

## ◁心脏、血管影像学▷

## 三维超声心肌应变参数对慢性心力衰竭左心室重构的预测价值

董文娟, 杨卓璇, 李瑛琪, 段亚辉

(山西省运城市中心医院, 山西 运城 044000)

**[摘要]** 目的:探究三维超声的心肌应变相关参数对慢性心力衰竭(CHF)左心室重构方面预测的价值。方法:挑选我院2021年6月—2022年6月治疗的65例CHF患者为此次试验的对象,均接受三维超声检查。按照是否出现了左心室重构分为2组(发生组26例,未发生组39例)。收集患者临床资料,分析心肌应变参数对CHF发生左心室重构的预测价值。结果:发生组病程长于未发生组,左心室舒张末期容积指数(LVEDV)全部较未发生组高,左心室射血分数(LVEF)全部较未发生组低( $P<0.05$ )。发生组左室整体的纵向方面应变(GLS)、整体的环周方面应变(GCS)、整体的径向方面应变(GRS)、整体的面积方面应变(GAS)大于未发生组( $P<0.05$ )。Logistic回归分析显示,LVEF、LVEDV、GLS、GCS、GRS、GAS是影响患者发生左心室重构的危险因素( $P<0.05$ )。经受试者的工作特征曲线(ROC)结果可以观察到,GLS、GCS、GRS、GAS联合诊断CHF患者发生左心室重构曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度、准确度分别为0.893、84.6%、89.7%、87.2%,均高于单项诊断效能( $P<0.05$ )。结论:GLS、GCS、GRS、GAS联合检测对CHF左心室重构具有良好的预测价值,可用于临床指导开展个性化治疗,预防左心室重构发生。

**[关键词]** 心力衰竭;心室重构;超声心动描记术

**[中图分类号]** R541.6;R540.45

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1008-1062(2024)04-0246-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.04.005

The predictive value of three-dimensional ultrasound myocardial strain parameters for left ventricular remodeling in chronic heart failure

DONG Wen-juan, YANG Zhuo-xuan, LI Ying-qi, DUAN Ya-hui

(Yuncheng Central Hospital, Shanxi Province, Yuncheng Shanxi 044000, China)

**Abstract: Objective:** To explore the predictive value of three-dimensional ultrasound myocardial strain parameters on left ventricular remodeling in chronic heart failure (CHF). **Methods:** Sixty-five CHF patients admitted to our hospital from June 2021 to June 2022 were selected as the study subjects, all of them underwent three-dimensional ultrasound examination. According to whether left ventricular remodeling occurs, they were divided into occurrence group (26 cases) and non-occurrence group (39 cases). Clinical data of patients are collected to analyze the predictive value of myocardial strain parameters for left ventricular remodeling in CHF. **Result:** The duration of the disease in the occurrence group was longer than that in the non-occurrence group, and the left ventricular end diastolic volume index (LVEDV) was higher than that in the non-occurrence group. The left ventricular ejection fraction(LVEF) was lower than that in the non-occurrence group( $P<0.05$ ). The left ventricular global longitudinal strain(GLS), global circumferential strain(GCS), global radial strain(GRS), and global area strain(GAS) in the occurrence group were higher than those in the non-occurrence group ( $P<0.05$ ). Logistic regression analysis showed that LVEF, LVEDV, GLS, GCS, GRS, GAS were risk factors for left ventricular remodeling in patients( $P<0.05$ ). The analysis of the receiver operating characteristic curve(ROC) showed that the area under the left ventricular remodeling curve(AUC), sensitivity, specificity, and accuracy of the combined diagnosis of GLS, GCS, GRS, and GAS in patients with CHF were 0.893, 84.6%, 89.7%, and 87.2%, respectively, which were higher than the single diagnostic efficacy( $P<0.05$ ). **Conclusion:** The combined detection of GLS, GCS, GRS, and GAS has good predictive value for left ventricular remodeling in CHF, and can be used to guide personalized treatment and prevent left ventricular remodeling in clinical practice.

