

空气污染与围生期抑郁关系的研究进展

尚孟晴, 朱贝贝, 陶芳标

安徽医科大学, 公共卫生学院儿少卫生与妇幼保健学系/出生人口健康教育部重点实验室/人口健康与优生安徽省重点实验室, 安徽 合肥 230032



DOI 10.11836/JEOM22168

摘要:

近年来围生期抑郁(PND)发生率持续上升,已经成为重要的公共卫生问题,除了传统的社会人口学因素、生物学因素、产科因素等,空气污染与PND的关联也越来越受到人们的关注。本文回顾了近年来国内外有关空气污染和PND关联的流行病学研究,重点讨论了室外空气污染物如PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂和O₃等和室内空气污染物如烟草烟雾与PND的关联,归纳了不同污染物对PND影响的特点和可能的生物学机制。基于目前的研究,多种室外空气污染物都与PND存在关联,且某些污染物与之可能存在剂量-反应关系。而针对室内空气污染,目前研究只关注了烟草暴露对PND的影响,尚无研究探索其他的室内污染物如油烟、固体燃料等与PND的关联。目前研究显示空气污染可能通过氧化应激、神经内分泌机制作用于与PND,但确切生物机制仍有待进一步研究。未来应该进一步加强室内其他空气污染物与PND的流行病学关联研究及空气污染与其他因素的交互作用对PND影响及相关的生物学机制研究,从而为从环境健康角度上预防PND提供新思路。

关键词: 围生期抑郁; 室外空气污染; 室内空气污染; 烟草暴露

A review of progress in research of relationship between air pollution and perinatal depression

SHANG Mengqing, ZHU Beibei, TAO Fangbiao (Department of Maternal, Child and Adolescent Health, School of Public Health/Key Laboratory of Population Health Across Life Cycle, Ministry of Education/Anhui Provincial Key Laboratory of Population Health and Aristogenics, Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230032, China)

Abstract:

In recent years, the increasing incidence of perinatal depression has become an important public health problem. In addition to the traditional social demographic factors, biological factors, obstetric factors, etc., the association between air pollution and perinatal depression (PND) has also attracted more and more attention. In this paper, studies on the association between air pollution and PND were reviewed, especially the associations of PND with ambient air pollutants such as PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, and O₃ as well as indoor air pollutants such as tobacco smoke, and the characteristics and possible biological mechanisms of the influence of different pollutants on PND were summarized. Based on the available studies, various outdoor air pollutants are associated with PND, and some pollutants may exhibit a dose-response relationship with it. As for indoor air pollution, studies only have focused on the impact of tobacco exposure on PND, and as yet, no study has explored the association between other indoor pollutants (e.g. cooking oil smoke and solid fuel) and PND. Current studies indicate that air pollution may act on PND through oxidative stress and neuroendocrine mechanisms, but the exact biological mechanism remains to be further studied. In the future, further studies should be encouraged on the epidemiological associations of other indoor air pollutants with PND and the interactions between other factors and air pollution on PND, and the underlying biological mechanisms, to provide new insights for the prevention of PND from the perspective of environmental health.

Keywords: perinatal depression; ambient air pollution; indoor air pollution; tobacco smoke exposure

基金项目

国家自然科学基金项目(81761128034)

作者简介

尚孟晴(1997—),女,硕士生;
E-mail: 18356514668@qq.com

通信作者

陶芳标, E-mail: fbtao@ahmu.edu.cn

伦理审批 不需要

利益冲突 无申报

收稿日期 2022-05-02

录用日期 2022-08-16

文章编号 2095-9982(2022)10-1180-07

中图分类号 R17

文献标志码 A

引用

尚孟晴, 朱贝贝, 陶芳标. 空气污染与围生期抑郁关系的研究进展 [J]. 环境与职业医学, 2022, 39(10): 1180-1186.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM22168

Funding

This study was funded.

Correspondence to

TAO Fangbiao, E-mail: fbtao@ahmu.edu.cn

Ethics approval Not required

Competing interests None declared

Received 2022-05-02

Accepted 2022-08-16

To cite

SHANG Mengqing, ZHU Beibei, TAO Fangbiao. A review of progress in research of relationship between air pollution and perinatal depression [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(10): 1180-1186.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM22168

围生期抑郁(perinatal depression, PND)是在怀孕期间和分娩后一年内普遍存在的精神障碍,包括产前抑郁和产后抑郁^[1]。据报道,中国PND的患病率在15%~20%之间且呈上升趋势^[2]。PND不仅对孕产妇心理造成不良影响,而且还会增加早产、低出生体重儿和剖宫产的发生风险^[3]。除了传统的人口学因素、

生物学因素、社会心理学因素和产科因素外,空气污染对其发生风险的影响也越来越受到人们的关注。先前的研究已证明空气污染与一般人群中的抑郁存在显著关联性^[4-6],由于围生期是一个特殊时期,孕产妇可能存在激素水平和心理变化等,这也会诱导产生抑郁症状^[7-8],且相关研究比较少,所以目前空气污染与 PND 的关联尚无定论。本文旨在综述室内外空气中的主要污染物与 PND 关系的研究成果及其可能的生物学机制。

