

事務連絡
令和6年3月8日

報道機関 各位

函館市病院局
管理部庶務課長

脳梗塞予防手術（ウルフ - 大塚手術Ⅱ法）による治療について（取材依頼）

当局市立函館病院では、令和6年2月27日に慢性心房細動に伴う脳梗塞を予防する手術である左心耳閉鎖手術（ウルフ - 大塚手術Ⅱ法）を行い成功しました。今回、道南では初の実施および成功症例となります。

つきましては、取材報道についてよろしくお取り計らいくださいますようお願い申し上げます。

※取材時は事前に下記までご連絡ください。

記

日時 令和6年3月14日（木） 18時00分～
場所 市立函館病院 旧精神棟2階 応接室
その他 術式の詳細は別紙参照

【取材時連絡先】

函館市病院局管理部庶務課（市立函館病院）

担当 宮本・澤口

TEL 43-2000（内線 4209・4207）

E-mail: shomu-shomu@hospital.hakodate.hokkaido.jp

非弁膜症性心房細動に対する MICS: ポート・アクセス完全内視鏡下手術 (WOLF-OHTSUKA 法)

大塚俊哉

都立多摩総合医療センター 心臓血管外科

● 緒言

過去 20 年間に心房細動に対する治療は急速に発展した。Cox らが 1990 年代に開発した MAZE 手術は心房細動に対する観血的リズムコントロール治療の先駆けとなり¹⁾、Haïssaguerre らが肺静脈を起源とした心房細動発生理論を発表し、カテーテル・アブレーションによる肺静脈隔離法の概念が確立した²⁾。心筋のアブレーションもラジオ波、クライオなど様々な方法論が生まれ、開心術を伴う心房細動には MAZE、非弁膜症性心房細動(特に発作性心房細動)の観血的治療にはカテーテル・アブレーションという 2 極化した治療戦略が発展した。また、心房細動治療のもうひとつの課題である血栓性脳梗塞予防においては、ワルファリンという唯一の抗凝固治療薬の時代から、脳梗塞リスクを細かく解析・スコア化し³⁾、多種類の抗凝固薬から患者の年齢などに応じて選択できる新たな時代へ移行した⁴⁾。血栓の発生源である左心耳をカテーテル法により閉鎖する方法論も考案され、移植デバイスも開発されている^{5,6)}。

以上のような変遷の中で、テクノロジーやテクニックの進歩とともに低侵襲心臓外科手術(MICS)による心房細動治療が期待されている。小さな開胸創から人工心肺を使用して行う MICS-MAZE⁷⁾、小さな開胸創から人工心肺を使わずに肺静脈隔離等を

行う手技⁸⁾、計画的に MICS+カテーテル治療を行うハイブリッド治療⁹⁾など多彩な治療法が考案されている。肺静脈隔離を迅速かつ確実な貫壁性をもって可能にするクランプ型のアブレーション装置¹⁰⁾、左心耳を心外膜側から確実に閉鎖でき、抗凝固治療を離脱できるデバイスの出現によるところが大きい^{11,12)}。MICS法の進歩により、カテーテル治療では困難な症例に対する治療が可能になり、観血的治療の適応症例を増やし、患者の治療選択肢を拡げることにつながると思われる。

本稿では、われわれが行っている非弁膜症性心房細動に対する MICS の一法であるポート・アクセス完全内視鏡下手術(WOLF-OHTSUKA: W-O 法)の手術法および結果について述べ若干の考察を加える。

● 方法

1. 手術適応および術式の選択

W-O 法は、アブレーションと左心耳切除の 2 つの手技から成る。アブレーションと左心耳閉鎖を同時に行うのを W-O I 法、左心耳閉鎖のみ行うのを W-O II 法と称する。アブレーションを行う W-O I 法は有症状かつ抗不整脈薬に抵抗性でカテーテル治療が困難・不適切な患者を適応としているが、アブレーション治療を提示されても本法の利点(左心耳切除による脳梗塞予防と迅速な抗凝固治療の離脱)

