

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003377

胎儿心脏定量分析技术评价妊娠期肝内胆汁淤积症
孕妇胎儿心室收缩功能

王 婉, 唐小琴, 王 琦, 邱 夏, 李 蕊

(川北医学院附属医院妇产科, 南充 637000)

【摘要】目的:探讨妊娠期肝内胆汁淤积症(intrahepatic cholestasis of pregnancy, ICP)对胎儿心室收缩功能的影响,为临床早期发现 ICP 胎儿心功能异常提供依据。**方法:**选取 2022 年 7 月至 2023 年 4 月于川北医学院附属医院就诊孕妇 67 例,孕周 27~40 周,其中 ICP 孕妇 29 例(ICP 组),正常孕妇 38 例(对照组)。应用胎儿心脏定量分析(fetal heart quantification, Fetal HQ)软件测量胎儿心室收缩功能,包括纵向收缩功能:左、右心室整体纵向应变(global strain, GLS)、间隔壁应变(sept wall strain, SWS)、侧壁应变(free wall strain, FWS);横向收缩功能:左、右心室 24 节段短轴缩短率(fractional shortening, FS);整体收缩功能:左、右心室面积变化分数(fetal area change, FAC)、左心室射血分数(ejection fraction, EF)。**结果:**ICP 组纵向收缩功能指标左、右心室 GLS、SWS、FWS 均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);两组间横向收缩功能指标左、右心室 24 节段 FS 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);ICP 组整体收缩功能指标左、右心室 FAC 均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),而两组间左心室 EF 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**在宫内高胆汁酸环境下,ICP 胎儿心脏左、右心室整体及纵向收缩功能明显受损,横向收缩功能未见明显改变;并且与传统心脏功能评价指标左心室 EF 相比, FAC 可以更加敏感地反映胎儿心脏整体功能的改变。

【关键词】射血分数;妊娠期肝内胆汁淤积症;胎儿心脏定量分析;纵向应变

【中图分类号】R714.255

【文献标志码】A

【收稿日期】2023-05-15

Evaluation of fetal ventricular systolic function in women with intrahepatic
cholestasis of pregnancy by quantitative fetal heart analysis

Wang Wan, Tang Xiaoqin, Wang Qi, Qiu Xia, Li Rui

(Department of Obstetrics and Gynecology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College)

【Abstract】Objective: To investigate the influence of intrahepatic cholestasis of pregnancy (ICP) on fetal ventricular systolic function, and to provide a basis for the early identification of fetal cardiac dysfunction in ICP. **Methods:** A total of 67 pregnant women at 27–40 weeks of pregnancy who attended Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College from July 2022 to April 2023 were enrolled, among whom there were 29 women with ICP (ICP group) and 38 normal pregnant women (control group). Quantitative fetal heart analysis software was used to measure fetal ventricular systolic function, including longitudinal systolic function (global longitudinal strain [GLS], septal wall strain [SWS], and free wall strain [FWS] of the left and right ventricles), traverse systolic function (24-segment fractional shortening [FS] of the left and right ventricles), and global systolic function (fetal area change [FAC] of the left and right ventricles and ejection fraction [EF] of the left ventricle). **Results:** As for longitudinal systolic function, the ICP group had significantly lower GLS, SWS, and FWS of the left and right ventricles than the control group ($P<0.05$). As for traverse systolic function, there was no significant difference in the 24-segment FS of the left and right ventricles between the two groups ($P>0.05$). As for global systolic function, the ICP group had significantly lower FAC of the left and right ventricles than the control group ($P>0.05$), while there was no significant difference in EF of the left ventricle between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** In the intrauterine environment with high bile acid, the global systolic function and longitudinal systolic function of the left and right ventricles are significantly impaired in the fetus of women with ICP, and there is no significant change in traverse systolic function. Compared with EF of the left ventricle as

the traditional indicator for evaluating cardiac function, FAC can be a more sensitive indicator in reflecting the changes of fetal heart function.

