

<特集 「心臓植込みデバイスの現状」>

CRT/CRT-D

白石 裕 一*

京都府立医科大学大学院医学研究科循環器内科学

CRT/CRT-D

Hirokazu Shiraishi

Department of Cardiology, Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science

抄 録

心不全症例の突然死に対して植込み型除細動器 (Implantable cardioverter defibrillator 以下 ICD) の植込みによる予防が確立され、ガイドラインの適用拡大で低心機能の心不全患者には心室性不整脈の有無を問わず一次予防での ICD 植込みも可能となったため、植込み症例は増加の一途をたどっている。

また、心機能の低下の要因である心室の同期不全をペーシングで調整する心臓再同期療法 (Cardiac resynchronization therapy: 以下 CRT) により心機能や運動耐用量、QOL の改善をもたらす、さらに植込み型除細動器付き心臓再同期療法 (CRT with defibrillator: 以下 CRT-D) の登場により突然死予防も図ることができる時代となった。左脚ブロックのある低心機能、重度の心不全が本来の適応であり、心電図上 QRS 幅の広い症例は有効性が高い。しかし、CRT が有効でない患者も一部に存在しその術前予測のために心エコーを用いて様々な検討がなされたが十分に確立された指標はないのが現状である。

本稿では、重症心不全に対する CRT/CRT-D の有効性と残された問題点、デバイスを用いた心不全管理について述べる。

キーワード: 植込み型除細動器, 心臓再同期療法, 心不全, 心臓リハビリテーション。

Abstract

Cardiac-resynchronization therapy (CRT) reduces morbidity and mortality in patients with systolic heart failure and a wide QRS complex. The mechanism is supposed as the modification of the left ventricular mechanical dyssynchrony. According to the guidelines of Japanese circulation society published in 2011, CRT implantation was mainly recommended in patients with New York Heart Association class III or IV heart failure, a left ventricular ejection fraction of 35% or less, and a QRS duration of more than 120 msec.

However, cardiac function did not improve in a part of CRT patients, so-called "non-responder". Various echocardiographic parameters were tried to distinguish "non-responder" before CRT operation, but there was not well-established echocardiographic parameters at the present time. We reviewed the past trials and checked remained problems referred to CRT in this paper.

Key Words: Pacemaker, Magnetic resonance imaging (MRI), Electromagnetic interference (EMI).

平成25年11月1日受付

*連絡先 白石裕一 〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地
siraisih@koto.kpu-m.ac.jp

はじめに

頻脈性不整脈の治療はこの20年で飛躍的な進歩を遂げてきた。薬物治療として抗不整脈薬の進歩特にアミオダロンの普及、非薬物治療として1994年カテーテルアブレーションが導入、1996年に植込み型除細動器 (Implantable cardioverter defibrillator 以下ICD)が承認されたことが大きな治療の進歩をもたらした。当初ICDは大きな器械であり、植込みの技術や管理も難しく、突然死二次予防を目的とした植込みに症例も限られ施行できる施設も少数であったが、後述するように欧米での大規模研究の結果から低心機能の心不全例に対しての一次予防での植込みが認められるようになったこと、またデバイスの大きさも小さくなり、植込み技術も簡素化(大胸筋下植込みから皮下植込みへ)したことにより広く普及するに到った。

それとともに心室内伝導障害を伴う慢性心不全に対しての心臓再同期療法 (Cardiac resynchronization therapy: 以下CRT)も発展し、左脚ブロック型の幅の広いQRSを伴うNYHA 3-4の重症心不全で、低心機能症例に対しての植込みによって心不全症状、運動耐容能、心不全入院イベント、ひいては生命予後の改善をもたらすということが示され、ICDの機能を備えた植込み型除細動器付き心臓再同期療法 (CRT with defibrillator: 以下CRT-D)も開発された。本邦でもCRTは2004年に、CRT-Dは2006年に保険適用となり、適応もNYHA 2-3の軽度~中等度の心不全(幅広いQRS, 低心機能)へ拡大した。

日本不整脈デバイス工業会の2012年度の調査によるとICD新規植込み3655台、交換1939台、合計5594台、CRT-Dは新規植込み2439台、交換932台の合計3371台と報告されており、年々増加の一途をたどっている。