を好み W-O 法を選択する患者も少なくない。カテーテル治療が困難な症例とは、左心耳内の血流が極度にうっ滞したり左心耳の先端に血栓が凝われるような症例が多い。腎機能低下やアレルギーにより造影剤が使用できない症例、抗凝固治療が様々な理由で困難な症例(カテーテル・アブレーション後のマネジメントが難しい)も W-O I 法のよい適応である。複数回のカテーテル・アブレーションが不成功で W-O I 法独特の左肺静脈と左心耳を一括して隔離する左側左房一括隔離法(後述)の効果を期待されて紹介となるケースも増えている。W-O II 法は、高齢者または心房細動歴が非常に長いなどアブレーション効果が期待できない症例で、抗凝固治療が困難な場合により適応となる。抗凝固治療が困難な理由は多岐にわたるが、出血などの副作用、高齢、腎・肝機能障害のほか、認知症などにより薬剤アドヒアランスが低下した患者も少なくない。また、抗凝固治療は多かれ少なかれ患者のライフ・スタイルに影響するので、上記のような臨床的な理由がなくても抗凝固治療の停止を求めて W-O 法を選ぶ患者も増えている。

2. 非適応症例

低心機能症例(Ejection Fraction<25%)、30分以上の片側肺換気が困難な低肺機能症例(終末期の肺気腫症例など)、胸部や心臓の手術歴または結核などの炎症性疾患歴などにより内視鏡(または MICS)アプローチが困難な症例が挙げられる。

3. 術前スクリーニング

下記①-③の項目について術前スクリーニング検査を行う。

- ①血液凝固を助長する基礎疾患：血液疾患、炎症性疾患、感染症や糖尿病などの代謝異常疾患
- ②心疾患：心筋症など抗凝固治療を継続すべき病態
- ③非心原性脳梗塞の原因病変：大動脈-頸動脈-脳血管の動脈硬化性病変

④左心耳内の既存血栓

血栓形成を促進する基礎疾患は術前に精査、治療し、左心耳閉鎖後に抗凝固治療を離脱できるかの適否を慎重に判断する。③、④については画像診断(CT, MRI, 超音波)を適宜使用して評価する。脳梗塞リスクのある動脈硬化病変に対しては脳神経科による保存的または観血的治療、あるいは嚴重な経過観察を行う。左心耳内部(基部-体部)に不安定な血栓の存在が疑われた場合は一定期間保存的治療を強化して再評価する。

4. 手術法

①W-O I：アブレーション+左心耳閉鎖

[麻酔と体位：図 1A]

分離肺換気用チューブにて挿管し、両側の腋窩を広く露出するよう両上肢を挙上した仰臥位とする。経食道超音波を左心耳血栓の最終チェック、切除時のガイドとして使用する。中心静脈ラインは上大静脈隔離に備えて浅めに挿入する。

[カルディオ・バージョンによる洞調律の確認]

長期維持型の心房細動症例の場合には、全身麻酔下に電気ショックを行い洞調律を確認する。安定した洞調律が出現しない場合には、術式は W-O II に変更する。

[ポート・プレースメント：図 1B]

5 mm あるいは 1 cm 長の刺創に内視鏡手術用の“ポート”と呼ばれる円筒を両側の側胸壁に設置(通常 4 か所)する。スコープ用のポートは第 3 肋間前腋窩線上、アブレーション用の器械およびステープラー用のポートは第 6 肋間中腋窩上に置かれることが多い。

[主な使用器械]

アブレーション：Isolator Synergy Clamps and Isolator Transpolar Pen, Atricure, USA.

左心耳閉鎖(内視鏡手術用ステープラー)：ECH-ELON FLEX™ Powered ENDOPATH® Stapler 60, ETHICON, USA.

