

# 睡眠在怀孕早期高温暴露与早产风险关联中的中介效应

张小鑫<sup>1</sup>, 王文静<sup>2</sup>, 朱征宏<sup>1</sup>, 伍开璞<sup>1</sup>, 梁倩虹<sup>3</sup>, 李艳秋<sup>3</sup>, 马文军<sup>4,5</sup>, 黄存瑞<sup>6</sup>, 王琼<sup>1</sup>

1. 中山大学公共卫生学院, 广东广州 510080
2. 中国疾病预防控制中心慢性非传染性疾病预防控制中心呼吸病防控室, 北京 100050
3. 广州市番禺区妇幼保健院(何贤纪念医院), 广东广州 511402
4. 暨南大学基础医学与公共卫生学院, 广东广州 510632
5. 广东省疾病预防控制中心广东省公共卫生研究院, 广东广州 511430
6. 清华大学万科公共卫生与健康学院, 北京 100084

## 摘要：

**[背景]**早产相关并发症是导致新生儿及5岁以下儿童死亡的首要原因。既往研究发现高温暴露会影响孕妇的睡眠状况,也会增加早产的发生风险,但尚不清楚睡眠在高温暴露与早产风险中的作用。

**[目的]**评估怀孕早期高温暴露与早产的关联,并探讨睡眠在高温与早产关联中的中介作用。

**[方法]**本研究从2017年至今在广州市番禺区何贤纪念医院建立出生队列,孕妇于怀孕早期(8~13孕周)到医院进行产检时,签订知情同意书后被纳入本研究并进行初次问卷调查,然后进行随访直至分娩。本研究纳入分析的孕妇共有3268例。研究采用问卷收集孕妇的人口学特征、生活行为习惯和睡眠信息等。同时收集广州市气象监测站点气象数据并计算每位孕妇调查前4周的平均温度暴露水平,再分别以所有孕妇暴露平均温度的第75、80、85、90和95百分位数( $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{85}$ 、 $P_{90}$ 和 $P_{95}$ )作为阈值定义高温暴露。采用logistic回归分别评估不同定义下的高温暴露对早产、睡眠状况(睡眠时长、入睡时间、觉醒时间)的影响,并进一步分析睡眠在高温暴露与早产关系中的中介效应。

**[结果]**纳入的3268例研究对象中,早产例数为165,早产发生率为5.0%。调整协变量后,以 $P_{90}$ 和 $P_{95}$ 定义的高温暴露增加了早产风险,OR(95%CI)分别为1.66(1.04~2.57)和1.90(1.03~3.33)( $P<0.05$ )。调整协变量后,存在高温暴露时:在 $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{85}$ 、 $P_{90}$ 和 $P_{95}$ 定义的高温暴露下,发生睡眠时长减少(<9 h vs. ≥9 h, 对照组: ≥9 h)的OR(95%CI)分别为1.51(1.25~1.83)、1.44(1.17~1.77)、1.35(1.08~1.70)、1.43(1.09~1.87)和1.45(1.00~2.13);在 $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 定义下,觉醒时间提前(<8:00 vs. ≥8:00, 对照组: <8:00)的OR(95%CI)分别为0.77(0.63~0.93)、0.76(0.61~0.93);未观察到高温暴露与入睡时间存在关联。中介效应分析发现:在 $P_{90}$ 定义的高温暴露下,观察到睡眠时长具有统计学意义的中介效应,中介比例为6.07% (95%CI: 0.17%~25.00%)( $P<0.05$ );未观察到入睡时间、觉醒时间的中介效应。

**[结论]**孕早期高温暴露可能会通过减少睡眠时长从而导致早产的风险。

**关键词:**高温;孕早期;早产;睡眠;中介效应

**Mediating role of sleep in association between maternal heat exposure during early pregnancy and risk of preterm birth** ZHANG Xiaoxin<sup>1</sup>, WANG Wenjing<sup>2</sup>, ZHU Zhenghong<sup>1</sup>, WU Kaipu<sup>1</sup>, LIANG Qianhong<sup>3</sup>, LI Yanqiu<sup>3</sup>, MA Wenjun<sup>4,5</sup>, HUANG Cunrui<sup>6</sup>, WANG Qiong<sup>1</sup> (1. School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou, Guangdong 510080, China; 2. National Center for Chronic and Non-Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; 3. Guangzhou Panyu Maternal Child Health Hospital (Guangzhou Panyu District He Xian Memorial Hospital), Guangzhou, Guangdong 511402, China; 4. School of Medicine, Jinan University, Guangzhou, Guangdong 510632, China; 5. Guangdong Provincial Institute of Public Health, Guangdong Provincial Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou, Guangdong 511430, China; 6. Vanke School of Public Health, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

## Abstract:

**[Background]** Preterm birth-related complications are the leading cause of death in newborns



DOI [10.11836/JEOM21447](https://doi.org/10.11836/JEOM21447)

## 组稿专家

马文军(暨南大学基础医学与公共卫生学院), E-mail: [mawj@gdiph.org.cn](mailto:mawj@gdiph.org.cn)

## 基金项目

国家重点研发计划(2018YFA0606200);国家自然科学基金(42075178);广东省基础与应用基础研究基金(2021A1515011947)

## 作者简介

张小鑫(1997-),男,硕士生;  
E-mail: [zhangxx37@mail.sysu.edu.cn](mailto:zhangxx37@mail.sysu.edu.cn)

## 通信作者

王琼, E-mail: [wangqiong@mail.sysu.edu.cn](mailto:wangqiong@mail.sysu.edu.cn)

伦理审批 已获取  
利益冲突 无申报  
收稿日期 2021-09-21  
录用日期 2022-01-12

文章编号 2095-9982(2022)03-0281-08

中图分类号 R12

文献标志码 A

## 补充材料

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21447](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21447)

## ▶ 引用

张小鑫,王文静,朱征宏,等.睡眠在怀孕早期高温暴露与早产风险关联中的中介效应[J].环境与职业医学,2022,39(3):281-288.

## ▶ 本文链接

[www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21447](http://www.jeom.org/article/cn/10.11836/JEOM21447)

## Funding

This study was funded.

## Correspondence to

WANG Qiong, E-mail: [wangqiong@mail.sysu.edu.cn](mailto:wangqiong@mail.sysu.edu.cn)

## Ethics approval

Obtained

## Competing interests

None declared

Received 2021-09-21

Accepted 2022-01-12

## Supplemental material

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21447](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21447)

## ▶ To cite

ZHANG Xiaoxin, WANG Wenjing, ZHU Zhenghong, et al. Mediating role of sleep in association between maternal heat exposure during early pregnancy and risk of preterm birth[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2022, 39(3): 281-288.

