

doi:10.3969/j.issn.1009-6469.2019.04.022

◇ 心血管疾病 ◇

慢性心力衰竭心脏再同步化治疗 22 例临床疗效分析

余世成,冯俊,孙召金,黄海涛

作者单位:六安市人民医院(安徽医科大学附属六安医院)心血管内科,安徽六安 237000

摘要:目的 分析慢性心力衰竭病人心脏再同步化治疗(CRT)的临床疗效。方法 回顾性分析六安市人民医院2013年6月至2017年7月22例慢性心力衰竭病人CRT的临床资料:CRT术前及术后3个月心功能[NYHA心功能分级,6 min步行距离,脑钠肽(BNP)]、心电图(HR,QRS波宽度)、心脏超声[左室舒张末期内径(LVEDD),左室收缩末期内径(LVESD),左房内径(LA),二尖瓣返流(MR),肺动脉收缩压(PASP),左室射血分数(LVEF)]及血检验指标(Cr,K⁺,Na⁺)的数据,对上述指标的术前基线值及术后3个月随访值行配对 t 检验。对病人CRT术前及术后3个月MR评分与LVEDD、LVEF、PASP、LA、6 min步行距离、QRS波宽度的变化趋势进行Pearson相关性分析。结果 (1)术前基线值及术后3个月随访值行配对 t 检验:治疗前后心功能指标差异有统计学意义(NYHA心功能分级, $t=7.172, P<0.001$;6 min步行距离, $t=-22.448, P<0.001$;BNP, $t=3.819, P=0.001$);治疗前后QRS波宽度差异有统计学意义($t=11.890, P<0.001$);治疗前后大部分心脏超声指标差异有统计学意义(LVEDD, $t=8.219, P<0.001$;LVESD, $t=7.611, P<0.001$;LA, $t=4.780, P<0.001$;MR, $t=6.394, P<0.001$;LVEF, $t=-6.759, P<0.001$);两组HR、PASP、Cr、K⁺、Na⁺之间差异无统计学意义。(2)经Pearson相关性分析,CRT术后MR的改善与LVEDD的减小($r=0.496, P=0.019$)和LVEF的增加($r=-0.486, P=0.022$)呈中等程度相关;与QRS波宽度缩短之间无显著相关性($r=-0.021, P=0.927$)。(3)所有病人CRT反应率达81.81%(18/22),超反应率达36.36%(8/22)。结论 CRT临床疗效显著;通过更为严格的适应证把握,可以提高CRT反应率;CRT术后,MR的改善与LVEDD的减小和LVEF的增加相关,与QRS波宽度的缩短无相关性。

关键词:心脏再同步化疗法;心力衰竭;心肌病,扩张型;二尖瓣闭锁不全;束支传导阻滞;每搏输出量;利钠肽,脑

Clinical efficacy of 22 patients with chronic heart failure treated by cardiac resynchronization therapy

YU Shicheng, FENG Jun, SUN Zhaojin, HUANG Haitao

Author Affiliation: Department of Cardiology, Lu'an People's Hospital / Lu'an Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Lu'an, Anhui 237000, China