本稿では上記について解説するとともに、デバイス植込み後、背景にある心不全を管理するために、デバイスの機能や情報を活用することについても触れる。

ICD

心臓突然死の原因である頻脈性心室性不整脈(VT, Vf)の治療として現在のところ、抗不整脈薬による薬物治療、カテーテルアブレーション、及びICDの植込みという手段が考えられる。低心機能症例に対しての抗不整脈薬の治療としては心室性不整脈を減少させる効果のあるアミオダロンが推奨され、現在でも広く用いられているが、突然死予防に関しての効果は限界があり、ICDとアミオダロンの比較試験(AVID研究¹⁾、CASH研究²⁾、CIDS研究³⁾)においてもICDの優位性が示されている。別章に詳述されているので本稿ではCRT-Dの適応を考えるにあたって少し触れるにとどめるがICDはペースングの機能のほかに、心室性不整脈に対して、抗頻拍ペースングやショック作動による治療を行う機能があるためである。

しかし、薬物治療の有用性が否定されたわけではなく、アミオダロンや、 β 遮断薬による心室性不整脈の抑制効果を期待してICDと併用することは有効性が高く臨床の場面でもよく用いられる。

ICD適応について循環器学会不整脈非薬物療法ガイドライン2011によると、心室細動や心室性不整脈の二次予防以外に、一次予防としてクラスIに位置づけられるのは、冠動脈疾患か拡張型心筋症でNYHA 2-3の心不全、35%未満の左室駆出率、非持続性心室頻拍の有る場合と、NYHA1であっても冠動脈疾患か拡張型心筋症で35%未満の左室駆出率、心臓電気生理学的検査で持続性心室頻拍、心室細動の有る場合とされるが、それに次ぐクラスIIaの位置づけとして心室性不整脈が確認されていなくても、冠動脈疾患か拡張型心筋症でNYHA 2-3の心不全、35%未満の左室駆出率の場合とされ、いわゆる低心機能の心不全であればICDの適応となったことが爆発的な普及につながったといえる。

これらガイドライン記載の理論的裏付けとして、心筋梗塞既往のある30%未満の左室駆出率症例を対象に薬物療法よりICDの優位性を示し

た MADIT II 試験, 虚血性心疾患もしくは非虚血性心疾患で 35%未満の左室駆出率, NYHA 2-3⁴⁾ の心不全症例を対象に薬物療法より ICD の優位性を示した SCD-HeFT 試験⁵⁾ などの大規模臨床試験の結果と, それらを纏めたメタ解析⁶⁾ がすでに報告されており ICD の突然死リスクの低減効果ははっきりしているといつてよい。

CRT/CRT-D

ここからは心臓再同期療法について考えてみたい。心機能の低下の要因は多数あげられるが, そのうちの一つである心室収縮の同期不全に対して, ペーシングで調整する CRT が広く行われるようになった。CRT とは右室 (心尖部や中隔) と左室 (冠静脈洞の枝) に留置したペーシングリードにより同時にペーシングをかけることにより心室間, 心室内, 心房心室間の同期を得られるように調整することである。その有効性についても既に大規模研究において多数の報告がなされている。CRT 適応について本邦の循環器学会不整脈非薬物療法ガイドライン 2011 によると, クラス I に位置づけられるのは, 心電図上 QRS 幅 120 msec 以上, 左室駆出率 35%以下, NYHA 3-4 の重症心不全で洞調律例, とされ, 心房細動例はクラス IIa になる。また, NYHA 3-4 の重症心不全で左室駆出率 35%以下の徐脈例に対しペースメーカーの植込みが予定され, 心室ペーシング依存が予想される場合も II a とされる。

CRT-D の適応についてのガイドライン記載は CRT の記載に加え前述したような ICD の適応を満たす場合となっていることに加えクラス IIa のなかに, NYHA 2 の心不全であっても左室駆出率 30%以下, 心電図上 QRS 幅 150 msec 以上の著明な伝導障害を認める場合に CRT-D の適応という記載もある。

