左脚ペーシング：手技の実際と短期効果

劔 卓夫* 奥村 謙 大西史峻 金子祥三
根岸耕大 林 克英 岡松秀治 田中靖章
坂本知浩 古山准二郎

左脚ペーシング(LBBP)は、His束下流の刺激伝導系を直接捕捉しようとする新しい心室ペーシング法である。LBBPはHis束ペーシングより成功率が高く、心機能やQRS幅はHis束ペーシングとほぼ同等で、閾値上昇を認めないことが報告されている。われわれは房室ブロック30例に対してLBBPを試みたが、全例で左脚エリア心室中隔心筋内へのリード留置に成功した。心室ペーシング後のQRS幅は 128 ± 15 ms (平均値 $\pm$ 標準偏差)、ペーシング閾値は 0.6 ± 0.2 V/ 0.4 ms、心室波高値は 11.0 ± 7.2 mVで、刺激電極に7例(23%)で左脚電位が認められた。合併症は認められず、平均観察期間 6 ± 3 ヵ月においてリード脱落、リード位置変更、 0.5 V以上の閾値上昇はなかった。LBBPはペーシング誘発心筋症の予防のみならず、左脚ブロックを有する両室ペーシング適応症例に対する心機能改善効果も検討されており、今後さらに普及することが期待される。

(心電図, 2021; 41: 113-123)

I. はじめに

最初の心室内刺激伝導系ペーシングであるHis束ペーシングは2000年に報告されたが、当時はHis束ペーシング専用のガイディングシースやペーシングリードは開発されておらず、その手技が普及する

ことはなかった¹⁾。その後、シースとリードが右室中隔やHis束ペーシング用に改良され、C304シース(可変シース)やC315Hisシース、SelectSecureTM 3830リード(いずれもメドトロニック社製)が開発され(図1)、2015年頃よりVijaramanらのグループを中心にHis束ペーシングの良好な成績が報告された²⁾。2018年、無作為試験ではないものの、His束ペーシングが右室ペーシングと比較して、心不全と死亡の複合からなるアウトカムを改善することが報告された³⁾。同年のACC/AHA/HRSガイドラインでは、「左室駆出率(EF)が36~50%の房室ブロックで、40%以上のペーシング実施率が見込まれる症

Keywords ●左脚ペーシング
●His束ペーシング
●ペーシング誘発心筋症

済生会熊本病院心臓血管センター循環器内科
(〒861-4193 熊本県熊本市南区近見5-3-15)
*は責任者を示す

Left Bundle Branch Pacing : Its Procedure and Electrocardiographic Effect

Takuo Tsurugi, Ken Okumura, Tadatoshi Ohnishi, Shozo Kaneko, Kodai Negishi, Katsuhide Hayashi, Hideharu Okamatsu, Yasuaki Tanaka, Tomohiro Sakamoto, Junjiro Koyama

2020年12月27日 原稿受領 / 2021年4月1日 掲載承認

図 1
SelectSecure 3830 Lead (4.1 Fr) (A),
C315His デリバリーカテーテル(B)

〔日本メドトロニック株式会社提供〕

例」に対して、His 束ペーシングはクラスⅡaに推奨された⁴⁾。

一方、左脚ペーシングは His 束ペーシングに少し遅れ、2017年より、主に中国のグループにより有効性が報告された⁵⁾。左脚ペーシングは、右室中隔側よりペーシングリードを中隔心筋内にねじ込んで左脚を直接捕捉するという、これまでにない発想のもので、His 束ペーシングの弱点である、①ペーシング閾値の上昇、②ターゲット領域が狭く手技の難易度が高い、などを補うペーシング方法として注目されている。実際には左脚を捕捉できることもあれば、左脚近傍ペーシングとなることもある(左脚エリアペーシング)。目的は左脚自体の捕捉であり、ここでは左脚ペーシングと記載することとする。

