

## · 综 述 ·

妊娠期暴露于自然灾害事件对生理健康  
长期影响\*赵艺皓<sup>1,2</sup>, 胡曦元<sup>1</sup>, 郭超<sup>1,3</sup>

【摘 要】健康和疾病的发育起源理论强调成年期疾病的发生与生命早期经历不利因素有关。本研究通过文献回顾, 研究妊娠期及其不同阶段暴露于地震、洪水、饥荒、热带气旋、飓风和冰暴等灾难事件对婴幼儿、儿童、青少年及成年之后的生理健康的影响, 结果表明, 妊娠期灾难事件暴露对从新生儿到成年后的生理健康均会产生不良影响, 且不同时期的暴露对人口生理健康的影响侧重略有不同。目前中国关于妊娠期灾难事件暴露对生理健康长期影响的研究相对较少, 有必要建立暴露人群的长期监测队列。另外, 在研究内容方面, 还需要进一步探索妊娠期不同阶段的灾难事件暴露对生理健康的影响, 为有效采取合理的干预措施和防治方案提供科学依据。

【关键词】妊娠期; 自然灾害; 生理健康; 长期影响

中图分类号: R 129 文献标识码: A 文章编号: 1001-0580(2022)08-1082-06 DOI: 10.11847/zgggws1136302

## Long-term effects of pregnancy exposure to natural disasters on physical health: a review

ZHAO Yi-hao\*, HU Xi-yuan, GUO Chao (\*Institute of Population Research, Peking University, Beijing 100871, China)

【Abstract】Based on the theory of developmental origins of health and disease (DOHaD), adult diseases are related to adverse factors experienced in early life. In this study, we reviewed relevant literatures and studied the effects of pregnancy exposure to disasters such as earthquakes, floods, famines, hurricanes, tropical cyclone, and ice storms on physical health of infants, children, adolescents, and adults. Published researches demonstrated that exposure to catastrophic events during fetus period could exert adverse effects on physical health from newborn to adulthood, and the exposure at different periods could have different effects on physical health. At present, there are a few studies on the long-term effects of fetal exposure to catastrophic events on physical health in China, and it is necessary to establish a long-term monitoring cohort of exposed people. In addition, further study is needed to explore the impact of catastrophic exposure at different stages of fetal period on physiological health in order to provide evidences for developing effective intervention programs.

【Key words】gestation period; natural disaster; physical health; long-term effect

20 世纪 90 年代, 英国学者 David Baker 提出成年期疾病“胎儿起源假说”, 后逐渐发展成为“健康和疾病的发育起源”理论(即 DOHaD 理论)。这一理论表明, 成年期疾病的发生, 如糖尿病、代谢综合征、心脑血管疾病以及精神疾病等慢性非传染性疾病, 与生命早期(胎儿期、婴儿期、儿童期)经历不利因素有关<sup>[1]</sup>。本研究将通过文献回顾, 研究妊娠期及其不同阶段暴露于负性事件(如地震、洪水、饥荒、热带气旋、飓风和冰暴等自然灾害)对婴幼儿、儿童、青少年及成年之后的生理健康的影响, 提高人们对宫内环境和成年疾病关系的认知, 通过促进对母亲妊娠期的超早期干预, 从而改善和促进全生命周期健康。

## 1 妊娠期暴露于灾难事件对生理健康长期影响(表 1)

1.1 对出生结局和新生儿健康影响 一项基于 2008—2012 年澳大利亚昆士兰州热带飓风的研究指出, 产前暴露于飓风会使早产可能性显著增加, 且新生儿低出生体重比例显著更高<sup>[2]</sup>。对 1996—

2008 年美国德克萨斯州飓风发生情况的研究表明, 怀孕期间暴露于飓风会增加新生儿辅助通气时间 > 30 min、胎粪吸入综合征等新生儿异常的风险, 可能对新生儿产生严重的长期后果<sup>[3]</sup>。

1.2 对儿童和青少年期生理健康影响 爱荷华洪水研究表明, 妊娠期间洪水导致的母体主观应激水平与幼儿 30 个月时的体质指数呈显著正相关, 但为孕妇提供有力的社会支持会减轻这一影响<sup>[4]</sup>。对加拿大魁北克冰暴的研究也表明, 冰暴所导致的产前母体应激与儿童期和青少年期的肥胖有关, 由冰暴引起产前母体应激使 5.5 岁儿童的肥胖风险显著增加<sup>[5]</sup>; 与青春期胰岛素分泌显著正相关, 这是胰岛素抵抗的早期特征<sup>[6]</sup>。对丽江大地震灾害的研究结果表明, 地震灾后男性出生时预期寿命减少 0.8 岁; 地震 6 年后当地 6 岁组男童身高低于地震前的水平<sup>[7]</sup>。另外, 妊娠期暴露于洪水的儿童身高也较矮, 且更容易贫血<sup>[8]</sup>。具体见表 1。