その理論的な裏付けとしての臨床研究は当初 CRT の短期的な効果を検証する目的で実施され, MUSTIC 研究⁷⁾, MIRACLE 研究⁸⁾ など, CRT on/off を 3 か月ごとにクロスオーバーして行われ CRT の有用性を示した。ICD 適応の心不全患者に ICD 単独と CRT-D の効果を比較し

た CONTAK CD 研究⁹⁾, MIRACLE ICD 研究¹⁰⁾ では, 心不全症状, 運動耐用量, 左室径や左室駆出率の変化を調査しいずれも CRT-D で改善を示した。しかし, 死亡率低減の優位性は示せておらず, COMPANION 試験¹¹⁾ が計画された。この試験では生命予後を一次評価項目とし NYHA 3-4, QRS 幅 120 msec 以上の患者で薬物療法群と比較して CRT, CRT-D 群は総死亡, 心不全入院を低減させ, さらに CRT より CRT-D 群では死亡率の減少を認めた。ICD 上乗せによる突然死減少が寄与した可能性が高い。また, CARE-HF 試験¹²⁾ では, NYHA 3-4, 左室駆出率 35%以下, QRS 幅 120 msec 以上 (120~149 msec) の患者ではエコーによる非同期不全を確認した) の患者を対象として CRT と薬物治療の予後に対する効果を比較検討し, 平均 29 か月の観察で CRT-P は死亡を 36%抑制し, 症状, QOL の改善も得られた。これらの臨床試験が示すように QRS 幅の広い症例においての CRT の有効性は高く, 特に 150 msec 以上の著明な幅広い QRS 幅を有する例での CRT の効果は顕著であるとされている。

現在議論がなされている話題として, NYHA 3-4 の心不全を伴う患者でのペースメーカー植込み適応症例で長期にわたり右室ペーシングが予想される場合に, CRT 植込みを選択することが勧められている。経験的には長期の右心室心尖部ペーシングで心不全と伴った場合に左室リードを追加して心不全が改善する場合があります, そのような臨床研究報告もみられる¹³⁾。

心房細動症例への CRT についても有効性の証明はまだ少なく, 課題が残っている。これまでの臨床研究のほとんどは洞調律患者を対象としており, 心房細動症例での報告は少ない。有効性の高い自己 QRS 幅についてのエビデンスとなる研究が少なく定まっていないが, 2010 年のヨーロッパ心臓病学会 (ESC) ガイドライン¹⁴⁾ では 130 msec 以上という記載がある。また, 心房細動では房室伝導が亢進して設定したレートを超えることが多く元々の自己の伝導が増えてくる。通常 93%以上の両室ペーシング率の確保が必要とされているので, 十分な房室伝導抑

制を得るために薬剤追加あるいはアブレーションを追加する必要があることも CRT 有効性の証明に到りにくい要因である。

軽症心不全への CRT の効果についても検討されている。NYHA 1-2 の軽度～中等度の心不全において CRT の効果検証した MADIT CRT¹⁵⁾ 試験、虚血性あるいは NYHA2 の非虚血性の心疾患を対象とし CRT-D は ICD と比較して心不全イベントを減らしたが死亡率には差がなかった。一方、RAFT 試験¹⁶⁾ では NYHA2-3 の低心機能症例を対象とし、NYHA2 が 80% を占めているにもかかわらず CRT-D は ICD と比較して心不全入院と死亡率のどちらも有意に減少させ初めて CRT-D が ICD よりも死亡率を減少させることが示された。しかも、その有効性は QRS 幅が 150 msec 以上の例で有意であった。薬物療法と CRT を比較した試験である NYHA1-2 の軽症を対象とした REVERSE 試験¹⁷⁾ では CRT 群で心不全入院を減少させたが、エコー上左室容積と左室駆出率を改善した。拡大した左室をもとへもどすという作用を逆りモデリングと呼ぶが、その効果はやはり QRS 幅が 152 msec 以上の例で有意であった。

CRT と CRT-D の心不全患者の予後に対しての効果はこれまでの報告からは同程度であるが、心臓突然死の予防に CRT-D の有効性が高い可能性を踏まえると、心不全患者の総死亡も改善する可能性はある¹⁸⁾。現時点では ICD 適応を満たすような、NYHA3-4 で、左室駆出率 35% 以下、QRS 幅 120 msec 以上の患者には CRT-D が推奨される。しかし、心不全の進行とともに悪液質に陥り痩せた患者や、高齢で小柄な患者での CRT-D の植込みは創部管理の面からも避けたいところである。このどちらを選択するかは常に臨床の現場で迷うことであるが、その費用対効果については、まだ十分検討されておらず、今後の課題である。

