



心房細動アブレーションの最新治療

谷本耕司郎[†]

IRYO Vol. 72 No. 6 (293-298) 2018

【キーワード】 心房細動, アブレーション, イメージング

はじめに

近年のカテーテルアブレーションの技術・機器の進歩は目覚ましく、とくに発作性心房細動は確実な肺静脈隔離術により成功率（洞調律維持率）は80%を超えている。また、以前は根治が難しかった持続性・長期持続性心房細動に対するカテーテルアブレーションの洞調律維持率も上昇してきており、心房細動の治療としてカテーテルアブレーションは欠かすことのできないものとなっている。本稿では東京医療センター（当院）で行っているカテーテルアブレーションの最新治療について解説する。

1998年に Haïsaaguerre らが心房細動発生のメカニズムとして肺静脈起源期外収縮を提唱し、現在でも心房細動に対するカテーテルアブレーションの根幹として肺静脈電氣的隔離が確立している¹⁾。いかに効率よく、確実に、永続的な肺静脈隔離を行うかを目的として、心房細動アブレーションが発展したといっても過言ではない。

3次元マッピング

心房細動に対するカテーテルアブレーションでは3次元マッピングを用いる（図1）。左房・肺静脈

という3次元構造に対して正確にかつ確実に連続したアブレーションを行うためにはアブレーションカテーテルの正確な位置把握が重要となってくる。従来はX線透視を主体としたカテーテル操作を行い、詳細な位置把握のために透視時間が多くなり、患者だけでなく術者・コメディカルへの放射線被曝が問題となっていた。磁場・インピーダンスを用いた3次元マッピング装置を用いることによりX線透視を用いることなく誤差1mm精度でのカテーテル操作が可能となっている。そのため今日の心房細動アブレーションではX線透視時間は10分を切っている。

イメージング

左心房・肺静脈という3次元構造を正確に把握するために術前に撮影した造影CT情報、術中のX線透視画像を3次元マッピング機器に導入することにより、カテーテル操作は取り込んだ左房・肺静脈の3次元構造内で行うことができる（図1）。左房・肺静脈の構造は患者により異なるため、患者に応じたアブレーションラインを選択のために左房・肺静脈の3次元構造の把握・表示が非常に重要である（図2）。

国立病院機構東京医療センター 循環器内科 [†]医師

著者連絡先：谷本耕司郎 国立病院機構東京医療センター 循環器内科 〒152-0021 東京都目黒区東が丘2丁目5-1

e-mail: ktanimoto@ntmc-hosp.jp

(平成30年5月7日受付, 平成30年6月8日受理)

The Latest Topics in Atrial Fibrillation Ablation

Kojiro Tanimoto, NHO Tokyo Medical Center

(Received May 7, 2018, Accepted Jun. 8, 2018)

Key Words: atrial fibrillation, ablation, imaging



図1 3次元マッピング・イメージング

3次元マッピング (CARTO™). 左画面は正面像. 3次元マッピング表示にX線透視画像 (左房造影) が統合されている. アブレーションカテーテル (ABL) の先端にコンタクトの情報が矢印 (方向) ・強さ (ゲージ) で表示されている. 右画面は頭側からの視点. 術前に施行した左房・肺静脈の3次元画像が導入されている.

高周波アブレーションカテーテル イリゲーションチップ

高周波カテーテルアブレーションではアブレーションカテーテル先端電極 (3.5mm 長) と患者の背面に貼付した対極版との間で高周波通電 (500kHz) を行う. 電極に接触する心筋 (3-5 mm) は抵抗熱により50-80度に温度上昇し, 組織の変性・焼灼が生じる. アブレーションカテーテル先端のサーミスタによる温度モニタリングにより, 高周波通電の出力調整を行うが, 慢性心房細動のような左房血流の低下した状態では温度上昇により十分な焼灼が行えないことがあり, イリゲーション (灌流) チップカテーテルを用いる. イリゲーションチップカテーテルは先端電極の56穴多孔性チップより灌流水を流すことにより先端チップを冷却し, 周囲血流に依存せず安定した出力を供給することができる (図3). また接触心筋および先端電極周囲の血液に灌流水を噴射することによる血栓形成の予防効果が確認されている.

