

妊娠合并重度肺动脉高压1例并文献复习

王一人¹, 徐金娥^{2*}

¹青岛大学医学部, 山东 青岛

²青岛大学附属医院妇产科, 山东 青岛

收稿日期: 2023年9月19日; 录用日期: 2023年10月13日; 发布日期: 2023年10月19日

摘要

目的: 分析妊娠合并肺动脉高压患者临床特征及诊疗经过, 为妊娠合并肺动脉高压的治疗提供临床思路。方法: 分析我院1例停经35周5天, 诊断为妊娠合并重度肺动脉高压患者的诊治过程, 并结合相关文献进行论述。结果: 患者经多学科评估后在硬膜外麻醉下行剖宫产术, 手术顺利, 术后于重症医学科及产科予以吸氧、抗感染、波生坦降肺动脉压、促进子宫复旧等治疗, 病情好转后出院, 出院后门诊随访。结论: 妊娠合并肺动脉高压是一种进展性、预后差、死亡率较高的异质性疾病, 选择适宜的药物及手术方案、孕期及产后的多学科管理对于母婴安全尤为重要。

关键词

孕期管理, 肺动脉高压, 多学科管理

Pregnancy in Severe Pulmonary Hypertension: A Case Report and Literature Analysis

Yiren Wang¹, Jine Xu^{2*}

¹The Medical College of Qingdao University, Qingdao Shandong

²Department of Obstetrics and Gynecology, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: Sep. 19th, 2023; accepted: Oct. 13th, 2023; published: Oct. 19th, 2023

Abstract

Objective: To analyze the clinical characteristics and treatment process of pregnant patients with

*通讯作者 Email: 821959998@qq.com

pulmonary hypertension, and to provide clinical ideas for the treatment of pregnancy with pulmonary hypertension. Methods: The diagnosis and treatment process of a patient with 35 weeks and 5 days of menopause diagnosed as pregnant with severe pulmonary hypertension in our hospital was analyzed, and related literature was combined to discuss. **Results:** After multidisciplinary evaluation, the patient underwent cesarean section under epidural anesthesia, and the operation was successful. After the operation, the patient was treated with oxygen inhalation, anti-infection, Bosentan to reduce pulmonary artery pressure and promote uterine rehabilitation in the Department of Intensive Care Medicine and obstetrics. After the condition improved, she was discharged from the hospital. **Conclusion:** Pregnancy complicated with pulmonary hypertension is a heterogeneous disease with progression, poor prognosis and high mortality. The selection of appropriate drugs and surgical protocols, and multidisciplinary management during pregnancy and postpartum are particularly important for the safety of mother and child.

Keywords

Pregnancy Management, Pulmonary Hypertension, Multidisciplinary Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

肺动脉高压(pulmonary hypertension, PH)是一种由不同发病机制导致肺血管阻力进行性升高,肺血管结构或功能发生改变,静息时右心导管测肺动脉平均压 ≥ 25 mmHg 为特征[1]的疾病,临床表现缺乏特异性,主要表现为劳累后呼吸困难、胸闷、胸痛、晕厥。妊娠合并 PH 是一种严重威胁母婴安全的产科合并症,患者大多患有原发疾病,预后较差,死亡率高达 30%~56% [2]。由于妊娠期全身血容量增加、机体凝血功能及激素水平改变[3],母体发生心力衰竭、肺动脉破裂、猝死等事件的风险升高,胎儿可能出现流产、早产、新生儿呼吸窘迫综合征、早产儿缺血缺氧性脑病、胎儿生长受限甚至死亡等不良结局,因此对患者围产期的评估与管理尤为重要。本文通过 1 例妊娠合并重度 PH 患者的临床资料结合相关文献进行分析,现详细报告如下。