1 空气污染与 PND 流行病学关联研究

本研究基于中国知网、万方、PubMed 数据库,检索了建库以来至 2022 年 6 月国内外公开发表的关于空气污染与 PND 之间关系的文献,中英文关键词包括空气污染物(air pollutants)、颗粒物(particulate matter)、氮氧化物(nitrogen oxides)、室内空气污染(indoor air

pollution)、油烟(lampblack)、二手烟(second-hand smoke)、围生期抑郁(perinatal depression)等。检索结果显示有关空气污染与 PND 关系的研究起步较晚,数量比较少。其中:室外空气污染与 PND 共检索到 8 篇^[9-16],这些研究大多是在美国开展的队列研究,主要关注颗粒物和化学类污染物 PM_{2.5}、PM₁₀、NO₂、O₃ 和 SO₂ 等污染物暴露对 PND 的影响;室内空气污染检索到 13 篇^[17-29],但是只检索到室内二手烟暴露与 PND 关系的研究,并没有发现室内油烟、固体燃料等空气污染与 PND 关系的研究。关于二手烟暴露影响的研究多在中国开展,主要分析了孕期暴露对孕期抑郁的影响。已发表的研究大多数控制孕产妇教育、家庭收入、出生季节和妊娠期烟草暴露等混杂因素,多数研究采用爱丁堡产后抑郁量表或流调中心抑郁量表来评估 PND 的程度。所纳入 21 篇文献的各研究具体特征见表 1。

表 1 纳入文献相关信息
Table 1 Information of included literature

作者	研究年份	研究地点	研究类型	暴露的物质	抑郁评估工具	校正因素	暴露和结局产生时期
Niedzwiecki等 ^[9]	2007—2011	墨西哥	队列研究	PM _{2.5}	爱丁堡产后抑郁量表	孕产妇年龄、妊娠期烟草暴露、孕产妇教育程度、出生季节、胎龄和妊娠期负性生活事件评分	孕期产后一年PM _{2.5} 暴露、产后1个月及6个月抑郁
Sheffield等 ^[10]	2002—2007	美国	队列研究	PM _{2.5}	爱丁堡产后抑郁量表	种族、教育程度、年龄、产前吸烟状况和分娩季节	孕期PM _{2.5} 暴露、产后6月及12月抑郁
Lin等 ^[11]	2010	中国	横断面研究	SO ₂ 、NO ₂ 和PM ₁₀	孕妇生活事件量表和症状自评量表	孕产妇年龄、教育程度、职业、妊娠并发症、流产史、家庭月收入、家庭类型结构、平均温度、相对湿度和风速	孕期空气污染、孕期抑郁
Hahn ^[12]	1999—2022	美国	队列研究	PM _{2.5} 和黑炭	爱丁堡产后抑郁量表	产妇产龄、种族/民族、教育程度、家庭收入、儿童性别、出生季节、孕前体重指数和吸烟情况	孕期空气污染、孕期抑郁
Lamichhane等 ^[13]	2008—2015	韩国	队列研究	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂ 和O ₃	流调中心抑郁量表	孕产妇年龄、吸烟史、妊娠期饮酒史、孕前体重指数、孕产妇教育程度、胎龄、出生顺序、家庭收入	孕期空气污染、孕期抑郁
Ahlers等 ^[14]	2015—2019	美国	队列研究	PM _{2.5}	抑郁症筛查量表	年龄	孕期PM _{2.5} 暴露、孕期抑郁
Duan等 ^[15]	2019—2021	中国	队列研究	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、NO ₂ 和O ₃	爱丁堡产后抑郁量表	孕产妇年龄、妊娠前体重指数、妊娠期饮酒、产次、既往流产次数、既往异位妊娠、胎膜早破、产后出血、胎盘早剥、新生儿异常、转移到新生儿重症监护病房、出生季节、爱丁堡产后抑郁量表评估季节和日均体温	孕期空气污染、产后6周抑郁
Bastain等 ^[16]	2015—2020	美国	队列研究	PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂ 和O ₃	流调中心抑郁量表	招聘地点、孕产妇年龄、出生时的种族、家庭收入、教育程度、怀孕期间空调的使用、既往抑郁史以及暴露期的平均温度	孕期空气污染、产后一年抑郁
Mbah等 ^[17]	2009—2011	美国	队列研究	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁量表	婚姻状况、怀孕期间吸烟、种族/民族和肥胖状况	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁
Tan等 ^[18]	2006—2009	美国	队列研究	烟草烟雾	抑郁自评量表	年龄、种族、教育程度、工作状态、妊娠分期	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁
王雅文等 ^[19]	2017—2018	中国	队列研究	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁量表	年龄、户口性质、孕妇的教育程度、孕妇的职业及家庭年收入	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁
梁贞贞等 ^[20]	2013—2014	中国	队列研究	烟草烟雾	流调中心抑郁量表	家庭月收入、被动吸烟、家庭暴力和妊娠分期	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁
陈俊熹等 ^[21]	2018	中国	横断面	烟草烟雾	自我编制问卷	年龄、职业、不良妊娠结局经历、意外怀孕和是否饮酒	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁
Huang等 ^[22]	2015	中国	横断面	烟草烟雾	流调中心抑郁量表	年龄、教育程度、妊娠疾病数量、异常怀孕史、负面生活事件和朋友的社交支持	孕期的被动吸烟暴露、孕期抑郁

