

严重急性呼吸窘迫综合征孕妇俯卧位通气的护理进展

郭茜¹,汪小康²,陈雪薇¹,杨影¹,张瑛³

摘要: 俯卧位通气是一种改善严重急性呼吸窘迫综合征患者氧合的体位治疗方式。对于发生严重急性呼吸窘迫综合征的孕妇,俯卧位通气在一定程度上可以缓解肺部区域塌陷,降低妊娠子宫的压力,改善患者氧合。本文对已有的严重急性呼吸窘迫综合征孕妇俯卧位通气成功案例进行综述,以期从临床差异、作用机制、临床应用、病情观察和应用效果对严重急性呼吸窘迫综合征孕妇俯卧位通气的护理进行总结,为临床干预提供参考。

关键词: 孕妇; 妊娠期; 严重急性呼吸窘迫综合征; ARDS; 俯卧位通气; 临床差异; 临床应用; 综述文献

中图分类号: R473.71 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2023.21.021

Prone position ventilation care for pregnant women with severe acute respiratory distress syndrome: a review

Guo Qian, Wang Xiaokang, Chen Xuwei, Yang Ying, Zhang Ying.

School of Nursing, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China

Abstract: Prone position ventilation is a postural therapy to improve oxygenation in patients with severe Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS). In pregnant women with severe ARDS, prone position ventilation can, to a certain extent, alleviate the collapse of the lung region, reduce the pressure of the gestational uterus, and improve patients' oxygenation. This study reviews the existing successful case reports on prone position ventilation in pregnant women with severe ARDS, in order to summarize its care in terms of clinical differences, mechanism of action, clinical application, illness condition observation and application effect, and to provide a reference for clinical intervention.

Key words: pregnant women; pregnancy; severe acute respiratory distress syndrome; ARDS; prone position ventilation; clinical differences; clinical application; literature review

研究显示,每 10 万例孕妇中有 16~70 例发生急性呼吸窘迫综合征(Acute Respiratory Distress Syndrome,ARDS),是导致孕妇死亡的主要原因之一^[1]。ARDS 与孕妇及新生儿病死率相关^[2],并存 ARDS 孕妇的病死率为 24%~39%^[3-4]。由于妊娠期女性的生理变化会让患有 ARDS 的孕妇治疗难度增加,妊娠期耗氧量的升高,需要维持血氧饱和度(SaO₂)>0.95 和氧分压(PaO₂)>70 mmHg 才可以保证胎儿足够的氧气^[5]。Oliveira 等^[6]研究表明,俯卧位通气(Prone Position Ventilation,PPV)对母体和胎儿的血流动力学有良好的影响。国内外多个指南^[7-9]已将 PPV 列为 ARDS 严重患者常用的治疗策略之一。PPV 可促进患者背部肺泡复张,调节前胸壁灌注,改善患者通气血流比例,从而提高氧合指数、改善治疗效果^[10]。针对妊娠期 PPV 技术,2020 年 Tolcher 等^[11]发布了清醒和插管孕妇患者的 PPV 演示视频,2021 年巴西卫生部也发布了相关建议手册^[12]。尽管 PPV 治疗对血氧存在潜在益处,但由于妊娠期女性子宫超载、主动脉静脉压迫和胎儿健康监测的特殊

性^[13],致使医护人员不敢轻易对 ARDS 孕妇实施 PPV 治疗,这也促使研究人员越来越关注 PPV 在严重 ARDS 孕妇中的应用。科学的 PPV 临床治疗和护理管理,可为严重 ARDS 孕妇提供一种低成本、可用、安全和有效的干预治疗措施。因此,本文对严重 ARDS 孕妇 PPV 治疗及护理进展展开综述,旨在为临床干预提供参考。

1 严重急性呼吸窘迫综合征孕妇的病因与诊断

ARDS 指由各种肺内外因素导致急性弥漫性肺泡损伤,从而引发急性发作的低氧血症、肺顺应性降低,甚至呼吸衰竭综合征^[14]。其严重程度根据低氧血症的程度(PaO₂/FiO₂)进行划分:轻度(200 mmHg<PaO₂/FiO₂≤300 mmHg);中度(100 mmHg<PaO₂/FiO₂≤200 mmHg);重度(PaO₂/FiO₂≤100 mmHg)^[15]。在 ICU 收治的孕妇中,ARDS 是常见病^[16],也是 ICU 孕妇和新生儿发病和死亡的主要原因之一。