以下に、著者らによる左脚ペーシングの手技の実際を解説し、その有効性に関するこれまでの報告をレビューするとともに、当院における成績を紹介したい。

Ⅱ. 左脚ペーシングの手技の実際

左脚ペーシングの適応は、基本的には通常のペースメーカー植込みの適応と同様である。しかし、His 束ペーシング、左脚ペーシングともに刺激伝導系に直接ペーシングリードを挿入するため、医原性に房室ブロックを作成するリスクがある。したがって、房室伝導が保たれている洞不全症候群では避けるべ

きであり、房室ブロックがよい適応となる。手技の施行にあたって、われわれの施設では His 束ペーシング(刺激伝導系ペーシング)で倫理委員会の承認を受けており、患者・家族に対してその手技内容およびリスクについて、文書にて同意を得た。

1. 準備するもの

当科では、以下の市販のデバイスを使用している。

- ① C315His デリバリーカテーテル(メドトロニック社製)
- ② SelectSecure™ 3830(メドトロニック社製)
- ③ EPstar 5極, 5 Fr (日本ライフライン社製)
- ④ ピールオフイントロデューサー, 7 Fr (メディキット社製)

2. 右室中隔のロードマップ作成

7 Fr 弁付きシース④を挿入し、5極の電極カテーテル③にて、右前斜位(RAO)30°の透視像に His 束電位記録部位のマーキングを行う(図 2A および B, ●は His 束電位記録部位)。この RAO 30°の心陰影上に房室弁輪、His 束、左室心尖部をメルクマールに扇型を作成し、この扇型を角度と距離を等しく 9 つに区域分けしたロードマップを作成する⁶⁾。ここから電極カテーテル先端を His 束記録部より心尖部に向かって移動させ(図 2C)、約 2 cm 離れた部位を中心にペーシングを行う(図 2A, ○)。ここで、心電図 V₁誘導でノッチ(特に W 型、図 2D, 矢印)が出現する部位をさらにマーキングしておく

図2 His束電位の記録(A)およびマーキング(B), SelectSecureでのペーシング部位(C), 12誘導波形(D)

A: 9パーテーション; 房室間孔を扇型に作図し, 左室心尖部までを角度および直線距離で3分割ずつ行う。His束をマーキング(●)した後, そこから心尖部に2 cmの部位(○)をまずターゲットとしてペーシングする。左脚電位はパーテーション①と④, およびその間でのスクリーニングにより認められることが多い。

B: His束電位の心内記録(矢頭)。

C, D: SelectSecureでのペーシング部位(★), V₁誘導に良好なノッチを認める(矢印)。

(図2C, ★)。そうすることで, ペーシングリードを刺入するターゲット部位を絞ることができ, non-deflectableのC315Hisシース①で探すよりも効率的である。ロードマップの利点として, ターゲット部位の特定やスクリーを試みた部位の把握が容易となること, もしHis束電位が明瞭に認められない症例であっても, ロードマップにおけるイとオの境界を中心にアプローチすることが可能となることが挙げられる。なお, V₁誘導のノッチの成因については, いまだ明確な結論は得られていない。臨床的にV₁誘導のノッチを認める部位において左脚ペーシングの成功率が高いことが知られ, このノッチはスクリーンの左室側への進展によりQRS内で後退し

ていくことを考慮すると, 左心室というよりは中隔内の興奮を反映している可能性がある。

3. シースの挿入

C315Hisシース①を右室内に挿入し, 先端をV₁誘導で明瞭なノッチがあった部位(図2C, His束より心尖部方向に1.5~2 cm離れた部位)に留置, シースを保持したままペーシングリード(SelectSecure)②を挿入する。シースからリードを1~2 mm突出させ, 心筋にスクリー電極を接触させる(慣れてきたら, この時点で2~4回転させ, 仮止めをすれば, 以下の工程が安定する)。Unipolarペーシングを行い, V₁誘導のノッチの確認とインピーダンスを測定する。左前斜位(LAO)45°の透視像にて, C315

図3
スクリーニング前後の造影所見
スクリーニング前のシース先端からの造影(A), スクリュー後の造影(B). リードはリング近位端まで心筋内に挿入されている.

図4
スクリーニング中のシースおよびリードの持ち方

シースが右室中隔に対して垂直に当たるように微調整し、1~2 ccの造影剤を注入し、スクリーニング電極先端の位置を確認する(図3A).

