

心电图 ST 段压低、QTc、QTd 及投影间夹角有助于判断慢性心力衰竭患者心脏同步化治疗的预后

陈可斌¹ 史超¹ 寻增艳¹ 陈红磊¹ 韩丹丹¹ 刘曙杰¹ 焦守海² 王均志^{1*}

¹ 青岛市城阳区人民医院心血管内科, 山东青岛 266109

² 山东第一医科大学第一附属医院急诊科, 山东济南 250014

摘要 目的: 探讨心肌复极异常心电图对慢性心力衰竭 (CHF) 患者心脏再同步化治疗 (CRT) 预后的预测价值。

方法: 收集 102 例 CHF 且行 CRT 治疗患者的临床病历资料, 术后随访 3 年, 依据随访终点情况分为死亡组 25 例和存活组 77 例。CRT 术前完善所有患者心电图及心脏彩超, 比较 2 组患者 ST 段压低、QTc、QTd、投影间夹角 (TMD) 及 QRS 波时限情况; 采用多因素 Logistic 回归分析影响 CHF 患者 CRT 治疗预后的因素; 绘制心电图指标对 CHF 患者预后的受试者工作特征 (ROC) 曲线, 判断心电图 ST 段压低、QTc、QTd 及 TMD 对 CHF 患者 CRT 治疗预后的预测价值。结果: 2 组的病程、纽约心脏协会 (NYHA) 分级、并发心房颤动、左室射血分数 (LVEF)、左心室内径 (LVD) 及左房内径 (LAD) 比较, 差异有统计学意义 (P 均 < 0.05); 死亡组病例心电图具有明显更高的 ST 段压低、QTc、QTd 及 TMD (P 均 < 0.05)。多因素 Logistic 回归分析可知, NYHA 分级、心房颤动、ST 段压低、QTc、QTd、TMD、LVEF、LVD 及 LAD 均是 CHF 患者 CRT 治疗预后的独立危险因素。ROC 曲线显示, TMD 具有最大的预测效能, 其曲线下面积 (AUC) 为 0.839, 约登指数为 0.61; 其次为 QTd, AUC 为 0.817, 约登指数为 0.44; ST 段压低的 AUC 为 0.748, 约登指数为 0.41; 最低为 QTc, AUC 为 0.724, 约登指数为 0.36。结论: 心电图复极参数 ST 段压低、QTc、QTd 及 TMD 异常增加均提示 CHF 患者 CRT 治疗预后效果较差。

关键词 心肌复极; 心电图; 慢性心力衰竭; 心脏再同步化治疗; 预后

中图分类号 R541.6 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20220410

Logistic regression combined with ROC curve to evaluate the predictive value of abnormal cardiac repolarization electrocardiogram on prognosis of patients with CHF after CRT treatment CHEN Ke-bin¹, SHI Chao¹, XUN Zeng-yan¹, CHEN Hong-lei¹, HAN Dan-dan¹, LIU Shu-jie¹, JIAO Shou-hai², WANG Jun-zhi^{1*}.

¹Department of Cardiology, Chengyang People's Hospital, Shandong Qingdao 266109, China; ²Emergency Department, the First Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Shandong Jinan 250014, China

Corresponding author: WANG Jun-zhi, E-mail: 15954255256@163.com

Abstract Objective: evaluate the prognosis value of abnormal electrocardiogram of myocardial repolarization in patients with chronic heart failure (CHF) after cardiac resynchronization therapy (CRT). Methods: 102 CHF patients receiving CRT and completing 3 years follow-up were selected. According to the end point of follow-up, the patients were divided into death group ($n = 25$) and survival group ($n = 77$). The examination of electrocardiogram (ECG) and color Doppler ultrasound were done before CRT. The ST segment depression, QTc, QTd, QRS wave duration and TMD were compared between the two groups. Multivariate logistic regression analysis was used to analyze the factors influencing the prognosis of CHF patients after CRT. The receiver operating characteristic (ROC) curve of ECG indexes on the prognosis of CHF patients was drawn. Results: There were significant differences in the course of disease, NYHA grade, atrial fibrillation, LVEF, LVD and LAD between the two groups ($P < 0.05$). The death group had significantly higher ST segment depression, QTc, QTd and TMD ($P < 0.05$). Multivariate logistic regression analysis showed that NYHA grade, atrial fibrillation, ST segment depression, QTc, QTd, TMD, LVEF, LVD and LAD were independent risk factors for the prognosis of CHF patients after CRT. The ROC curve showed that TMD had the highest predictive power with the area under the ROC curve (AUC) of 0.839 and Youden index of 0.61; followed by QTd with AUC of 0.817 and Youden index of 0.44; the third was ST segment depression with AUC of 0.748 and Youden index of 0.41; the lowest was QTc with AUC of 0.724 and Youden index of 0.36. Conclusion: The abnormal increases of ST segment depression, QTc, QTd and TMD suggest that the prognosis of CHF patients is poor, which can be used to predict the prognosis of CHF patients with CRT.

