

## 不同孕期孕妇超声心动图右心结构及功能参数的变化

王若雁<sup>1,3</sup>, 吴明翠<sup>3</sup>, 张莉<sup>4</sup>, 赵丽娜<sup>2</sup>, 李莎<sup>2</sup>, 张蓓<sup>1,2</sup>

1. 贵州医科大学, 贵州贵阳 550000; 2. 贵州医科大学附属医院, 贵州贵阳 550000; 3. 六盘水市人民医院, 贵州六盘水 553000; 4. 六盘水市第三人民医院, 贵州六盘水 553000

**[摘要]** **目的** 应用超声心动图分析正常孕妇不同孕期右心结构及功能参数的变化。**方法** 选取本院 124 例正常单胎孕妇, 按不同孕期分为早孕组(64 例)、中孕组(33 例)和晚孕组(27 例), 另选取健康非妊娠妇女 40 例为对照组( $n=40$ )。比较各组一般资料、超声心动图的右心形态结构及心功能参数。**结果** 各孕期组孕妇与对照组体质量、体质指数、体表面积、心率、右心房横径、右心房长径、右心室舒张末面积、右心室收缩末面积、三尖瓣侧壁瓣环收缩期速度、三尖瓣舒张早期血流峰值速度与舒张晚期血流峰值速度的比值、三尖瓣侧壁瓣环舒张早期与晚期速度比值比较, 差异有显著性( $P<0.05$ ); 且随着妊娠月份的增加而变化( $P<0.05$ )。**结论** 正常单胎孕妇随着孕期的增加, 右心结构及功能参数均发生变化, 可能与其孕期心脏前后负荷增加有关。

**[关键词]** 妊娠; 超声心动图; 右心室功能; 右心结构

**[中图分类号]** R445.1

**[文献标识码]** A

### Changes in right heart structure and functional parameters on echocardiography during different pregnancies

WANG Ruoyan<sup>1,3</sup>, WU Mingcui<sup>3</sup>, ZHANG Li<sup>4</sup>, ZHAO Lina<sup>2</sup>, LI Sha<sup>2</sup>, ZHANG Bei<sup>1,2</sup>

1. Guizhou Medical University, Guiyang 550000, Guizhou, China; 2. Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550000, Guizhou, China; 3. Liupanshui People's Hospital, Liupanshui 553000, Guizhou, China; 4. Liupanshui Third People's Hospital, Liupanshui 553000, Guizhou, China

**[ABSTRACT]** **Aim** To analyze changes in right heart structure and functional parameters during different trimesters of pregnancy in normal pregnant women by using echocardiography. **Methods** Totally 124 normal singleton pregnant women were selected from our hospital and divided into early pregnancy group (64 cases), mid pregnancy group (33 cases), and late pregnancy group (27 cases) according to different pregnancy stages. Additionally, 40 healthy non-pregnant women were selected as the control group ( $n=40$ ). General information, right heart morphological structures, and cardiac functional parameters obtained from echocardiography were compared among the groups. **Results** There were significant differences in body weight, body mass index, body surface area, heart rate, right atrial minor-axis diameter, right atrial long-axis diameter, right ventricular end-diastolic area, right ventricular end-systolic area, tricuspid lateral annular systolic velocity, the ratio of peak early diastolic tricuspid inflow velocity to peak late diastolic tricuspid inflow velocity, the ratio of early diastolic velocity to late diastolic velocity at the tricuspid lateral annulus, between pregnant women in each pregnancy group and the control group ( $P<0.05$ ). Additionally, these parameters changed with the increase of gestational months ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Normal singleton pregnant women experience changes in right heart structure and functional parameters as pregnancy progresses, which may be related to the increase of preload and afterload on the maternal heart during pregnancy.