CRT の最大の問題はノンレスポonderといわれる CRT 無効例が約 1/3 程度存在することであろう。CRT は内服治療と異なり、デバイスを植込みする侵襲的手技であり植込みに伴う合併症がありうることや高額な治療であることも考

え、前もってレスポonderを予測することは重要である。CRT の効果は心室の機械的収縮における同期不全を改善することにあるのでその存在をどう評価するかが鍵を握る。QRS 幅はシンプルであるが有用な指標であり、MADIT CRT¹⁵⁾ 試験、RAFT 試験¹⁶⁾ は 150 msec 以上で CRT の効果が強いことが示されている。なかなか実臨床では 150 msec を超す症例は多くはなく、QRS 幅が 130 msec 未満のいわゆる narrow QRS 幅の症例でのレスポonder予測が試みられてきた。もともと QRS 幅の広いことは電気的非同期性を表すものであるが、本来 CRT は機械的な非同期性を是正するものであるために、心エコーによる同期不全の評価に期待が集まり様々な指標が提唱されてきたが、これまでの報告では心エコーでの非同期所見から CRT レスポonder予測は困難であり¹⁹⁾ 心電図の QRS 幅を凌駕する予測指標は確立されていない。ごく最近の NEJM に掲載された報告でも QRS 幅 130 msec 未満の NYHA3-4、左室駆出率 35% 未満、エコーでの非同期所見ありの症例での CRT 植込みが、死亡率、心不全入院は抑制しないし、死亡率を悪化させる可能性も示されている²⁰⁾。

デバイス後の運動療法

最後に、デバイスを用いた心不全管理について述べる。約 30 年前まで、慢性心不全患者は、安静を守ることで減負荷、腎血流増加による尿

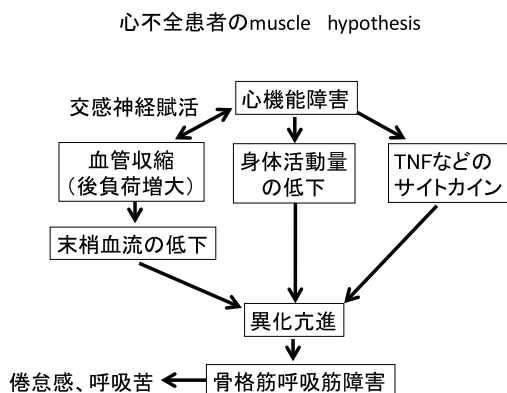


図1 心不全患者の骨格筋仮説

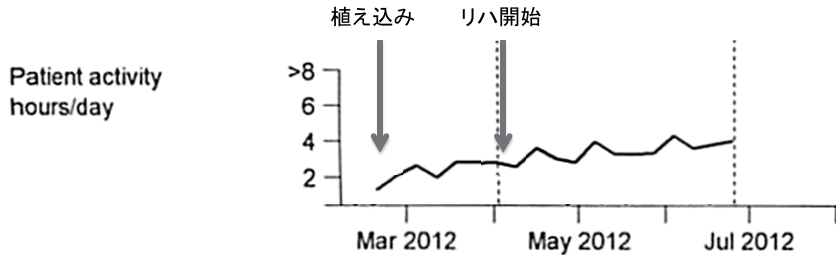


図2 80歳女性, 拡張型心筋症, NYHA2m心不全に対して両室ペースング植え込み. 術後しばらくは家事労働程度であったが, 1ヶ月を過ぎた頃(↓)から1日30分程度の運動を追加するよう指示し, 活動度は増加. 現在は4時間程度と良好な活動度を示す. 心臓リハビリの指導, コンプライアンス評価に有用である.