续表 1

作者	研究年份	研究地点	研究类型	暴露的物质	抑郁评估工具	校正因素	暴露和结局产生时期
Khan等 ^[23]	2004—2008	美国	队列研究	烟草烟雾	回答两个问题	母亲种族、收入、医疗补助接受者状况、怀孕期间 的身体活动、妊娠高血压和进入产前护理的时间	孕期的被动吸烟暴露、 产后抑郁
Wang等 ^[24]	2018	中国	横断面	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁 量表	年龄、最高教育程度、吸烟状况、产次、分娩方式、 产褥期妇女的照护者和喂养模式	孕期的被动吸烟暴露、 产后抑郁
Alibekova等 ^[25]	2011—2014	中国	队列研究	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁 量表	年龄、婚姻状况、教育水平、就业状况、家庭月收入、 胎次、其他二手烟暴露、婚姻适应、父母压力、抑郁 症病史、夫妇抑郁症状状况和父亲饮酒情况	孕期的被动吸烟暴露、 产后抑郁
Kalayasiri等 ^[26]	2015—2017	泰国	队列研究	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁 量表	无	孕期的被动吸烟暴露、 产后抑郁
Weng等 ^[27]	2011—2014	中国	横断面	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁 量表	围产期、婚姻状况、月收入、就业状况、教育程度、 计划怀孕、抑郁史、睡眠问题、二手烟	孕期的被动吸烟暴露、 孕期抑郁
Kawasaki等 ^[28]	2007—2008	日本	队列研究	烟草烟雾	流调中心抑郁 量表	年龄、妊娠、居住地区、子女人数、家庭结构、家庭 收入、教育程度、工作类型、抑郁症史和抑郁症家 族史	孕期的被动吸烟暴露、 孕期抑郁
Song等 ^[29]	2010—2012	中国	队列研究	烟草烟雾	爱丁堡产后抑郁 量表	孕前体重指数、登记时的孕龄、教育程度、孕期习 惯性饮酒和吸烟者、先兆流产、妊娠期糖尿病和婴 儿喂养	孕期的被动吸烟暴露、 产后抑郁

1.1 室外空气污染与 PND

室外空气污染物的构成是复杂多变的,它伴随着季节的变化而变化,同时也受气象事件和人类活动的影响^[30],如与交通、工业排放有关,其中主要成分有PM_{2.5}、SO₂、氮氧化物等^[31]。在围生期这一特殊时期,空气污染更容易影响孕产妇的心理情绪,增加焦虑、抑郁情绪的发生风险^[32]。检索相关文献发现,空气污染物的种类、浓度以及在人体不同暴露时期均会影响PND的发生^[9-12]。

1.1.1 颗粒物与 PND 有研究指出PM_{2.5}暴露存在显著的窗口时期^[9-10],如Niedzwiecki等^[9]利用墨西哥队列研究数据发现孕期PM_{2.5}暴露与产后6个月抑郁的发生呈正相关,但是产后PM_{2.5}暴露与产后6个月抑郁的发生无关。Sheffield等^[10]在美国队列中发现18~26周的PM_{2.5}暴露与抑郁量表得分显著相关,其他妊娠时期则与抑郁量表得分无相关性。以上研究提示PM_{2.5}的暴露时期影响PND的发生风险,但是由于目前相关文献有限,且各个研究的结局受样本大小、评价工具等混杂因素影响,对此定论还需持有保留态度。

此外多项研究发现颗粒物暴露浓度影响PND的发生^[9-12]。一项来自中国的横断面研究发现高浓度的PM₁₀暴露与孕期母体情绪压力的风险增加有关,而在低浓度的暴露时未观察到此种关联^[11]。研究者在墨西哥队列中观察到孕期PM_{2.5}暴露量每增加5 μg·m⁻³,孕妇发生迟发型产后抑郁(产后1个月无抑郁症状,6个月有抑郁症状)的风险增加至2.58倍(RR=2.58,95%CI: 1.40~4.73, P=0.002)^[9]。Hahn等^[12]在一项纵向妊娠队列中发现受教育程度较低或黑人妇女群体的交通污

染物或黑炭平均暴露量高于白人妇女,进而有更高的抑郁水平。这说明了颗粒物暴露浓度会影响PND的发生风险,值得注意的是,针对颗粒物暴露与PND是否有剂量-反应关系,只有少部分研究在文中提及^[9]。因此,未来研究应多关注颗粒物暴露浓度与PND是否存在剂量-反应关系,为从空气污染物浓度的角度上预防PND做出科学的依据。

1.1.2 NO₂、SO₂等化学污染物与 PND 除了颗粒物,空气中的化学污染物如NO₂、SO₂和O₃等也会对人体生理和心理造成了潜在的危害。但是关于这类物质与PND关系的研究仍然较少,目前只检索到了两篇相关的文献。其中一篇是韩国队列,它观察到妊娠晚期O₃的暴露与PND呈正相关(RR=1.09,95%CI: 1.01~1.18, P<0.05),在妊娠的任何时期NO₂的暴露都与焦虑抑郁存在显著的关联^[13]。另一篇是来自中国的横断面研究,它发现空气中SO₂浓度的升高与孕期抑郁情绪显著相关,而空气中NO₂浓度的升高则与抑郁症状无关^[11]。NO₂、SO₂等不同的物质对PND影响不尽相同,并不是所有的污染物都会诱发抑郁情绪,应针对主要污染物进行防控。