コンタクトセンサー

アブレーションカテーテルの先端には磁場を利用したコンタクトセンサーが搭載されており, カテーテル先端にかかる圧力および方向をベクトル表示する (図1, 3). 高周波カテーテルアブレーションではカテーテル先端が標的心筋に接触することが必要であり, 安定したコンタクトを維持することは, 必要十分な心筋焼灼のために必須である²⁾. しかしながら過度なコンタクトは過剰な焼灼となり, 心筋穿孔, スチームポップ (心筋内での水蒸気爆発), 周辺組織 (食道・肺) への損傷の原因となる. コンタクトセンサーを用いることにより, 必要十分なコンタクトを維持しながらアブレーションができるだけでなく, アブレーションカテーテルの操作中に予期せぬコンタクト上昇を感知することも可能であり, 穿孔などの合併症の予防・必要最小限のX線透視量で治療を行うことができる.

アブレーションリージョン評価

高周波カテーテルアブレーションによる単回 (30

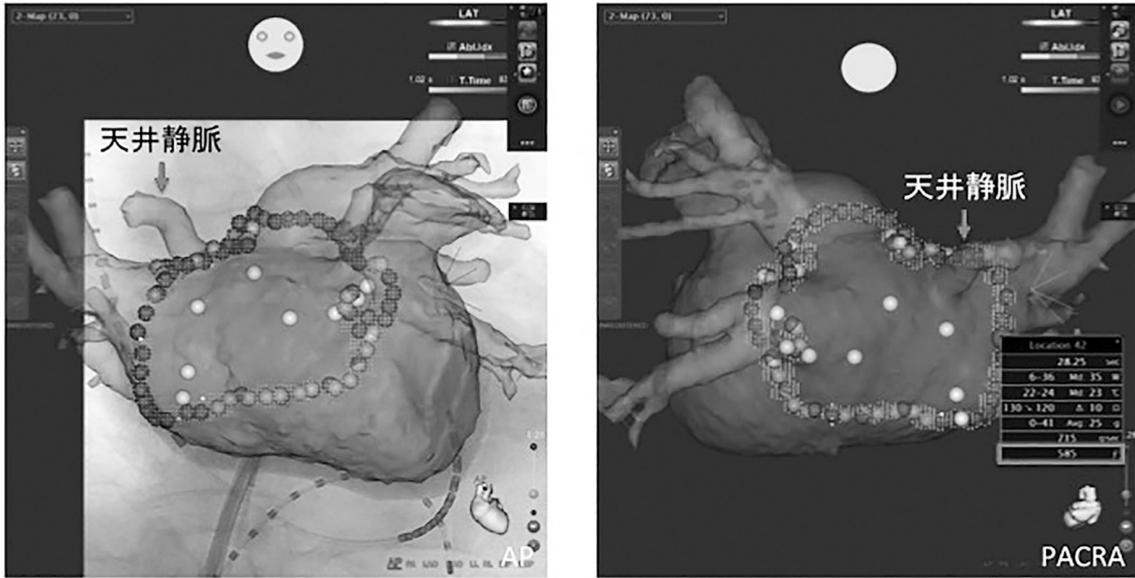


図2 3D CTを用いたアブレーション

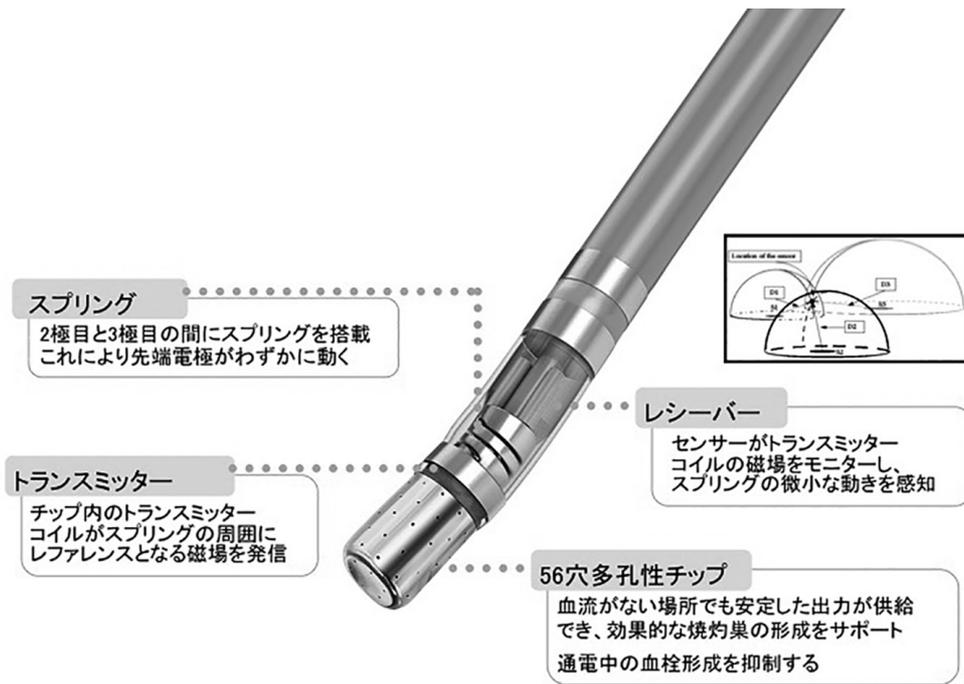
持続性心房細動症例。左図は正面像。術前の3D CTで天井静脈(矢印)を認めた。天井静脈を含めるように肺静脈・左房後壁隔離を施行。右図は背後頭側からの視点。アブレーションを行った各ポイントは通電時間、出力、温度、インピーダンス、コンタクトの情報を記録・表示され、それを基に計算されたアブレーションインデックス™ (585)が表示される。