1.3 对成年后生理健康影响 妊娠期经历唐山地

\* 基金项目: 国家社会科学基金(18CRK005)

作者单位: 1. 北京大学人口研究所, 北京 100871; 2. 中国医学科学院北京协和医学院群医学及公共卫生学院; 3. 北京大学亚太经合组织健康科学研究院

作者简介: 赵艺皓(1991—), 女, 山东青岛人, 博士, 研究方向: 残疾人口学。

通信作者: 郭超, E-mail: chaoguo@pku.edu.cn

震的人群,其远期血尿酸水平和高尿酸血症发生率有增高的趋势<sup>[9]</sup>;这在 Ji(2017)<sup>[10]</sup>的研究中也反映了类似的结论,即产前地震暴露者患高尿酸血症的风险增高。对中国饥荒的研究表明,孕期暴露会对成年后代谢性炎症状态及代谢综合征产生影响,特别是空腹血糖、三酰甘油、总胆固醇等<sup>[11]</sup>;还会增加成年后高甘油三酯血症<sup>[12]</sup>、高血压<sup>[13-14]</sup>、血脂异常<sup>[15]</sup>、脂肪肝<sup>[16]</sup>和贫血<sup>[17]</sup>等疾病的患病风险,其中对女性的影响主要体现在空腹血糖<sup>[11]</sup>、血脂异常<sup>[18]</sup>与代谢综合征<sup>[19]</sup>等。有学者对尼日利亚的饥荒研究也显示,妊娠期营养不足与成年后高血压和葡萄

糖耐量受损的风险显著增加有关<sup>[20]</sup>。另有研究表明,饥荒暴露与成年期高血糖和 2 型糖尿病风险有关,但这一风险与饮食和经济状况有关,营养丰富/西方饮食模式或晚年经济情况较好的妊娠期暴露者风险更高<sup>[21]</sup>。荷兰饥荒队列研究显示,妊娠期暴露增加早发冠心病风险,患者确诊年龄相对较早,累计发病率更高<sup>[22]</sup>;对中国饥荒的研究则进一步表明,饥荒暴露对女性心血管疾病的影响更大<sup>[23]</sup>。妊娠期暴露于饥荒使成年期超重和肥胖风险增加,身高更矮<sup>[24-25]</sup>。具体见表 1。