## ▶ Link to this article

[www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21447](http://www.jeom.org/article/en/10.11836/JEOM21447)

and children under the age of 5 years. Maternal heat exposure has been associated with both sleep status during pregnancy and the increased risk of preterm birth. However, whether sleep status could mediate the association between heat exposure and preterm birth remains unclear.

**[Objective]** To evaluate the association between maternal heat exposure in early pregnancy and preterm birth, and to further explore potential mediation effect of sleep status on the association between heat exposure and preterm birth.

**[Methods]** A birth cohort was established in Guangzhou Panyu Maternal Child Health Hospital (Guangzhou Panyu District He Xian Memorial Hospital) from 2017 until now. Pregnant women (with gestational age between 8 and 13 weeks) were included in this study when they presented to the hospital for their first prenatal care visit and signed an informed consent. Then they were followed up until delivery. A total of 3 268 pregnant women were included for the final analysis. Questionnaires were distributed to collect the demographic characteristics, lifestyles, and sleep status of pregnant women. Daily meteorological data during the study period were collected from meteorological monitoring stations in Guangzhou and the average ambient mean temperature of four weeks before the survey was calculated and assigned for each pregnancy. The 75th, 80th, 85th, 90th, and 95th percentiles ( $P_{75}$ ,  $P_{80}$ ,  $P_{85}$ ,  $P_{90}$ , and  $P_{95}$ ) of the average ambient temperature of all pregnant women were used as the thresholds to define heat exposure. Logistic regression was used to evaluate the effects of heat exposure in different definitions on preterm birth and sleep status (sleep duration, night sleep timing, and wake up timing). The mediation effects of sleep status on the relationship between heat exposure and preterm birth were also analyzed.

**[Results]** Among all the included participants, 165 newborns were preterm births with an incidence rate of 5.0%. Heat exposures with thresholds of  $P_{90}$  and  $P_{95}$  increased the risk of preterm birth, with  $ORs$  (95%CI) of 1.66 (1.04-2.57) and 1.90 (1.03-3.33), respectively ( $P < 0.05$ ). Heat exposures with thresholds of  $P_{75}$ ,  $P_{80}$ ,  $P_{85}$ ,  $P_{90}$ , and  $P_{95}$  decreased the sleep duration (< 9 h vs.  $\geq 9$  h, control group:  $\geq 9$  h), and the  $ORs$  (95%CI) were 1.51 (1.25-1.83), 1.44 (1.17-1.77), 1.35 (1.08-1.70), 1.43 (1.09-1.87), and 1.45 (1.00-2.13), respectively. Heat exposures with  $P_{75}$  and  $P_{80}$  thresholds resulted in earlier wake up timing (< 8: 00 vs.  $\geq 8$ : 00, control group: < 8: 00), with  $ORs$  (95%CI) of 0.77 (0.63-0.93) and 0.76(0.61-0.93), respectively. No significant association was observed between heat exposure and night sleep timing. The mediation analyses showed that under heat exposure with  $P_{90}$  threshold, a statistically significant mediation effect was observed for sleep duration, and the proportion mediated was 6.07% (95%CI: 0.17%-25.00%) ( $P < 0.05$ ). No significant mediation effect was observed for night sleep timing and wake up timing.

**[Conclusion]** An elevated risk of preterm birth after heat exposure in early pregnancy may be partly mediated through reducing sleep duration.

**Keywords:** heat exposure; early pregnancy; preterm birth; sleep; mediation effect

早产是常见的不良出生结局,据世界卫生组织估计,全球范围内每年约有1 500万胎儿早产,早产发生率介于5%~18%<sup>[1]</sup>。2016年我国早产发生率约为7%<sup>[2]</sup>。早产相关并发症是导致新生儿和5岁以下儿童死亡的首要原因<sup>[3]</sup>。存活的早产儿也会面临更大的儿童期生长发育迟缓、行为障碍、社会情感障碍,以及更远期疾病发病率增加的风险<sup>[4-5]</sup>。尽管医疗水平不断提高,但近二十年来全球范围内的早产率仍呈上升趋势<sup>[2,6]</sup>。

早产的病因尚不明确。近年来,随着气候变化背景下极端高温频率和强度的增加,孕期高温暴露对出生结局的影响引起了越来越多的重视。国内外人群流行病学研究发现,妊娠期高温暴露与早产的发生密切相关<sup>[7-10]</sup>。既往研究较多关注高温的近期或急性暴露对早产的影响,怀孕早期的高温暴露是否增加早产风险目前尚无定论。Guo等<sup>[11]</sup>和Wang等<sup>[12]</sup>在中国的研究,以及一项美国的研究发现怀孕早期的高温暴露会增加早产的风险<sup>[13]</sup>。澳大利亚布里斯班的一项研究报告早产风险与孕晚期温度水平有关,但未观察到在孕早期高温和早产间有统计学关联<sup>[14]</sup>。

睡眠对于孕妇的身心健康及胎儿的生长发育至

关重要,夜间睡眠时长、睡眠质量及睡眠节律等均与早产的发生密切相关<sup>[15-18]</sup>。现有研究表明,夜间睡眠不足、睡眠质量差等均会增加早产的发生风险<sup>[19-20]</sup>。环境温度是影响睡眠的重要因素,高温能够明显破坏睡眠,扰乱睡眠周期和降低睡眠质量<sup>[21-23]</sup>。因此孕期高温暴露可能会通过影响睡眠从而影响早产的发生风险,即睡眠可能在高温影响早产的关联中起到中介作用。但目前为止,尚无相关的研究报道。中介效应分析有助于探究暴露与结局间的作用途径,分析中介变量在多大程度上解释了暴露的影响,近年来在流行病学研究中得到了广泛应用<sup>[24]</sup>。怀孕早期是胚胎宫内着床和发育的关键时期,因此,本研究拟基于前瞻性的出生队列,探讨怀孕早期高温暴露对早产的影响,并分析睡眠在其中的中介作用。