4. スクリューイング

左手でC315シースの羽の部分を持保持し、同時に左手の人差し指と親指でリードを持保持する(図4). 右手でSelectSecureを5回転させ、トルクを貯めた後、左手で2~3 mmだけリードを進める. 透視下に、このリードを進める動作を1~2回試みながら、リードが心筋内に挿入されていることを確認する(図3B). 心室中隔基部の壁厚を心エコーで確認し、リードのスクリーンの先端からRing電極までの距離が10.8 mmであることを目安に造影をしながら、リードを進めていく. もし、5回前後の回転でスクリーニングを試みてもリードが心筋内に挿入され

なければ、別の部位に変更し、同様の操作を行う.

シースからの造影にて心室中隔の左室側までリードが心筋内に先進したことを確認し(図3B), 以下のチェックを行う.

- ①左脚電位の有無(図5, 矢印).
- ②ペーシングにて V_1 誘導のノッチがQRSの後方に移動し, QrやQR型のような右脚ブロック波形を認めるか(図6)⁷⁾.
- ③ペーシングスパイクから V_5 または V_6 誘導のR波の頂点までの時間(Left ventricular activation time: LVAT)がスクリーニング前より30 ms短縮, または80 ms以下になっているか(図7).
- ④ペーシング出力を徐々に減少させた時に、選択的左脚捕捉(Selective capture)から非選択的捕捉

図5 左脚電位の心内心電図記録

リードチップでの単極記録にて左脚電位が確認されている(矢印). 左脚電位はQRSより24 ms先行している.

図6 スクリュー中の経時的12誘導心電図

心筋が中隔内を右室側から左室側に先進するに伴い(左から右), V_1 誘導のノッチが後方に移動し, 最後はqR波形となっている.

〔文献7より引用〕

(Non-selective capture)へ波形変化を認めるか⁸⁾.

以上の条件を満たしているかどうかを確認し, もし, 満たしていない場合はさらに1回転追加し, ス

クリュー先端が左室側に突き抜けないように慎重に進め, 再評価を行う. ここで閾値の上昇やリード抵抗値の急激な低下を認めた場合は, 左室側に先端が突き抜けた可能性が高い. この場合は少しトルクを

図7 スクリュー前後の12誘導心電図および心内波形

A: スクリュー前のV₅誘導ではペーシングスパイクからR波の頂点まで時間(LVAT)は92 msである。

B: スクリュー後でLVATは80 msに短縮している。

戻すのではなく、リードを右室まで抜去し、違う部位でスクリューし直すことが肝要である。

5. C315のピールアウト

ペーシング波形や閾値が良好であれば、C315シースをSelectSecureにたるみが出現する程度まで引いておき、術野ではシースとリードを滅菌シースで被覆した上で、先に心房リード留置を行う。これは、スクリュー先端は心筋内に固定されているものの、何かに引っかけたタイミングで抜ける可能性があるため、さらに心房にもSelectSecureを用いた場合、すでに挿入されている心室側のSelectSecureとの取り違いによる誤操作を防ぐためでもある。

心房リードを留置した後に、心室のC315シースをスリッターでピールアウトする。特に難しい操作ではないが、C315シース内を、造影剤を使用するたびによく生理食塩水でフラッシュし、シース内の抵抗を減じることが肝要である。C315が抜去できれば、その後は通常のペースメーカ植込み手技と同様である。一例として、完全左脚ブロック+間欠性房

室ブロック患者(89歳男性)の左脚ペーシング前後の心電図と胸部レントゲン写真を示す(図8, 9)。

Ⅲ. 当科での左脚ペーシングの経験と効果

当院では、2019年11月～2020年8月の10ヵ月間に30例の房室ブロックに対して左脚ペーシングを施行した〔主たる術者は1名(TT)に限定〕。現在まで、全例で心室中隔心筋内へのリード留置に成功している。ペーシング後のQRS幅は 128 ± 15 ms, ペーシング閾値は 0.6 ± 0.2 V/ 0.4 ms, 心室波高値は 11.0 ± 7.2 mV (すべて平均値±標準偏差)であった。左脚電位は7例(23%)に認められた。術中に主要合併症は認められず、術後(平均観察期間, 6 ± 3 ヶ月)においてもリード脱落, リード位置変更, 0.5 V以上の閾値上昇, 感染は認められない。また、術前の房室ブロックのブロック部位を房室結節内ブロック(AV Nodal Block, 19例)と房室結節下ブロック(Infra Nodal AV Block, 10例)に分けて検討を行ったが、その成功率や術後のQRS幅もそれぞれ

