

二维斑点追踪技术评估窒息新生儿左室纵向收缩功能及其与心肌损伤的相关性

陈成彩 陆 亿 姚小敏 李丽珍

摘 要 **目的** 应用二维斑点追踪(2D-STI)技术评估窒息新生儿左室纵向收缩功能,探讨其与心肌损伤的相关性。**方法** 选取我院经临床确诊合并心肌损伤的足月窒息新生儿 61 例,根据 Apgar 评分分为轻度窒息组 31 例(Apgar 评分 4~7 分)和重度窒息组 30 例(Apgar 评分 0~3 分);另选同期出生的正常足月新生儿 30 例作为对照组。应用常规超声心动图获取各组左室舒张末期内径(LVDD)、左室短轴缩短率(LVFS)、左室射血分数(LVEF);2D-STI 获取左室基底段、中间段、心尖段共 17 个节段峰值应变(LPSS)及左室三腔心整体纵向应变(GLS-LAX)、四腔心整体纵向应变(GLS-A4C)、两腔心整体纵向应变(GLS-A2C)、左室整体平均纵向应变(GLS-AVG);比较各组上述各参数差异;分析 GLS-AVG 与血清肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白(cTnT)的相关性。**结果** 各组 LVDD、LVFS、LVEF 比较差异均无统计学意义。各组左室基底段、中间段、心尖段有 14 个节段 LPSS 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);重度窒息组左室基底段、中间段各节段 LPSS 均不同程度降低;轻度窒息组左室基底段仅前间壁、下间壁、下壁 LPSS 降低,中间段仅前壁、下间壁、前侧壁 LPSS 降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);重度窒息组和轻度窒息组左室心尖段仅下壁、侧壁 LPSS 降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。各组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);重度窒息组和轻度窒息组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 均低于对照组,重度窒息组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 均低于轻度窒息组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。GLS-AVG 与 CK-MB、cTnT 均呈负相关($r = -0.515, -0.912$, 均 $P = 0.000$)。**结论** 2D-STI 可早期定量评估窒息新生儿左室纵向收缩功能,且其与心肌损伤指标 CK-MB、cTnT 相关。

关键词 超声心动描记术;斑点追踪,二维;新生儿窒息;心功能,左;心肌损伤;相关性
[中图分类号]R540.45;R722.12 [文献标识码]A

Evaluation of the correlation between longitudinal systolic function of the left ventricle and myocardial damage in asphyxia neonates by two-dimensional speckle tracking imaging

CHEN Chengcai, LU Yi, YAO Xiaomin, LI Lizhen

Department of Ultrasound Medicine, Affiliated Hospital of Youjiang Medical University for Nationalities, Guangxi 533000, China

ABSTRACT Objective To evaluate the longitudinal systolic function of left ventricle in neonates with asphyxia by two-dimensional speckle tracking (2D-STI), and to investigate the correlation between left ventricular longitudinal systolic function and myocardial damage. **Methods** Sixty-one asphyxia neonates with myocardial damage were divided into mild asphyxia group (31 cases, Apgar score 4~7) and severe asphyxia group (30 cases, Apgar score 0~3) according to Apgar score, and 30 normal neonates were selected as control group. The left ventricular diastolic diameter (LVDD), left ventricular short axis shortening (LVFS) and left ventricular ejection fraction (LVEF) were measured by conventional echocardiography. The peak strain (LPSS) of 17 segments at base segment, middle segment and apex segment of left ventricle, the global longitudinal strain of left ventricle at three-chamber view (GLS-LAX), the global longitudinal strain at four chamber view (GLS-A4C), global longitudinal strain at two-chamber view (GLS-A2C) and global mean longitudinal strain of left ventricle (GLS-AVG) were

基金项目:2020 年度广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目(2020KY13012);2018 年百色市科学研究与技术开发计划项目(百科 20184711)

