

· 论 著 ·

# 生育间隔与6月龄婴儿神经发育的关联研究

尹晓光<sup>1</sup>, 周美婷<sup>2</sup>, 李慧娟<sup>1</sup>, 李蕾<sup>2</sup>, 李培<sup>2</sup>, 朱鹏<sup>2</sup>

1.安徽省妇幼保健院新生儿科, 安徽 合肥 230001; 2.安徽医科大学, 安徽 合肥 230032

**摘要:** **目的** 分析生育间隔 (IPI) 与6月龄婴儿神经发育的关联, 为预防婴儿神经发育异常提供依据。**方法** 选择2017年4月—2018年7月在安徽省妇幼保健院足月分娩的产妇及其新生儿为研究对象, 通过问卷调查和医疗病历收集人口学信息、孕期行为方式、IPI和出生结局等资料。随访至婴儿6月龄, 采用年龄与发育进程问卷第三版 (ASQ-3) 评价婴儿神经发育情况。采用多因素 logistic 回归模型分析 IPI 与婴儿神经发育的关联。**结果** 调查产妇及新生儿485对, 产妇年龄为 (29.43±4.40) 岁。孕前体质指数 (BMI) 正常330人, 占68.04%。顺产325人, 占67.01%。首次生育233人, 占48.04%; IPI<1年44人, 占9.07%; IPI≥1年208人, 占42.89%。男婴246人, 占50.72%; 出生体重正常437人, 占90.10%。检出婴儿神经发育异常148例, 异常检出率为30.52%。其中沟通异常45例, 占9.28%; 粗大动作异常87例, 占17.94%; 精细动作异常73例, 占15.05%; 解决问题异常68例, 占14.02%; 个人-社会异常60例, 占12.37%。多因素 logistic 回归分析结果显示, IPI≥1年与 IPI<1年比较, 婴儿沟通异常 ( $OR=0.273$ , 95% $CI$ : 0.090~0.833)、粗大动作异常 ( $OR=0.340$ , 95% $CI$ : 0.150~0.770)、精细动作异常 ( $OR=0.266$ , 95% $CI$ : 0.106~0.670)、个人-社会异常 ( $OR=0.321$ , 95% $CI$ : 0.121~0.851) 和神经发育异常 ( $OR=0.353$ , 95% $CI$ : 0.171~0.730) 风险降低; 首次生育与 IPI<1年比较, 婴儿神经发育情况差异无统计学意义。**结论** IPI 与6月龄婴儿神经发育异常有统计学关联。

**关键词:** 生育间隔; 神经发育; 婴儿**中图分类号:** R715.2; R339.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-5087 (2022) 04-0340-06

## Relationship between interpregnancy interval and neurodevelopment among 6-month-old infants

YIN Xiaoguang<sup>1</sup>, ZHOU Meiting<sup>2</sup>, LI Huijuan<sup>1</sup>, LI Lei<sup>2</sup>, LI Pei<sup>2</sup>, ZHU Peng<sup>2</sup>

1.Department of Neonatology, Anhui Province Maternity and Child Health Hospital, Hefei, Anhui 230001, China;

2.Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230032, China

**Abstract: Objective** To examine the relationship between interpregnancy interval (IPI) and neurodevelopment among 6-month-old infants, so as to provide insights into the prevention of neurodevelopmental abnormalities among infants. **Methods** Puerparas with full-term delivery at Anhui Province Maternity and Child Health Hospital from April 2017 to July 2018 and their babies were recruited. The demographic features, behaviors during pregnancy, IPI and birth outcomes were collected through questionnaires and medical records. The neurodevelopment was evaluated using the Ages and Stages Questionnaire (third edition) among infants at 6 months of age. The association between IPI and neurodevelopment was examined using multivariable logistic regression analysis. **Results** Totally 485 maternal-newborn pairs were investigated, and the puerparas had a mean age of (29.43±4.40) years. There were 330 puerparas (68.04%) with normal pre-pregnancy body mass index, 325 puerparas (67.01%) with eutocia, 233 puerparas (48.04%) with the first delivery, 44 puerparas (9.07%) with IPI of less than one year and 208 puerparas (42.89%) with IPI of one year and greater. There were 246 male babies (50.72%) and 437 babies (90.10%) with normal birth weight. A total of 148 newborns were diagnosed with neurodevelopmental abnormalities, with a detection rate of 30.52%. Of all newborns with neurodevel-