表 1 妊娠期暴露于自然灾害对生理健康的影响研究

灾难类型	作者	时间及地点	研究设计	研究对象	样本量	研究结果
地震	张燕(2010) <sup>[7]</sup>	1996, 中国丽江市	横断面	3~6岁儿童	2 236	与较低的预期寿命和较慢的儿童身高、体重增长有关
	陈欠欠(2016) <sup>[9]</sup>	1976, 中国唐山	横断面	成年人	996	对成年后血尿酸水平和高尿酸血症发生率增高有影响
	Ji(2017) <sup>[10]</sup>	1976, 中国唐山	队列	成年人	1 072	与成年期尿酸浓度增高有关
洪水	Kroska(2017) <sup>[4]</sup>	2008, 美国爱荷华州	队列	30个月幼儿	103	与幼儿30个月时的体重指数(BMI)呈显著正相关
饥荒	Rosales-Rueda(2018) <sup>[8]</sup>	1997—1998, 厄瓜多尔	队列	6岁儿童	7 989	影响儿童生长发育
	李远碧(2014) <sup>[11]</sup>	1959—1961, 中国安徽	队列	成年人	3 793	影响代谢性炎症状态及代谢综合征, 尤其女性空腹血糖
	赵艳(2013) <sup>[12]</sup>	1959—1961, 中国安徽	队列	成年人	668	增加高甘油三酯血症风险
	Wang(2012) <sup>[13]</sup>	1959—1961, 中国广东	队列	成年人	12 065	影响成年后高血压患病风险
	Liu(2017) <sup>[14]</sup>	1959—1961, 中国重庆	队列	成年人	1 224	使成年后患高血压的可能性增加
	Xin(2019) <sup>[15]</sup>	1959—1961, 中国	队列	成年人	4 843	与成年期血脂异常风险增加有关
	Chen(2016) <sup>[16]</sup>	1959—1961, 中国重庆	队列	成年人	10 935	与成年期脂肪肝疾病风险增加有关
	Shi(2013) <sup>[17]</sup>	1959—1961, 中国江苏	队列	成年人	2 007	与成年期贫血风险增加有关
	Wang(2017) <sup>[18]</sup>	1959—1961, 中国	队列	中老年人	2 752	与成年期血脂异常有关, 尤其是女性
	Wang(2017) <sup>[19]</sup>	1959—1961, 中国	队列	成年人	6 445	与成年期代谢综合征有关, 女性暴露者患病率显著升高
	Hult(2010) <sup>[20]</sup>	1967—1970, 尼日利亚	队列	成年人	1 339	与成年后高血压和葡萄糖耐量受损的风险显著增加有关
	Li(2010) <sup>[21]</sup>	1959—1961, 中国	队列	成年人	7 874	与成年期高血糖和2型糖尿病风险有关
	Chen(2014) <sup>[23]</sup>	1959—1961, 中国	队列	成年人	1 415	对成年后心血管疾病有影响, 对女性影响更大
	Wang(2010) <sup>[24]</sup>	1959—1961, 中国重庆	队列	成年人	17 023	与成年期超重和肥胖风险以及更矮的身高有关
	Liu(2017) <sup>[25]</sup>	1959—1961, 中国青岛	队列	成年人	8 185	对成年期肥胖有影响
气旋	Parayiwa(2018) <sup>[2]</sup>	(热带气旋)2008—2012, 澳大利亚昆士兰	时间序列	成年人	311 389	与早产可能性增加和低出生体重比例升高有关
飓风	Currie(2013) <sup>[3]</sup>	(飓风)1996—2008, 美国德克萨斯	时间序列	新生儿	4 237 494	增加新生儿异常的风险
Dancause(2012) <sup>[5]</sup>		(冰暴)1998, 加拿大魁北克	队列	5.5岁儿童	111	使5.5岁儿童的肥胖风险增加
Dancause(2013) <sup>[6]</sup>		(冰暴)1998, 加拿大魁北克	队列	青少年	32	与青春期(13岁左右)胰岛素分泌显著正相关

## 2 妊娠期不同阶段暴露于灾难事件对生理健康的长期影响 (表 2)

**2.1 妊娠早期暴露对健康影响** 对智利地震的研究得出, 母体暴露于地震将导致胎儿出生体重显著下降和低出生体重比例增加<sup>[26]</sup>; 此外, 孕早期地震暴露会导致妊娠期缩短, 增加胎儿早产的风险<sup>[27]</sup>。对于美国北达科他州法戈洪水的研究也表明, 孕早期暴露于洪水胎儿会因生长速度降低而存在低体重的风险, 且距离洪水越近, 出生体重越低<sup>[28]</sup>。对卡特里娜飓风的研究表明, 妊娠期飓风暴露影响出生结局, 高强度暴露的女性其后代发生新生儿低体重 ( $OR = 3.3$ ) 与早产 ( $OR = 2.3$ ) 的可能性高于低暴露者<sup>[29]</sup>。爱荷华洪水研究表明, 较高水平的洪水暴露所致产前母体应激也会导致儿童在 2.5 ~ 4.0 岁之间体质指数的增加<sup>[30]</sup>。健康状况方面, 荷兰饥荒的研究发现, 妊娠早期暴露于饥荒会导致成年后健康状况更差<sup>[31]</sup>; 进一步研究表明, 饥荒暴露者成年后冠心病、动脉粥样硬化、凝血紊乱和肥胖患病率增加, 应激反应增强, 妇女乳腺癌风险更高<sup>[32]</sup>。

**2.2 妊娠中期暴露对健康影响** 关于孕中期暴露于灾难事件的研究数量不多, 仅有少数与地震和饥荒暴露相关的研究。研究表明, 妊娠中期暴露于灾难事件会显著影响出生结局及成年后的健康状况。具体而言, 妊娠中期暴露于地震导致的母亲腹部损伤、配偶伤亡和生活不稳定会显著影响妊娠结局, 使新生儿低出生体重的患病率显著增加<sup>[33]</sup>; 另外, 胎儿期特别是胎儿中后期经历地震与其成年期白细胞端粒长度缩短及收缩压、血糖及总胆固醇增

