508残障人士无障碍阅读–本文有HTML支持代码 https://doi.org/10.1289/EHP6221-zh.

高温对胎儿健康的潜在影响

Lindsey Konkel

https://doi.org/10.1289/EHP6221-zh

暴露于极端高温时段与各种不良健康结局相关，包括心血管疾病、呼吸系统疾病、肾脏疾病和精神疾病。[1,2] 现今研究人员正在调查高温暴露对胎儿的潜在影响。

过去 5 年的几项流行病学研究报告了高温与不良妊娠结局之间的关联，包括早产、死产和低出生体重（LBW），[3,4] 以及先天性心脏缺陷。[5]（至少有两项研究也检测了环境温度与神经管缺陷的关系。[6,7]）每一项研究都有其优缺点和警示，专家指出文献中持续出现令人担忧的征兆。

“当越来越多的研究累积起来，并得出同一结论时，必须引起我们的注意，特别是当结局有生物学上的合理性时。”位于华盛顿特区的乔治 • 华盛顿大学医院的妇产科医生、美国妇产科学院环境健康专家 Nathaniel DeNicola 说道。

尽管这一领域的研究相对较新，但产科医生早就知道，孕期体温调节的自然变化会使孕妇容易受到高温暴露的影响。[3,8] 孕期体重增加会降低体表面积与体重的比例，这可能会使孕妇更难散热。[9] 胎儿生长期由于代谢的需求可能会产生热量，导致孕妇核心体温略有升高。[9] 孕妇也更容易脱水，这在怀孕后期可能会引发子宫收缩，并可能导致早产。[10]

然而，除了这些基本的生理变化外，母亲高温暴露如何可能导致出生缺陷或不良的产科结局尚不清楚。研究人员表示不同的结局可能其机制也有所不同。

综上所述，越来越多的证据表明，怀孕期间存在一系列与高温有关的脆弱性。一些研究表明，在胎儿主要器官形成的妊娠初期高温暴露可能导致某些出生缺陷，而在胎儿快速生长的妊娠中期或妊娠末期高温暴露可能导致早产或死产。怀孕期间高温暴露可能会导致 LBW。Image: © iStockphoto/lemonadelucy.

动物研究表明，妊娠早期的高温暴露可能通过热休克蛋白的产生干扰正常的蛋白质合成。[11] 破坏蛋白质稳态可能导致胎儿细胞损伤，可能改变胎儿发育。[5] 先前对普通(非怀孕)人群的研究表明，炎症和氧化应激标志物的循环水平与环境温度有关。[12,13,14,15] 如果孕妇的体温与炎症和氧化应激有类似的关联，这些变化可能会潜在地降低子宫和胎盘-胎儿的血流量，最终可能会减缓胎儿的生长并导致 LBW。[16]

早产和低出生体重

流行病学研究调查了环境温度与早产（妊娠 37 周前）或 LBW（小于 5 磅 8 盎司或 2.5 千克）之间的关系，得出了有趣但大部分并不确定的结论。正如最近的一篇综述[3] 所指出的，到目前为止所采用的各种研究设计、统计方法、温度指标、暴露窗口和地理环境使得进行荟萃分析变得困难。

然而，工作仍需继续。最近一次是在 2019 年，布朗大学公共卫生学院的研究人员根据美国国家卫生统计中心（National Center for Health Statistics）的数据发布了两份报告，这些数据涉及美国 403 个郡约3千万名单胎婴儿。[9,17] 在他们对早产的研究中，[9] 研究人员将高于每个郡特定温度分布第 95 个百分位的温度定义为“极端高温”。在他们的队列研究中有 9.3% 的婴儿早产，而在 1 天的极端高温过后的 4 天里，早产的风险估计增加了 2.5% 。作者估计，如果这种关联是因果关系，那么在研究中，约 0.2% 的早产可能是由于极端高温暴露造成的。[9] 这一比例意味着每 100 万分娩中约有 150 例早产。

在使用该数据集的第二项研究中，研究人员观察了整个孕期的平均环境温度与胎儿生长标记物之间的关系。[9] 他们得出的结论是，在足月婴儿中，那些母亲在整个孕期平均暴露在高于第 90 个百分位的室外温度下的婴儿，其出生体重往往略低—平均值为 15 g (约 0.5 盎司)。[17] 类似的关联在妊娠中期和妊娠末期也有报告。