Abstract: Objective To analyze the clinical efficacy of cardiac resynchronization therapy (CRT) in patients with chronic heart failure (CHF). **Methods** The data of 22 CHF patients, who were treated with CRT in Lu'an People's Hospital from June 2013 to July 2017, were collected and analyzed before and in 3 months of CRT including heart function [NYHA cardiac function classification, 6-minute walk distance, brain natriuretic peptide (BNP)], electrocardiogram [heart rate (HR), QRS duration], echocardiogram [left ventricular end diastolic diameter (LVEDD), left ventricular end systolic diameter (LVESD), left atrial diameter (LA), mitral regurgitation (MR), pulmonary artery systolic pressure (PASP), left ventricular ejection fraction (LVEF)] and the blood test indicators (Cr, K⁺, Na⁺). The preoperative baseline values and the follow-up values in postoperative 3 months were examined by paired t -test. The change trend of MR scores and its correlation with the LVEDD, LVEF, PASP, LA, 6-minute walk distance, QRS duration before and after CRT were analyzed by Pearson correlation analysis. **Results** (1) The preoperative baseline values and the follow-up values after 3 months of CRT were examined by paired t -test, which indicated that there were significant differences in the heart function (NYHA cardiac function classification: $t=7.172, P<0.001$; 6-minute walk distance: $t=-22.448, P<0.001$; BNP: $t=3.819, P=0.001$), QRS duration ($t=11.890, P<0.001$), and most of the indexes of echocardiography (LVEDD: $t=8.219, P<0.001$; LVESD: $t=7.611, P<0.001$; LA: $t=4.780, P<0.001$; MR: $t=6.394, P<0.001$; LVEF: $t=-6.759, P<0.001$). There were no significant differences in HR, PASP, Cr, K⁺, and Na⁺. (2) The Pearson correlation analysis results showed that there was moderate correlation between the improvement of MR and the decrease of LVEDD ($r=0.496, P=0.019$) and the increase of LVEF ($r=-0.486, P=0.022$); there was no significant correlation between the improvement of MR and the shortening of QRS duration ($r=-0.021, P=0.927$). (3) The CRT response rate of all the 22 patients was 81.81% (18/22), and super response rate was 36.36% (8/22). **Conclusions** The clinical

efficacy of CRT was remarkable. Through obeying the guidelines of CRT more strictly, the CRT response rate can be improved. The improvement of MR after CRT was related to the decrease of LVEDD and the increase of LVEF, but not to the shortening of QRS duration.

Key words: Cardiac resynchronization therapy; Heart failure; Cardiomyopathy, dilated; Mitral valve insufficiency; Bundle-branch block; Stroke volume; Natriuretic peptide, brain

慢性心力衰竭(CHF)是各种心脏病病程的终末阶段。虽然新型治疗心力衰竭的药物不断研发[包括新近出现的LCZ696,血管紧张素Ⅱ受体和脑啡肽酶(neprilysin)的双重抑制剂],可以部分缓解心衰症状及改善预后,提高生存率,但CHF的病死亡率仍然很高^[1]。心脏再同步化治疗(CRT)作为CHF器械治疗的方法之一,运用于临床已数十年,多项大规模随机对照试验已证实其疗效和安全性^[2-4],目前已成为CHF非药物治疗方法的基石^[5]。笔者试就六安市人民医院CRT治疗的小样本结果进行临床疗效分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2013年6月至2017年7月入住六安市人民医院的慢性心力衰竭病人22例,其中男16例,女6例。年龄范围为46~74岁,年龄(63.13±8.68)岁。病程范围为6~96个月,病程27(12,75)个月。扩张型心肌病伴完全性左束支传导阻滞20例,冠心病伴完全性房室传导阻滞行双腔起搏器植入术后升级2例,均符合CRT手术指征(表1)。

1.2 方法 22例慢性心力衰竭病人入院后①术前优化心衰药物治疗,完善术前检查,包括心电图(HR, QRS波宽度)、心脏超声[左室舒张末内径(LVEDD)、左室收缩末内径(LVESD)、左心房内径(LA)、二尖瓣返流(MR)、肺动脉收缩压(PASP)、左室射血分数(LVEF)]、生化常规化验及BNP(脑钠肽)测定(Cr, K⁺, Na⁺, BNP)。②调整心功能稳定及身体状况较佳时期进行手术。常规选择左锁骨下径路,常规进行冠状静脉造影,根据冠状静脉分布状况,尽可能选择左室侧后静脉为靶静脉。③经起搏器优化程控后测量术后QRS波宽度。④术前评估NYHA心功能分级,测定6 min步行距离。⑤术后3个月随访时复查以上心功能、心电图、心脏超声及血检验指标。本研究获六安市人民医院伦理委员会批准[院字[2013]10号],病人或近亲属对研究方案签署知情同意书。