**DOI:** 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2022.04.004**基金项目:** 国家自然科学基金 (81872631)**作者简介:** 尹晓光, 本科, 副主任医师, 主要从事儿科临床工作**通信作者:** 朱鹏, E-mail: pengzhu@ahmu.edu.cn

opmental abnormalities, there were 45 babies with communication abnormalities (9.28%), 87 babies with gross motor abnormalities (17.94%), 73 babies with fine motor abnormalities (15.05%), 68 babies with abnormalities of solving problems (14.02%) and 60 babies with personal-social abnormalities (12.37%). Multivariable logistic regression analysis showed a reduced risk of infant's communication abnormalities ( $OR=0.273$ , 95% $CI$ : 0.090-0.833), gross motor abnormalities ( $OR=0.340$ , 95% $CI$ : 0.150-0.770), fine motor abnormalities ( $OR=0.266$ , 95% $CI$ : 0.106-0.670), personal-social abnormalities ( $OR=0.321$ , 95% $CI$ : 0.121-0.851) and neurodevelopmental abnormalities ( $OR=0.353$ , 95% $CI$ : 0.171-0.730) among puerparas with IPI of one year and greater as compared to those with IPI of less than one year, and no significant difference was seen in infant's neurodevelopmental abnormalities between puerparas with the first delivery and with IPI of less than one year. **Conclusion** IPI is associated with neurodevelopmental abnormalities among 6-month-old infants.

**Keywords:** interpregnancy interval; neurodevelopment; infant

生育间隔 (interpregnancy interval, IPI) 指 2 次妊娠之间的时间间隔<sup>[1]</sup>。研究表明, IPI 在 18~23 个月发生不良结局的风险较低, IPI 过短或过长均会影响母婴健康<sup>[2-4]</sup>; IPI<12 个月, 子代早产和小于胎龄儿风险显著增加; >60 个月巨大儿风险增加<sup>[1, 5]</sup>。本课题组前期研究证实 IPI<12 个月会影响新生儿的行为神经发育<sup>[6]</sup>, 但婴儿期是神经发育的关键时期, 短 IPI 是否对婴儿期神经发育产生影响尚不清楚。本研究于 2017 年 4 月—2018 年 7 月对安徽省妇幼保健院足月分娩的产妇进行调查随访, 分析 IPI 对 6 月龄婴儿神经发育的影响, 为预防婴儿神经发育异常提供依据。

## 1 对象与方法

**1.1 对象** 选择 2017 年 4 月—2018 年 7 月在安徽省妇幼保健院足月分娩的产妇及其新生儿为研究对象, 随访至婴儿 6 月龄。纳入标准: (1) 产妇年龄 18~45 岁; (2) 单胎、自然受孕; (3) 无妊娠期严重并发症; (4) 新生儿无畸形和先天性遗传性代谢疾病。本研究通过安徽省妇幼保健院医学伦理委员会审查 [2017 (09)], 研究对象均签署知情同意书。

**1.2 方法** 采用前瞻性队列研究方法, 由经过统一培训的医务人员通过问卷调查和医疗病历收集产妇资料: (1) 人口学信息, 包括年龄、孕前体质指数 (BMI)、文化程度和家庭月收入等; (2) 孕期行为方式, 包括体力活动时间、坐或躺卧 (不包括睡觉) 时间和补充剂服用情况等; (3) IPI; (4) 出生结局, 包括分娩孕周、分娩方式、新生儿性别和出生体重等。

采用年龄与发育进程问卷第三版 (Ages and Stages Questionnaire-3, ASQ-3)<sup>[7]</sup> 评价婴儿神经发育状况, 由产妇结合婴儿日常行为表现和现场测试情况, 在医务人员指导下填写。ASQ-3 包括沟通、粗大动作、精细动作、解决问题和个人-社会 5 个能区,

每个能区 6 个条目, 包括“是”“有时是”“否”3 个选项, 分别计 10、5 和 0 分, 每个能区总分为 0~60 分, 得分越高表示神经发育越好。各能区得分高于均数减去 1 个标准差表示该能区神经发育正常, 反之则为该能区神经发育异常<sup>[8]</sup>; 5 个能区任一能区发育异常则为神经发育异常<sup>[9]</sup>。该量表 Cronbach's  $\alpha$  为 0.80, 重测信度为 0.80。

