

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.07.023

❖ 临床研究 ❖

超声心动图评价蒽环类药物化疗后无症状乳腺癌患者慢性右心室功能变化

刘柳¹, 左洋洋², 赵亚西³, 曹礼庭³, 顾鹏³, 赵小波⁴

(1. 成都市第二人民医院超声科, 四川 成都 610000; 2. 三峡中心医院超声科, 重庆 404100; 川北医学院附属医院, 3. 超声诊断科; 4. 乳腺外科, 四川 南充 637000)

【摘要】目的: 观察超声心动图评价蒽环类药物化疗后无症状乳腺癌患者慢性右心室功能变化, 探讨超声参数对其诊断的价值。**方法:** 选取 52 例使用蒽环类药物完成化疗的乳腺癌患者为研究对象, 按照化疗完成时间分为 A 组 (完成化疗 1~3 年, $n=25$) 和 B 组 (完成化疗 > 3 年, $n=27$); 另选 30 名健康志愿者为对照组。超声采集左室长轴切面、以右室为主的心尖四腔心切面动态图像, 测量左室舒张末期前后径 (LVEDD)、左室射血分数 (LVEF)、右室舒张末期基底段横径 (RVEDD)、三尖瓣瓣环收缩期位移 (TAPSE)、三尖瓣口舒张期峰值血流速度 (E); 测量右心室舒张末期及收缩末期面积, 计算右室二维面积变化率 (RV-FAC); 应用组织多普勒 (TDI) 测量三尖瓣环侧壁舒张早期运动速度 (e)、三尖瓣环侧壁舒张晚期运动速度 (a)、三尖瓣环侧壁收缩期运动速度 (s), 并计算右室心肌做功指数 (MPI) 即 Tei 指数、E/e 和 e/a; 运用 Echo-Pac 软件脱机分析得出右室侧壁整体纵向收缩期应变 (GLS)、右室侧壁整体纵向收缩期峰值应变率 (GLSRs)、右室侧壁整体纵向舒张早期峰值应变率 (GLSRe) 及右室侧壁整体纵向舒张晚期峰值应变率 (GLSRa)。比较各组各指标的变化情况; 受试者操作特征 (ROC) 曲线分析相关参数预测右心室功能损害的价值。**结果:** 与对照组比较, A、B 两组患者 TAPSE、RV-FAC 均降低 ($P < 0.05$), RV-tei 均增高 ($P < 0.05$), e、a、s、E/e、e/a 差异无统计学差异 ($P > 0.05$)。A、B 两组患者 RV-GLS、GLSRs 及 GLSRe 较对照组均降低 ($P < 0.05$), 且 B 组患者 RV-GLS 低于 A 组; A、B 两组患者 GLSRa 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。ROC 曲线分析显示, RV-GLS 预测右心室收缩功能受损的 ROC 曲线下面积 (AUC) 最高, 为 0.886; 截断值为 -23.2% 时, 敏感性为 84.6%, 特异性为 80%。**结论:** 蒽环类药物化疗后无症状乳腺癌患者存在慢性右心室收缩功能亚临床损害, 舒张功能有降低趋势; 且随着时间的延长, 右心室收缩功能呈轻度而持续降低; TAPSE、RV-FAC、RV-Tei、2D-STI 可用于检测 ATC 所致右心功能障碍, 其中 2D-STI 中的 GLS 是敏感指标。

【关键词】 超声心动描记术; 二维斑点追踪技术; 乳腺癌; 蒽环类药物; 右心室功能

【中图分类号】 R737.9 **【文献标志码】** A

Assessment of chronic right ventricular function in asymptomatic patients with breast cancer after anthracycline-based chemotherapy by echocardiography

LIU liu¹, ZUO Yang-ping², ZHAO Ya-xi³, CAO Li-ting³, GU peng³, ZHAO Xiao-bo⁴

(1. Department of Ultrasound, Chendu Second People's Hospital, Chendu 610000, Sichuan; 2. Department of Ultrasound, Three Gorges Central Hospital, Chongqing 404100; 3. Department of Ultrasonic Diagnosis; 4. Department of Breast Surgery, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, Sichuan, China)