1.1 病因差异 ARDS 的病因可总结为直接肺损伤和间接肺损伤^[17],ARDS 孕妇的主要病因通常有别于成人 ARDS,其特定的产科病因包括:溶血引起的肺水肿、羊水栓塞、子痫前期、妊娠急性脂肪肝、胃吸入、胎盘早剥、产科出血、绒毛膜羊膜炎、子宫内膜炎、化脓性流产和受孕产物滞留^[1,3,18]。妊娠期 ARDS 的潜在病因除了会影响疾病进展和结果外,还会影响疾病的主要病理生理学。由于妊娠相关的生理变化,孕妇更容易受到呼吸道病原体的影响^[19],如胸部顺应

作者单位:1. 杭州师范大学护理学院(浙江 杭州,311121);2. 上海中医药大学研究生院;3. 杭州师范大学附属医院重症医学科
郭茜:女,硕士在读,学生
通信作者:张瑛,youdianhz@163.com
科研项目:浙江省医药卫生科技项目(2023KY956);杭州市生物医药和健康产业发展扶持科技专项(第六期)项目(2022WJC025)
收稿:2023-06-05;修回:2023-08-16

性降低、功能残存能力下降、吸入风险增加、黏膜水肿和 PaCO_2 下降等,不仅增加了 ARDS 孕妇的易感性,也给 ARDS 孕妇的治疗带来了困难^[20-21]。其次,之前有研究在对成人低氧血症严重程度的分级(轻度、中度、重度)上,没有考虑到妊娠期较高的生理性 PaO_2 水平以及不同 PaO_2 阈值下其他重要的母胎相互作用,未来可进一步完善相关研究。

1.2 鉴别诊断差异 根据柏林标准的定义,ARDS 的诊断应建立在临床治疗和放射学研究的基础上^[22]。目前,现有的 ARDS 诊断标准和治疗管理未能包括和考虑妊娠期母体特有的生理适应性,也未考虑母婴相互作用^[23]。有学者提出“产科相关 ARDS”仅限于在妊娠期和产后 1 周内发病,但也有学者将产前和产后 1 个月以内的患者纳入其中^[2-3]。迄今为止,2015 年制定的儿科急性肺损伤共识标准(PALICC)是唯一被广泛接受的特定 ARDS 标准,该标准是在柏林修正案之后针对特定亚组人群(ARDS 儿童)的生理差异而制定^[24]。与 ARDS 儿童一样,对 ARDS 孕妇的诊断也需要考虑生理差异。在 ARDS 孕妇的鉴别诊断中,由于围生期心肌病的发病率较高,考虑并发心源性肺水肿和容量超负荷的可能性尤为重要^[2]。其他可考虑的 ARDS 鉴别诊断还包括急性间质性肺炎、急性嗜酸性粒细胞肺炎、急性阻塞性支气管炎、弥漫性肺泡出血和急性超敏性肺炎等^[25]。ARDS 孕妇诊断标准的准确性及其预测母胎不良结局的有效性有待进一步研究。当孕妇被诊断为 ARDS 时,及时识别病情、多学科团队治疗、提供重症监护和协作护理是优化母婴结局的关键。

