

实时三维超声牛眼图定量评价正常新生儿左心室收缩同步性

徐敏¹ 任卫东² 熊峰¹ 王淑珍¹ 张丽娟¹ 黄晓凤¹ 刘春霞¹ 雷亚莉¹

(1. 成都市第三人民医院心脏超声科, 四川 成都 610031; 2. 中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004)

【摘要】目的 探讨实时三维超声牛眼图在定量评价正常新生儿左心室收缩功能及运动同步性中的临床价值及可行性。**方法** 102 例接受实时三维超声检查的正常新生儿, 应用 Qlab 3DQA 软件对其左心室进行定量分析, 获得左心室 17 节段容积-时间曲线和运动幅度牛眼图。测量以下参数: (1) 双平面 Simpson 法测左室舒张末容积、收缩末容积、射血分数及每搏量; (2) 三维同步性参数: 左心室 17 节段轴向运动最大距离、最小距离、平均运动距离、运动距离标准差及运动距离差异度。探讨性别、孕龄、出生体重和心率对同步性参数值的影响。**结果** 正常新生儿左心室 17 节段运动距离标准差及差异度均较小, 运动较为一致, 收缩同步性较好。同时性别、孕龄、出生体重和心率对最大距离、最小距离、运动距离标准差、平均运动距离、运动距离差异度各参数值均无影响。**结论** 实时三维超声牛眼图同步性参数可作为定量评价正常新生儿左心室收缩同步性的有效指标, 且不受个体差异影响, 也为评价早产儿及窒息新生儿左心室收缩同步性提供了正常参考值。

【关键词】 超声心动图; 三维; 新生儿; 收缩功能; 同步性

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2020.04.025

Quantitative Assessment of Left Ventricular Systolic Synchronicity in Normal Newborns Using Illustration of Bull Eye with Real-time Three-dimensional Echocardiography

XU Min¹, REN Weidong², XIONG Feng¹, WANG Shuzhen¹, ZHANG Lijuan¹, HUANG Xiaofeng¹, LIU Chunxia¹, LEI Yali¹

(1. Department of Cardiac Ultrasound, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610031, Sichuan, China; 2. Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, Liaoning, China)

【 Abstract 】 Objective To assess the value and feasibility of illustration of the bull eye with real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) in evaluating left ventricular segmental motion synchronicity in normal newborns. **Methods** The left ventricle of one hundred and two normal newborns acquiring RT-3DE were analyzed by Qlab 3DQA software, and the volume-time curve of 17 segments of the left ventricle and illustration of the bull eye were obtained. The measurement data included the end diastolic volume, end systolic volume, left ventricular ejection fraction and stroke volume by biplane Simpson method, and three dimensional synchronization parameters including axial motion maximum distance (E_{max}), minimum distance (E_{min}), average distance (EA), standard deviation of distance (SD) and difference of distance (SD/EA) were derived. Influences of gender, gestational age, birth weight and heart rate on parameters was explored. **Results** SD and SD/EA of the left ventricle in normal newborn were small, the motion was consistent, and the synchronization was good. Moreover, gender, gestational age, birth weight and heart rate had not effected on E_{max} , E_{min} , SD, EA and SD/EA these parameters. **Conclusion** RT-3DE's IBE are potential parameters for assessing left ventricular systolic synchronicity in normal newborns, and are not affected by individual differences. Additionally, it also provides a normal reference value for RT-3DE evaluation of left ventricular systolic synchronicity in premature and asphyxiated neonates.

