

斑点跟踪超声心动图对一氧化碳中毒引起心脏毒性的预测价值分析



李俊鹏¹, 翟颖博², 王晨静¹

摘要:目的 探究斑点跟踪(STI)超声心动图在一氧化碳(CO)中毒者心脏毒性中的临床价值。方法 选取新乡医学院第三附属医院收治的 126 例 CO 中毒病人作为病例组,其中轻度 47 例,中度 42 例,重度 37 例,另选取 62 名正常者作为对照组,Elisa 法检测血清中肌酸激酶(CK)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)、乳酸脱氢酶(LDH)、羟丁酸脱氢酶(HBD)水平,STI 超声心动图检测病人超声心动图指标以及心肌峰值应变参数。绘制受试者工作特征曲线(ROC),对比不同峰值应变参数曲线下面积(AUC)。结果 病例组病人血清中 CK、CK-MB、LDH、AST 水平均明显高于对照组($P < 0.05$),随着中毒程度加重,CK、CK-MB、LDH、AST 水平逐渐升高($P < 0.05$)。病例组左室射血分数(LVEF)及二尖瓣舒张早期、晚期血流峰值比值(E/A)明显低于对照组($P < 0.05$),随着中毒程度加重,LVEF、E/A 水平逐渐降低($P < 0.05$)。病例组心肌整体纵向峰值应变(GLS)、心内膜下纵向峰值应变(LS-endo)、心外膜下纵向峰值应变(LS-epi)、跨壁纵向应变梯度(TMSG-LS)明显低于对照组,随着中毒程度加重 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 逐渐降低($P < 0.05$)。43 例病人发生心脏毒性,心脏毒性发生组 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 均明显低于心脏毒性未发生组($P < 0.05$)。TMSG-LS AUC 值最高为 0.859,LS-epi、GLS、LS-endo AUC 值分别为 0.773、0.803、0.807。结论 CO 中毒后,病人心肌酶指标升高、心室功能发生改变,STI 超声心动图 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 在病人心脏毒性评测中具有较高的临床诊断价值,其中 TMSG-LS 诊断价值最高。

关键词:一氧化碳中毒;心脏毒性;斑点跟踪;超声心动图;峰值应变参数

中图分类号:R595.1 R256.2 文献标识码:B doi:10.12102/j.issn.1672-1349.2019.09.020

Predictive Value of Speckle Tracking Echocardiography for Cardiotoxicity Induced by Carbon Monoxide Poisoning

LI Junpeng,ZHAI Yingbo,WANG Chenjing

Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College,Xinxiang 453000,Henan,China

Abstract: Objective To explore the clinical value of speckle tracking (STI) echocardiography in cardiotoxicity induced by carbon monoxide (CO) poisoning. **Methods** One hundred twenty-six patients with CO poisoning in the Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College were selected as the patients group, of which 47 cases were mild, 42 cases were moderate, 37 cases were severe. Sixty-two normal subjects were selected as the control group. The levels of serum creatine kinase (CK), creatine kinase isoenzyme (CK-MB), aspartate aminotransferase (AST), lactate dehydrogenase (LDH), and hydroxybutyrate dehydrogenase (HBD) were measured by enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). STI echocardiography was used to detect the echocardiographic parameters and the myocardial peak strain parameters of the patients. The receiver operating characteristic curve (ROC) was drawn and the area under curve (AUC) of different peak strain parameters was compared. **Results** The levels of serum CK, CK-MB, LDH, and AST in patients with CO poisoning were significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$), which were increased as the degree of poisoning severity, ($P < 0.05$). The left ventricular ejection fraction (LVEF) and E/A in the poisoning group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$), which were decreased gradually as the degree of poisoning severity ($P < 0.05$). The myocardial global longitudinal peak strain (GLS), endocardium longitudinal peak strain (LS-endo), epicardial longitudinal peak strain (LS-epi), and transmural gradient longitudinal strain gradient (TMSG-LS) in the patients group were significantly lower than those in the control group, which were decreased with the severity of poisoning ($P < 0.05$). Cardiac toxicity occurred in 43 patients, and GLS, LS-endo, LS-epi, and TMSG-LS in the cardiotoxicity group were significantly lower than those in the non-cardiac toxicity group ($P < 0.05$). The maximum value of TMSG-LS AUC was 0.859, and the values of LS-epi, GLS and LS-endo AUCs were 0.773, 0.803 and 0.807, respectively. **Conclusion** After CO poisoning, the patient's myocardial enzyme index increased and ventricular function changed. STI echocardiography GLS, LS-endo, LS-epi, and TMSG-LS have high clinical diagnostic value in cardiotoxicity evaluation. TMSG-LS has the highest diagnostic value.

