

# 心筋シンチグラフィによる心臓再同期療法の質の評価

Evaluation of qualitative cardiac dyssynchrony with myocardial scintigraphy

小鹿野道雄

Michio Ogano, MD, PhD

静岡医療センター 循環器科

Department of Cardiovascular Medicine, Shizuoka Medical Center

心臓再同期療法 (Cardiac Resynchronization Therapy: CRT) は、心臓内非同期を是正するデバイス治療で、症候性慢性心不全患者に対する確立された治療である。現在の CRT 適応基準は①ニューヨーク心臓協会クラス III or IV、②左室駆出率 35% 未満、③心電図上 QRS 幅 120msec 以上、である。しかし、CRT が心臓内非同期に対する治療であるにもかかわらず心臓内非同期の指標は③のみであり、心電図による指標だけでは心臓内非同期の正確な評価には限界がある。現在、上記 3 つの基準をすべて満たして CRT を導入しても約 30-40% の患者では期待しうる心不全改善効果が得られないことが報告されている (ノンレスポonder)。

ノンレスポonderの要因は I : 心筋の梗塞巣が多い、II : 心室内非同期がない、III : 左室リード留置部位が適切でない、の 3 つが報告されている<sup>[1]</sup>。これら 3 つの要因は心電図を含めた現在の適応基準では評価しきれない項目である。そこで心筋シンチグラフィによる評価がこれら 3 つのノンレスポonder要因に対する有用な検査方法であるかを考察した。

I については梗塞巣を評価するのに心筋シンチグラフィは量・質ともに適切に評価ができ、有用であると考えられる。

II については近年、心室内非同期には質と量の 2 つの側面があることが指摘されている。従来の心室内非同期はおもに量に焦点が絞られており、心電図上の QRS 幅や心臓超音波検査での組織ドップラー法を用いた壁運動非同期の標準偏差等は心臓内非同期の量を評価する指標であった。一方、心電図上の QRS 波形 (右脚ブロックや左脚ブロック) や心臓超音波検査で最遅延壁運動部位は心室内非同期の質を評価する指標である。近年、QRS 幅と QRS 波形では QRS 波形のほうが CRT の効果を予測する指標として優れている報告

がある<sup>[2]</sup>。また、ノンレスポonder要因 III とも関連するが、左室リード留置部位を心臓超音波検査での最遅延壁運動部位に留置することで CRT 効果が高まることが報告されている<sup>[3]</sup>。以上より心臓内非同期の評価は今後量よりも質に焦点を当てるべきと考えられる。では、心筋シンチグラフィで心臓内非同期の質が評価できるだろうか？

現在、心筋シンチグラフィでは 1 心拍を 16 分割して画像収集し、それぞれの時相で左室容量を評価している。そして得られた 16 のポイントをつなぎ合わせてオリジナルの曲線を描き、それをフーリエ変換した仮想曲線と合わせることで左室容量の 1 心拍中の変化を評価しており、フーリエ数は解析者の任意となっている。CRT の適応となる低心機能患者ではこのオリジナルの曲線の凹凸が乏しいことが多く、適切なフーリエ数を判断できないことが多い。心臓内非同期の評価は心室を 17 分割してそれぞれの左室容量変化を測定するが、虚血性心筋症の患者では梗塞部と非梗塞部で曲線が大きく異なり、1 つの同じフーリエ数に限定できない。つまり、1 心拍内の解析フレーム数の限界、限られた空間分解能の観点から、心筋シンチグラフィで低心機能患者の心臓内非同期の質を評価することは現時点の解析ソフトでは困難と思われる。

では、CRT 後のデータからどのような心臓内非同期の質が CRT に適しているかを考察すると、大規模臨床試験結果から心電図上左脚ブロックの患者で有効性が高いことが示されている。なぜ、左脚ブロックは CRT に適しているのか？

以前より左脚ブロック患者において、心筋シンチグラフィで中隔領域集積低下の偽陽性が報告されている。その原因の 1 つとして、左脚ブロックでは左室側壁の伝導が中隔にくらべて遅れ、左室側壁の遅延した壁運動が心内圧を心室中隔方向へ向かわせ、結果中隔