【 Key words 】 Echocardiography; Three-dimensional; Newborns; Systolic function; Synchronicity

早期新生儿是胎儿娩出到个体独立生活的最初 适应阶段, 随着胎盘血流中断、动脉导管和卵圆孔逐

渐关闭,其体、肺循环刚刚独立转型,也是血液循环过渡时期的重要阶段^[1]。在此转变过程中,许多因素(如低氧血症、窒息和感染等)都可能导致心脏功能的损害^[2]。传统监测新生儿心脏功能的超声技术主要包括 M 型超声、二维超声和组织多普勒等,但因无法同一时间获取所有节段心肌的收缩运动情况,且通过软件的固定公式计算得出射血分数值,因此在评估心功能上存在一定的误差,尤其是在室壁运动不协调和节段性室壁运动异常的患者中^[3]。实时三维超声(real-time three-dimensional echocardiography, RT-3DE)牛眼图(illustration of the bull eye, IBE)不仅能全面实时地显示心脏的立体解剖结构和形态特征,还能准确地测量左心室容积、收缩功能及运动同步性^[4]。本研究旨在应用 IBE 成像技术定量评价正常新生儿左心室收缩同步性,提供牛眼征同步性参数的正常值范围并分析其影响因素,进一步探讨其临床应用价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

2012 年 10 月—2017 年 9 月于新生儿科住院的正常新生儿 102 例(日龄 0~14 d):男性 53 例,女性 49 例;孕龄 37~42 周;出生体重 2 550~4 460 g;心率 80~168 次/min;生后 1 min、5 min Apgar 评分均为 10 分;所有新生儿的卵圆孔和动脉导管在出生后 6 d 内均已闭合。排除标准:先天性心脏畸形、新生儿缺血缺氧脑病、早产儿和严重肺部疾病等。

1.2 仪器与方法

1.2.1 二维超声心动图

采用 Philips iE33 超声诊断仪 S12-4 探头,探头频率为 4~12 MHz。患儿均在安静状态下取仰卧位,同步连接心电图,依次顺序采集胸骨旁左室长轴切面、心尖四腔心和两腔心切面连续 5 个心动周期的动态图像存储,脉冲多普勒采集二尖瓣口血流频谱。测量以下参数:(1)左室容积和收缩功能:双平面 Simpson 法测舒张末容积(EDV)、收缩末容积(ESV)、射血分数和每搏量(SV);(2)二尖瓣口舒张早期充盈峰值速度(E)和舒张晚期充盈峰值速度(A),计算 E/A。

1.2.2 RT-3DE

采用 Philips iE33 超声诊断仪 X3-1 实时三维矩阵探头,探头频率为 1~3 MHz。将探头置于患儿心尖部,在心尖四腔心切面通过调整扇扫角度和仪器参数,获得最佳 2D 图像后启动 3D 全容积显像模式,连续采集 4 个心动周期的动态 3D 图像并存储。运用 Qlab(9.1)3DQ Advance 插件对已存储的动态图像进行定量分析,手动调节红、绿、蓝三条轴线(红、绿轴线分别通过二尖瓣口中心并过左室心尖且相互垂直,蓝

线通过乳头肌水平且与红、绿轴线相互垂直),以获取标准的心尖四腔心、两腔心和左室短轴切面。分别于舒张末期和收缩末期在心尖四腔和两腔心切面上依次选定室间隔、侧壁、前壁和下壁侧的二尖瓣环 4 个位点及上述两切面任意之一的左室心尖部。系统自动勾画动态三维心内膜轮廓,并根据需要进行手动局部调节,软件自动生成 IBE,由外至内分别代表基底段、中间段、心尖段。Qlab 自动计算出左心室 17 节段轴向运动最大距离(E_{\max})、最小距离(E_{\min})、平均运动距离(EA)、运动距离标准差(SD),并计算运动距离差异度(SD/EA)。

1.2.3 重复性检验

随机抽取 30 例患儿进行观察者内和观察者间的重复性检验。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 17.0 统计软件。所有计量资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)。性别、孕龄、出生体重和心率对同步性参数的影响采用多元线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 正常新生儿一般情况资料

正常新生儿一般情况资料,见表 1。

表 1 正常新生儿一般情况资料($\bar{x} \pm s$)

参数	参数值
性别(男/女)	53/49
日龄(d)	5.76±4.54 (0~14)
孕龄(周)	39.46±1.26 (37~42)
出生体重(g)	3 364±395 (2 550~4 460)
心率(次/min)	128±17 (80~168)
Apgar 评分(p)	10

