

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.21.011

文章编号: 1005-8982 (2025) 21-0066-06

临床研究·论著

## 妊娠期合并先天性心脏病患者超声影像学指标 与血清脑钠肽和母婴结局的关系分析\*

石冬青<sup>1</sup>, 王侃<sup>2</sup>

(1. 西北妇女儿童医院 超声科, 陕西 西安 710061; 2. 陕西省人民医院 心血管外科, 陕西 西安 712000)

**摘要:** **目的** 探究妊娠期合并先天性心脏病患者超声影像学指标与血清脑钠肽(BNP)水平的关系,以及这些指标对母婴结局的预测价值。**方法** 回顾性分析2020年1月—2023年12月西北妇女儿童医院收治的248例妊娠期合并先天性心脏病患者的临床资料。根据母婴结局分为结局良好组162例和结局不良组86例。采用超声心动图评估心脏结构和功能;比较两组的超声指标、血清BNP水平及美国纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级;采用Spearman法分析超声指标、血清BNP水平与NYHA分级的相关性;采用多因素一般Logistic回归模型分析影响母婴结局的危险因素,并绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估该模型对母婴结局的预测效能。**结果** 结局不良组患者的心输出量(CO)、左室射血分数(LVEF)水平均低于结局良好组( $P < 0.05$ ),结局不良组患者的心脏指数(CI)、二尖瓣舒张早期与晚期血流峰值速度比值(E/A)和BNP均高于结局良好组( $P < 0.05$ )。结局良好组患者NYHA分级优于结局不良组( $P < 0.05$ )。Spearman相关性分析结果显示,NYHA分级与CO水平( $r_s = -0.210, P = 0.001$ )、LVEF水平( $r_s = -0.193, P = 0.002$ )呈负相关,与CI水平( $r_s = 0.172, P = 0.007$ )、E/A水平( $r_s = 0.173, P = 0.006$ )和BNP水平( $r_s = 0.184, P = 0.004$ )呈正相关。多因素一般Logistic回归分析结果显示:CO水平低[ $\hat{OR} = 0.612$  (95% CI: 0.430, 0.873)]、CI水平高[ $\hat{OR} = 2.129$  (95% CI: 1.361, 3.331)]、E/A水平高[ $\hat{OR} = 4.368$  (95% CI: 1.726, 11.053)]、LVEF水平低[ $\hat{OR} = 0.928$  (95% CI: 0.890, 0.969)]、BNP水平高[ $\hat{OR} = 1.099$  (95% CI: 1.064, 1.136)]均为妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的危险因素( $P < 0.05$ )。多因素一般Logistic回归模型预测妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的敏感性为67.9% (95% CI: 0.565, 0.772)、特异性为94.2% (95% CI: 0.897, 0.974)、准确性为85.1% (95% CI: 0.782, 0.903)。**结论** 超声影像学指标与血清BNP水平与妊娠期合并先天性心脏病患者的母婴结局有关,可作为评估病情严重程度和预测母婴结局的有效生物标志物。

**关键词:** 先天性心脏病; 妊娠; 超声心动图; 脑钠肽; 母婴结局

**中图分类号:** R714

**文献标识码:** A

## Analysis of the relationship between ultrasonographic indices, serum brain natriuretic peptide levels, and maternal and neonatal outcomes in pregnant women with congenital heart disease\*

Shi Dong-qing<sup>1</sup>, Wang Kan<sup>2</sup>

(1. Department of Ultrasound, Northwest Women and Children's Hospital, Xi'an, Shaanxi 710061, China;

2. Department of Cardiovascular Surgery, Shaanxi Provincial People's Hospital,  
Xi'an, Shaanxi 712000, China)

收稿日期: 2025-03-20

\* 基金项目: 陕西省重点研发计划项目(No: 2022SF-278)