2. 病情摘要

患者宋某,女性,29岁,于2022年09月15日10:48收入青岛大学附属医院妇产科。患者既往先天性心脏病、肺动脉高压病史20余年,曾于2019年不规则服用波生坦3盒对症治疗。患者9年前于外院检查梅毒 TPPA 提示阳性,已行青霉素治疗三疗程。2022-07-05 于诸城市人民医院行 RPR 检查提示:阳性, RPR 滴度: 1:1。患者平素月经规律,末次月经: 2011-01-08,停经 30 余天自测尿妊娠试验阳性,停经 40 余天感恶心呕吐等早孕反应,早孕反应轻,不影响日常生活。停经 7 周 5 天 B 超提示“宫内早孕,符合停经天数”。停经 4 余月自觉胎动,持续良好。患者孕期定期产检,NT、唐筛、OGTT 及胎儿系统超声未见明显异常。2022-08 于诸城市人民医院超声心动图示:先天性心脏病,完全性心内膜垫缺损,房水平双向分流,房室瓣返流(中度),肺动脉高压(重度),左房大。无明显胸闷、憋气等不适,一般体力活动不受限。2022-09-14 于青岛市市立医院行心脏超声示:先天性心脏病,完全性心内膜垫缺损,室水平双向分流,房室瓣返流(中度),肺动脉高压(重度),左心大,左室壁及右室壁增厚,主肺动脉增宽。孕 33 周时诸城市妇幼保健院予以地塞米松促肺胎成熟,2022-09-13 于青岛市市立医院再次予以地塞米松促胎