作者单位:533000 广西壮族自治区百色市,右江民族医学院附属医院超声医学科(陈成彩、李丽珍),重症医学科(陆亿),新生儿科(姚小敏)
通讯作者:李丽珍,Email:85621508@qq.com

obtained by 2D-STI. The differences of the above parameters in all groups were compared. The correlation between GLS-AVG and serum creatine kinase isoenzyme (CK-MB), troponin (cTnT) were analyzed. **Results** There were no significant difference of LVDId, LVFS and LVEF among all groups. LPSS of 14 segments at basal segment, middle segment and apex segment of left ventricle were significantly different among all groups (all $P < 0.05$). LPSS of basal and middle segments of left ventricle decreased to different degrees in severe asphyxia group, LPSS of basal segment of left ventricle decreased only in anterior septum, lower septum and lower wall in mild asphyxia group, LPSS of middle segment of left ventricle decreased only in anterior septum, lower septum and anterior wall in mild asphyxia group, and the differences were statistically significant compared with those in control group (all $P < 0.05$). LPSS of inferior wall and lateral wall at apical segment decreased in severe asphyxia group and mild asphyxia group, and the differences were statistically significant compared with those in control group (all $P < 0.05$). There were statistically significant differences in GLS-LAX, GLS-A4C, GLS-A2C and GLS-AVG among all groups (all $P < 0.05$). GLS-LAX, GLS-A4C, GLS-A2C and GLS-AVG in severe asphyxia group and mild asphyxia group were lower than those in normal group, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). GLS-LAX, GLS-A4C, GLS-A2C and GLS-AVG in severe asphyxia group were lower than those in mild asphyxia group, with statistical significance (all $P < 0.05$). GLS-AVG showed a negative correlation with both CK-MB and cTnT ($r = -0.515, -0.912$, both $P = 0.000$). **Conclusion** 2D-STI can quantitatively evaluate left ventricular longitudinal systolic function in asphyxia neonates, which has correlated with myocardial damage indexes CK-MB and cTnT.

KEY WORDS Echocardiography; Speckle-tracking, two-dimensional; Asphyxia neonates; Cardiac function, left; Myocardial damage; Correlation

新生儿窒息是指由于围生期的各种病因(包括宫内窘迫或分娩过程发生呼吸、循环障碍等),造成新生儿出生后1 min内不能自主呼吸或规律呼吸,其易导致多器官功能损害,其中以心肌损伤较为常见,是引起新生儿窒息死亡的主要原因之一。研究^[1-2]显示,新生儿窒息引发的心肌损伤发生率可高达40.0%,心力衰竭发生率达33.3%。因此早期、及时、准确诊断窒息新生儿心肌损伤对提高临床疗效及改善患儿预后具有重要的临床指导意义。血清肌酸激酶同工酶(CK-MB)、肌钙蛋白(cTnT)是临床诊断缺氧缺血性心肌损伤最常用的指标。但是,由于新生儿出生时心肌酶活性较高,3 d后才明显下降,且采集标本过程中可能受到溶血影响,存在一定假阳性率^[3]。二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)技术是一项成熟、无创的超声检查技术,可较常规超声心动图更早发现心功能损害,同时可操作性及重复性好,已被广泛应用于成人心血管疾病诊断中。本研究应用2D-STI评估窒息新生儿左室纵向整体及局部收缩功能,并与CK-MB、cTnT进行相关性分析,旨在为临床诊断窒息新生儿心肌损伤提供参考。

资料与方法

一、研究对象

选取2019年7月至2020年12月我院经临床确诊合并心肌损伤的足月窒息新生儿61例,胎龄 $37^{+4} \sim 41^{+3}$ 周;体质量2864~3998 g。窒息新生儿入选标准参考第5版

《实用新生儿学》^[4]。根据Apgar评分分为轻度窒息组31例(Apgar评分4~7分),男16例,女15例,平均胎龄(39.10 ± 0.99)周,平均体质量(3342 ± 366)g;重度窒息组30例(Apgar评分0~3分),男14例,女16例,平均胎龄(39.27 ± 1.03)周,平均体质量(3324 ± 336)g;另选同期正常足月新生儿30例作为对照组(Apgar评分8~10分),男13例,女17例,平均胎龄(38.75 ± 0.83)周,平均体质量(3187 ± 255)g。所有研究对象均无呼吸系统、消化系统、循环系统等疾病,孕母无妊娠期合并症。各组性别、体质量、胎龄比较差异均无统计学意义。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有研究对象家属均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. 超声心动图检查:使用Philips EPIQ 7C彩色多普勒超声诊断仪,S12-4探头,频率3~8 MHz;内置STI分析软件包QLAB 10.0版本。所有研究对象均于出生后24~48 h完成超声心动图检查;取仰卧位或左侧卧位,连接心电图,常规经胸超声心动图观察心内结构,包括房室腔大小、大血管连接关系、瓣膜活动情况、有无心包积液等。于左室长轴切面应用M型超声测量左室舒张末期内径(LVDId)、左室短轴缩短率(LVFS);于四腔心切面应用Simpson法测量左室射血分数(LVEF)。采集并留取5个心动周期的动态二维切面(包括左室心尖三腔心、四腔心和两腔心切面)图像。选用超声仪器内置的QLAB软件aCMQ(心肌运动定量)插件进行分析,打开左室心尖三腔心切面二维动态图像,系统自动获取收缩末主动脉瓣关闭时间