[通信作者] 王侃, E-mail: wkjoker@163.com

**Abstract: Objective** This study aims to explore the relationship between ultrasonographic indices and serum brain natriuretic peptide (BNP) levels in pregnant women with congenital heart disease, and to assess the predictive value of these indices for maternal and infant maternal and neonatal outcome. **Methods** A total of 248 pregnant patients with congenital heart disease admitted to Northwest Women's and Children's Hospital from January 2020 to December 2023 were selected as the study subjects. Based on maternal and neonatal outcome, they were divided into a good prognosis group ( $n = 162$ ) and a poor prognosis group ( $n = 86$ ). Echocardiography was used to evaluate cardiac structure and function, and differences in ultrasound indices, serum BNP levels, and NYHA classifications between the groups were analyzed. The correlations between ultrasound indices, serum BNP levels, and NYHA classification were assessed using Spearman's correlation analysis. Multivariate regression analysis was employed to identify risk factors affecting maternal and neonatal outcome, and the value of ultrasound indices and BNP in predicting maternal and neonatal outcome was evaluated using ROC curves. **Results** The poor-outcome group exhibited significantly lower cardiac output (CO) and left ventricular ejection fraction (LVEF) but higher cardiac index (CI), E/A ratio, and BNP levels compared to the favorable-outcome group ( $P < 0.05$ ). The NYHA classification was worse in the poor-outcome group ( $P < 0.05$ ). Spearman correlation analysis revealed that NYHA classification was negatively correlated with CO ( $r_s = -0.210$ ,  $P = 0.001$ ) and LVEF ( $r_s = -0.193$ ,  $P = 0.002$ ) but positively correlated with CI ( $r_s = 0.172$ ,  $P = 0.007$ ), E/A ratio ( $r_s = 0.173$ ,  $P = 0.006$ ), and BNP levels ( $r_s = 0.184$ ,  $P = 0.004$ ). Multivariate logistic regression identified low CO [ $\hat{OR} = 0.612$  (95% CI: 0.430, 0.873)], high CI [ $\hat{OR} = 2.129$  (95% CI: 1.361, 3.331)], high E/A ratio [ $\hat{OR} = 4.368$  (95% CI: 1.726, 11.053)], low LVEF [ $\hat{OR} = 0.928$  (95% CI: 0.890, 0.969)], and elevated BNP [ $\hat{OR} = 1.099$  (95% CI: 1.064, 1.136)] as independent risk factors for adverse maternal and neonatal outcome. The model demonstrated a sensitivity of 67.9% (95% CI: 0.565, 0.772), specificity of 94.2% (95% CI: 0.897, 0.974), and accuracy of 85.1% (95% CI: 0.782, 0.903) in predicting adverse outcomes. **Conclusion** Abnormalities in ultrasonographic indices and serum BNP levels are closely related to maternal and neonatal outcome in pregnant women with congenital heart disease and can serve as effective biomarkers for assessing disease severity and predicting maternal and neonatal outcome.

**Keywords:** congenital heart disease; pregnancy; echocardiography; brain natriuretic peptide; maternal and neonatal outcomes

妊娠合并先天性心脏病是产科及心血管科共同关注的高危病症,该疾病的血流动力学改变可显著影响母体心功能及胎儿发育,增加不良母婴结局风险<sup>[1]</sup>。先天性心脏病又称先天性心脏畸形,对孕妇的心脏功能产生显著影响,并可能导致不良母婴结局,如早产、胎儿生长受限及围生期母婴死亡率增加<sup>[2-3]</sup>。因此准确评估和监控妊娠期合并先天性心脏病患者的病情变化,对于改善母婴结局具有重要意义。超声心动图作为无创、实时的心脏功能评估工具,已在妊娠期合并先天性心脏病患者中广泛应用<sup>[4]</sup>。血清生物标志物脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)对评估心脏应激和功能不全具有高敏感性和特异性<sup>[5]</sup>。本研究旨在探讨超声心动图指标与血清BNP的相关性,并分析这些指标与妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局之间的关系,有助于早期识别高风险妊娠,为临床提供更精确的监控和治疗策略,从而提高母婴健康结局。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2020年1月—2023年12月西北妇女儿童医院收治的248例妊娠期合并先天性心脏病患者的临床资料。纳入标准:①符合《妊娠合并心脏病的诊治专家共识(2016)》<sup>[6]</sup>的诊断标准,经影像学确诊;②单胎妊娠;③有完整的临床资料和随访记录。排除标准:①合并有重要脏器严重器官疾病或脑血管疾病;②近1周内接受免疫抑制治疗或其他可能影响心脏功能状态的药物治疗;③合并有恶性肿瘤、严重免疫缺陷或凝血功能障碍;④不能配合研究或依从性差。本研究经医院医学伦理委员会批准(No:24-063)。