出生体重的这种微小变化在个体水平上并不一定重要。该研究的资深作者、布朗大学的流行病学家 Greg Wellenius 表示。然而，他说道，如果应用于大量人群，即使是微小的变化也可以对公共卫生产生长期有意义的影响。

这两项研究都表明怀孕的时间和地点很重要。在气候较干燥或较寒冷的地区，尤其是美国西南部和中西部，极端

在过去的几十年里，新生儿重症监护技术的进步已经为早产或出生过小的婴儿带来了更好的结局。然而，根据世界卫生组织的数据，[37] 早产并发症仍然是全球5岁以下儿童死亡的主要原因。早产或LBW的婴儿可能在呼吸、饮食、体重增加或抵抗感染方面有问题。长期来看，他们可能会面临成长、行为和认知方面的问题。[38] Image: © iStockphoto/Bartosz Hadyniak.

高温与早产的关系最为密切。[9] 在对胎儿生长的研究中，[9] 胎龄偏小与寒冷或非常寒冷地区的极端高温联系最为紧密。如果按地区进行估算，西北和东北的关联最强。Wellenius 说，这种联系可能是当地适应的结果。例如，缅因州的人可能比迈阿密的人更难适应 90°F (32°C) 的天气。然而，并不是所有的研究都同意这一观点。例如，德国的一项研究[18] 并没有发现高于平均温度的温度和胎儿生长标记物之间的联系。

也就是说，Wellenius等人的新结果表明环境因素可能是早产和怀孕后期胎儿生长发育问题的重要决定因素。一些早期的研究支持这一观点。2018 年一项针对加州 200 多万新生儿的研究发现，“体感温度”（一种同时考虑温度和湿度的测量方法）的升高与足月婴儿 LBW 风险增加相关联，无论是在整个怀孕期间，还是在妊娠中期或末期、最后一个月或最后两周。[19] 与此同时，早产与妊娠初期较高的体感温度呈负相关。

2017 年，一项对美国 12 个地区 220572 名单胎婴儿的分析估计，当妊娠中期和/或末期的平均温度高于第 95 个百分位时，足月婴儿的 LBW 风险高出 2.5 倍，而妊娠初期的高平均温度与之无关。[20] 此外，2015 年在 19 个非洲国家进行的一项研究表明，妊娠中期平均温度超过 100°F （38°C）的情况每增加一天，平均出生体重就会降低 0.9 g（0.03 盎司）。相比之下，妊娠中期和末期时每增加一个高温天，新生儿的平均出生体重分别降低 0.6 g（0.02盎司）和 0.4 g（0.01盎司）。[21]

此外，高温还可能缩短孕期，即使在正常的足月分娩范围内。2014 年，由蒙特利尔大学医院研究中心的流行病学家 Nathalie Auger 领导的一项研究报告称，在 37 至 40 周分娩的魁北克女性中，高温与怀孕时间缩短有关。[22] “认识到这一点很重要，”她解释道，“因为37或38周出生的婴儿比 40 周孕期出生的婴儿有更多的不良结局。”

死产

每年约有1%的美国孕妇遭遇死产。[23] 死产的原因有多种，包括胎盘、脐带或胎儿的问题；产妇的医疗条件；或其他产科并发症。[24]

很少有研究调查极端高温与死产风险之间的关系。部分原因可能是死产比早产或 LBW 更少见，休斯顿大学健康公

当谈到极端高温潜在的负面影响时，怀孕的时间和地点似乎都很重要。当地的适应可能起了一定作用——与居住在较热地区的人相比，居住在较冷气候的人可能对热浪更难适应。Image: © iStockphoto/courtneyk.