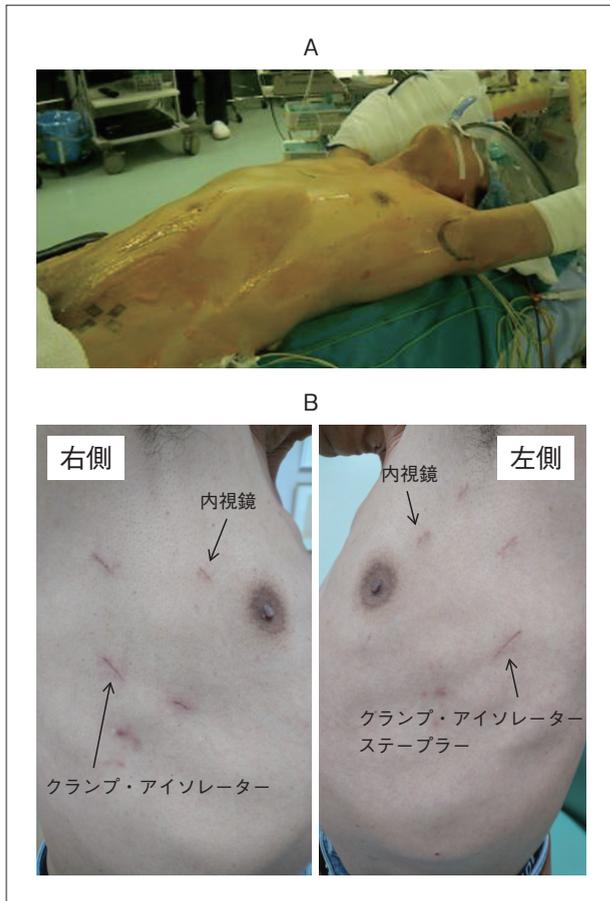


図1 体位およびポート・プレースメント

- A: W-O I法の体位。仰臥位で両上肢を挙上して腋窩を広く露出する。
 B: ポート・プレースメント。W-O I法では両側に4か所ずつポートを設置する。

〔手術テクニック〕

心膜切開：横隔神経の1 cm 程度後方(左側)および前方(右側)で神経と平行に、肺門部を中心に心膜を5 cm 程度縦切開する。神経を損傷しないよう注意が必要である(内視鏡の視野内に神経を確認しながら切開する)。

肺静脈周囲の剥離：左側は左肺動脈と左上肺静脈の間にあるマーシャル靭帯を鋭的に切離し(図2A)、鈍的剥離により左房後方の心膜洞に至る。右側は下大静脈と右下肺静脈の間および右側左房天井部と右肺動脈の間を剥離し心膜洞に至る。先端が光るウルフ・ダイセクターを利用して上・下肺静脈を一括してテーピングする(図2B)。内視鏡アプローチでは術者の指先による触覚を使えないので、光が点灯している先端部分を視覚的に追跡、確認できるウルフ・ダイセクターは非常に便利であり、操作法を習熟することは極めて重要である。

アブレーション：以上の剥離操作の後、クランプ・アイソレーターを使用して心外膜側から左側および右側(図3A)肺静脈および上大静脈基部(図3B)の電氣的隔離を行う。左側は左側左房一括隔離(左心耳と左肺静脈を一括隔離する)を行うのがW-O アブレーション・テクニックの特徴である(図3C)。このテクニックにより、左心耳周囲やマーシャル靭帯、周辺の神経節叢を肺静脈とともに効率的に隔離できる。クランプによる隔離はジェネレーターの伝導曲線を参考にしながら1か所につき2回の焼灼、