### 1.2 方法

**1.2.1 心脏超声检测** 使用美国GE公司Voluson E10彩色多普勒超声诊断仪,探头频率设定为2.5~3.5 MHz,孕妇采取左侧或仰卧位进行检查。在左胸骨旁开始,通过短轴和长轴切面对心脏进行常

规探查,精确测量左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF),计算心输出量(cardiac output, CO)和心脏指数(cardiac index, CI),以及通过多普勒检测评估二尖瓣舒张早期与晚期血流峰值速度比值(early to late diastolic mitral inflow velocity ratio, E/A)。由 2 位高年资超声医师盲法独立操作并评估,采用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评估操作者间一致性(ICC =0.92,  $P < 0.001$ )。

**1.2.2 美国纽约心脏病协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级<sup>[7]</sup>** NYHA 心功能分级分为 4 级:Ⅰ级患者在进行日常活动时不会感到疲劳、心悸或呼吸急促,没有活动限制;Ⅱ级患者在进行日常活动时轻度受限,安静时无症状,但普通活动会导致疲劳、心悸或呼吸急促;Ⅲ级患者在进行少于平常活动量时会感到不适,明显限制日常活动;Ⅳ级患者无法进行任何体力活动,安静状态下可能仍有心衰症状,活动时不适加剧。

**1.2.3 血清 BNP 水平指标检测** 采集患者静脉血 5 mL, 3 000 r/min 离心 10 min,血清在-20 ℃条件下保存待测。采用德国罗氏公司 Cobas c501 自动化生化分析仪,化学发光免疫分析测定血清 BNP 水平,试剂盒购自上海酶联生物科技有限公司。所有操作严格按照仪器操作规程和试剂盒说明书进行,并参与实验室间质量评价计划以确保结果的可比性。

**1.2.4 分组** 孕妇出现心力衰竭、肺动脉高压或死亡,以及新生儿出现先天性心脏病、早产、感染、宫内生长受限、流产或死胎等情况,均视为母婴不良结局。基于此,本研究分为两组:结局良好组,

未出现任何上述不良事件;结局不良组,至少出现 1 种不良事件。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 和 R3.4.3 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用  $t$  检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用  $\chi^2$  检验;相关性分析用 Spearman 法;影响因素的分析用多因素一般 Logistic 回归模型;绘制受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较

本研究 248 例妊娠期合并先天性心脏病患者,发生结局不良 86 例(34.68%),结局良好 162 例(65.32%)。结局良好组与结局不良组的年龄、分娩孕周和体质量指数比较,经  $t$  检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。见表 1。

表 1 两组一般资料比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	年龄/岁	分娩孕周	体质量指数/(kg/m <sup>2</sup> )
结局良好组	162	33.36 $\pm$ 3.41	37.64 $\pm$ 3.31	27.42 $\pm$ 3.55
结局不良组	86	32.94 $\pm$ 4.02	37.58 $\pm$ 3.36	27.80 $\pm$ 3.64
<i>t</i> 值		0.764	0.114	0.728
<i>P</i> 值		0.446	0.909	0.467

### 2.2 两组患者的超声参数及 BNP 水平比较

两组患者 CO、CI、E/A、LVEF 和 BNP 水平比较,经  $t$  检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );结局不良组患者 CO 和 LVEF 均低于结局良好组,CI、E/A 和 BNP 水平均高于结局良好组。见表 2。

表 2 两组患者的超声参数及 BNP 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	<i>n</i>	CO/(L/min)	CI/[L/(min·m <sup>2</sup> )]	E/A	LVEF/%	BNP/(ng/L)
结局良好组	162	6.36 $\pm$ 1.07	3.84 $\pm$ 0.58	1.13 $\pm$ 0.32	62.02 $\pm$ 8.11	130.44 $\pm$ 9.91
结局不良组	86	5.78 $\pm$ 0.85	4.31 $\pm$ 0.92	1.37 $\pm$ 0.39	57.38 $\pm$ 7.60	142.70 $\pm$ 12.18
<i>t</i> 值		4.349	4.920	5.202	4.381	8.549
<i>P</i> 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