**[KEY WORDS]** pregnancy; echocardiography; right ventricular function; right heart structure

妊娠期间, 由于心脏前后负荷变化, 孕妇心脏的形态和功能会发生变化, 随着孕期的进展, 左心室会逐渐变大, 而左心室收缩和舒张功能会逐渐降

低。但关于孕妇右心结构及功能参数变化的报道较少。研究表明, 患有妊娠期高血压和先兆子痫的妇女, 与健康孕妇相比, 右心室面积明显增大和心

**[收稿日期]** 2025-02-04

**[修回日期]** 2025-10-14

**[基金项目]** 国家自然科学基金(81960315)

**[作者简介]** 王若雁, 硕士, 主治医师, 研究方向为心脏、血管超声, E-mail 为 13985949861@163.com。通信作者张蓓, 博士, 副教授, 博士研究生导师, 研究方向为心脏、介入超声, E-mail 为 zhangbei@gmc.edu.cn。

功能明显降低<sup>[1-3]</sup>,同时右心室心肌应变指数及右心室整体纵向应变显著降低<sup>[4-6]</sup>。目前国内外尚无详细完整评估正常孕妇的二维右心超声心动图数据。本研究应用超声心动图分析不同孕期孕妇的右心结构和功能参数变化,现报道如下。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

选取 2023 年 2 月 20 日—2023 年 8 月 31 日在本院门诊产检的正常单胎孕妇 124 例作为研究对象,年龄(31±5.24)岁。根据超声心动图检查出的孕期分为早孕组(妊娠≤13 周)64 例、中孕组(妊娠 13~28 周)33 例及晚孕组(妊娠≥28 周)27 例;另选取年龄匹配的健康非妊娠妇女 40 例作为对照组,年龄(32±5.03)岁。

### 1.2 排除标准

①孕前有糖尿病及高血压病病史;②孕期诊断为妊娠期糖尿病或妊娠期高血压综合征;③既往有器质性心脏瓣膜病及心肌原发病变;④孕期存在严重肝肾功能障碍及甲状腺、垂体瘤等内分泌疾病;⑤孕前有支气管哮喘及其他器质性脏器疾病。具有上述任何一项,不入选本研究病例<sup>[7]</sup>。

### 1.3 资料收集

收集各组临床资料,包括年龄、身高、体质量、体质指数、体表面积、心率以及超声心动图检查参数。

### 1.4 超声心动图的检测指标

采用开立 S60 EXP 型彩色多普勒超声诊断仪,配备 S5-3 心脏探头并连接心电图导联,受试者取左侧卧位,常规获取左心室长轴、心尖四腔心及右心室为主的四腔心切面图像,观察并记录右心结构与室壁运动情况。各指标均连续测量 3 个心动周期并

取平均值。①右心结构指标:右心房横径(right atrial minor-axis diameter, RA-D1)、右心房长径(right atrial long-axis diameter, RAD)、右心室基底横径(right ventricular basal diameter, RV-BD)、右心室中间段横径(right ventricular mid-cavity diameter, RVD2)、右心室长径(right ventricular long-axis diameter, RVLD)、右心室前后径(right ventricular diameter, RVD)、右心室舒张末面积(right ventricular end-diastolic area, RVEDA)及右心室收缩末面积(right ventricular end-systolic area, RVESA)。②右心室收缩功能指标:右心室面积变化分数(right ventricular fractional area change, RVFAC)、三尖瓣侧壁瓣环收缩期速度(tricuspid lateral annular systolic velocity,  $s'$ )及三尖瓣瓣环收缩期位移(tricuspid annular plane systolic excursion, TAPSE)。③右心室舒张功能指标:三尖瓣舒张早期血流峰值速度(E)与舒张晚期血流峰值速度(A)的比值(The ratio of peak early diastolic tricuspid inflow velocity (E) to peak late diastolic tricuspid inflow velocity (A), E/A)、三尖瓣侧壁瓣环舒张早期( $e'$ )与晚期速度( $a'$ )比值(The ratio of early diastolic velocity ( $e'$ ) to late diastolic velocity ( $a'$ ) at the tricuspid lateral annulus,  $e'/a'$ ),以及 E/ $e'$ 。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件分析数据。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 或 M( $P_{25}, P_{75}$ )表示,多组间比较采用方差分析或秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有显著性。