肺成熟。入院当日无阴道流血、流液, 无明显胸闷、憋气, 收入院。患者孕期饮食睡眠可, 大小便无异常, 体重增长约 14 kg。既往无手术史, 个人史、家族史无特殊。入院查体: T: 36.6°C P: 133 次/分 R: 21 次/分 BP: 127/84 mmHg。发育正常, 神志清楚, 皮肤粘膜无黄染, 浅表淋巴结无肿大。口唇轻度紫绀。心尖区可闻及 3 级吹风样杂音。腹部膨隆, 无压痛。宫高: 30 cm, 腹围: 92 cm, 先露臀, 浮, 胎方位: RST, 胎心率: 140 次/分, 未扪及宫缩。无阴道流血流液。余未检。入院后完善检查, 心脏超声: 1. M 型 + 二维 + 彩色多普勒: 1) 左房、左室扩大, 右房室腔大小正常。2) 升主动脉内径约 2.7 cm。主肺动脉轻度扩展。3) 室间隔心肌轻度肥厚, 左室游离壁心肌厚度正常。右室壁心肌肥厚约 0.8 cm。4) 心脏十字交叉结构异常, 房间隔下部缺失约 1.3 cm, 室间隔流入道部缺失约 1.7 cm, 房室水平左→右为主的双向分流。5) 二、三尖瓣正常结构消失, 代之以共同房室瓣, 各有腱索连于室间隔缺损断端之上, 共同房室瓣闭合不全, 左房室瓣见中-重度收缩期反流, 右房室瓣见中度收缩期反流。6) 心包腔内未见液性暗区。7) 下腔静脉内径正常, 呼吸变异大于 50%, 估测右房压 3 mmHg, 肺动脉收缩压 113 mmHg。8) 主动脉弓正常左位, 弓降部未见缩窄或离断。2. 彩色室壁动力学 + 超声斑点追踪 + 组织多普勒: 左室壁节段性运动未见异常。3. 左心室收缩功能测定: LVEF 60%。4. 右心室功能测定: TAPSE 2.0 cm。5. 肺动脉压力测定: PASP 105 mmHg。1. 先天性心脏病 心内膜垫缺损(完全型)(流入道室间隔缺损、原发孔房间隔缺损、共同房室瓣形成)左房室瓣反流(中-重度)右房室瓣反流(中度) 肺动脉高压(重度) 其他征象: 左房扩大、左室扩大、室间隔心肌肥厚、右室心肌肥厚胎儿超声: 单胎, 右骶横。双顶径 8.36 cm, 头围 30.12 cm, 股骨长 6.16 cm, 腹围 29.41 cm。胎盘位于子宫后壁, 胎盘成熟度: I 级。胎盘边缘隆起, 突向羊膜腔。羊水指数: 15.56 cm。脐动脉血流参数: S/D: 2.81; PI: 1.01; RI: 0.64。胎心率: 141 次/分, 律齐。胎儿脐动脉血流频谱测值正常范围 轮廓状胎盘 血气分析: 氧分压 53.00 mmHg, 二氧化碳分压 29.00 mmHg, 氧饱和度 84.60%, 氧合血红蛋白 83.00%。BNP 75.59 pg/ml。入院诊断: 1. 妊娠合并肺动脉高压(重度); 2. 孕 35 周 5 天 G1P0; 3. 妊娠合并先天性心脏病; 4. 妊娠合并心脏扩大; 5. 先天性心内膜垫缺损; 6. 心肌肥厚; 7. 胎儿生长发育迟缓; 8. 妊娠合并梅毒; 9. 初产臀位; 10. 心功能 II 级(NYHA 分级)。患者病情危重, 入院后上报医务处, 请心内科、心外科、麻醉科、ICU、新生儿科会诊。向患者及家属交代病情, 患者孕 35 周 + 5 天, 重度肺动脉高压, 先天性心内膜垫缺损, 病情危重, 妊娠风险等级红色, 需尽快终止妊娠。术中、术后风险极大, 极有可能发生猝死、肺动脉破裂、心衰可能。且现胎儿未足月, 胎儿生长受限, 妊娠合并梅毒, 新生儿生后可能染色体及基因异常、胎儿畸形、脑瘫、早产儿缺血缺氧性脑病、坏死性小肠炎、新生儿呼吸窘迫综合征、颅内出血、高胆红素血症等。遂充分术前准备、请全院相关科室会诊评估围手术期风险并制定应急方案, 上报医务处, 与患者及家属充分沟通病情及治疗方案, 征得患者及家属同意于 2022 年 09 月 16 日手术顺利, 于 09:41 娩出一男婴, Apgar 评分 1~10 分钟均为 10 分, 体重 2200 g。羊水清, 胎盘胎膜娩出完整, 探查子宫及双侧附件未见明显异常, 查无渗血。术中出血约 300 ml, 术后患者生命体征平稳, 血压 110/70 mmHg, 转重症医学科予以降肺动脉压、监护心功能、抗感染、补液、抑酸保胃、预防深静脉血栓、促进宫缩等治疗, 术后第 3 天取出肺动脉导管, 超声心动图示肺动脉收缩压 97 mmHg, 术后第 5 天血氧饱和度 85.70%, BNP 65.49 pg/ml, 转入普通病房给予吸氧、抗生素抗感染、波生坦降肺动脉压、益母草胶囊口服促进子宫复旧等治疗, 患者坚决要求哺乳, 告知哺乳增加心脏负担, 哺乳期可能有病情进展、心功能继续下降、心脏功能衰竭、猝死风险, 该患者仍拒绝回奶。患者术后第 6 天超声心动图示肺动脉收缩压 115 mmHg, 术后第 7 日要求自动离院, 建议继续住院治疗, 告知患者病情危重, 自动出院后可能发生心脑血管意外、猝死可能, 患者及家属仍坚决要求出院并签字。遂于术后第 7 天自动离院, 出院诊断: 1. 妊娠合并肺动脉高压(重度); 2. 孕 35 周 6 天 G1P1; 3. 妊娠合并先天性心脏病; 4. 妊娠合并心脏扩大; 5. 先天性心内膜垫缺损; 6. 心肌肥厚; 7. 胎儿生长发育迟缓; 8. 妊娠合并梅毒; 9. 初产臀位; 10. 心功能 II 级(NYHA 分级); 11. 早

