

学位論文

「Lesion size index を指標にした三尖弁輪下大静脈峡部  
線状アブレーションについての検討」

DM20029 村山 友介

北里大学大学院医療系研究科医学専攻博士課程  
臨床医科学群 循環器内科学  
指導教授 阿古 潤哉

## 著者の宣言

本学位論文は、著者の責任において研究を遂行し、得られた真実の結果に基づいて正確に作成したものに相違ないことをここに宣言する。

## 要旨

【背景】心房粗動 (atrial flutter: AFL) は、臨床診療において遭遇する不整脈である。治療としては、脳梗塞の予防のための抗凝固療法、自覚症状の改善や心不全の予防のための心拍数調整、そして洞調律復帰や維持のための電氣的除細動、カテーテルアブレーションが治療の中心である。カテーテルアブレーションにおいて重要なことは、不完全な焼灼によって形成される伝導ギャップを回避し、貫壁性の焼灼領域を形成する一方で、過度な焼灼は心タンポナーデなどの重篤な合併症のリスクとなるため過不足のない焼灼が必要となってくる。十分な焼灼領域を予測するための有効な指標としては、電流、通電時間、カテーテルの組織への接触力を組み合わせて得られる lesion size index (LSI) が報告されており、心房細動に対するカテーテルアブレーションの通電指標としての有効性が示されている。AFL に対するカテーテルアブレーションとして三尖弁輪下大静脈峡部 (cavotricuspid isthmus: CTI) 線状アブレーションは確立した治療法であるが、LSI の有効性と安全性は明らかではない。

【目的】LSI を指標にした CTI 線状アブレーションの有効性と安全性を検討した。

【方法】2020 年 7 月から 2020 年 12 月の間に当院にて初回 CTI 線状アブレーションが施行された 50 名を対象に後ろ向きの観察研究を行った。CTI アブレーションラインの前壁側 2/3 の目標 LSI 値は 5 以上、後壁側 1/3 の目標 LSI 値は 4 以上とし、急性期のアブレーションパラメータを評価した。また、1 回の線状アブレーション後に CTI の両方向性伝導ブロックの作成が不成功であった場合は、その原因となった電氣的伝導ギャップを同定し追加通電を行った。両方向性伝導ブロックの作成に成功した追加通電部位に最も近い 1 ライン目の通電部位をギャップ部位と定義し、アブレーションパラメータを非ギャップ部位と比較した。

【結果】急性期においては CTI の両方向性伝導ブロックは全例で達成され、総通電時間は 4.0 分 [3.1-5.0 分]、総通電回数は  $15 \pm 7$  回、CTI の距離は  $36.9 \pm 9.3$  mm であった。1 回の CTI 線状アブレーションでの両方向性伝導ブロックは 39/50 例 (78%) で成功し、手技中および術後に大きな合併症は認めなかった。ギャップ部位は 11 ケ所で観察され、602 ケ所の非ギャップ部位群と比較して、1 回の通電における接触力 (contact force: CF) は有意に低値であった ( $7g$  [7, 8g] vs  $10g$  [7, 12g],  $P=0.0284$ )。

【結論】LSI を指標にした CTI 線状アブレーションは有効かつ安全な治療法の可能性がある。CF 低値は、LSI 値が同等であってもギャップ部位の形成に影響することが示唆された。

## 目次

	頁
1. 序論-----	1
2. 方法-----	1
2-1. 対象 -----	1
2-2. カテーテルアブレーション前の準備 -----	1
2-3. カテーテルアブレーションの手順 -----	2
2-4. AutoMark 設定 -----	2
2-5. ギャップ部位の定義 -----	2
2-6. 術後フォローアップ方法 -----	3
2-7. 統計解析 -----	3
3. 結果-----	3
3-1. 患者背景 -----	3
3-2. 各アブレーションパラメータの解析 -----	3
3-3. ギャップ部位と非ギャップ部位のアブレーションパラメータの比較 --	3
3-4. フォローアップ結果 -----	4
4. 考察-----	4
4-1. 目標 LSI 値の設定 -----	4
4-2. LSI を指標にした三尖弁輪下大静脈峡部線状アブレーションの有用性 -	4
4-3. ギャップ部位と接触力値の関連性 -----	5
4-4. 臨床的意義 -----	5
5. 研究の限界-----	5
6. 結語-----	6
7. 今後の展望-----	6
8. 謝辞-----	6
9. 引用文献-----	6
10. 業績目録-----	9