量増加を期待するという考えが主であった. しかし, 心不全患者は心拍出量低下に伴う骨格筋血流低下, 息切れを背景に過度の安静, 低栄養などの関与で活動度が低下し, 骨格筋萎縮を伴うことで更に病態の悪化へつながっている²¹⁾(図1). その悪循環を改善させるために1990年代から心不全患者に対する運動療法が取り込まれ始めた. 9つのメタ解析をまとめ2004年に報告されたExTraMATCHでは, 心不全患者801症例を対象に, 運動療法群と対照群とに無作為割付けされ調査した結果, 生存率 ($p=0.015$), 無事故生存 (死亡+入院, $p=0.018$) とともに運動療法群が有意に良好であり心不全患者の予後を改善することが示された²²⁾.

その後も, 慢性心不全患者における運動療法の有効性が数多く検証され, 米国心臓病学会 (ACC/AHA) の慢性心不全マネジメントガイドライン 2009年改訂版では, 活動性または治療中の心不全 (ステージC) において, 運動療法は Class I となり, 本邦でも心不全の運動療法は, 日本循環器学会の心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン 2007年改訂版で Class I となっている.

心不全の患者に対しての運動療法の導入に当たって, 患者に体得して貰うために少なくとも数回以上の監視型の訓練は必須であり, 1週間程度以上の入院機会は導入に格好のチャンスであるため, 当院ではCRT, CRT-D入院に際して運動療法を積極的に導入している.

運動療法の効果としてICD植え込み後の虚血性

心疾患患者における外来心リハ介入がショック作動の回数を減らす²³⁾, CRTD 植え込み患者の不整脈イベントを減らし, QOL を改善させる²⁴⁾, ショックデバイスの作動への不安など精神面での改善効果などが報告されている.

デバイスの情報を心不全管理に生かす

心不全の運動療法の大きな問題の一つに患者のコンプライアンスがあげられる. 紙面の関係で詳細に述べられないが, デバイスにはペースングの状態, ショック治療の状態などの他に, 患者活動度 Patient activity (PA), 胸郭インピーダンスによる心不全管理情報が得られる機種がある (Medtronic, SJM 社). ここではPAの有用性について着目したい. Medtronic社では毎分70歩に相当する運動をした時間を7日間平均して表示, SJM社では加速度センサーの感知時間を1日毎に直近1ヶ月間表示する. 運動療法において, 実際の生活における運動量を知ることが重要であり, 活動量計装着, 万歩計などのデータ記録などが用いられるが, 確実性にかけて永続的なモニタリングではない. それに対しPAは常時連続的なモニタリングが出来るため, 運動療法のコンプライアンス確認に有用である. また, 胸郭インピーダンスは心不全悪化のモニタリングとして既に確立されているが, 偽陽性も多いことはよく知られている. 我々はPAと併用することで, 心不全の管理指導の一助にしている (図2).

ま と め

ICD, CRT, CRT-D の普及により, 心不全患者の予後は改善されたが, すべての心不全患者がその恩恵をこうむれるということではなく, ノンレスポonderの予測などまだ解決されてい

ない問題もある. 心不全の疾患管理, 運動療法は予後改善に寄与するが, デバイス植込み患者ではデバイスの情報を生かすことによりより良い管理や指導をすることができる.

開示すべき潜在的利益相反状態はない.