(AVC)点,如不满意可根据二维图像逐帧调节确定,然后按顺序分别获取左室心尖三腔心、四腔心和两腔心切面二尖瓣根部两侧和心尖3个点的左室心内膜,自动计算左室17个节段的峰值应变(LPSS)及左室三腔心整体纵向应变(GLS-LAX)、四腔心整体纵向应变(GLS-A4C)、两腔心整体纵向应变(GLS-A2C)、左室整体平均纵向应变(GLS-AVG),并绘制牛眼图。以上操作均由同一经验丰富的副主任医师完成,所有参数均重复测量3次取其均值。

2. 实验室检查:所有研究对象均于超声心动图检查后立即采集静脉血2 ml,检测CK-MB和cTnT;均重复测量2次取其均值。

三、统计学处理

应用SPSS 20.0统计软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组比较采用单因素方差分析或秩和检验,组间两两比较行LSD-*t*检验。相关性分析采用Pearson相关分析法。*P*<0.05为差异有统计学意义。

结 果

一、各组Apgar评分、实验室检查指标及常规超声心动图参数比较

各组Apgar评分、CK-MB和cTnT比较差异均有统计学意义(均*P*<0.05);重度窒息组Apgar评分均低

于轻度窒息组和对照组,CK-MB和cTnT均高于轻度窒息组和对照组,差异均有统计学意义(均*P*<0.05);轻度窒息组Apgar评分低于对照组,CK-MB和cTnT均高于对照组,差异均有统计学意义(均*P*<0.05)。各组LVEF、LVFS、LVIDd比较差异均无统计学意义。见表1。

表1 各组Apgar评分、实验室检查指标、常规超声心动图参数比较($\bar{x}\pm s$)

组别	Apgar评分 (分)	实验室检查指标		常规超声心动图参数		
		cTnT($\mu\text{g/L}$)	CK-MB(U/L)	LVEF(%)	LVFS(%)	LVIDd(mm)
对照组	9.40±0.77	0.02±0.04	26.43±6.41	66.59±5.04	35.83±4.05	18.09±1.51
轻度窒息组	5.94±1.18*	0.09±0.04*	149.78±129.61*	64.87±5.41	35.42±4.16	18.11±1.44
重度窒息组	2.43±0.63**	0.39±0.13**	298.41±206.81**	64.30±6.19	34.30±4.55	18.19±1.42
<i>F</i> 值	454.772	188.991	28.053	1.250	1.210	0.043
<i>P</i> 值	<0.05	<0.05	<0.05	0.292	0.303	0.958

与对照组比较,**P*<0.05;与轻度窒息组比较,***P*<0.05。cTnT:肌钙蛋白;CK-MB:血清肌酸激酶同工酶;LVEF:左室射血分数;LVFS:左室短轴缩短率;LVIDd:左室舒张末期内径

二、各组STI参数比较

1. 各组左室各节段LPSS比较:各组左室基底段、中间段、心尖段有14个节段LPSS比较差异均有统计学意义(均*P*<0.05);重度窒息组左室基底段和中间段各节段LPSS均不同程度降低;轻度窒息组左室基底段仅前间壁、下间壁、下壁LPSS降低,中间段仅前壁、下间壁、前侧壁LPSS降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均*P*<0.05);重度窒息组和轻度窒息组左室心尖段仅下壁、侧壁LPSS降低,与对照组比较差异均有统计学意义(均*P*<0.05)。见表2。

表2 各组左室各节段LPSS比较($\bar{x}\pm s$)