高等健康结局相关<sup>[34]</sup>。妊娠中期暴露于饥荒导致成年后患微量白蛋白尿和阻塞性呼吸道疾病较多<sup>[32]</sup>。

**2.3 妊娠晚期暴露对健康影响** 一项来自中国汶川地震的研究显示, 地震灾区孕妇多患有轻、中度焦虑, 会显著影响胎心率、脐带血流等生理状态, 不利于胎儿的生长发育<sup>[35]</sup>。厄瓜多尔的研究结果则表明, 妊娠晚期暴露于洪水会使低出生体重的概率增加<sup>[8]</sup>。昆士兰洪水队列的研究结果表明, 洪水导致的产前母体应激对婴儿在每个年龄段的精细和粗大运动发育有不同的影响, 与婴儿 2 个月大时的运动发育呈正相关, 与其 6 个月和 16 个月时的运动发育呈负相关<sup>[36]</sup>; 导致 2.5 ~ 4.0 岁之间儿童粗大运动技能变差, 但对精细运动技能没有影响<sup>[37]</sup>。体质指数与肥胖方面, 长期队列研究表明, 在儿童青少年发育的不同阶段, 这种影响均存在: 冰暴所导致的较高产前母体应激与儿童在 5.5、8.5、13.5 和 15.5 岁时较高体质指数水平和中心性肥胖有关<sup>[38]</sup>。哮喘方面, 冰暴所导致的产前母体应激也会增加 11 ~ 12 岁女孩的哮喘风险, 使其终生喘息的风险和哮喘确诊的风险均显著增加<sup>[39]</sup>。心血管疾病方面, Li 等<sup>[40]</sup>对经历中国唐山地震的成年人进行研究发现, 地震暴露与成年人、尤其是成年男性的心血管疾病危险因素增加有关, 如静息心率、总胆固醇和空腹血糖等指标。预期寿命方面, Roseboom 等<sup>[41]</sup>对荷兰饥荒的研究表明, 妊娠晚期暴露于饥荒增加了 50 岁之前的死亡率, 显著高于妊娠早期和中期暴露, 这一差异是由出生后第一年对死亡率的影响引起的, 并且主要与营养和感染有关。

表 2 不同时期暴露于自然灾害对生理健康的影响研究

灾难类型	作者	时间及地点	研究设计	研究对象	样本量	研究结果
妊娠早期						
地震	Torche (2011) <sup>[26]</sup>	2005, 智利	横断面	新生儿	500 983	导致低出生体重比例增加
	Torche (2012) <sup>[27]</sup>	2005, 智利	横断面	新生儿	13 989	导致早产的可能性增加
洪水	Hilmert (2016) <sup>[28]</sup>	2009, 美国北达科他州	横断面	新生儿	169	使胎儿生长速度降低, 存在新生儿低体重的风险
	Dancause (2016) <sup>[38]</sup>	2008, 美国爱荷华州	队列	2.5 ~ 4 岁儿童	106	导致儿童在 2.5 ~ 4 岁之间的体重指数(BMI)增加
饥荒	Roseboom (2003) <sup>[31]</sup>	1944 — 1945, 荷兰	队列	成年人	912	导致成年后健康状况更差
	Roseboom (2006) <sup>[32]</sup>	1944 — 1945, 荷兰	队列	成年人	2 414	成年后冠心病、动脉粥样硬化、凝血紊乱和肥胖患病率增加, 妇女乳腺癌风险更高
气旋、飓风、冰暴	Xiong (2008) <sup>[29]</sup>	(飓风)2005, 美国新奥尔良和巴吞鲁日	队列	新生儿	301	影响出生结局, 新生儿低体重与早产可能性增加
妊娠中期						
地震	Chang (2002) <sup>[33]</sup>	1999, 中国台湾	横断面	新生儿	171	与低出生体重有关
	Wang (2017) <sup>[40]</sup>	1976, 中国唐山	横断面	成年人	1 196	与成年期不良健康结局相关
饥荒	Roseboom (2006) <sup>[32]</sup>	1944 — 1945, 荷兰	队列	成年人	2 414	患微量白蛋白尿和阻塞性呼吸道疾病较多