**Key words:** Heart Failure; Ventricular Remodeling; Echocardiography

随着人口老龄化进程加快,慢性心衰(CHF)的患病率不断增加,国内超过了60岁的居民群体心力衰竭出现概率每年在2375/10万人左右,是造成老年群体发生失能、死亡、医疗费用不断上涨的重要原

因<sup>[1]</sup>。临床显示:心室发生了重构作为CHF这一疾病的基本病理和生理方面机制,心室重构可与肥大、细胞大小变化、纤维化、纤维重构等心脏病生理变化相适应,干扰心室电冲动传播,使心肌细胞兴奋阈值变

**[收稿日期]** 2023-08-24;**[修回日期]** 2023-09-04

**[作者简介]** 董文娟(1986-),女,山西运城人,主治医师。E-mail:wenjjuan138@126.com

**[通信作者]** 杨卓璇,山西省运城市中心医院心内科,044000。E-mail:525599492@qq.com

**[基金项目]** 山西省卫生健康委科研课题(编号:2022023)。

化而引发心律失常加重 CHF<sup>[2]</sup>。心肌在受到了力学相关的刺激后其心肌细胞会发生连续的重构,造成心肌纤维出现混乱情况,这个时候心室的形态开始出现异常,心肌形变方面的能力降低且心肌的压力以及相应的应变力出现了失衡情况,造成左心室射血分数(LVEF)下降、心肌收缩功能损伤<sup>[3-4]</sup>。目前,临床评估 CHF 左心室重构整体功能,以评价能反映心肌状态的心肌应变等参数为主。常用手段包括心脏超声、心脏磁共振等,由于心脏磁共振在短轴方向上评估心肌应变尚不稳定,目前仍无法代替心脏超声技术。三维超声是超声技术领域的重大进展,能无创、定量评估心脏结构和功能,并能实时获得心房立体空间容积和心肌在时间、空间上的变形速度、程度,在多种心血管疾病诊断及预后评估中发挥重要临床价值<sup>[5]</sup>。因此,本研究重点分析三维超声心肌应变参数对 CHF 左心室重构的预测价值,以期为 CHF 患者治疗和改善预后提供科学参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

挑选我院 2021 年 6 月—2022 年 6 月 65 例 CHF 患者为此次试验的对象,均接受三维超声检查。按照是否出现了左心室重构分为 2 组:发生组 26 例,未发生组 39 例。CHF 左心室重构定义为超声心动图检测左心室舒张末期容积指数(LVEDVI)高于基线 $\geq 20\%$ ,左心室内径超过 35~56 mm,左心室质量指数超过 70~90 g/m<sup>2</sup> 范围内或者是射血分数低于 55%~70%,符合上述标准之一的即可认为左心室重构<sup>[6]</sup>。

纳入标准:①符合中华医学会等<sup>[7]</sup>编制的相应确诊标准;②NYHA 的具体分级介于 II~IV 级;③患者及其家属签署了相关的知情同意书;④临床资料完整。排除标准:①院内死亡;②急性心力衰竭;③恶

性肿瘤;④先天性心脏疾病;⑤造血系统、免疫系统及神经系统等受损;⑥妊娠或哺乳期。

此次试验通过了相关的医学伦理委员会审核通过。

### 1.2 方法

资料收集包括性别、年龄、心率、体质指数(BMI)、病程、糖代谢异常史情况、高脂血症、NYHA 分级、超声心动图相关指标(主要包括 LVEF、LVEDVI)等。

用彩色多普勒超声诊断仪(VividE95,GE,美国)及 4V 探头(频率 1.5~4.0 MHz),EchoPAC203 这一工作站则是此次操作的脱机分析软件。经增益、深度、焦点等调节显示清晰左心室长轴 2 腔、3 腔、4 腔的具体切面(各个切面朝着左心室的中轴间隔角度大概为 60°),连续性储存聚焦切面 3 个心动周期全容积动态图像,20~40 帧/s。传输 EchoPAC 这一工作站之后予以相应的分析,经三维 AutoLAQ 分析左心室,获取左心室的 3 个长轴方面的切面及连续短轴各切面的图像,在左心室的舒张以及收缩的末期通过自动跟踪及手动校正自动划分左心室心内膜、心外膜边界,按照心动具体周期内的心肌体素变化情况主动追踪心肌的运动形变方面信息,以美国心脏病协会划分 17 节段法、牛眼图和各种应变方面的指标对心肌整体及节段的应变予以定量分析,参数包括左室整体的纵向方面应变(GLS)、左室整体的环周方面应变(GCS)、左室整体的径向方面应变(GRS)、左室整体的面积方面应变(GAS)(图 1)。