Key words Myocardial repolarization; Electrocardiogram; Chronic heart failure; Cardiac resynchronization therapy; Prognosis

* 通信作者: 王均志, E-mail: 15954255256@163.com, 山东省青岛市城阳区长城路 600 号

慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)心脏再同步化治疗(cardiac resynchronization therapy, CRT)使 CHF 患者心脏同步性恢复,并能改善其临床症状,有利于逆转心室重构^[1-5]。但不是所有 CHF 患者均能通过 CRT 获得满意疗效^[6]。研究显示心电图可作为 CRT 疗效的预测指标^[7]。本研究分析 CHF 患者 CRT 治疗前心电图表现,分析其与 CRT 疗效间关系,报道如下。

资料与方法

一般资料 2016 年 1 月-2017 年 12 月青岛市城阳区人民医院收治的进行 CRT 治疗的 CHF 患者 102 例(男 66,女 36),年龄 38~76 岁,平均(59.0±11.6)岁。所有患者术后随访 3 年,依据随访终点情况分为死亡组 25 例和存活组 77 例。

纳入和排除标准 纳入标准:①参照《慢性心力衰竭诊断治疗指南》^[8]中相关标准进行 CHF 诊断,并结合超声心动图、心电图及临床表现予以证实;②纽约心脏协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级为Ⅱ~Ⅳ级。排除标准:①不能耐受 CRT 治疗者;②合并有脏器功能严重受损者;③患感染类相关疾病、血液疾病、恶性肿瘤或精神方面疾病者。

CRT 治疗方法 沿锁骨下静脉进行穿刺并插入起搏导线,右心房电极导线置于右心耳,右心室电极导线置于右心室心尖,左心室电极导线则置于下隔和冠状窦的分支静脉或后侧静脉中。将起搏器置于胸大肌的前囊袋中,并进行切口缝合。如通过左心室冠状窦电极植入失败,可以改为左心室外膜植入电极或在右心室进行双部位起搏。

心电图检测 通过 MEKG-300 心电工作站(购自:北京麦迪克斯科技有限公司)测定患者心电图。操作时,患者处于静息状态和仰卧位姿势,为确保数据的一致性,所有操作由经验丰富的研究者单独完成,并由 2 名专业医师进行测定结果判定,其意见一致则可确定。复极异常判定标准^[9]:①ST 段压低:ST 段表现出水平、上斜形或下斜形压低超过 0.05 mV;②QTc 和 QTd 均用心率通过 Bazett 公式予以校正;③投影间夹角(TMD):采用 Philips PH09 算法可计算出所有导联的代表波,通过分解 V1~V6、I 及 II 导联的代表波的奇异值,并对所得的向量进行降序排序,取排名前 3 的向量进行 T 波向量环(T 环)构建,最后将 8 个导联均投影到 T 环上,并计算投影间的夹角,即为 TMD;④QRS 波时限:≥120 ms。

心脏彩超检查 采用飞利浦 EPIQ5 超声诊断仪(设定探头频率 2.25 MHz,帧频>70 帧/s)获取超声心动图,测量患者左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、左心室内径(left ventricle diameter, LVD)及左心房内径(left atrium diameter, LAD)。