1.2 室内空气污染与 PND

2010年,据世界卫生组织估计,室内空气污染造成全球337万人死亡和990万残疾调整寿命年的损失^[33-34]。室内空气污染主要来源是家庭炊事产生的油烟、取暖使用的燃料、烟草暴露以及室内装饰材料产生的有机性化合物等^[35]。这类污染物的暴露已被证实与多种疾病的发生有关^[36],其中包括抑郁与焦虑^[37]。

1.2.1 孕期烟草暴露与 PND 在围生期这一特殊时期,

大多数有孕前吸烟史的孕妇为了胎儿的健康会主动选择戒烟。因此,被动吸烟成为孕期妇女暴露于烟草的主要方式^[38],其中二手烟和三手烟是被动烟草暴露的两种常见方式^[39-40]。吸入他人点燃的香烟产生的烟雾被称为非自愿烟雾、被动烟雾、环境烟草烟雾或二手烟^[41],三手烟是指在二手烟被清除后残留在衣服、墙壁、家具、头发、皮肤、地毯和灰尘等表面的污染物^[42]。据估计,全球三分之一至一半的不吸烟的孕妇会不自觉地接触被动吸烟^[43],被动吸烟不仅会直接影响新生儿的健康,也会影响母亲的身心健康如发生 PND^[44]。因此,孕期的被动吸烟成为重要的公共卫生问题^[38]。

(1) 孕期被动吸烟与产前抑郁。

研究表明,孕期暴露在二手烟会增加产前抑郁的风险^[20-22]。王雅文等^[19]利用中国孕产妇队列研究协和项目数据发现,在孕早期中,暴露于二手烟的孕妇发生抑郁的风险高于没有暴露的孕妇($OR=1.28$, 95%CI: 1.17~1.40, $P<0.01$);同样在孕早期,陈俊熹等^[21]也发现有二手烟暴露的孕妇发生抑郁情绪的风险是没有的 1.85 倍($OR=1.85$, 95%CI: 1.15~2.98)。但也不排除孕产妇心理因素会造成抑郁焦虑症状发生的可能性,怀孕期间暴露在烟草环境下,孕妇往往感觉自己不受重视且担心烟草对胎儿造成不良的影响而更容易产生焦虑抑郁的情绪,这也会加剧烟草烟雾本身带来的抑郁情绪。

烟草的暴露和产前抑郁可能存在着剂量-反应的关系,Mbah 等^[17]在美国队列研究中发现,暴露于环境烟草烟雾的孕妇出现产前抑郁症状的风险较高,且这种关系呈现出剂量-反应的关系。一项中国的横断面研究从 5 个维度来评估孕期烟草暴露产生的不良影响,发现无论是二手烟还是三手烟都会导致健康生活质量得分降低,但暴露于二手烟的孕妇的焦虑或抑郁率(57.4%)高于暴露于三手烟的孕妇(50.3%)^[45]。梁贞贞等^[20]在横断面研究中将每日烟雾暴露时间从低到高分四组: <15 min(对照组)、15~29 min、30~59 min 和 ≥ 60 min 四组,结果显示暴露时间为 15~29 min 和 30~59 min 妊娠期抑郁 OR 值分别为 1.50 和 1.56,但无统计学意义($P>0.05$),而暴露时间超过 60 min 的孕妇发生抑郁的风险显著增加($OR=4.89$, 95%CI: 1.81~13.20)。一项来自深圳的横断面研究对于二手烟暴露进行分类,观察到了二手烟暴露与孕期抑郁症状频率-风险的关系(家庭有二手烟暴露:没有二手烟暴露的 $OR=1.00$,偶尔暴露的 $OR=1.72$,常规暴露的

$OR=2.32$, $P=0.032$;工作场所有二手烟暴露:没有二手烟暴露的 $OR=1.00$,偶尔暴露的 $OR=1.37$,常规暴露的 $OR=3.19$, $P=0.029$)^[22]。Weng 等^[27]的研究显示,高频率暴露在二手烟中比低频率的暴露更容易出现抑郁症状,且差异具有统计学意义。以上研究说明暴露的浓度会影响 PND 的发生,高浓度的烟雾可能会增加抑郁的发生风险。

(2) 孕期被动吸烟与产后抑郁。

相较产前抑郁,有关孕期被动吸烟对产后抑郁的影响研究相对较少,仅有的研究说明了孕期被动吸烟的暴露也会影响产后抑郁的发生。Khan 等^[23]分析了参加美国北卡罗来纳州妊娠风险评估和监测系统调查的孕产妇数据,发现孕期暴露于二手烟的女性患产后抑郁的概率几乎是未暴露者的两倍。一项来自中国的横断面研究中发现,与从未接触过被动吸烟的产妇相比,接触过三手烟的产妇患产后抑郁的风险更高^[24]。在产后这一特殊时期,产后女性激素水平的显著的波动^[8],同时在适应新角色时面临严重的社会心理压力,使得产后女性更容易产生抑郁和焦虑等情绪问题^[7],但是目前很多相关研究并没有控制不良妊娠结局如早产、低出生体重、死胎,因此未来可进一步研究不良妊娠结局是否介导了部分孕期被动吸烟对产后抑郁的影响。