产; 12. 分娩伴心力衰竭, 出院后门诊随诊。

3. 讨论

3.1. 临床特征

妊娠合并 PH 患者大多存在先心病等原发基础疾病, 可表现为原发病的临床特征, 也可表现为肺动脉高压所致进行性右心功能不全的临床特征[4], 如憋气、胸闷、疲劳等, 活动或劳累后症状易加重, 出现呼吸困难、胸闷、胸痛、晕厥、咯血等, 临床症状不典型、无特异性, 易漏诊、易于其他疾病混淆。妊娠合并 PH 患者查体可发现第二心音亢进及固定分裂、奔马律等心脏体征[5], 部分患者出现心前区听诊杂音。发绀、水肿、杵状指等体征较常见, 肺动脉压力越高, 上述体征发生的概率越高[6]。

3.2. 诊断性检查

肺动脉导管压力测定是确诊 PH 的金标准。海平面静息状态下, 右心导管测定的肺动脉平均压力(mean pulmonary arterial pressure, m PAP) ≥ 25 mm Hg, 即诊断为 PH [1]。但该检查为有创性检查, 妊娠合并 PH 患者不应常规进行此项检查。超声心动图(UCG)可无创、快速监测心脏及血管的形态结构和功能, 推荐对妊娠合并 PH 疑诊患者进行超声心动图筛查[7], 对确诊患者可行超声心动图以了解病情变化及进展。此外, 可根据患者病情选择所需完善的实验室检查, 包括血常规、血生化、凝血功能、免疫系统疾病筛查、基因检测、脑钠肽(BNP)或 N 末端 B 型利钠肽原(NT-proB-NP)、甲状腺功能及动脉血气分析等, 必要时可进行 6 min 步行距离、心肺运动试验等检查, 以便于了解疾病严重程度, 进行 PH 的原发疾病诊断和病因诊断[8] [9]。

3.3. 孕期管理

妊娠合并 PH 属于高危妊娠, 《2018 ESC 妊娠期心血管疾病管理指南》提出, 肺动脉高压患者建议避免妊娠, 一旦发生妊娠应由多学科综合管理与评估, 定制个体化治疗方案[10]。按照 2016 年我国妊娠合并心脏病的诊治专家共识, 轻度、中度妊娠合并 PH 患者肺动脉压力值分别为 <50 mmHg、 $50\sim 80$ mmHg, 妊娠风险分别对应 III 级、IV 级; 重度妊娠合并 PH 患者肺动脉压力 ≥ 80 mmHg, 妊娠风险为 V 级, 属于妊娠禁忌症, 部分 PH 患者未行严格避孕, 如若坚决要求继续妊娠, 需多学科专家在孕期、分娩期和产褥期对母儿进行严密监护与治疗[11]。孕早期合并 PH 患者应终止妊娠, 据 Zehra Nihal Dolgun [12]统计只有 13% 的孕早期患者选择终止妊娠, 与患者对疾病严重程度认知不足、患者继续妊娠的意愿强烈有关。继续妊娠患者的分娩时机选择尚无共识[13], 应根据具体病情综合考虑, 评估母体及胎儿情况后决定终止时机, 一旦病情变化应随时终止妊娠。

3.3.1. 一般管理及支持治疗

患者在妊娠期间应注意休息, 合理膳食, 控制入量, 避免肺部感染及劳累, 以免加重心脏负担[14]。可给予吸氧支持治疗, 氧疗目标为维持 $\text{PaO}_2 > 70$ mmHg、血氧饱和度 $> 90\%$ [14] [15], 改善血液动力学, 避免低氧血症对母儿造成影响。在监护肝肾功能的前提下给予利尿剂, 可促进症状缓解、减轻循环系统压力[1]。妊娠期血流动力发生改变, 为预防血栓形成, 给予低分子肝素等抗凝治疗[15], 妊娠期间监护凝血功能。

3.3.2. PH 靶向药物治疗

Ting [13]等学者基于 MEDLINE 等数据库的分析发现 48% 的妊娠合并 PH 患者在妊娠期间接受了靶向药物治疗。其中 27% 的患者应用了前列环素类似物, 此类药物为应用最多的药物, 其次是 5-磷酸二酯酶