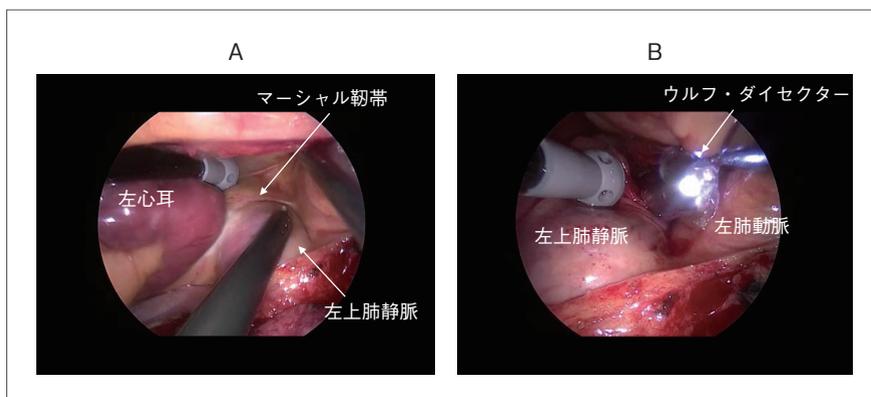


図2 術中写真

- A: マーシャル靭帯の切離
 B: ウルフ・ダイセクターの補助による肺静脈のテーピング

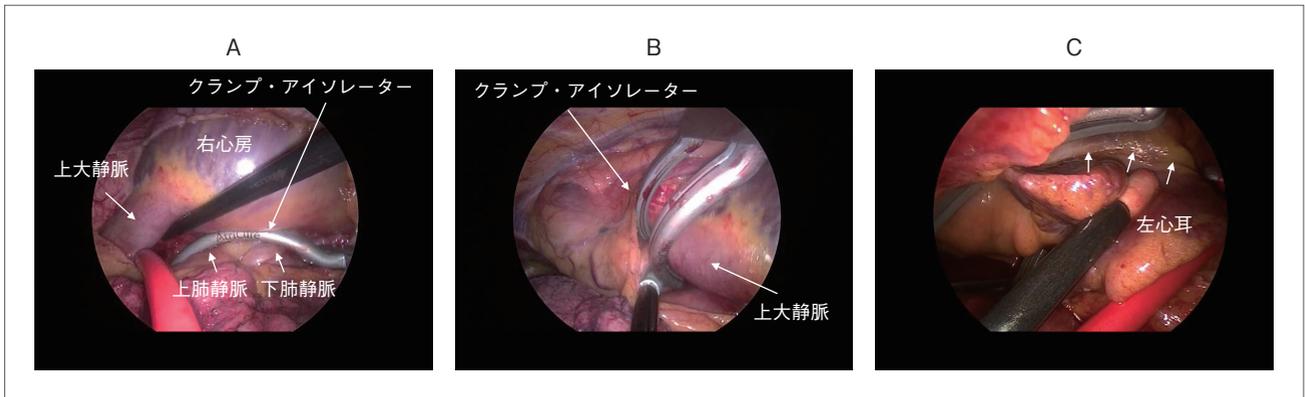


図3 術中写真

- A：クランプ型アイソレーターによる右肺静脈隔離
- B：クランプ型アイソレーターによる上大静脈基部の隔離
- C：クランプ型アイソレーターによる左側左房一括隔離
矢印=左肺静脈と左心耳を一括して隔離するライン