续表 2

灾难类型	作者	时间及地点	研究设计	研究对象	样本量	研究结果
妊娠晚期						
地震	Wang (2017)[34]	1976, 中国唐山	横断面	成年人	180	与成年期疾病风险增加有关
	钱嵘 (2010)[35]	2008, 中国汶川	横断面	胎儿	120	与胎儿心率、脐带血流阻力等增高有关
洪水	Rosales-Rueda (2018)[8]	1997—1998, 厄瓜多尔	自然实验	6岁儿童	7 989	使低出生体重的概率增加
	Simcock (2016)[36]	2011, 澳大利亚昆士兰	队列	2~16个月婴幼儿	351	与运动发育情况有关
	Simcock (2018)[37]	2011, 澳大利亚昆士兰	队列	2.5~4岁儿童	587	导致儿童粗大运动技能变差
饥荒	Roseboom (2001)[41]	1944—1945, 荷兰	队列	成年人	2 254	增加50岁之前的死亡率
气旋、飓风、冰暴	Liu (2016)[38]	(冰暴)1998, 加拿大魁北克	队列	5~15岁儿童	178	与较高体重指数水平和中心性肥胖有关
	Turcotte (2014)[39]	(冰暴)1998, 加拿大魁北克	队列	青少年	68	增加11~12岁女孩的哮喘风险

### 3 影响机制分析

根据已有研究结果, 妊娠期暴露于灾难事件

对生理健康长期影响图示可见图 1。特别是其影响机制可以从微观、中观和宏观 3 个层面进行阐述。

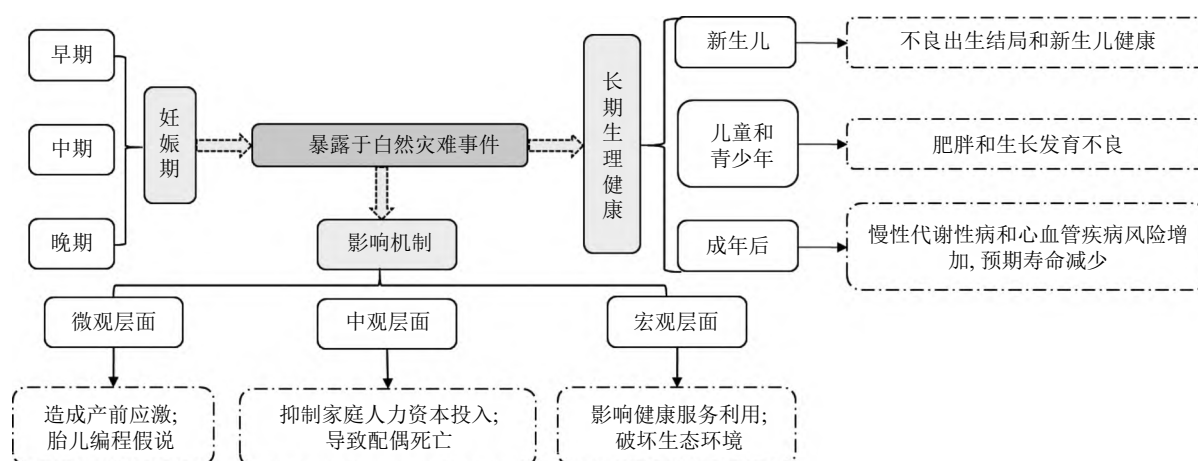


图 1 妊娠期自然灾害事件暴露对生理健康长期影响图示

首先, 在微观层面, 灾难事件主要是通过孕妇产前应激对个体生理健康产生不良影响。妊娠期应激影响个体神经内分泌功能, 致下丘脑-垂体-肾上腺轴及交感神经-肾上腺髓质系统的持续性改变, 造成糖皮质激素分泌增加, 从而增加了代谢疾病及免疫系统疾病的风险<sup>[9]</sup>。另外, 根据胎儿编程 (fetal programming) 假说, 胎儿出生前的不良子宫状况会在基因信息基础上改变胎儿的结构功能, 若这种变化是永久性的即被视为编程改变。地震、洪水等灾难事件造成的孕妇产前压力, 以及饥荒导致的产前不佳环境如营养不良等, 均可能对胎儿及其之后的生长发育产生编程影响, 其可能通过重组食欲调节和代谢的神经途径, 以及随后在器官、组织间的能量平衡选择上进行“重新编程 (reprogramming)”, 从而增加出生低体重、肥胖及其他代谢性疾病 (高血压、高血脂、高尿酸血症、冠心病等) 的风险, 但