1.3 评估指标

1.3.1 心功能指标 由于大部分病人入院时存在较重心功能不全症状,在入院初期即行6 min步行试验有发生心血管意外的潜在风险,且违反医学伦

表1 慢性心力衰竭22例基本临床特征

项目	数值	项目	例数
基本资料		合并疾病	
年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	63.13 ± 8.68	房颤	0
性别(男/女)/例	16/6	糖尿病	1
体质量/(kg, $\bar{x} \pm s$)	68.77 ± 7.22	冠心病	2
收缩压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	116.22 ± 15.92	扩张型心肌病	20
舒张压/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	80.22 ± 11.80	完全性左束支传导阻滞	20
病程/[个月, $M(P_{25}, P_{75})$]	27(12, 75)	完全性房室传导阻滞	2
住院时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	16.86 ± 4.73		
住院总费用/(元, $\bar{x} \pm s$)	123 709.57 ± 26 262.23		
手术材料费/(元, $\bar{x} \pm s$)	107 913.97 ± 24 024.13		
左室起搏比/ $\bar{x} \pm s$	0.96 ± 0.02		
评估指标		运用药物情况	
心率/(次/分, $\bar{x} \pm s$)	77.18 ± 12.62	地高辛	14
QRS波宽度/(ms, $\bar{x} \pm s$)	167.41 ± 17.26	利尿剂	19
心功能分级(NYHA)/ $\bar{x} \pm s$	2.29 ± 0.45	β受体阻滞剂	20
6 min步行距离/(m, $\bar{x} \pm s$)	407.63 ± 7.06	ACEI/ARBs	19
BNP/(pg/mL, $\bar{x} \pm s$)	564.11 ± 320.74	胺碘酮	4
Cr/(μmol/L, $\bar{x} \pm s$)	94.11 ± 29.88		
K ⁺ /(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.17 ± 0.34		
Na ⁺ /(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	139.79 ± 2.97		
LVEDD/(mm, $\bar{x} \pm s$)	68.95 ± 7.31		
LVEF/(%, $\bar{x} \pm s$)	0.31 ± 0.07		
MR评分/(分, $\bar{x} \pm s$)	1.52 ± 0.87		
LA/(mm, $\bar{x} \pm s$)	46.72 ± 5.19		
PASP/(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	43.86 ± 20.46		

注:BNP为脑钠肽;LVEDD为左室舒张末期径;LVEF为左室射血分数;MR为二尖瓣返流;LA为左房内径;PASP为肺动脉收缩压;ACEI/ARBs为血管紧张素转换酶抑制剂或血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂

理。笔者均在病人优化心衰药物治疗后身体状况好转时、拟行CRT术前检测6 min步行距离^[6]:病人充分休息及调整好身体状况后,嘱其在长30 m、平而直的走廊上尽可能快地来回行走,记录其6 min内行走的距离。同样, NYHA心功能分级数据的采集也选择在优化心衰药物治疗后、CRT术前,这样至少可以部分去除药物治疗混杂因素的影响,更准确客观的反应CRT的临床效果。

1.3.2 心脏超声心动图指标 CRT术前及术后3个月采用多普勒超声测量LVEDD, LVESD, LA, MR, PASP, LVEF。分别由两位高年资超声诊断医师单

表2 慢性心力衰竭22例心功能、心脏超声和血检验指标的配对t检验 $\bar{x} \pm s$

时间	例数	NYHA 心功能分级	6 min 步行距离/m	QRS波 宽度/ms	BNP/(pg/mL)	LVEDD/mm	LVESD/mm	LA/mm	MR评分/分	LVEF
基线值	22	2.29 ± 0.45	407.63 ± 7.06	167.41 ± 17.26	564.11 ± 320.74	68.95 ± 7.31	58.45 ± 7.51	46.72 ± 5.19	1.52 ± 0.87	0.31 ± 0.07
术后3个月	22	1.52 ± 0.54	452.40 ± 8.53	124.36 ± 11.17	349.62 ± 132.61	60.41 ± 8.13	51.68 ± 7.72	41.04 ± 8.36	0.95 ± 0.82	0.41 ± 0.06
t值		7.172	-22.448	11.890	3.819	8.219	7.611	4.780	6.394	-6.759
P值		<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:BNP为脑钠肽;LVEDD为左室舒张末期内径;LVESD为左室收缩末期内径;LA为左房内径;MR为二尖瓣返流;LVEF为左室射血分数

