

## · 综述 ·

## 妊娠期冠状病毒感染与母婴健康研究进展

马丽娅<sup>1</sup> 魏兆莲<sup>2</sup> 陶芳标<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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/国家卫生健康委配子及生殖道异常研究重点实验室,合肥 230032; <sup>2</sup>安徽医科大学第一附属医院生殖医学中心/国家卫生健康委配子及生殖道异常研究重点实验室,合肥 230032  
通信作者:陶芳标,Email:fbtao@ahmu.edu.cn

**【摘要】** 目前全球范围内正流行新型冠状病毒肺炎(COVID-19),而其强烈的传播性已引发重大公共卫生危机。新型冠状病毒与严重急性呼吸综合征(SARS)冠状病毒、中东呼吸综合征(MERS)冠状病毒存在高度病原同源性,同为 $\beta$ 属冠状病毒。由于孕妇群体在生理和心理上存在一定脆弱性,为疫情流行期间的易感人群和高危人群,本文将对目前所报道的孕产妇罹患SARS、MERS、COVID-19对母婴健康影响进行文献综述,旨在为COVID-19流行中孕妇健康管理及防控提供依据。

**【关键词】** 新型冠状病毒; 严重急性呼吸综合征冠状病毒; 中东呼吸综合征冠状病毒; 孕产妇

**基金项目:**安徽医科大学新型冠状病毒感染的肺炎疫情应急科研攻关项目(YJGG202001)

## Research on the influence of coronavirus infection on maternal and infant health

Ma Liya<sup>1</sup>, Wei Zhaolian<sup>2</sup>, Tao Fangbiao<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Maternal, Child and Adolescent Health, School of Public Health, Anhui Medical University/Key Laboratory of Population Health Across Life Cycle, Ministry of Education/Key Laboratory of Study on Abnormal Gametes and Reproductive Tract, National Health Commission, Hefei 230032, China; <sup>2</sup> Reproductive Medicine Center, Department of Obstetrics and Gynecology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University/Key Laboratory of Study on Abnormal Gametes and Reproductive Tract, National Health Commission, Hefei 230032, China

Corresponding author: Tao Fangbiao, Email: fbtao@ahmu.edu.cn

**【Abstract】** COVID-19 spreads with strong infectivity and triggered a public health crisis, home and abroad. SARS-CoV-2 has high pathogenic homology with SARS-CoV and MERS-CoV, and the three coronaviruses all belong to the Betacoronavirus family. Due to pregnant women's physical and psychological vulnerability, they are the susceptible and high-risk groups during the epidemic. This article will review the reports on adverse effects of maternal and fetal health during the SARS and MERS and COVID-19 epidemics to provide evidence for the clinical management and prevention and control of pregnant cases in SARS-CoV-2 infection.

**【Key words】** SARS-CoV-2; SARS-CoV; MERS-CoV; Pregnant

**Fund program:** Anhui Medical University Emergency Key Research Project for Novel Coronavirus Pneumonia (YJGG202001)

新型冠状病毒(SARS-CoV-2)是继2002年暴发的严重急性呼吸综合征冠状病毒(severe acute respiratory syndrome coronavirus, SARS-CoV)和2012年暴发的中东呼吸综合征冠状病毒(Middle East respiratory syndrome coronavirus,

MERS-CoV)之后,在人类环境中出现的第3种致病冠状病毒,该病毒在全球范围内的广泛传播使全球公共卫生机构采取了协调一致的国际应对措施。病毒基因组测序和其他报告均表明,它与SARS-CoV的同源性为75%~80%。

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200223-00155

收稿日期 2020-02-23 本文编辑 万玉立

引用本文:马丽娅,魏兆莲,陶芳标.妊娠期冠状病毒感染与母婴健康研究进展[J].中华流行病学杂志,2021,42(6):1139-1142. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200223-00155.