## 2 结果

### 2.1 各组一般资料比较

各孕期组孕妇与对照组体质量、体质指数、体表面积、心率比较,差异有显著性( $P<0.05$ );随着孕期的递增,孕妇的以上指标水平逐渐增加( $P<0.05$ ;表 1)。

表 1 各组一般资料比较

分组	<i>n</i>	年龄/岁	身高/cm	体质量/kg	体质指数/(kg/m <sup>2</sup> )	体表面积/m <sup>2</sup>	心率/(次/min)
对照组	40	31.50±5.03	159.30±4.79	54.05±6.85	21.31±2.69	1.54±0.10	76.30±11.98
早孕组	64	30.67±4.60	159.05±5.07	54.61±7.53 <sup>a</sup>	21.56±2.59 <sup>a</sup>	1.55±0.11 <sup>a</sup>	80.69±9.53 <sup>a</sup>
中孕组	33	30.12±4.84	158.03±5.71	57.29±8.17 <sup>ab</sup>	22.94±3.07 <sup>ab</sup>	1.57±0.12 <sup>ab</sup>	88.67±8.97 <sup>ab</sup>
晚孕组	27	31.48±6.99	158.30±4.25	67.70±8.93 <sup>abc</sup>	27.02±3.39 <sup>abc</sup>	1.69±0.11 <sup>abc</sup>	92.78±13.33 <sup>abc</sup>

注:a 为  $P<0.05$ ,与对照组比较;b 为  $P<0.05$ ,与早孕组比较;c 为  $P<0.05$ ,与中孕组比较。

### 2.2 各组右心结构指标比较

各孕期组孕妇 RA-D1、RAD、RVEDA、RVESA 较对照组增加( $P<0.05$ );RA-D1、RAD 随着孕期的

增加而增加( $P<0.05$ );RVEDA、RVESA 随着孕期的增加呈递增趋势( $P<0.05$ ),中孕期达峰值后到晚孕期下降( $P<0.05$ ;表 2)。

表2 各组右心结构指标比较

分组	n	RA-D1/mm	RAD/mm	RV-BD/mm	RVD2/mm	RVLD/mm	RVD/mm	RVEDA/cm <sup>2</sup>	RVESA/cm <sup>2</sup>
对照组	40	29.47±4.00	38.46±4.34	28.92±3.99	25.00±3.61	58.04±5.15	21.10±2.42	12.71±2.24	7.86±1.85
早孕组	64	30.61±3.15 <sup>a</sup>	39.51±4.48 <sup>a</sup>	28.76±3.91	24.93±3.44	58.43±5.82	21.08±2.15	13.78±2.56 <sup>a</sup>	7.92±1.48 <sup>a</sup>
中孕组	33	31.81±3.93 <sup>ab</sup>	42.32±4.30 <sup>ab</sup>	29.34±4.02	25.98±4.03	61.51±6.70	21.58±2.48	15.16±3.56 <sup>ab</sup>	9.20±2.18 <sup>ab</sup>
晚孕组	27	32.96±4.12 <sup>abc</sup>	44.10±3.26 <sup>abc</sup>	31.33±5.27	25.67±4.26	60.76±5.09	21.19±3.10	14.50±2.69 <sup>abc</sup>	8.66±1.84 <sup>abc</sup>

注:a为 $P<0.05$ ,与对照组比较;b为 $P<0.05$ ,与早孕组比较;c为 $P<0.05$ ,与中孕组比较。

### 2.3 各组右心室收缩功能指标比较

各孕期组 $s'$ 较对照组增加( $P<0.05$ ),且随着孕期的增加呈递增趋势( $P<0.05$ ),但中孕期达峰值后到晚期下降( $P<0.05$ ;表3)。