独完成,有分歧的地方采用平均值。由于本院心脏超声检查无量化指标,只有轻、中、重度、极重度返流的主观判断,笔者相应地予以赋值1、2、3、4,另外无返流=0,轻中度(介于轻度和中度之间的返流)=1.5,中重度(介于中度和重度之间的返流)=2.5。NYHA心功能分级采取类似方法赋值(I级=1;II级=2;III级=3;IV级=4)。

1.3.3 血检验指标 分别于CRT术前及术后3个月随访时化验生化常规及测定BNP水平^[7]:清晨空腹抽肘静脉血,加EDTA(乙二胺四乙酸)115 mg/mL,4℃、2 000 r/min离心15 min,取血浆检测。检测试剂BNP 232,检测方法为酶联免疫吸附法(ELISA)。

1.3.4 CRT“有反应”和“超反应”的定义 根据相关文献^[8-10],本文CRT“有反应”定义:NYHA心功能分级改善1级以上,LVEF提高>5%,LVEDD缩小 $\geq 15\%$,否则为“无反应”。CRT“超反应”的定义:(1)NYHA心功能分级达到I或II级;(2)LVEF提高 $\geq 15\%$ 或者LVEF $\geq 45\%$ 或者LVEF达到术前基线值2倍。

1.4 统计学方法 采用SPSS 17.0软件对数据进行分析。观测资料主要为计量资料,计量资料服从正态分布时采用 $\bar{x} \pm s$ 描述;计量资料不服从正态分布时采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述。组内各指标术后3个月和基线值比较为配对t检验。此外,对CRT术前及术后3个月病人MR评分与LVEDD、LVEF、PASP、LA、6 min步行距离、QRS波宽度的变化趋势进行Pearson相关性分析。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 评估指标的配对t检验 术前基线值及术后3个月随访值配对t检验结果:两组心功能指标之间差异有统计学意义($P < 0.05$);两组QRS波宽度之间差异有统计学意义($P < 0.05$);两组大部分心脏超声指标之间差异有统计学意义(LVEDD, LVESD, LA, MR, LVEF)($P < 0.05$);两组HR、PASP、Cr、 K^+ 、 Na^+ 之间差异无统计学意义($P > 0.05$)(表2)。

2.2 MR相关指标分析 经Pearson相关性分析发

现,CRT术后MR评分的改善与LVEDD的减小($r = 0.496, P = 0.019$)和LVEF的增加($r = -0.486, P = 0.022$)呈中等程度相关,与QRS波宽度缩短之间无相关性($r = -0.021, P = 0.927$)(表3)。

表3 慢性心力衰竭22例MR评分的Pearson相关性分析

评估指标	变化值/ $\bar{x} \pm s$	MR评分变化值	
		Pearson 相关系数	P值 (双侧)
MR评分/分	0.568 0 ± 0.416 7	1.000	—
LVEDD/mm	8.545 0 ± 4.876 8	0.496	0.019
LVEF	-0.097 7 ± 0.067 8	-0.486	0.022
PASP/mmHg	9.000 0 ± 12.047 5	0.360	0.099
LA内径/mm	5.681 0 ± 5.575 3	0.348	0.113
6 min步行距离/m	-44.772 7 ± 9.355 1	-0.206	0.358
QRS波宽度/ms	43.045 5 ± 16.980 3	-0.021	0.927

注:MR为二尖瓣返流;LVEDD为左室舒张末期内径;LVEF为左室射血分数;PASP为肺动脉收缩压;LA为左房内径

2.3 随访及住院资料 所有病人CRT反应率达81.81%(18/22),超反应率达36.36%(8/22),左室起搏比例 $0.96 \pm 0.02(0.90 \sim 1.00)$ 。1例病人术中发生冠状窦夹层,无心包填塞,继续完成手术;1例病人术后13个月家中猝死,原因考虑泵衰竭,推测与CRT干预太迟有关;1例病人术后22个月发生起搏器囊袋破溃感染,在南京鼓楼医院行拔除术;另1例术后34个月出现左室间断起搏直至不起搏,考虑左室电极断裂,予再次植入1根左室电极。