其中确切的生物学机制仍需进一步探索<sup>[5, 10, 13]</sup>。

在中观家庭层面, 灾难事件的暴露抑制家庭对孕期女性及新生儿人力资本生产的关键投入, 特别是负向影响收入、消费、母乳喂养、营养供给和精神支持等, 从而影响个体生理健康<sup>[8]</sup>。还有研究表明, 地震造成的配偶伤亡是预测新生儿低出生体重的唯一重要因素, 但配偶伤亡造成的压力和危害, 以及配偶在中国文化中的支持意义, 尚待深入研究<sup>[33]</sup>。

在宏观层面, 地震、洪水等重大灾难事件会造成巨大的社会经济损失, 例如公共设施破坏和人员伤亡严重等, 这都会导致短时间内卫生资源供给与群众卫生服务需求之间的矛盾加剧 (尤其是在农村、贫困地区)<sup>[42-43]</sup>, 这在一定程度上会影响孕产妇健康服务如生殖健康服务的可用性和可及性<sup>[44]</sup>, 致使医务人员不能及早发现产前异常情况并采取干预措施, 从而影响出生结局和个体健康状况。自

然灾害还会对生态环境造成破坏, 研究显示, 地震会导致生态环境质量变化, 使植被遭到巨大破坏, 生态系统受损严重<sup>[45]</sup>; 暴雨洪涝可引起水源、空气湿度和温度等生态环境变化, 并对人群免疫系统产生影响, 往往会造成人类虫媒传染病、肠道传染病以及呼吸道传染病的发生<sup>[46]</sup>, 这都会损害孕产妇健康, 从而对胎儿的长期健康产生不利影响。

#### 4 小 结

妊娠期暴露于地震、洪水、饥荒、热带气旋、飓风与冰暴等自然灾害事件, 对从新生儿到成年后的生理健康均会产生不良影响, 具体体现为影响出生结局和新生儿健康、儿童期和青少年期生理健康(易导致肥胖和生理发育不良等)、成年后生理健康(如慢性代谢性疾病、心血管疾病和肥胖等)。总的来看, 研究中妊娠期不同时期的暴露, 对人口生理健康的影响侧重略有不同。其中, 孕早期暴露于灾难事件主要与新生儿早产和出生低体重、儿童肥胖、成年期慢性疾病和癌症风险增加有关; 孕晚期暴露与胎儿期、婴幼儿期和儿童青少年期的生长发育受限有关, 还会导致成年期心血管疾病风险因素增加、减少预期寿命等。

目前, 除饥荒和地震外, 我国关于妊娠期灾难事件暴露对生理健康长期影响的研究相对较少, 还缺乏长期监测的大型“灾难事件队列”, 这制约了研究数据的获取和相关研究的开展, 也不利于有针对性地开展已暴露人群的疾病预防工作, 因而有必要建立暴露人群的长期监测队列。另外, 未来在进行有关妊娠期灾难事件暴露长期影响的研究中, 除研究对象与方法的进一步扩展外<sup>[47]</sup>, 在研究内容方面, 还需要进一步研究探索妊娠期不同阶段的灾难事件暴露对生理健康的影响, 以期有效采取合理的干预措施和防治方案提供科学依据。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**出版授权** 作者同意以纸质版和网络版的形式同时出版

#### 参考文献

- [1] 杨宁, 李小明. 从多哈理论看妊娠期高血压疾病对子代心血管健康的重大影响[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2016, 8(2): 14–17.
- [2] Parayiya C, Behie AM. Effects of prenatal maternal stress on birth outcomes following tropical cyclone Yasi in Queensland, Australia (2011)[J]. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2018, 28: 768–775.
- [3] Currie J, Rossin-Slater M. Weathering the storm: hurricanes and birth outcomes[J]. *Journal of Health Economics*, 2013, 32(3): 487–503.
- [4] Kroska EB, O'Hara MW, Elgeili G, et al. The impact of maternal flood-related stress and social support on offspring weight in early