11. 图表	10
--------	----

## 1. 序論

通常型心房粗動 (atrial flutter: AFL) は、臨床診療において遭遇する不整脈である。治療としては、脳梗塞の予防のための抗凝固療法、自覚症状の改善や心不全の予防のための心拍数調整、そして洞調律復帰や維持のための電氣的除細動、カテーテルアブレーションが治療の中心である。AFL は三尖弁輪を旋回するマクロリエントリー性の頻拍であり、三尖弁輪下大静脈峡部 (cavotricuspid isthmus: CTI) を必須伝導路とするため、同部位の線状アブレーションを行う。また、心房細動 (atrial fibrillation: AF) に対する抗不整脈薬治療によって AFL が誘発されることが知られており [1]、CTI 線状アブレーションが AFL の予防になると報告されている [2, 3]。CTI 線状アブレーションは急性期の成功率が高いにも関わらず [4]、アブレーション手技は施設や術者によって様々である。カテーテルアブレーションにおいて重要なことは、不完全な焼灼によって形成される伝導ギャップを回避し、貫壁性の焼灼領域を形成する一方で、過度な焼灼は心タンポナーデなどの重篤な合併症のリスクとなるため過不足のない焼灼が必要となってくる。十分な焼灼領域を予測するための有効な指標としては、電流、通電時間、カテーテルの組織への接触力値 (contact force: CF) を組み合わせて得られる lesion size index (LSI) が報告されており、AF に対するカテーテルアブレーションの通電指標としての有効性が示されている [5, 6]。しかしながら、CTI 線状アブレーションにおける LSI の有効性は明らかになっていない。今回、私は LSI を指標にした CTI 線状アブレーションの有効性と安全性に関して検討した。

## 2. 方法

### 2-1. 対象

2020 年 7 月から 2020 年 12 月の間に当院にて初回 CTI 線状アブレーションが施行された症例を対象に後ろ向きの観察研究を行った。CTI 線状アブレーションは、AF アブレーションを施行された患者に対する抗不整脈薬による AFL を予防する目的で行われた。本研究のプロトコールを満たさなかった患者、機械の不具合で LSI の値が取得できなかった患者は除外した。本研究は北里大学医学部・病院倫理委員会に承認されており、すべての患者から同意を得た。

### 2-2. カテーテルアブレーション前の準備

カテーテルアブレーション実施前に少なくとも 3 週間以上の抗凝固療法を行い、治療 2 日前までに抗不整脈薬の内服は中止した。手技はプロポフォール、デクスメトミジン、フェンタニルによる全身麻酔下で、喉頭上デバイスを用いた人工呼吸器での管理を行った。血管穿刺部位は右内頸静脈、右大腿静脈で行った。右内頸静脈より冠静脈洞内

へ多極カテーテル (BeeAT; Japan Lifeline, Tokyo, Japan) を配置し、心腔内超音波 (ViewFlex; St Jude Medical) ガイド下で心房中隔穿刺を行い、左房内へのシースを挿入後は未分化ヘパリンを静脈内投与し、活性化凝固時間を 300 秒以上で維持した。まず左房にて AF に対するカテーテルアブレーションを行った。その後、右大腿静脈より可変シース (Agilis; Abbott, St. Paul, MN, USA) を介して右房内にアブレーションカテーテル (TactiCath™ Sensor Enabled; Abbott) を、多極カテーテル (Halo; Japan Lifeline) を三尖弁輪に留置した。冠静脈洞入口部からの一定の電気刺激の調律下にて多極マッピングカテーテル (The Advisor™ high-density grid カテーテル) もしくは TactiCath™ Sensor Enabled を用いて、Abbott 社の 3 次元マッピングシステム (EnSite システム) で、三尖弁輪から下大静脈にかけての形状を確認した。

### 2-3. カテーテルアブレーションの手順

冠静脈洞入口部からの一定の電気刺激の調律下にて、アブレーションカテーテル (TactiCath Sensor Enabled) を使用して三尖弁輪から下大静脈にかけて CTI 線状アブレーションを施行した。高周波アブレーションは温度制御モード (制限温度 43°C) で、イリゲーションカテーテルの灌流量は 17~30ml/分に設定し、出力は 35W、接触力 >5g、焼灼間隔 <4mm を目標に手技を行った。インピーダンスによる歪みを補正するため、磁気センサーつきカテーテルにて位置情報の補正を行った。CTI アブレーションラインを測定し、前壁側 2/3 の目標 LSI 値を 5 以上、後壁側 1/3 の目標 LSI 値を 4 以上とした (図 1)。CTI の両方向性伝導ブロックが完成していることを冠静脈洞入口部、右房下側壁から電気刺激を加えることで確認し、CTI 線状アブレーションを成功と判断した。総通電時間、総通電回数、1 ラインでの CTI 線状アブレーション後に両方向性伝導ブロックの作成が成功した (ファーストパス CTI 伝導ブロック) 割合、急性期の CTI 伝導ブロック成功率、CTI の距離、合併症について評価した。

### 2-4. AutoMark 設定

本研究では、EnSite システム上で自動的に記録できる AutoMark 機能を用いて、自動的に接触力、出力、通電時間を組み合わせた LSI が算出された。アブレーションカテーテルの安定性の評価のための当院における AutoMark 設定は、Away time 5 秒、Minimum maker time 4 秒、Marker spacing 4mm とした。また、EnSite システム上に表示されるアブレーション部のタグの直径は 4mm に設定した。

### 2-5. ギャップ部位の定義

ファーストパス CTI 伝導ブロックが不成功であった場合は、冠静脈洞入口部からの一定の電気刺激の調律下でアブレーションカテーテルもしくは high-density grid カテーテルを用いて、局所電位から電氣的ギャップを同定し追加通電を行った。両方向性伝導

ブロックの作成に成功した追加通電点に最も近い 1 ライン目のアブレーションラインの通電部位をギャップ部位と定義し (図 2)、アブレーションパラメータを非ギャップ部位と比較した。