### 1.3 统计学方法

全部的数据采用 SPSS 24.0 软件分析。用  $\bar{x} \pm s$  描绘计量数据,两组用 *t* 检验,用 % 描绘计数资料,两组用  $\chi^2$  检验,危险因素则用多因素 Logistic 回归分析,ROC 曲线分析三维超声心肌应变方面的参数对 CHF 左心室重构方面的预测价值。 $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

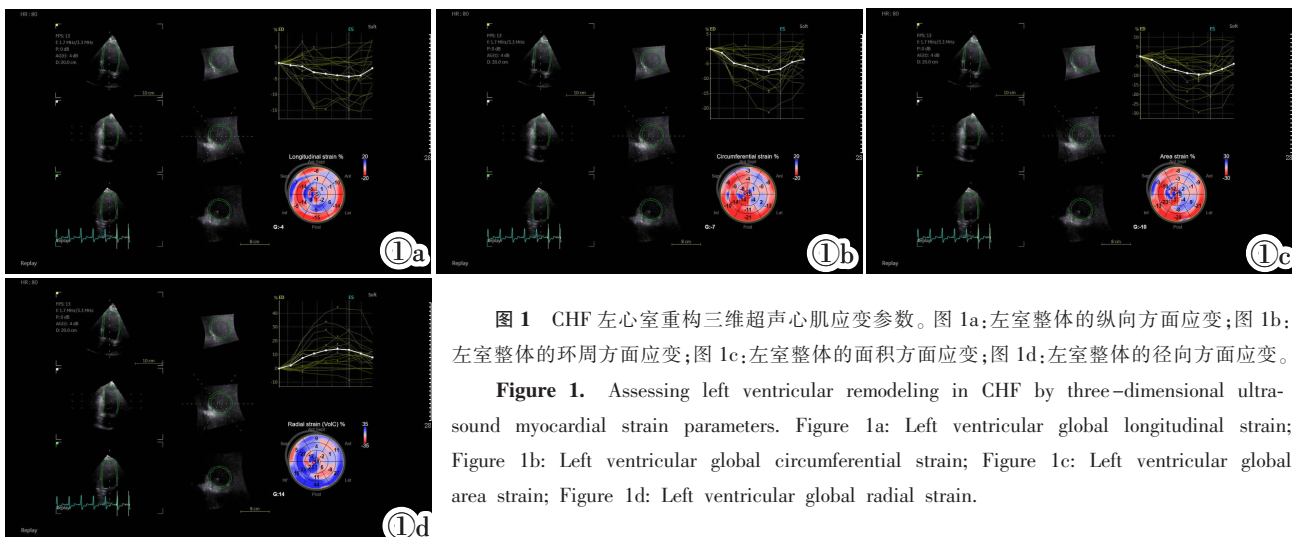


图 1 CHF 左心室重构三维超声心肌应变参数。图 1a:左室整体的纵向方面应变;图 1b:左室整体的环周方面应变;图 1c:左室整体的面积方面应变;图 1d:左室整体的径向方面应变。

Figure 1. Assessing left ventricular remodeling in CHF by three-dimensional ultrasound myocardial strain parameters. Figure 1a: Left ventricular global longitudinal strain; Figure 1b: Left ventricular global circumferential strain; Figure 1c: Left ventricular global area strain; Figure 1d: Left ventricular global radial strain.

## 2 结果

### 2.1 两组方面的资料比较

发生组病程长于未发生组, LVEDV 高于未发生组, LVEF 低于未发生组 ( $P<0.05$ ), 两组性别、年龄、心率、高血脂症、BMI、异常糖代谢史情况、NYHA 分级比较, 并无差异 ( $P>0.05$ ), 见表 1。

### 2.2 两组三维超声心肌应变参数比较

发生组 GLS ( $-7.72\pm 1.16$ )%、GCS ( $-10.16\pm 1.52$ )%、GRS ( $17.42\pm 2.61$ )%、GAS ( $-13.78\pm 2.07$ )% 小于未发生组 GLS ( $-11.41\pm 1.71$ )%、GCS ( $-11.94\pm 1.79$ )%、GRS ( $23.21\pm 3.48$ )%、GAS ( $-20.13\pm 3.02$ )%,  $t=9.614, 4.164, 7.228, 9.345, P$  均  $<0.001$ 。