组别	基底段						%
	前壁	前间壁	下间壁	下壁	下侧壁	前侧壁	
对照组	-20.37±3.10	-18.80±2.99	-19.73±2.88	-19.77±2.75	-19.00±3.32	-19.03±3.14	
轻度窒息组	-19.84±3.63	-16.90±3.39*	-16.39±3.12*	-17.68±3.56*	-18.26±3.63	-17.97±3.56	
重度窒息组	-16.50±2.46**	-14.70±2.81**	-11.80±1.85**	-12.50±3.26**	-13.83±2.53**	-13.27±3.12**	
<i>F</i> 值	13.688	13.363	66.272	40.760	26.292	22.911	
<i>P</i> 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
组别	中间段						%
	前壁	前间壁	下间壁	下壁	下侧壁	前侧壁	
对照组	-24.27±2.82	-21.37±3.43	-22.67±2.89	-24.40±2.54	-24.80±3.22	-25.63±3.77	
轻度窒息组	-20.90±3.67*	-19.52±2.97	-19.65±3.99*	-22.90±4.35	-23.87±3.88	-21.94±5.66*	
重度窒息组	-17.17±3.35**	-15.77±3.27**	-13.97±3.63**	-13.53±3.07**	-15.17±3.74**	-14.57±2.74**	
<i>F</i> 值	34.663	23.530	46.656	89.424	52.736	64.604	
<i>P</i> 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	
组别	心尖段					%	
	前壁	室间壁	下壁	侧壁	心尖帽		
对照组	-30.17±2.97	-31.93±4.28	-32.10±3.88	-28.87±2.99	-30.83±1.49		
轻度窒息组	-28.71±3.22	-31.16±4.47	-26.97±2.99*	-26.10±3.22*	-29.29±1.49		
重度窒息组	-29.47±2.42	-30.33±2.40	-25.47±1.91**	-18.93±2.36**	-29.97±1.47		
<i>F</i> 值	1.937	1.300	26.750	94.889	3.883		
<i>P</i> 值	0.150	0.079	<0.05	<0.05	0.124		

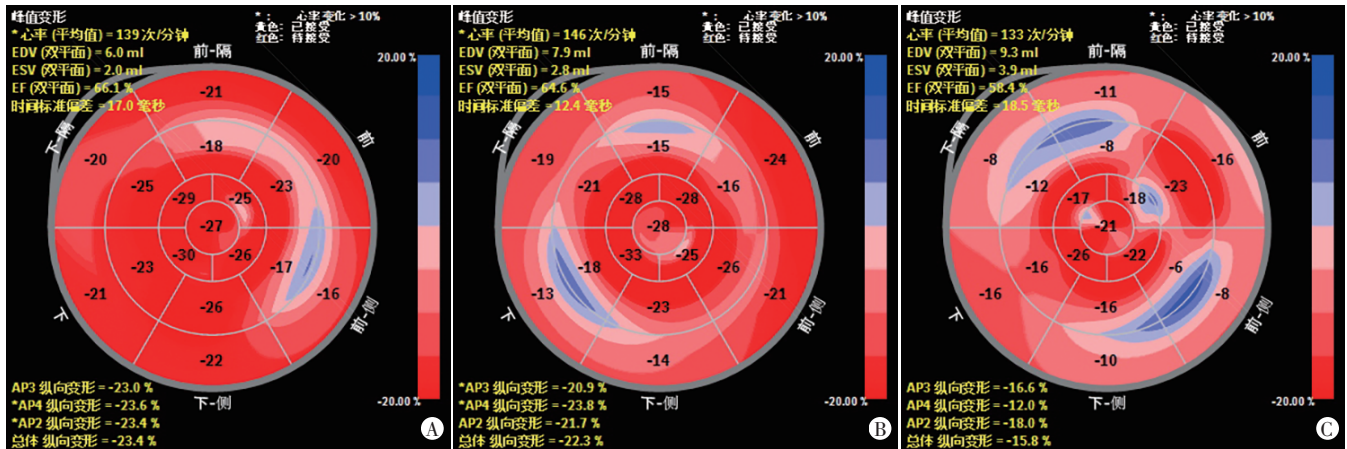
与对照组比较,**P*<0.05;与轻度窒息组比较,***P*<0.05

2. 各组整体纵向应变参数比较: 各组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 比较差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。重度窒息组和轻度窒息组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 均低于对照组, 重度窒息组 GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、

GLS-AVG 均低于轻度窒息组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见图 1 和表 3。

三、GLS-AVG 与 CK-MB、cTnT 相关性分析

GLS-AVG 与 CK-MB、cTnT 均呈负相关 ($r = -0.515$ 、 -0.912 , 均 $P = 0.000$), 见图 2, 3。



A: 对照组新生儿 (2 d, 男), GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 分别为 -23.0%、-23.6%、-23.4%、-23.4%; B: 轻度窒息组新生儿 (2 d, 女), GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 分别为 -20.9%、-23.8%、-21.7%、-22.3%; C: 重度窒息组新生儿 (1 d, 男), GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG 分别为 -16.6%、-12.0%、-18.0%、-15.8%