Keywords: carbon monoxide poisoning; cardiotoxicity; speckle tracking; echocardiography; peak strain parameters

基金项目 河南省教育厅科学技术研究重点项目(No.14A310015)

作者单位 1.新乡医学院第三附属医院(河南新乡 453000), E-mail:lijunpeng1980@126.com; 2.新乡医学院第三临床学院

引用信息 李俊鹏, 翟颖博, 王晨静. 斑点跟踪超声心动图对一氧化碳中毒引起心脏毒性的预测价值分析[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(9): 1357-1361.

一氧化碳(carbon monoxide, CO)中毒属于冬季常见急诊病症,危害身体系统功能,心脏与脑对缺氧较敏感,CO中毒后对脑、心脏均危害较大^[1]。临床对于CO中毒病人脑损伤关注较多,对于CO中毒后心肌损伤关注不多,因而延误治疗的良好时机。有关研究显示CO中毒后机体缺氧心肌灌注不足,容易损伤心肌,导致心脏毒性^[2]。目前临床上主要采用心肌酶指标检测,但血清检测假阳性较高,因此临床应用受限^[3]。超声心动图在心肌损伤检测中应用较多,其中二维斑点追踪成像技术(2D-speckle tracking imaging, 2D-STI)能够定量评定心肌各阶段在不同方向的形变情况,敏感度较高^[4]。目前2D-STI应用于CO中毒后心脏毒性检测的研究较少。本研究通过对本院收治的CO中毒病人进行2D-STI超声心动图检测,以探究其在CO中毒后心脏毒性中的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年7月—2017年7月新乡医学院第三附属医院收治的126例急诊CO中毒病人作为研究对象,其中男56例,女70例;年龄18~72(56.42±6.27)岁;中毒至入院时间30 min至16 h(6.28±0.74 h),参照《内科学》中毒程度标准分为轻度组(47例)、中度组(42例)、重度组(37例)。另选取同期在我院进行体检的62名正常者作为对照组,其中男29名,女33名,年龄19~74(56.68±7.03)岁。病例组、对照组性别、年龄比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。

1.2 病例选择标准 纳入标准:病例组病人符合《内科学》^[5]中CO中毒诊断标准;中毒时间<20 h;一氧化碳血红蛋白(CO_{Hb})>10%;病人病例资料完整,家属知情同意。排除标准:冠状动脉疾病、二尖瓣狭窄并关闭不全、非缺血性心肌病、心房纤颤等心脏疾病;心律失常者;超声图像质量不佳者;肝、肾功能严重受损者。

1.3 检测方法

1.3.1 血清心肌酶水平测定 所有受试者入院后均采集静脉血3 mL,加入抗凝剂,放置离心机中2 500 r/min离心10 min,保留上层血清,放置-20℃冰箱中保存。所用仪器为日立7060型生化自动检测仪,肌酸激酶(creatine kinase, CK)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase MB, CK-MB)、天门冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、乳酸脱氢酶(lactate dehydrogenase, LDH)、羟丁酸脱氢酶(hydroxybutyrate dehydrogenase, HBD) Elisa测定试剂盒均由广州健仑生物科技有限公司提供。参照试剂盒说明书进行操作。