1.2.2 其他室内空气污染与 PND 目前已有诸多研究表明,暴露于室内空气中污染物中如固体燃料会对人们的情绪产生负面的影响^[46-50]。一项来自中国的研究发现,固体燃料用户比清洁燃料用户具有更高的流调中心抑郁量表得分($OR=0.59$, 95%CI: 0.31~0.89, $P=0.002$),抑郁风险的 OR 为 1.26(95%CI: 1.14~1.41, $P<0.001$)^[46]。Banerjee 等^[47]在印度的横断面研究中发现,妇女使用固体生物质燃料烹饪与发生抑郁的风险独立相关($OR=1.67$, 95%CI: 1.18~2.95)。在孟加拉国全国性调查中发现家庭使用固体生物质燃料与青春期抑郁症显著相关^[48]。而针对 PND,目前除了烟草暴露外,尚无其他室内空气污染物与其关联的报道,如烹调油烟、固体燃料的燃烧和室内装修后产生的甲醛等,未来研究需要填补此方面的空白。

2 作用机制

空气污染对 PND 的作用机制尚不明确,不同的空气污染物对抑郁的作用机制有所不同。部分研究提示颗粒物、 NO_2 、 SO_2 和 O_3 等污染物会诱发氧化应激和神经炎症,从而导致神经毒性和大脑结构变化^[51]。烟

草烟雾中的各种精神活性化合物可以影响神经递质系统和循环应激激素的浓度水平来诱发抑郁的发生^[52]。

2.1 颗粒物、NO₂、SO₂ 和 O₃ 等空气污染物

2.1.1 炎症反应机制 空气污染物,如颗粒物、氮氧化物和 O₃ 是强氧化剂,它们可能通过神经炎症影响大脑的中枢神经系统,进而导致抑郁症状的发生^[53]。小鼠模型表明,PM_{2.5} 可能导致神经炎症,从而改变海马结构^[54],而海马是一个大脑区域,特别容易受到炎症的影响并诱发抑郁样反应^[55];研究发现大脑炎症与情感障碍和认知受损有关系^[56-57];此外有动物实验表明大脑中的慢性炎症可能会导致活性氧的形成和氧化应激从而导致抑郁的发生^[58]。空气污染如颗粒物、NO₂ 和 O₃ 等可能通过炎症反应导致 PND 的发生。

2.1.2 神经内分泌机制 越来越多人研究,表明,下丘脑-垂体-肾上腺(hypothalamic-pituitary-adrenal axis, HPA)轴功能障碍,应激激素水平都在 PND 的神经病理学中起重要作用^[59]。在怀孕期间,由于发育中胎盘的内分泌效应,孕妇的神经内分泌系统发生了巨大的变化^[60]。有研究指出污染可能导致 HPA 轴失调,进而导致抑郁症状的发生和其他中枢神经系统效应^[61];一项动物研究表明,空气污染会诱发 HPA 轴的紊乱,产生激素调节应激反应进而产生抑郁症状的发生^[62]。Verheyen 等^[63]通过观察空气污染与孕产妇头发中的皮质醇浓度关系,发现长期暴露在 NO₂ 和黑炭污染物下与孕妇妊娠晚期头发中的皮质醇浓度呈正相关;一项中国研究表明,暴露于环境颗粒物质的个体中,皮质醇、可的松、肾上腺素和去甲肾上腺素应激激素水平会显著性增加。Ahlers 等^[14]在美国队列研究中发现,怀孕期间暴露于较高的 PM_{2.5} 浓度与更高的皮质醇水平显著相关;Khamirchi 等^[64]也发现暴露于 PM_{2.5} 及 PM₁₀ 之中与脐带血中的皮质醇水平之间存在显著的正相关。颗粒物、NO₂ 和 O₃ 等污染物有可能通过 HPA 轴功能异常激活来诱发 PND。

2.2 烟草烟雾

2.2.1 炎症反应机制 烟草烟雾诱发 PND 潜在作用机制之一是由于烟草烟雾可引起氧化应激和全身性促炎反应,导致炎症介质循环,而炎症介质可与脑内皮细胞中的细胞因子受体相互作用并激活,产生针对细胞连接和神经蛋白的自身抗体,引起神经炎症。研究表明,神经炎症与抑郁症的发生有关^[65-66]。

2.2.2 神经内分泌机制 通过主动或被动吸烟,接触烟草烟雾中的各种精神活性化合物可以影响神经递质系统和循环应激激素的浓度水平,如尼古丁暴露可

以提高血浆促肾上腺皮质激素释放激素和促肾上腺皮质激素浓度的升高,血浆促肾上腺皮质激素释放激素和促肾上腺皮质激素可以使肾上腺皮质分泌更多的糖皮质激素(皮质醇),过量的皮质醇水平通过改变脑神经递质的可用性而影响情绪、认知和行为^[52]。此外,也有研究推测长期暴露在被动烟雾中会增加血液中尼古丁水平^[67],进而导致多巴胺和氨基丁酸(γ -氨基丁酸)水平降低,这两种都是与抑郁症相关的生物化学物质^[68]。

3 总结

本文综述了室内外主要空气污染物与 PND 之间的关系,为从环境化学物暴露的角度预防 PND 提供科学证据。室外颗粒物的暴露会增加 PND 的发生风险,暴露时期以及浓度均会影响其与 PND 的关联程度;而目前其他室外污染物如 NO₂、SO₂ 和 O₃ 与 PND 的研究仍较少。室内空气污染研究最多的是烟草暴露,特别是被动的烟草暴露,它与 PND 关系比较明确,且存在剂量-反应关系;而室内其他的空气污染物如烹调油烟、取暖使用的固体燃料产生的烟雾等,尚无相关研究报道,未来需要进一步研究。空气污染对 PND 影响的生物学机制也有待于明确,其与其他因素交互作用对 PND 的影响研究仍十分缺乏,是未来研究的重要方向。