## 1 对象与方法

### 1.1 调查对象及信息收集

本研究从2017年至今在广州番禺区何贤纪念医院建立出生队列(以下简称何贤队列)。孕妇于怀孕早期(8~13孕周)到医院进行产检时,符合纳入排除标

准并签订知情同意,即进入本研究并进行初次问卷调查,然后进行随访直至分娩。在孕早期通过问卷收集信息,包括孕妇一般人口学特征(如身高、体重、年龄)、孕期常住地址、居室环境(如空调使用情况)、孕期睡眠习惯等。本研究目前共纳入孕妇 4 676 例,其中 3 339 例孕妇已分娩并完成了随访。排除了流产、死产及非单胎者 43 例,常住地址非广州市者 13 例,孕周数据有误者 1 例,睡眠信息完全缺失者 14 例后,最终纳入 3 268 例进行分析。根据我国《早产临床诊断和治疗指南(2014)》,妊娠满 28 周或新生儿体重  $\geq 1000$  g,但不满 37 周或 259 d 的分娩定义为早产<sup>[25]</sup>。本研究通过中山大学公共卫生学院伦理委员会批准(中大公卫医伦〔2016〕第 025 号)。

## 1.2 睡眠质量评估

本研究参考匹兹堡睡眠质量指数量表设计问卷,调查收集孕妇在 8~13 孕周进入队列时最近一个月的睡眠情况,包括上床时间、入睡时间、觉醒时间等。最终纳入分析的包括两个维度的睡眠状况。(1)夜间睡眠时长:通过“夜间睡眠时长=早上觉醒时间-晚上上床时间-睡前入睡时间”进行计算。因目前暂无统一的睡眠时长分类标准,本研究参照将连续性变量划分为二分类(如“高”和“低”)的常规做法,以所有对象夜间睡眠时长的第 75 百分位数(9 h)为界值,将夜间睡眠时长分为“ $\geq 9$  h”和“ $< 9$  h”,分别代表孕期睡眠时长充足和睡眠时长不足。(2)睡眠模式<sup>[26]</sup>:以 23: 00 为界,将入睡时间分为“ $< 23: 00$ ”和“ $\geq 23: 00$ ”;以 08: 00 为界,将觉醒时间分为“ $< 8: 00$ ”和“ $\geq 8: 00$ ”。

## 1.3 高温暴露评估

本研究收集了研究期间位于广州市的国家气象监测站点的气象数据,包括平均温度、最高温度、最低温度和相对湿度等信息。由于本研究调查收集的是孕妇在 8~13 孕周进入队列时最近一个月的睡眠情况,因此本研究也对应计算了调查时点前 4 周暴露的平均温度。为观察不同程度高温暴露的效应,以所有对象暴露平均温度的第 75、80、85、90 和 95 百分位数(分别记为  $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{85}$ 、 $P_{90}$  和  $P_{95}$ )作为高温暴露的阈值,分别定义孕妇受调查前 4 周是否有高温暴露,暴露情况见补充材料表 S1。

此外,考虑到调查之后孕妇暴露的环境温度也可能会对早产产生影响,因此本研究计算了孕妇孕中晚期暴露的环境温度,结果见补充材料表 S2。其中:早产孕妇的温度暴露为 13 周+1 d 至分娩期间的平均温度,足月产孕妇的温度暴露是从 13 周+1 d 至孕 37 周

的平均温度。

## 1.4 统计学分析

采用 EpiData 3.1 软件录入调查问卷数据,采用 R 4.1.0 软件进行统计学分析。早产与足月产两组间进行比较时,连续性变量采用 t 检验,两组及以上构成比的比较采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。采用二元 logistic 回归模型分别分析高温暴露对早产、睡眠时长、睡眠模式(入睡时间、觉醒时间)的影响。利用 R 软件中的 CMAverse 包<sup>[27]</sup>,进一步分析睡眠时长、睡眠模式在高温暴露与早产关联间的中介效应。检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

### 2.1 一般人口学特征及睡眠情况

纳入本研究的孕妇平均年龄为( $29.90\pm4.53$ )岁,体质质量指数(body mass index, BMI)为( $20.73\pm2.86$ ) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ,教育水平以大专及以上为主(61.14%),68.54%的孕妇在孕期继续工作,家庭人均年收入大多位于 3~10 万元区间内(48.16%),53.49%为经产妇,妊娠期糖尿病患病率为 13.43%,妊娠期高血压患病率为 3.86%,比较多的孕妇孕期有过被动吸烟(51.35%),新生儿中男孩占比 52.33%,大多数产妇孕期未进行体育锻炼(63.56%)。结果见表 1。

表 1 孕产妇基本信息和睡眠情况

Table 1 General information and sleep status of pregnant women

指标(Variable)	合计	足月产	早产	$P$
	Total (n=3 268)	Term birth (n=3 103)	Preterm birth (n=165)	
年龄/岁				
Maternal age/years				
$\bar{x}\pm s$	29.90±4.53	29.87±4.51	30.33±4.75	0.20
<35	2 725(83.38)	2 598(83.73)	127(76.97)	<b>0.03</b>
≥35	542(16.59)	504(16.24)	38(23.03)	
缺失(Missing)	1(0.03)	1(0.03)	0(0.00)	
BMI/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ )				
$\bar{x}\pm s$	20.73±2.86	20.72±2.86	20.86±2.87	0.57
教育程度(Education)				0.79
初中及以下				
Middle school and below	628(19.22)	601(19.37)	27(16.36)	
高中或中专				
High school or secondary vocational school	634(19.40)	599(19.30)	35(21.21)	
大专(College)	1 048(32.07)	996(32.10)	52(31.52)	
本科及以上				
Bachelor degree and above	950(29.07)	901(29.04)	49(29.70)	
缺失(Missing)	8(0.24)	6(0.19)	2(1.21)	
孕期是否工作				
Work during pregnancy				0.54
否(No)	959(29.35)	915(29.49)	44(26.67)	
是(Yes)	2 240(68.54)	2 124(68.45)	116(70.30)	
缺失(Missing)	69(2.11)	64(2.06)	5(3.03)	