1.3.2 多普勒超声心动图检测 所用设备为IE33彩

色多普勒超声检测仪(Philips公司),探头频率为2~4 MHz,采取平卧或左侧卧位,呼吸平静同时连接心电图,常规选取胸骨左室长轴面,主要测定指标:左室舒张末内径(left ventricular end-diastolic diameter, LVEDD)、左室收缩末内径(left ventricular end-systolic diameter, LVESD)、室间隔舒张末厚度(interventricular septum diastolic thickness, IVSd)、左室后壁舒张末厚度(posterior diastolic thickness of left ventricular wall, PWTd)。利用心尖双拼面法(simpson)测定左心室收缩末期容积(left ventricular end systolic volume, LVESV)、左心室舒张末期容积(left ventricular end diastolic volume, LVEDV)、左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)。采用脉冲多普勒于心尖四腔平面记录二尖瓣舒张早期、晚期血流峰值(E、A),计算两者比值(E/A)。以上参数均测定3个心动周期,取平均值。

1.3.3 二维斑点追踪超声心动图检测 采集心尖左室长轴、四腔、两腔二维图像,帧频设定为60~90帧/秒,至少包含3个连续完整心动周期图像,图像保存后传送到EchoPAC工作站,手动调节各切面心内膜以及心外膜,勾画感兴趣心内膜,使其与心肌厚度保持一致。选取主动脉瓣关闭时间点,系统追踪心内膜感兴趣区回声斑点,将各个室壁在长轴方向分为18个心肌节段,包括心尖段、中间段、基底段的前壁、后壁、侧壁、下壁、前后间隔,测定各心肌节段心内/外膜的纵向、径向、环向三个方向峰值应变参数,测定3个心动周期不同节段峰值参数,取平均值。

1.3.4 图像分析 由本院两名影像学资深医师采集、分析所有研究对象图像,当两者意见不一致时,经协商后达成统一意见。

1.4 评定标准 参照文献中心脏毒性判定标准^[6]:病人心电图表现为心律失常(如室性早搏、室上性心动过速)、心电图异常(非特异性ST-T改变、QT间期延长、QRS波电压降低)、低血压等。

1.5 统计学处理 采用SPSS21.0软件进行统计分析,计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用t检验,多组间采用多因素方差分析,采用受试者工作特征曲线(ROC)分析二维斑点追踪图像参数在心脏毒性中的诊断价值,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组血清心肌酶指标比较 病例组血清CK、CK-MB、LDH、AST水平均高于对照组,随着中毒程度加重,CK、CK-MB、LDH、AST水平逐渐升高,差异有统计学

意义 ($P < 0.05$)。详见表 1。

表 1 各组血清心肌酶指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	CK	CK-MB	LDH	AST
对照组	62	88.62 ± 16.47	12.48 ± 3.12	175.23 ± 36.44	19.86 ± 3.27
病例组	126	161.26 ± 35.49 ¹⁾	19.63 ± 3.34 ¹⁾	205.98 ± 27.65 ¹⁾	33.57 ± 3.34 ¹⁾
轻度组	47	105.23 ± 17.96 ¹⁾	17.63 ± 3.09 ¹⁾	188.47 ± 26.79 ¹⁾	22.64 ± 3.18 ¹⁾
中度组	42	176.29 ± 21.67 ¹⁾²⁾	19.65 ± 2.43 ¹⁾²⁾	195.62 ± 33.16 ¹⁾²⁾	31.49 ± 3.47 ¹⁾²⁾
重度组	37	216.38 ± 25.68 ¹⁾²⁾³⁾	22.18 ± 3.56 ¹⁾²⁾³⁾	240.52 ± 24.93 ¹⁾²⁾³⁾	40.18 ± 3.66 ¹⁾²⁾³⁾

与对照组相比, 1) $P < 0.05$; 与轻度组相比, 2) $P < 0.05$; 与中度组相比, 3) $P < 0.05$

2.2 各组常规超声心动图检测指标比较 各组病人 LVEDD、LVESD、LVESV、LVEDV、IVSd、PWTd 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。病例组 LVEF、E/A 均

低于对照组 ($P < 0.05$), 随着中毒程度加重, LVEF、E/A 水平逐渐降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 2。

表 2 各组常规超声心动图检测指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	LVEDD(mm)	LVESD(mm)	LVESV(mL)	LVEDV(mL)
对照组	62	4.53 ± 0.51	2.89 ± 0.38	31.42 ± 9.56	81.56 ± 12.65
病例组	126	4.46 ± 0.39	2.92 ± 0.30	30.94 ± 8.75	79.58 ± 14.26
轻度组	47	4.49 ± 0.28	2.91 ± 0.37	30.96 ± 8.84	79.76 ± 14.87
中度组	42	4.47 ± 0.32	2.93 ± 0.31	30.91 ± 8.33	79.34 ± 14.73
重度组	37	4.43 ± 0.45	2.95 ± 0.27	30.88 ± 9.12	78.88 ± 13.99