### 2.3 两组患者 NYHA 分级比较

结局不良组与结局良好组患者的 NYHA 分级

的比较,经秩和检验,差异有统计学意义( $Z = 5.510, P = 0.000$ );结局良好组患者 NYHA 分级优于

结局不良组。见表 3。

表 3 两组患者 NYHA 分级比较 例(%)

组别	n	I 级	II 级	III 级	IV 级
结局良好组	162	50(30.86)	75(46.30)	27(16.67)	10(6.17)
结局不良组	86	11(12.79)	23(26.74)	36(41.86)	16(18.60)

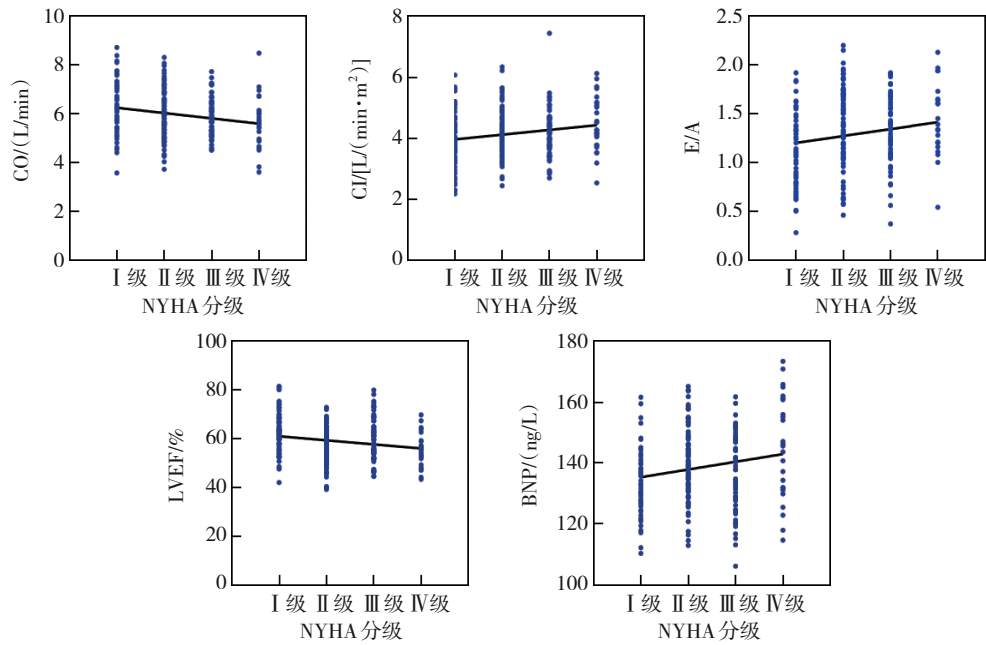


图 1 超声影像学指标、血清 BNP 和 NYHA 分级的相关性散点图

### 2.5 妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的影响因素分析

以妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局是否良好为(是=0,否=1)因变量,以 CO、CI、E/A、LVEF 及 BNP 水平(均为实测值)为自变量,进行多因素一般 Logistic 回归分析,结果显示:CO 水平低

### 2.4 超声影像学指标、血清 BNP 和 NYHA 分级的相关性分析

Spearman 相关性显示:NYHA 分级与 CO ( $r_s = -0.210, P = 0.001$ )、LVEF ( $r_s = -0.193, P = 0.002$ ) 呈负相关,与 CI ( $r_s = 0.172, P = 0.007$ )、E/A ( $r_s = 0.173, P = 0.006$ ) 和 BNP 水平 ( $r_s = 0.184, P = 0.004$ ) 呈正相关。见图 1。

[ $\hat{OR} = 0.612$  (95% CI: 0.430, 0.873)],CI 水平高[ $\hat{OR} = 2.129$  (95% CI: 1.361, 3.331)],E/A 高[ $\hat{OR} = 4.368$  (95% CI: 1.726, 11.053)],LVEF 水平低[ $\hat{OR} = 0.928$  (95% CI: 0.890, 0.969)],BNP 水平高[ $\hat{OR} = 1.099$  (95% CI: 1.064, 1.136)]均为妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的危险因素。见表 4。