- childhood[J]. *Archives of Women's Mental Health*, 2018, 21(2): 225–233.
- [5] Dancause KN, Laplante DP, Fraser S, et al. Prenatal exposure to a natural disaster increases risk for obesity in 5½-year-old children[J]. *Pediatric Research*, 2012, 71(1): 126–131.
- [6] Dancause KN, Veru F, Andersen RE, et al. Prenatal stress due to a natural disaster predicts insulin secretion in adolescence[J]. *Early Human Development*, 2013, 89(9): 773–776.
- [7] 张燕, 郭子宏, 刘锦桃, 等. 地震灾害对胎儿和婴儿出生时预期寿命和生长发育的影响[J]. 中国妇幼保健, 2010, 25(30): 4382–4384.
- [8] Rosales-Rueda M. The impact of early life shocks on human capital formation: evidence from El Niño floods in Ecuador[J]. *Journal of Health Economics*, 2018, 62: 13–44.
- [9] 陈欠欠. 胎儿期及婴儿期经历唐山地震应激与尿酸水平及高尿酸血症相关因素调查研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2016.
- [10] Ji CP, Li YP, Cui L, et al. Prenatal earthquake exposure and midlife uric acid levels among Chinese adults[J]. *Arthritis Care and Research*, 2017, 69(5): 703–708.
- [11] 李远碧. 生命早期饥荒暴露与成年代谢紊乱及血清 CRP 的关系[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2014.
- [12] 赵艳. 生命早期暴露于 1959—1961 年中国大饥荒与成年后慢性代谢性疾病的关系研究[D]. 合肥: 安徽医科大学, 2013.
- [13] Wang PX, Wang JJ, Lei YX, et al. Impact of fetal and infant exposure to the Chinese great famine on the risk of hypertension in adulthood[J]. *PLoS One*, 2012, 7(11): e49720.
- [14] Liu LL, Xu XL, Zeng H, et al. Increase in the prevalence of hypertension among adults exposed to the Great Chinese Famine during early life[J]. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 2017, 22(1): 64.
- [15] Xin XL, Wang WJ, Xu H, et al. Exposure to Chinese famine in early life and the risk of dyslipidemia in adulthood[J]. *European Journal of Nutrition*, 2019, 58(1): 391–398.
- [16] Chen JP, Peng B, Tang L, et al. Fetal and infant exposure to the Chinese famine increases the risk of fatty liver disease in Chongqing, China[J]. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 2016, 31(1): 200–205.
- [17] Shi ZM, Zhang CL, Zhou MH, et al. Exposure to the Chinese famine in early life and the risk of anaemia in adulthood[J]. *BMC Public Health*, 2013, 13(1): 904.
- [18] Wang ZH, Li CW, Yang ZP, et al. Fetal and infant exposure to severe Chinese famine increases the risk of adult dyslipidemia: results from the China health and retirement longitudinal study[J]. *BMC Public Health*, 2017, 17(1): 488.
- [19] Wang NJ, Wang XJ, Li Q, et al. The famine exposure in early life and metabolic syndrome in adulthood[J]. *Clinical Nutrition*, 2017, 36(1): 253–259.
- [20] Hult M, Tornhammar P, Ueda P, et al. Hypertension, diabetes and overweight: looming legacies of the Biafran Famine[J]. *PLoS One*, 2010, 5(10): e13582.
- [21] Li YP, He YN, Qi L, et al. Exposure to the Chinese famine in early