## 2-6. 術後フォローアップ方法

術後 6、12 ヶ月および有症候時に心電図あるいは 24 時間ホルター心電図を施行した。

## 2-7. 統計解析

全ての統計解析には EZR (Saitama Medical Center, Jichi Medical University, Saitama, Japan) を使用した [7]。データは平均値±標準偏差、中央値 (四分位点) または頻度 (%) として表した。グループ間の比較は t 検定、Mann-Whitney の U 検定で解析した。P<0.05 を統計学的有意と判定した。

## 3. 結果

### 3-1. 患者背景

解析された患者背景を表 1 に示す。対象は連続症例 50 名 (平均年齢 67 ± 10 歳)、男性 34 名 (68%) であり、AFL は 7 名 (14%) に認められた。平均左室駆出率は 61 ± 11%、左房径は 40.1 ± 5.8mm であった。50 名全例で急性期 CTI 線状アブレーションに成功し、手技中および術後にアブレーション中の心筋組織内の水蒸気爆発 (スチームポップ) を含む大きな合併症は認めなかった。

### 3-2. 各アブレーションパラメータの解析

解析されたアブレーションパラメータを表 1 に示す。ファーストパス CTI 伝導ブロックは 39/50 例 (78%) で成功した。総通電時間は 4.0 分 [3.1, 5.0 分]、総通電回数は 15 ± 7 回であった。1 回の通電における通電時間は 16 秒 [10, 23 秒]、平均出力は 34W [33, 34W] であった。CTI の距離は 36.9 ± 9.3mm であったが、ファーストパス CTI 伝導ブロックに成功した群 (39 例) と成功しなかった群 (11 例) では有意な差は認められなかった (37.0 ± 9.7 vs. 36.6 ± 8.3mm, P = .905)。

### 3-3. ギャップ部位と非ギャップ部位のアブレーションパラメータの比較

総通電部位として 613 ヶ所が解析の対象となり、ギャップ部位は 11 ヶ所で観察された (図 3)。伝導ギャップ部位の特定は、10 例がアブレーションカテーテルを用いて、1 例が high-density grid カテーテルを用いて行われた。ギャップ部位と非ギャップ部位の両群に分けて行ったアブレーションパラメータの解析結果を表 2 に示す。ギャップ部位は非ギャップ部位と比較して有意に CF が低値であり (7g [7, 8g] vs. 10 [7, 12g], P



= .0284)、通電時間は長かった (22s [20, 28s] vs. 16s [10, 23s],  $P = .0096$ )。LSI 値を含むその他のアブレーションパラメータには 2 群間で有意な差は認めなかった。ギャップ部位の CTI アブレーションラインでの分布を図 4 に示す。ギャップ部位は CTI アブレーションラインの中部 1/3 に 5 ケ所、後壁側 1/3 に 6 ケ所認めた。

#### 3-4. フォローアップ結果

術前に 12 誘導心電図で AFL を認めていた患者は、7 名全例で AFL の再発を認めず、フォローアップ期間は  $15 \pm 2$  ヶ月であった。

### 4. 考察

本研究では、CTI のアブレーションラインの場所により異なる目標 LSI 値を設定し、有効性や安全性を示した。ファーストパス CTI 伝導ブロックは 39/50 例 (78%) で成功し、総通電時間は 4.0 分 [3.1, 5.0 分] であった。ギャップ部位は非ギャップ部位と比較して有意に CF が低値であった (7 g [7, 8 g] vs. 10 [7, 12 g],  $P = .0284$ )。手技中および術後にスチームポップを含む大きな合併症は認めなかった。

#### 4-1. 目標 LSI 値の設定

近年、EnSite システムではカテーテルの組織への電流、通電時間、CF から算出される指標である LSI が報告され、アブレーションによる焼灼巣の大きさをより標準化することが可能となった。LSI は、通電時間と CF から算出される FTI という指標よりも焼灼巣の大きさの予測に優れていることが報告されており、動物実験においても、LSI は焼灼巣の深さや幅の正確な予測が可能であると報告されている[4]。過去の文献においては、LSI を指標とした肺静脈隔離術の有効性と安全性が示されており、ギャップ部位を予測するための最適な LSI 値は 4.05 (感度 63.4%、特異度 76.3%) と報告されている[5]。Cabrera らの報告では、ヒトの CTI 部位の心筋は前壁側の厚さが (3.5~4.3 mm) であるのに対し、後壁側はより薄い線維性脂肪組織 (1.2~3.1mm) で構成されている[8]。これらの構造的特徴に基づき、われわれは CTI の場所によって異なる目標 LSI 値 (前壁側 2/3 は 5.0、後壁側 1/3 は 4.0) を設定した。

#### 4-2. LSI を指標にした CTI 線状アブレーションの有用性

CTI 線状アブレーションに関する先行研究と本研究の比較を表 3 に示す。本研究は先行研究と比較して、ファーストパス CTI 伝導ブロックに成功した症例の割合と総通電回数は同程度であったが、総通電時間は短い傾向にあった[9-14]。過去のメタ解析での報告では、手技に関連した合併症は 2.6% と報告されているが[2]、本研究では手技中および術後にスチームポップを含む大きな合併症は認めなかった。心筋への過度な通電に