共卫生学院职业与环境健康西南中心（Southwest Center for Occupational and Environmental Health）主任、流行病学家 Elaine Symanski说道。

尽管如此，至少有 4 项研究报告称，高温天气分娩中，出生前一周死产和高温之间存在关联。[25,26,27,28] 最近由 Symanski 领导的研究对大休斯顿都会区的 708 名孕妇进行了调查，发现 5 月到 9 月之间，分娩前一周的表观温度每升高 10°F，死产风险就增加 45%。[25] 此外，德克萨斯州的调查发现，死产和夏季高温之间的关联似乎仅限于西班牙裔和非西班牙裔黑人妇女，而在非西班牙裔白人妇女中则没有这种关联。[25]

这个结果可能反映了社会经济地位的差异，Symanski 说道。与社会环境相关的因素可能包括教育水平、获得医疗保健的机会、不安全食品、暴力侵害以及家中是否有空调，她解释说。因此，这些因素可能仅限于特定的研究人群。例如，在加利福尼亚进行的一项研究表明，与西班牙裔和亚裔母亲相比，这种情况在白人和黑人母亲中关联性最强，尽管前者两组母亲彼此非常相似。[27]

“任何一个因素以及这些因素可能的组合，都可以解释我们所观察到的[种族或民族]差异。” Symanski 说。她补充道，未来的研究的重点是要找出是什么使某些特定群体的孕妇比其他孕妇更容易受到热应激的影响，这对制定有针对性的公共卫生干预措施至关重要。

先天性心脏缺陷

尽管极端高温可能会影响胎儿在妊娠后期的生长，但在妊娠早期暴露于比平时更热的天气可能会影响胎儿其他方面的发育。例如，最近的两项研究报告了孕期的前几周(胎儿心脏发育开始时)孕妇高温暴露与先天性心脏缺陷之间的关联。[29,30]

美国每年有近 1% 的新生儿患有先天性心脏缺陷。[31] 造成这些缺陷的原因尚不清楚，尽管之前的研究表明孕妇吸烟和糖尿病等因素可能会增加患病风险。[32] 在一些人类研究中，妊娠初期孕妇发烧也与先天性心脏缺陷有关联。[33,34]

在 2017 年的一项研究中，Auger 等人研究表明，魁北克省 4 月至 9 月间受孕的婴儿中，与未在高温天气暴露受

一些研究关注高于正常温度对出生结局的影响，同时也关注了极端寒冷对其的影响。[3] “在分子水平上，动物研究表明，暴露在极端高温和极度寒冷的环境中都会导致氧化应激和全身炎症。”加利福尼亚大学默塞德分校的流行病学家 Sandie Ha 说。然而，很少有研究关注孕期的冷暴露。[3] Image: © iStockphoto/AlexLinch.

孕的婴儿相比，孕期第 2–8 周内暴露于 15 个高温天以上的新生儿患有房间隔缺损几率高出 37% 。[29] “高温天”被定义为室外最高温度 86°F (30°C) 或以上。

第二份分析报告发表于 2018 年，使用了来自全美8个参与国家出生缺陷预防研究（National Birth Defects Prevention Study）的数据。与房间隔缺损和腹间隔缺损的关联因季节（春季或夏季）、暴露度（任何暴露于至少连续2天高温的情况、暴露次数，以及妊娠第 3–8 周内最长连续高温天数）、结局（房间隔缺损和腹间隔缺损）和区域而异。[30] 结果显示，南部（阿肯色州和德克萨斯州）和东北部（纽约）中心地区的春季高温天与腹间隔缺损之间有更强的关联，东北部中心地区两个季节的高温天与房间隔缺损之间也同样有更强的关联。

即使因果关系最终得到证实，也不是每个暴露在高温天气下的孕妇都会有先天缺陷的孩子，纽约州立大学奥尔巴尼分校的流行病学家 Shao Lin 强调说。“某些女性可能因为其他因素使她们更容易受到热的影响，”她解释说。她的团队现在开始研究高温暴露如何与其他已知或可疑的先天性心脏缺陷风险因素相互作用。“我们想确定哪些人是易感人群，以及某些行为是否与高温相互作用，从而产生复合风险。” Lin 说。“我们不能改变天气，但也许我们可以改变人们的行为。”

挑战、警示和建议

目前大多数关于孕妇高温暴露和妊娠并发症或出生缺陷的研究都有类似的局限性。“这一领域的主要弱点是我们缺乏测量个人暴露于温度的适应能力，”加利福尼亚大学默塞德分校的流行病学家 Sandie Ha 说。