续表 1

指标(Variable)	合计	足月产	早产	<i>P</i>
	Total (n=3 268)	Term birth (n=3 103)	Preterm birth (n=165)	
家庭人均年收入/万元				0.35
Annual family income per capita/ten thousand yuan				
<3	338(10.34)	317(10.22)	21(12.73)	
3~	1 574(48.16)	1 488(47.95)	86(52.12)	
10~	981(30.02)	935(30.13)	46(27.88)	
20~	267(8.17)	258(8.31)	9(5.45)	
缺失(Missing)	108(3.30)	105(3.38)	3(1.82)	
是否经产(Parity)				0.66
否(No)	1 520(46.51)	1 440(46.41)	80(48.48)	
是(Yes)	1 748(53.49)	1 663(53.59)	85(51.52)	
妊娠期糖尿病				0.43
Gestational diabetes mellitus				
否(No)	2 812(86.05)	2 674(86.18)	138(83.64)	
是(Yes)	439(13.43)	413(13.31)	26(15.76)	
缺失(Missing)	17(0.52)	16(0.52)	1(0.61)	
妊娠期高血压				<0.001
Gestational hypertension				
否(No)	3 125(95.62)	2 981(96.07)	144(87.27)	
是(Yes)	126(3.86)	106(3.42)	20(12.12)	
缺失(Missing)	17(0.52)	16(0.52)	1(0.61)	
被动吸烟(Passive smoking)				0.47
否(No)	1 539(47.09)	1 455(46.89)	84(50.91)	
是(Yes)	1 678(51.35)	1 597(51.47)	81(49.09)	
缺失(Missing)	51(1.56)	51(1.64)	0	
新生儿性别(Infant sex)				0.20
女(Female)	1 549(47.40)	1 480(47.70)	69(41.82)	
男(Male)	1 710(52.33)	1 616(52.08)	94(56.97)	
缺失(Missing)	9(0.28)	7(0.23)	2(1.21)	
孕期是否体育锻炼				
Physical exercise during pregnancy				0.56
否(No)	2 077(63.56)	1 968(63.42)	109(66.06)	
是(Yes)	1 186(36.29)	1 130(36.42)	56(33.94)	
缺失(Missing)	5(0.15)	5(0.16)	0	
睡眠时长(Sleep duration)				0.02
>9 h	1 130(34.58)	1 088(35.06)	42(25.45)	
<9 h	2 065(63.19)	1 948(62.78)	117(70.91)	
缺失(Missing)	73(2.23)	67(2.16)	6(3.64)	
入睡时间(Night sleep timing)				0.02
<23: 00	1 641(50.21)	1 574(50.73)	67(40.61)	
≥23: 00	1 614(49.39)	1 517(48.89)	97(58.79)	
缺失(Missing)	13(0.39)	12(0.39)	1(0.61)	
觉醒时间(Wake up timing)				0.40
<8: 00	2 106(64.44)	1 994(64.26)	112(67.88)	
≥8: 00	1 138(34.82)	1 086(35.00)	52(31.52)	
缺失(Missing)	24(0.73)	23(0.74)	1(0.61)	
家中空调使用情况*				0.97
Air conditioning use at home				
经常(Frequently)*	1 079(33.02)	1 023(32.97)	56(33.94)	
较少(Less frequently)	1 948(59.61)	1 851(59.65)	97(58.79)	
无/不使用(No)	241(7.37)	229(7.38)	12(7.27)	
暴露温度/°C				<0.01
Temperature/°C				
̄x ± s	20.60±5.14	20.54±5.12	21.67±5.28	

[注]\*：“经常使用”指稍感到冷或热就会开空调；“较少使用”指仅在很冷或很热时才会开空调。

[Note] \*: "Frequently use" means the pregnant women use air conditioners when they feel slightly cold or hot; "less frequently" use means the pregnant women use air conditioners only when they feel very cold or hot.

队列观察到的早产例数为 165，早产发生率为 5.0%。相较于足月儿母亲，早产儿母亲年龄大于 35 岁比例更高(23.03%)，妊娠期高血压发病率更高(12.12%)，新生儿中男孩占比更大(56.97%)，睡眠时长小于 9 h 和入睡时间迟于 23: 00 的比例更高(分别为 70.91% 和 58.79%)。结果见表 1。

## 2.2 高温暴露对睡眠和早产的影响

高温暴露对早产的影响如表 2 所示。本研究观察到，未调整协变量时，所有阈值定义的高温暴露均增加了早产风险(*P* < 0.05)；调整协变量后，以 *P*<sub>90</sub> 和 *P*<sub>95</sub> 定义的高温增加了早产风险，*OR*(95%CI) 分别为 1.66(1.04~2.57) 和 1.90(1.03~3.33)(*P* < 0.05)。

表 2 怀孕早期高温暴露对早产的影响 [*OR*(95%CI)]

Table 2 Effects of heat exposure during early pregnancy on preterm birth [*OR*(95%CI)]

高温阈值(对应温度/°C) Threshold (Temperature/°C)	调整前 Crude	调整后 Adjusted
<i>P</i> <sub>75</sub> (25.1)	1.49(1.06~2.07)*	1.22(0.83~1.78)
<i>P</i> <sub>80</sub> (27.4)	1.48(1.03~2.10)*	1.21(0.81~1.79)
<i>P</i> <sub>85</sub> (27.8)	1.56(1.05~2.27)*	1.30(0.84~1.97)
<i>P</i> <sub>90</sub> (28.1)	1.88(1.21~2.83)*	1.66(1.04~2.57)*
<i>P</i> <sub>95</sub> (28.4)	2.14(1.20~3.58)*	1.90(1.03~3.33)*

[注] \*: *P* < 0.05。模型控制协变量：年龄、BMI、教育程度、孕期工作情况、家庭人均年收入、分娩史、妊娠期高血压患病情况、妊娠期糖尿病患病情况、被动吸烟情况、新生儿性别、孕期体育锻炼情况、家中空调使用情况、孕中晚期平均温度等。

[Note] \*: *P* < 0.05. The models are adjusted for maternal age, BMI, education, work during pregnancy, annual family income per capita, parity, gestational hypertension, gestational diabetes mellitus, passive smoking, infant sex, physical exercise during pregnancy, air conditioning use at home, and mean temperature in the second and third trimesters of pregnancy.

高温暴露对睡眠的影响如表 3 所示。调整协变量后，所有阈值定义的高温暴露均减少了睡眠时长，*P*<sub>75</sub>、*P*<sub>80</sub>、*P*<sub>85</sub>、*P*<sub>90</sub>、*P*<sub>95</sub> 定义下高温暴露导致睡眠时长减少的 *OR*(95%CI) 分别为 1.51(1.25~1.83)、1.44(1.17~1.77)、1.35(1.08~1.70)、1.43(1.09~1.87) 和 1.45(1.00~2.13) (*P* < 0.05)。存在高温暴露时，觉醒时间提前的概率增加，*P*<sub>75</sub>、*P*<sub>80</sub> 定义下，以 <8: 00 组为对照，调整协变量后觉醒时间 ≥8: 00 组相较于觉醒时间 <8: 00 组的 *OR*(95%CI) 分别为 0.77(0.63~0.93)、0.76(0.61~0.93) (*P* < 0.05)。但未观察到高温暴露与入睡时间存在关联。

## 2.3 睡眠的中介效应

对睡眠时长和入睡时间、觉醒时间在高温与早产关联中的中介效应分析显示，在 *P*<sub>90</sub> 定义的高温暴露下，观察到睡眠时长具有统计学意义的中介效应，其