参考文献

- [1] O'HARA MW, WISNER KL. Perinatal mental illness: definition, description and aetiology [J]. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 2014, 28(1): 3-12.
- [2] MU TY, LI YH, PAN HF, et al. Postpartum depressive mood (PDM) among Chinese women: a meta-analysis [J]. *Arch Womens Ment Health*, 2019, 22(2): 279-287.
- [3] JARDE A, MORAIS M, KINGSTON D, et al. Neonatal outcomes in women with untreated antenatal depression compared with women without depression: a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA Psychiatry*, 2016, 73(8): 826-837.
- [4] GŁADKA A, ZATOŃSKI T, RYMASZEWSKA J. Association between the long-term exposure to air pollution and depression [EB/OL]. [2022-05-01] <http://doi.org/10.17219/acem/149988>.
- [5] KIM S, OH J, YUN B, et al. Secondhand smoke in the workplace is associated with depression in Korean workers [J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 802083.
- [6] PETKUS AJ, RESNICK SM, WANG X, et al. Ambient air pollution exposure and increasing depressive symptoms in older women: the mediating role of the prefrontal cortex and insula [J]. *Sci Total Environ*, 2022, 823: 153642.
- [7] TURNER KM, SHARP D, FOLKES L, et al. Women's views and experiences of antidepressants as a treatment for postnatal depression: a qualitative study [J]. *Fam Pract*, 2008, 25(6): 450-455.