迄今为止的研究主要依赖于在一个郡或城市的一个或几个室外地点收集的环境温度数据。然而，这类数据可能无法非常准确地描绘出一个人的实际暴露情况。例如，女性大部分时间是在室内空调房里，还是在炎热的夏天在户外工作？这些区别对于充分了解室外温度和妊娠并发症之间的潜在关联很重要。

“在理想的研究中，女性应该在整个孕期都戴上体温监测仪，” Ha 说。与温度相关的个人监测研究开始在小规模范围内进行，她说，但传统上很难进行大规模的队列研究，因为需要确定不常见健康结局的风险因素。不过，可穿戴技术的进步可能有助于在不久的将来实现这种大规模的个人监控研究，她补充说。

共同暴露的作用，尤其是对于空气污染，是这一领域许多尚未解决的问题之一。一些证据表明，暴露于高水平的各种室外空气污染物可能会增加患有先天性心脏缺陷[35] 的风险，以及不良的出生结局和其他妊娠并发症。[4] 同时，越高的气温与更高的地面臭氧浓度有关联。[36]

到目前为止，大多数关于温度对健康影响的研究中，研究人员都试图在统计分析中考虑空气污染的潜在影响。然而，要完全理清这两个因素也许是不可能的。此外，分子流行病学家、纽约哥伦比亚儿童环境健康中心（Columbia Center for Children’s Environmental Health）创始主任 Frederica Perera 说，“未来的研究应该着眼于温度和空气污染，以及这些共同影响的累积效应和特性。这是我们现有知识的一个空白。” 她说。

医生和公共卫生部门通常建议孕妇采取预防措施，防止过热。如果可能的话，她们应该避免长时间暴露在极端高温下，避免在一天中最热的时候在户外剧烈运动，穿宽松的衣服并保持水分。[10] “在极端高温的情况下，孕妇不能喝太多的水，” DeNicola 说。

然而，除了这些常识性的措施之外，不可能根据现有的文献提出基于证据的建议。迄今为止的研究还没有确定与温度相关的暴露、活动或行为的具体水平，这些水平可能会使一些女性比其他人面临更大的风险。“我们对多高温的暴露会造成不良的健康结局以及各种妊娠并发症的风险因素有多重要还没有很好的认识。” 匹兹堡大学医学中心马吉妇女医院（Medical Center Magee-Womens Hospital）的母婴医学专家 Alisse Hauspurg 说道。Hauspurg 强调需要更细致、更具体的数据来帮助医生更好地为患者提供咨询。

其他领域的医生已经开始研究极端天气如何影响他们优化患者预后的能力。DeNicola 说道。例如，医生会安排高危肺疾病患者在过敏季节不太活跃的时候进行治疗，他解释说。随着人们对气候变化的日益关注，以及极端气温事件发生的可能性，产科界现在也更加关注这个话题。

“作为医生、医疗工作者，我们有义务让患者做好准备应对极端天气和可能危害健康的事件，” DeNicola 说。“在美国的一些地方，夏天已成为触发[这些事件的因素之一]。”

Lindsey Konkel 居住在新泽西的一名记者，专门报道科学、健康和环境相关的问题。

References

1. Anderson GB, Bell ML. 2011. Heat waves in the United States: mortality risk during heat waves and effect modification by heat wave characteristics in 43 U.S. communities. Environ Health Perspect 119(2):210–218, PMID: 21084239, https://doi.org/10.1289/ehp.1002313.
2. Green H, Bailey J, Schwarz L, Vanos J, Ebi K, Benmarhnia T. 2019. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: a review of the epidemiological evidence and considerations for future research. Environ Res 171:80–91, PMID: 30660921, https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010.
3. Zhang Y, Yu C, Wang L. 2017. Temperature exposure during pregnancy and birth outcomes. An updated systematic review of epidemiological evidence. Environ Pollut 225:700–712, PMID: 28284544, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.02.066.
4. DeNicola NG, Bekkar B, Pacheco S, Basu R. 2019. A scoping review of climate-change related exposures on obstetrics outcomes [18G]. Obstetrics & Gynecol 133:78S, https://doi.org/10.1097/01.AOG.0000558717.21780.b6.
5. Zhang W, Spero TL, Nolte CG, Garcia VC, Lin Z, Romitti PA, et al. 2019. Projected changes in maternal heat exposure during early pregnancy and the