中高温暴露与早产间的关联有 6.07% (95%CI: 0.17%~25.00%) 是通过减少睡眠时长导致的 ( $P < 0.05$ )。本研

究未观察到入睡时间、觉醒时间的中介效应。结果见表 4。

表 3 怀孕早期高温暴露对睡眠时长和睡眠模式的影响 [ $OR(95\%CI)$ ]

Table 3 Effects of heat exposure during early pregnancy on sleep duration and sleep patterns [ $OR(95\%CI)$ ]

高温阈值 Threshold	睡眠时长(Sleep duration)		入睡时间(Night sleep timing)		觉醒时间(Wake up timing)	
	调整前(Crude)	调整后(Adjusted)	调整前(Crude)	调整后(Adjusted)	调整前(Crude)	调整后(Adjusted)
$P_{75}$	1.55(1.30~1.85)*	1.51(1.25~1.83)*	0.92(0.78~1.08)	0.90(0.76~1.07)	0.75(0.63~0.89)*	0.77(0.63~0.93)*
$P_{80}$	1.53(1.27~1.85)*	1.44(1.17~1.77)*	0.88(0.74~1.05)	0.89(0.75~1.07)	0.70(0.58~0.85)*	0.76(0.61~0.93)*
$P_{85}$	1.44(1.16~1.78)*	1.35(1.08~1.70)*	0.88(0.73~1.07)	0.89(0.73~1.09)	0.78(0.63~0.96)*	0.84(0.66~1.05)
$P_{90}$	1.47(1.14~1.90)*	1.43(1.09~1.87)*	1.01(0.81~1.27)	1.04(0.82~1.32)	0.85(0.66~1.08)	0.91(0.69~1.18)
$P_{95}$	1.50(1.06~2.17)*	1.45(1.00~2.13)*	1.11(0.81~1.53)	1.16(0.84~1.60)	1.06(0.76~1.47)	1.20(0.84~1.72)

[注] \*:  $P < 0.05$ 。睡眠时长, < 9 h vs. ≥ 9 h, 对照组: ≥ 9 h; 入睡时间, < 23: 00 vs. ≥ 23: 00, 对照组: < 23: 00; 觉醒时间, < 8: 00 vs. ≥ 8: 00, 对照组: < 8: 00。模型控制协变量: 年龄、BMI、教育程度、孕期工作情况、家庭人均年收入、被动吸烟情况、胎儿性别、孕期体育锻炼情况、家中空调使用情况。

[Note] \*:  $P < 0.05$ . Sleep duration, < 9 h vs. ≥ 9 h, control group: ≥ 9 h; night sleep timing, < 23:00 vs. ≥ 23:00, control group: < 23: 00; wake up timing, < 8:00 vs. ≥ 8:00, control group: < 8: 00. The models are adjusted for covariates of maternal age, BMI, education, work during pregnancy, annual family income per capita, passive smoking, infant sex, physical exercise during pregnancy, and air conditioning use at home.

表 4 睡眠时长和睡眠模式在怀孕早期高温暴露与早产关联中的中介效应

Table 4 Mediation effects of sleep duration and sleep patterns on the association between heat exposure during early pregnancy and preterm birth

中介变量 Mediator	睡眠时长(Sleep duration)				入睡时间(Night sleep timing)				觉醒时间(Wake up timing)			
	总效应 Total effect	直接效应 Natural direct effect	间接效应 Natural indirect effect	中介比例/% Proportion mediated/%	总效应 Total effect	直接效应 Natural direct effect	间接效应 Natural indirect effect	中介比例/% Proportion mediated/%	总效应 Total effect	直接效应 Natural direct effect	间接效应 Natural indirect effect	中介比例/% Proportion mediated/%
		Total effect	Natural direct effect	Natural indirect effect		Total effect	Natural direct effect	Natural indirect effect		Total effect	Natural direct effect	Natural indirect effect
$P_{75}$	1.20 (0.81~1.80)	1.17 (0.78~1.73)	1.02 (1.01~1.07)*	14.01 (-122.65~214.20)	1.21 (0.80~1.81)	1.23 (0.81~1.82)	0.99 (0.96~1.01)	-8.30 (-90.00~67.60)	1.23 (0.82~1.78)	1.23 (0.81~1.78)	1.00 (0.98~1.02)	2.32 (-25.13~30.90)
$P_{80}$	1.25 (0.82~1.83)	1.21 (0.79~1.77)	1.03 (1.01~1.07)*	14.74 (-127.61~190.30)	1.22 (0.78~1.78)	1.23 (0.78~1.80)	0.99 (0.96~1.01)	-4.22 (-81.48~63.10)	1.23 (0.80~1.79)	1.23 (0.81~1.78)	1.00 (0.98~1.03)	2.20 (-34.99~40.80)
$P_{85}$	1.38 (0.85~2.11)	1.34 (0.82~2.06)	1.03 (1.00~1.06)*	10.66 (-44.38~65.80)	1.30 (0.83~1.95)	1.31 (0.84~1.97)	0.99 (0.95~1.01)	-2.25 (-68.06~61.40)	1.32 (0.84~1.99)	1.32 (0.84~2.00)	1.00 (0.99~1.02)	1.00 (-18.60~15.40)
$P_{90}$	1.72 (1.11~2.68)*	1.68 (1.08~2.62)*	1.03 (1.00~1.07)*	6.07 (0.17~25.00)*	1.64 (1.01~2.55)	1.64 (1.00~2.54)	1.00 (0.97~1.04)	-4.23 (-14.46~16.30)	1.68 (1.08~2.52)	1.67 (1.07~2.51)	1.00 (0.99~1.02)	0.24 (-3.41~5.70)
$P_{95}$	1.99 (1.06~3.49)*	1.93 (1.03~3.39)*	1.03 (0.99~1.08)	5.58 (-1.68~26.40)	1.89 (0.96~3.26)	1.85 (0.95~3.20)	1.02 (0.98~1.06)	4.23 (-11.58~22.90)	1.92 (0.97~3.26)	1.93 (0.97~3.28)	1.00 (0.97~1.02)	-0.74 (-7.59~5.30)

[注] \*:  $P < 0.05$ 。模型控制协变量: 年龄、BMI、教育程度、孕期工作情况、家庭人均年收入、分娩史、妊娠期高血压患病情况、妊娠期糖尿病患病情况、被动吸烟情况、胎儿性别、孕期体育锻炼情况、家中空调使用情况、孕中晚期平均温度等。

[Note] \*:  $P < 0.05$ . The models are adjusted for covariates of maternal age, BMI, education, work during pregnancy, annual family income per capita, parity, gestational hypertension, gestational diabetes mellitus, passive smoking, infant sex, physical exercise during pregnancy, air conditioning use at home, and mean temperature in the second and third trimesters of pregnancy.