【Key words】 ejection fraction; intrahepatic cholestasis of pregnancy; fetal heart quantification; longitudinal strain

作者介绍:王 婉, Email: wwlmgmao@163.com,

研究方向:妇产科超声。

通信作者:李 蕊, Email: 43735041@qq.com。

优先出版: <https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20240119.1439.010>

(2023-12-01)

妊娠期肝内胆汁淤积症 (intrahepatic cholestasis of pregnancy, ICP) 是妊娠中晚期特发性疾病, 其发病率为 0.2%~2%^[1]。ICP 对胎儿危害极大, 可引起早产、宫内窘迫和死产等不良妊娠结局^[2]。研究发现, 母体高胆汁酸水平对胎儿心血管系统的结构和功能有显著影响^[3-7]。因此, 准确评价胎儿心脏收缩功能可协助临床医生了解胎儿宫内状况, 及时实施干预和治疗, 改善不良预后。胎儿心脏定量分析 (fetal heart quantification, Fetal HQ) 技术利用斑点追踪 (speckle tracking imaging, STI) 成像实时追踪心内膜运动, 可以无创地定量分析胎儿心脏的形态与功能, 对心脏的亚临床损伤尤为敏感, 具有准确可行、重复性好的优点^[8-10]。目前国内、外尚未见使用 Fetal HQ 技术评估 ICP 胎儿心脏功能的研究。本研究拟应用 Fetal HQ 技术探讨 ICP 胎儿与对照组胎儿心脏收缩功能之间的差异, 为尽早发现 ICP 胎儿心功能异常提供有力依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 7 月至 2023 年 4 月于川北医学院附属医院就诊及产检孕妇 67 例。其中 ICP 孕妇 29 例 (ICP 组), 诊断标准参考妊娠期肝内胆汁淤积症指南 (2015)^[11], 年龄 24~41 岁, 孕周 27~39 周。纳入标准: 单胎, 血清胆汁酸 $\geq 10 \mu\text{mol/L}$ 。所有孕妇均规律服用熊去氧胆酸。排除标准: ①孕妇有引起皮肤瘙痒的皮肤病、过敏性疾病、引起肝功异常的其他疾病及其他可能引起胎儿心脏功能异常的母体合并症; ②胎儿心脏结构异常、严重瓣膜反流、染色体异常、胎儿体重低于第十百分位或高于第九十分位等; ③采集图像质量差的孕妇; ④拒绝签署知情同意书的孕妇及临床资料不完整的孕妇。同期纳入 38 例正常孕妇作为对照组, 年龄 25~36 岁, 孕周 28~40 周。本研究经川北医学院附属医院伦理委员会批准 (批件号: 2023ER067-1)。所有孕妇均签署知情同意书。

1.2 仪器与方法

采用美国 GE 公司的 Voluson E10 彩色多普勒超声诊断仪, 配备 Fetal HQ 软件, 三维容积探头频率为 4.0~8.0 MHz。

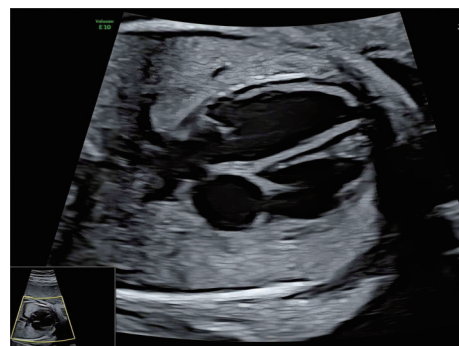
1.2.1 2 组一般资料收集 收集孕妇一般资料, 结合产前系统超声和心脏超声检查, 了解胎儿有无结构畸形。

1.2.2 胎儿心脏定量分析步骤 初次确诊 ICP 时采集胎儿心脏四腔心动态图, 动态监测母体血清胆汁酸水平, 当血清胆汁酸控制不良或持续升高时, 复查胎儿宫内状况, 并再次采集胎儿心脏四腔心动态图。最后, 选取孕妇血清胆汁酸最高点所采集的胎儿心脏四腔心动态图进行分析。具体步骤如下:

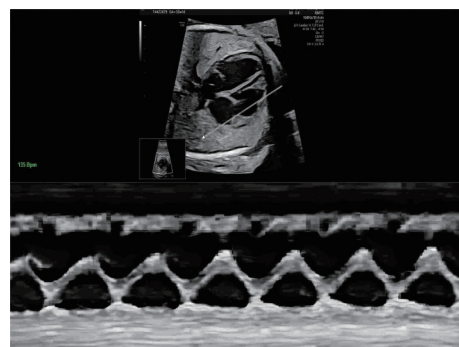
1.2.2.1 评估胎儿宫内状况 产妇取仰卧位, 测量一般生物学数据及胎盘功能相关多普勒参数 (包括脐动脉搏动指数、大脑中动脉搏动指数、静脉导管搏动指数)。