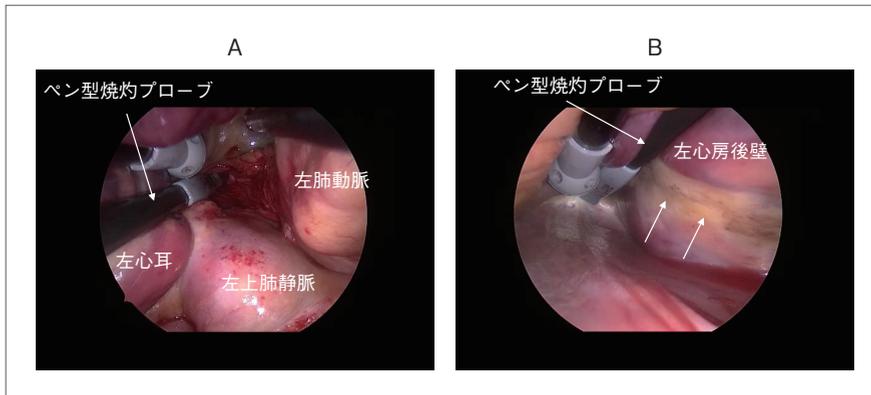


図4 術中写真

- A：ペン型焼灼プローブによる左房天井の焼灼
- B：ペン型焼灼プローブによる左房後壁床部の焼灼(矢印)

クランプを少しずらすことにより2重の隔離(計4回焼灼)を行っている。さらにペン型プローブを用い、左房天井(図4A)と床部(図4B)に左右の肺静脈隔離ラインをつなげる、いわゆる Linear lesion のアブレーションも行う。第6肋間中腋窩線のポートにスコープを移動すると左房の後面を視ることができ、床部のアブレーションが容易になる。

左心耳閉鎖(図5A・B)：左心耳は、内視鏡手術用の自動縫合器を用いて切離することによって閉鎖す

る。大きな左心耳の場合、両端に突起が残ることがある。この突起は内視鏡手術用の結紮器械(Endo-Loop)により簡単に塞ぐことができる。左心耳の肉眼的確認のみならず経食道超音波で左心耳が最もよく描出される画像を参考にしながら、左心耳の根部からの切除を確認する。

②W-O II：左心耳閉鎖のみ

左側胸腔のみの片側手術となり、体位は右側臥位である。テクニックの詳細はW-O Iで述べた。

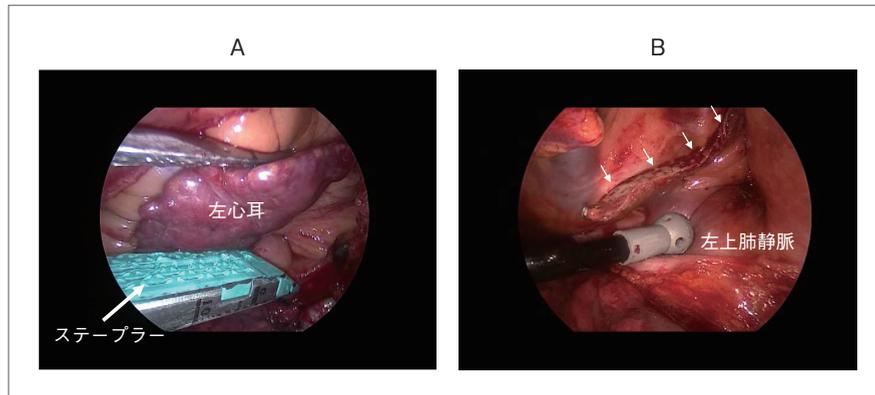


図5 術中写真
A：ステープラーによる左心耳切除
B：左心耳切離端(矢印)

5. 術後マネジメント

- ①抗凝固治療離脱：抗凝固治療が不可能でなければ，術後1カ月抗凝固治療(術前使用薬使用)を行い離脱する．抗血小板薬は使用しない．
- ②抗不整脈薬：ブランキング・タイム(術後約3カ月)における抗不整脈薬の使用は心房細動のタイプによって異なる．発作性，持続性の心房細動症例では術前使用していた薬剤を必要に応じて使用する．長期持続性の場合にはアミオダロンを積極的に使用する．アミオダロン投薬が困難な場合には術前の抗不整脈薬を使用する．術当日に経静脈的にローディングし，術直後の7日間は1日量400 mg，その後3週間は200 mg，残りの2カ月間は100 mg 投与して休止し経過を観察する．

● 臨床結果

1. 手術の結果

W-O法の平均手術時間はI法(837例)が88分，II法(292例)が28分であった．在院死亡，術式に関連する重大合併症(出血イベント，脳梗塞，横隔神経麻痺)はなく，輸血症例もなかった．