SARS-CoV-2 与几种蝙蝠冠状病毒的亲缘关系较为接近,可在培养 SARS-CoV 和 MERS-CoV 所用的细胞中繁殖。3 种冠状病毒在病原学、流行病学以及临床过程中可能存在相似特征<sup>[1-2]</sup>。根据 WHO 2021 年 3 月 23 日报告,由 SARS-CoV-2 引起的新型冠状病毒肺炎(COVID-19)已在全球 223 个国家和地区大规模流行,累计确诊病例超过 1.2 亿,其中死亡病例超过 270 万<sup>[3]</sup>。由于孕妇群体在生理上存在一定脆弱性,为病原体感染的易感人群甚至是高危人群,在 SARS 和 MERS 传染病的发生和发展过程中,孕产妇病例都呈现出较差的临床过程及预后结局<sup>[4-5]</sup>。本文将对目前发表的关于两次冠状病毒感染及 2020 年 2 月至 2021 年 3 月所报道的有关孕产妇感染 SARS-CoV-2 的文献进行简要综述,旨在为此次疫情中孕产妇的健康管理提供一定依据。

#### 1. 妊娠期感染 SARS-CoV 与母婴健康:

(1) 妊娠期感染 SARS-CoV 对孕妇健康影响:2002 年 11 月,SARS 出现在中国广东省佛山市<sup>[6]</sup>,根据 WHO 报告,截至 2003 年 7 月底该疫情结束,全球 29 个国家和地区共有 SARS 确诊病例约 8 098 例,死亡病例 774 例(病死率为 9.6%)。其中女性确诊病例数为 4 272 例,女性病例中约有 4% 处于妊娠期<sup>[7-8]</sup>,但以文献形式报道的病例则较为有限。中国地区报道的 SARS 孕妇病例为 10 例<sup>[9-11]</sup>,其中 3 例因与确诊家庭成员密切接触感染,1 例为院内感染,另外 6 例未报告流行病学史。美国报道孕妇病例 2 例<sup>[12-14]</sup>,均在中国香港地区与确诊病例同住一家酒店。Yudin 等<sup>[15]</sup>对加拿大 1 例与确诊家庭成员有密切接触的高度疑似 SARS 孕妇病例进行了详细报道。从 2002 年 2 月 1 日至 7 月 31 日,中国香港地区 SARS 孕妇病例为 12 例<sup>[16]</sup>,其中 5 例为医务工作者院内感染,7 例为社区感染者。妊娠期感染 SARS-CoV 的病例相较于未怀孕的女性病例而言,呈现出较差的临床过程及预后。Lam 等<sup>[17]</sup>开展的一项匹配性病例对照研究(病例组 10 例,对照组 40 例)显示孕妇 SARS 感染者与非孕妇感染者相比,更大概率需要进入重症监护室(ICU)进行治疗,同时也需要更长时间的住院治疗。且在病例组中,包括肾衰竭及弥散性血管内凝血(disseminated intravascular coagulopathy)在内的严重并发症的发生率也显著高于对照组( $P=0.006$ )。孕妇妊娠期间免疫功能的抑制以及呼吸机制的变化可能为孕妇 SARS-CoV 感染者预后不良的原因之一。另一方面妊娠期间在治疗用药的选择上存在局限性,如广谱抗病毒药物利巴韦林在动物实验研究中已表明存在一定致畸性<sup>[18]</sup>,得不到及时有效的药物治疗将不利于其临床过程的良性发展。此外,孕早期感染 SARS-CoV 会引起流产,如中国香港地区 7 例孕早期感染者中有 3 例发生了流产<sup>[16]</sup>。研究发现,即使病情得到有效控制后,仍有孕妇选择引产<sup>[8]</sup>,这可能与孕妇对胎儿后续发育情况的过度担忧有关,Lee 等<sup>[19]</sup>对 SARS 暴发期间中国香港地区孕妇的心理和行为情况进行了调查,结果显示在 SARS 暴发期间,孕妇往往会高估 SARS-CoV 感染的风险,且焦虑水平也高于 SARS 暴发前的孕妇群体。