【Abstract】 Objective: To evaluate the changes of chronic right ventricular function in asymptomatic patients with breast cancer after anthracycline-based chemotherapy by echocardiography, and to investigate the diagnostic value of ultrasonic parameters. **Methods:** A total of 52 patients who received anthracycline (ATC) treatment divided into two groups according to the time of the completion of chemotherapy: group A: 25 patients who completed chemotherapy for 1-3 years, group B: 27 patients who completed chemotherapy for more than 3 years. Another 30 healthy female volunteers served as control subjects. Dynamic two-dimensional images were collected at standard left ventricular long axis view and apical four-chamber view to obtain parameters, such as left ventricular end-diastolic antero-posterior diameter (LVEDD), two dimensional left ventricular ejection fraction (LVEF), right ventricular end-diastolic basal diameter (RVEDD), tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) and tricuspid valve diastolic peak flow velocity (E). By measuring the

基金项目: 四川省南充市应用技术与开发资金项目 (13A0025)

作者简介: 刘柳 (1994 -), 女, 硕士研究生。E-mail: 1652130019@qq.com

通讯作者: 曹礼庭。E-mail: caoltmc@163.com

right ventricular end-diastolic and end-systolic area, the right ventricular fractional area change (RV-FAC) was calculated. Tissue Doppler imaging (TDI) was used to obtain the systolic, early and late diastolic tricuspid annular velocity $s, e, a, E/e, e/a$, and tei -index of right ventricle. Echo-Pac software was used to acquire the right ventricular free wall global longitudinal peak systolic strain (GLS), global longitudinal peak systolic, peak early and late diastolic strain rate (GLSRs, GLSR_e, GLSR_a). The changes of each parameters among the three groups were compared. The receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to predict the diagnostic efficacy of echocardiographic parameters for evaluation value of right ventricular function impairment. **Results:** Compared with the control group, TAPSE and RV-FAC decreased in both groups A and B ($P < 0.05$), RV-tei increased ($P < 0.05$), there were no significant difference in $e, a, s, E/e$ and e/a between the two groups ($P > 0.05$). The RV-GLS, GLSRs and GLSR_e in groups A and B were significantly lower than that in control group ($P < 0.05$), the RV-GLS in group B was lower than that in group A, there were no significant difference in GLSR_a between group A and B ($P > 0.05$). The area under ROC curves of RV-GLS predicted the right ventricular function impairment was the highest, which was 0.886. When the cut-off value was -23.2% , the sensitivity was 84.6% and the specificity was 80%. **Conclusion:** Subclinical impairment of chronic right ventricular systolic function exists in asymptomatic BA patients after anthracycline chemotherapy, diastolic function tends to decrease, and the right ventricular systolic function shows mild and persistent decline, with the prolongation of time. TAPSE, RV-FAC, RV-Tei and 2D-STI can be used to detect right ventricular function damages caused by ATC, among which GLS in 2D-STI is a sensitive indicator.

【Key words】 Echocardiography; Speckle tracking imaging; Two-dimensional; Breast cancer; Anthracycline; Right ventricular function

乳腺癌已成为我国女性最好发的恶性肿瘤。据统计,我国乳腺癌发病率约为 37.86/100 000,死亡率约为 9.21/100 000^[1]。根据中国乳腺癌相关指南^[2]提出,现临床上对乳腺癌的治疗大多为术后辅以放化疗的方式,而常用的以蒽环类药物(anthracycline, ATC)为主的辅助化疗可极大提高患者的总生存率及生活质量,降低肿瘤的复发率。ATC 主要不良反应表现为心脏毒性,且呈现剂量累及效应,晚期可导致充血性心力衰竭。心脏毒性按照发生时间可分为急性、早发慢性和晚发慢性^[3],其中早发慢性和晚发慢性心脏毒性表现为不可逆性,且患者临床症状表现多不明显,可长时间呈无症状表现。目前国内大量研究^[4-5]表明,应用二维斑点追踪(two-dimensional speckle tracking imaging, 2D-STI)和组织多普勒(tissue Doppler imaging, TDI)等技术可在 ATC 化疗后无症状乳腺癌患者中发现早期左心功能障碍,特别是急性期时的心脏损害。相对于左心室而言,右心室肌壁更薄,心肌纤维更少,推测更易受到药物毒性损害,其功能参数较左心参数能更早出现异常^[6]。本研究旨在通过使用常规超声、TDI 及 2D-STI 评价接受蒽环类药物化疗后无症状乳腺癌患者慢性右心室收缩及舒张功能变化。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选取 2012 年 1 月至 2019 年 12 月于川北医学院附属医院 52 例接受 ATC 药物化疗后无症状生存 1~7 年[平均(37.58 ± 22.32)个月]的女性乳腺癌(浸润性乳腺癌)术后患者为研究对象,按照化疗完成时间分为 A 组[完成化疗 ≥ 1~3 年,平均(18.88