伴うスチームポップなどの合併症を回避しながら、伝導ギャップの形成をきたさない適切な通電を行うことが重要である。動物実験での報告では、LSI 値が 6 以上でスチームポップが観察された[4]。さらに、Giehm-Reese らは、目標 LSI 値を 7 以上に設定して CTI 線状アブレーションを施行した場合、20%の症例でスチームポップが観察されたと報告している[9]。そのため、本研究の LSI 値を指標とした CTI 線状アブレーションは効果的でかつ安全な方法である可能性がある。

#### 4-3. ギャップ部位と接触力値の関連性

TOCCASTAR 試験では、AF に対する肺静脈隔離術の通電範囲の 90%以上で CF が 10 g 以上であった場合、肺静脈隔離術の両方向性伝導ブロックの持続性が高いと報告されている[15]。また、CTI の両方向性伝導ブロック作成後の急性期の再伝導のリスク因子として、CF 低値が報告されており、再伝導した焼灼巣の平均 CF は 8 g [5, 9 g]であった[16]。一方で、Giehm-Reese らによるランダム化比較試験では、目標 LSI 値を 7 以上とした AFL に対する CTI 線状アブレーションでは、CF を盲検化した場合と比較して、12 ヶ月後の心房性不整脈の再発率に差はなかった (45% vs. 44%,  $P = 0.51$ ) [9]。しかしながら、両群の平均 CF は同程度であり (16 g [12, 22 g] vs. 15 g [9, 25 g],  $P = 0.02$ )、これらの結果が本研究と異なっているのは、CTI アブレーションが経験豊富な術者によって行われたことが原因と考えられた。Lozano らは、動物実験において、TactiCath™ SE を心筋に使用すると、CF が 20g の場合と比較して、10g の場合はより焼灼巣が小さく、浅かったと報告している[17]。本研究では、ギャップ部位は非ギャップ部位と比較して、LSI 値に有意な差がなかったにも関わらず、CF が有意に低値であり (7 g [7, 8 g] vs. 10 [7, 12 g],  $P = .0284$ )、通電時間は長かった (22 s [20, 28 s] vs. 16 s [10, 23 s],  $P = .0096$ )。CF 低値は伝導ギャップを発生させる可能性があり、LSI 値が同様であっても、適切な CF が重要である。本研究の LSI を指標とした CTI 線状アブレーションを、十分な CF で行うことで、ファーストパス CTI 伝導ブロック成功率をさらに改善させ、アブレーション時間の短縮が期待される。

#### 4-4. 臨床的意義

LSI を指標にした CTI 線状アブレーションは、より安全で効率的なカテーテルアブレーションを可能にすることが期待される。

### 5. 研究の限界

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、患者数の限られた単施設の後向き観察研究であり、LSI の有効性を評価するためには多施設の前向き比較試験が必要である。第二に、CTI のアブレーションラインには凹凸が存在するため、カテーテルの接触に影響

響している可能性があるが、本研究ではコンピューター断層撮影や心臓超音波検査による解剖学的情報を評価していなかった。第三に、主に抗不整脈薬による AFL の予防のために CTI 線状アブレーションが施行されたため、術後の慢性期再発との関連性は評価できなかった。

## 6. 結語

LSI を指標にした CTI 線状アブレーションはより有効かつ安全な治療法となり得ることが示唆された。CF 低値は、LSI 値が同等であってもギャップ部位の形成に影響する可能性がある。

## 7. 今後の展望

心房粗動は薬物治療よりもカテーテルアブレーション治療による効果が高く、アブレーション治療成績の向上が望まれる。しかしながら、アブレーション方法は術者や施設間で様々であり、CTI 両方向性伝導ブロックの作成に難渋する症例も存在する。LSI を指標にした CTI 線状アブレーションは、より安全で効率的なアブレーションを行うための新たな方法になり得ると考える。

## 8. 謝辞

稿を終えるにあたり、本研究において御指導をいただきました、本学循環器内科学 阿古潤哉教授、庭野慎一先生、深谷英平先生、岸原淳先生に厚く御礼申し上げます。

## 9. 引用文献

1. Riva S, Tondo C, Carbucicchio C, Galimberti P, Fassini G, Bella PD, et al. Incidence and clinical significance of transformation of atrial fibrillation to atrial flutter in patients undergoing long-term antiarrhythmic drug treatment. *Europace* 1999;1:242-7.
2. Pérez FJ, Schubert CM, Parvez B, Pathak V, Ellenbogen KA, Wood MA, et al. Long-term outcomes after catheter ablation of cavo-tricuspid isthmus dependent atrial flutter: A meta-analysis. *Circ Arrhythmia Electrophysiol* 2009;2:393-401.
3. Natale A, Newby KH, Pisanó E, Leonelli F, Fanelli R, Potenza D, et al. Prospective Randomized Comparison of Antiarrhythmic Therapy Versus First-Line Radiofrequency Ablation in Patients With Atrial Flutter. *J Am Coll Cardiol* 2000;35:1898-904.
4. Calzolari V, Mattia L de, Indiani S, Crosato M, Furlanetto A, Licciardello C, et al. In Vitro