22例病人平均住院费用达123 709.57元,其中一次性手术材料费用107 913.97元,占87.23%。在接受CRT治疗病人的医保类型中,城乡居民占54.55%(12/22),职工医保占31.82%(7/22),贫困人口占13.63%(3/22)。

3 讨论

CRT植入器械和技术尽管经过将近20年的发展,但其无反应率一直维持在30%左右,成为困扰临床的难题^[11]。此小样本回顾性研究在CRT有效反应和超反应方面的数据显然超过相关的大规模临床试验结果,分析与笔者对适应证的把握有关。《2016年ESC急慢性心力衰竭诊断与治疗指南》与

《2012年指南》相比,对CRT适应证的建议有较大变化。《2012年指南》对于窦性心律, QRS波呈LBBB(左束支传导阻滞)形态、间期 ≥ 120 ms, LVEF $\leq 35\%$, NYHA分级II~IV级的病人建议植入CRT(I, A),而《2016年指南》则要求QRS间期 ≥ 150 ms,才能获得同等级别的推荐和证据水平。《2016年指南》对于窦性心律, QRS波呈非LBBB形态、间期 ≥ 150 ms, LVEF $\leq 35\%$ 的症状性心力衰竭病人,应该考虑植入CRT(II a, B)。而在《2012年指南》中只要求QRS间期 ≥ 150 ms(II a, A),可见对于QRS波呈非LBBB形态病人的手术指征把握更趋于严格^[12]。通过两版指南的变化^[13],可以看出QRS波的宽度越宽, CRT反应性越好^[14],且左束支阻滞形态比非左束支阻滞形态效果要好^[15]。我院由于初期开展CRT植入技术,对于适应证把握较严格,分析可见,在22例病人中,100%为完全性左束支阻滞形态(其中2例为右心室起搏升级为CRT)且QRS波宽度(167.41 ± 17.26) ms(其中1例134 ms, 1例145 ms,其余均 ≥ 150 ms);且扩张型心肌病占90.90%(20/22),合并糖尿病1例,合并心房纤颤0例,术后左室起搏比例 0.96 ± 0.02 (0.9~1.0)。这可以解释为什么在本研究中, CRT反应率较相关临床研究的结果更好^[16],达81.81%(18/22),超反应率达36.36%(8/22)。实践经验的数据与指南精神完全符合。

由于MR减少、QRS波宽度缩短、左室舒张末期径减小等几个指标之间的因果关系不明^[17],笔者仅仅对与MR减少相关的几个因素两两进行Pearson相关性分析,结果发现经CRT治疗后,与MR减少最显著相关的两个指标是LVEDD的减小($r = 0.496, P = 0.019$)和LVEF的增加($r = -0.486, P = 0.022$)。Mihos CG等^[18]特意评估了229例CRT病人的MR情况与其他心脏超声指标的关系,得出的结论与此类似。

出乎笔者意料之外的是,经CRT治疗后MR的改善与QRS波宽度缩短之间无相关性($r = -0.021, P = 0.927$;在配对t检验时,MR评分和QRS波宽度在CRT治疗前后之间差异有统计学意义)。这与Karaca O等^[19]在分析了110例CRT病例后,得出QRS波缩短与MR量减少之间存在线性关系($r = 0.49, P < 0.001$)的结论不一致。笔者进一步单独分析CRT术前MR评分与QRS波宽度基线值之间的关系,发现两者之间也无相关性($r = -0.054, P = 0.812$)。这说明QRS波宽度的缩短程度可能仅仅只表示了心肌除极-复极时间的缩短,

却并不能根据其缩短程度来预测MR的减少程度、左室内径缩小及射血分数增加的程度、继而心功能改善的程度。这也间接证明CRT起效的根本机制在于改善左室收缩的同步性^[18,20];MR可能是最直接反应左室收缩同步性的指标之一^[21];QRS波宽度虽然部分反应了左室收缩的不同步性,可以作为CRT适应证的指标之一^[22-23],但QRS波宽度的缩短只是心肌细胞电学过程的缩短,与呈球形的左室腔机械收缩的同步性改善无明确关系^[24-25]。