秒程度)の心筋焼灼範囲は3-5mm程度であり、肺静脈周囲を連続的に焼灼する必要がある。1回毎の焼灼効果を客観的に判定するために、アブレーションの位置および安定性は3次元マッピング上に自動で表示され、コンタクトと出力と時間を計算した指標・アブレーションインデックス™が表示される(図2)。このアブレーションインデックスは動物実験での焼灼深度をもとに計算され、検証されている。このことにより、これまで経験・感覚的に行っていたアブレーションを、客観的に評価することが可能となった³⁾。

クライオバルーンアブレーション

クライオバルーンアブレーション (Arctic Front Advance™, メドトロニック社)は、カテーテル先端に直径28mmのバルーンがついたアブレーションカテーテルを肺静脈開口部に圧着し、完全閉塞する。その後、バルーン内で亜酸化窒素ガスを噴射することによりバルーン温度を約-50度まで冷却し、バルーンに接触する肺静脈開口部を冷却(クライオ)アブレーションするシステムである(図4)。肺静脈が完全閉塞されていれば、多くの場合、冷却開始より60秒以内に肺静脈が電氣的隔離され、180秒間の

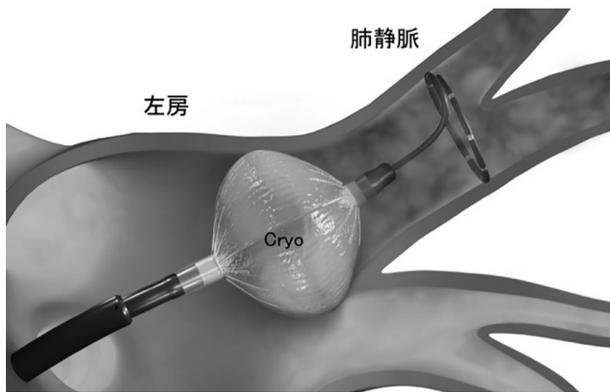
クライオアブレーションにより永続的な電氣的隔離が確立する。このクライオアブレーションを4本の肺静脈すべてに行い、肺静脈隔離術を行う(図5)。これは従来の高周波カテーテルアブレーションによる肺静脈隔離が、片側上下肺静脈周囲を1回30秒の通電で20-30回程度も行っていたのに対して、手技時間の大幅な短縮(約1時間30分)に貢献する。また、クライオアブレーションされた領域は、連続的かつ幅を持っており高周波アブレーションに比べ、慢性期の肺静脈の伝導再開率も低いと報告されている。さらには、従来の高周波アブレーションが熟練したカテーテル操作を必要とするのに比べ、クライオアブレーションでは肺静脈閉塞するためのバルーンカテーテルの操作が比較的容易なため、手技の上達も早いと報告されている。2016年に報告されたFire and Ice試験は薬剤抵抗性発作性心房細動患者762人を対象とする大規模多施設前向きランダム化比較試験であり、平均1.5年のフォローアップ期間後にクライオバルーンアブレーションは高周波アブレーションと比較して同等の有効性・安全性であると結論された(1年後再発率:クライオ群34.6%vs高周波群35.9%)⁴⁾。2014年に日本でも発作性心房細動に対するカテーテル治療として保険収載されており、多くの施設で使用されるようになってきてい