组别	IVSd(mm)	PWTd(mm)	LVEF(%)	E 峰(cm/s)	E/A
对照组	8.53 ± 0.79	9.02 ± 0.71	65.68 ± 4.67	80.51 ± 11.28	1.17 ± 0.37
病例组	8.39 ± 1.63	8.90 ± 0.89	62.09 ± 3.88 ¹⁾	82.16 ± 14.39	0.92 ± 0.27 ¹⁾
轻度组	8.41 ± 1.27	8.92 ± 0.96	63.84 ± 4.36 ¹⁾	81.43 ± 12.64	1.03 ± 0.26 ¹⁾
中度组	8.37 ± 1.75	8.88 ± 0.89	61.88 ± 4.22 ¹⁾²⁾	82.55 ± 16.84	0.91 ± 0.29 ¹⁾²⁾
重度组	8.33 ± 1.64	8.82 ± 0.84	60.13 ± 3.09 ¹⁾²⁾³⁾	83.54 ± 13.79	0.79 ± 0.22 ¹⁾²⁾³⁾

与对照组相比, 1) $P < 0.05$; 与轻度组相比, 2) $P < 0.05$; 与中度组相比, 3) $P < 0.05$

2.3 各组病人心肌峰值应变参数比较 病例组心肌整体纵向峰值应变 (GLS)、心内膜下纵向峰值应变 (LS-endo)、心外膜下纵向峰值应变 (LS-epi)、跨壁纵向应变梯度 (TMSG-LS) 低于对照组, 随着中毒程度加重逐渐降低, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。各组心外膜下径向峰值应变 (RS-epi)、整体径向应变 (GRS)、

整体环向应变 (GCS)、心内膜下径向峰值应变 (RS-endo)、心内膜下环向峰值应变 (CS-endo)、心外膜下环向峰值应变 (CS-epi)、跨壁径向应变梯度 (TMSG-RS)、跨壁环向应变梯度 (TMSG-GS) 比较差异无统计学意义。详见表 3。

表 3 各组病人心肌峰值应变参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	GLS(%)	LS-endo(%)	LS-epi(%)	TMSG-LS	GRS(%)	RS-endo(%)
对照组	62	19.92 ± 1.03	23.57 ± 1.26	17.33 ± 1.28	6.51 ± 1.12	39.43 ± 4.22	44.18 ± 3.76
病例组	126	18.57 ± 1.29 ¹⁾	19.50 ± 1.43 ¹⁾	16.20 ± 1.61 ¹⁾	5.45 ± 1.05 ¹⁾	38.16 ± 3.26	44.04 ± 3.92
轻度组	47	19.33 ± 0.87 ¹⁾	22.18 ± 1.46 ¹⁾	16.87 ± 1.73 ¹⁾	5.93 ± 1.08	38.76 ± 3.73	44.09 ± 4.03
中度组	42	18.55 ± 1.41 ¹⁾²⁾	21.36 ± 1.38 ¹⁾²⁾	16.15 ± 1.39 ¹⁾²⁾	5.42 ± 1.16 ¹⁾	37.89 ± 3.12	44.03 ± 3.77
重度组	37	17.66 ± 1.38 ¹⁾²⁾³⁾	19.92 ± 1.49 ¹⁾²⁾³⁾	15.42 ± 1.63 ¹⁾²⁾³⁾	4.91 ± 0.97 ¹⁾²⁾³⁾	37.73 ± 3.46	39.88 ± 4.22