± 6.52)个月; $n = 25$]和 B 组[完成化疗 > 3 年,平均(55.11 ± 16.56)个月; $n = 27$];另选 30 名健康女性为对照组。本研究通过本院伦理委员会审核,所有受检者均签署知情同意书。三组对象一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。排除标准:糖尿病、冠状动脉粥样硬化性心脏病、严重的高血压、心肌病、严重的瓣膜疾病、严重的心律失常等者;图像质量差的患者。所有患者的化疗方案均使用了包含表柔比星和(或)吡柔比星,排除使用其他化疗方案者。

表 1 三组对象一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

资料	对照组($n=30$)	A($n=25$)	B($n=27$)	F/t 值	P 值
年龄(岁)	47.57 ± 4.22	47.44 ± 5.07	46.33 ± 4.76	0.580	0.562
体质指数(kg/m ²)	22.84 ± 1.53	23.24 ± 1.83	22.90 ± 1.49	0.463	0.631
心率(次/min)	77.13 ± 6.10	76.08 ± 7.24	75.30 ± 5.82	0.596	0.554
手术位置					
左	-	13(52)	15(56)	-	-
右	-	12(48)	12(44)	-	-
阿霉素剂量(mg/m ²)	-	329.00 ± 56.15	309.33 ± 55.52	1.256	0.215

1.2 方法

1.2.1 一般资料采集 包括年龄、身高、体重、心率、血压等基本资料;化疗方案、距化疗结束的时间及化疗周期;有无进行放疗病史。根据蒽环类药物的使用标准,按吡柔比星 × 1.6、表柔比星 × 0.67 将不同蒽环类药物剂量转化成阿霉素剂量。

1.2.2 超声参数的获取 采用 GE Vivid E9 超声诊断仪,配备 M5S 探头,频率 1.5~4.5 MHz。(1)二维及 TDI 参数获取:受检者休息 15~20 min 后,采取左侧卧位,同步心电图,常规获取左室舒张末期前后径(LVEDD);二维超声双平面法测量左室射血

分数(LVEF)。置探头于心尖处,调节声束、扇角及探头方向,采集以右心室为主的心尖四腔心动态图像,测量右室舒张末期基底段横径(RVEDD)、三尖瓣瓣环收缩期位移(TAPSE)及三尖瓣口舒张期峰值血流速度(E)。测量右心室舒张末期及收缩末期面积,计算右室二维面积变化率(right ventricular fractional area change, RV-FAC)^[7]。应用TDI测量三尖瓣环侧壁舒张早期运动速度(e)、三尖瓣环侧壁舒张晚期运动速度(a)、三尖瓣环侧壁收缩期运动速度(s),并计算右室心肌做功指数(myocardial performance index, MPI)即Tei指数、E/e和e/a,每个参数均测量3次并取平均值。(2)2D-STI参数获取:于标准心尖四腔心切面,调节声束、扇角,调整探头,采集以右心室为主的心尖四腔心二维动态图像,帧频:40~70帧/s。

1.2.3 图像分析 应用GE的Echo-PAC工作站(版本:113)做后期脱机图像分析:选取右心室内膜最清楚时,依次描记右室的心内膜边界,之后软件会出现感兴趣区,调节其宽度与右心室室壁的厚度一致,运行程序,软件便会追踪感兴趣区内的右室心肌运动轨迹,获得右室侧壁各个节段的应变以及应变率曲线,手动记录各节段参数并取平均值,获得右室侧壁整体纵向应变(RV-GLS)、右室侧壁整体纵向收缩期峰值应变率(GLSRs)、右室侧壁整体纵向舒张早期峰值应变率(GLSR_e)及右室侧壁整体纵向舒张晚期峰值应变率(GLSR_a)。