図 8

89歳男性：間欠性房室ブロックに対する左脚ペーシング後の胸部レントゲン写真

A：正面像。心室リードは SelectSecure，心房リードは CapsureFix Novus MRI（メドトロニック社製）。

B：側面像。

図 9 術前，術後の 12 誘導心電図

A：術前は左脚ブロックを認める。QRS 幅は 142 ms。

B：スクリー前の右室中隔からの Unipolar ペーシング波形。QRS 幅は 152 ms。

C：左室心内膜下までスクリーした直後の Unipolar ペーシング波形。左脚ブロックの改善が認められる。最後に Loss of Capture となるが、自己伝導は認められない。

D：術後の 12 誘導心電図。QRS 幅は 124 ms に短縮した。

128 ± 17 ms と 127 ± 12 ms で差を認めなかった。

そこで、左脚ペーシング (LBBP, 28 例) の結果を後ろ向きに His 束ペーシング (HBP, 10 例)、右室中隔ペーシング (RVSP, 30 例)、右室心尖部ペーシ

ング (RVAP, 30 例) と比較した (図 10)。その結果、術後の QRS 幅は His 束と左脚ペーシングにおいて、右室中隔および心尖部ペーシングよりも有意に短かった (HBP, 118 ± 30 ms ; LBBP, 127 ± 15 ms,

図 10 QRS幅(A), 手術時間(B), 閾値(C), R波高値(D)

His 束ペースング(HBP), 左脚ペースング(LBBP), 右室中隔ペースング(RVSP), 右室心尖部ペースング(RVAP)での比較. 詳細は本文を参照.

表 当院および主要な左脚ペースングの文献における各種指標の一覧

Study	Number of patients (n)	Implant success rate (%)	Paced QRS (ms)	Threshold at implant V/0.5 ms	R wave at implant (mV)	Lead revision rates, % (n)
Vijayaraman et al. ¹¹⁾	100	93	136 ± 17	0.6 ± 0.4	10 ± 6	3(3)
Li et al. ⁷⁾	87	80.5	113 ± 9.9	0.76 ± 0.22	11.9 ± 5.4	0
Wang et al. ¹²⁾	66	94	121 ± 9.8	0.94 ± 0.21	12.1 ± 3.6	4.5(3)
Ponnsuamy et al. ¹³⁾	99	94	110 ± 12	0.59 ± 0.22	14.1 ± 7.1	0
Tsurugi et al.	30	100	127 ± 15	0.6 ± 0.2	11.0 ± 7.3	0

versus RVSP, 149 ± 17 ms; RVAP, 153 ± 16 ms; $p < 0.001$). HBPはLBBPよりも短い傾向にあったが有意差はなかった. 一方, ペースング閾値はHis束ペースングにおいて, 他の3つのペースング部位より有意に高かった(HBP, 2.5 ± 2.3 V/0.4 ms, versus LBBP, 0.6 ± 0.2 V/0.4 ms; RVSP, 0.6 ± 0.1 V/0.4 ms; RVAP, 0.5 ± 0.1 V/0.4 ms; $p < 0.001$). 心室波高値はHis束ペースングで他の3つのペースング部位よりも有意に低かった(HBP, 3.5 ± 3.8 mV, versus LBBP; 11.0 ± 7.3 mV; RVSP 10.8 ± 5.1 mV; RVAP, 9.3 ± 2.6 mV; $p < 0.02$). 手術時間は, His束と左脚ペースングが中隔と心尖