2 严重 ARDS 孕妇 PPV 的作用机制

孕妇由于特殊的解剖和生理改变,妊娠中晚期子宫增大,膈肌升高,腹式呼吸减少且以胸式呼吸为主^[26],加之黄体酮介导的黏膜表面充血和水肿,导致分泌物清除受损,使孕妇更容易发生严重的呼吸道感染和快速失代偿^[27-28]。同时妊娠子宫的增大会导致肺容量减少,增加相同吸气量的肺压力,并且当吸气体度大且不受无创或有创通气控制时,可能会进一步增加肺损伤^[29-30]。严重 ARDS 孕妇存在严重的氧合功能障碍,易诱发胎儿缺氧及宫内窘迫^[31]。当母体 $\text{PaO}_2 < 70 \text{ mmHg}$ 时,胎死宫内的概率明显增加^[32]。相较于 ARDS 患者,PPV 主要影响母体和胎儿的血流动力学,有利于腹主动脉受压,使得胎盘灌注减少和母体心输出量下降^[6]。同时,PPV 通过补充和灌注塌陷的肺单元以减少肺分流并维持低水平的 PaCO_2 ,有助于母体和胎儿之间的气体交换,这对于避免 ARDS 孕妇治疗期间发生胎儿窘迫有重要意义^[33]。此外,妊娠患者还具有其他优势:膈肌向尾部移动,减少了对后部和尾部肺实质的压迫^[34]。总之,对 ARDS 孕妇行 PPV 可能带来的益处包括:通气和灌注分布更均匀;心脏对肺部的挤压减少,改善氧合;横膈膜的尾部运动增加;下腔静脉挤压减少,心输出

量增加;改善胎儿分娩结局。

3 严重 ARDS 孕妇 PPV 的临床应用

3.1 应用对象 基于成人 ARDS 诊断和 ARDS 孕妇的临床案例报告经验,对于氧合指数 $< 150 \text{ mmHg}$ 、吸入氧气浓度 $\geq 60\%$ 且呼气末正压 $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ 的重度 ARDS 患者或 ARDS 引起难治性低氧血症的患者,应积极开展 PPV^[35]。相关机构制定了非插管妊娠患者实施 PPV 的标准^[36-38]: ARDS 孕妇在行 PPV 治疗之前,应充分考虑其风险和益处,此类患者的适应证包括需要 2 L/min 以上的氧气来维持 $\text{SaO}_2 \geq 0.95$ 或呼吸频率 $> 30 \text{ 次/min}$ 。PPV 的绝对禁忌证包括脊柱不稳、面部或骨盆骨折以及开放性腹部伤口,相对禁忌证则包括意识模糊或无法独立改变体位。

3.2 实施步骤 严重 ARDS 孕妇行 PPV 治疗时,着力点在其上胸部和骨盆上,由双臂支撑;应在受压点放置枕头或泡沫,以最大限度地提高孕妇的舒适度,并避免对妊娠子宫造成巨大压力^[36-38]。西班牙一项针对孕妇 PPV 治疗的病例报告指出,严重 ARDS 孕妇的 PPV 主要包括 3 个步骤,即准备、执行和评估^[39]。①准备:使用的材料包括为 PPV 制作的“C”形头部定位垫,粘弹性身体定位器,布衬棉纱敷料和床单,用于防止皮肤损伤的粘附性亲水泡沫,用于四肢、胸部、腹部和大腿的高氧脂肪酸溶液以及用于乳房皱褶的氧化锌软膏。②执行:一共由 5 人进行 PPV 操作,分别为 1 号护士(气管导管保护和气道控制)、2 号护士(中心静脉导管保护、动脉导管和静脉输液)、运动学家(机械呼吸器和移动器连接保护)、2 名护理技术员(移动、摆放体位)。翻身动作从右向左进行,以避免压迫脐动脉。PPV 定位结束后,将粘弹性体位器置于孕妇右半身下方,保持左侧俯卧位,使腹部免受压力,然后将“C”型体位器置于头部,两个体位器均由床单和敷料保护,每 12 小时更换 1 次,或在体液(唾液、汗液)弄脏后更换。③评估:孕妇的血流动力学和通气监测持续进行,在 PPV 的第 1 个小时进行气体测量评估,然后每 12 小时进行 1 次,而胎儿每小时监测胎心。此外,美国的一项研究^[40]描述了 1 名严重 ARDS 孕妇进行 PPV 治疗的体位放置,当患者仰卧时,将 6~8 个标准的医院床枕被放置在患者的面部、上胸和手臂、两侧的侧腹、骨盆和大腿上;一张床单覆盖在相应的枕头上,然后将患者背部下面的床单连同之前铺设的用具一同滚动在一起,形成一种“三明治”的形状。医护人员抓住两边卷起的床单,协助患者摆放 PPV 体位。针对严重 ARDS 孕妇未形成标准和规范流程的问题,未来还需进一步研究如何更好地评估妊娠期 PPV 的中期和长期结果,并建立将 PPV 应用于妊娠人群相关的具体方案和目标。