1.2.2.2 四腔心图像采集 在孕妇屏息及没有胎动的情况下, 取合适的胎儿心脏四腔心切面, 见图 1A, 清楚显示瓣根插入点及心尖, 存取 2~3 s 的动态图像。采集过程中可以通过缩小图像采集角度和深度尽量提高帧频, 以满足帧频 $\geq 80 \text{ Hz}$, 使每一心动周期都有足够的帧数。

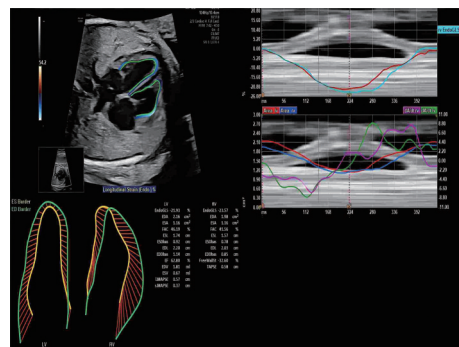
1.2.2.3 图像后处理 选择一段清晰的动态图像, 进入 Fetal HQ 操作界面, 选择房室瓣关闭前那帧为舒张末期。然后, 通过 M 型超声确定 1 个心动周期, 见图 1B。最后, 分别在心室基底瓣根插入处描记两个点, 在心尖处描记 1 个点, 通过斑点追踪成像获得收缩末期和舒张末期心内膜轮廓, 对于追踪不完美的点可以进行手动调节, 并且软件自动将心室等分成 24 节段。比较舒张末期及收缩末各个节点的位置变化, 便可以得出胎儿心脏定量分析指标, 见图 1C。所有分析均重复 3 次, 取平均值。所以图像采集及后处理均由高年资医生完成。



A. 胎儿心脏四腔心切面



B. M 型确定心动周期



C. 图像后处理结果

图1 胎儿心脏定量分析步骤示意图

1.2.2.4 胎儿心脏定量分析指标

1.2.2.4.1 纵向收缩功能参数 左、右心室整体纵向应变(global strain, GLS);左、右心室间隔壁应变(sept wall strain, SWS);左、右心室侧壁应变(free wall strain, FWS)。

1.2.2.4.2 横向收缩功能参数 左、右心室24节段短轴缩短率(fractional shortening, FS)。

1.2.2.4.3 整体收缩功能参数 左、右心室面积变化分数(fetal area change, FAC);左心室射血分数(ejection fraction, EF)。

1.2.3 可重复性分析 随机选取10例胎儿进行左、右心室GLS和FAC参数的可重复性分析。由2名经验丰富的高年资医师遵循盲法,对图像进行后处理分析。其中1名医师分析2次,2次间隔时间为2周,1名医师分析1次,评估观察者内和观察者间组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)。ICC>0.80为非常好,0.80>ICC>0.60为好,0.60>ICC>0.40为一般,ICC<0.40为差。

1.3 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行数据分析。采用Shapiro-Wilk检验进行数据正态性检验。计量资料服从正态分布且方差齐者以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;偏态分布者以 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U检验;计数资料以例(%)表示,2组间比较采用卡方检验;观察者间和观察者内的一致性分析采用ICC及Bland-Altman分析。用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

1.4 样本量计算

根据预试验结果确定,其中左心室GLS是主要研究参数,故以此计算样本量。ICP组和对照组的中位数分别是:19.25和21.91、标准差分别为4.3和2.5。进行双尾检验,Alpha值为0.05,统计效能80%,ICP组与对照组的样本量比值为1,计算样本量,病例组28例,对照组28例。考虑到数据删失可能,因此笔者根据实际情况确定样本量为ICP组29例,对照组38例。

2 结果

2.1 2组一般资料比较

ICP组与对照组孕妇年龄、孕龄、BMI、孕次及产次比较差异无统计学意义($P>0.05$),超声预估胎儿体质量及胎盘功能相关多普勒参数差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。

2.2 2组Fetal HQ参数比较

ICP组纵向收缩功能指标左、右心室GLS、SWS和FWS均低于对照组,见表2。2组间横向收缩功能指标左、右心室24节段FS比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表3。2组间整体收缩功能指标左心室EF比较,差异无统计学意义($P>0.05$),ICP组左、右心室FAC均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表2。

2.3 观察者内及观察者间的一致性分析

左心室GLS和右心室GLS的观察者内ICC分别为0.89(95%CI=0.556~0.973, $P=0.002$)和0.746(95%CI=0.024~0.937, $P=0.027$),左心室GLS和右心室GLS的观察者间ICC分别为0.831(95%CI=0.321~0.958, $P=0.007$)和0.779(95%CI=0.110~0.945, $P=0.017$)。Bland-Altman分析一致性好,见图2。