图 1 各组左室纵向应变牛眼图

表 3 各组整体纵向应变参数比较 ($\bar{x} \pm s$) %

组别	GLS-LAX	GLS-A4C	GLS-A2C	GLS-AVG
对照组	-25.18±1.70	-24.83±1.22	-25.47±1.73	-25.14±0.96
轻度窒息组	-23.24±1.58*	-22.40±2.35*	-22.57±1.87*	-22.78±1.40*
重度窒息组	-19.48±1.74**	-18.33±2.01**	-20.56±1.61**	-19.40±1.58**
F 值	66.515	87.726	60.301	139.030
P 值	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

与对照组比较, * $P < 0.05$; 与轻度窒息组比较, ** $P < 0.05$ 。GLS-LAX: 左室三腔心整体纵向应变; GLS-A4C: 左室四腔心整体纵向应变; GLS-A2C: 左室两腔心整体纵向应变; GLS-AVG: 左室整体平均纵向应变

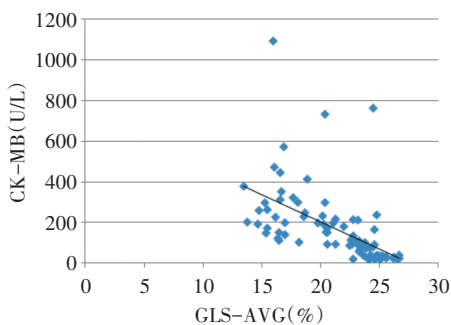


图 2 GLS-AVG 与 CK-MB 相关性分析散点图

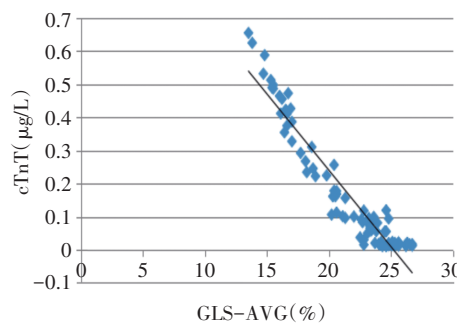


图 3 GLS-AVG 与 cTnT 相关性分析散点图

讨 论

新生儿窒息是新生儿出生后一种常见且较危急的疾病, 易引起心肌损伤, 甚至可导致心力衰竭。临床上评估此类患儿心肌损伤最常用指标是血清

CK-MB 和 cTnT 水平。超声心动图是目前评估新生儿心脏结构及心功能最常用的检查方法, 常用的超声参数 LVEF 和 LVFS 虽特异性较高, 但敏感性低, 本研究各组 LVEF、LVFS 比较差异均无统计学意义, 表明其在评估新生儿心功能方面有一定的局限。研究^[5-6]表明, 2D-STI 技术可用于评估新生儿左、右心室功能。本研究应用 2D-STI 评估窒息新生儿左室心肌收缩功能, 分析其与心肌损伤血清学指标 CK-MB、cTnT 的相关性。

研究^[7]报道, 左室 LPSS 能敏感地反映早期心肌损伤。本研究结果显示, 与对照组比较, 轻度窒息组仅 8 个节段 LPSS 降低, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 这可能是由于轻度窒息新生儿窒息程度轻, 心肌损伤程度较轻, 部分节段 LPSS 减低不明显; 也可能是由于心肌发育不成熟, 各节段心肌细胞的细胞膜通透性不稳定所致。与对照组、轻度窒息组比较, 重度窒息组有 14 个节段 LPSS 降低 (均 $P < 0.05$), 主要发生在基底段和中间段, 分析原因为重度窒息新生儿左室基底段和中间段心肌均较心尖段厚, 冠状动脉的小营养动静脉更容易发生缺血缺氧, 导致心内膜下心肌发生损伤, 而心尖

段心肌较薄,血管较多,侧支循环供应较丰富,缺血缺氧的程度较轻,心肌损伤较轻。可见,左室基底段和中间段LPSS可以反映早期局部心功能的损伤。研究^[8]报道,GLS-AVG可作为评价左室收缩功能的临床指标。本研究结果显示,重度窒息组、轻度窒息组GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG与对照组比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),表明GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG均可早期评估窒息新生儿心功能改变。与江岚等^[9]研究结果一致。国内外研究^[1-2]显示,新生儿窒息可导致早期心功能损伤。但本研究中各组LVEF、LVFS、LVIDd比较差异均无统计学意义,表明应用常规超声心动图评估窒息新生儿早期心肌损伤具有局限性。研究^[10]表明,当窒息新生儿LVEF、LVFS异常时,其临床症状也会较严重。本研究发现窒息新生儿LVEF、LVFS均无明显异常时,其各节段LPSS、GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG均已发生改变,特别是轻度窒息组,虽心肌损伤程度较轻,但部分节段LPSS发生改变,且GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C、GLS-AVG改变更为显著,说明2D-STI技术可在LVEF、LVFS出现异常前检测到其左室心肌功能改变,具有高度敏感性。