组别	RS-epi(%)	TMSG-RS	GCS(%)	CS-endo(%)	CS-epi(%)	TMSG-CS
对照组	32.38 ± 2.95	12.12 ± 3.38	21.39 ± 3.24	25.35 ± 3.06	16.72 ± 3.05	9.05 ± 2.92
病例组	31.31 ± 3.67	11.55 ± 3.34	20.63 ± 3.04	24.81 ± 2.95	16.02 ± 2.17	8.72 ± 1.95
轻度组	32.06 ± 3.36	12.05 ± 3.46	21.13 ± 3.44	25.06 ± 3.12	16.26 ± 2.84	8.88 ± 1.84
中度组	31.84 ± 3.71	11.83 ± 3.19	20.86 ± 3.12	24.93 ± 3.03	16.12 ± 1.95	8.75 ± 2.03
重度组	29.79 ± 3.42	10.64 ± 3.55	20.26 ± 2.73	24.87 ± 2.57	15.87 ± 1.87	8.66 ± 2.01

与对照组相比, 1) $P < 0.05$; 与轻度组相比, 2) $P < 0.05$; 与中度组相比, 3) $P < 0.05$

2.4 心脏毒性病人峰值应变参数变化情况 共 43 例病人发生心脏毒性,发生率为 34.13%,与心脏毒性未发生组相比,心脏毒性发生组 GLS、LS-endo、LS-epi、

TMSG-LS 均降低,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。详见表 4。

表 4 心脏毒性病人峰值应变参数变化情况 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	GLS (%)	LS-endo (%)	LS-epi (%)	TMSG-LS
心脏毒性未发生组	83	19.83 ± 4.19	21.43 ± 4.07	17.79 ± 3.37	5.38 ± 1.03
心脏毒性发生组	43	17.11 ± 2.96 ¹⁾	18.96 ± 3.54 ¹⁾	15.23 ± 3.46 ¹⁾	4.92 ± 0.75 ¹⁾

与心脏毒性未发生组相比,1) $P < 0.05$

2.5 峰值应变参数在 CO 中毒者心脏毒性中的诊断价值 TMSG-LS、LS-epi、GLS、LS-endo 曲线下面积 (AUC) 值分别为 0.859、0.773、0.803、0.807。GLS 截点值为 17.31%,灵敏度为 81.397%,特异度为 67.46%;

LS-endo 截点值为 21.11%,灵敏度为 86.05%,特异度为 74.70%;LS-epi 截点值为 16.37%,灵敏度为 76.74%,特异度为 72.29%;TMSG-LS 截点值为 5.14%,其灵敏度为 88.37%,特异度为 79.52%。详见表 5、图 1。

表 5 峰值应变参数诊断心脏毒性的 ROC 曲线分析

指标	AUC	标准误	Z 值	95% CI	P
TMSG-LS	0.859	0.035	12.293	0.818~0.933	<0.000 1
LS-epi	0.773	0.043	6.555	0.707~0.852	<0.000 1
GLS	0.803	0.039	7.697	0.726~0.867	<0.000 1
LS-endo	0.807	0.040	7.556	0.728~0.868	<0.000 1

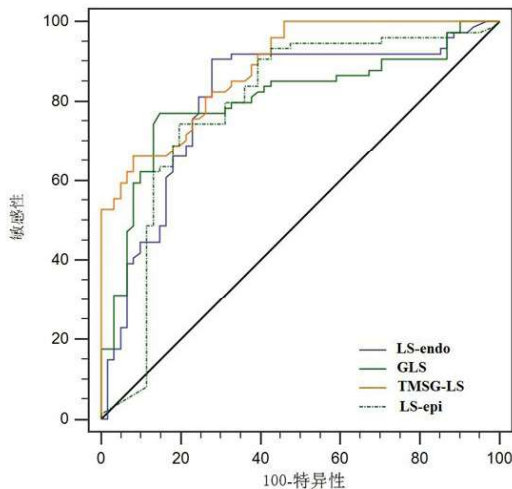


图 1 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 判定心脏毒性 ROC 曲线

3 讨论

急性 CO 中毒在北方发生较多,冬天用煤取暖室内通风不良时,则会发生急性 CO 中毒,CO 进入血液循环后与血红蛋白结合,形成碳氧血红蛋白,其化学性质较稳定,不易分解,无携氧能力,会引发组织细胞缺氧^[7]。此外 CO 与肌红蛋白结合后,会使线粒体功能受损,降低细胞呼吸、氧利用率。临床多数研究显示机体吸入 CO 后,会首先造成脑、心脏组织缺氧,进而引发机体细胞水肿、纤维化、变形等异常^[8]。目前对 CO 中毒后引发的脑损伤研究较多,对心肌损伤研究的较少,因此探究 CO 中毒后心肌毒性对病人的治疗十分