1.3 观察指标

(1)二维及TDI参数;(2)二维应变参数;(3)TAPSE、RV-FAC、Tei指数、RV-GLS评估右心室收缩功能受损的价值。

1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0软件对数据进行分析与处理。

计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用LSD-*t*检验或单因素方差分析;计数资料[n(%)]表示,采用 χ^2 检验;评估价值采用受试者操作特征(ROC)曲线分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组对象二维及TDI参数比较

三组对象LVEDD、LVEF($\geq 55\%$)、RVEDD、E、e、a、s、E/e、e/a比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。A、B组患者TAPSE、RV-FAC均低于对照组($P < 0.05$);RV-tei均高于对照组($P < 0.05$);但A、B两组患者TAPSE、RV-FAC、RV-tei比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表2及图1。

2.2 三组对象二维应变参数比较

A、B两组患者RV-GLS、GLSRs及GLSR_e均低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),且B组RV-GLS低于A组($P < 0.05$)。见表3及图2。

表2 三组对象二维及TDI参数比较($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=30)	A(n=25)	B(n=27)	F值	P值
LVEDD(mm)	43.63 ± 3.23	42.88 ± 2.55	43.07 ± 3.00	0.489	0.651
LVEF(%)	66.63 ± 4.44	66.32 ± 3.67	65.33 ± 3.46	0.838	0.436
RVEDD(mm)	33.37 ± 2.88	32.48 ± 3.06	32.30 ± 3.14	1.029	0.362
E(cm/s)	66.57 ± 9.60	61.80 ± 9.05	62.22 ± 11.43	1.946	0.150
TAPSE(mm)	23.93 ± 2.68	21.64 ± 2.23*	21.67 ± 2.34*	8.315	0.001
RV-FAC(%)	58.53 ± 10.30	50.95 ± 8.00*	47.98 ± 9.07*	9.937	<0.001
E(cm/s)	12.60 ± 2.61	11.36 ± 1.93	11.67 ± 2.24	2.221	0.115
A(cm/s)	15.33 ± 3.38	16.69 ± 3.38	15.11 ± 4.69	1.253	0.291
s(cm/s)	13.10 ± 1.92	12.52 ± 1.90	12.26 ± 2.18	1.327	0.271
E/e	5.39 ± 0.75	5.49 ± 0.54	5.44 ± 0.97	0.109	0.897
e/a	0.85 ± 0.21	0.71 ± 0.21	0.84 ± 0.30	2.618	0.079
RV-tei	0.40 ± 0.10	0.47 ± 0.09*	0.49 ± 0.08*	6.924	0.002

* $P < 0.05$,与对照组相比。

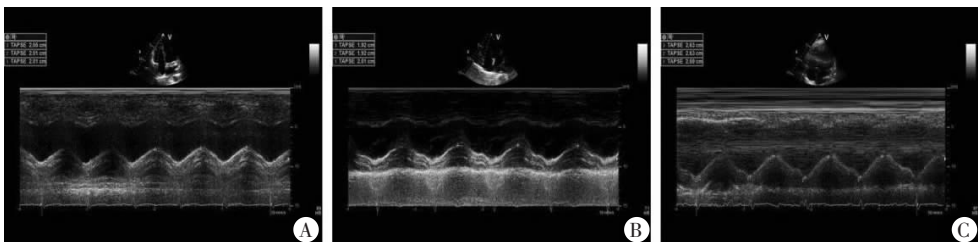


图1 三组TAPSE图

A. A组TAPSE:20.2 mm;B. B组TAPSE:19.5 mm;C. 对照组TAPSE:26.2 mm。

表3 三组对象二维应变参数比较($\bar{x} \pm s$)

参数	对照组(n=30)	A(n=25)	B(n=27)	F值	P值
RV-GLS(%)	-24.86 ± 1.98	-22.32 ± 1.45*	-20.94 ± 2.23**	30.605	<0.001
GLSRs(S ⁻¹)	-1.57 ± 0.16	-1.37 ± 0.18*	-1.37 ± 0.17*	12.746	<0.001
GLSR _e (S ⁻¹)	1.61 ± 0.19	1.43 ± 0.15*	1.42 ± 0.18*	10.293	<0.001
GLSR _a (S ⁻¹)	1.29 ± 0.24	1.34 ± 0.41	1.16 ± 0.29	2.390	0.098