2.2 左心室容积和收缩功能

二维超声心动图双平面 Simpson 法所测正常新生儿左心室容积和收缩功能,见表 2。

表 2 二维超声心动图所测左心室容积和收缩功能($\bar{x} \pm s$)

参数	参数值
EDV(mL)	4.68±1.20 (2.8~7.1)
ESV(mL)	1.48±0.41 (0.8~2.4)
SV(mL)	3.35±0.73 (1.8~5.1)
EF(%)	67.86±3.24 (61~77)
MV-E(cm/s)	74.85±10.37 (62~108)
MV-A(cm/s)	66.87±11.54 (50~82)
E/A	1.24±0.23 (0.81~2.04)

注:EF:射血分数;MV:二尖瓣。

2.3 RT-3DE 牛眼征参数及其影响因素

正常新生儿左心室 17 节段轴向运动 SD 和 SD/EA 较小,各节段呈均匀分布的绿色(若出现蓝色,则代表室壁收缩提前;出现红色,则代表室壁收缩延

迟),容积-时间曲线排列规则有序,各节段达最小收缩末容积几乎位于同一时间点,说明左心室各节段收缩同步性较好,见图 1。同时,性别、孕龄、出生体重和心率对以上各参数值均无影响($P>0.05$),见表 3。

表 3 牛眼征同步性参数正常值和性别、孕龄、出生体重和心率对其影响的 β 值及其 95% CI ($\bar{x} \pm s$)

参数	正常值	性别			孕龄			出生体重			心率		
		β 值	95% CI	P 值	β 值	95% CI	P 值	β 值	95% CI	P 值	β 值	95% CI	P 值
E_{\max} (mm)	4.31 ± 0.94	-0.088	-0.478 ~ -0.289	0.627	-0.134	-0.294 ~ -0.045	0.148	0.000	0.000 ~ 0.001	0.081	-0.005	-0.017 ~ -0.009	0.538
E_{\min} (mm)	1.64 ± 0.55	0.166	-0.401 ~ 0.076	0.180	-0.020	-0.124 ~ 0.086	0.723	0.000	0.000	0.301	0.004	-0.005 ~ -0.011	0.514
EA (mm)	2.80 ± 0.52	-0.200	-0.444 ~ -0.003	0.051	-0.049	-0.160 ~ 0.034	0.203	0.000	0.000 ~ 0.001	0.053	-0.003	-0.010 ~ -0.005	0.560
SD (mm)	0.61 ± 0.25	0.030	-0.095 ~ 0.103	0.933	-0.045	-0.094 ~ -0.007	0.054	7.34×10^{-5}	0.000	0.095	0.001	-0.003 ~ -0.004	0.912
SD/EA	0.21 ± 0.07	0.027	-0.006 ~ 0.052	0.124	0.027	-0.006 ~ 0.052	0.124	1.14×10^{-5}	0.000	0.361	0.000	-0.001 ~ -0.001	0.551