换言之,如果一个QRS波宽度很宽的病人经相关检查未发现显著的左室收缩不同步,这个病人经CRT治疗后即使QRS波宽度缩短很多,其心功能改善程度也不能据此可以预测就一定会改善很多^[26]。相反,如果一个QRS波不宽的病人经相关检查证实左室收缩显著不同步,这个病人经CRT治疗后即使QRS波宽度无明显缩短,其心功能改善的可能性仍然较大。机械收缩不同步和电传导延迟之间不是绝对的对对应关系^[27],这或许可以部分解释为什么在当前CRT指南指导下, CRT治疗仍存在相当比例的“无反应”状况^[8,11]。

另外,通过住院费用分析可见,22例病人平均住院费用达123 709.57元,其医保类型中,城乡居民占54.55%(12/22),职工医保占31.82%(7/22),贫困人口占13.63%(3/22),之所以城乡居民医保类型占比较高,与安徽省实行单病种医保政策后该类病人自付费用较低,因而更容易接受手术有关。虽然CRT的疗效毋庸置疑,但对于人均收入偏低的六安地区来说,费用仍然是医患双方在临床决策时不得不考虑的问题之一。笔者的经验是通过更为严格的适应证把握,提高临床反应率,从而间接获得较高的临床效益^[28]。

本文属于回顾性分析,病例数有限,随访时间偏短,且限于地市级医院水平,初期开展CRT技术,术者技术水平及熟练程度存在差异,结论的说服力受到限制。希望随着我院CRT例数的增多,条件具备时可以设计前瞻性的随机对照试验进一步验证有关结论。

参考文献

- [1] LW & WILKINS. Correction to: heart disease and stroke statistics-2017 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2017, 135(10): e646. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000491.
- [2] BEAUDOIN J, SINGH JP, SZYMONIFKA J, et al. Novel heart failure biomarkers predict improvement of mitral regurgitation in patients receiving cardiac resynchronization therapy—the biocrt study