(2) 妊娠期感染 SARS-CoV 与胎儿发育:目前并无研究证据表明 SARS-CoV 可通过母婴垂直传播,对羊水、脐带血、胎盘组织以及新生儿鼻咽拭子的病毒核酸检测均呈现阴性结果<sup>[13, 16]</sup>,但脐带血、羊水、母乳及新生儿血清中检测到病毒抗体呈阳性<sup>[14, 20]</sup>,一定程度上表明新生儿可通过母体获得一定被动免疫能力。在新生儿中未发生与 SARS 相关的临床症状,但中国香港地区报道的 2 例早产儿却出现了严重的肠道并发症<sup>[20]</sup>。其中 1 例为孕 28 周时急行剖宫产,胎儿出生后出现呼吸窘迫综合征(respiratory distress syndrome, RDS),48 h 后发现其并发坏死性小肠结肠炎(necrotizing enterocolitis),经手术治疗后逐渐好转,但后期出现肺部支气管发育不良的表现,影像学显示非 SARS 感染典型肺部表现。另 1 例则早产于孕 26 周,胎儿出生时伴有轻度 RDS,3 d 后出现了严重的消化道症状并被诊断为肠穿孔。除此之外妊娠期感染 SARS-CoV 可致胎儿宫内发育受限(intrauterine growth retardation)、胎儿窘迫以及早产的发生<sup>[10-11, 14, 16]</sup>,可能因为 SARS 所引起的长时间缺氧、缺血状态可对胎盘结构和功能产生一定损伤作用。Ng 等<sup>[21]</sup>对 7 例 SARS-CoV 感染的产妇胎盘进行了病理组织学研究,结果显示只有孕早期感染 SARS-CoV 并康复的 2 例孕妇胎盘结构正常。在 SARS 急性期分娩的 3 例孕妇胎盘组织存在较为明显的绒毛间质及绒毛膜下纤维蛋白,且广泛存在无绒毛组织。另外 2 例胎盘组织则出现胎盘血管紊乱并导致胎儿血栓性血管病(fetal thrombotic vasculopathy)的发生。在对 SARS-CoV 感染者娩出胎儿随后的发育情况随访中发现部分早产儿存在听力及运动神经发育迟缓、肌张力高等情况,且体质较弱,易患呼吸系统和消化系统疾病<sup>[11]</sup>。

#### 2. 妊娠期感染 MERS-CoV 与母婴健康:

(1) 妊娠期感染 MERS-CoV 对孕妇健康影响:2012 年 6 月,MERS-CoV 在阿拉伯半岛被报道<sup>[22]</sup>,截至 2019 年 9 月,MERS 在全球 27 个国家和地区传播,共发现实验室确诊病例 2 468 例,其中死亡病例 851 例<sup>[23]</sup>。目前报道 MERS 孕妇病例共 11 例,沙特阿拉伯共有 MERS-CoV 孕妇感染者 8 例,其中 4 例源于院内感染,3 例为医务工作者。约旦和阿拉伯联合酋长国各 1 例,均与确诊家庭成员有密切接触。韩国 1 例,其家庭成员与确诊病例有密切接触<sup>[24]</sup>。MERS 相较于 SARS 有着更高的病死率(约为 35%),且病情进展较急,易恶化,常发生 RDS 及其他器官的衰竭。在孕妇感染者中情况类似,且孕妇病例和普通人群病例病死率无显著差异。Assiri 等<sup>[25]</sup>对沙特阿拉伯 5 例妊娠期 MERS-CoV 感染病例进行了回顾性调查,其中有 2 例死亡。1 例感染者入院时孕 38 周,无基础病,但病情在入院后迅速恶化,后分娩出 1 名健康的新生儿。分娩后该孕妇病情进一步恶化,出现肾脏功能衰竭及 RDS,最终死于多器官功能衰竭。另 1 例为医护人员,职业暴露感染入院。入院时孕 24 周,既往患有哮喘、肺纤维化及反复自发性气胸,入院后呼吸状况迅速恶化出现 RDS。后通过剖宫产娩出 1 名低出生体重的新生儿,新生儿出生后 4 h 死亡,母亲也最终死于难治性缺氧及心脏