3 讨论

妊娠期肝内胆汁淤积症(ICP)是以妊娠中晚期母体出现不同程度的瘙痒及黄疸,胎儿早产及围生儿死亡率明显增高为特点的妊娠期特发性疾病。研究发现,ICP患者血中高浓度胆汁酸可以通过胎盘进入胎儿体内,引起胎儿心脏毒性,破坏心肌细胞的结构,导致心肌不同步收缩和传导系统紊乱,从而导致致命性心律失常^[7,12]。胎儿心功能异常可能与其宫内死亡的风险密切相关,但目前尚无有效

表1 2组一般资料对比[$M_d(P_{25}, P_{75})$; $\bar{x} \pm s$; n , %]

项目	对照组($n=38$)	ICP组($n=29$)	$Z/t/\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁)	29.50(24.50, 34.50)	28(21, 35)	-0.909	0.364
BMI(kg/m^2)	25.44 ± 3.40	26.63 ± 3.08	-1.472	0.146
孕龄(周)	30.85(25.21, 36.49)	33.57(28.78, 38.36)	-0.620	0.535
孕次(次)				
1	17(44.7)	12(41.4)	0.076	0.783
≥2	21(55.3)	17(58.6)		
产次(次)				
0	27(71.1)	19(65.5)	0.234	0.628
≥1	11(28.9)	10(34.5)		
超声预估胎儿体质量(g)	1 711(557, 2 865)	2 168(1 126, 3 210)	-0.917	0.359
UA PI	0.92 ± 0.16	0.99 ± 0.27	-1.250	0.218
MCA PI	1.84 ± 0.44	1.89 ± 0.47	-0.213	0.832
脑胎盘比值	2.07 ± 0.49	1.96 ± 0.39	0.972	0.335
DV PI	0.79 ± 0.42	0.79 ± 0.39	-0.046	0.963

注:ICP为妊娠期肝内胆汁淤积症,BMI为体质指数,PI为搏动指数,UA PI为脐动脉搏动指数,MCA PI为大脑中动脉搏动指数,脑胎盘比值为MCA PI和UA PI的比值,DV PI为静脉导管搏动指数

表2 2组纵向应变和整体心室功能参数对比 $(\bar{x} \pm s; M_d(P_{25}, P_{75}))$

参数(%)	对照组(n=38)	ICP组(n=29)	t/Z值	P值
RV GLS	-20.93 ± 2.79	-17.14 ± 2.13	-6.082	<0.001
LV GLS	-24.23 ± 4.44	-18.53 ± 2.31	-6.800	<0.001
RV SWS	-22.33 ± 4.68	-15.20 ± 3.43	-6.903	<0.001
LV SWS	-28.44 ± 6.63	-19.92 ± 3.79	-6.621	<0.001
RV FWS	-26.77 ± 5.74	-23.41 ± 3.78	-2.733	0.008
LV FWS	-18.69(-12.18, -25.20)	-16.28(-10.05, -22.51)	-1.993	0.046
LV EF	57.20 ± 7.10	55.33 ± 5.98	1.144	0.257
RV FAC	34.68 ± 4.46	31.01 ± 4.89	3.194	0.002
LV FAC	44.47 ± 6.11	38.73 ± 6.32	3.750	<0.001

注:RV GLS为右心室整体纵向应变, LV GLS为左心室整体纵向应变, RV SWS为右心室间隔壁应变, LV SWS为左心室间隔壁应变, RV FWS为右心室侧壁应变, LV FWS为左心室侧壁应变, LV EF为左心室射血分数, RV FAC为右心室面积变化分数, LV FAC为左心室面积变化分数。相关计算公式:心室整体纵向应变=(心室收缩末长径-心室舒张末长径)/心室舒张末长径×100%;间隔壁应变=(间隔壁收缩末长径-间隔壁舒张末长径)/间隔壁舒张末长径×100%;侧壁应变=(侧壁收缩末长径-侧壁舒张末长径)/侧壁舒张末长径×100%;射血分数=(心室舒张末容积-心室收缩末容积)/心室舒张末容积×100%;面积变化分数=(心室舒张末面积-心室收缩末面积)/心室舒张末面积×100%