预后评估 收集患者的一般资料及 3 年随访情况,评估其 CRT 治疗后病情、存活状况,对其长期预后情况进行综合分析。

统计学分析 使用 SPSS 25.0 统计学软件,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;计数资料以百分数(%)表示,应用 χ^2 检验。采用多因素 Logistic 回归分析影响 CRT 治疗预后的影响因素;绘制心电图指标对 CHF 患者预后的受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一般资料与心脏情况 存活组与死亡组的病程、NYHA 分级、并发心房颤动、LVEF、LVD 及 LAD 比较,差异有统计学意义(P 均 < 0.05);2 组的性别、年龄、身高、体重指数(body mass index, BMI)、并发糖尿病、高血压及扩张型心肌病等参数比较,差异无统计学意义(P 均 > 0.05),见表 1。

心肌复极参数 与存活组比较,死亡组病例具有更高的 ST 段压低、QTc、QTd 及 TMD(P 均 < 0.05)。

CHF 患者 CRT 治疗预后的多因素 Logistic 回归分析 以随访 3 年是否存活为因变量,自变量为心肌复极参数及病程、NYHA 分级、并发心房颤动,其赋值分别为:病程(≥3 年=1, <3 年=0)、NYHA 分级(Ⅳ级=1,Ⅱ级、Ⅲ级=0)、并发心房颤动(是=1,否=0)、ST 段压低(≥1.86=1, <1.86=0)、QTc(≥418.30 ms=1, <418.30 ms=0)、QTd(≥78.52 ms=1, <78.52 ms=0)、TMD(≥29.26 度=1, <29.26 度=0)、LVEF(≥50%=1, <50%=0)、LVD(正常=1,异常=0)及 LAD(正常=1,异常=0),进行多因素 Logistic 回归分析,结果 NYHA Ⅳ、心房颤动、ST 段压低、QTc、QTd、TMD、LVEF、LVD 及 LAD 是 CHF 患者 CRT 治疗预后的独立危险因素,见表 3。

心肌复极参数对 CHF 患者 CRT 治疗预后评估的预测价值 以随访 3 年存活赋值为 1,死亡则赋值为 0,ROC 曲线显示 TMD 具有最大的预测效能,见表 4 和图 1。

表 1 2 组一般资料与心脏情况比较

项目	存活组(77 例)	死亡组(25 例)	t/χ^2 值	P 值
男[例(%)]	50(64.94)	16(64.00)	0.007	0.932
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	59.25 $\pm$ 11.38	58.36 $\pm$ 10.50	0.346	0.730
病程 $\geq$ 3 年[例(%)]	30(38.96)	18(72.00)	8.269	0.004
BMI 值 $\geq$ 24 kg/m ² [例(%)]	31(40.26)	11(44.00)	0.109	0.741
NYHA IV 级[例(%)]	10(12.99)	12(48.00)	13.703	0.001
心房颤动[例(%)]	10(12.99)	13(52.00)	16.447	<0.001
糖尿病[例(%)]	19(24.68)	9(36.00)	1.215	0.270
高血压[例(%)]	21(27.27)	8(32.00)	0.207	0.649
扩张型心肌病[例(%)]	23(29.87)	7(28.00)	0.032	0.859
β 受体阻滞剂[例(%)]	73(94.80)	23(92.00)	0.268	0.604
利尿剂[例(%)]	61(79.22)	20(80.00)	0.007	0.933
洋地黄类[例(%)]	30(38.96)	7(28.00)	0.981	0.322
LVEF(% , $\bar{x} \pm s$)	46.25 $\pm$ 5.07	40.25 $\pm$ 3.36	6.770	<0.001
LVD(mm, $\bar{x} \pm s$)	61.12 $\pm$ 5.45	66.08 $\pm$ 5.20	3.997	<0.001
LAD(mm, $\bar{x} \pm s$)	39.69 $\pm$ 4.22	46.14 $\pm$ 4.83	6.406	<0.001
左室起搏阈值(V, $\bar{x} \pm s$)	1.05 $\pm$ 0.34	1.11 $\pm$ 0.41	0.728	0.468

表 2 2 组患者心肌复极参数($\bar{x} \pm s$)

组别	例	ST 段压低(mv)	QTc(ms)	QTd(ms)	TMD(度)	QRS 波时限(ms)
存活组	77	1.14 $\pm$ 0.32	393.06 $\pm$ 19.52	66.70 $\pm$ 8.15	25.53 $\pm$ 2.82	115.25 $\pm$ 23.63
死亡组	25	2.64 $\pm$ 1.05	488.42 $\pm$ 23.98	84.38 $\pm$ 9.41	32.34 $\pm$ 3.76	123.08 $\pm$ 27.06
t 值		7.038	20.034	9.069	9.631	1.389
P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.168