3.3 治疗时间 美国胸科学会和欧洲重症监护医学会针对成人 ARDS 的临床实践指南建议严重 ARDS 的成年患者每天接受 PPV 12 h 以上^[7]。Barile 等^[34]

对严重 ARDS 孕妇治疗和护理经验指出,PPV 持续 16 h,无血流动力学紊乱。González-Naranjo 等^[39]研究总结了 1 例 26 周孕妇的 PPV 治疗,该孕妇 PPV 治疗时间超过了国际病例报告中成功 PPV 治疗 16 h 的时间^[13,34,41],并在短短几天的 PPV 治疗中使 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 改善超过 200 mmHg^[41]。而在单胎妊娠、胎龄 ≥ 20 周和 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 比值 <150 mmHg 情况下 PPV 最少持续时间为 12 h^[42]。PPV 结束后,达到氧合指数 ≥ 150 mmHg、吸人气氧浓度 $\leq 60\%$ 或呼气末正压 ≤ 10 cmH₂O 的治疗效果,且持续至少 4 h,说明治疗有效,应结束 PPV^[35]。同时,严重 ARDS 孕妇临近分娩时,最好保持左侧卧位以优化静脉回流,如果持续存在严重的氧合障碍,则将 PPV 推迟到分娩后进行^[2]。

4 严重 ARDS 孕妇 PPV 期间病情观察

在 PPV 操作过程中,常需要经验丰富的多学科团队^[13,41,43],期间需要 4~5 名专业人员进行体位转换^[43],交替使用仰卧位、俯卧位、左侧卧位^[34],同时配合手工制造的定位装置释放腹压^[13,34,43-44]。需要对产妇和胎儿进行持续监测,包括心电图、持续 SpO_2 和胎儿心率,以判断临床状况是否恶化^[36-38]。母胎二元血流动力学评估采用传统的孕妇指数、有创血压、动态参数以及程序化胎心监测进行,相关评估也可通过脐动脉多普勒进行^[13,34,41,43]。在 PPV 期间监测胎儿可能在技术上具有挑战性,相应的临床治疗应用仍需要更多的实践和证据支持^[43]。孕周 ≥ 25 周时,需要在分娩前和恢复仰卧位后立即评估相应参数,如果孕妇病情恶化,则仅在 PPV 期间进行心脏造影^[42],且临床护理目标是尽可能延长孕妇 PPV 治疗时间。同时,研究指出 PPV 开始治疗后 10~15 min 心电图、 SpO_2 和胎儿心率没有改善,血流动力学失调恶化,或者孕妇恢复仰卧位后仍无明显改善,则应停止 PPV^[36-38]。定期评估胎儿健康状况,并通过多学科会诊对孕产妇进行监测,对于优化严重 ARDS 的孕产妇和胎儿预后至关重要^[41]。

5 严重 ARDS 孕妇 PPV 的应用效果

5.1 临床疗效 相关文献指出,尽管支持 PPV 应用在 ARDS 病例的证据有限,但该方法已被建议用于干预 ARDS 孕妇,且不会使胎儿暴露于任何风险^[45-46]。在对健康且怀孕 3 个月的受试者进行的一项研究中发现,孕妇对 PPV 的耐受性良好,没有任何明显的血液动力学影响或胎儿窘迫的迹象^[47]。2009 年 Kenn 等^[48]首次报道了 PPV 治疗 ARDS 孕妇的病例(1 例妊娠 34 周的孕妇因钝性胸部创伤导致 ARDS 而接受 PPV 治疗),结果表明,PPV 的疗效显著。随后,2014 年 Samanta 等^[41]描述了 1 名妊娠 31 周的孕妇因甲型 H1N1 流感导致难治性 ARDS 的病例,并在连续 3 个周期的 PPV 治疗后改善了氧合。2020 年 Barile 等^[34]报告 1 例 27 周严重 ARDS 孕妇通过 PPV 治疗