- Validation of the Lesion Size Index to Predict Lesion Width and Depth After Irrigated Radiofrequency Ablation in a Porcine Model. *JACC Clin Electrophysiol* 2017;3:1126–35.
5. Kanamori N, Kato T, Sakagami S, Saeki T, Kato C, Kawai K, et al. Optimal lesion size index to prevent conduction gap during pulmonary vein isolation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2018;29:1616–23.
  6. Mattia L, Crosato M, Indian S, Causin E, Licciardello C, Antonio P, et al. Prospective Evaluation of Lesion Index-Guided Pulmonary Vein Isolation Technique in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation: 1-year Follow-Up Corresponding Author. *J Atr Fibrillation* 2018;10:1858.
  7. Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software ‘EZR’ for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 2013;48:452–8.
  8. Cabrera JA, Sánchez-Quintana D, Farré J, Rubio JM, Siew YH, et al. The inferior right atrial isthmus: Further architectural insights for current and coming ablation technologies. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2005;16:402–8.
  9. Giehm-Reese M, Kronborg MB, Lukac P, Kristiansen SB, Jensen HK, Gerdes C, et al. Recurrent atrial arrhythmia in a randomised controlled trial comparing contact force-guided and contact force-blinded ablation for typical atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol* 2022;63:699-707.
  10. Sakama S, Yagishita A, Sakai T, Morise M, Ayabe K, Amino M, et al. Ablation index-guided cavotricuspid isthmus ablation with contiguous lesions using fluoroscopy integrated 3D mapping in atrial flutter. *J Interv Card Electrophysiol* 2022;64:217-22.
  11. Schillaci V, Strisciuglio T, Stabile G, Salito A, Arestia A, Agresta A, et al. Cavotricuspid isthmus ablation by means of very high power, short-duration, temperature-controlled lesions. *J Interv Card Electrophysiol* 2022. doi: 10.1007/s10840-022-01197-x.
  12. Zhang T, Wang Y, Han Z, Zhao H, Liang Z, Wang Y, et al. Cavotricuspid isthmus ablation using ablation index in typical right atrial flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2019;30:2414–9.
  13. Venier S, Andrade JG, Khairy P, Mondésert B, Dyrda K, Rivard L, et al. Contact-force-guided vs. contact-force-blinded catheter ablation of typical atrial flutter: A prospective study. *Europace* 2017;19:1043–8.
  14. Jones MA, Webster D, Wong KCK, Hayes C, Qureshi N, Rajappan K, et al. The benefit of tissue contact monitoring with an electrical coupling index during ablation of typical atrial flutter—a prospective randomised control trial. *J Interv Card Electrophysiol* 2014;41:237–44.
  15. Reddy VY, Dukkipati SR, Neuzil P, Natale A, Albenque JP, Kautzner J, et al. Randomized, Controlled Trial of the Safety and Effectiveness of a Contact Force-Sensing Irrigated

Catheter for Ablation of Paroxysmal Atrial Fibrillation: Results of the TactiCath Contact Force Ablation Catheter Study for Atrial Fibrillation (TOCCASTAR) Study. *Circulation* 2015;132:907–15.

16. Kumar S, Morton JB, Lee G, Halloran K, Kistler PM, Kalman JM, et al. High incidence of low catheter-tissue contact force at the cavotricuspid isthmus during catheter ablation of atrial flutter: Implications for achieving isthmus block. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2015;26:826–31.
17. Lozano Granero C, Franco E, Matía Francés R, Hernández-Madrid A, Sánchez-Pérez I, Zamorano Gómez JL, et al. Impact of power and contact force on index-guided radiofrequency lesions in an ex vivo porcine heart model. *J Interv Card Electrophysiol* 2022;63:687-97.

## 10. 業績目録

### (I) 主学術論文 (英文原著)

- ◎1. Murayama Y, Kishihara J, Fukaya H, Mitani Y, Saito D, Matsuura G, Sato T, Nakamura H, Ishizue N, Oikawa J, Niwano S, Ako J. Lesion size index-guided cavotricuspid isthmus linear ablation. J Interv Card Electrophysiol,66:485-92,2023.

### (II) 原著 (主学術論文を除く)

なし

### (III) 著書

なし

### (IV) 総説・講座

なし

### (V) 症例・臨床治験・その他

- 1. 村山友介、石末成哉、小木曾翔、齋藤大樹、小林周平、中村洋範、及川淳、岸原淳、深谷英平、庭野慎一、阿古潤哉：期外刺激による左房の Isochronal Late Activation Mapping が、心房頻拍の至適アブレーション部位の同定に有用であった一例. 北里医学、54 (in press)
- 2. 齋藤大樹、深谷英平、三谷優太朗、村山友介、佐藤哲郎、松浦元、中村洋範、石末成哉、岸原淳、庭野慎一、阿古潤哉：LUMIPOINT™アルゴリズムによる微細な異常電位検出が治療に有用であった心房細動の一例. 心臓、54:22-6, 2022.