* $P < 0.05$,与对照组相比;# $P < 0.05$,与A组相比。

2.3 TAPSE、RV-FAC、Tei指数、RV-GLS评估右心室收缩功能受损的价值

ROC曲线分析显示,RV-GLS评估右心室收缩功能受损曲线下面积(AUC)最高,为0.886,Cut-off值为-23.2%时,敏感性84.6%,特异性80%。见表4及图3。

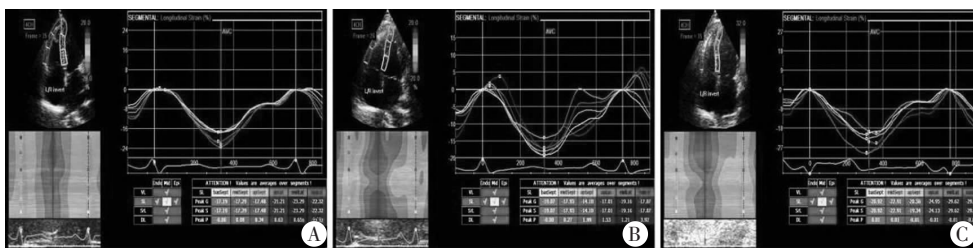


图 2 三组 RV-GLS 图

A. A 组纵向应变; B. B 组纵向应变; C. 对照组纵向应变。

表 4 TAPSE、RV-FAC、Tei 指数、RV-GLS 评估右心室收缩功能受损的价值

指标	敏感性 (%)	特异性 (%)	约登指数	AUC	Cut-off 值	95% CI	P 值
TAPSE	83.33	63.46	0.468	0.763	22.0	0.65-0.88	<0.001
RV-FAC	73.33	67.31	0.406	0.755	0.54	0.64-0.87	<0.001
RV-Tei	65.38	80.00	0.454	0.752	0.447	0.64-0.86	<0.001
RV-GLS	84.62	80.00	0.646	0.886	-23.2	0.81-0.96	<0.001

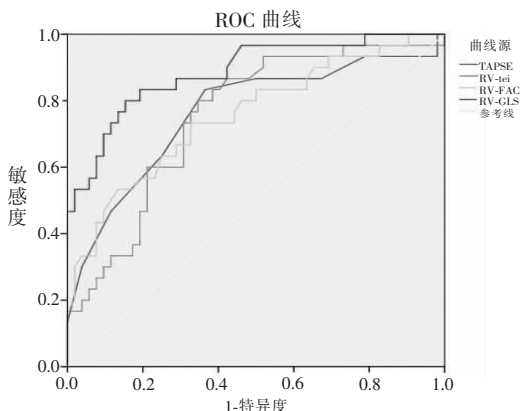


图 3 TAPSE、RV-Tei、RV-FAC、RV-GLS 评估右心室收缩功能受损价值的 ROC 曲线

3 讨论

由于右心室几何形态表现为复杂、不规则而成为近年来超声研究的热点,其功能评价通常采用多种超声技术和多项指标^[8]。除常规超声外,应用较多的是 TDI 和 2D-STI。TDI 可测量心肌组织运动时产生的位移、速度等指标,准确评价右心室的局部收缩与舒张功能^[9],但其存在一定的角度依赖性。2D-STI 作为一项新兴技术,可不受声束及心肌运动的角度影响,通过斑点追踪心肌组织各个节段的运动变化,得出应变及应变率等参数,能定量、准确的评估心肌整体与局部功能^[10]。

近年来,随着 ATC 的广泛使用,诱导的心脏毒性越来越受到临床重视。目前临床上对于心脏毒性的主要关注点仍在左心功能上,尤其是心脏毒性造成的急性心肌损伤^[5,11],常用 LVEF 作为评价指标,并形成了一些共识^[12]。然而对于药物毒性造成的远期心肌功能变化,特别是晚发慢性心脏毒性研究较少。既往研究^[13]表明,在左心发生功能损伤的同时,右心的收缩及舒张功能也存在同时受损,但后者