ジョンソン・エンド・ジョンソン社より

図3 アブレーションカテーテル (Thermocool Smarttouch SF™)

イリゲーション：先端電極は56穴多孔性チップからの灌流水によるクーリングにより安定した出力が得られ、かつ通電中の血栓形成を予防する。コンタクトセンサー：磁場を用いたコンタクトセンサーによりカテーテルの先端荷重・方向を把握し、3次元マッピング上に表示する。



メトロニック社より

図4 クライオバルーンアブレーション
クライオバルーン Arctic Front Advance™ (Cryo) を肺
静脈開口部に圧着し、冷凍アブレーションを行う。

る。2018年現在は持続性心房細動に対する適応はないが、持続性心房細動に対する有効性の報告も出てきており、今後の適用拡大が考えられる。

東京医療センターにおける心房細動アブレーションの有効性・安全性

東京医療センターでは心房細動に対するカテーテルアブレーションを積極的に行っている。発作性心房細動に対しては術前に造影CTを撮影し、通常の肺静脈の症例ではクライオバルーンアブレーションを、肺静脈共通幹や拡大した肺静脈(径25mm以上)、中肺静脈がある症例では、高周波カテーテルアブレーションによる拡大肺静脈隔離を行っている。

アブレーションでは上記した3Dマッピング、イメージング導入、コンタクトフォースを用いた高周波カテーテルアブレーションを行っており、2015年度の初回心房細動アブレーション151例、平均フォローアップ期間 365 ± 104 日の成績は、発作性心房細動では1年後の初回・抗不整脈なしでの洞調律維持率が87%、1年未満の持続性心房細動では84%、1年を超えた長期持続性心房細動でも79%の症例が洞調律を維持できている(図6)。複数回アブレーション・抗不整脈薬投与を含めると多くの症例で洞調律が維持、心房細動がコントロールできていた。また、