- [8] FRIEDER A, FERSH M, HAINLINE R, et al. Pharmacotherapy of postpartum depression: current approaches and novel drug development[J]. *CNS Drugs*, 2019, 33(3): 265-282.
- [9] NIEDZWIECKI M M, ROSA M J, SOLANO-GONZÁLEZ M, et al. Particulate air pollution exposure during pregnancy and postpartum depression symptoms in women in Mexico City[J]. *Environ Int*, 2020, 134: 105325.
- [10] SHEFFIELD P E, SPERANZA R, CHIU Y H M, et al. Association between particulate air pollution exposure during pregnancy and postpartum maternal psychological functioning[J]. *PLoS One*, 2018, 13(4): e0195267.
- [11] LIN Y F, ZHOU L L, XU J, et al. The impacts of air pollution on maternal stress during pregnancy[J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 40956.
- [12] HAHN J, GOLD D R, COULL B A, et al. Air pollution, neonatal immune responses, and potential joint effects of maternal depression[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(10): 5062.
- [13] LAMICHHANE D K, JUNG D Y, SHIN Y J, et al. Association of ambient air pollution with depressive and anxiety symptoms in pregnant women: a prospective cohort study[J]. *Int J Hyg Environ Health*, 2021, 237: 113823.
- [14] AHLERS N E, WEISS S J. Exposure to particulate matter, prenatal depressive symptoms and HPA axis dysregulation[J]. *Heliyon*, 2021, 7(6): e07166.
- [15] DUAN C C, LI C, XU J J, et al. Association between prenatal exposure to ambient air pollutants and postpartum depressive symptoms: a multi-city cohort study[J]. *Environ Res*, 2022, 209: 112786.
- [16] BASTAIN T M, CHAVEZ T, HABRE R, et al. Prenatal ambient air pollution and maternal depression at 12 months postpartum in the MADRES pregnancy cohort[J]. *Environ Health*, 2021, 20(1): 121.
- [17] MBAH A K, SALIHU H M, DAGNE G, et al. Exposure to environmental tobacco smoke and risk of antenatal depression: application of latent variable modeling[J]. *Arch Womens Ment Health*, 2013, 16(4): 293-302.
- [18] TAN S, COURTNEY L P, EL-MOHANDES A A E, et al. Relationships between self-reported smoking, household environmental tobacco smoke exposure and depressive symptoms in a pregnant minority population[J]. *Matern Child Health J*, 2011, 15 Suppl 1: S65-S74.
- [19] 王雅文, 马帅, 沈忠周, 等. 烟草暴露和孕早期抑郁的关联性研究[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2019, 27(7): 484-487.
WANG Y W, MA S, SHEN Z Z, et al. Association of tobacco exposure with first trimester depression[J]. *Chin J Prev Control Chronic Dis*, 2019, 27(7): 484-487.
- [20] 梁贞贞, 王智强, 杨森培, 等. 孕妇孕期被动吸烟与抑郁情绪的相关性研究[J]. *中国妇幼保健*, 2015, 30(1): 23-26.
LIANG Z Z, WANG Z Q, YANG S P, et al. Study on the correlation between maternal passive smoking during pregnancy and depression[J]. *Matern Child Health Care China*, 2015, 30(1): 23-26.
- [21] 陈俊熹, 王佳桐, 宋沁峰, 等. 孕妇被动吸烟与孕早期抑郁情绪的关联研究[J]. *中国生育健康杂志*, 2021, 32(4): 301-305, 323.
CHEN J X, WANG J M, SONG Q F, et al. Association between passive smoking and depressive emotion in the first trimester among pregnant women[J]. *Chin J Reprod Health*, 2021, 32(4): 301-305, 323.
- [22] HUANG J, WEN G, YANG W, et al. The association between second-hand smoke exposure and depressive symptoms among pregnant women[J]. *Psychiatry Res*, 2017, 256: 469-474.
- [23] KHAN S, ARIF A A, LADITKA J N, et al. Prenatal exposure to secondhand smoke may increase the risk of postpartum depressive symptoms[J]. *J Public Health (Oxf)*, 2015, 37(3): 406-411.
- [24] WANG L, FU K, LI X, et al. Exposure to third-hand smoke during pregnancy may increase the risk of postpartum depression in China[J]. *Tob Induc Dis*, 2018, 16: 17.
- [25] ALIBEKOVA R, HUANG J P, LEE T S H, et al. Corrigendum to "Effects of smoking on perinatal depression and anxiety in mothers and fathers: a prospective cohort study" *Journal of Affective Disorders* 193(2016) 18-26 [J]. *J Affect Disord*, 2020, 274: 1218.
- [26] KALAYASIRI R, SUPCHAROEN W, OUIYANUKOON P. Association between secondhand smoke exposure and quality of life in pregnant women and postpartum women and the consequences on the newborns[J]. *Qual Life Res*, 2018, 27(4): 905-912.
- [27] WENG S C, HUANG J P, HUANG Y L, et al. Effects of tobacco exposure on perinatal suicidal ideation, depression, and anxiety[J]. *BMC Public Health*, 2016, 16: 623.
- [28] KAWASAKI Y, MIYAKE Y, TANAKA K, et al. Smoking and secondhand smoke exposure and prevalence of depressive symptoms during pregnancy in Japan: baseline data from the Kyushu Okinawa maternal and child health study[J]. *Tob Induc Dis*, 2017, 15: 34.
- [29] SONG C, LI W, LENG J, et al. Passive smoking and postpartum depression among Chinese women: a prospective cohort study in Tianjin, China[J]. *Women Health*, 2019, 59(3): 281-293.
- [30] HUFF R D, CARLSTEN C, HIROTA J A. An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2019, 143(6): 1989-2001.
- [31] SAENZ J L, WONG R, AILSHIRE J A. Indoor air pollution and cognitive function among older Mexican adults[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2018, 72(1): 21-26.
- [32] LI J, HUANG L, HAN B, et al. Exposure and perception of PM_{2.5} pollution on the mental stress of pregnant women[J]. *Environ Int*, 2021, 156: 106686.
- [33] AMEGAH A K, JAAKKOLA J J. Household air pollution and the sustainable development goals[J]. *Bull World Health Organ*, 2016, 94(3): 215-221.
- [34] LIM S S, VOS T, FLAXMAN A D, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010[J]. *Lancet*, 2012, 380(9859): 2224-2260.
- [35] 岳小春, 杨乾展. 室内空气环境污染及环境保护[J]. *资源节约与环保*, 2021(1): 98-99.
YUE X C, YANG Q Z. Indoor air pollution and environmental protection[J]. *Resour Economization Environ Prot*, 2021(1): 98-99.
- [36] HUANG J, PAN X, GUO X, et al. Health impact of China's air pollution prevention and control action plan: an analysis of national air quality monitoring and mortality data[J]. *Lancet Planet Health*, 2018, 2(7): e313-e323.
- [37] LUNDBERG A. Psychiatric aspects of air pollution[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1996, 114(2): 227-231.
- [38] 杨焱, 南奕, 屠梦吴, 等. 《2015中国成人烟草调查报告》概要[J]. *中华健康管理学杂志*, 2016, 10(2): 85-87.
YANG Y, NAN Y, TU M W, et al. Major finding of 2015 China adults tobacco survey[J]. *Chin J Health Manage*, 2016, 10(2): 85-87.
- [39] FLORESCU A, FERRENCE R, EINARSON T, et al. Methods for quantification of exposure to cigarette smoking and environmental tobacco smoke: focus on developmental toxicology[J]. *Ther Drug Monit*, 2009, 31: 14-30.
- [40] 1997-2022 Canadian Centre for Occupational Health & Safety. Environmental Tobacco Smoke (ETS): General information and health effects[EB/OL]. (2017-02-03)[2022-09-23]. https://www.ccohs.ca/oshanswers/psychosocial/ets_health.html
- [41] MORITSUGU K P. The 2006 report of the surgeon general: the health consequences of involuntary exposure to tobacco smoke[J]. *Am J Prev Med*, 2007, 32(6): 542-543.