骤停。在阿拉伯联合酋长国报道的另 1 例死亡孕妇病例入院时孕 32 周,由于起病初期出现背部疼痛及咳嗽等非典型症状,未进行病毒核酸检测,仅抗生素治疗。后期病情恶化出现持续低氧状态,急性剖宫产娩出 1 名健康婴儿,尽管后期进行抗病毒治疗并收入 ICU,孕妇最终依然死亡<sup>[26]</sup>。而在沙特阿拉伯报道的另外 2 例孕妇感染者中,由于症状比较轻微,且发病早期就通过病原学检测确诊为 MERS-CoV 感染者,及早进行治疗后均康复出院<sup>[24]</sup>。

(2) 妊娠期感染 MERS-CoV 与胎儿健康:妊娠期感染 MERS-CoV 最严重可致胎儿发生宫内死亡,Payne 等<sup>[27]</sup>报道了约旦 1 例妊娠 5 个月感染 MERS-CoV 后停产的病例。该病例在起病初期因担心进行胸部 X 线检查及药物治疗会影响胎儿发育,拒绝接受检查和治疗。在发病 7 d 后,伴呼吸困难出现了腹痛及阴道流血的症状,后自发娩出死产胎儿。沙特阿拉伯另 1 例孕妇病例入院时孕 34 周,入院后很快出现呼吸困难及血压升高和尿蛋白阳性,符合先兆子痫临床症状,随后娩出死产胎儿<sup>[25]</sup>。与 SARS 不同的是,妊娠期 MERS-CoV 感染较少发生早产,韩国报道的 1 例孕妇病例入院时孕 35 周,入院后接受规范治疗。在孕 37 周+5 天时出现胎盘早剥,遂行急性剖宫产,产下 1 名体重为 3 140 g 的健康新生儿<sup>[28]</sup>。与 SARS 相类似,目前并无研究证实 MERS-CoV 存在围产期感染<sup>[28-29]</sup>,在新生儿的生物样本中 MERS 抗体检测及病毒核酸检测均呈现阴性。且因为上述病例并未对胎盘样本进行留存,所以关于妊娠期 MERS-CoV 感染是否对胎盘结构和功能造成损伤作用从而导致胎儿死亡,目前尚不清楚。

### 3. 妊娠期感染 SARS-CoV-2 与母婴健康:

(1) 妊娠期感染 SARS-CoV-2 对孕妇健康影响:在 COVID-19 流行之初,来自中国的部分小样本人群报道显示 COVID-19 孕妇病例与非孕妇病例呈现出较为相似的临床特征及结局,常见症状为发热、咳嗽,部分患者出现肌痛、喉咙痛、腹泻等症状,罕见出现重症肺炎及死亡<sup>[30-31]</sup>。2020 年 9 月发表的一项包括 11 423 名 COVID-19 确诊住院孕妇病例的 Meta 分析则显示相较于非孕妇患者而言<sup>[32]</sup>,妊娠期感染 SARS-CoV-2 更大概率需要进入 ICU 治疗,同时也更大概率需要进行有创通气,这与 Zambrano 等<sup>[33]</sup>研究结果一致。总体而言,与未怀孕的同龄女性相比,患有 COVID-19 的孕妇住院和患严重疾病的风险更高<sup>[34]</sup>。此外,Ahlberg 等<sup>[35]</sup>在瑞典开展的一项匹配性研究显示感染 SARS-CoV-2 的孕妇较未感染者更有可能发生先兆子痫。Prabhu 等<sup>[36]</sup>研究显示 SARS-CoV-2 感染的产妇剖宫产率高于未感染产妇,同时感染者发热、缺氧等产后并发症发生率也高于非感染者。英国产科监测系统数据显示在 2020 年 3 月 1 日至 4 月 14 日感染 SARS-CoV-2 的孕妇约有 60% 进行了剖宫产<sup>[37]</sup>。一定程度上表明 SARS-CoV-2 感染可能与剖宫产率增加存在关联。部分研究显示 SARS-CoV-2 感染会增加孕妇早产的风险,英国和美国国家产科登记系统数据显示 COVID-19 大流行期间,COVID-19 孕妇的早产发生率均高于历史同期<sup>[38]</sup>。