表3 各组右心室收缩功能指标比较

分组	n	RVFAC/%	$s'$ /(cm/s)	TAPSE/mm
对照组	40	38.26±7.40	11.71±1.83	20.52±2.64
早孕组	64	41.80±8.30	12.39±1.54 <sup>a</sup>	20.90±3.18
中孕组	33	38.81±7.95	13.45±2.09 <sup>ab</sup>	20.44±2.57
晚孕组	27	40.28±6.56	13.06±2.20 <sup>abc</sup>	20.34±3.99

注:a为 $P<0.05$ ,与对照组比较;b为 $P<0.05$ ,与早孕组比较;c为 $P<0.05$ ,与中孕组比较。

### 2.4 各组右心室舒张功能指标比较

各孕期组孕妇E/A、 $e'/a'$ 与对照组比较,差异有显著性( $P<0.05$ );随着孕期的增加,E/A逐渐下降( $P<0.05$ ); $e'/a'$ 早孕期增大( $P<0.05$ ),但中孕期开始下降( $P<0.05$ ;表4)。

表4 各组右心舒张功能指标比较

分组	n	E/A	$e'/a'$	E/ $e'$
对照组	40	1.53(1.29,1.80)	1.27(0.89,1.63)	4.69(4.14,5.42)
早孕组	64	1.40(1.14,1.59) <sup>a</sup>	1.34(0.85,1.60) <sup>a</sup>	4.30(3.51,5.45)
中孕组	33	1.38(1.19,1.55) <sup>ab</sup>	0.90(0.71,1.38) <sup>ab</sup>	4.80(4.16,6.12)
晚孕组	27	1.26(0.87,1.43) <sup>abc</sup>	0.84(0.64,1.28) <sup>abc</sup>	5.38(3.47,6.17)

注:a为 $P<0.05$ ,与对照组比较;b为 $P<0.05$ ,与早孕组比较;c为 $P<0.05$ ,与中孕组比较。

### 2.5 各组指标范围与中国成人右心超声心动图正常参考值比较

根据文献[8]的正常成人右心指标参考值,比较各组的参数范围。RAD下限值随孕期增加呈现增大趋势,中孕组、晚孕组的下限值已接近或超过中国正常参考值范围的下限。各组RV-BD、RVD2、RVLD、RVD变化范围整体上在中国正常参考值范围之内。E/A值从早孕期开始,其下限值低于中国正常参考值下限,中孕期有所升高,晚孕期下降; $e'/a'$ 值从早孕期开始,其上限值随孕期进展逐渐降低,至晚孕期时,其上限值低于正常参考值上限。

表5 各组参数范围与中国成人超声心动图正常参考值比较(95%参考范围,下限~上限)

指标	对照组(n=40)	早孕组(n=64)	中孕组(n=33)	晚孕组(n=27)	中国正常参考值
RA-D1/mm	20.90~36.60	22.90~39.20	22.20~40.20	23.30~42.60	26.20~44.60
RAD/mm	30.10~47.00	30.20~48.20	35.00~52.40	38.10~51.80	35.00~53.80
RV-BD/mm	22.20~38.10	19.60~36.60	19.40~35.50	19.40~38.80	22.00~42.40
RVD2/mm	16.90~32.60	16.60~36.30	18.60~33.80	17.00~32.20	16.30~37.10
RVLD/mm	45.00~69.30	45.80~74.00	51.50~75.70	48.40~68.20	36.70~75.50
RVD/mm	16.00~27.00	17.00~26.00	16.00~27.00	14.00~27.00	15.50~31.30
E/A/(cm/s)	0.77~2.74	0.57~2.14	0.70~2.05	0.56~1.58	0.70~2.30
$e'/a'$ /(cm/s)	0.50~2.88	0.45~3.08	0.11~2.04	0.47~1.47	0.40~2.00
E/ $e'$ /(cm/s)	3.09~7.70	2.06~8.28	2.43~43.6	1.52~10.65	2.70~9.30
RVEDA/cm <sup>2</sup>	9.38~24.43	7.24~21.00	7.33~24.02	8.70~20.36	-
RVESA/cm <sup>2</sup>	4.68~15.45	5.30~13.19	3.97~12.84	4.93~12.10	-
RVFAC/%	24.27~58.69	23.35~58.95	25.28~54.05	26.88~52.63	35.00~
$s'$ /(cm/s)	8.18~24.17	8.84~15.40	10.17~18.11	7.60~17.68	9.00~18.60
TAPSE/mm	15.00~25.70	25.20~83.80	16.70~29.30	11.50~30.80	16.00~