## 11. 図表

表 1: 患者背景

	N = 50
年齢 (歳)	67 ± 10
男性, N (%)	34 (68)
Body Mass Index (kg/m <sup>2</sup> )	24.1 ± 3.7
心臓手術歴, N (%)	1 (2)
心不全, N (%)	12 (24)
高血圧, N (%)	30 (60)
糖尿病, N (%)	6 (12)
虚血性心疾患, N (%)	1 (2)
成人先天性心疾患, N (%)	0 (0)
心房粗動, N (%)	7 (14)
心房細動, N (%)	50 (100)
CHADS2 score (点)	1 [1, 2]
CHA <sub>2</sub> DS <sub>2</sub> VASc score (点)	2.5 [1, 3]
<b>内服薬</b>	
抗不整脈薬, N (%)	41 (82)
Class I, N (%)	7 (14)
Class II, N (%)	31 (62)
Class III, N (%)	1 (2)
Class IV, N (%)	4 (8)
<b>血液検査</b>	
BNP (pg/mL)	120.1 [62.4, 284.4]
Ccr (ml/min)	53.9 [45.6, 68.7]
<b>心エコー図検査</b>	
左室駆出率 (%)	61 ± 11
左房径 (mm)	40.1 ± 5.8
<b>手技背景</b>	
総通電時間 (mm)	4.0 [3.1, 5.0]
総通電回数	15 ± 7

ファーストパス CTI 伝導ブロック, N (%)	39 (78)
急性期 CTI 伝導ブロック, N (%)	50 (100)
CTI 距離 (mm)	36.9 ± 9.3
アブレーション後の観察時間 (分)	12.3 ± 7.7
急性期再伝導, N (%)	0 (0)
心房細動アブレーション	50 (100)
主要合併症, N (%)	0 (0)
スチームポップ, N (%)	0 (0)

---

平均値±標準偏差、中央値 (四分位点) または頻度 (%).

BNP = 脳性ナトリウム利尿ペプチド、Ccr = クレアチニン・クリアランス、CTI = 三尖弁輪下大静脈峡部.



表 2: ギャップ部位と非ギャップ部位におけるアブレーションパラメータの比較

	計 (n = 613)	ギャップ 部位 (n = 11)	非ギャップ 部位 (n = 602)	P 値
通電時間 (秒)	16 [10, 23]	22 [20, 28]	16 [10, 23]	<.01
通電出力 (W)	34 [33, 34]	34 [34, 34]	34 [33, 34]	.692
温度 (°C)	35 [34, 37]	35 [34, 37]	35 [34, 37]	.551
インピーダンスドロップ (Ω)	18 [14, 23]	18 [14, 27]	18 [14, 23]	.673
インピーダンスドロップ (%)	15 [12, 19]	17 [12, 23]	15 [13, 19]	.509
接触力 (g)	10 [7, 12]	7 [7, 8]	10 [7, 12]	.028
FTI (gs)	166 [105, 217]	159 [153, 217]	168 [104, 217]	.503
LSI	5.0 [4.6, 5.1]	4.7 [4.3, 5.1]	5.0 [4.6, 5.1]	.348

中央値 (四分位点).

FTI = Force time integral、LSI = Lesion size index.