2. リズム・コントロール効果

リズム・コントロール効果の成績を図6に示し

た．左心耳+左肺静脈を一括隔離する左側左房一括隔離法と左肺静脈を洞部で隔離するスタンダードな方法による抗不整脈非使用の洞調律維持率(術後1，2年)を発作性(paroxysmal)，維持型(persistent)，長期維持型(Long-standing persistent)において比較したグラフである．長期維持型心房細動において有意な洞調律維持率の向上が認められた¹³⁾．

3. 左心耳閉鎖術(W-O II)による心原性脳梗塞予防効果

201症例(男性118名，女性83名，平均年齢74歳(68-94歳)，平均CHA₂DS₂-Vascスコア4.1，平均HAS-BLEDスコア2.9)の中期(平均4年)の追跡予後調査を行い，0.25イベント/患者・年であった¹⁴⁾．

● 考察

WOLF-OHTSUKA法によるポート・アクセス完全内視鏡下心房細動手術の安全性は満足すべきものであった．抗凝固治療離脱後も脳梗塞または他の血栓塞栓症に対する予防効果は良好であり，またW-O I法における洞調律維持効果は高く，左心耳と肺静脈を一括隔離する方法により，長期維持型心房細動において有効性の改善を認めた．

W-O法においてステープラーを使用する左心耳

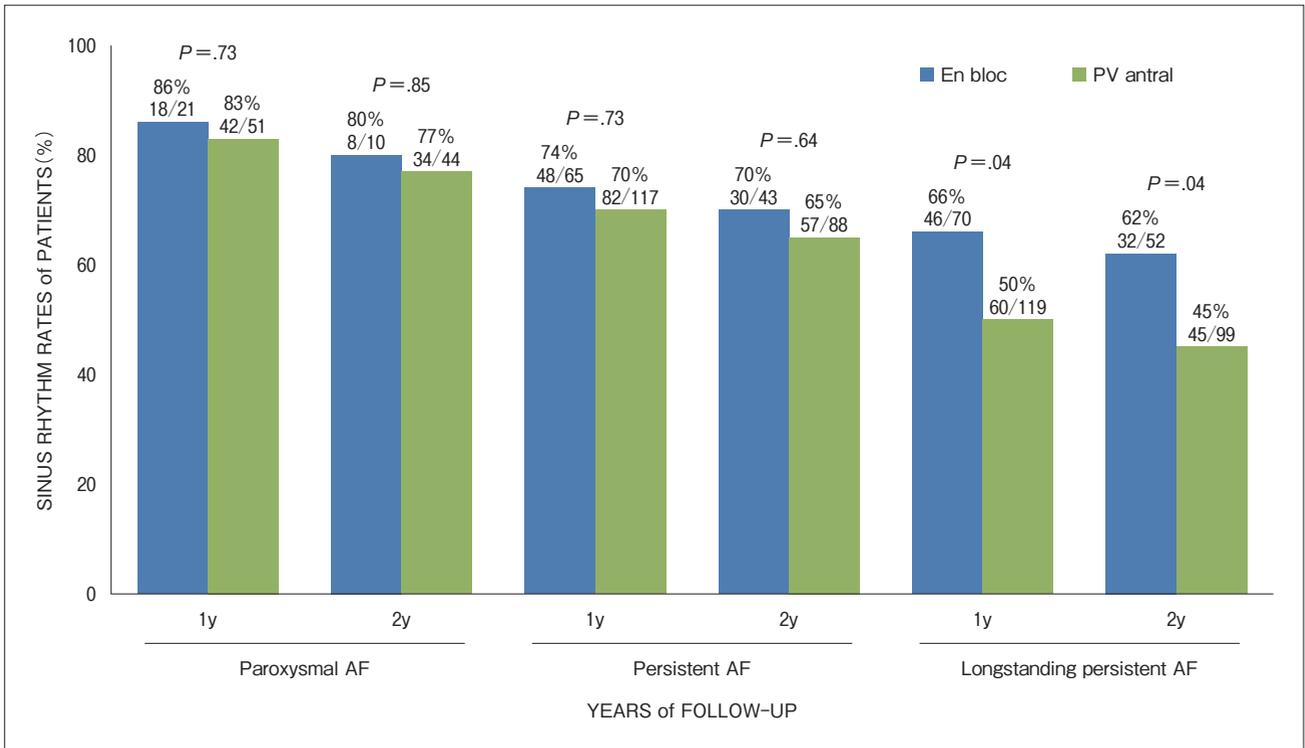


図6 W-O I法による心房細動のタイプ別(paroxysmal：発作型, persistent：維持型, longstanding persistent：長期維持型)洞調律維持効果

En bloc = 左側左房一括隔離法, PV antral = 左肺静脈洞部で隔離するスタンダードな方法. 縦軸 = (抗不整脈薬なしで洞調律を維持できている症例の割合), 横軸 = 観察年(1, 2年後)

切除テクニックの最大の利点は「どのような形状・サイズの左心耳にも対応可能で常にその基部で切り取り平坦化できる」ことであるといえる. 他の閉鎖法は左心耳の形状やサイズに依存し, 大きなものや複雑な形をしたものは制限を受ける. 