- life and the risk of hyperglycemia and type 2 diabetes in adulthood[J]. *Diabetes*, 2010, 59(10): 2400 – 2406.
- [ 22 ] Painter RC, De Rooij SR, Bossuyt PM, et al. Early onset of coronary artery disease after prenatal exposure to the Dutch famine[J]. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2006, 84(2): 322 – 327.
- [ 23 ] Chen HN, Nembhard WN, Stockwell HG. Sex-specific effects of fetal exposure to the 1959 – 1961 Chinese famine on risk of adult hypertension[J]. *Maternal and Child Health Journal*, 2014, 18(3): 527 – 533.
- [ 24 ] Wang YH, Wang XL, Kong YH, et al. The great Chinese famine leads to shorter and overweight females in Chongqing Chinese population after 50 years[J]. *Obesity*, 2010, 18(3): 588 – 592.
- [ 25 ] Liu L, Pang ZC, Sun JP, et al. Exposure to famine in early life and the risk of obesity in adulthood in Qingdao: evidence from the 1959 – 1961 Chinese famine[J]. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 2017, 27(2): 154 – 160.
- [ 26 ] Torche F. The effect of maternal stress on birth outcomes: exploiting a natural experiment[J]. *Demography*, 2011, 48(4): 1473 – 1491.
- [ 27 ] Torche F, Kleinhaus K. Prenatal stress, gestational age and secondary sex ratio: the sex-specific effects of exposure to a natural disaster in early pregnancy[J]. *Human Reproduction*, 2012, 27(2): 558 – 567.
- [ 28 ] Hilmert CJ, Kvasnicka-Gates L, Teoh AN, et al. Major flood related strains and pregnancy outcomes[J]. *Health Psychology*, 2016, 35(11): 1189 – 1196.
- [ 29 ] Xiong X, Harville EW, Buekens P, et al. Exposure to hurricane Katrina, post-traumatic stress disorder and birth outcomes[J]. *The American Journal of the Medical Sciences*, 2008, 336(2): 111 – 115.
- [ 30 ] Dancause KN, Laplante DP, Hart KJ, et al. Prenatal stress due to a natural disaster predicts adiposity in childhood: the Iowa flood study[J]. *Journal of Obesity*, 2015, 2015: 570541.
- [ 31 ] Roseboom TJ, Van Der Meulen JHP, Ravelli ACJ, et al. Perceived health of adults after prenatal exposure to the Dutch famine[J]. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 2003, 17(4): 391 – 397.
- [ 32 ] Roseboom T, de Rooij S, Painter R. The Dutch famine and its long-term consequences for adult health[J]. *Early Human Development*, 2006, 82(8): 485 – 491.
- [ 33 ] Chang HL, Chang TC, Lin TY, et al. Psychiatric morbidity and pregnancy outcome in a disaster area of Taiwan 921 earthquake[J]. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 2002, 56(2): 139 – 144.
- [ 34 ] Wang R, An CX, Wang JC, et al. Earthquake experience at different trimesters during pregnancy is associated with leukocyte telomere length and long-term health in adulthood[J]. *Frontiers in Psychiatry*, 2017, 8: 208.
- [ 35 ] 钱嵘, 许涛, 廖怡农, 等. 地震后孕妇焦虑对胎儿生理状态影响超声研究 [J]. *临床精神医学杂志*, 2010, 20(2): 100 – 101.
- [ 36 ] Simcock G, Kildea S, Elgbeili G, et al. Age-related changes in the effects of stress in pregnancy on infant motor development by maternal report: the Queensland flood study[J]. *Developmental Psychobiology*, 2016, 58(5): 640 – 659.
- [ 37 ] Simcock G, Laplante DP, Elgbeili G, et al. A trajectory analysis of childhood motor development following stress in pregnancy: the QF2011 flood study[J]. *Developmental Psychobiology*, 2018, 60(7): 836 – 848.
- [ 38 ] Liu GT, Dancause KN, Elgbeili G, et al. Disaster-related prenatal maternal stress explains increasing amounts of variance in body composition through childhood and adolescence: project ice storm[J]. *Environmental Research*, 2016, 150: 1 – 7.
- [ 39 ] Turcotte-Tremblay AM, Lim R, Laplante DP, et al. Prenatal maternal stress predicts childhood asthma in girls: project ice storm[J]. *BioMed Research International*, 2014, 2014: 201717.
- [ 40 ] Li N, Wang YM, Yu LL, et al. Long-term effects of earthquake experience of young persons on cardiovascular disease risk factors[J]. *Archives of Medical Science*, 2017, 13(1): 75 – 81.
- [ 41 ] Roseboom TJ, van der Meulen JHP, Osmond C, et al. Adult survival after prenatal exposure to the Dutch famine 1944 – 45[J]. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 2001, 15(3): 220 – 225.
- [ 42 ] 柯雄, 李宁秀. 地震灾区与非灾区农村居民卫生服务利用分析 [J]. *中国公共卫生*, 2012, 28(3): 277 – 279.
- [ 43 ] 刘斌. 汶川地震后陇南市农村居民健康与卫生服务利用状况研究 [D]. 济南: 山东大学, 2009.
- [ 44 ] Djafri D, Chongsuvivatwong V, Geater A. Effect of the September 2009 Sumatra earthquake on reproductive health services and MDG 5 in the city of Padang, Indonesia[J]. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 2015, 27(2): NP1444 – NP1456.
- [ 45 ] 胡宝荣. 基于遥感与 GIS 技术的汶川县地震前后生态环境质量评价 [D]. 成都: 成都理工大学, 2009.
- [ 46 ] 张斐斐. 四川省 2005 — 2012 年暴雨洪涝及气象因素致流行性乙型脑炎短期效应研究 [D]. 济南: 山东大学, 2017.
- [ 47 ] 郭超, 赵艺皓, 杨斐斐. 生命早期灾难事件暴露对人口全生命周期精神健康的长期影响 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2019, 23(11): 1404 – 1408, 1414.

收稿日期: 2021 - 07 - 21

(郑新编校)