**1.3 定义** 参考文献 [2], 结合数据分布合理性, 以 IPI<1 年为短 IPI。根据《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》<sup>[10]</sup>, 孕前 BMI<18.5 kg/m<sup>2</sup> 为体重过低; 18.5~<24 kg/m<sup>2</sup> 为体重正常; BMI $\geq$ 24 kg/m<sup>2</sup> 为超重肥胖。体力活动指健步走、打乒乓球等运动, 每次持续时间 $\geq$ 10 min。出生体重 2 500~4 000 g 为正常; <2 500 g 或 $\geq$ 4 000 g 为异常<sup>[11]</sup>。

**1.4 统计分析** 采用 EpiData 3.1 软件建立数据库, 采用 SPSS 20.0 软件统计分析。定性资料采用相对数描述, 组间比较采用  $\chi^2$  检验。定量资料服从正态分布, 采用均数 $\pm$ 标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 描述。采用多因素 logistic 回归模型分析 IPI 与婴儿神经发育的关联。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 基本情况** 调查产妇及新生儿 485 对。产妇年龄为 (29.43 $\pm$ 4.40) 岁。孕前 BMI 正常 330 人, 占 68.04%。高中以上文化程度 368 人, 占 75.88%。家庭月收入 $\geq$ 4 000 元 447 人, 占 92.16%。顺产 325 人, 占 67.01%。首次生育 233 人, 占 48.04%; IPI<1 年 44 人, 占 9.07%;  $\geq$ 1 年 208 人, 占 42.89%。男婴 246 人, 占 50.72%。出生体重正常 437 人, 占 90.10%。

**2.2 婴儿神经发育异常情况** 检出婴儿神经发育异常 148 例, 异常检出率为 30.52%。其中, 沟通异常 45 例, 异常率为 9.28%; 粗大动作异常 87 例, 异常

率为 17.94%；精细动作异常 73 例，异常率为 15.05%；解决问题异常 68 例，异常率为 14.02%；个人-社会异常 60 例，异常率为 12.37%。35 岁以下产妇、剖宫产出生、性别为男和出生体重异常的

婴儿神经发育异常率较高 ( $P<0.05$ )。IPI 不同的婴儿神经发育异常率差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。见表 1。IPI<1 年的婴儿各能区神经发育异常率均高于 IPI $\geq$ 1 年 ( $P<0.05$ )。见表 2。

表 1 婴儿神经发育异常率比较  
Table 1 Comparison of neurodevelopmental abnormalities among infants

项目 Item	调查人数 Respondents	神经发育异常例数 Cases with neurodevelopmental abnormalities	异常率 Abnormal rate/%	$\chi^2$ 值	P值
产妇年龄/岁 Mother's age/Year				4.386	0.036
<35	407	132	32.43		
$\geq$ 35	78	16	20.51		
孕前 BMI Pre-pregnancy BMI				2.057	0.358
体重过低 Underweight	87	31	35.63		
体重正常 Normal weight	330	100	30.30		
超重肥胖 Overweight/obesity	68	17	25.00		
文化程度 Educational level				1.175	0.278
高中及以下 High school and below	117	31	26.50		
高中以上 High school above	368	117	31.79		
家庭月收入/元 Household monthly income/Yuan				0.854	0.652
<4 000	38	11	28.95		
4 000~	237	77	32.49		
$\geq$ 8 000	210	60	28.57		
孕前工作姿态 Pre-pregnancy work posture				0.270	0.874
久站 Long-term standing	61	17	27.87		
久坐 Long-term sitting	194	59	30.41		
无工作 No job	230	72	31.30		
IPI				23.836	<0.001
首次生育 First delivery	233	91	39.06		
<1年 Year	44	18	40.91		
$\geq$ 1年 Year	208	39	18.75		
孕期体力活动 Physical activity during pregnancy				0.562	0.453
无 None	268	78	29.10		
$\geq$ 1 d/周 Week	217	70	32.26		
坐或躺卧时间 Time spent sitting or lying down/ (h/d)				0.049	0.825
<1	256	77	30.08		
$\geq$ 1	229	71	31.00		
服用叶酸 Taking folic acid				1.410	0.235
否 No	27	11	40.74		
是 Yes	458	137	29.91		
服用钙剂 Taking calcium supplements				0.717	0.397
否 No	26	6	23.08		
是 Yes	459	142	30.94		

表 1 (续) Table 1 (continued)