## 3 讨论

本文结果显示,与健康非妊娠妇女比较,随着

妊娠进展,孕妇RA-D1、RAD发生适应性扩大,右心室收缩功能( $s'$ )呈先增强后回落的动态变化,而舒张功能(E/A、 $e'/a'$ )则随孕周增加逐渐减低,但这

些改变整体上均维持在正常生理范围之内。这些变化很可能是孕期血容量及心脏负荷增加所引发的生理性适应。

在右心结构方面,本文 RA-D1 与 RAD 随孕周增加而增大,与 Del 等<sup>[9]</sup>结果一致。右心房及右心室在容量或压力负荷增加时内径通常增大<sup>[10]</sup>。本研究中右心房发生生理性增大,可能因右心室壁较薄、对压力负荷更敏感<sup>[11]</sup>,而妊娠期容量负荷变化更为显著,因此右心房改变明显。尽管如此,右心结构参数均处于正常范围,与何志宏等<sup>[12]</sup>研究结果相符。

在右心室收缩功能方面,本文  $s'$  随着孕期增加的变化趋势与 Del 等<sup>[9]</sup>报道的妊娠期右心室适应性改变趋势相符,并可通过 Meah 等<sup>[13]</sup>所阐述的孕期高动力循环状态得到合理解释。然而,反映整体泵血效率的 RVFAC 与代表纵向位移的 TAPSE 在本文中则保持相对稳定,未随孕周发生显著变化,表明在  $s'$  所反映的心肌收缩速度增强之外,心脏可能通过其他代偿机制(如轻度的心室重塑)来维持整体泵血效能与纵向位移的稳定<sup>[14]</sup>。

在右心室舒张功能方面,E/A 随孕周增加而降低, $e'/a'$  在孕早期升高,孕中期开始下降并低于对照组,提示右心室舒张功能随孕周增加逐渐减低,可能与前负荷升高、回心血量增多及血容量扩大导致右心室舒张期末充盈压升高有关。该结果与薛丹等<sup>[15]</sup>左心室舒张功能变化趋势一致,符合妊娠期心室负荷改变所引起的生理性适应过程<sup>[16]</sup>。

Kumaresan 等<sup>[17]</sup>研究结果显示,部分正常晚孕期孕妇脑钠肽轻度升高并伴轻度右心室功能障碍,提示可能存在无症状心肌应激或损伤。因此,妊娠期超声心动图发现右心指标异常时,应警惕心肌应激或损伤的可能,可进一步检测敏感生物标志物以鉴别心肌缺血、损伤及梗死。这些异常参数还可能预测远期心血管事件,如冠状动脉疾病、心肌病等<sup>[18]</sup>。

综上所述,通过测量 RAD、 $s'$ 、E/A、 $e'/a'$  等指标,可有效评估正常单胎妊娠期间右心结构与功能的变化,为认识妊娠相关疾病、心脏血管病理改变及预测未来心血管事件提供临床参考。

#### [参考文献]

[1] ÇAĞLAR F N T, OZDE C, BOSTANCI E, et al. Assessment of right heart function in preeclampsia by echocardiography[J]. *Pregnancy Hypertens*, 2016, 6(2): 89-94.