associated congenital heart defect burden in the United States. J Am Heart Assoc 8(3):e010995, PMID: 30696385, https://doi.org/10.1161/JAHA.118.010995.
6. Auger N, Fraser WD, Arbour L, Bilodeau-Bertrand M, Kosatsky T. 2017. Elevated ambient temperatures and risk of neural tube defects. Occup Environ Med 74(5):315–320, PMID: 27881468, https://doi.org/10.1136/oemed-2016-103956.
7. Van Zutphen AR, Lin S, Fletcher BA, Hwang S-A. 2012. A population-based case–control study of extreme summer temperature and birth defects. Environ Health Perspect 120(10):1443–1449, PMID: 23031822, https://doi.org/10.1289/ehp.1104671.
8. Kuehn L, McCormick S. 2017. Heat exposure and maternal health in the face of climate change. Int J Environ Res Public Health 14(8):853, PMID: 28758917, https://doi.org/10.3390/ijerph14080853.
9. Sun S, Weinberger KR, Spangler KR, Eliot MN, Braun JM, Wellenius GA. 2019. Ambient temperature and preterm birth: a retrospective study of 32 million US singleton births. Environ Int 126:7–13, PMID: 30776752, https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.023.
10. American College of Obstetricians and Gynecologists. 2015. *Committee on Obstetric Practice. Committee Opinion: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period*. Washington, DC: American College of Obstetricians and Gynecologists. https://www.acog.org/Clinical-Guidance-and-Publications/Committee-Opinions/Committee-on-Obstetric-Practice/Physical-Activity-and-Exercise-During-Pregnancy-and-the-Postpartum-Period [accessed 1 October 2019]
11. Bennett GD. 2010. Hyperthermia: malformations to chaperones. Birth Defects Res B Dev Reprod Toxicol 89(4):279–288, PMID: 20803688, https://doi.org/10.1002/bdrb.20254.
12. Wu S, Yang D, Pan L, Shan J, Li H, Wei H, et al. 2017. Ambient temperature and cardiovascular biomarkers in a repeated-measure study in healthy adults: a novel biomarker index approach. Environ Res 156:231–238, https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.036
13. Halonen JI, Zanobetti A, Sparrow D, Vokonas PS, Schwartz J. 2010. Associations between outdoor temperature and markers of inflammation: a cohort study. Environ Health 9:42, PMID: 20653951, https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-42.
14. Kahle JJ, Neas LM, Devlin RB, Case MW, Schmitt MT, Madden MC, et al. 2015. Interaction effects of temperature and ozone on lung function and markers of systemic inflammation, coagulation, and fibrinolysis: a crossover study of healthy young volunteers. Environ Health Perspect 123(4):310–316, PMID: 25514459, https://doi.org/10.1289/ehp.1307986.
15. Cong P, Liu Y, Liu N, Zhang Y, Tong C, Shi L, et al. 2018. Cold exposure induced oxidative stress and apoptosis in the myocardium by inhibiting the Nrf2-Keap1 signaling pathway. BMC Cardiovasc Disord 18(1):36, PMID: 29448942, https://bmccardiovascdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12872-018-0748-x.
16. Ferguson KK, Kamai EM, Cantonwine DE, Mukherjee B, Meeker JD, McElrath TF. 2018. Associations between repeated ultrasound measures of fetal growth and biomarkers of maternal oxidative stress and inflammation in pregnancy. Am J Reprod Immunol 80(4):e13017, PMID: 29984454, https://doi.org/10.1111/aji.13017.
17. Sun S, Spangler KR, Weinberger KR, Yanosky JD, Braun JM, Wellenius GA. 2019. Ambient temperature and markers of fetal growth: a retrospective observational study of 29 million U.S. singleton births. Environ Health Perspect 127(6):67005, PMID: 31162981, https://doi.org/10.1289/EHP4648.
18. Wolf J, Armstrong B. 2012. The association of season and temperature with adverse pregnancy outcomes in two German states, a time-series analysis. PLoS One 7(7):e40228, PMID: 22792247, https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040228.
19. Basu R, Rau R, Pearson D, Malig B. 2018. Temperature and term low birth weight in California. Am J Epidemiol 187(11):2306–2314, PMID: 29901701, https://doi.org/10.1093/aje/kwy116.