的患者,该孕妇由于入住 ICU 后第 3 天出现严重的气体交换障碍,决定采用 PPV 作为抢救疗法,并在之后的治疗中孕妇 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 值保持在 100 mmHg 以上。入住 ICU 后 15 d,孕妇能够自主呼吸,需氧量减少。可见,PPV 可以有效改善妊娠晚期严重 ARDS 患者的呼吸气体交换。从 2021 年开始,PPV 用于严重 ARDS 孕妇的病例个案报道和经验在逐渐增加。Testani 等^[49]报告 1 例 28 周 ARDS 孕妇,孕妇在住院第 3 天,仍需持续 8 L/min 的高流量鼻导管吸氧,于是决定将孕妇置于 PPV 以补充氧气,随即孕妇的 SpO_2 从 0.95 上升到 1.00。该孕妇保持 PPV 约 4 h,氧流量从 8 L/min 调整至 3 L/min, SpO_2 为 0.98~1.00,此例孕妇在之后多次进行 PPV 治疗直至痊愈出院。Arasu 等^[50]报告 1 名孕 20 周的严重 ARDS 孕妇,在 ICU 连续 3 d 行 PPV 治疗,且每天干预时长为 8 h。在此期间,氧合指数和肺顺应性明显改善,PPV 治疗 1 d 后拔除了插管,1 周后痊愈出院。Jacobson 等^[51]研究指出,严重 ARDS 孕妇采用 PPV 是安全可行的,并在常规的 16~18 h PPV 后,氧合得到良好的改善,且未对胎儿形成长期危害。这与 Pourdowlat 等^[52]研究结果一致:建议 ARDS 孕妇考虑 PPV 治疗。另 De Giorgi 等^[53]报告了 1 例 23 周的孕妇于入院第 7 天出现严重的气体交换障碍,而后展开 24 h PPV 治疗,干预结束后 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 稳定在 170~300 mmHg。虽然短期 PPV 应用于严重 ARDS 孕妇的效果显著,但未来还需要更大规模的研究来评估延长每日 PPV 对严重 ARDS 孕妇和新生儿结局的临床疗效。

5.2 并发症管理 PPV 的主要并发症包括颜面部水肿、压力性损伤、气道相关并发症、胃内容物反流/误吸及血流动力学紊乱等^[54]。虽然缺乏随机对照试验,但一般 ARDS 患者的并发症包括气压创伤、出血、一过性低血压和短暂性缺氧,这些都可能对胎儿不利^[55]。PPV 治疗严重 ARDS 孕妇可能出现的并发症包括血流动力学不稳定^[13,44]、氧饱和度恶化^[13]、压力损伤^[13,34]和面部水肿^[13]。同时,在孕妇群体中使用 PPV 存在一些挑战和问题,如采用的胸部垫和骨盆垫必须有足够的高度,以避免腹部和主动脉受压以及随之而来的低血压。严重 ARDS 孕妇使用 PPV 治疗时^[34],头部应放置防压疮环形保护垫;肩部和大腿放置泡沫敷料;防压疮床垫在达到腹部压力时水平放气以免受压;双臂与身体对齐,双肩保持中立位;可选择反向 Trendelenburg 体位(仰卧患者的头以 40~45°的角度高于下肢)以减少面部和头部肿胀。

6 小结

妊娠期 ARDS 是 ICU 中最复杂、最具挑战性的病症之一,PPV 已被证明可以降低 ARDS 患者的病死率,但严重 ARDS 孕妇行 PPV 治疗的证据有限,且关于胎儿直接损伤、主动脉腔静脉压迫和胎儿监测的数据很少。严重 ARDS 孕妇 PPV 治疗需要考虑妊娠