表3 2组左心室和右心室24节段FS对比 $(\bar{x} \pm s)$

节段	左心室FS(%)		t值	P值	右心室FS(%)		t值	P值
	正常组	ICP组			正常组	ICP组		
1	11.41 ± 8.82	10.39 ± 10.39	0.860	0.393	10.43 ± 8.87	12.86 ± 9.94	-1.053	0.296
2	13.10 ± 7.72	10.94 ± 9.49	1.026	0.309	11.73 ± 7.46	14.12 ± 8.61	-1.212	0.230
3	14.68 ± 7.29	12.46 ± 9.05	1.109	0.271	12.89 ± 6.68	15.28 ± 7.69	-1.360	0.178
4	16.18 ± 7.29	14.02 ± 8.98	1.089	0.280	13.93 ± 6.39	16.31 ± 7.16	-1.431	0.157
5	17.67 ± 7.28	15.64 ± 9.07	1.012	0.315	14.91 ± 6.25	17.17 ± 6.88	-1.403	0.165
6	19.20 ± 6.97	17.41 ± 9.14	0.909	0.367	15.87 ± 5.99	17.88 ± 6.79	-1.282	0.205
7	20.80 ± 6.50	19.33 ± 9.19	0.764	0.448	16.77 ± 5.70	18.47 ± 6.91	-1.098	0.276
8	22.43 ± 6.12	21.38 ± 9.27	0.557	0.579	17.56 ± 5.48	18.98 ± 7.19	-0.920	0.361
9	24.06 ± 5.97	23.51 ± 9.40	0.288	0.774	18.16 ± 5.33	19.47 ± 7.44	-0.837	0.406
10	25.64 ± 6.09	25.66 ± 9.53	-0.011	0.991	18.52 ± 5.25	19.95 ± 7.50	-0.913	0.364
11	27.19 ± 6.55	27.76 ± 9.69	-0.289	0.774	18.70 ± 5.29	20.40 ± 7.44	-1.093	0.279
12	28.75 ± 7.22	29.78 ± 9.88	-0.500	0.619	18.81 ± 5.49	20.81 ± 7.39	-1.267	0.210
13	30.39 ± 7.80	31.77 ± 10.06	-0.633	0.529	18.97 ± 5.70	21.10 ± 7.44	-1.325	0.190
14	32.14 ± 8.00	33.70 ± 10.20	-0.699	0.487	19.26 ± 5.86	21.22 ± 7.58	-1.188	0.239
15	33.95 ± 7.96	35.53 ± 10.39	-0.708	0.482	19.61 ± 6.25	21.13 ± 7.76	-0.887	0.378
16	35.65 ± 7.89	37.17 ± 10.66	-0.672	0.504	19.90 ± 7.03	20.80 ± 7.92	-0.495	0.622
17	37.09 ± 7.96	38.49 ± 11.02	-0.605	0.547	20.00 ± 7.96	20.17 ± 7.96	-0.086	0.932
18	38.13 ± 8.25	39.39 ± 11.50	-0.508	0.613	19.87 ± 8.60	19.18 ± 7.87	0.337	0.737
19	38.85 ± 8.96	39.81 ± 12.21	-0.369	0.714	19.54 ± 9.11	17.92 ± 7.98	0.759	0.451
20	39.35 ± 10.08	39.95 ± 13.16	-0.213	0.832	19.07 ± 9.90	16.55 ± 8.58	1.091	0.279
21	39.67 ± 11.32	39.93 ± 14.16	-0.080	0.936	18.56 ± 11.00	15.28 ± 9.62	1.276	0.206
22	39.89 ± 12.31	39.87 ± 14.97	0.007	0.995	18.15 ± 12.06	14.33 ± 10.65	1.352	0.181
23	40.02 ± 12.99	39.81 ± 15.53	0.059	0.953	17.87 ± 12.86	13.69 ± 11.42	1.381	0.172
24	40.09 ± 13.38	39.78 ± 15.85	0.087	0.931	17.71 ± 13.36	13.33 ± 11.90	1.390	0.169

注:FS为短轴缩短率,FS=(某节段舒张末期心室横向长度-相同节段收缩末期心室横向长度)/相同节段舒张末期心室横向长度×100%。P<0.05表示差异有统计学意义

的手段对ICP胎儿心脏功能进行监测。

生理基础状态下,心内膜下心肌血供丰富,当缺血或缺氧发生时,心内膜首先受损,所以通过检测心内膜运动可以早期反映胎儿心功能变化^[13]。DeVore GR等研究表明左、右心室的心内膜运动呈