部ペースングよりも長かった(HBP, 168 ± 44 min, versus LBBP, 160 ± 60 min; RVSP, 88 ± 27 min; RVAP, 88 ± 26 min; $p < 0.001$). His束ペースングと左脚ペースング間に差は認めなかった. 左脚ペースングは, 手技時間としてはHis束ペースングとほぼ同等に時間を要するものの, ペースング閾値は良好であり, 得られるQRS幅もHis束ペースングとほぼ同等であった. 心室ペースング依存の患者群において, 将来的にペースング誘発心筋症(pacing-induced cardiomyopathy: PICM)が発症する可能性は10~20%とされているが, ペースングQRS幅が140 ms以下の症例では, PICMの発症は

ほとんど認められなかったと報告されている^{9), 10)}。これを根拠に、当院でも140 ms以下のQRS幅を目標としている。

IV. 左脚ペーシングの急性期および中期成績

左脚ペーシングの成績に関するこれまでの主要な報告^{7), 11)~13)}とわれわれの成績を表にまとめた。左脚ペーシングの成功率は80.5~95%、ペーシング時のQRS幅は101~136 ms、ペーシング閾値は0.59~0.94 V/0.5 msで^{7), 11)~13)}、われわれの成績もほぼ同様であった。合併症に関しては、Vijaramanらは100例中3例に術中のリード心穿孔を認めたが、すべてリードを抜去した後、問題なく再留置に成功している。さらに、術後早期に1例でリード脱落を認め、こちらも再固定が行われている¹¹⁾。閾値、波高値の中期成績としては、Jincunらの146例の左脚ペーシング患者を平均8.6ヵ月フォローした結果では、閾値は手術時で0.69 V/0.4 ms、1年後でも0.92 V/0.4 msと安定したままであった¹⁴⁾。また、この研究では心エコーによる心機能評価も同時に行われたが、入院時と12ヵ月後を比較して、LVEF ($57.5 \pm 10.7\%$ vs $56.4 \pm 8.4\%$, $p=0.85$)、心室中隔壁厚 (IVSd, 9.4 ± 5.4 mm versus 9.9 ± 4.2 mm, $p=0.44$)、左室拡張期内径 (LVIDd, 51.7 ± 5.8 mm versus 53.6 ± 5.6 mm, $p=0.35$) のいずれにも差を認めなかった。

最近、左脚ペーシングの低心機能、左脚ブロック症例に対する成績も報告されている^{17), 18)}。以前より、このような心臓再同期療法 (CRT) 適応の患者群に対しては、His 束ペーシングにおいて、左脚ブロックの正常化 (correcting) と心機能改善効果が小規模の研究にて認められていた^{19), 20)}。そのため、His 束ペーシングと両室ペーシングを比較する多施設無作為試験 (His-SYNC Pilot Trial) が行われたが、His 束ペーシング割り当ての約半数 (10/21 例) において、His 束ペーシングが左脚ブロックを Correct (QRS 130 ms 以下) でできなかったため、CRT へ手技変更され、その成功率の低さが問題となった¹⁵⁾。

最近、Upadhyay らは、72 例の左脚ブロック患者のブロック部位のマッピングと、ブロック部位毎の His 束ペーシングによる QRS 幅正常化の成功率に関する詳細な検討を行った。それによると、心電図上の左脚ブロックの実際のブロック部位は、左室側 His 束内 (left intrahisian block : LIB) が 33 例、左脚内のブロック (left bundle branch block : LBBB) が 13 例、左脚以降の伝導障害 (intact Purkinje activation : IPA) が 26 例であった¹⁶⁾。それぞれのブロック部位での His 束ペーシングの成功率は LIB 94 % (31/33)、LBBB 62 % (8/13)、IPA 0 % (0/26) であり、左脚ブロック部位が遠位になれば、His 束ペーシングで QRS 幅を改善させることは困難であることがわかる。一方で、左脚ペーシングはそれら遠位側にブロックがある症例に対する有効性も期待され、実際に Shengjie らが行った左脚ブロック患者に対する His 束ペーシング 91 例で、不成功に終わった 47 例中 32 例で左脚ペーシング (残りの 15 例は CRT) が行われ、全例で成功し、His 束ペーシングと遜色ない心機能の改善効果が示された¹⁷⁾。単独のデータでは Yuqiu らが 87 例の低心機能、左脚ブロック患者に左脚ペーシングを施行し、成功率は 80.5 % (70/87 例、QRS 120 ms 以下) であり、主要合併症なく経過したと報告している¹⁸⁾。今後、左脚ペーシングの有効性に関する大規模臨床研究が期待される。