(2) 妊娠期感染 SARS-CoV-2 与胎儿健康:妊娠期感染 SARS-CoV-2 能否引起胎儿感染是目前最值得关注的热点问题之一。2020 年 3 月中国的研究团队先后对 3 例疑似存在 SARS-CoV-2 宫内感染的新生儿病例进行了详细报道<sup>[39]</sup>,证据基于新生儿出生后体内 IgM 抗体的持续升高。由于 IgM 抗体无法通过胎盘屏障,新生儿体内 IgM 抗体水平的升高间接表明 SARS-CoV-2 可能存在宫内传播。但 3 名新生儿病毒学检测结果均为阴性,且考虑 IgM 血清学检测易出现假阳性结果,在做推定结论时应当慎之又慎。Raschetti 等<sup>[40]</sup>对 2019 年 12 月 1 日至 2020 年 8 月 30 日发表的有关 COVID-19 新生儿病例报道进行了系统分析,结果显示在 122 例确诊感染 SARS-CoV-2 的新生儿中,约有 9% 的新生儿确定存在垂直传播。然而,在 Edlow 等<sup>[41]</sup>对美国波士顿马萨诸塞州 44 例感染 SARS-CoV-2 的孕妇及其胎儿进行的随访研究中并未发现 SARS-CoV-2 有垂直传播以及胎盘感染的迹象。Cribiuz 等<sup>[42]</sup>对 21 例确诊为 COVID-19 的孕妇随访至其分娩,并收集胎盘样本。结果显示,所有新生儿均未出现 SARS-CoV-2 感染,但有 10 例胎盘样本 SARS-CoV-2 核酸检测出现阳性,胎盘组织病理损伤的程度可能与病毒载量存在关联。目前研究显示 SARS-CoV-2 确有可能在母婴之间引起传播,但发生概率较低。所幸的是,目前并未发现由孕妇感染 SARS-CoV-2 引起的胎儿宫内发育停滞现象<sup>[34]</sup>。

4. 小结:妊娠期感染 SARS-CoV 及 MERS-CoV 都将对母婴健康产生严重不良影响。对于孕产妇而言,SARS-CoV 及 MERS-CoV 感染将加快其病情恶化多致预后不良,甚至提高病死率。同时对胎儿宫内发育也造成严重影响,易发生流产、死产、早产、胎儿窘迫等一系列不良事件,甚至影响到胎儿出生后的发育水平。但目前并无研究证实两种冠状病毒存在母婴垂直传播。目前来看,妊娠期感染 SARS-CoV-2 较前二者而言,临床过程相对良好,罕见出现孕妇死亡病例,但感染可能与早产及剖宫产率的升高存在相关。目前研究显示妊娠期 SARS-CoV-2 感染存在母婴垂直传播的可能,但发生概率较低。

此外,还应关注冠状病毒对母婴健康产生不同影响的原因,详细观察和分析孕妇感染者临床过程及预后的影响因素。孕妇病例进行诊治与健康管理可参考已发表文献<sup>[43]</sup>。不仅孕妇群体需要关注自身健康状况,避免到人群密集区域(尤其医院等高风险区域),做好个人防护措施,孕妇家庭成员也应当提高警惕,注意防护,家庭成员中有确诊、无症状感染者或有高风险的,应避免与孕妇接触,保护母婴健康。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Munster VJ, Koopmans M, van doremalen N, et al. A novel coronavirus emerging in China—key questions for impact assessment[J]. N Engl J Med, 2020, 382(8):692-694. DOI: 10.1056/NEJMp2000929.
- [2] Perlman S. Another decade, another coronavirus[J]. N Engl J Med, 2020, 382(8): 760-762. DOI: 10.1056/NEJMe2001126.