重要。

血清心肌酶指标在临床检测心肌损伤中应用较广泛。本研究首先对病人血清中心肌酶指标水平进行测定,结果显示,病例组病人血清 CK、CK-MB、LDH、AST 水平均明显高于对照组,与病情严重程度有关,表明病人中毒后均存在不同程度的心肌损伤,且中毒越深心肌酶指标水平变化越明显,这与高珣等^[9]研究结论相符。由于血清检测假阳性高,且受到其他较多因素的影响,因此还需要通过其他检测方法判定病人心肌功能情况。

常规超声心动图是以往临床首选心功能检测方式,具有无创伤性、操作简便、可重复性高^[10],本研究采用常规超声心动图检测,结果显示病例组 LVEF、E/A 明显低于对照组,随着病情加重,LVEF、E/A 水平逐渐降低,LVEDD、LVESD、LVESV、LVEDV 等其他指标并无明显变化,说明心室壁厚度以及腔室均未发生明显变化,左心室功能降低,分析原因可能为由于 CO 急性中毒后,心室本身收缩储备力较大,因此 LVEDD、LVESD 等指标无明显变化。Lee 等^[11]研究显示当病人心肌受损后 LVEF、E/A 均降低,左心室功能受损,这一结论支持本研究观点,提示超声心动图 LVEF、E/A 指标可用于检测心脏毒性。刘文渊等^[12]研究显示超声心动图能够对病人左室收缩、舒张功能进行评估,但并不能发现心脏功能早期损伤。综合以上研究提示,

仅采用超声心动图可能对早期心脏毒性心室功能变化不敏感。

根据心脏螺旋心肌带理论,心壁主要分为心内膜、心外膜、心肌层,其独特结构决定心脏进行复杂收缩、舒张运动,主要通过螺旋式扭转运动,包括长轴纵向水平运动、短轴径向水平运动,旋转、圆周运动,因此在心脏运动时采用 2D-STI 测定左心室的扭转角度能够更准确反映心脏整体变形情况,是评估左心功能的重要指标^[13-14]。Cadeddu 等^[15]通过对药物中毒病人进行心功能检测,结果显示心脏舒缩功能正常,但舒张功能受损,且 2D-STI 在对早期心脏毒性检测方面灵敏度高于超声心动图、TDI。本研究结果显示,病例组 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 低于对照组,且随着中毒程度加重逐渐降低,但是环向、径向心肌峰值应变参数指标并未发生明显变化,表明 2D-STI 在心脏毒性检测时纵向峰值应变值变化要早于环向、径向变化,这与 Murtagh 等^[16]研究相符合。分析原因可能为心脏心内膜中心肌主要为纵形纤维,且其比例为 70%,因此在心脏结构、功能发生变化时,纵向应变更敏感,能够反映左室收缩功能的变化。Krishnasamy 等^[17]研究显示,在心脏功能发生变化时,径向应变峰值较环向变化明显,但仍低于纵向峰值应变值。本研究结果显示径向应变峰值、环向应变峰值在各组均无明显变化,说明二者对心肌功能损害的敏感性均低于纵向应变,这与 Kusunose 等^[18]报道相符合。本研究通过 ROC 曲线分析纵向应变参数对心脏毒性的诊断价值,结果显示 TMSG-LS AUC 值最高,ROC 结果分析也显示其灵敏度、准确度也高于 GLS、LS-endo、LS-epi,说明 TMSG-LS 对 CO 中毒病人心脏损害较敏感,可作为心脏毒性监测的指标,对于临床治疗具有一定的临床价值。

综上所述,CO 中毒后,病人心肌酶指标升高、心室功能发生改变,STI 超声心动图 GLS、LS-endo、LS-epi、TMSG-LS 在病人心脏毒性评测中具有较高的临床诊断价值,其中 TMSG-LS 诊断价值最高。但 ST 在检测时仍存在一定的局限性,如帧频、图像质量要求较高,心腔具有一定的几何构形,房颤、心动过速病人无法追踪正常斑点等缺陷,因此临床操作应结合病人实际情况选择最佳检测方式。

参考文献:

[1] 廖斌,赵婷婷.基于 ISM 的燃煤取暖 CO 中毒事故致因及防范对策分析[J].工业安全与环保,2015,41(12):34-37.
 [2] 徐浩,孟祥中,党扬杰,等.高氧液对急性一氧化碳中毒大鼠心肌损伤的影响[J].中华麻醉学杂志,2016,36(7):864-866.