V. 今後の課題

左脚ブロック症例に対する評価は症例数が少なく、慎重に経過観察する必要がある。その半面、心室ペーシング率が高くなる可能性がある房室ブロック患者に対しては、His 束ペーシングと同様に、今後その適応がガイドラインなどでも拡大されていくことが期待される。

現在、左脚ペーシングの問題点は大きく 2 つ挙げられ、その 1 つは長期での閾値の安定性が確立されていないことである。植込み後 1 年までは、閾値の上昇がないとの報告はあるが、さらに長期データを

検証していく必要がある。もう1つは、リード抜去の問題である。例えば、心筋にねじ込まれた状態のリードを、10年後に抜去する必要性が生じたときに、抜去可能なのか、心筋への障害や穿孔などのリスクについてはほとんどわかっていない。これらについては、今後の課題であろう。

VI. まとめ

左脚ペーシングはHis束ペーシングよりも閾値が良好であり、得られるQRS幅もほぼ同等であることから、ペーシング依存が予想される房室ブロック患者に対しては非常に優れた治療法と考えられる。検討すべき課題もあるが、ペーシングを原因とする心機能低下(PICM)の予防、およびCRTの代替治療法として、この治療法が安全に広く普及していくことを期待したい。

謝意

左脚ペーシングの導入に際しては、東京大学医学部循環器内科特任准教授藤生克仁氏の指導を受けた。ここに謝意を表したい。

〔文 献〕

- 1) Deshmukh P, Casavant DA, Romanyshyn M, et al. : Permanent, direct His-bundle pacing : a novel approach to cardiac pacing in patients with normal His-Purkinje activation. *Circulation*, 2000 ; 101 : 869-877
- 2) Vijayaraman P, Naperkowski A, Ellenbogen KA, et al. : Electrophysiologic Insights Into Site of Atrioventricular Block : Lessons From Permanent His Bundle Pacing. *JACC Clin Electrophysiol*, 2015 ; 1 : 571-581
- 3) Vijayaraman P, Naperkowski A, Subzposh FA, et al. : Permanent His-bundle pacing : Long-term lead performance and clinical outcomes. *Heart Rhythm*, 2018 ; 15 : 696-702
- 4) Kusumoto FM, Schoenfeld MH, Barrett C, et al. : 2018 ACC/AHA/HRS Guideline on the Evaluation and Management of Patients With Bradycardia and Cardiac Conduction Delay : A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation*, 2019 ; 140 : e382-e482
- 5) Huang W, Su L, Wu S, et al. : A Novel Pacing Strategy With Low and Stable Output : Pacing the Left Bundle Branch Immediately Beyond the Conduction Block. *Can J Cardiol*, 2017 ; 33 : 1736.e1-1736.e3.
- 6) Jiang H, Hou X, Qian Z, et al. : A novel 9-partition method using fluoroscopic images for guiding left bundle branch pacing. *Heart Rhythm*, 2020 ; 17 : 1759-1767
- 7) Li Y, Chen K, Dai Y, et al. : Left bundle branch pacing for symptomatic bradycardia : Implant success rate, safety, and pacing characteristics. *Heart Rhythm*, 2019 ; 16 : 1758-1765
- 8) Chen K, Li Y : How to implant left bundle branch pacing lead in routine clinical practice. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2019 ; 30 : 2569-2577
- 9) Khurshid S, Liang JJ, Owens A, et al. : Longer Paced QRS Duration is Associated With Increased Prevalence of Right Ventricular Pacing-Induced Cardiomyopathy. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2016 ; 27 : 1174-1179
- 10) Kim JH, Kang KW, Chin JY, et al. : Major determinant of the occurrence of pacing-induced cardiomyopathy in complete atrioventricular block : a multicentre, retrospective analysis over a 15-year period in South Korea. *BMJ Open*, 2018 ; 8 : e019048
- 11) Vijayaraman P, Subzposh FA, Naperkowski A, et al. : Prospective evaluation of feasibility and electrophysiologic and echocardiographic characteristics of left bundle branch area pacing. *Heart Rhythm*, 2019 ; 16 : 1774-1782
- 12) Wang J, Liang Y, Wang W, et al. : Left bundle branch area pacing is superior to right ventricular septum pacing concerning depolarization-repolarization reserve. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020 ; 31 : 313-322
- 13) Ponnusamy SS, Muthu G, Kumar M, et al. : Mid-term feasibility, safety and outcomes of left bundle branch pacing—single center experience. *J Interv Card Electrophysiol*, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10840-020-00807-w>.
- 14) Guo J, Li L, Meng F, et al. : Short-term and intermediate-term performance and safety of left bundle branch pacing. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2020 ; 31 : 1472-1481
- 15) Upadhyay GA, Vijayaraman P, Nayak HM, et al. : His-SYNC Investigators : On-treatment comparison between corrective His bundle pacing and biventricular pacing for cardiac resynchronization : A secondary analysis of the His-SYNC Pilot Trial. *Heart Rhythm*, 2019 ; 16 : 1797-1807