“T”形,分为纵向运动和横向运动^[14-15]。纵向运动用纵向应变(longitudinal strain, LS)表示,包括左、右心室GLS、SWS和FWS。LS是目前最具临床应用前景的心功能评价指标之一^[16-17],并且已被证实在胎儿期应用的可行性^[18]。横向运动用FS表示,包括左、

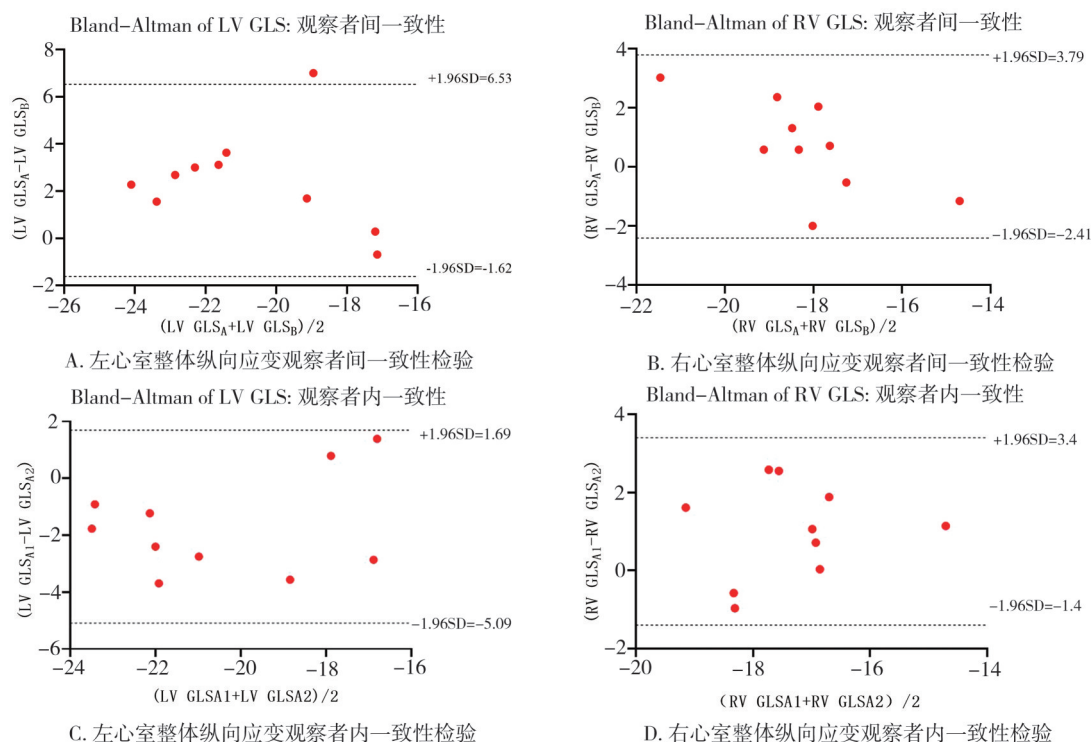


图2 Bland-Altman 一致性检验

右心室24节段FS表示。本研究中ICP组左、右心室GLS、SWS和FWS均低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结果表明ICP胎儿左、右心室LS均已明显受损,提示胎儿心脏左、右心室纵向收缩功能已出现亚临床损伤。这可能与胆汁酸诱导心肌组织线粒体发生氧化应激,促进心肌细胞缺血缺氧性损伤^[19],进而导致心功能受损及心肌运动失调有关^[20]。

本研究中采用的是24节段FS。传统的FS通过M型超声进行测量,但是由于心内膜运动呈T型,舒张末测量的心内膜节段与收缩末测量的心内膜节段不同,且只能代表单一节段心脏横向收缩力,导致结果存在偏差。Fetal HQ软件将左、右心室从基底到心尖等分成24节段,分别测量左、右心室24节段FS,为检测心室横向收缩性提供了一种全面的方法^[15]。与对照组相比,本研究中两组间左、右心室24节段FS差异均未见统计学意义,提示心脏横向收缩功能尚未出现明显受损。这可能是由于心内膜下心肌纤维呈纵向分布,心内膜运动以纵向为主,因此LS较FS更能有效反映心内膜的损伤。国内樊雪梅等^[20]使用速度向量成像发现ICP孕妇胎儿左心室纵向应变、收缩期应变率及舒张期应变率均下降,提示ICP孕妇胎儿存在左心功能受损。这与我们的研究相佐证。