- [3] World Health Organization. WHO coronavirus (COVID-19) dashboard[EB/OL]. (2021-03-23) [2021-03-24]. <https://covid19.who.int/>.
- [4] Hui DS. Epidemic and emerging coronaviruses (severe acute respiratory syndrome and middle east respiratory syndrome) [J]. Clin Chest Med, 2017, 38(1): 71-86. DOI: 10.1016/j.ccm.2016.11.007.
- [5] Jamieson DJ, Theiler RN, Rasmussen SA. Emerging infections and pregnancy[J]. Emerg Infect Dis, 2006, 12(11):1638-1643. DOI:10.3201/eid1211.060152.
- [6] Peiris JSM, Yuen KY, Osterhaus AD, et al. The severe acute respiratory syndrome[J]. N Engl J Med, 2003, 349(25): 2431-2441. DOI:10.1056/NEJMra032498.
- [7] World Health Organization. Consensus document on the epidemiology of severe acute respiratory syndrome (SARS) [EB/OL]. (2003-11) [2020-02-20]. <http://www.who.int/csr/sars/en/WHOconsensus.pdf>.
- [8] World Health Organization. Summary of probable SARS cases with onset of illness from 1 November 2002 to 31 July 2003[EB/OL]. (2020-09-26) [2020-02-20]. [https://www.who.int/csr/sars/country/table2003\\_09\\_23/en/](https://www.who.int/csr/sars/country/table2003_09_23/en/).
- [9] 张丽菊, 王玲. 妊娠并发传染性非典型肺炎 3 例临床分析[J]. 实用妇产科杂志, 2003, 19(4):244-245. DOI:10.3969/j.issn.1003-6946.2003.04.024.
- [10] Zhang LJ, Wang L. A clinical analysis on 3 pregnant women infected with SARS[J]. J Prac Obstet Gynecol, 2003, 19(4):244-245. DOI:10.3969/j.issn.1003-6946.2003.04.024.
- [10] 张睿, 张建平, 王蕴慧, 等. 首例妊娠合并 SARS 的诊治成功报告[J]. 中山大学学报:医学科学版, 2003, 24(4):307-309. DOI:10.3321/j.issn:1672-3554.2003.04.001.
- [11] Zhang R, Zhang JP, Wang YH, et al. The first case of twin pregnancy complicated with SARS[J]. J Sun Yat-Sen Univ: Med Sci, 2003, 24(4):307-309. DOI:10.3321/j.issn:1672-3554.2003.04.001.
- [11] 王蕴慧, 张睿, 张建平, 等. SARS 感染对妊娠结局及胎、婴儿的影响[J]. 中华围产医学杂志, 2004, 7(3):155-158. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-9408.2004.03.008.
- [12] Wang YH, Zhang R, Zhang JP, et al. Effects of SARS during pregnancy on the pregnant outcome[J]. Chin J Perin Med, 2004, 7(3):155-158. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-9408.2004.03.008.
- [12] Centers for Disease Control and Prevention CDC. Severe acute respiratory syndrome (SARS) and coronavirus testing—United States, 2003[J]. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2003, 52(14): 297-302. DOI: 10.1001/jama.289.17.2203.
- [13] Robertson CA, Lowther SA, Birch T, et al. SARS and pregnancy: A case report[J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(2):345-348. DOI:10.3201/eid1002.030736.
- [14] Stockman LJ, Lowther SA, Coy K, et al. SARS during pregnancy, United States[J]. Emerg Infect Dis, 2004, 10(9): 1689-1690. DOI:10.3201/eid1009.040244.
- [15] Yudin MH, Steele DM, Sgro MD, et al. Severe acute respiratory syndrome in pregnancy[J]. Obstet Gynecol, 2005, 105(1):124-127. DOI:10.1097/01.AOG.0000151598.49129.de.
- [16] Wong SF, Chow KM, Leung TN, et al. Pregnancy and perinatal outcomes of women with severe acute respiratory syndrome[J]. Am J Obstet Gynecol, 2004, 191(1):292-297. DOI:10.1016/j.jog.2003.11.019.