### 2.3 CHF 左心室重构方面影响因素的 Logistic 回归分析

将是否出现了左心室重构为此次试验的因变量, 将存在差异的项目为自变量予以 Logistic 回归分析, 结果显示, LVEF、LVEDV、GLS (图 1a)、GCS (图 1b)、GAS (图 1c)、GRS (图 1d) 是影响患者出现左心室重构的危险因素 ( $P<0.05$ ), 见表 2 和图 1。

### 2.4 心肌应变参数对心室重构预测价值

建立 ROC 曲线分析心肌应变参数对心室重构预测价值, 当 GLS、GCS、GRS、GAS 截断值分别为  $-8.44\%$ 、 $-11.40\%$ 、 $19.33\%$ 、 $-15.18\%$  时, 联合诊断 CHF 患者发生左心室重构 AUC、灵敏度、特异度、准确度分别为 0.893、84.6%、89.7%、87.2%, 均高于单

表 1 两组基线方面的资料比较

	发生组	未发生组	$t/\chi^2$	$P$
年龄(岁)	68.92±10.34	66.59±9.98	0.908	0.366
性别(男/女)	14/12	22/17	0.042	0.839
心率(次/min)	72.13±10.82	70.91±10.64	0.449	0.654
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.57±3.69	24.43±3.66	0.150	0.880
病程(月)	21.47±3.22	17.95±2.69	4.774	<0.001
高血脂症	4(15.38)	5(12.82)	0.086	0.796
糖代谢异常史	5(19.23)	7(17.95)	0.017	0.896
NYHA 分级			1.538	0.463
II 级	8(30.77)	18(46.15)		
III 级	12(46.15)	14(35.92)		
IV 级	6(23.08)	7(17.95)		
LVEF(%)	35.75±5.36	38.62±5.79	2.015	0.048
LVEDV(mL)	65.43±9.81	58.98±8.84	2.757	0.007

表 2 CHF 左心室重构方面影响因素的 Logistic 回归分析

	B	SE	Wald	$P$	OR	95%CI
LVEF	0.542	0.170	10.109	0.002	1.719	1.205~2.350
LVEDV	0.507	0.170	8.898	0.003	1.660	1.178~2.293
GLS	0.600	0.187	10.312	0.001	1.823	1.241~2.583
GCS	1.209	0.446	7.339	0.007	3.349	1.397~8.031
GRS	0.342	0.117	8.569	0.003	1.408	1.120~1.771
GAS	0.492	0.173	8.042	0.005	1.635	1.225~2.417

一参数诊断效能 ( $P<0.05$ ), 见表 3 和图 2。

## 3 讨论

心室的重构作为一类因心肌出现受损或负荷加大所诱发的心室形状、大小、室壁厚度及组织结构等诸多变化<sup>[8]</sup>, 其中心肌重构是非肌细胞、肌细胞协同调控机械敏感途径反应引起, 这些反应会促使基因变化而引起细胞功能改变<sup>[9]</sup>。通过影像工具对心肌力学及分子过程进行有效评估, 能为疾病诊断及进展提供最佳灵敏性和特异性。既往研究探讨了超声斑点追踪成像和混合成像方式对心肌力学、分子过程的监测, 发现其可以预测结构、生理异常前的疾病情况<sup>[10-11]</sup>。

近年来有研究证实了三维超声可作为临床评估心肌活性的有力辅助工具<sup>[12]</sup>。三维超声这一技术能够对于随时间变化 3 维方向组织具体的运动情况予以追踪, 完善了单一层面不能够全面检测心肌具体运动情况这一短板, 让心肌的应变以及应变率从局部范围至整体分析的转变, 使左室功能应变参数评估更为准确、客观<sup>[13]</sup>。本研究结果显示, CHF 左心室重构发生组 GLS、GCS、GRS、GAS 小于未发生组, 笔者认为 CHF 会影响心内膜下的心肌供血, 让纵向肌束的收缩力及其运动降低, 随着缺血的具体范围扩增, 进一步的侵及心外膜、中层下; 同时环形肌束以及径向收缩力随之出现了降低, 因此发生左心室重构的 CHF 患者应变参数 GLS、GCS、GRS、GAS 明