- 16) Upadhyay GA, Cherian T, Shatz DY, et al. : Intracardiac Delineation of Septal Conduction in Left Bundle-Branch Block Patterns. *Circulation*, 2019 ; 139 : 1876-1888
- 17) Wu S, Su L, Vijayaraman P, et al. : Left Bundle Branch Pacing for Cardiac Resynchronization Therapy : Nonrandomized On-Treatment Comparison With His Bundle Pacing and Biventricular Pacing. *Can J Cardiol*, 2020 : S0828-282X (20)30439-6. doi : 10. 1016/j. cja.2020.04.037.
- 18) Li Y, Chen K, Dai Y, et al. : Left bundle branch pacing for symptomatic bradycardia : Implant success rate, safety, and pacing characteristics. *Heart Rhythm*, 2019 ; 16 : 1758-1765
- 19) Sharma PS, Dandamudi G, Herweg B, et al. : Permanent His-bundle pacing as an alternative to biventricular pacing for cardiac resynchronization therapy : A multicenter experience. *Heart Rhythm*, 2018 ; 15 : 413-420
- 20) Huang W, Su L, Wu S, et al. : Long-term outcomes of His bundle pacing in patients with heart failure with left bundle branch block. *Heart*, 2019 ; 105 : 137-143

Left Bundle Branch Pacing : Its Procedure and Electrocardiographic Effect

Takuo Tsurugi, Ken Okumura, Tadatoshi Ohnishi, Shozo Kaneko, Kodai Negishi, Katsuhide Hayashi, Hideharu Okamatsu, Yasuaki Tanaka, Tomohiro Sakamoto, Junjiro Koyama

Division of Cardiology, Saiseikai Kumamoto Hospital Cardiovascular Center

Left bundle branch pacing (LBBP) has emerged as a new pacing technique that captures the intraventricular conduction system in patients with atrioventricular block (AVB) . A successful LBBP results in paced QRS duration comparable to His bundle pacing (HBP) while compensating for the disadvantage of HBP including a relatively high pacing threshold and difficulty in fixing the pacing lead. We performed LBBP in 30 AVB patients, in all of whom the procedure was successful. Paced QRS duration, pacing threshold, and ventricular potential amplitude were 128 ± 15 msec, 0.6 ± 0.2 V/0.4 ms, and 11.0 ± 7.2 mV, respectively, and left bundle branch potential was recorded in 7 patients (23%) by the pacing electrode. No major complication was observed, and during a mean follow-up period of 6 ± 3 months, any of lead dislocation, requirement of changing lead position or threshold increase >0.5 V was observed. LBBP would be useful not only in preventing pacemaker-induced cardiomyopathy but in achieving electrical resynchronization for LBBB.

Keywords : Left bundle branch pacing, His bundle pacing, Pacing-induced cardiomyopathy