[2] 寿列军, 解左平, 金社红, 等. 心肌做功指数评价重度子痫前期孕妇右室整体功能的临床意义[J]. *中国优生与遗传杂志*, 2018, 26(6): 78-79.

[3] MONTAGUTI E, DI DONNA G, YOUSSEF A, et al. Hypertensive disorders and maternal hemodynamic changes in pregnancy: moni-

ring by USCOM® device[J]. *J Med Ultrason* (2001), 2022, 49(3): 405-413.

[4] PAUDEL A, TIGEN K, YOLDEMIR T, et al. The evaluation of ventricular functions by speckle tracking echocardiography in preeclamptic patients[J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2020, 36(9): 1689-1694.

[5] POPESCU M R, BOUARIU A, CIOBANU A M, et al. Pregnancy complications lead to subclinical maternal heart dysfunction-the importance and benefits of follow-up using speckle tracking echocardiography[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(2): 296.

[6] F ZAKY A, FROELICH M, MEERS B, et al. Noninvasive assessment of right ventricle function and pulmonary artery pressure using transthoracic echocardiography in women with pre-eclampsia: an exploratory study[J]. *Cureus*, 2021, 13(2): e13419.

[7] 朱艳芳, 贾静梅, 赵翠红, 等. 不同孕龄孕妇心脏结构和功能的变化特点[J]. *临床合理用药杂志*, 2015, 8(4): 134.

[8] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组. 中国成年人超声心动图检查测量指南[J]. *中华超声影像学杂志*, 2016, 25(8): 645-666.

[9] DEL PRADO DÍAZ S, DE LA CALLE M, VALBUENA-LÓPEZ S C, et al. Does the right ventricle experiment morphologic and functional changes similarly to the left ventricle during pregnancy? [J]. *Echocardiography*, 2020, 37(6): 850-857.

[10] HADDAD F, DOYLE R, MURPHY D J, et al. Right ventricular function in cardiovascular disease, part II: pathophysiology, clinical importance, and management of right ventricular failure[J]. *Circulation*, 2008, 117(13): 1717-1731.

[11] RUDSKI L G, LAI W W, AFLALLO J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American society of echocardiography endorsed by the European association of echocardiography, a registered branch of the European society of cardiology, and the Canadian society of echocardiography[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(7): 685-713.

[12] 何志宏, 张羽, 牛永华, 等. 正常妊娠孕妇孕期常用超声心动图指标的测定及参考值的确定[J]. *中国实用妇科与产科杂志*, 2019, 35(10): 1142-1149.

[13] MEAH V L, COCKCROFT J R, BACKX K, et al. Cardiac output and related haemodynamics during pregnancy: a series of meta-analyses[J]. *Heart*, 2016, 102(7): 518-526.

[14] GYSELAERS W. Hemodynamic pathways of gestational hypertension and preeclampsia[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2022, 226(2S): S988-S1005.

[15] 薛丹, 袁丽君, 邢长洋, 等. 正常妊娠期孕妇左心房与左心室功能变化及斑点追踪应变研究[J]. *中国超声医学杂志*, 2021, 37(11): 1235-1238.

[16] 李秋雯, 杜燕云, 叶蓉. 超声心动图在高龄孕妇中的应用价值及与心率变异相关性分析[J]. *医疗装备*, 2024, 37(15): 86-88.

[17] KUMARESAN A, SHAPETON A D, YUAN H M, et al. Transthoracic echocardiographic assessment of the right ventricle before and after caesarean delivery: a preliminary investigation[J]. *Anaesth Intensive Care*, 2020, 48(2): 143-149.

[18] 韦少平, 邱鹏远, 曾文苑, 等. 超声心动图评价妊娠期高血压疾病患者左心室舒张功能在早期心衰的应用价值[J]. *中国医疗器械信息*, 2024, 30(15): 111-113.

(此文编辑 蒋湘莲)