项目 Item	调查人数 Respondents	神经发育异常例数 Cases with neurodevelopmental abnormalities	异常率 Abnormal rate/%	$\chi^2$ 值	P值
服用铁剂 Taking iron supplements				0.008	0.927
否 No	185	56	30.27		
是 Yes	300	92	30.67		
分娩方式 Delivery mode				4.554	0.033
顺产 Eutocia	325	89	27.38		
剖宫产 Caesarean	160	59	36.87		
婴儿性别 Infant's gender				6.506	0.011
男 Male	246	88	35.77		
女 Female	239	60	25.10		
出生体重 Birth weight				7.608	0.006
正常 Normal	437	125	28.60		
异常 Abnormal	48	23	47.92		

表 2 婴儿各能区神经发育异常情况比较 [n (%) ]

Table 2 Comparison of neurodevelopmental abnormalities in different domains among infants [n (%)]

IPI/年 Year	沟通异常 Communication abnormalities	粗大动作异常 Gross motor abnormalities	精细动作异常 Fine motor abnormalities	解决问题异常 Problem solving abnormalities	个人-社会异常 Personal-social abnormalities
<1 (n=44)	7 (15.91)	12 (27.27)	10 (22.73)	8 (18.18)	8 (18.18)
≥1 (n=208)	9 (4.33)	23 (11.06)	15 (7.21)	17 (8.17)	13 (6.25)
$\chi^2$ 值	8.193	7.984	9.784	4.071	6.769
P值	0.004	0.005	0.002	0.044	0.009

2.3 IPI 与婴儿神经发育异常关联的多因素 logistic 回归分析 分别以各能区神经发育情况为因变量 (0=正常, 1=异常), 以 IPI 为自变量, 调整产妇年龄、文化程度、孕前 BMI、服用叶酸、服用钙剂、服用铁剂、分娩方式、婴儿性别和出生体重, 进行多因素 logistic 回归分析。结果显示, IPI≥1 年与 IPI<1 年比较, 婴儿沟通异常、粗大动作异常、精细动作异常、个人-社会异常和神经发育异常风险降低; 首次生育与 IPI<1 年比较, 婴儿神经发育情况差异无统计学意义。见表 3。

### 3 讨论

本研究结果显示, 婴儿神经发育异常检出率为 30.52%, 其中沟通异常、粗大动作异常、精细动作异常、解决问题异常和个人-社会异常率分别为 9.28%、17.94%、15.05%、14.02% 和 12.37%, 与 2013 年山西省和贵州省的调查结果<sup>[9]</sup> 接近。产妇<

35 岁、剖宫产、男婴和出生体重异常的婴儿神经发育异常率较高, 与邓文娇等<sup>[12]</sup> 和鲍玲等<sup>[13]</sup> 的研究结果相似, 提示应重视婴儿神经发育的筛查。

目前有关短 IPI 的分类尚无统一论。国外多数研究以 IPI<6 个月为短 IPI<sup>[14]</sup>。我国 IPI<6 个月的比例较少, 多数研究以 IPI<1 年为短 IPI<sup>[2, 6]</sup>。本研究采用国内标准, 发现 IPI<1 年的婴儿 5 个能区神经发育异常率均高于 IPI≥1 年者, 提示短 IPI 可能影响婴儿的神经发育。多因素 logistic 回归分析结果显示, IPI≥1 年与 IPI<1 年比较, 婴儿沟通异常、粗大动作异常、精细动作异常、个人-社会异常和神经发育异常风险较低。提示短 IPI 相较于适宜的 IPI 对婴儿神经发育的影响较大, 与 THOMPSON 等<sup>[15]</sup> 认为短 IPI 与生命前 3 年神经发育迟缓的研究结论一致。短 IPI 可能导致孕产妇营养不足、叶酸耗竭、宫颈功能不全、感染的垂直传播、心理准备不足和兄弟姐妹竞争等母婴不良健康结局<sup>[5]</sup>。因此, 再生育人群应

表3 IPI与婴儿神经发育异常关联的多因素 logistic 回归分析

Table 3 Multivariable logistic regression analysis of the relationship between IPI and infant's neurodevelopmental abnormalities