一些指标尚未达成广泛一致。

在本研究中,与对照组相比,RVEDD 无明显变化,但 TAPSE 及 RV-FAC 均出现降低($P < 0.05$),与 Tanindi 等^[14]研究结果一致,说明在右心室大小变化之前,其收缩功能便存在亚临床降低。舒张功能方面,化疗组与对照组比较,e、a、E/e、e/a 无明显变化,其中 e 虽呈现降低趋势、E/e 呈现升高的趋势,但差异均无统计学意义($P > 0.05$),与裴晓黎等^[13]的研究结果大致相似;但 Abdar 等^[15]对接受 ATC 治疗的乳腺癌患者研究中提出,e、e/a 显著降低($P < 0.05$),与本研究结果不同,原因可能与 TDI 测量时有一定角度依赖性、样本量较小、化疗后不同时间点等有关,尚需进一步研究证实。Tei 指数可用来评估右室收缩与舒张功能,其不受年龄、血压及右心形态等影响,可重复性高^[16]。有研究^[17]表明,ATC 诱导的心脏毒性可表现为 tei 指数增高,且较常规超声参数更敏感。本研究发现,与健康对照组相比,TDI 模式下所测 RV-tei 增高,差异有统计学意义($P < 0.05$),提示 ATC 可致右室收缩及舒张功能异常,可将 tei 指数纳入乳腺癌患者接受辅助化疗后的常规心功能评估标准中。本研究结果还显示,相对于健康对照组,化疗组 RV-GLS、GLSRs 及 GLSRe 均降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$),表明 ATC 诱导的心脏毒性能导致右室心肌细胞的形变幅度及形变速度降低,造成右室收缩功能及舒张功能受损。同时,与 A 组患者相比,B 组患者 RV-GLS 降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),表明随着时间的延长,右心室的收缩功能受损更严重,该结论与既往研究有关左室的心功变化有类似表现,即 ATC 引起左室功能呈慢性、轻微而持续降低^[18]。Khairat 等^[19]在研究 ATC 引起右心室功能障碍中提出,在 TAPSE 等参数发生变化之前,RV-GLS 就能较早发现右心室的功能障碍,说明二维应变较常规功能参数更加敏感,本研究也论证了上述结论。ROC 曲线分析结果显示,RV-GLS 的 ROC 曲线下面积最高,敏感性与特异性也高于右室其他的相关参数,说明 2D-STI 中的 GLS 参数是评价右心室功能障碍的敏感指标。

心肌发生上述改变可能的原因有:(1) ATC 对于心肌细胞有着比较强的亲和性,诱导体内产生氧

自由基以及造成 DNA 双链断裂的复合物,致使心肌细胞发生溶解、坏死和纤维化等改变,影响心肌的收缩功能^[20-21]; (2) ATC 可导致钙超载现象,使右室主动松弛功能降低,同时,由于心肌间质细胞的纤维化,右室顺应性降低,二者共同作用,造成右心室舒张功能障碍; (3) ATC 诱导心脏毒性的基本机制中,线粒体是主要靶器官,其导致线粒体的损伤呈时间依赖性^[22],故推测心肌的收缩功能随着时间的累及损害更严重。本研究的创新为: (1) 应用多种超声技术即常规超声、TDI 和 2D-STI 全面评价右室收缩及舒张功能; (2) 选择蒽环类药物化疗后慢性(中长期)无症状乳腺癌患者,并且对时间进行了分组。但也存在局限性: (1) 样本量比较少; (2) 由于时间跨度较长,未进行自身前后对照。尚需要进一步的大样本及长期随访观察。

综上,蒽环类药物化疗后无症状乳腺癌患者存在慢性右心室收缩功能亚临床损害,舒张功能有降低趋势;且随着时间的延长,右心室收缩功能呈轻度而持续降低;TAPSE、RV-FAC、RV-Tei、2D-STI 用来检测 ATC 所致右心功能障碍,其中 2D-STI 中的 GLS 是敏感指标。

参考文献

[1] 陈万青,郑荣寿. 中国女性乳腺癌发病死亡和生存状况[J]. 中国肿瘤临床,2015,42(13):668-674.

[2] 中国抗癌协会乳腺癌专业委员会. 中国抗癌协会乳腺癌诊治指南与规范(2021年版本)[J]. 中国癌症杂志,2021,31(10):954-1040.

[3] Cardinale D,Colombo A,Bacchiani G, *et al.* Early detection of anthracycline cardiotoxicity and improvement with heart failure therapy[J]. *Circulation*,2015,131(22):1981-1988.