注: β 值分别表示性别、孕龄、出生体重和心率对牛眼征同步性参数值的影响,以上 P 值均 >0.05 。

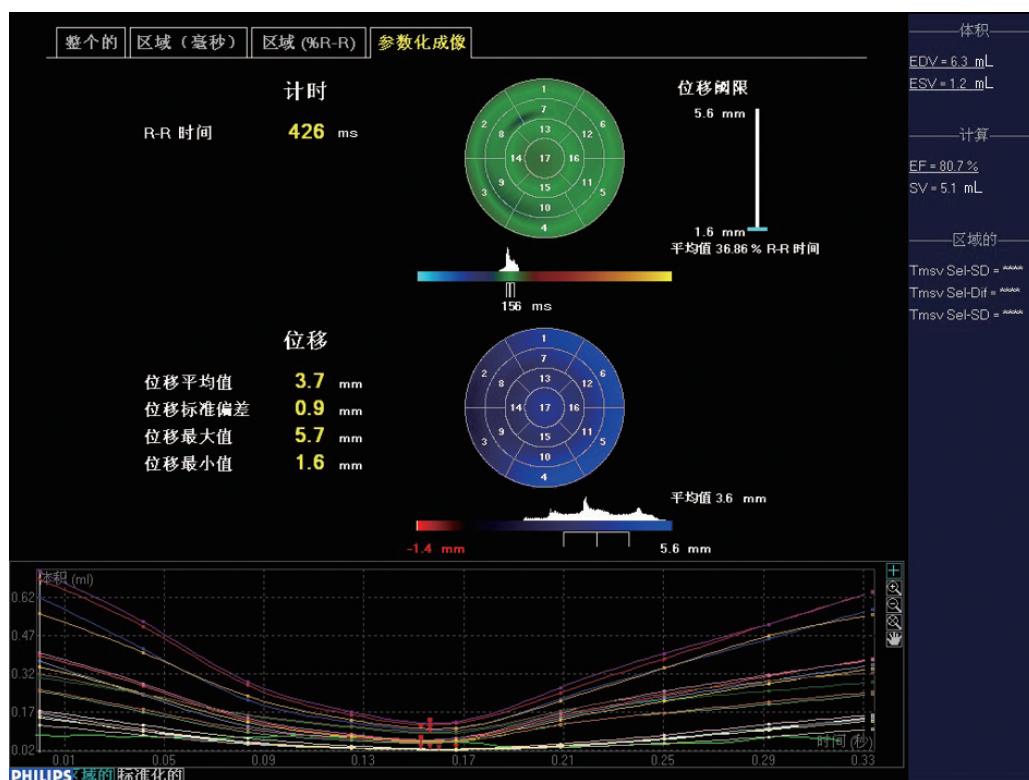


图 1 正常新生儿左心室 17 节段运动幅度 IBE 和容积-时间曲线

注:正常新生儿 RT-3DE IBE 呈均匀分布的绿色,SD 较小,容积-时间曲线排列规则有序、起伏一致,说明左心室各节段呈同步收缩运动。

2.4 重复性检验

RT-3DE 牛眼征参数 E_{\max} 、 E_{\min} 、SD 和 EA:观察者内的变异系数分别为 1.8% ~ 4.7%、2.9% ~ 7.6%、4.6% ~ 9.8%、3.4% ~ 9.1%;观察者间的变异系数分别为 3.5% ~ 8.7%、4.6% ~ 10.4%、6.8% ~ 14.9%、7.2% ~ 11.8%。

3 讨论

胎儿向新生儿转变的过程中,其血流动力学在多

个方面都发生了巨大变化。首先,出生后随着肺部呼吸运动的开始,肺循环压力迅速下降,肺血流量增加,动脉导管逐渐关闭;其次,胎盘血流中断使得左室前、后负荷增加,体循环压力逐渐升高^[5]。此外,心肌收缩力、心肌功能及组织学结构在出生后也发生了巨大的变化。早期新生儿血流动力学变化大且不稳定,许多因素如低氧血症、肺部感染、贫血和新生儿呼吸窘迫综合征等均极易导致心肌功能的损伤^[6],甚至诱发

心力衰竭造成新生儿死亡。因此,临床上早期检测出新生儿心肌功能改变,对诊断新生儿心肌损伤、指导疾病的治疗和评估预后都具有非常重要的价值。

左心室 17 节段通过 IBE 成像技术自动显示在同一个圆形平面上,可显示 17 种不同颜色,能立体、直观地反映左心室各节段心肌运动变化情况^[7]。当某一节段心肌出现运动异常时,牛眼图上将标注相应的颜色,并可根据颜色变化的分布情况,实时定位和评估运动异常心肌的具体部位及范围。同时,RT-3DE 所测的左心腔容积与金标准心脏磁共振相比,有良好的相关性^[8]。