因变量 Dependent variable	自变量 Independent variable	参照组 Reference	$\beta$	$s_{\bar{x}}$	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR 值	95%CI
沟通异常 Communication abnormalities	IPI							
	≥1年 Year	<1年 Year	-1.297	0.569	5.200	0.023	0.273	0.090 ~ 0.833
	首次生育 First delivery		-0.635	0.502	1.599	0.206	0.530	0.198 ~ 1.418
	常量 Constant		6.235	2.549	5.981	0.014	510.292	
粗大动作异常 Gross motor abnormalities	IPI							
	≥1年 Year	<1年 Year	-1.080	0.417	6.696	0.010	0.340	0.150 ~ 0.770
	首次生育 First delivery		-0.422	0.390	1.168	0.280	0.656	0.305 ~ 1.409
	常量 Constant		-1.382	1.791	0.596	0.440	0.251	
精细动作异常 Fine motor abnormalities	IPI							
	≥1年 Year	<1年 Year	-1.324	0.471	7.900	0.005	0.266	0.106 ~ 0.670
	首次生育 First delivery		-0.395	0.422	0.876	0.349	0.673	0.294 ~ 1.541
	常量 Constant		4.577	2.031	5.077	0.024	97.222	
个人-社会异常 Personal-social abnormalities	IPI							
	≥1年 Year	<1年 Year	-1.137	0.498	5.221	0.022	0.321	0.121 ~ 0.851
	首次生育 First delivery		-0.238	0.449	0.281	0.596	0.788	0.327 ~ 1.900
	常量 Constant		0.328	2.091	0.025	0.875	1.388	
神经发育异常 Neurodevelopmental abnormalities	IPI							
	≥1年 Year	<1年 Year	-1.041	0.371	7.900	0.005	0.353	0.171 ~ 0.730
	首次生育 First delivery		-0.076	0.354	0.046	0.829	0.927	0.463 ~ 1.854
	常量 Constant		0.540	1.520	0.126	0.723	1.715	

重视 IPI 对婴儿神经发育的影响。

本研究采用前瞻性队列研究设计, IPI 与婴儿神经发育的因果关联论证力较强, 同时纳入混杂因素较为全面, 调整后研究结果可靠性增强。但本研究也存在不足, 样本量较小, 研究对象均来自同一医院, 缺少遗传和营养因素等信息, 结果外推需谨慎; 仅在单一时间点评估婴儿神经发育情况, 无法识别 IPI 影响婴儿神经发育的关键期。

#### 参考文献

- [1] MIGNINI L E, CARROLI G, BETRAN A P, et al. Interpregnancy interval and perinatal outcomes across Latin America from 1990 to 2009: a large multi-country study [J]. BJOG, 2016, 23 (5): 730-737.
- [2] 张英豪, 司旭东, 宋恩源, 等. 杭州市余杭区育龄妇女生育间隔与新生儿出生缺陷发生率的相关性分析 [J]. 山西医科大学学报, 2019, 50 (5): 672-675.
- [3] ZHANG Y H, SI X D, SONG E Y, et al. Correlation between interpregnancy interval of neonatal women and birth defects in Yuhang District of Hangzhou City [J]. J Shanxi Med Univ, 2019, 50 (5): 672-675.
- [4] ZHU B P, LE T. Effect of interpregnancy interval on infant low birth weight: a retrospective cohort study using the Michigan Maternally Linked Birth Database [J]. Matern Child Health J, 2003, 7 (3): 169-178.
- [5] DEFRANCO E A, SESKE L M, GREENBERG J M, et al. Influence of interpregnancy interval on neonatal morbidity [J/OL]. Am J Obstet Gynecol, 2015, 212 (3) [2022-02-18]. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2014.11.017>.
- [6] CONDE-AGUDELO A, ROSAS-BERMUDEZ A, CASTAÑO F, et al. Effects of birth spacing on maternal, perinatal, infant, and child health: a systematic review of causal mechanisms [J]. Stud