文 献

- 1) The Antiarrhythmics Versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators. A comparison of antiarrhythmic-drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. *N Engl J Med* 1997; 337: 1576-1583.
- 2) Kuck KH, Cappato R, Siebels J, Ruppel R. Randomized comparison of antiarrhythmic drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from cardiac arrest: the Cardiac Arrest Study Hamburg (CASH). *Circulation* 2000; 102: 748-754.
- 3) Connolly SJ, Gent M, Roberts RS, Dorian P, Roy D, Sheldon RS, Mitchell LB, Green MS, Klein GJ, O'Brien B. Canadian implantable defibrillator study (CIDS): a randomized trial of the implantable cardioverter defibrillator against amiodarone. *Circulation* 2000; 101: 1297-1302.
- 4) Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, Klein H, Wilber DJ, Cannom DS, Daubert JP, Higgins SL, Brown MW, Andrews ML; Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators. Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med* 2002; 346: 877-883.
- 5) Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Packer DL, Boineau R, Domanski M, Troutman C, Anderson J, Johnson G, McNulty SE, Clapp-Channing N, Davidson-Ray LD, Fraulo ES, Fishbein DP, Luceri RM, Ip JH; Sudden Cardiac Death in Heart Failure Trial (SCD-HeFT) Investigators. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure. *N Engl J Med* 2005; 352: 225-237.
- 6) Theuns DA, Smith T, Humink MG, Bardy GH, Jordaens L. Effectiveness of prophylactic implantation of cardioverter-defibrillators without cardiac resynchronization therapy in patients with ischemic or non-ischemic heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Europace* 2010; 12: 1564-1570.
- 7) Cazeau S, Leclercq C, Lavergne T, Walker S, Varma C, Linde C, Garrigue S, Kappenberger L, Haywood GA, Santini M, Bailleul C, Daubert JC; Multisite Stimulation in Cardiomyopathies (MUSTIC) Study Investigators. Effects of multisite biventricular pacing in patients with heart failure and intraventricular conduction delay. *N Engl J Med* 2001; 344: 873-880.
- 8) Abraham WT, Fisher WG, Smith AL, Delurgio DB, Leon AR, Loh E, Kocovic DZ, Packer M, Clavell AL, Hayes DL, Ellestad M, Trupp RJ, Underwood J, Pickering F, Truex C, McAtee P, Messenger J; MIRACLE Study Group. Multicenter InSync Randomized Clinical Evaluation. Cardiac resynchronization in chronic heart failure. *N Engl J Med* 2002; 346: 1845-1853.
- 9) Higgins SL, Hummel JD, Niazi IK, Giudici MC, Worley SJ, Saxon LA, Boehmer JP, Higginbotham MB, De Marco T, Foster E, Yong PG. Cardiac resynchronization therapy for the treatment of heart failure in patients with intraventricular conduction delay and malignant ventricular tachyarrhythmias.
- 10) Young JB, Abraham WT, Smith AL, Leon AR, Lieberman R, Wilkoff B, Canby RC, Schroeder JS, Liem LB, Hall S, Wheelan K; Multicenter InSync ICD Randomized Clinical Evaluation (MIRACLE ICD) Trial Investigators. Combined cardiac resynchronization and implantable cardioversion defibrillation in advanced chronic heart failure: the MIRACLE ICD Trial. *JAMA* 2003; 289: 2685-2694.
- 11) Bristow MR, Saxon LA, Boehmer J, Krueger S, Kass DA, De Marco T, Carson P, DiCarlo L, DeMets D, White BG, DeVries DW, Feldman AM; Comparison of Medical Therapy, Pacing, and Defibrillation in Heart Failure (COMPANION) Investigators. Cardiac resynchronization therapy with or without an implantable defibrillator in advanced chronic heart failure. *N Engl J Med* 2004; 350: 2140-2150.