### 3 讨论

本研究发现, 怀孕早期高温暴露可增加早产的风险, 睡眠时长作为个体睡眠质量的指标之一, 可能介导了高温对早产的影响。

由于孕期特殊的生理状况, 孕妇对极端温度的耐受和调节能力较弱, 是更容易受到高温影响的脆弱人群。何贤队列早产发生率约为 5%, 与以往研究报道接近<sup>[11, 28]</sup>。通过该队列, 本研究发现平均温度  $P_{90}$  和  $P_{95}$

定义下的高温暴露增加了早产风险, 与我国以往研究发现类似。如 Guo 等<sup>[11]</sup> 基于中国 132 个城市的出生数据, 发现从孕前 3 个月到 21 孕周, 炎热地区的高温暴露会增加早产风险。Wang 等<sup>[12]</sup> 发现孕妇在妊娠早期(孕早期和孕中期)相较于妊娠晚期(孕晚期)对高温更敏感, 敏感期内高温暴露导致早产的风险更大, 平均温度  $P_{95}$  定义的高温暴露下, 孕早期、孕中期、孕晚期的  $OR(95\%CI)$  分别为 1.96(1.85~2.08)、1.30(1.23~

1.38)、1.04(1.02~1.06)。一项在广州的研究也发现,在孕早期和孕中期后期,高温暴露导致早产风险增加<sup>[28]</sup>。但在德国<sup>[29]</sup>、澳大利亚<sup>[14]</sup>等地区开展的相关研究,未发现怀孕早期高温暴露与早产的关联,这可能与地域气候特征、人群特征、经济发展状况等有关。一项系统综述也提到,低收入和中等收入国家的孕妇在整个怀孕期间都容易受到高温影响,而高收入国家的妇女的脆弱性主要表现在怀孕的最后几周<sup>[30]</sup>。怀孕早期高温暴露增加早产风险的生物学机制,可能是胎儿在发育早期容易受到热应激引起的氧化应激和炎症的影响<sup>[31~32]</sup>。这些影响会进一步干扰滋养细胞侵袭,影响垂体-肾上腺-胎盘系统和子宫血流,并最终促使早产发生<sup>[33]</sup>。

环境温度会影响睡眠时长和睡眠质量,炎热的环境能破坏睡眠<sup>[21~23]</sup>。室外环境温度可能通过一些间接路径影响夜间睡眠。天气炎热时,报告精神健康问题的概率增加<sup>[34]</sup>。高温还会降低食欲,增加人体疲劳程度,减少体力活动等<sup>[22,35~36]</sup>,这些都可能是室外高温影响孕期睡眠状况的路径。本研究发现,利用监测的室外日平均温度,在  $P_{75}$ 、 $P_{80}$ 、 $P_{85}$ 、 $P_{90}$ 、 $P_{95}$  定义的高温暴露下,有高温暴露的孕妇睡眠时长减少。其他研究也有类似的发现,如 Obradovich 等<sup>[23]</sup>发现夜间室外环境温度升高与睡眠时长不足密切相关:夜间室外温度每升高 1 °C,每 100 人中就会出现 3 例夜间睡眠不足;通过模型预测,在气候变化背景下 2050 年这一数字将达到 6 例。Li 等<sup>[37]</sup>发现室外日平均温度每增加 10 °F (5.56 °C),夜间清醒的持续时间将延长 0.88 min,睡眠质量降低 0.14%。也有研究发现,室内或室外高温会导致睡眠发作潜伏期和夜间清醒时长增加及总睡眠时间减少<sup>[38~39]</sup>。高温暴露还可能会影响睡眠习惯。在本研究中,  $P_{75}$ 、 $P_{80}$  定义的高温暴露下,觉醒时间提前,与以往的研究发现类似。一项关于睡眠问题季节性的研究<sup>[40]</sup>报告称,炎热的夜晚与过早醒来、难以入睡及睡眠困难增加有关。但本研究中未发现高温暴露与入睡时间存在关联。

但需要指出的是,由于孕妇在高温情况下可采取适应措施(如开空调),造成暴露的室内温度与室外温度的差异,可能会影响室外温度效应。本研究通过孕妇家中空调使用情况来校正热适应措施的影响,但由于未能获取精确的室内温度信息,仍可能高估室外高温暴露对早产和睡眠的影响。此外,本研究分析的高温暴露和睡眠情况均为调查前 4 周,二者的时序关系不够清晰,高温暴露与睡眠的因果关系待进一步明确。

睡眠可能在高温影响早产的关联中起中介作用。睡眠不足可能会增加早产的风险。夜间睡眠不足会改变炎症状态,长期的睡眠缺失会刺激下丘脑-垂体-肾上腺轴,产生压力应激,导致异常的免疫和炎症反应,从而对妊娠结局产生负面影响<sup>[16,41~42]</sup>。Kajeepeeta 等<sup>[20]</sup>的研究中,将夜间睡眠时长 7~8 h 作为对照组,发现夜间短睡眠时长( $\leq 6$  h)与早产存在具有统计学意义的关联,  $OR(95\%CI)$  为 1.56(1.11~2.19)。本研究发现,孕早期夜间睡眠时长 < 9 h 是早产发生的危险因素。由于睡眠和高温对早产可能具有相似的作用机制,且高温暴露会影响睡眠,本研究进一步分析了睡眠时长的中介作用,发现在怀孕早期高温暴露对早产的影响中,有约 6.07% 的效应可能是通过减少睡眠时长导致。一项在中国长沙的研究<sup>[43]</sup>发现夜间温度升高增加了早产风险,研究者也提出高温暴露可能会通过影响睡眠从而增加早产风险。睡眠时长中介的具体机制暂不明确,但可能与炎症有关。如前所述,高温可通过破坏睡眠继而促进机体炎症反应,从而导致孕妇早产。Blair 等<sup>[44]</sup>发现,炎症因子白细胞介素-8(interleukin 8, IL-8)介导了睡眠与早产间的关联,IL-8 每增加一个单位,早产概率将增加 1.23 倍。既往研究也表明,孕期睡眠可能是影响胎儿发育的重要中介变量,如一项研究发现睡眠是母亲童年情绪虐待与孕晚期胎儿心率变异性降低之间关联的中介变量<sup>[45]</sup>。分析睡眠时长的中介效应时,虽然本研究发现随高温阈值上升,直接效应与总效应的  $OR$  值呈现上升趋势,但仅在  $P_{90}$ 、 $P_{95}$  定义下观察到直接效应与总效应具有统计学意义。但值得注意的是,本研究在  $P_{90}$  定义的高温暴露下观察到睡眠时长具有统计学意义的中介效应,而在以  $P_{95}$  定义的高温暴露下,间接效应呈现边界统计学意义,可能是受到该定义下的高温暴露的样本量限制。