左、右心室FAC和左心室EF是评价整体心室功能的指标。本研究中ICP组左、右心室FAC较对

照组均出现明显的降低,差异有统计学意义($P<0.05$),提示胎儿心脏整体收缩功能受损。而ICP组左心室EF与对照组相比,差异无统计学意义,可能与胎儿心脏内径较小,从二维平面测量体积困难有关。而FAC通过心室面积变化评估胎儿心功能,具有可行性、重复性好的优点^[21],较左心室EF更能敏感反映胎儿心室整体收缩功能。

本研究中2组孕周并无统计学差异,是均衡可比的,但仍然不能忽略孕周对胎儿心脏功能的可能影响。既往研究显示,心室纵向收缩功能指标右心室LS与孕周无明显相关,左心室LS与孕周关系存在争议^[22-24];心室横向收缩功能指标24节段FS跟孕周无相关性^[15];整体收缩功能指标FAC在30周之后也是保持稳定的^[25]。本文中大部分病例都大于30周,因此推测孕周对FAC及其他参数的影响也较小。建立基于不同孕周的胎儿心脏收缩功能评估曲线将是下一步研究的方向。

本研究还证实Fetal HQ在分析胎儿心功能方面具有良好的可行性和重复性,并且左心室优于右心室,这可能与左心室内肌小梁低平,超声图像上心内膜较为光滑,而右心室肌小梁丰富、近心尖三分之一处调节束干扰导致心内膜显示欠清有关。这与之前的研究相符^[10]。

本研究的局限性:①单中心研究,样本量比较小,并且未区分ICP轻、重分度,后续我们将扩大样

本量进一步研究探讨轻、重度 ICP 胎儿心功能的差异。②本研究缺乏围生期结局,未能分析 Fetal HQ 参数和不良围生期结局的关系。未来将继续这方面的研究,探讨 Fetal HQ 参数和新生儿心脏功能的关系,以完善 ICP 对胎儿-新生儿心脏的影响。

综上所述,在宫内高胆汁酸环境下,ICP 胎儿心脏整体及纵向收缩功能明显受损,横向收缩功能暂未受到明显影响;与传统心脏功能评价指标左心室 EF 相比,FAC 可以更加敏感地反映出胎儿心脏整体功能的改变。Fetal HQ 软件可以定量评价 ICP 胎儿心脏的亚临床功能异常,从而为临床医生更好的管理 ICP 孕妇和胎儿提供影像学依据。