的生理解剖变化、胎儿对胎盘血流量减少的易感性及与重症监护实践的有机结合。医护人员同时面临着母体和胎儿两个生命的管理压力,且目前大多数临床试验都将孕妇排除在外,因此没有明确的循证指南和专家共识。未来,应更加关注此类人群的临床实践与研究。此外,管理严重 ARDS 孕妇需要了解妊娠期间的呼吸和循环生理,需要由重症监护专家、产科医生和新生儿专家组成的多学科团队。最后,必须建立系统多学科护理计划,为患有严重 ARDS 的孕妇提供最高质量的护理,以促进母体和胎儿的最佳结局。

参考文献:

- [1] Rush B, Martinka P, Kilb B, et al. Acute respiratory distress syndrome in pregnant women[J]. *Obstet Gynecol*, 2017, 129(3): 530-535.
- [2] Cole D E, Taylor T L, McCullough D M, et al. Acute respiratory distress syndrome in pregnancy[J]. *Crit Care Med*, 2005, 33(10 Suppl): S269-S278.
- [3] Catanzarite V, Willms D, Wong D, et al. Acute respiratory distress syndrome in pregnancy and the puerperium: causes, courses, and outcomes[J]. *Obstet Gynecol*, 2001, 97(5Pt1): 760-764.
- [4] Vasquez D N, Estenssoro E, Canales H S, et al. Clinical characteristics and outcomes of obstetric patients requiring ICU admission[J]. *Chest*, 2007, 131(3): 718-724.
- [5] Lapinsky S E. Management of acute respiratory failure in pregnancy[J]. *Semin Respir Crit Care Med*, 2017, 38(2): 201-207.
- [6] Oliveira C, Lopes M A B, Rodrigues A S, et al. Influence of the prone position on a stretcher for pregnant women on maternal and fetal hemodynamic parameters and comfort in pregnancy[J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2017, 72(6): 325-332.
- [7] Fan E, Del Sorbo L, Goligher E C, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice guideline: mechanical ventilation in adult patients with acute respiratory distress syndrome[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2017, 195(9): 1253-1263.
- [8] Cho Y J, Moon J Y, Shin E S, et al. Clinical practice guideline of acute respiratory distress syndrome[J]. *Tuberc Respir Dis (Seoul)*, 2016, 79(4): 214-233.
- [9] 中华医学会呼吸病学分会呼吸危重症医学学组. 急性呼吸窘迫综合征患者机械通气指南(试行)[J]. *中华医学杂志*, 2016, 96(6): 404-424.
- [10] Gorordo-Delsol L A, Mandolado-Beltrán I, Rodríguez-Peredo A, et al. Prolonged and uninterrupted prone position in acute respiratory distress syndrome[J]. *Crit Care Med*, 2021, 49(8): e809-e810.
- [11] Tolcher M C, McKinney J R. Prone positioning in intubated pregnant patient[EB/OL]. (2020-06-17)[2023-04-18]. <https://journals.lww.com/greenjournal/pages/video.aspx?autoplay=false&v=144>.
- [12] da Saúde M. Manual de recomendações para a assistência à gestante e puérpera frente à pandemia de Covid-19[EB/OL]. (2021-02-08)[2023-04-18]. <https://aps.saude.gov.br/biblioteca/visualizar/MjA2Nw==>.
- [13] Tolcher M C, McKinney J R, Eppes C S, et al. Prone positioning for pregnant women with hypoxemia due to coronavirus disease 2019 (COVID-19)[J]. *Obstet Gynecol*, 2020, 136(2): 259-261.