- [17] Lam CM, Wong SF, Leung TN, et al. A case - controlled study comparing clinical course and outcomes of pregnant and non-pregnant women with severe acute respiratory syndrome[J]. BJOG, 2004, 111(8): 771-774. DOI:10.1111/j.1471-0528.2004.00199.x.
- [18] Kochhar DM, Penner JD, Knudsen TB. Embryotoxic, teratogenic, and metabolic effects of ribavirin in mice[J]. Toxicol Appl Pharmacol, 1980, 52(1): 99-112. DOI: 10.1016/0041-008x(80)90252-5.
- [19] Lee DT, Sahota D, Leung TN, et al. Psychological responses of pregnant women to an infectious outbreak: A case-control study of the 2003 SARS outbreak in Hong Kong[J]. J Psychosom Res, 2006, 61(5): 707-713. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2006.08.005.
- [20] Shek CC, Ng PC, Fung GPG, et al. Infants born to mothers with severe acute respiratory syndrome[J]. Pediatrics, 2003, 112(4):e254. DOI:10.1542/peds.112.4.e254.
- [21] Ng WF, Wong SF, Lam A, et al. The placentas of patients with severe acute respiratory syndrome: A pathophysiological evaluation[J]. Pathology, 2006, 38(3): 210-218. DOI: 10.1080/00313020600696280.
- [22] Zaki AM, van Boheemen S, Bestebroer TM, et al. Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia[J]. N Engl J Med, 2012, 367(19):1814-1820. DOI:10.1056/NEJMoa1211721.
- [23] World Health Organization. WHO MERS global summary and assessment of risk[EB/OL]. (2019-09) [2021-03-23]. <https://www.who.int/emergencies/mers-cov/en/>.
- [24] Alfaraaj SH, Al-Tawfiq JA, Memish ZA. Middle east respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection during pregnancy: Report of two cases & review of the literature[J]. J Microbiol Immunol Infect, 2019, 52(3): 501-503. DOI:10.1016/j.jmii.2018.04.005.
- [25] Assiri A, Abedi GR, Al Masri M, et al. Middle east respiratory syndrome coronavirus infection during pregnancy: A report of 5 cases from Saudi Arabia[J]. Clin Infect Dis, 2016, 63(7):951-953. DOI:10.1093/cid/ciw412.
- [26] Malik A, El Masry KM, Ravi M, et al. Middle east respiratory syndrome coronavirus during pregnancy, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2013[J]. Emerg Infect Dis, 2016, 22(3):515-517. DOI:10.3201/eid2203.151049.
- [27] Payne DC, Iblan I, Alqasrawi S, et al. Stillbirth during infection with middle east respiratory syndrome coronavirus[J]. J Infect Dis, 2014, 209(12): 1870-1872. DOI:10.1093/infdis/jiu068.
- [28] Jeong SY, Sung SI, Sung JH, et al. MERS-CoV infection in a pregnant woman in Korea[J]. J Korean Med Sci, 2017, 32(10):1717-1720. DOI:10.3346/jkms.2017.32.10.1717.
- [29] Alserehi H, Wali G, Alshukairi A, et al. Impact of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS - CoV) on pregnancy and perinatal outcome[J]. BMC Infect Dis, 2016, 16(1):105. DOI:10.1186/s12879-016-1437-y.
- [30] Chen HJ, Guo JJ, Wang C, et al. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records[J]. Lancet, 2020, 395(10226):809-815. DOI:10.1016/S0140-6736(20)30360-3.