20. Ha S, Zhu Y, Liu D, Sherman S, Mendola P. 2017. Ambient temperature and air quality in relation to small for gestational age and term low birthweight. Environ Res 155:394–400, PMID: 28258738, https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.021.
21. Grace K, Davenport F, Hanson H, Funk C, Shukla S. 2015. Linking climate change and health outcomes: examining the relationship between temperature, precipitation and birth weight in Africa. Global Environ Change 35:125–137, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.06.010.
22. Auger N, Naimi AI, Smargiassi A, Lo E, Kosatsky T. 2014. Extreme heat and risk of early delivery among preterm and term pregnancies. Epidemiology 25(3):344–350, PMID: 24595396, https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000074.
23. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). 2019. What Is Stillbirth? https://www.cdc.gov/ncbddd/stillbirth/facts.html [accessed 1 October 2019].
24. Stillbirth Collaborative Research Network Writing Group. 2011. Association between stillbirth and risk factors known at pregnancy. JAMA 306(22):2469–2479, PMID: 22166606, https://doi.org/10.1001/jama.2011.1798.
25. Rammah A, Whitworth KW, Han I, Chan W, Hess JW, Symanski E. 2019. Temperature, placental abruption and stillbirth. Environ Int 131:105067, PMID: 31376592, https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105067.
26. Ha S, Liu D, Zhu Y, Soo Kim S, Sherman S, Grantz KL, et al. 2017. Ambient temperature and stillbirth: a multi-center retrospective cohort study. Environ Health Perspect 125(6):067011, PMID: 28650842, https://doi.org/10.1289/EHP945.
27. Basu R, Sarovar V, Malig BJ. 2016. Association between high ambient temperature and risk of stillbirth in California. Am J Epidemiol 183(10):984–901, PMID: 27037268, https://doi.org/10.1093/aje/kwv295.
28. Auger N, Fraser WD, Smargiassi A, Bilodeau-Bertrand M, Kosatsky T. 2017. Elevated outdoor temperatures and risk of stillbirth. Int J Epidemiol 46(1):200–208, PMID: 27160765, https://doi.org/10.1093/ije/dyw077.
29. Auger N, Fraser WD, Sauve R, Bilodeau-Bertrand M, Kosatsky T. 2017. Risk of congenital heart defects after ambient heat exposure early in pregnancy. Environ Health Perspect 125(1):8–14, PMID: 27494594, https://doi.org/10.1289/EHP171.
30. Lin S, Lin Z, Ou Y, Soim A, Shrestha S, Lu Y, et al. 2018. Maternal ambient heat exposure during early pregnancy in summer and spring and congenital heart defects—a large US population-based, case-control study. Environ Int 118:211–221, PMID: 29886237, https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.043.
31. CDC. 2018. Data and Statistics on Congenital Heart Defects. https://www.cdc.gov/ncbddd/heartdefects/data.html [accessed 1 October 2019].
32. National Heart, Lung, and Blood Institute. 2019. Congenital Heart Defects. https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/congenital-heart-defects [accessed 1 October 2019].
33. Dreier JW, Andersen A-MN, Berg-Beckhoff G. 2014. Systematic review and meta-analyses: fever in pregnancy and health impacts in the offspring. Pediatrics 133(3):e674–688, PMID: 24567014, https://doi.org/10.1542/peds.2013-3205.
34. Edwards MJ. 2006. Review: hyperthermia and fever during pregnancy. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol 76(7):507–516, PMID: 16933304, https://doi.org/10.1002/bdra.20277.
35. Vrijheid M, Martinez D, Manzanares S, Dadvand P, Schembari A, Rankin J, et al. 2011. Ambient air pollution and risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. Environ Health Perspect 119(5):598–606, PMID: 21131253, https://doi.org/10.1289/ehp.1002946.
36. Perera FP. 2017. Multiple threats to child health from fossil fuel combustion: impacts of air pollution and climate change. Environ Health Perspect 125(2):141–148, PMID: 27323709, https://doi.org/10.1289/EHP299.
37. World Health Organization. 2019. Preterm Birth. https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth [accessed 1 October 2019].
38. March of Dimes. 2018. Low Birthweight. https://www.marchofdimes.org/complications/low-birthweight.aspx [accessed 1 October 2019].