表 3 Logistic 回归预测 CRT 治疗预后危险因素

影响因素	β 值	SE 值	χ^2 值	P 值	OR 值	95% CI 值
NYHA IV 级	1.23	0.58	4.417	0.036	3.413	1.086 ~ 10.723
心房颤动	0.99	0.36	7.547	0.006	2.696	1.329 ~ 5.470
ST 段压低	1.32	0.60	4.809	0.028	3.745	1.151 ~ 12.189
QTc	1.39	0.65	4.508	0.034	4.012	1.113 ~ 14.466
QTd	1.34	0.55	5.920	0.015	3.824	1.298 ~ 11.266
TMD	1.30	0.47	7.716	0.005	3.663	1.466 ~ 9.155
LVEF	0.85	0.32	7.081	0.008	2.336	1.250 ~ 4.364
LVD	1.36	0.48	8.098	0.004	3.880	1.525 ~ 9.872
LAD	1.01	0.36	7.890	0.005	2.745	1.357 ~ 5.553

表 4 各指标对 CHF 患者 CRT 预后的预测效能比较

指标	临界值	敏感度	特异性	约登指数	AUC	SE	95% CI
ST 段压低(mv)	1.86	0.73	0.68	0.41	0.748	0.029	0.691 ~ 0.805
QTc(ms)	418.30	0.71	0.65	0.36	0.724	0.034	0.638 ~ 0.790
QTd(ms)	78.52	0.83	0.61	0.44	0.817	0.025	0.767 ~ 0.866
TMD(度)	29.26	0.78	0.83	0.61	0.839	0.020	0.804 ~ 0.908

讨 论

CRT 可恢复心室功能受损的心力衰竭患者的协调性机械收缩传导 ,研究表明,与植入型心律转复除颤器治疗(ICD)相比,CRT 治疗使心衰事件或死亡风险降低 34%,尤其是 QRS 波延长 $\geq$ 150 ms

的患者,CRT 治疗效果更加明显^[10]。但部分患者出现治疗无效甚至病情加重,即 CRT 出现无应答。有研究表明,CRT 可能有促心律失常的作用^[11],因为在一部分易感患者中复极离散度增加,可能左室心外膜起搏逆转了从心内膜到心外膜的自然激活,这使得已经很短的心外膜动作电位的复极时间提前,