抑制剂(24%)和钙通道阻滞剂(6%)。如患者孕前使用内皮素受体拮抗剂、可溶性鸟苷酸环化酶激动剂等药物, 怀孕后应立即停用[16]。Jinglan Zhang [17]基于安贞医院 17 例妊娠合并 PH 患者的研究发现 15 例(88.2%)患者在分娩或终止妊娠前 1~28 天口服西地那非、吸入伊洛前列素或曲前列素, 另外 2 例因病情危重, 入院后行急症剖宫产终止妊娠, 失去孕期应用靶向药物治疗的机会。17 例患者中的 3 例分别于术后第 3、4、5 天死于难治性右心衰竭, 其中包括 2 例未行 PH 靶向治疗的患者。

3.3.3. 分娩管理

对于情况稳定的 PH 患者, 建议在妊娠 34~36 周计划分娩[15]。对于 PH 患者的最佳终止妊娠方式尚无定论, 部分学者[16] [17]认为经阴分娩过程中的 Valsalva 动作及宫缩等可增加心肌耗氧量, 加重右心负担, 建议选择剖宫产终止妊娠。术前给予患者放置肺动脉导管, 对于评估血液动力学状态有积极作用, 有助于监测病情, 便于术中给予药物治疗。术前需多学科再次评估, 一旦决定行剖宫产终止妊娠, 需与患者及家属充分交代风险, 做好可选择的首选治疗方案及备选方案, 备好体外膜肺氧合(ECMO)预防呼吸衰竭及循环衰竭, 获取肺动脉高压专家、新生儿科、重症医学科、麻醉科等多学科专科支持。术前多学科会诊应该制定术中麻醉方法、术中血流动力学监测方案、肺动脉高压(PHC)等不良事件发生的应对策略、术后镇痛及治疗用药方案等[18]。指南中提出首选的麻醉方法是硬膜外麻醉[7] [10], Phoophiboon [19]认为目前麻醉医生更倾向于选择椎管内麻醉。对于存在椎管内麻醉禁忌者, 全身麻醉是最佳选择。全身麻醉可以有效消除患者紧张情绪, 有助于循环控制和呼吸, 需要机械通气的抗凝治疗或心力衰竭患者应考虑全身麻醉[18]。所有妊娠合并 PH 患者术中常规行心率、无创血压、无创指脉氧饱和度及动态心电图等监测方案, 对于心功能 III 及以上的患者加行有创动脉血压、血气分析、中心静脉压等监测方案, 重症患者监测心排出量[20]。术中注意维持生命体征平稳, 严格控制液体出入量, 避免回心血量短时间内出现较大改变, 根据血气分析结果调整用药, 维持患者体内电解质及酸碱平衡, 减少术中血流动力学波动事件发生[18]。PHC 患者可表现为顽固性低氧饱和度降低和低血压, 术中一旦发生 PHC, 需使用血管活性药物等, 例如去甲肾上腺素、多巴酚丁胺、西地兰、米力农等[20], 以便于改善冠状动脉灌注和心肌收缩性, 舒张肺血管。PHC 引起心脏骤停时应给予心肺复苏, 紧急体外膜肺氧合(ECMO) [21]也有助于 PHC 患者的抢救。术后治疗用药方案应包括镇静镇痛药、血管舒张药物、抗凝药物、利尿剂等, PAH 靶向治疗、抗心力衰竭、抗血栓形成和抗感染治疗建议持续到患者病情平稳后出院[22]。

3.4. 产后管理

3.4.1. 产妇产后管理

产后母体血流动力学短时间内变化较大, 发生意外的可能性较大, PH 妇女的大多数产后并发症是呼吸困难、发绀、咳血、肺动脉高压危象, 最常见的死亡原因为失代偿性心力衰竭、心源性猝死和肺血栓栓塞[16] [23]。产后第一个月的管理尤为重要, 不能因为妊娠终止而忽视对产妇的监测与管理。术后应将患者转入重症医学科[23], 当心功能、PAP 和其他生命体征相对稳定时, 可转入普通病房进一步治疗[18]。术后继续接受降肺动脉压靶向药物治疗, 每天行超声心动图检查, 术后第 3~5 天取出肺动脉导管[17], 病情好转出院后定期专科门诊复诊。