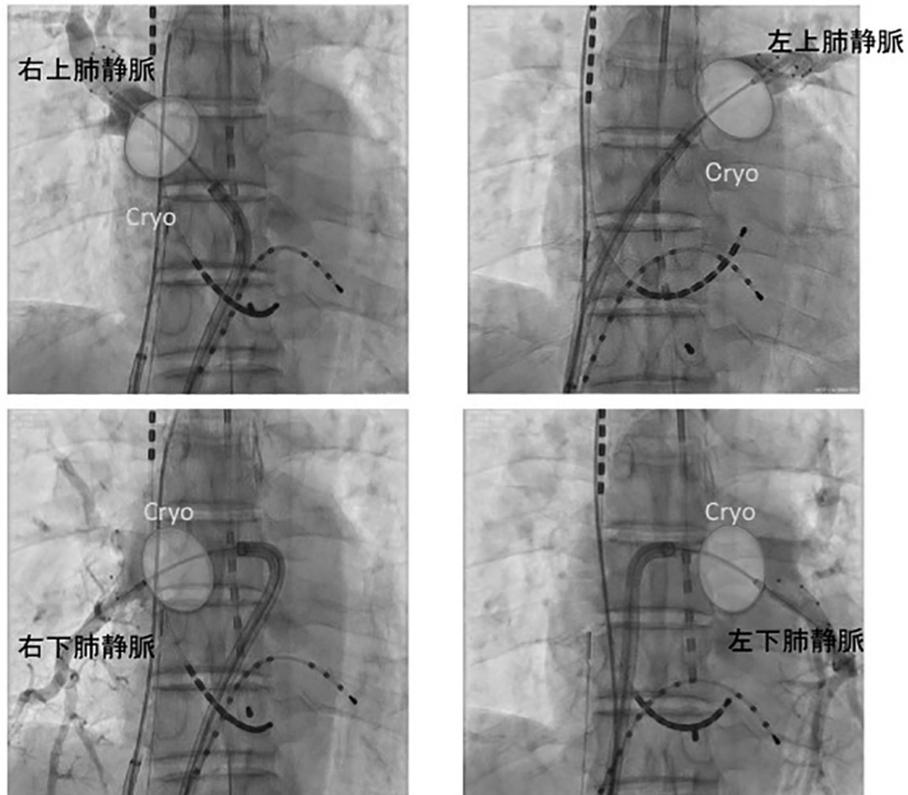


図5 クライオバルーンアブレーション

発作性心房細動に対するクライオアブレーション。クライオバルーン (Cryo) を上下左右4本の各肺静脈開口部に圧着しクライオアブレーションを施行・隔離する。

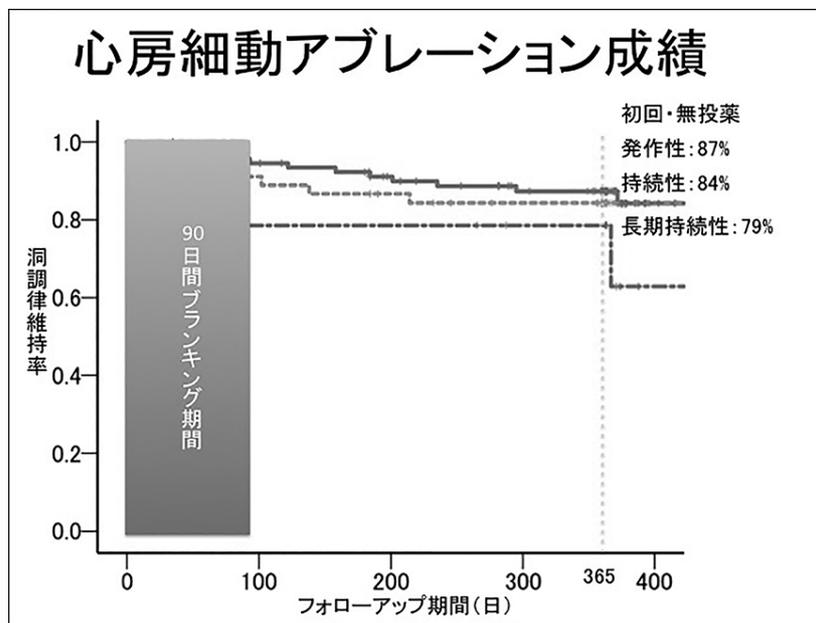


図6 心房細動アブレーション成績

東京医療センター2015年度の心房細動アブレーション成績。151例（発作性91例，持続性45例，長期持続性15例），フォローアップ期間365±104日。初回・無投薬での洞調律維持率は発作性（実線）87%，持続性（破線）84%，長期持続性（一点鎖線）79%であった。

アブレーション 安全性

2013年1月～2017年11月27日

全1164例

－ 周術期合併症: 0.8%

- ・ 死亡: 0例
- ・ 脳梗塞・TIA: 0例
- ・ 心タンポナーデ: 1例
- ・ 横隔神経麻痺: 3例
- ・ 胃蠕動障害: 1例(経過観察で改善)
- ・ 穿刺部合併症: 3例
- ・ ST上昇: 1例

－ フォローアップ合併症:

- ・ 脳梗塞: 1例(DOAC内服中)
- ・ 脳出血: 1例(DOAC内服中)

図7 アブレーション安全性

安全性でも2013年から2017年のカテーテルアブレーション1,164例で、周術期死亡0例、脳梗塞・一過性脳虚血発作(Transient ischemic attack: TIA) 0例、心タンポナーデ1例と安全に手技を行えている(図7)。

おわりに

近年の心房細動アブレーションの発展は3Dマッピング機器・アブレーションカテーテルの進歩によるものが大きいと考えられ、それらを十分に使用することで、効果の高い・安全な心房細動アブレーションが可能となっている。発作性心房細動については確立した治療であり、今後は第一選択の治療法と

なるが、さらなる大規模試験結果が望まれる。持続性・長期持続性心房細動において洞調律維持率は高くなってきたが、さらなる成績向上のために持続性心房細動の維持機構の解明を含めた解析、マッピング機器・方法の発展が望まれる。

著者の利益相反: 本論文発表内容に関連して申告なし。

[文献]

- 1) Haïssaguerre M, Jaïs P, Shah DC et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998 ; 339 : 659-66.
- 2) Reddy VY, Shah D, Kautzner J et al. The relationship between contact force and clinical outcome during radiofrequency catheter ablation of atrial fibrillation in the TOCCATA study. *Heart Rhythm* 2012 ; 9 : 1789-95.
- 3) Philips T, Taghji P, El Haddad M et al. Improving procedural and one-year outcome after contact force-guided pulmonary vein isolation : the role of interlesion distance, ablation index, and contact force variability in the 'CLOSE' -protocol. *Europace* 2018 [Epub ahead of print].
- 4) Kuck KH, Brugada J, Fürnkranz A et al. FIRE AND ICE Investigators. Cryoballoon or Radiofrequency Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation. *N Engl J Med* 2016 ; 374 : 2235-45.