本研究通过计算调查前 4 周的平均温度来定义高温暴露,采用的温度数据来源于固定站点的监测数据,而未能测量个体温度暴露,因此可能存在一定的暴露错分偏倚。但这种偏倚在研究对象间的分布往往是均衡的,容易低估研究效应。本研究仅探讨了高温对睡眠的影响,未能控制影响睡眠的心理社会因素,可能会产生一定的效应估计偏倚,后续研究应增加关于心理社会因素维度指标的测量,进一步明确高温对睡眠的影响。此外,本研究仅关注了怀孕早期的睡眠情况,而孕期生理和心理的变化可导致孕妇睡眠习惯和质量在孕期逐步发生改变,孕中晚期睡眠是否能够中介孕期高温与早产的关联尚不清楚,研究中早产样

本量仅为 165 例,也可能导致统计检验效能不足,低估高温暴露导致早产的风险和睡眠的中介效应大小,后续可在增大样本量基础上开展进一步研究。

(志谢:感谢对何贤队列建立和随访提供帮助和支持的番禺区何贤纪念医院的科教人员、医生和护士等)

## 参考文献

- [1] World Health Organization. Preterm birth. 2018[EB/OL]. [2022-02-21]. <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>.
- [2] JING S, CHEN C, GAN Y, et al. Incidence and trend of preterm birth in China, 1990-2016: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ Open*, 2020;10(12): e039303.
- [3] LIU L, OZA S, HOGAN D, et al. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000-13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis[J]. *Lancet*, 2015, 385(9966): 430-440.
- [4] NATARAJAN G, SHANKARAN S. Short- and long-term outcomes of moderate and late preterm infants[J]. *Am J Perinatol*, 2016, 33(3): 305-317.
- [5] RAJU TNK, BUIST AS, BLAISDELL CJ, et al. Adults born preterm: a review of general health and system-specific outcomes[J]. *Acta Paediatr*, 2017, 106(9): 1409-1437.
- [6] CHAWANPAIBOON S, VOGEL JP, MOLLER AB, et al. Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis[J]. *Lancet Glob Health*, 2019, 7(1): e37-e46.
- [7] 李畅畅,任萌,董昊天,等.极端气温与早产关系的流行病学研究进展[J].环境与职业医学,2020,37(1): 15-22.
- LI CC, REN M, DONG HT, et al. Epidemiological research progress on association of maternal exposure to ambient temperature extremes and preterm birth[J]. *J Environ Occup Med*, 2020, 37(1): 15-22.
- [8] WANG J, WILLIAMS G, GUO Y, et al. Maternal exposure to heatwave and preterm birth in Brisbane, Australia[J]. *BJOG*, 2013, 120(13): 1631-1641.
- [9] VICEDO-CABRERA AM, OLSSON D, FORSBERG B. Exposure to seasonal temperatures during the last month of gestation and the risk of preterm birth in Stockholm[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2015, 12(4): 3962-3978.
- [10] YACKERSON N, PIURA B, SHEINER E. The influence of meteorological factors on the emergence of preterm delivery and preterm premature rupture of membrane[J]. *J Perinatol*, 2008, 28(10): 707-711.
- [11] GUO T, WANG Y, ZHANG H, et al. The association between ambient temperature and the risk of preterm birth in China[J]. *Sci Total Environ*, 2018, 613-614: 439-446.
- [12] WANG YY, LI Q, GUO Y, et al. Ambient temperature and the risk of preterm birth: a national birth cohort study in the mainland China[J]. *Environ Int*, 2020, 142: 105851.
- [13] HA S, LIU D, ZHU Y, et al. Ambient temperature and early delivery of singleton pregnancies[J]. *Environ Health Perspect*, 2017, 125(3): 453-459.
- [14] LI S, CHEN G, JAAKKOLA JJ K, et al. Temporal change in the impacts of ambient temperature on preterm birth and stillbirth: Brisbane, 1994-2013[J]. *Sci Total Environ*, 2018, 634: 579-585.
- [15] WON CH J. Sleeping for two: the great paradox of sleep in pregnancy[J]. *J Clin Sleep Med*, 2015, 11(6): 593-594.
- [16] WANG L, JIN F. Association between maternal sleep duration and quality, and the risk of preterm birth: a systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2020, 20(1): 125.
- [17] MCCARTHY R, JUNGHEIM ES, FAY JC, et al. Riding the rhythm of melatonin through pregnancy to deliver on time[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2019, 10: 616.
- [18] XU X, DING M, LI B, et al. Association of rotating shiftwork with preterm births and low birth weight among never smoking women textile workers in China[J]. *Occup Environ Med*, 1994, 51(7): 470-474.
- [19] OKUN ML, SCHETTER CD, GLYNN LM. Poor sleep quality is associated with preterm birth[J]. *Sleep*, 2011, 34(11): 1493-1498.
- [20] KAJEEPETA S, SANCHEZ SE, GELAYE B, et al. Sleep duration, vital exhaustion, and odds of spontaneous preterm birth: a case-control study[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2014, 14: 337.
- [21] TROYNIKOV O, WATSON CG, NAWAZ N. Sleep environments and sleep physiology: a review[J]. *J Therm Biol*, 2018, 78: 192-203.
- [22] ZHENG G, LI K, WANG Y. The effects of high-temperature weather on human sleep quality and appetite[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(2): 270.
- [23] OBRADOVICH N, MIGLIORINI R, MEDNICK SC, et al. Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate[J]. *Sci Adv*, 2017, 3(5): e1601555.
- [24] RICHIARDI L, BELLOCCO R, ZUGNA D. Mediation analysis in epidemiology: methods, interpretation and bias[J]. *Int J Epidemiol*, 2013, 42(5): 1511-1519.
- [25] 中华医学会妇产科学分会产科学组. 早产临床诊断与治疗指南(2014)[J]. *中华围产医学杂志*, 2015, 18(4): 241-245.
- Obstetrics Group, Obstetrics and Gynecology Branch of Chinese Medical Association. Guidelines for clinical diagnosis and treatment of preterm birth (2014)[J]. *Chin J Perinat Med*, 2015, 18(4): 241-245.
- [26] 郑小璇. 孕期睡眠模式对出生结局的影响[D]. 武汉: 华中科技大学, 2018.
- ZHENG X X. Association of sleep patterns during pregnancy with birth outcomes[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2018.
- [27] SHI B, CHOIRAT C, COULL BA, et al. CMaverse: a suite of functions for reproducible causal mediation analyses[J]. *Epidemiology*, 2021, 32(5): e20-e22.
- [28] LIU X, XIAO J, SUN X, et al. Associations of maternal ambient temperature exposures during pregnancy with the risk of preterm birth and the effect modification of birth order during the new baby boom: a birth cohort study in Guangzhou, China[J]. *Int J Hyg Environ Health*, 2020, 225: 113481.
- [29] WOLF J, ARMSTRONG B. The association of season and temperature with adverse pregnancy outcome in two German states, a time-series analysis[J]. *PLoS One*, 2012, 7(7): e40228.
- [30] CHERSICH MF, PHAM MD, AREAL A, et al. Associations between high temperatures in pregnancy and risk of preterm birth, low birth weight, and stillbirths: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2020, 371: m3811.
- [31] DREILING CE, CARMAN III FS, BROWN DE. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress[J]. *J Dairy Sci*, 1991, 74(1): 312-327.
- [32] SIMČIĆ T, JESENŠEK D, BRANCEJ A. Effects of increased temperature on metabolic activity and oxidative stress in the first life stages of marble trout (*Salmo marmoratus*)[J]. *Fish Physiol Biochem*, 2015, 41(4): 1005-1014.
- [33] AL-GUBORY KH, FOWLER PA, GARREL C. The roles of cellular reactive

- oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes [J]. *Int J Biochem Cell Biol*, 2010, 42(10): 1634-1650.
- [34] LI M, FERREIRA S, SMITH TA. Temperature and self-reported mental health in the United States [J]. *PLoS One*, 2020, 15(3): e0230316.
- [35] NOELKE C, MCGOVERN M, CORSI DJ, et al. Increasing ambient temperature reduces emotional well-being. *Environ Res*. 2016;151: 124-129.
- [36] OBRADOVICH N, FOWLER JH. Climate change may alter human physical activity patterns [J]. *Nat Hum Behav*, 2017, 1(5): 0097.
- [37] LI W, BERTISCH SM, MOSTOFSKY E, et al. Associations of daily weather and ambient air pollution with objectively assessed sleep duration and fragmentation: a prospective cohort study [J]. *Sleep Med*, 2020, 75: 181-187.
- [38] KRÄUCHI K, FATTORI E, GIORDANO A, et al. Sleep on a high heat capacity mattress increases conductive body heat loss and slow wave sleep [J]. *Physiol Behav*, 2018, 185: 23-30.
- [39] LAN L, PAN L, LIAN Z, et al. Experimental study on thermal comfort of sleeping people at different air temperatures [J]. *Build Environ*, 2014, 73: 24-31.
- [40] PUTILOV AA. Retrospectively reported month-to-month variation in sleeping problems of people naturally exposed to high-amplitude annual variation in daylength and/or temperature [J]. *Sleep Sci*, 2017, 10(3): 101-112.
- [41] ROMERO R, ESPINOZA J, GONÇALVES LF, et al. Inflammation in preterm and term labour and delivery [J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2006, 11(5): 317-326.
- [42] SPIEGEL K, LEPROULT R, VAN CAUTER E. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function [J]. *Lancet*, 1999, 354(9188): 1435-1439.
- [43] ZHONG Q, LU C, ZHANG W, et al. Preterm birth and ambient temperature: strong association during night-time and warm seasons [J]. *J Therm Biol*, 2018, 78: 381-390.
- [44] BLAIR LM, PORTER K, LEBLEBICIOGLU B, et al. Poor sleep quality and associated inflammation predict preterm birth: heightened risk among african americans [J]. *Sleep*, 2015, 38(8): 1259-1267.
- [45] GUSTAFSSON H, DOYLE C, GILCHRIST M, et al. Maternal abuse history and reduced fetal heart rate variability: abuse-related sleep disturbance is a mediator [J]. *Dev Psychopathol*, 2017, 29(3): 1023-1034.

(英文编辑：汪源；责任编辑：王晓宇)

#### · 告知栏 ·

## 《环境与职业医学》被 Scopus、DOAJ 数据库同时收录

由上海市疾病预防控制中心主办的《**环境与职业医学**》杂志(*Journal of Environmental and Occupational Medicine, JEOM*)被国际数据库 Scopus 和 DOAJ 同时收录! 这是继本刊今年进入《世界期刊影响力指数报告》和 EBSCO 数据库后的又一重要进展。

**《环境与职业医学》**由上海市疾病预防控制中心主办, 主要着眼于发表环境因素(自然、社会)、职业因素与人群健康的流行病学、毒理学内容的重要研究, 以刊登中文文献为主(含英文摘要), 月刊。所有被录用的稿件均经过同行专家评议。目前保持 CSCD(核心库)、北大核心、科技核心全收录。杂志主页: [www.jeom.org](http://www.jeom.org)。

作为中文期刊,《**环境与职业医学**》提供 700 字左右英文长摘要。被两大国际数据库 Scopus 和 DOAJ 同时收录, 意味着本刊的期刊方针、声望、学术内容等获得了国际数据库的认可, 促进了本刊国际传播的力度, 提高论文在国内外的被引频次, 提高作者、期刊、工作单位在国内外的学术地位和知名度。

特别感谢支持《**环境与职业医学**》的各位专家、作者及读者, 我们将不忘初心, 砥砺前行!

Scopus(<https://www.scopus.com/>)数据库是由全球最大的出版社——爱思唯尔(Elsevier)推出的科研管理、学科规划数据库, 是目前全球规模最大的文摘和引文数据库, 具有严格的评审标准。期刊被 Scopus 数据库收录将有利于提升其国际知名度和影响力, 打通与国际主流学术平台交流的通道, 增强国际学术话语权。

DOAJ(<https://doaj.org/about/>)由瑞典隆德大学图书馆设立于 2003 年 5 月, 收录经同行评审的开放存取期刊, 涵盖了科学、技术、医学、社会科学、艺术和人文的所有领域。DOAJ 的使命是在全球范围内提高高质量、经同行评审的开放性学术研究期刊的知名度、可及性、声誉、使用率和影响力, 不受学科、地理或语言的限制。

《**环境与职业医学**》编辑部

2022 年 3 月 25 日