3.4.2. 新生儿管理

在母体合并 PH 的情况下, 新生儿发生早产的可能性极高(22%~78%), 死亡率约为 10% [18]。由于孕周较小, 新生儿发生呼吸窘迫综合征的风险上升, 需要新生儿科备好新生儿复苏、气管插管等抢救设备及药物。此外, 还有新生儿肺透明膜病、新生儿黄疸、低血糖、缺氧缺血性脑病、肺部及颅脑感染等风险发生, 且新生儿胎龄越小, 出生体重越低, 存活率越低。需在新生儿科住院治疗并观察。

在本文报道的病例中, 该患者既往先天性心脏病、肺动脉高压病史 20 余年, 未规律药物治疗, 停经 35 周 5 天时住院拟终止妊娠, 妊娠期间 PH 症状不明显, 孕晚期超声心动图显示为重度 PH (肺动脉收缩压 113 mmHg), 住院后第 2 天急症行剖宫产术终止妊娠。该患者终止妊娠后于重症医学科监护, 术后第 2 天下肢血管超声未见明显异常, 术后第 3 天取出肺动脉导管, 术后定期复查超声心动图及 BNP、血气分析等相关检查检验, 病情稳定后转入普通病房专科治疗。为减少心脏负担, 避免哺乳期发生病情进展、心功能继续下降、心脏功能衰竭、猝死等不良事件, 建议患者回奶, 同时建议患者继续住院监护观察, 但患者坚决拒绝。总而言之, 妊娠合并 PH 患者风险较大, 死亡率较高, 应保持患者血流动力学相对稳定, 制定个体化方案, 并根据病情变化灵活调整, 做好多学科管理, 术后严密监测肺动脉压及生命体征, 出院后严密随访。