- 12) Cleland JG, Daubert JC, Erdmann E, Freemantle N, Gras D, Kappenberger L, Tavazzi L; Cardiac Resynchronization-Heart Failure (CARE-HF) Study Investigators. The effect of cardiac resynchronization on morbidity and mortality in heart failure. *N Engl J Med* 2005; 352: 1539-1549.
- 13) Paparella G, Sciarra L, Capulzini L, Francesconi A, De Asmundis C, Sarkozy A, Cazzini R, Brugada P. Long-term effects of upgrading to biventricular pacing: differences with cardiac resynchronization therapy as primary indication. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010; 33: 841-849.
- 14) Dickstein K, Vardas PE, Auricchio A, Daubert JC, Linde C, McMurray J, Ponikowski P, Priori SG, Sutton R, van Veldhuisen DJ; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). 2010 Focused Update of ESC Guidelines on device therapy in heart failure. An update of the 2008 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure and the 2007 ESC guidelines for cardiac and resynchronization therapy. *Eur Heart J* 2010; 31: 2677-2687.
- 15) Moss AJ, Hall WJ, Cannom DS, Klein H, Brown MW, Daubert JP, Estes NA 3rd, Foster E, Greenberg H, Higgins SL, Pfeffer MA, Solomon SD, Wilber D, Zareba W; MADIT-CRT Trial Investigators. Cardiac-resynchronization therapy for the prevention of heart-failure events. *N Engl J Med* 2009; 361: 1329-1338.
- 16) Tang AS, Wells GA, Talajic M, Arnold MO, Sheldon R, Connolly S, Hohnloser SH, Nichol G, Birnie DH, Sapp JL, Yee R, Healey JS, Rouleau JL; Resynchronization-Defibrillation for Ambulatory Heart Failure Trial Investigators. Cardiac-Resynchronization therapy for mild-moderate heart failure. *N Engl J Med* 2010; 363: 2385-2395.
- 17) Linde C, Abraham WT, Gold MR, St John Sutton M, Ghio S, Daubert C; REVERSE (REsynchronization reVERses Remodeling in Systolic left vEntricular dysfunction) Study Group. Randomized trial of cardiac resynchronization in mildly symptomatic heart failure patients and in asymptomatic patients with left ventricular dysfunction and previous heart failure symptoms. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52: 1834-1843.
- 18) Auricchio A, Metra M, Gasparini M, Lamp B, Klersy C, Curnis A, Fantoni C, Gronda E, Vogt J; Multicenter Longitudinal Observational Study (MILOS) Group. Long-term survival of patients with heart failure and ventricular conduction delay treated with cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol* 2007; 99: 232-238.
- 19) Beshai JF, Grimm RA, Nagueh SF, Baker JH 2nd, Beau SL, Greenberg SM, Pires LA, Tchou PJ; RethinQ Study Investigators. Cardiac-Resynchronization Therapy in Heart Failure with Narrow QRS Complexes. *N Engl J Med* 2007; 357:2461-2471
- 20) Ruschitzka F, Abraham WT, Singh JP, Bax JJ, Borer JS, Brugada J, Dickstein K, Ford I, Górcsan J 3rd, Gras D, Krum H, Sogaard P, Holzmeister J; EchoCRT Study Group. Cardiac-Resynchronization Therapy in Heart Failure with a Narrow QRS Comple. *N Engl J Med* 2013; 369: 1395-405.
- 21) Coats AJ, Clark AL, Piepoli M, Volterrani M, Poole-Wilson PA. Symptoms and quality of life in heart failure: the muscle hypothesis. *Br Heart J* 1994; 72: 36-39
- 22) ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic (ExTraMATCH). *BMJ*. 2004; 1-7.
- 23) Davids JS, McPherson CA, Earley C, Batsford WP, and Lampert R. Benefits of Cardiac Rehabilitation in Patients With Implantable Cardioverter-Defibrillators: A Patient Survey. *Arch phys Med Rehabil* 2005; 86: 1924-1928.
- 24) Belardinelli R, Capestro F, Misiani A, Scipione P, Georgiou D. Moderate exercise training improves functional capacity, quality of life, and endothelium-dependent vasodilation in chronic heart failure patients with implantable cardioverter defibrillators and cardiac resynchronization therapy. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006; 13: 818-25
- 25) 脇坂 収, 庄田守男. CRT, ICD の実際とその有効性. *Heart view* 2012; 16: 79-85.
- 26) 白石裕一. 心臓リハビリテーション各論 ベースメーカー, ICD または CRT-D 装着 心臓リハビリテーション 第1版. 医歯薬出版, 2013.7.15 p277-286.
- 27) 白石裕一, 白山武司, 中村 猛, 山野哲弘, 松室明義, 沢田尚久, 松原弘明. デバイス治療 (ICD, CRT, CRTD) 後の心臓リハビリテーション. *心臓* 2012; 43: 268-273

著者プロフィール



白石 裕一 Hirokazu Shiraiishi

所属・職：京都府立医科大学大学院医学研究科循環器内科学・講師（学内）

卒業大学：広島大学

職 歴：平成6年（1994）3月 広島大学卒業

同年4月（1994）京都府立医科大学第二内科研修医

平成7年（1995）綾部市立病院循環器科

平成10年（1998）京都府立医科大学第二内科修練医

平成12年（2000）京都府立与謝の海病院循環器科

平成17年（2005）京都府立医科大学循環器内科リハビリテーション部助手

平成19年（2007）京都府立医科大学循環器内科，リハビリテーション部学
内講師

専門分野：不整脈治療 心臓リハビリテーション 心不全

最近興味あること：デバイス術後の心臓リハビリテーション，弁膜症の physical examination による重症度評価