- Fam Plann, 2012, 43 (2): 93-114.
- [6] 尹晓光, 刘洋, 解钧, 等. 影响足月新生儿行为神经发育的孕期可控性因素研究 [J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28 (7): 725-728, 736.
- YIN X G, LIU Y, XIE J, et al. Study on controllable factors of pregnancy in neonates with behavioral neurological development during pregnancy [J]. Chin J Child Health Care, 2020, 28 (7): 725-728, 736.
- [7] ROMERO OTALVARO A M, GRANANA N, GAETO N, et al. ASQ-3: validation of the Ages and Stages Questionnaire for the detection of neurodevelopmental disorders in Argentine children [J]. Arch Argent Pediatr, 2018, 116 (1): 7-13.
- [8] 魏梅, 卞晓燕, SQUIRES J, 等. 年龄与发育进程问卷中国常模及心理测量学特性研究 [J]. 中华儿科杂志, 2015, 53 (12): 913-918.
- WEI M, BIAN X Y, SQUIRES J, et al. Studies of the norm and psychometrical properties of the ages and stages questionnaires, third edition, with a Chinese national sample [J]. Chin J Pediatr, 2015, 53 (12): 913-918.
- [9] 高雅静, 赵春霞, 张敬旭, 等. 父母外出务工对0~3岁留守儿童早期发展的影响 [J]. 中国生育健康杂志, 2018, 29 (4): 301-306.
- GAO Y J, ZHAO C X, ZHANG J X, et al. Effect of parental labor migration on early development of children aged 0-3 years old [J]. Chin J Reprod Health, 2018, 29 (4): 301-306.
- [10] 中华人民共和国卫生部. 中国成人超重和肥胖症预防控制指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- Ministry of Health of the People's Republic of China. Guidelines for the prevention and control of overweight and obesity in adults in China [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.
- [11] 谢幸, 孔北华, 段涛. 妇产科学 [M]. 9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- XIE X, KONG B H, DUAN T. Obstetrics and gynecology [M]. 9th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008.
- [12] 邓文娇, 王虹, 蔡瑾瑜. 采用ASQ-3对2246例深圳市3~4月龄婴儿发育筛查结果的分析 [J]. 华中科技大学学报(医学版), 2016, 45 (4): 454-457.
- DENG W J, WANG H, CAI J Y. Analysis of screening results of the development of 2246 3-4 month old infants by ASQ-3 in Shenzhen [J]. Acta Med Univ Sci Technol Huazhong, 2016, 45 (4): 454-457.
- [13] 鲍玲, 任军爽, 王蕊. 6月龄婴儿神经心理发育现状及相关危险因素分析 [J]. 首都医科大学学报, 2021, 42 (2): 334-337.
- BAO L, REN J S, WANG R. Study and analysis of neuropsychological development status and related risk factors in infants aged 6 months [J]. J Cap Med Univ, 2021, 42 (2): 334-337.
- [14] CONDE-AGUDELO A, BELIZÁN J M, NORTON M H, et al. Effect of the interpregnancy interval on perinatal outcomes in Latin America [J]. Obstet Gynecol, 2005, 106 (2): 359-66.
- [15] THOMPSON J R, CARTER R L, EDWARDS A R, et al. A population-based study of the effects of birth weight on early developmental delay or disability in children [J]. Am J Perinatol, 2003, 20 (6): 321-332.
- 收稿日期: 2021-11-25 修回日期: 2022-02-18 本文编辑: 吉兆洋

## (上接第 339 页)

- Ministry of Environment Protection, General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Ambient air quality standard: GB 3095-2012 [S]. Beijing: China Environmental Science Press, 2012.
- [11] United States Environmental Protection Agency. Toxicological review of benzo[a]pyrene [R]. Washinton D.C.: US EPA, 2017.
- [12] CHOI H, RAUH V, GARFINKEL R, et al. Prenatal exposure to airborne polycyclic aromatic hydrocarbons and risk of intrauterine growth restriction [J]. Environ Health Perspect, 2008, 116 (5): 658-665.
- [13] 米辰扬, 许仲妍, 谢嘉渝, 等. 多环芳烃暴露致女性生殖毒性及其分子机制 [J]. 环境与职业医学, 2019, 36 (1): 43-49.
- MI C Y, XU Z Y, XIE J Y, et al. Toxic effects and relevant mechanisms of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure on female reproductive health [J]. J Environ Occup Med, 2019, 36 (1): 43-49.
- [14] YITSHAK-SADE M, FABIAN M P, LANE K J, et al. Estimating the combined effects of natural and built environmental exposures on birthweight among urban residents in Massachusetts [J/OL]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17 (23) (2020-11-27) [2022-02-02]. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238805>.
- [15] ERGAZ Z, NEEMAN-AZULAY M, WEINSTEIN-FUDIM L, et al. Diabetes in the Cohen rat intensifies the fetal pancreatic damage induced by the diabetogenic high sucrose low copper diet [J]. Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol, 2016, 107 (1): 21-31.
- 收稿日期: 2021-09-27 修回日期: 2022-02-02 本文编辑: 吉兆洋