表 3 三维超声心肌应变参数对心室重构预测价值

	截断值	AUC	灵敏度	特异度	准确度	$P$
GLS	-8.44	0.679	65.4%	79.5%	72.5%	0.048
GCS	-11.40	0.729	80.8%	53.8%	67.3%	<0.001
GRS	19.33	0.776	80.8%	71.8%	76.3%	<0.001
GAS	-15.18	0.696	61.5%	84.6%	73.1%	0.041
联合	-	0.893	84.6%	89.7%	87.2%	<0.001

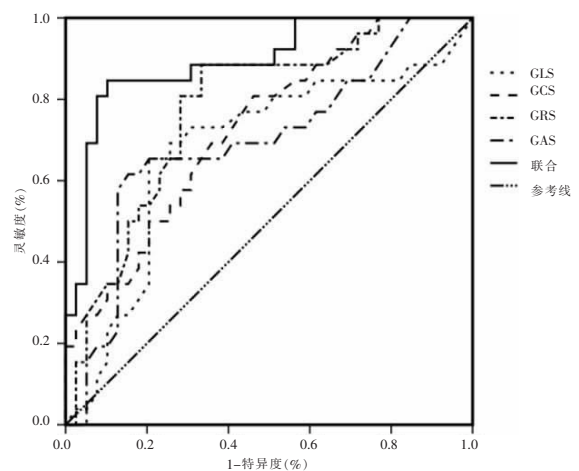


图 2 心肌应变参数预测心室重构的 ROC 曲线。

Figure 2. ROC curve for predicting ventricular remodeling using myocardial strain parameters.

显降低。

相关研究均指出了心腔内血液流场的具体状态能够适应于心脏的结构以及相关的功能,存在心肌结构方面改变的疾病均会对心脏功能的正常运行产生一定的影响,而心脏血流的具体动态改变是心肌活性功能方面的表现结果<sup>[14-15]</sup>。本研究 Logistic 回归分析显示,LVEF、LVEDV、GLS、GCS、GRS、GAS 是影响患者发生左心室重构的危险因素。LVEF、LVEDV 能够客观、全面反映心肌力学运动,并通过心肌纵向径向与环状运动综合效应体现<sup>[16]</sup>。相关研究证实了左心室心肌应变与其心肌纤维化程度在自发性高血压大鼠中存在明显关系<sup>[17]</sup>。此次试验分析其具体的原因是在于心肌组成结构主要为 3 层心肌纤维,其中左心室的心肌中纵行纤维占到了 7 成、环形纤维则占到了 3 成,这个时候心肌长轴的方向以及环向形方面的变力减弱,则可表示左心室收缩功能降低,若 CHF 患者心内膜下缺血组织微循环血流不能够达到正常的状态,其 GCS、GLS、GAS、GRS 也会相应的降低,心肌出现了重构情况,心肌力学方面的特性出现变化<sup>[18]</sup>。本研究将三维超声心肌应变参数用于预测 CHF 患者左心室重构,各参数联合预测左心室重构的 AUC 为 0.893,预测价值较高,其灵敏度、特异度、准确度分别为 84.6%、89.7%、87.2%,均高于单一参数诊断效能,因此能更好地评价 CHF 患者心肌运动功能异常情况,为临床预测 CHF 患者左心室重构提供有效依据。

综上所述,三维超声心肌应变参数能够评估 CHF 患者左心室心肌运动功能变化情况,联合检测能预测 CHF 患者左心室重构,有助于为临床制定个性化治疗方案提供有效信息。

#### [参考文献]

- [1]中国老年医学学会心电及心功能分会,中国医师协会心血管内科分会,中国心衰中心联盟专家委员会.慢性心力衰竭加重患者的综合管理中国专家共识 2022 [J].中国循环杂志,2022,37(3):215-225.
- [2]苏桥慧,张丽萍,梁重霄,等.超声压力-应变环评价诺欣妥治疗慢性心衰患者左室心肌做功改变 [J].中国临床医学影像杂志,2023,34(2):109-112.
- (上接 245 页)
- [8]Zieleskiewicz L, Papinko M, Lopez A, et al. Lung Ultrasound Findings in the Postanesthesia Care Unit Are Associated With Outcome After Major Surgery: A Prospective Observational Study in a High-Risk Cohort[J]. Anesth Analg, 2021, 132(1): 172-181.
- [9]陈文娟,周梦洁.肺脏超声对新生儿感染性肺炎的诊断价值[J].中国小儿急救医学,2019,26(8):571-574.
- [10]肖燕燕,李建宁,蒋雪梅.超声在常见肺部疾病诊断中的应用[J].中国中西医结合影像学杂志,2020,18(3):316-320.
- [11]唐菊,陈文娟,周梦洁,等.肺超声评分对新生儿呼吸窘迫综合征