- [31] Xu QC, Shen J, Pan LL, et al. Coronavirus disease 2019 in pregnancy[J]. Int J Infect Dis, 2020, 95: 376-383. DOI: 10.1016/j.ijid.2020.04.065.
- [32] Allotey J, Stallings E, Bonet M, et al. Clinical manifestations, risk factors, and maternal and perinatal outcomes of coronavirus disease 2019 in pregnancy: living systematic review and Meta-analysis[J]. BMJ, 2020, 370:m3320. DOI:10.1136/bmj.m3320.
- [33] Zambrano LD, Ellington S, Strid P, et al. Update: Characteristics of symptomatic women of reproductive age with laboratory-confirmed SARS-CoV-2 infection by pregnancy status - United States, January 22-October 3, 2020[J]. MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2020, 69(44): 1641-1647. DOI:10.15585/mmwr.mm6944e3.
- [34] Subbaraman N. Pregnancy and COVID: what the data say [J]. Nature, 2021, 591(7849): 193-195. DOI: 10.1038/d41586-021-00578-y.
- [35] Ahlberg M, Neovius M, Saltvedt S, et al. Association of SARS-CoV-2 test status and pregnancy outcomes[J]. JAMA, 2020, 324(17):1782-1785. DOI:10.1001/jama.2020.19124.
- [36] Prabhu M, Cagino K, Matthews KC, et al. Pregnancy and postpartum outcomes in a universally tested population for SARS-CoV-2 in New York city: a prospective cohort study[J]. BJOG, 2020, 127(12): 1548-1556. DOI: 10.1111/1471-0528.16403.
- [37] Knight M, Bunch K, Vousden N, et al. Characteristics and outcomes of pregnant women admitted to hospital with confirmed SARS-CoV-2 infection in UK: national population based cohort study[J]. BMJ, 2020, 369:m2107. DOI:10.1136/bmj.m2107.
- [38] Mullins E, Hudak ML, Banerjee J, et al. Pregnancy and neonatal outcomes of COVID-19: co-reporting of common outcomes from PAN-COVID and AAP SONPM registries[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2021. DOI:10.1002/uog.23619.
- [39] Kimberlin DW, Stagno S. Can SARS-CoV-2 infection be acquired in utero? More definitive evidence is needed[J]. JAMA, 2020, 323(18): 1788-1789. DOI: 10.1001/jama.2020.4868.
- [40] Raschetti R, Vivanti AJ, Vauloup-Fellous C, et al. Synthesis and systematic review of reported neonatal SARS-CoV-2 infections[J]. Nat Commun, 2020, 11(1): 5164. DOI: 10.1038/s41467-020-18982-9.
- [41] Edlow AG, Li JZ, Collier ARY, et al. Assessment of maternal and neonatal SARS-CoV-2 viral load, transplacental antibody transfer, and placental pathology in pregnancies during the COVID-19 pandemic[J]. JAMA Netw Open, 2020, 3(12): e2030455. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2020.30455.
- [42] Cribiù FM, Erra R, Pagni L, et al. Severe SARS-CoV-2 placenta infection can impact neonatal outcome in the absence of vertical transmission[J]. J Clin Invest, 2021, 131(6):e145427. DOI:10.1172/JCI145427.
- [43] 刘晓, 朱郭婷, 胡保红, 等. 妊娠合并新型冠状病毒感染管理方案的构建[J]. 护理研究, 2020, 34(4): 553-557. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2020.04.101.
- [43] Liu X, Zhu GT, Hu BH, et al. Development of management strategies for pregnancy with SARS-CoV-2 infection[J]. Chin Nurs Res, 2020, 34(4): 553-557. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2020.04.101.