心肌酶谱主要存在于心肌细胞内,可直接反映心肌的状态及心肌细胞的完整性。cTnT是一组可以调节心肌收缩的蛋白质。窒息新生儿心肌细胞的细胞膜通透性增加,心肌酶的释放增加。研究^[11-12]表明,CK-MB和cTnT对早期诊断心肌损伤有较高敏感性和特异性。本研究结果显示,重度窒息组、轻度窒息组CK-MB和cTnT均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),提示新生儿窒息程度越重,CK-MB和cTnT测值越大,心肌损伤程度越重。研究^[13]表明,GLS-AVG较GLS-LAX、GLS-A4C、GLS-A2C可更准确地反映左室收缩功能。本研究将GLS-AVG与CK-MB、cTnT行相关性分析,结果显示GLS-AVG与CK-MB、cTnT均呈负相关($r=-0.515$ 、 -0.912 , $P=0.000$),其中GLS-AVG与cTnT的相关性更高,证实GLS-AVG在早期诊断窒息新生儿心肌损伤的价值更高。

综上所述,2D-STI可早期定量评估窒息新生儿左室纵向收缩功能,且其与心肌损伤血清学指标CK-MB、cTnT均相关,可为临床早期监测窒息新生儿心肌损伤

提供一种可靠的辅助手段。但本研究样本量较少,且非多中心大样本研究,统计结果可能有所偏倚,后续将扩大样本量进一步深入探讨。

参考文献

- [1] Schmidt S, Duangdala P, Saysanasongkham B, et al. Neonatal mortality and morbidity in regional provincial hospitals in the people's democratic republic of laos[J]. J Trop Pediatr, 2016, 62(3): 213-219.
- [2] 胡敏,伍剑,张智睿,等. N端脑利钠肽前体对新生儿窒息合并心肌损伤诊断的临床价值[J]. 重庆医学, 2016, 45(16): 2223-2225, 2228.
- [3] 陈一宁,杨德华. 新生儿窒息患儿血清cTnT、CK-MB表达水平及意义[J]. 云南医药, 2020, 41(6): 527-529.
- [4] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5版. 北京:人民卫生出版社, 2020: 340-347.
- [5] El-Sisi AM, Gabr AEAM, Afia AA, et al. Left ventricular rotational deformation changes by speckle tracking imaging before and 24 hours after transcatheter closure of large secundum atrial septal defects in children[J]. Echocardiography, 2020, 37(7): 1065-1071.
- [6] Li JY, Li RJ, Ma N, et al. Assessment of right ventricular strain in children with repaired tetralogy of Fallot using speckle tracking imaging[J]. Chin Med J (Engl), 2019, 132(6): 744-748.
- [7] 姜杰,张平洋,冉红,等. 超声自动功能成像在急性轻症川崎病诊断中的临床价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(21): 3733-3737.
- [8] Kansal MM, Mansour IN, Ismail S, et al. Left ventricular global longitudinal strain predicts mortality and heart failure admissions in African American patients[J]. Clin Cardiol, 2017, 40(5): 314-321.
- [9] 江岚,庞虹,张慧,等. 斑点追踪超声心动图评估新生儿左心室纵向应变的可行性研究[J]. 中华超声影像学杂志, 2021, 30(2): 98-104.
- [10] Dalla K, Bech-Hanssen O, Oras J, et al. Speckle tracking-vs conventional echocardiography for the detection of myocardial injury—a study on patients with subarachnoid haemorrhage[J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2019, 63(3): 365-372.
- [11] 邓香,董文斌. 血清CK-MB、cTnT水平对新生儿窒息后心肌损伤及治疗效果的预测价值[J]. 重庆医学, 2017, 46(31): 4416-4418.
- [12] 高佩琦. 血清肌钙蛋白水平检测在窒息新生儿中的临床意义[J]. 淮海医药, 2017, 35(4): 429-431.
- [13] Ferraro AM, Adar A, Ghelani SJ, et al. Speckle tracking echocardiographically-based analysis of ventricular strain in children: an intervendor comparison[J]. Cardiovasc Ultrasound, 2020, 18(1): 15.

(收稿日期:2021-09-09)