- [3]樊丹,罗伟.慢性心力衰竭患者心肌能量代谢变化及其与左心室重构的关系分析[J].浙江医学,2022,44(21):2313-2316.
- [4]宋瑞肖,刘增礼,黄俊,等.左室不同心肌层应变评价射血分数保留的原发性高血压患者左室心肌收缩功能[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(9):641-646.
- [5]徐敏,朱峰.三维超声心动图在心血管疾病诊断和治疗中的研究进展[J].医学综述,2020,26(15):3050-3056.
- [6]Legallois D, Hodzic A, Alexandre J, et al. Definition of left ventricular remodelling following ST-elevation myocardial infarction: a systematic review of cardiac magnetic resonance studies in the past decade[J]. Heart Fail Rev, 2022, 27(1): 37-48.
- [7]中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等.慢性心力衰竭基层诊疗指南(2019年)[J].中华全科医师杂志,2019,18(10):936-947.
- [8]俞志军,张桂娟,陈丽新,等.小凹蛋白 1 对心肌梗死大鼠心脏微血管、心室重构及线粒体呼吸功能的影响[J].中国组织工程研究,2023,27(23):3660-3666.
- [9]王立英,张馨予,刘家铭,等.心肌重构分子机制解析[J].分析化学,2022,50(5):711-719.
- [10]谢佳,唐红,张晓玲,等.二维斑点追踪成像技术评估法洛四联症矫治术后合并重度肺动脉瓣反流患者左心室功能 [J].中国临床医学影像杂志,2023,34(1):28-32.
- [11]郝春媛,李同华,任洋,等.瘦素调控 JAK2/STAT3 信号通路对心肌梗死小鼠心室重构的影响[J].河北医药,2023,45(1):21-25.
- [12]Damen FW, Newton DT, Lin G, et al. Machine Learning Driven Contouring of High-Frequency Four-Dimensional Cardiac Ultrasound Data[J]. Appl Sci(Basel), 2021, 11(4): 1690.
- [13]罗希,孙牧,李辉.三维超声心动图检查对急性心肌梗死患者左心室重构和心功能的评估价值 [J].海南医学,2022,33(19):2533-2536.
- [14]王璎璎,许迪.血流向量成像技术评估系统性红斑狼疮患者左心室能量损耗[J].中华超声影像学杂志,2022,31(7):598-604.
- [15]王会迟,田璐,郑毅,等.脓毒症合并心肌功能障碍患者心肌损伤、血流动力学变化与心脏结构和功能的关系[J].疑难病杂志,2023,22(1):25-29.
- [16]张丽君,田晋帆,杨雪瑶,等.心脏磁共振评估冠状动脉慢性完全闭塞性病室左心室心肌应变的临床价值 [J].中华心血管病杂志,2021,49(6):601-609.
- [17]马新欣,张跃力,王曼,等.自发性高血压大鼠左心室心肌应变与心肌纤维化程度的相关性 [J].中国医学影像技术,2017,33(2):161-166.
- [18]张清凤,王腴,李文华,等.三维斑点追踪成像技术对高血压患者左心房功能的评价 [J].中华医学超声杂志(电子版),2022,19(2):150-155.
- 诊断价值的研究[J].中国临床医学影像杂志,2016,27(4):263-266.
- [12]高月乔,邱如新,刘敬,等.新生儿病房内超声替代 X 线检查诊断肺疾病二年临床实践[J].中国小儿急救医学,2019,26(8):588-590.
- [13]胡安辉,简敏,宗渝敏,等.肺部超声评分及血清 PCT 对新生儿感染性肺炎病情程度的评估价值 [J].中华医院感染学杂志,2021,31(12):1802-1805.
- [14]刘敬,胡才宝,叶瑞忠,等.感染性肺炎超声诊断专家建议[J].中华医学超声杂志(电子版),2020,17(3):244-250.