- [42] WINICKOFF J P, FRIEBEL J, TANSKI S E, et al. Beliefs about the health effects of "thirdhand" smoke and home smoking bans [J]. *Pediatrics*, 2009, 123: 74-79.
- [43] MAKIN J, FRIED P A, WATKINSON B. A comparison of active and passive smoking during pregnancy: long-term effects [J]. *Neurotoxicol Teratol*, 1991, 13(1): 5-12.
- [44] RABE-JABŁOŃSKA J. A new draft of the mental disorders classification prepared by the American psychiatric association: diagnostic and statistical manual of mental disorders-IV, options book [J]. *Psychiatr Pol*, 1993, 27(2): 109-119.
- [45] SUN W, HUANG X, WU H, et al. Maternal tobacco exposure and health-related quality of life during pregnancy: a national-based study of pregnant women in China [J]. *Health Qual Life Outcomes*, 2021, 19(1): 152.
- [46] LIU Y, CHEN X, YAN Z. Depression in the house: the effects of household air pollution from solid fuel use among the middle-aged and older population in China [J]. *Sci Total Environ*, 2020, 703: 134706.
- [47] BANERJEE M, SIDDIQUE S, DUTTA A, et al. Cooking with biomass increases the risk of depression in pre-menopausal women in India [J]. *Soc Sci Med*, 2012, 75(3): 565-572.
- [48] MRIDHA M K, HOSSAIN M M, KHAN M S A, et al. Prevalence and associated factors of depression among adolescent boys and girls in Bangladesh: findings from a nationwide survey [J]. *BMJ Open*, 2021, 11(1): e038954.
- [49] DENG Y, ZHAO H, LIU Y, et al. Association of using biomass fuel for cooking with depression and anxiety symptoms in older Chinese adults [J]. *Sci Total Environ*, 2022, 811: 152256.
- [50] LIAO W, LIU X, KANG N, et al. Effect modification of kitchen ventilation on the associations of solid fuel use and long-duration cooking with the increased prevalence of depressive and anxiety symptoms: the Henan rural cohort study [J]. *Indoor Air*, 2022, 32(3): e13016.
- [51] BLOCK M L, CALDERÓN-GARCIDUEÑAS L. Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease [J]. *Trends Neurosci*, 2009, 32(9): 506-516.
- [52] LEVENTHAL A M, ZVOLENSKY M J. Anxiety, depression, and cigarette smoking: a transdiagnostic vulnerability framework to understanding emotion-smoking comorbidity [J]. *Psychol Bull*, 2015, 141(1): 176-212.
- [53] FONKEN L K, XU X, WEIL Z M, et al. Air pollution impairs cognition, provokes depressive-like behaviors and alters hippocampal cytokine expression and morphology [J]. *Mol Psychiatry*, 2011, 16(10): 987-995.
- [54] HOGAN M K, KOVALYCSIK T, SUN Q, et al. Combined effects of exposure to dim light at night and fine particulate matter on C3H/HeNHsd mice [J]. *Behav Brain Res*, 2015, 294: 81-88.
- [55] TEELING J L, PERRY V H. Systemic infection and inflammation in acute CNS injury and chronic neurodegeneration: underlying mechanisms [J]. *Neuroscience*, 2009, 158(3): 1062-1073.
- [56] GODBOUT J P, CHEN J, ABRAHAM J, et al. Exaggerated neuroinflammation and sickness behavior in aged mice after activation of the peripheral innate immune system [J]. *FASEB J*, 2005, 19(10): 1329-1331.
- [57] CUNNINGHAM C, CAMPION S, LUNNON K, et al. Systemic inflammation induces acute behavioral and cognitive changes and accelerates neurodegenerative disease [J]. *Biol Psychiatry*, 2009, 65(4): 304-312.
- [58] PATKI G, SOLANKI N, ATROOZ F, et al. Depression, anxiety-like behavior and memory impairment are associated with increased oxidative stress and inflammation in a rat model of social stress [J]. *Brain Res*, 2013, 1539: 73-86.
- [59] GONZÁLEZ-PIÑA R, PAZ C. Brain monoamine changes in rats after short periods of ozone exposure [J]. *Neurochem Res*, 1997, 22(1): 63-66.
- [60] DUTHIE L, REYNOLDS R M. Changes in the maternal hypothalamic-pituitary-adrenal axis in pregnancy and postpartum: influences on maternal and fetal outcomes [J]. *Neuroendocrinology*, 2013, 98(2): 106-115.
- [61] THOMSON E M, FILIATREAU A, GUÉNETTE J. Stress hormones as potential mediators of air pollutant effects on the brain: rapid induction of glucocorticoid-responsive genes [J]. *Environ Res*, 2019, 178: 108717.
- [62] MELÓN L C, HOOPER A, YANG X, et al. Inability to suppress the stress-induced activation of the HPA axis during the peripartum period engenders deficits in postpartum behaviors in mice [J]. *Psychoneuroendocrinology*, 2018, 90: 182-193.
- [63] VERHEYEN V J, REMY S, LAMBRECHTS N, et al. Residential exposure to air pollution and access to neighborhood greenspace in relation to hair cortisol concentrations during the second and third trimester of pregnancy [J]. *Environ Health*, 2021, 20(1): 11.
- [64] KHAMIRCHI R, MOSLEM A, AGAH J, et al. Maternal exposure to air pollution during pregnancy and cortisol level in cord blood [J]. *Sci Total Environ*, 2020, 713: 136622.
- [65] DANTZER R, O'CONNOR J C, FREUND G G, et al. From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain [J]. *Nat Rev Neurosci*, 2008, 9(1): 46-56.
- [66] MALHI G S, BERK M. Does dopamine dysfunction drive depression? [J]. *Acta Psychiatr Scand Suppl*, 2007, 115(433): 116-124.
- [67] DANIELSON K, PUTT F, TRUMAN P, et al. The effects of nicotine and tobacco particulate matter on dopamine uptake in the rat brain [J]. *Synapse*, 2014, 68(2): 45-60.
- [68] WILKINS J N, CARLSON H E, VAN VUNAKIS H, et al. Nicotine from cigarette smoking increases circulating levels of cortisol, growth hormone, and prolactin in male chronic smokers [J]. *Psychopharmacology (Berl)*, 1982, 78(4): 305-308.

(英文编辑: 汪源; 责任编辑: 王晓宇)