[3] 孙王乐贤,赵洁,刘会玲,等.急性前壁 ST 段抬高心肌梗死患者的心电图表现及心肌酶峰与近期左心功能的相关性[J].中华医学杂志,2014,94(3):187-190.
 [4] 刘昕,孟湘.二维斑点追踪成像技术评价心肌梗死患者乳头肌功能变化的临床研究[J].中华超声影像学杂志,2017,26(5):59-61.
 [5] 陆再英,钟南山.内科学[M].7 版.北京:人民卫生出版社,2008:264-269.
 [6] 王玮,康瑜,舒先红,等.二维斑点追踪超声心动图联合超敏心肌肌钙蛋白 T 检测早期诊断化疗药物引起的隐性心脏毒性[J].中华肿瘤杂志,2017,39(11):127-129.
 [7] 胡光荣,王天群,贾广生,等.CO 中毒动脉血氧饱和度与脉搏血氧饱和度的对比研究[J].哈尔滨医科大学学报,2013,47(5):469-470.
 [8] 张艳利,王天红,田小雪,等.基于体素内不相干运动成像定量评估 CO 中毒急性期脑损伤程度的初步研究[J].中国医学影像学杂志,2017,25(3):185-189.
 [9] 高珣,李爱焕,李娜,等.血浆 B 型利钠肽、心肌肌钙蛋白 I 及心肌酶评估有机磷中毒伴发心肌损害的研究[J].中国循环杂志,2015,30(3):264-267.
 [10] 张英,李青山,刘兰芳,等.心电图 QT 间期离散度与超声心动图对阿霉素心肌病的早期预测价值[J].中国循环杂志,2015,30(4):355-358.
 [11] LEE S H,CHOI Y S,HONG G R, et al .Echocardiographic evaluation of the effects of dexmedetomidine on cardiac function during total intravenous anaesthesia[J].Anaesthesia,2015,70(9):1052-1059.
 [12] 刘文渊,刘玉东,赵寒辉,等.常规超声心动图与斑点追踪技术评价不同透析方式对左心室功能的影响[J].中华消化病与影像杂志:电子版,2016,6(3):107-110.
 [13] 马丽平,卢敏,饶利兵,等.立体螺旋型结构的心肌带标本的制作[J].中国临床解剖学杂志,2013,31(3):360-361.
 [14] 李志铭,谭理连,全显跃,等.多排螺旋 CT 心肌灌注在诊断冠心病缺血心肌中的应用[J].广东医学,2013,34(2):221-224.
 [15] CADEDU C,PIRAS A,DESSÌ M, et al .Timing of the negative effects of trastuzumab on cardiac mechanics after anthracycline chemotherapy[J].Inter J Cardiovasc Imaging,2016,33(2):1-11.
 [16] MURTAGH G,LAFFIN L J,PATEL K V, et al .Improved detection of myocardial damage in sarcoidosis using longitudinal strain in patients with preserved left ventricular ejection fraction[J].Echocardiography,2016,33(9):1344-1352.
 [17] KRISHNASAMY R,ISBEL N M,HAWLEY C M, et al .Left ventricular global longitudinal strain (GLS) is a superior predictor of all-cause and cardiovascular mortality when compared to ejection fraction in advanced chronic kidney disease[J].PLoS One,2015,10(5):7044-7049.
 [18] KUSUNOSE K,GOODMAN A,PARIKH R, et al .Incremental prognostic value of left ventricular global longitudinal strain in patients with aortic stenosis and preserved ejection fraction[J].Circulation Cardiovascular Imaging,2014,7(6):938-944.

(收稿日期:2018-03-20)

(本文编辑 郭怀印)