- [14] Shah R D, Wunderink R G. Viral pneumonia and acute respiratory distress syndrome[J]. *Clin Chest Med*, 2017, 38(1): 113-125.
- [15] Saguil A, Fargo M V. Acute respiratory distress syndrome: diagnosis and management[J]. *Am Fam Physician*, 2020, 101(12): 730-738.
- [16] Vasudeva A, Bhat R G, Ramachandran A, et al. Infection and acute respiratory distress syndrome during pregnancy: a case series of preventable maternal deaths from southern India[J]. *J Infect Public Health*, 2013, 6(1): 55-57.
- [17] Rubenfeld G D, Caldwell E, Peabody E, et al. Incidence and outcomes of acute lung injury[J]. *N Engl J Med*, 2005, 353(16): 1685-1693.
- [18] Muthu V, Agarwal R, Dhooria S, et al. Epidemiology, lung mechanics and outcomes of ARDS: a comparison between pregnant and non-pregnant subjects[J]. *J Crit Care*, 2019, 50: 207-212.
- [19] Bhatia P K, Biyani G, Mohammed S, et al. Acute respiratory failure and mechanical ventilation in pregnant patient: a narrative review of literature[J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2016, 32(4): 431-439.
- [20] Mighty H E. Acute respiratory failure in pregnancy[J]. *Clin Obstet Gynecol*, 2010, 53(2): 360-368.
- [21] Bandi V D, Munnur U, Matthay M A. Acute lung injury and acute respiratory distress syndrome in pregnancy[J]. *Crit Care Clin*, 2004, 20(4): 577-607.
- [22] ARDS Definition Task Force, Ranieri V M, Rubenfeld G D, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin definition[J]. *JAMA*, 2012, 307(23): 2526-2533.
- [23] Lim M J, Lakshminrusimha S, Hedriana H, et al. Pregnancy and severe ARDS with COVID-19: epidemiology, diagnosis, outcomes and treatment[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2023, 28(1): 101426.
- [24] Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group. Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. [J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2015, 16(5): 428-439.
- [25] Schwarz M I, Albert R K. "Imitators" of the ARDS: implications for diagnosis and treatment [J]. *Chest*, 2004, 125(4): 1530-1535.
- [26] 贺梦雅, 马玉燕. 妊娠期急性呼吸窘迫综合征诊治[J]. *中华产科急救电子杂志*, 2016, 5(2): 86-91.
- [27] Wastnedge E A N, Reynolds R M, Boeckel S R V, et al. Pregnancy and COVID-19[J]. *Physiol Rev*, 2021, 101(1): 303-318.
- [28] Chen M, Zeng J, Liu X, et al. Changes in physiology and immune system during pregnancy and coronavirus infection: a review[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2020, 255:

- 124-128.
- [29] Camporota L, Cronin J N, Busana M, et al. Pathophysiology of coronavirus-19 disease acute lung injury[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2022, 28(1): 9-16.
 - [30] Camporota L, Chiumello D, Busana M, et al. Pathophysiology of COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome[J]. *Lancet Respir Med*, 2021, 9(1): e1.
 - [31] Close A, Gimovsky A, Macri C. Adult respiratory distress disorder due to legionnaires disease in pregnancy: a case report[J]. *J Reprod Med*, 2016, 61(1-2): 83-86.
 - [32] 金镇, 王晓岩. 妊娠合并急性呼吸窘迫综合征的诊治[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2011, 27(2): 96-99.
 - [33] Guérin C, Albert R K, Beitler J, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom[J]. *Intensive Care Med*, 2020, 46(12): 2385-2396.
 - [34] Barile L, Cerrano M, Locatelli A, et al. Prone ventilation in a 27 week pregnant woman with COVID-19 severe ARDS[J]. *Signa Vitae*, 2020, 16(1): 199-202.
 - [35] Malhotra A. Prone ventilation for adult patients with acute respiratory distress syndrome[EB/OL]. (2022-11-23) [2023-04-18]. <https://www.uptodate.com/contents/prone-ventilation-for-adult-patients-with-acute-respiratory-distress-syndrome>.
 - [36] Coppo A, Bellani G, Winterton D, et al. Feasibility and physiological effects of prone positioning in non-intubated patients with acute respiratory failure due to COVID-19 (PRON-COVID): a prospective cohort study[J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8(8): 765-774.
 - [37] Elharrar X, Trigui Y, Dols A M, et al. Use of prone positioning in nonintubated patients with COVID-19 and hypoxemic acute respiratory failure[J]. *JAMA*, 2020, 323(22): 2336-2338.
 - [38] Sartini C, Tresoldi M, Scarpellini P, et al. Respiratory parameters in patients with COVID-19 after using noninvasive ventilation in the prone position outside the intensive care unit [J]. *JAMA*, 2020, 323(22): 2338-2340.
 - [39] González-Naranjo D, Molina-Chailán P, Galleguillos-Pearson M. Posición prono en embarazada con neumonía grave por COVID-19 [J]. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 2022, 38(1): 37-42.
 - [40] Schnettler W T, Al Ahwel Y, Suhag A. Severe acute respiratory distress syndrome in coronavirus disease 2019-infected pregnancy: obstetric and intensive care considerations [J]. *Am J Obstet Gynecol MFM*, 2020, 2(3): 100120.
 - [41] Samanta S, Samanta S, Wig J, et al. How safe is the prone position in acute respiratory distress syndrome at late pregnancy? [J]. *Am J Emerg Med*, 2014, 32(6): 687. e1-e3.
 - [42] Osmundo G S Jr, Paganotti C F, da Costa R A, et al. Prone positioning: a safe and effective procedure in pregnant women presenting with severe acute respiratory distress syndrome[J]. *Vaccines (Basel)*, 2022, 10(12): 2182.
 - [43] Ray B R, Trikha A. Prone position ventilation in pregnancy: concerns and evidence[J]. *J Obstetr Anaesth Crit Care*, 2018, 8(1): 7-9.
 - [44] Cortés K P P, Deloya Tomas E, Nieto O R P, et al. Síndrome de dificultad respiratoria aguda severo en el embarazo. Revisión de la literatura y reporte de dos casos [J]. *Medicina Crítica*, 2019, 33(4): 209-214.
 - [45] Akatsuka M, Tatsumi H, Yama N, et al. Therapeutic evaluation of computed tomography findings for efficacy of prone ventilation in acute respiratory distress syndrome patients with abdominal surgery[J]. *J Crit Care Med (Targu Mures)*, 2020, 6(1): 32-40.
 - [46] Scaramuzza G, Ball L, Pino F, et al. Influence of positive end-expiratory pressure titration on the effects of pronation in acute respiratory distress syndrome: a comprehensive experimental study[J]. *Front Physiol*, 2020, 11: 179.
 - [47] Dennis A T, Hardy L, Leeton L. The prone position in healthy pregnant women and in women with preeclampsia: a pilot study[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2018, 18(1): 445.
 - [48] Kenn S, Weber-Carstens S, Weizsaecker K, et al. Prone positioning for ARDS following blunt chest trauma in late pregnancy[J]. *Int J Obstet Anesth*, 2009, 18(3): 268-271.
 - [49] Testani E, Twiehaus S, Waters T, et al. Conscious prone positioning in a pregnant patient with COVID-19 respiratory distress: a case report and review[J]. *Case Rep Womens Health*, 2021, 31: e00339.
 - [50] Arasu M, Swaminathan N, Cherian A, et al. Prone ventilation in a pregnant patient with scrub typhus-induced acute respiratory distress syndrome[J]. *BMJ Case Rep*, 2021, 14(4): e242870.
 - [51] Jacobson J, Antony K, Beninati M, et al. Use of dexamethasone, remdesivir, convalescent plasma and prone positioning in the treatment of severe COVID-19 infection in pregnancy: a case report[J]. *Case Rep Womens Health*, 2021, 29: e00273.
 - [52] Pourdowlat G, Mikaeilvand A, Eftekhariyazdi M, et al. Prone-position ventilation in a pregnant woman with severe COVID-19 infection associated with acute respiratory distress syndrome[J]. *Tanaffos*, 2020, 19(2): 152-155.
 - [53] De Giorgi F, Greco P, Spadaro S, et al. Recurrent pneumothorax after Cesarean delivery in the critically ill pregnant with severe COVID-19 ARDS: a case report [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2022, 26(5): 1765-1769.
 - [54] 陈婷, 李秋萍, 姜利. 俯卧位通气的应用与并发症管理研究进展[J]. *护理学杂志*, 2020, 35(22): 15-18.
 - [55] Epelboin S, Labrosse J, De Mouzon J, et al. Obstetrical outcomes and maternal morbidities associated with COVID-19 in pregnant women in France: a national retrospective cohort study[J]. *PLoS Med*, 2021, 18(11): e1003857.