表 4 妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良影响因素多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	$S_b$	Wald $\chi^2$ 值	P 值	$\hat{OR}$ 值	95% CI	
						下限	上限
CO	-0.490	0.181	7.364	0.007	0.612	0.430	0.873
CI	0.756	0.228	10.962	0.001	2.129	1.361	3.331
E/A	1.474	0.474	9.684	0.002	4.368	1.726	11.053
LVEF	-0.074	0.022	11.728	0.001	0.928	0.890	0.969
BNP	0.095	0.017	31.519	0.000	1.099	1.064	1.136

### 2.6 多因素一般 Logistic 回归模型的预测效能分析

多因素一般 Logistic 回归模型预测妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的敏感性为 67.9%

(95% CI: 0.565, 0.772)、特异性为 94.2% (95% CI: 0.897, 0.974)、正确性为 85.1% (95% CI: 0.782, 0.903)。见图 2。



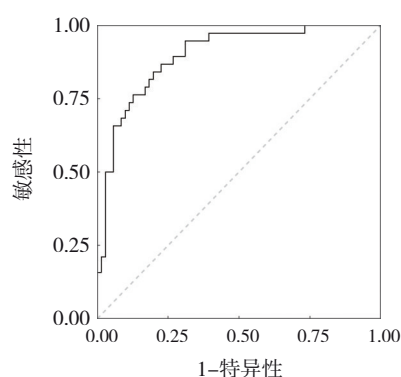


图2 多因素一般Logistic回归模型预测妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的ROC曲线

### 3 讨论

妊娠期合并先天性心脏病是影响孕妇及其胎儿健康的复杂疾病,其发展涉及多种生理和病理机制,包括心血管负荷增加、血流动力学变化及心脏结构异常等<sup>[8-10]</sup>。MCCOY等<sup>[11]</sup>研究表明,先天性心脏病孕妇的心脏负荷增加可能导致心脏功能逐渐衰竭,进而影响胎儿的发育和母婴结局。在这类患者中,妊娠期的临床表现可能从轻微的症状到严重的心衰不等,病情的不同严重程度对母婴预后具有深远影响<sup>[12-13]</sup>。在这类病症的诊断中,尽管超声心动图是评估心脏结构和功能的首选技术,但其在预测具体母婴结局方面存在局限性<sup>[14]</sup>。因此,采用血清生物标志物来辅助评估炎症程度和心脏负荷,对于改进先天性心脏病孕妇的早期诊断和预后评估显得尤为重要。BNP水平在心脏负荷增加时显著升高,而其变化可能与心脏病程和母婴结局密切相关<sup>[15-17]</sup>。

本研究结局不良组患者的LVEF和CO低于结局良好组,而CI、E/A和BNP则高于结局良好组。这反映心功能不全在妊娠期合并先天性心脏病患者中的影响。LVEF和CO的降低表示心脏的泵功能减弱,无法有效满足全身血液循环需求<sup>[18-19]</sup>。CI和E/A的升高则表明心脏在代偿性增加前负荷和后负荷,以维持血流动力学的稳定,但这种代偿机制会导致心脏过度负荷,最终导致心功能进一步恶化<sup>[20-21]</sup>。BNP水平升高是心脏压力增高和心肌损伤的标志,预示着心力衰竭风险增加。上述结果显示出心功能不全在妊娠期合并先天性心脏病患者中对心脏的巨大压力和负担,导致不良结局的发生。结局良好组患者的NYHA分级优于结局不良组。这反映心