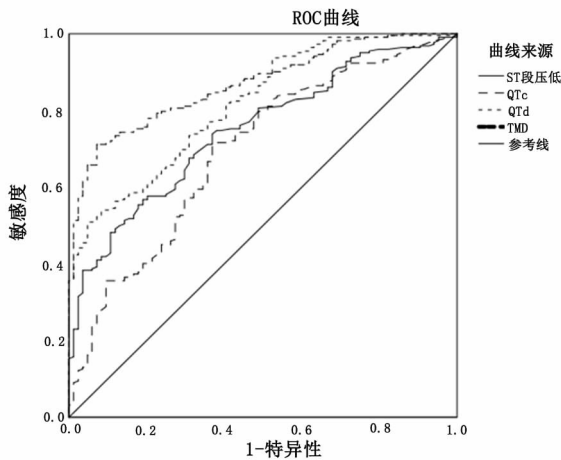


图1 心肌复极参数预测 CHF 患者 CRT 治疗后预后的 ROC 曲线

从而增加了与心肌中层和心内膜层较长潜在动作电位的复极时间差^[12]。

心电图具有操作简便,无创伤等优点,患者及临床认可度高^[13]。通常将心肌复极结束后出现的电机械表现归为心肌复极异常,如 ST 段、T 波及 QT 间期异常等^[14]。国建萍等^[15]证实,术前 QRS 波及术后电轴变化均与 CRT 治疗效果有关,认为心电图可用于预测 CRT 疗效。本研究中,死亡组病例具有明显更高的 ST 段压低和更大的 QTc、QTd 及 TMD (P 均 < 0.05),即心电图参数 ST 段压低和更大的 QTc、QTd 及 TMD 异常增加,提示 CHF 患者 CRT 治疗预后更差,死亡组患者彩超数据 LVEF 明显更低, LVD 及 LAD 显著增高,也可证明。ST 段压低通常认为与心肌缺血有关,且早已证实其与心肌损伤程度及部位具有密切联系^[16];QTc 和 QTd 是预测恶性室性心律失常及猝死的重要参数,其可反应心脏整体复极均一性^[17];TMD 夹角可反映心室肌细胞复极和除极时的向量关系,其值越大说明患者心功能损伤程度越严重^[18,19]。4 个参数虽具备一定预测效能,但单个参数仍存在敏感度或特异性方面的不足,提示临床应用时需综合多个指标整体进行评估。

参考文献

- 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(实践版·2019)[J].中华全科医师杂志,2019,18(10):948-956.
- 杜香玲.托伐普坦对老年慢性心力衰竭患者的疗效及对心容量负荷,血清炎症因子的影响[J].内科急危重症杂志,2019,25(06):482-485.
- 陈东,马建新,宋成运.老年慢性心力衰竭伴发心肾综合征的临

床特点及相关危险因素分析[J].内科急危重症杂志,2017,23(004):301-303.

- Bahrman P,Hardt R. Chronic heart failure in older patients: Updated national healthcare guidelines on chronic heart failure from a geriatric perspective[J]. Z Gerontol Geriatr. 2018,51(2):165-168.
- 高鹏帅,郝应禄,李燕萍.心脏再同步化治疗的研究进展[J].中国医师进修杂志,2017,40(11):1049-1052.
- 王嘉南,刘中梅.心脏再同步化治疗应答与否成因分析[J].实用医学杂志,2018,34(11):1915-1917.
- 张妮潇,王伟.体表 12 导联心电图指标与心脏再同步化治疗反应效果的研究进展[J].中国心脏起搏与心电生理杂志,2019,33(6):540-543.
- 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.急性心力衰竭基层诊疗指南(实践版·2019)[J].中华全科医师杂志,2019,18(10):931-935.
- 胡威,杨峰彪,苏芳菊,等.多位点起搏与传统心脏再同步化治疗慢性心力衰竭有效性和安全性的 Meta 分析[J].中国循证心血管医学杂志,2020,12(10):19-23.
- 孙煌,罗薇,马米尔,等.碎裂 QRS 波对心脏同步化治疗预后的预测价值[J].昆明医科大学学报,2020,41(11):38-43.
- 牛红霞,蔡敏思,张妮潇,等.植入型心律转复除颤器更换术中召回除颤导线的参数及性能分析[J].中华心律失常学杂志,2020,24(03):318-321.
- Plesinger F, Jurak P, Halamek J, et al. Ventricular electrical delay measured from body surface ECGs is associated with cardiac resynchronization therapy response in left bundle branch block patients from the MADIT-CRT trial (Multicenter Automatic Defibrillator Implantation-Cardiac Resynchronization Therapy) [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2018, 11(5): 1-15.
- 齐惠英,郑刚.平面 QRS-T 夹角与慢性心功能不全的临床分析[J].中国心血管杂志,2020,25(1):18-21.
- Chatterjee NA, Tikkanen JT, Panicker GK, et al. Simple electrocardiographic measures improve sudden arrhythmic death prediction in coronary disease[J]. Eur Heart J. 2020, 41(21):1988-1999.
- 国建萍,王玉堂,单兆亮,等.心电图预测心脏再同步化治疗效果的价值[J].中华心血管病杂志,2016,44(6):483-488.
- Namdar H, Imani L, Ghaffari S, et al. ST-segment depression in left precordial leads in electrocardiogram of patients with acute inferior myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention[J]. Interv Med Appl Sci. 2018, 10(4): 191-197.
- 王晓萍,王志荣.心电图联合心脏彩超诊断冠心病心力衰竭病情严重程度的价值研究[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2019,14(11):1038-1041.
- 齐惠英,郑刚.平面 QRS-T 夹角与慢性心功能不全的临床分析[J].中国心血管杂志,2020,25(1):18-21.
- 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会.中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018 [J]. 中华心血管病杂志,2018, 46(10): 760-789.

(2021-03-01 收稿 2022-07-19 修回)