研究[J]. 中国保健营养,2021,31(29):73.

[3] 李花莲,赵胜,魏欣,等. 胎儿心电图 125 例中异常心电图的特点与临床表现[J]. 中国心脏起搏与心电生理杂志, 2018,32(2):141-146.

[4] TONGPRASERT F, LUEWAN S C A, SRISUPUNDIT K, et al. Fetal atrial flutter associated with atrial septal aneurysm[J]. *Diagnostics*(Basel), 2022, 12(7):1722.

[5] YUAN S M. Fetal arrhythmias; surveillance and manage-

ment[J]. *Hellenic J Cardiol*, 2019, 60(2):72-81.

[6] TUNCA SAHIN G, BEATTIE R B, UZUN O. Favourable outcome for hydrops or cardiac failure associated with fetal tachyarrhythmia: a 20-year review [J]. *Cardiol Young*, 2022, 32(7):1077-1084.

[7] 张伟,张艳敏,陈国强. 胎儿心律失常的研究进展[J/CD]. 发育医学电子杂志, 2022, 10(2):152-155.

[8] 张丽红,姚常柏,崔健君. 颈交感神经干离断对妊娠大鼠胎盘血供及去甲肾上腺素和一氧化氮的影响[J]. *中华麻醉学杂志*, 2004, 24(2):119-121.

[9] MONGA M. Fetal heart rate response to maternal exercise[J]. *Clin Obstet Gynecol*, 2016, 59(3):568-575.

[10] 魏丽云. 妊娠期高血压综合征产妇羊水及脐血儿茶酚胺与胎儿预后的关系[J]. *中国当代医药*, 2010, 17(10):9-10.

[11] 王冠杰,王海飞,龚晓萍,等. 超声监测早孕期胎心率变化规律的初步研究[J]. *临床超声医学杂志*, 2020, 22(2):139-141.

[12] FOX N S, HILL M B, CONNOLLY C T, et al. The association between high-normal blood pressure and the development of preeclampsia in twin pregnancies[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 34(2):182-186.

[13] 俞凯君,许子非,李春. 脐动脉血流信号非线性临床研究[J]. *软件*, 2019, 40(4):162-167.

[14] 余婷婷,闻捷,魏欣,等. 胎儿缓慢性心律失常的临床表现及转归[J]. *中国心脏起搏与心电生理杂志*, 2022, 36(6):519-522.

[15] YAN J, SU R N, ZHANG W Y, et al. Epigenetic alteration of Rho guanine nucleotide exchange Factor 11 (ARHGEF11) in cord blood samples in macrosomia exposed to intrauterine hyperglycemia[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 34(3):422-431.

[16] OWAKI Y, WATANABE K, IWASAKI A, et al. Placental hypoplasia and maternal organic vascular disorder in pregnant women with gestational hypertension and preeclampsia[J]. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2021, 34(3):353-359.

[17] VULLINGS R, VAN LAAR J O E H. Non-invasive fetal electrocardiography for intrapartum cardiotocography[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8:599049.

(收稿日期:2024-06-15 修回日期:2024-11-18)

(上接第 890 页)

type 2 diabetes in the emergency department; a retrospective study [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2022, 9:813083.

[15] 张建丽,李丽花,朱丽丽. AMS、BUN 及 β-HB 在糖尿病酮症酸中毒诊断及病情评估中的作用[J]. *分子诊断与治疗杂志*, 2023, 15(11):2008-2011.

[16] TREMBLAY E S, MILLINGTON K, MONUTEAUX M C, et al. Plasma β-Hydroxybutyrate for the diagnosis of diabetic ketoacidosis in the emergency department[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2021, 37(12):e1345-e1350.

(收稿日期:2024-08-11 修回日期:2024-12-15)