功能不全在妊娠期合并先天性心脏病患者中的严重程度及其对预后的影响。NYHA分级是评估心功能的标准,较高的分级意味着患者的心功能受损严重,活动受限,甚至在休息时也会出现心衰症状<sup>[22-23]</sup>。高分级患者的心脏在应对妊娠期血容量增加和心脏负荷增加时表现出显著的代偿不足,易出现心力衰竭、心律失常等并发症。高分级患者往往伴有更严重的心脏结构异常和功能障碍,这些因素共同作用导致不良母婴结局的发生。因此,NYHA分级高的患者需要在专科中心接受严格的监测和管理,以降低妊娠期并发症的风险。在妊娠期合并先天性心脏病患者中,Spearman相关性分析表明NYHA分级与CO和LVEF呈负相关,而与CI、E/A比值和BNP呈正相关。这些相关性反映心功能恶化在患者中的具体表现。NYHA分级越高,表示心功能越差,CO和LVEF的降低反映心脏泵血能力的下降,而CI、E/A比值和BNP的升高则显示出心脏在代偿性增加前负荷和后负荷以维持血流动力学稳定,但这种代偿机制伴随着心肌应力和损伤的增加。这些指标的变化表明随着心功能恶化,患者的心功能分级逐步升高,从而使得NYHA分级可以作为心功能状态的可靠反映<sup>[24]</sup>。本研究多因素一般Logistic回归分析结果显示,低CO、高CI、高E/A、低LVEF和高BNP是妊娠期合并先天性心脏病患者母婴结局不良的危险因素。低CO反映心脏泵血功能不全,无法有效供应母体和胎儿所需的血液和氧气;高CI和高E/A比值表示心脏在代偿性增加前负荷和后负荷以维持血液循环,但长期的代偿会加剧心脏负担,导致心功能进一步恶化。低LVEF则直接反映心脏收缩功能的严重受损,无法维持足够的心脏输出<sup>[25]</sup>。高BNP水平是心肌应力和损伤的标志,提示心衰的风险增加。这些因素共同作用,导致妊娠期心脏病患者更高的妊娠并发症和不良结局风险。因此,准确评估和管理这些危险因素对改善母婴结局至关重要。基于多因素一般Logistic回归模型构建的ROC曲线显示,该模型在评估妊娠期合并先天性心脏病患者的母婴结局不良方面具有很高的预测效能。该结果显示将超声心动图参数与BNP水平结合应用的重要性,能够为临床提供更准确的风险评估工具,优化妊娠期合并先天性心脏病患者的管理和预后。

综上所述,妊娠期合并先天性心脏病患者的超声影像学指标和血清BNP水平对母婴结局不良有很高的预测效能。超声心动图和BNP水平可以作为有效的生物标志物评估妊娠期合并先天性心脏病患者的病情和预测母婴结局。然而,本研究样本量相对较小,且单中心研究的局限性可能影响结果的普遍适用性。此外,需进一步探讨其他潜在生物标志物在妊娠期先天性心脏病中的应用,以及长期随访母婴的远期预后,以全面评估妊娠期合并先天性心脏病的管理策略。