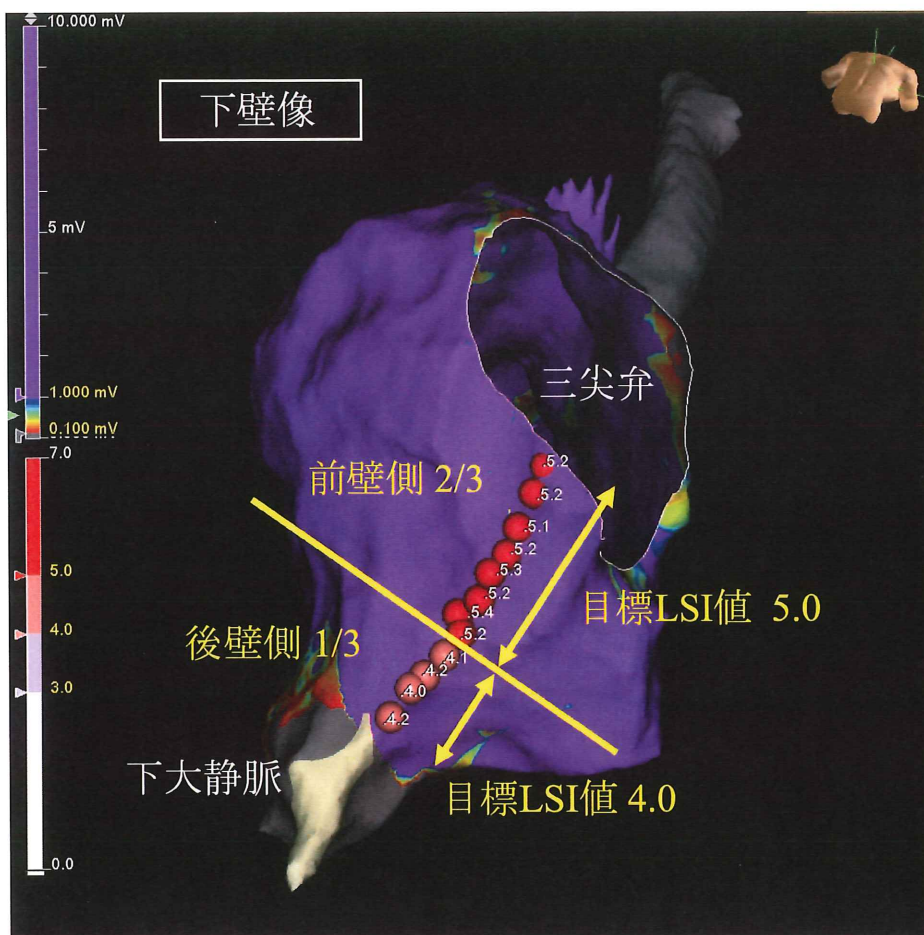
表 3: 先行研究との比較

	本研究	REESE 2022	SAKAMA 2022	SCHILLACI 2022	ZHANG 2019	VENIER 2017	JONES 2014
研究デザイン	単群 後ろ向き 単施設	2群 前向きランダム化比較 単施設	単群 前向き 単施設	2群 前向き 単施設	2群 後ろ向き 単施設	2群 前向き 単施設	2群 前向き 単施設
アブレーション プロトコール	目標 LSI 値 CTI 前壁側 2/3: 5.0 後壁側 1/3: 4.0	目標 LSI 値 CF 盲検化 7.0	目標 AI 値 AI 盲検化 450	高出力 短時間通電 目標 AI 値 500	目標 CF 値 5-40 g	目標 CF 値 10-25 g	CF 盲検化
通電出力設定 (W)	35	40	35	90	35	30-35	50
アブレーション カテーテル	3.5mm irrigated tip TactiCath™ SE	3.5mm irrigated tip TactiCath™ Quartz	3.5mm irrigated tip ThermoCool™ ST	3.5mm irrigated tip QDOT Micro™	3.5mm irrigated tip ThermoCool™ ST	3.5mm irrigated tip ThermoCool™ ST	3.5mm irrigated tip Coolpath™ Duo
N	50	78	151	28	42	35	51
主要アウトカム	総通電時間	12ヶ月後の心房性不整脈 再発	ファーストパス CTI 伝導ブロック	ファーストパス CTI 伝導ブロック	ファーストパス CTI 伝導 ブロック	総通電時間と 通電エネルギー	総通電時間
総通電時間	4.0 [3.1, 5.0]	8.0 [5.0, 11.0] 8.0 [7.0, 11.0]	4.2 ± 2.4	1.5 ± 0.7	12.5 ± 3.8	10.0 [8.3, 15.1]	9.6 ± 4.8
ファーストパス CTI 伝導ブロック, N (%)	39 (78)	63 (80)	120 (80)	25 (89)	32 (76.2)	30 (85.7)	30 (59)

	本研究	REESE 2022		SAKAMA 2022		SCHILLACI 2022		ZHANG 2019	VENIER 2017		JONES 2014
総通電回数	15 ± 7	13 [9, 17]	14 [12, 20]	11 ± 5	12 ± 4	22 ± 4	19 ± 8	11.5 ± 3.0	13.0 [7.5, 17.0]	20.5 [12, 35.8]	11.4 ± 5.3
急性期 CTI 伝導ブロック, N (%)	50 (100)	75 (96)	76 (99)	-	-	-	-	42 (100)	35 (100)	35 (100)	51 (100)
主要合併症, N (%)	0 (0)	3 (4)	3 (4)	-	-	0 (0)	0 (0)	1 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
スチームポップ, N (%)	0 (0)	16 (20)	18 (23)	3 (2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	-	2 (5.7)	0 (0)	-