- [J]. Canadian Journal of Cardiology, 2016, 32(12):1478-1484.
- [3] ABRAHAM WT, FISHER WG, SMITH AL, et al. Cardiac resynchronization in chronic heart failure[J]. N Engl J Med, 2002, 346(24):1845-1853.
- [4] ABRAHAM WT, YOUNG JB, LEÓN AR, et al. Effects of cardiac resynchronization on disease progression in patients with left ventricular systolic dysfunction, an indication for an implantable cardioverter-defibrillator, and mildly symptomatic chronic heart failure[J]. Circulation, 2004, 110(18):2864-2868.
- [5] SUTTON MJS, CERKVENIK J, BORLAUG BA, et al. Effects of cardiac resynchronization therapy on cardiac remodeling and contractile function; results from resynchronization reverses remodeling in systolic left ventricular dysfunction (REVERSE) [J]. J Am Heart Assoc, 2015, 4(9):e002054. DOI: 10.1161/JAHA.115.002054.
- [6] 卜晓佳, 梁涛. 6分钟步行试验在慢性心力衰竭患者中的应用进展[J]. 中国心血管杂志, 2014, 19(2):158-160.
- [7] 刘良田. 慢性心力衰竭患者血清胱抑素 C 以及 N 端脑钠肽前体水平的变化及其临床探讨[J]. 安徽医药, 2016, 20(2):367-368.
- [8] CASTELLANT P, FATEMI M, BERTAULT-VALLS V, et al. Cardiac resynchronization therapy: "nonresponders" and "hyperresponders" [J]. Heart Rhythm, 2008, 5(2):193-197.
- [9] STEFFEL J, RUSCHITZKA F. Superresponse to cardiac resynchronization therapy[J]. Circulation, 2014, 130(1):87-90.
- [10] REANT P, ZAROUÏ A, DONAL E, et al. Identification and characterization of super-responders after cardiac resynchronization therapy [J]. American Journal of Cardiology, 2010, 105(9):1327-1335.
- [11] RAO P, FADDIS M. Cardiac resynchronisation therapy: current indications, management and basic troubleshooting[J]. Heart, 2017, 103(24):2000-2007.
- [12] PONIKOWSKI P, VOORS AA, ANKER SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure; The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC [J]. European Journal of Heart Failure, 2016, 18(8):891-975.
- [13] 陈涵. 新版指南改变欧洲心脏再同步化治疗适应证格局[J]. 心电与循环, 2017(3):207.
- [14] MOSS AJ, KUTYIFA V. Very wide QRS complex (≥ 180 ms) and CRT efficacy[J]. Journal of the American College of Cardiology, 2017, 69(16):2037-2038.
- [15] KHIDIR MJ, DELGADO V, AJMONE MN, et al. QRS duration versus morphology and survival after cardiac resynchronization therapy [J]. ESC Heart Fail, 2017, 4(1):23-30.
- [16] STEFFEL J, MILOSEVIC G, HÜRLIMANN A, et al. Characteristics and long-term outcome of echocardiographic super-responders to cardiac resynchronisation therapy: 'real world' experience from a single tertiary care centre [J]. Heart, 2011, 97(20):1668-1674.
- [17] UPADHYAY GA, CHATTERJEE NA, KANDALA J, et al. Assessing mitral regurgitation in the prediction of clinical outcome after cardiac resynchronization therapy [J]. Heart Rhythm, 2015, 12(6):1201-1208.
- [18] MIHOS CG, YUCEL E, CAPOULADE R, et al. Impact of cardiac resynchronization therapy on mitral valve apparatus geometry and clinical outcomes in patients with secondary mitral regurgitation [J]. Echocardiography, 2017, 34(11):1561-1567.
- [19] KARACA O, OMAYGENC MO, CAKAL B, et al. Effect of QRS narrowing after cardiac resynchronization therapy on functional mitral regurgitation in patients with systolic heart failure [J]. American Journal of Cardiology, 2016, 117(3):412-419.
- [20] ZHAO YJ, LIU JH. Mitral regurgitation: a new predictor of the effect of cardiac resynchronization therapy [J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2016, 96(23):1803-1805.
- [21] SPARTERA M, GALDERISI M, MELE D, et al. Role of cardiac dyssynchrony and resynchronization therapy in functional mitral regurgitation [J]. European Heart Journal Cardiovascular Imaging, 2016, 17(5):471-480.
- [22] SASSONE B, BERTINI M, BELTRAMI M, et al. Relation of QRS duration to response to cardiac resynchronization therapy in patients with left bundle branch block [J]. American Journal of Cardiology, 2017, 119(11):1803-1808.
- [23] DICKSTEIN K. Early clinical benefit after cardiac resynchronization therapy: fortunately, QRS width and ejection fraction are still the best predictors [J]. European Journal of Heart Failure, 2017, 19(8):1064-1066.
- [24] GALLI E, LECLERCQ C, DONAL E. Mechanical dyssynchrony in heart failure: Still a valid concept for optimizing treatment? [J]. Archives of Cardiovascular Diseases, 2017, 110(1):60-68.
- [25] CHATTERJEE NA, GOLD MR, WAGGONER AD, et al. Longer left ventricular electric delay reduces mitral regurgitation after cardiac resynchronization therapy: mechanistic insights from the SMART-AV study (smart delay determined AV optimization; a comparison to other AV delay methods used in cardiac resynchronization therapy) [J]. Circ Arrhythm Electrophysiol, 2016, 9(11):e004346. DOI:10.1161/CIRCEP.116.004346.
- [26] GORCSAN J 3RD, SOGAARD P, BAX JJ, et al. Association of persistent or worsened echocardiographic dyssynchrony with unfavourable clinical outcomes in heart failure patients with narrow QRS width: a subgroup analysis of the EchoCRT trial [J]. European Heart Journal, 2016, 37(1):49-59.
- [27] STEFFEL J, ROBERTSON M, SINGH JP, et al. The effect of QRS duration on cardiac resynchronization therapy in patients with a narrow QRS complex: a subgroup analysis of the EchoCRT trial [J]. Eur Heart J, 2015, 36(30):1983-1989.
- [28] CLARIDGE S, SEBAG FA, FEARN S, et al. Cost-effectiveness of a risk-stratified approach to cardiac resynchronisation therapy defibrillators (high versus low) at the time of generator change [J]. Heart, 2018, 104(5):416-422.

(收稿日期:2018-01-12, 修回日期:2019-01-30)