#### 参 考 文 献:

- [1] van HAGEN I M, ROOS-HESELINK J W. Pregnancy in congenital heart disease: risk prediction and counselling[J]. *Heart*, 2020, 106(23): 1853-1861.
- [2] OSTEEN K, TUCKER C A, MERAZ R. We have to really decide: the childbearing decisions of women with congenital heart disease[J]. *J Cardiovasc Nurs*, 2024, 39(4): 325-334.
- [3] 王蕾,杨娟,杨坡,等. 胎儿患不同类型先天性心脏病孕妇孕前及早孕早期的危险因素分析[J]. *中国计划生育学杂志*, 2023, 31(9): 2120-2126.
- [4] ARAUJO J J. Stress echocardiography in pediatric and adult congenital heart disease: a complement in anatomical and functional assessment[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2021, 46(3): 100762.
- [5] LIU X H, TAN H W, LIU X Q, et al. Comparative observation of changes in natriuretic peptides before and after interventional therapy for congenital heart disease[J]. *Intelligent Data Analysis*, 2023, 27(S1): 151-159.
- [6] 中华医学会妇产科学分会产科学组. 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.
- [7] LEE S C, STEVENS T L, SANDBERG S M, et al. The potential of brain natriuretic peptide as a biomarker for New York Heart Association class during the outpatient treatment of heart failure[J]. *J Card Fail*, 2002, 8(3): 149-154.
- [8] FONTES K, COURTIN F, ROHLICEK C V, et al. Characterizing the subcortical structures in youth with congenital heart disease[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(8): 1503-1508.
- [9] CHILIKOV A, WAINSTOCK T, SHEINER E, et al. Perinatal outcomes and long-term offspring cardiovascular morbidity of women with congenital heart disease[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2020, 246: 145-150.
- [10] 张沛瑶. 复杂先天性心脏病术后患者的妊娠结局及围妊娠期管理[J]. *中国体外循环杂志*, 2019, 17(4): 252-256.
- [11] MCCOY J A, KIM Y Y, NYMAN A, et al. Prolonged labor and adverse cardiac outcomes in pregnant patients with congenital heart disease[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2023, 228(6): 728.e1-728.e8.
- [12] 蒋伟菊,朱志红,蔡慧中. 不同心脏病类型与心功能状态对妊娠合并心脏病患者母婴预后影响[J]. *中国计划生育学杂志*, 2019, 27(5): 640-642.
- [13] 黄普珍,高梦伊,潘子怡,等. 先天性心脏病致肺动脉高压患者妊娠期继发右心衰的研究进展[J]. *国际心血管病杂志*, 2020, 47(6): 321-323.
- [14] 符妹垂,周笔峰,符凤妹. 急性重症感染后炎症细胞因子风暴下心肌状态及超声心动图心脏检测的价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(1): 29-33.
- [15] 汪毅,张晓羽,张旭光,等. 血清HMGB1、BNP水平参与先天性心脏病大鼠肺动脉高压发生的机制[J]. *中国老年学杂志*, 2022, 42(16): 4082-4085.
- [16] YAO J P, HOU J, LV L H, et al. Does decreased SNX10 serve as a novel risk factor in atrial fibrillation of the valvular heart disease? - A case-control study[J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2021, 36(1): 71-77.
- [17] 赵方圻,张军. B型利钠肽预测妊娠合并先天性心脏病相关肺动脉高压患者心血管不良事件发生的分析[J]. *心肺血管病杂志*, 2020, 39(8): 905-908.
- [18] 霍丽丽,郭永华,肖保军. 基于三维超声心动技术分析老年AMI病人左心室功能与血清sLOX-1、载脂蛋白CIII的相关性[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2023, 21(18): 3403-3408.
- [19] 木郁,马丽媛,郑琰,等. 心脏磁共振四维血流成像评价高血压性心脏病患者早期左心室舒张功能障碍的可行性研究[J]. *磁共振成像*, 2025, 16(1): 111-117.
- [20] 袁龙宇,黄智林,罗静,等. 超声心动图评估常见左向右分流型先天性心脏病介入治疗左心室舒张功能改善的自身前后对照试验[J]. *中国循证儿科杂志*, 2023, 18(3): 199-203.
- [21] LEE J H, DENAULT A Y, BEAUBIEN-SOULIGNY W, et al. Evaluation of portal, splenic, and hepatic vein flows in children undergoing congenital heart surgery[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(8): 1456-1468.
- [22] TAKATSUKI S, FURUTANI Y, INAI K, et al. Pregnancy and delivery in patients with repaired congenital heart disease - a retrospective Japanese multicenter study[J]. *Circ J*, 2020, 84(12): 2270-2274.
- [23] 朱志欣,王夏莉,沈渝玥,等. 心电图QRS波时限与冠状动脉粥样硬化性心脏病心力衰竭患者心功能及预后的相关性分析[J]. *中国医刊*, 2025, 60(2): 199-202.
- [24] 陈伟国. 妊娠合并先天性心脏病患者不同心功能状态对心脏不良事件的影响[J]. *中国计划生育学杂志*, 2019, 27(1): 84-86.
- [25] 莫李媚,赵丽,吴鸿雁,等. LVEF、NT-proBNP联合cTnI对先天性心脏病患儿术后低心排量综合征的预测价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2022, 32(15): 20-26.

(张蕾 编辑)

**本文引用格式:** 石冬青,王侃. 妊娠期合并先天性心脏病患者超声影像学指标与血清脑钠肽和母婴结局的关系分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2025, 35(21): 66-71.

**Cite this article as:** SHI D Q, WANG K. Analysis of the relationship between ultrasonographic indices, serum brain natriuretic peptide levels, and maternal and neonatal outcomes in pregnant women with congenital heart disease[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2025, 35(21): 66-71.