LSI = Lesion size index、CF= Contact force、AI= Ablation index、CTI= 三尖弁輪下大静脈峡部。

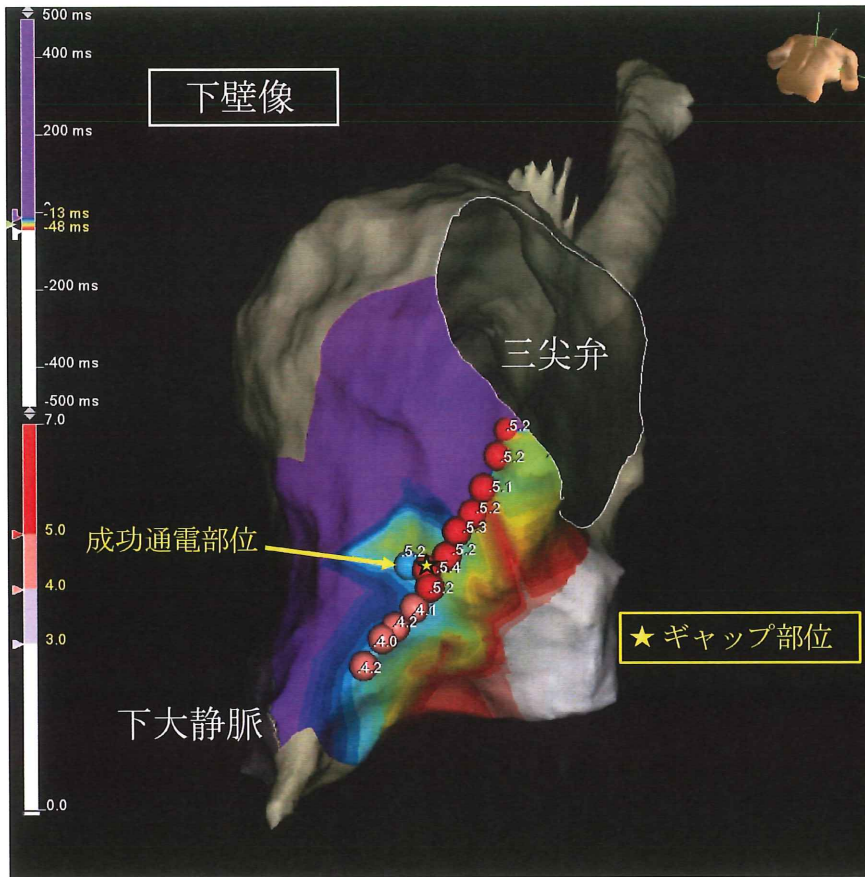
図 1: LSI を指標にした CTI 線状アブレーションの方法



CTI 線状アブレーションラインの前壁側 2/3 の目標 LSI 値 5.0、後壁側 1/3 の目標 LSI 値 4.0 とした。

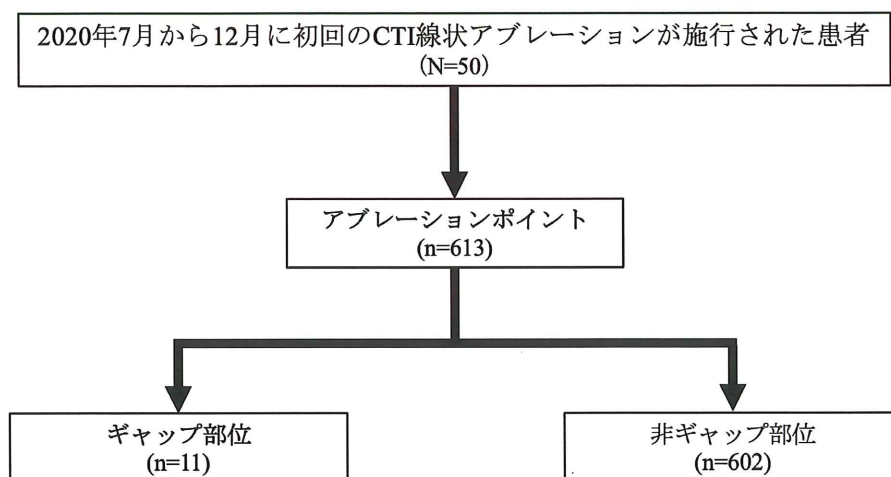
LSI = Lesion size index、CTI= 三尖弁輪下大静脈峡部。

図 2: ギャップ部位の定義



冠静脈洞入口部からの一定の電気刺激の調律下でアブレーションカテーテルもしくは high-density grid カテーテルを用いて、アクティベーションマップもしくは局所電位から電氣的ギャップを同定し追加通電を行った。両方向性伝導ブロックの作成に成功した追加通電部位(青タグ)に最も近い1ライン目の通電部位をギャップ部位(星印)と定義した。

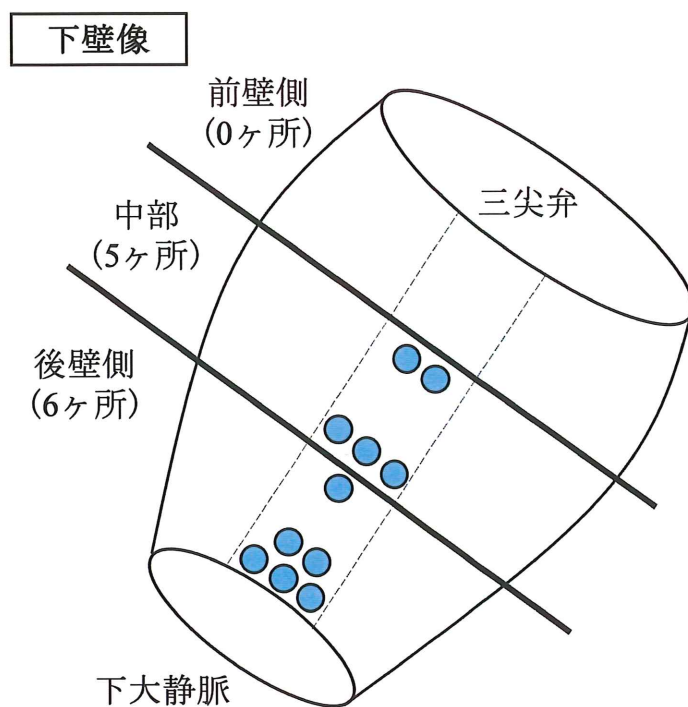
図 3: 患者フローチャート



50名の患者、613カ所のアブレーションポイントを評価し、ギャップ部位群と非ギャップ部位群の2群に分類した。ギャップ部位は11ヶ所で観察された。

CTI= 三尖弁輪下大静脈峡部。

図 4: ギャップ部位の分布



ギャップ部位（青タグ）は CTI 線状アブレーションラインの中部 1/3 に 5 ヶ所、後壁側 1/3 に 6 ヶ所認めた。

CTI= 三尖弁輪下大静脈峡部。