参 考 文 献

- [1] Gardiner FW, McCuaig R, Arthur C, et al. The prevalence and pregnancy outcomes of intrahepatic cholestasis of pregnancy: A retrospective clinical audit review[J]. *Obstet Med*, 2019, 12(3): 123-128.
- [2] Bicocca MJ, Sperling JD, Chauhan SP. Intrahepatic cholestasis of pregnancy: Review of six national and regional guidelines[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2018, 231: 180-187.
- [3] Zhang Y, Pan Y, Lin C, et al. Bile acids evoke placental inflammation by activating Gpbar1/NF- κ B pathway in intrahepatic cholestasis of pregnancy[J]. *J Mol Cell Biol*, 2016, 8(6): 530-541.
- [4] Brouwers L, Koster MP, Page-Christiaens GC, et al. Intrahepatic cholestasis of pregnancy: maternal and fetal outcomes associated with elevated bile acid levels[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2015, 212(1): 100-101.
- [5] Sheikh AKS, Miragoli M, Abu-Hayyeh S, et al. Bile acid-induced arrhythmia is mediated by muscarinic M2 receptors in neonatal rat cardiomyocytes[J]. *PLoS One*, 2010, 5(3): e9689.
- [6] Gorelik J, Harding SE, Shevchuk AI, et al. Taurocholate induces changes in rat cardiomyocyte contraction and calcium dynamics[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2002, 103(2): 191-200.
- [7] Williamson C, Gorelik J, Eaton BM, et al. The bile acid taurocholate impairs rat cardiomyocyte function: a proposed mechanism for intra-uterine fetal death in obstetric cholestasis[J]. *Clin Sci (Lond)*, 2001, 100(4): 363-369.
- [8] Wang D, Liu C, Liu X, et al. Evaluation of prenatal changes in fetal cardiac morphology and function in maternal diabetes mellitus using a novel fetal speckle-tracking analysis: a prospective cohort study[J]. *Cardiovasc Ultrasound*, 2021, 19(1): 25.
- [9] 詹梦娜, 赵博文, 彭晓慧, 等. 胎儿心脏定量分析技术评价左心室流出道梗阻胎儿心脏功能和形态[J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(10): 854-860.
- Zhan MN, Zhao BW, Peng XH, et al. Investigation of fetal cardiac function and morphology in fetuses with left ventricular outflow tract obstruction using fetal heart quantification[J]. *Chinese Journal of Ultrasonography*, 2021, 30(10): 854-860.
- [10] Huntley ES, Hernandez-Andrade E, Soto E, et al. Novel Speckle Tracking Analysis Showed Excellent Reproducibility for Size and Shape of the Fetal Heart and Good Reproducibility for Strain and Fractional Shortening[J]. *Fetal Diagn Ther*, 2021, 48(7): 541-550.
- [11] 中华医学会妇产科学分会产科学组. 妊娠期肝内胆汁淤积症诊疗指南(2015)[J]. *中华妇产科杂志*, 2015(7): 481-485.
- Subgroup Obstetrics, Chinese Society of Obstetrics and Gynecology, Chinese Medical Association. Guidelines for the management of intrahepatic cholestasis of pregnancy (2015)[J]. *Chinese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2015(7): 481-485.
- [12] Gorelik J, Shevchuk A, de Swiet M, et al. Comparison of the arrhythmogenic effects of tauro- and glycoconjugates of cholic acid in an in vitro study of rat cardiomyocytes[J]. *BJOG*, 2004, 111(8): 867-870.
- [13] Smiseth OA, Torp H, Opdahl A, et al. Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making?[J]. *Eur Heart J*, 2016, 37(15): 1196-1207.
- [14] DeVore GR, Polanco B, Satou G, et al. Two-Dimensional Speckle Tracking of the Fetal Heart: A Practical Step-by-Step Approach for the Fetal Sonologist[J]. *J Ultrasound Med*, 2016, 35(8): 1765-1781.
- [15] DeVore GR, Klas B, Satou G, et al. Twenty-four Segment Transverse Ventricular Fractional Shortening: A New Technique to Evaluate Fetal Cardiac Function[J]. *J Ultrasound Med*, 2018, 37(5): 1129-1141.
- [16] Bayram E, Gulcu O, Aksu U, et al. Evaluating the Association Between the Three Different Ejection Fraction Measurement Techniques and Left Ventricle Global Strain[J]. *Eurasian J Med*, 2018, 50(3): 173-177.
- [17] Marwick TH, Shah SJ, Thomas JD. Myocardial Strain in the Assessment of Patients With Heart Failure: A Review[J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(3): 287-294.
- [18] Day TG, Charakida M, Simpson JM. Using speckle-tracking echocardiography to assess fetal myocardial deformation: are we there yet?[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2019, 54(5): 575-581.
- [19] 董莉洁, 曹引丽. ICP 胎鼠心肌损害机制的实验研究[J]. *陕西医学杂志*, 2011, 40(11): 1469-1470.
- Dong LJ, Cao YL. Experimental study on the mechanism of myocardial damage in fetal rats with intrahepatic cholestasis of pregnancy[J]. *Shaanxi Medical Journal*, 2011, 40(11): 1469-1470.
- [20] Fan X, Zhou Q, Zeng S, et al. Impaired fetal myocardial deformation in intrahepatic cholestasis of pregnancy[J]. *J Ultrasound Med*, 2014, 33(7): 1171-1177.
- [21] Mostafa S. Assessment of right ventricular systolic function in heart failure with preserved, reduced and mid-range ejection fraction[J]. *Indian Heart J*, 2019, 71(5): 406-411.
- [22] Lee-Tannock A, Hay K, Gooi A, et al. Global longitudinal reference ranges for fetal myocardial deformation in the second half of pregnancy[J]. *J Clin Ultrasound*, 2020, 48(7): 396-404.
- [23] Younoszai AK, Saudek DE, Emery SP, et al. Evaluation of myocardial mechanics in the fetus by velocity vector imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2008, 21(5): 470-474.
- [24] Di Salvo G, Russo MG, Paladini D, et al. Quantification of regional left and right ventricular longitudinal function in 75 normal fetuses using ultrasound-based strain rate and strain imaging[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2005, 31(9): 1159-1162.
- [25] DeVore GR, Klas B, Satou G, et al. Quantitative evaluation of fetal right and left ventricular fractional area change using speckle-tracking technology[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2019, 53(2): 219-228.

(责任编辑:冉明会)