心房細動性の脳梗塞発症リスクは, 慢性化による左心耳の拡大と相関することが報告されており, 大きな左心耳こそ危険であり, 確実に閉鎖するべきターゲットであるといえる¹⁵⁾. また, W-O法の症例には, 高齢者などCHA₂DS₂-Vascスコアの高い脳梗塞ハイリスク症例が多く含まれるが, それにもかかわらず, 抗凝固治療を離脱したままで良好な脳梗塞予防効果が得られた(0.25 イベント/100 患者-年). 単純な比較はできないが, カテーテルでデバイスを移植して左心耳を閉鎖する Watchman 法の脳梗塞発症が2.3 イベ

ント/100 患者-年であることを考慮すると W-O 法の高い脳梗塞予防効果が示唆される⁵⁾.

W-O 法は洞調律維持治療としても高い有用性を示した. その最大の理由は, クランプ・デバイスを用いることによってアブレーション治療において最も重要な「隔離」操作が, 安全かつ迅速, 確実に行われることであると考えられる. クランプにより挟まれた心房壁の伝導率が継続的に計測され, 自動的に焼灼の程度がコントロールされるので, アブレーションによる心房壁穿孔や, 左心房に隣接した臓器や横隔神経の損傷は起こらない. このクランプ・デバイスによる肺静脈隔離の連続性と貫壁性に関しては, Voeller らが慢性の動物実験を行い確認している¹⁰⁾. 良好な洞調律維持効果のもう1つの理由として, 左心耳やマーシャル静脈など慢性化した心房細

動の起源といわれている部位も一括して隔離していることもあげられる。Di Biaseらはカテーテル治療で心房細動が再発した症例の27%において左心耳が原因であったことを報告している¹⁶⁾。

本稿の治療成績は単一チームの単一施設での結果である。術式の最大限の効果を証明したとはいえ、MICS法全般にもいえることであるが、ラーニングカーブは存在し、治療成績は経験に依存する。W-O法は、高度な内視鏡テクニックは要しないが、片肺換気のマネージメント、斜視スコープや内視鏡仕様の道具の使い方、簡単なトラブルシューティング・テクニックなど、いわゆる内視鏡手術の基本スキルを身につけている必要がある。心臓外科医は胸腔鏡手術に習熟した呼吸器外科医にアシストしてもらうのもよいかもしれない。手術手技のみならず、非弁膜性心房細動の術後マネージメント(ブランキング・タイムの抗不整脈薬使用法など)も不慣れな心臓外科医が多いと思われるが、手術成績を安定させるためには非常に重要である。カテーテル・アブレーション後のプロトコルを参考にするのもよい。