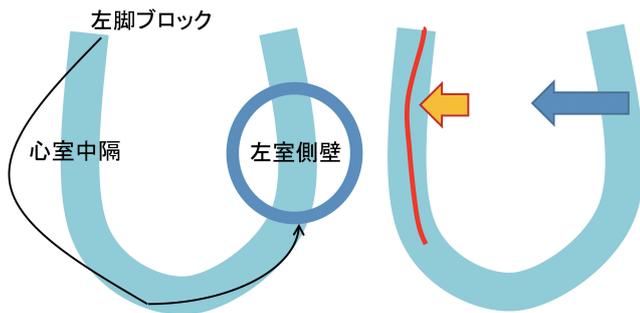


図1 左脚ブロックと中隔領域冠血流低下  
左室側壁への伝導遅延が左室側壁の壁運動遅延となり、心内圧を心室中隔方向へ向かわせ、結果、収縮期末期で中隔領域の冠血流が阻害される。

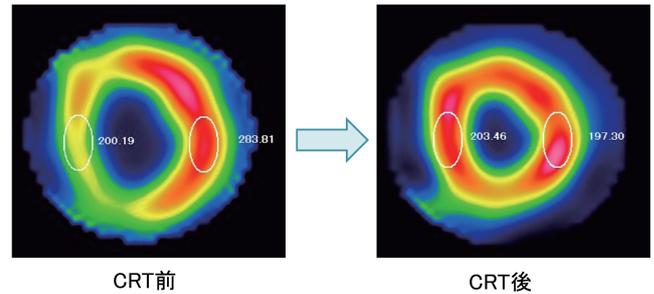


図2 CRT前後で中隔領域の集積低下が改善した一例  
CRT 植え込み前には中隔領域の集積低下を認めるが、CRT 植え込み6カ月後では左室のリモデリングとともに中隔領域の集積改善が認められる。

領域の冠血流を阻害していることが示唆されている<sup>[4]</sup> (図1)。われわれはCRTが遅延した左室側壁運動を是正することで、心不全の改善および中隔領域集積低下の改善が得られるかを報告した<sup>[5]</sup>。26人の非虚血性左脚ブロック患者に対し、CRT植え込み前に安静時で<sup>99m</sup>Tc sestamibi心筋シンチグラフィを施行し、中隔領域集積低下の有無を調べた。結果、19人(73%)で中隔集積領域の低下を認め、集積低下のあった患者ではCRT植え込み6カ月後の心不全指標が植え込み前とくらべて有意に改善したのに対し、集積低下のなかった患者では有意な改善を認めなかった。また、集積低下のあった患者ではCRT植え込み後に集積が改善している所見を認めた(図2)。

この結果からは左脚ブロック患者のなかには遅延した側壁の壁運動が中隔に圧負荷を与えている患者が存在し、CRTによる圧負荷軽減が心機能改善に関連していることを示している。つまり、左脚ブロックでは中隔に圧負荷を与えるような心臓内非同期の質が存在しておりCRTに適しているといえる。左脚ブロック患者における心筋シンチグラフィの中隔領域集積低下が梗塞巣によるものでない場合、その集積低下は可逆性と考えられCRT効果が期待できる。今後、心筋シンチグラフィによる梗塞巣の量・質の評価および中隔領域のバイアビリティー評価がCRT効果予測へ

の応用として期待されるものと考えられる。

#### 〈参考文献〉

- [1] Delgado V, van Bommel RJ, Bertini M, Borleffs CJ, Marsan NA, Arnold CT, et al. Relative merits of left ventricular dyssynchrony, left ventricular lead position, and myocardial scar to predict long-term survival of ischemic heart failure patients undergoing cardiac resynchronization therapy. *Circulation* 2011 ;123 (1) :70-8.
- [2] Peterson PN, Greiner MA, Qualls LG, Al-Khatib SM, Curtis JP, Fonarow GC, et al. QRS duration, bundle-branch block morphology, and outcomes among older patients with heart failure receiving cardiac resynchronization therapy. *JAMA* 2013 ;310 (6) :617-26.
- [3] Khan FZ, Virdee MS, Palmer CR, Pugh PJ, O'Halloran D, Elvik M, et al. Targeted left ventricular lead placement to guide cardiac resynchronization therapy: the TARGET study: a randomized, controlled trial. *J Am Coll Cardiol* 2012 ;59 (17) :1509-18.
- [4] Ono S, Nohara R, Kambara H, Okuda K, Kawai C. Regional myocardial perfusion and glucose metabolism in experimental left bundle branch block. *Circulation* 1992 ;85 (3) :1125-31.
- [5] Ogano M, Iwasaki YK, Tanabe J, Takagi H, Umemoto T, Hayashi M, et al. Cardiac resynchronization therapy restored ventricular septal myocardial perfusion and enhanced ventricular remodeling in patients with nonischemic cardiomyopathy presenting with left bundle. *Heart Rhythm* 2014 ;11 (5) :836-41.