[4] Kang Y,Xiao F,Chen H, *et al.* Subclinical Anthracycline-Induced Cardiotoxicity in the Long-Term-Follow-Up of Lymphoma Survivors:A Multi-Layer Speckle Tracking Analysis[J]. *Arq Bras Cardiol*,2018,110(3):219-228.

[5] Santoro C,Arpino G,Esposito R, *et al.* 2D and 3D strain for detection of subclinical anthracycline cardiotoxicity in breast cancer patients:a balance with feasibility[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*,2017,18(8):930-936.

[6] Tadic M,Cuspidi C,Hering D, *et al.* The influence of chemotherapy on the right ventricle:did we forget something? [J]. *Clinical Cardiology*,2017,40(7):437-443.

[7] Lang RM,Badano LP,Mor-Avi V, *et al.* Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults:an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging[J]. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*,2015,16(3):233-270.

[8] 熊云涛,曹礼庭. 斑点追踪技术评价系统性硬化病患者右心室

心肌力学功能[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*,2016,13(10):731-735.

[9] Dabirian M,Aarabi M,Nabati M, *et al.* The Role of Doppler Imaging in the Assessment of Right Ventricular Function;a Case-control Study of Acute Inferior Wall Infarction[J]. *Medical Archives*,2018,72(1):22.

[10] Naseem M,Samir S,Ibrahim IK, *et al.* 2-D speckle-tracking assessment of left and right ventricular function in rheumatoid arthritis patients with and without disease activity[J]. *J Saudi Heart Assoc*,2019,31(1):41-49.

[11] 张盼盼,芦桂林,黄磊,等. 三维斑点追踪成像评价乳腺癌患者蒽环类药物化疗前后心室功能[J]. *中华超声影像学杂志*,2017,26(1):17-20.

[12] Zamorano JL,Lancellotti P,Rodriguez Muñoz D, *et al.* 2016 ESC Position Paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity developed under the auspices of the ESC Committee for Practice Guidelines[J]. *European Heart Journal*,2016,37(36):2768-2801.

[13] 裴晓黎,程蕾蕾,宋飞艳,等. 蒽环类药物早期所致右心系统形态学改变的研究[J]. *国际生物医学工程杂志*,2016,39(3):153-157.

[14] Tanindi A,Demirci U,Tacoy G, *et al.* Assessment of right ventricular functions during cancer chemotherapy[J]. *Eur J Echocardiogr*,2011,12(11):834-840.

[15] Abdar EM,Mokarian F,Karimipannah M. Alterations in the echocardiographic variables of the right ventricle in asymptomatic patients with breast cancer during anthracycline chemotherapy[J]. *Postgrad Med J*,2017,93(1099):271-274.

[16] Sokalskis V,Peluso D,Jagodzinski A, *et al.* Added clinical value of applying myocardial deformation imaging to assess right ventricular function[J]. *Echocardiography*,2017,34(6):919-927.

[17] 韩若凌,尹笑笑,赵娜. Tei 指数评价蒽环类药物对恶性肿瘤患儿的右心损害[J]. *中华医学超声杂志(电子版)*,2018,15(6):433-439.

[18] Narayan HK,Finkelman B,French B, *et al.* Detailed Echocardiographic Phenotyping in Breast Cancer Patients[J]. *Circulation*,2017,135(15):1397-1412.

[19] Khairat I,Khalfallah M,Shaban A, *et al.* Right ventricular 2D speckle-tracking echocardiography in children with osteosarcoma under chemotherapy[J]. *The Egyptian Heart Journal*,2019,71(1):23.

[20] Carvalho FS,Burgeiro A,Garcia R, *et al.* Doxorubicin-induced cardiotoxicity:from bioenergetic failure and cell death to cardiomyopathy[J]. *Med Res Rev*,2014,34(1):106-135.

[21] Plana JC,Galderisi M,Barac A, *et al.* Expert Consensus for Multimodality Imaging Evaluation of Adult Patients during and after Cancer Therapy:A Report from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging[J]. *Journal of the American Society of Echocardiography*,2014,27(9):911-939.

[22] 田钰,高举. 蒽环类药物相关心脏毒性的发病机制和诊治进展[J]. *国际输血及血液学杂志*,2019,42(4):351-357.

(收稿日期:2021-08-29

修回日期:2022-03-11)