● 結語

W-O法は非弁膜症性心房細動症例に対し安全に行うことができるMICSである。

左心耳閉鎖：ステープラーを用いて形状やサイズに影響されずに根部から左心耳を切除でき、脳梗塞ハイリスク症例においても満足すべき血栓塞栓症予防効果と抗凝固治療の離脱が期待できる。

アブレーション：良好な洞調律維持効果が得られ、肺静脈と左心耳を一括して隔離することにより長期維持型心房細動の洞調律維持効果の向上が期待できる。

文 献

- 1) Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB, et al : Operations for atrial fibrillation. *Clin Cardiol* 1991 ; 14 : 827-834
- 2) Haïssaguerre M, Jais P, Shah DC, et al : Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originat-

- ing in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998 ; 339 : 659-666
- 3) Stroke Risk in Atrial Fibrillation Working Group : Independent predictors of stroke in patients with atrial fibrillation : a systematic review. *Neurology* 2007 ; 69 : 546
- 4) JCS Joint Working Group : Guidelines for Pharmacotherapy of Atrial Fibrillation (JCS 2013). *Circ J* 2014 ; 78 : 1997-2021
- 5) Reddy VY, Sievert H, Halperin J, et al : Percutaneous left atrial appendage closure vs warfarin for atrial fibrillation : a randomized clinical trial. *JAMA* 2014 ; 312 : 1988-1998
- 6) Bartus K, Han FT, Bednarek J, et al : Percutaneous left atrial appendage suture ligation using the LARIAT device in patients with atrial fibrillation : initial clinical experience. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 62 : 108-118
- 7) Ad N, Holmes SD, Friehling T : Minimally invasive stand-alone Cox maze procedure for persistent and long-standing persistent atrial fibrillation : perioperative safety and 5-year outcomes. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2017 ; 10 : e005352
- 8) Wolf RK : Minimally invasive surgical treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2007 ; 19 : 311
- 9) Pison L, La Meir M, van Opstal J, et al : Hybrid thoracoscopic surgical and transvenous catheter ablation of atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2012 ; 60 : 54-61
- 10) Voeller RK, Zierer A, Lall SC, et al : Efficacy of a novel bipolar radiofrequency ablation device on the beating heart for atrial fibrillation ablation : A long-term porcine study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010 ; 140 : 203
- 11) Ad N, Massimiano PS, Shuman DJ, et al : New approach to exclude the left atrial appendage during minimally invasive cryothermic surgical ablation. *Innovations (Phila)* 2015 ; 10 : 323-327
- 12) Ohtsuka T, Ninomiya M, Nonaka T, et al : Thoracoscopic Stand-Alone Left Atrial Appendectomy for Thromboembolism Prevention in Nonvalvular Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol* 2013 ; 62 : 103
- 13) Ohtsuka T, Nonaka T, Hisagi M : En bloc left pulmonary-vein and appendage isolation in thoracoscopic surgery for atrial fibrillation. *Ann Thorac Surg* 2018 ; 106 : 1340-1347
- 14) Ohtsuka T, Nonaka T, Hisagi M, et al : Thoracoscopic Stapler-and-loop Technique for Left Atrial Appendage Closure in Non-valvular Atrial Fibrillation : Mid-term Outcomes in 201 Patients. *Heart Rhythm* 2018 ; 15 : 1314-1320
- 15) Lee JM, Shim J, Uhm JS, et al : Impact of Increased Orifice Size and Decreased Flow Velocity of Left Atrial Appendage on Stroke in Nonvalvular Atrial Fibrillation. *Am J Cardiol* 2014 ; 113 : 963-969
- 16) Di Biase L, Burkhardt JD, Mohanty P, et al : Left atrial appendage : an underrecognized trigger site of atrial fibrillation. *Circulation* 2010 ; 122 : 109