本研究通过 RT-3DE 动态观察心脏三维立体解剖结构,直观地对左心室整体及各节段心肌运动进行定量分析,并通过 IBE 显示其空间运动分布信息。研究显示,正常新生儿左心室各节段心肌运动呈均匀分布的绿色,运动距离标准差及差异度均较小,收缩同步性较好。与徐敏等^[9]之前的研究结果相一致,进一步说明正常新生儿在过渡阶段其左心室收缩运动是同步进行的。同时,实时三维 IBE 参数可以看出正常新生儿左室各节段心肌运动距离均值约为 3 mm,较正常人略低,可能与心肌胶原纤维和肌浆网结构功能尚未发育完善,心肌收缩力较弱有关。本研究还表明,性别、孕龄、出生体重和心率对 IBE 同步性参数值均无影响,说明心肌节段运动距离不受新生儿个体差异的影响。因此,IBE 所测指标 E_{\max} 、 E_{\min} 、EA、SD 和 SD/EA 可作为定量评价正常新生儿左心室收缩同步性准确、可行的参数。

综上所述,RT-3DE IBE 作为一种崭新的三维成像技术,将左心室 17 节段心肌的收缩运动情况在同一个心动周期中显示并进行定量评估,且在容积测量方面无需几何假设,为临床评价左心室整体与局部收缩功能提供了一种新的准确、可行的方法^[10]。新生儿心脏体积小、胸壁薄、心内膜显示较清晰完整,且检查时间短、无创、无痛苦,因此在临床上具有广泛的应用前景。由于新生儿心率较一般成人高,采集图像时需调

节好深度和增益,尽量提高帧频以满足后期图像分析处理的需要。此外,RT-3DE 所测数据的准确性和重复性还应进一步扩大样本量并在多个研究中心进行,适当加入早产儿、足月低体重儿和窒息新生儿等群体进行对比研究。

参考文献

- [1] de Boode WP, Singh Y, Molnar Z, et al. Application of neonatologist performed echocardiography in the assessment and management of persistent pulmonary hypertension of the newborn[J]. *Pediatr Res*, 2018, 84(1): 68-77.
- [2] Wakeel MAE, Sabry RN, El-Kassas GM, et al. Pentraxin 3: a potential novel predictor for neonatal pulmonary hypertension[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2019, 7(15): 2424-2427.
- [3] Carvajal-Rivera JJ, López-Quintero JC, González-Menchén C, et al. Left ventricular volumes and ejection fraction quantification using an automated three-dimensional adaptive analytic echocardiographic algorithm in pediatric population[J]. *Echocardiography*, 2018, 35(11): 1827-1834.
- [4] Kitano T, Nabeshima Y, Otsuji Y, et al. Accuracy of left ventricular volumes and ejection fraction measurements by contemporary three-dimensional echocardiography with semi- and fully automated software: systematic review and meta-analysis of 1 881 subjects[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2019, 32(9): 1105-1115.
- [5] de Boode WP, Roehr CC, El-Khuffash A. Comprehensive state-of-the-art overview of neonatologist performed echocardiography: steps towards standardization of the use of echocardiography in neonatal intensive care[J]. *Pediatr Res*, 2018, 84(4): 472-473.
- [6] Nestaas E. Neonatologist performed echocardiography offers haemodynamic assessments that go beyond clinical signs and biochemical tests[J]. *Acta Paediatr*, 2018, 107(12): 2044-2045.
- [7] Vaidya GN, Salgado BC, Badar F, et al. Two-dimensional strain echocardiography-derived left ventricular ejection fraction, volumes, and global systolic dyssynchrony index: comparison with three-dimensional echocardiography[J]. *Echocardiography*, 2019, 36(6): 1054-1065.
- [8] Beitner N, Jenner J, Sörensson P. Comparison of left ventricular volumes measured by 3DE, SPECT and CMR[J]. *J Cardiovasc Imaging*, 2019, 27(3): 200-211.
- [9] 徐敏, 胡倩, 任卫东, 等. 实时三维超声心动图评价正常新生儿左心室收缩同步性[J]. *中国医学影像技术*, 2015, 31(10): 1519-1522.
- [10] 崔亮, 叶雪存. 实时三维超声心动图评价扩张型心肌病应用新进展[J]. *心血管病学进展*, 2012, 33(2): 275-278.

收稿日期: 2019-10-08