参考文献

- [1] Maron, B.A., Abman, S.H., Elliott, C.G., Frantz, R.P., Hopper, R.K., Horn, E.M., Nicolls, M.R., Shlobin, O.A., Shah, S.J., Kovacs, G., et al. (2021) Pulmonary Arterial Hypertension: Diagnosis, Treatment, and Novel Advances. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, **203**, 1472-1487. <https://doi.org/10.1164/rccm.202012-4317SO>
- [2] Yang, J.Z., Fernandes, T.M., Kim, N.H., Poch, D.S., Kerr, K.M., Lombardi, S., Melber, D., Kelly, T. and Papamatheakis, D.G. (2021) Pregnancy and Pulmonary Arterial Hypertension: A Case Series and Literature Review. *American Journal of Obstetrics Gynecology*, **3**, Article ID: 100358. <https://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2021.100358>
- [3] Ballard, W., Dixon, B., McEvoy, C.A. and Verma, A.K. (2021) Pulmonary Arterial Hypertension in Pregnancy. *Cardiology Clinics*, **39**, 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2020.09.007>
- [4] Daraz, Y., Murthy, S. and Wolfe, D. (2022) Pregnancy in Pulmonary Arterial Hypertension: A Multidisciplinary Approach. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, **9**, Article 196. <https://doi.org/10.3390/jcdd9060196>
- [5] Mandras, S.A., Mehta, H.S. and Vaidya, A. (2020) Pulmonary Hypertension: A Brief Guide for Clinicians. *Mayo Clinic Proceedings*, **95**, 1978-1988. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.04.039>
- [6] 凡姝, 耿力. 妊娠合并肺动脉高压 52 例临床特点分析[J]. 现代妇产科进展, 2020, 29(2): 134-137+140.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组, 等. 中国肺动脉高压诊断与治疗指南(2021 版) [J]. 中华医学杂志, 2021, 101(1): 11-51.
- [8] 张军. 妊娠合并肺动脉高压的关注要点[J]. 实用妇产科杂志, 2020, 36(8): 572-575.
- [9] 牛鹏英, 张晓雅, 李盼盼. 不同肺动脉高压患者运动能力与生活质量的差异分析[J]. 河南医学研究, 2022, 31(9): 1622-1626.
- [10] Redita-Zagrosek, V., Roos-Hesselink, J.W., Bauersachs, J., et al. (2019) 2018 ESC Guidelines for the Management of Cardiovascular Diseases during Pregnancy. *Kardiologic Polska*, **77**, 245-326. <https://doi.org/10.5603/KP.2019.0049>
- [11] 林建华, 张卫社, 张军, 等. 妊娠合并心脏病的诊治专家共识(2016) [J]. 中华妇产科杂志, 2016, 51(6): 401-409.
- [12] Dolgun, Z.N., Inan, C., et al. (2018) Maternal and Fetal Outcomes in Pregnancies with Pulmonary Hypertension: Experience of a Tertiary Center. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, **57**, 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.tjog.2017.10.032>
- [13] Low, T.T., Guron, N., Ducas, R., Yamamura, K., Charla, P., et al. (2021) Pulmonary Arterial Hypertension in Pregnancy—A Systematic Review of Outcomes in the Modern Era. *Pulmonary Circulation*, **11**, 1-9. <https://doi.org/10.1177/20458940211013671>
- [14] 张静, 朱睿瑶, 王卓, 等. 妊娠合并心脏病相关肺动脉高压诊疗进展[J]. 武汉大学学报(医学版), 2022, 43(4): 590-595.
- [15] Singh, I., Horn, E. and Haythe, J. (2021) Pulmonary Hypertension in Pregnancy. *Clinics in Chest Medicine*, **42**, 91-99. <https://doi.org/10.1016/j.ccm.2020.10.006>
- [16] Anjum, H. and Surani, S. (2021) Pulmonary Hypertension in Pregnancy: A Review. *Medicina*, **57**, Article 259. <https://doi.org/10.3390/medicina57030259>
- [17] Zhang, J., Lu, J., Zhou, X., Xu, X., Ye, Q., Ou, Q., Li, Y. and Huang, J. (2018) Perioperative Management of Pregnant Women with Idiopathic Pulmonary Arterial Hypertension: An Observational Case Series Study From China. *Journal*

-
- of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **32**, 2547-2559. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2018.01.043>
- [18] Wang, J. and Lu, J. (2021) Anesthesia for Pregnant Women with Pulmonary Hypertension. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, **35**, 2201-2211. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.06.062>
- [19] Phoophiboon, V., Pachinburavan, M., Ruamsap, N., *et al.* (2021) Critical Care Management of Pulmonary Arterial Hypertension in Pregnancy: The pre-, peri- and Post-Partum Stages. *Acute and Critical Care*, **36**, 286-293. <https://doi.org/10.4266/acc.2021.00458>
- [20] 李文澜, 詹丽英, 夏中元, 等. 妊娠合并肺动脉高压患者剖宫产的围麻醉期管理[J]. 武汉大学学报(医学版), 2022, 43(4): 586-589. <http://doi.org/10.14188/j.1671-8852.2022.0142>
- [21] Hoepfer Marius, M. (2023) Extracorporeal Life Support in Pulmonary Hypertension: Practical Aspects. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1772752>
- [22] Shu, T., Feng, P., Liu, X., *et al.* (2021) Multidisciplinary Team Managements and Clinical Outcomes in Patients with Pulmonary Arterial Hypertension during the Perinatal Period. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **8**, Article ID: 795765. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.795765>
- [23] Lindley, K.J., Bairey Merz, C.N., Asgar, A.W., *et al.* (2021) Management of Women with Congenital or Inherited Cardiovascular Disease from Pre-Conception through Pregnancy and Postpartum: JACC Focus Seminar 2/5. *Journal of the American College of Cardiology*, **77**, 1778-1798. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.02.026>