

原 著

持続性心房細動アブレーション後の再発予測因子の検討

—左房形態・左心耳機能の有用性—

獨協医科大学越谷病院 循環器内科

林 亜紀子 小林さゆき 中原 志朗 虎溪 則孝
 虎溪 瑞穂 中村日出彦 堀 裕一 江口美知子
 酒井 良彦 高柳 寛

要 旨 持続性心房細動に対するカテーテルアブレーション (CA) 治療後の再発予測を, 術前の心エコー図検査から行い, その有用性について検討した. 対象は2011年1月からの1年間, 心房細動 (AF) に対し, 初回 CA を施行した AF 連続 80 例のうち持続性 AF 32 例である. CA 前に経胸壁心エコー図検査 (TTE) および経食道心エコー図検査 (TEE) を施行し, 各指標を計測し, 術後再発予測因子を検討した. CA 後 1 年で 14 例 (44%) に AF の再発を認めた. 再発群は非再発群に比し, 左房長径が有意に大きく, 左心耳壁運動速度は先端と外側の陰性波計測値が有意に低下していた. 多変量解析では左房長径および左心耳先端壁運動速度陰性波 (LAAWV apex-d) が CA 後 AF 再発の予測因子であった. ROC 曲線にて, 左房長径はカットオフ値を 58 mm とすると感度 92.3%, 特異度 66.7%, LAAWV apex-d はカットオフ値を 9.4 cm/s とすると感度 78.6%, 特異度 83.3% で, 両者共 CA 後 AF の再発を予測し得た. TTE および TEE から CA 後の再発予測が可能であった.

Key Words : 心房細動, カテーテルアブレーション, 心エコー図法, 組織ドプラ法

緒 言

心房細動は臨床で最も高頻度に遭遇する不整脈の一つであり, その有病率は加齢とともに増加し^{1,2)}, 予防および管理は高齢化社会を迎えた我が国においてますます重要になっている. 心房細動例は洞調律例に比し, 脳卒中, 心不全などのリスクが高く短命である^{3,4)}. 特に 65 歳未満の発症例では生存率低下が顕著である.

近年心房細動に対するカテーテルアブレーション (CA) の適応も拡大傾向にある. CA の有効性に関しては, 初回の肺静脈隔離術後の発作性心房細動の再発抑制率は 50~80%, 2 回目で 80~90% とされている⁵⁾. 長期成績については, 発作性心房細動における肺静脈隔離術による約 5 年後の洞調律維持率は初回で 47%, 複数回で 80%, 臨床的改善率は 93%⁶⁾, 持続性心房細動を含めたあらゆるタイプの心房細動では初回で 29%, 複数

回で 63% とされている⁷⁾. CA は, 不成功に終わる例も存在することから, CA 施行前に洞調律維持の予測を行うことが, 心房細動患者の治療方針を決める上で重要である. そこで, 心エコーによる CA 前後での左房形態や左房機能評価の重要性が高まってきている.

CA 後の再発予測因子として過去に心房細動持続期間や左房拡大, TTE による拡張障害の指標である E/E^{8,9)} が報告され, リモデリングの関与が示唆されている. また TEE による左心耳内血流速度は左房のリモデリングとの関係が示唆され, 近年心房細動アブレーション後再発予測因子としての報告がある¹⁰⁾. しかし, 組織ドプラ法を用いた左心耳壁運動速度に関しては十分な検討がなされていない. そこで今回持続性心房細動症例の再発予測因子を, 心エコー図法より検討した.

方 法

1. 対 象

2011 年 1 月から 2012 年 1 月まで, 当院において心房細動に対し合併症なく初回 CA を施行し, 1 年間経過観察をすることができた 80 症例のうち持続性心房細動 32 例 (平均年齢 65 ± 6 歳, 男性 25 例, 女性 7 例) を対

平成 25 年 9 月 11 日受付, 平成 25 年 10 月 28 日受理
 別刷請求先: 林 亜紀子

〒343-8555 埼玉県越谷市南越谷 2-1-50
 獨協医科大学越谷病院 循環器内科

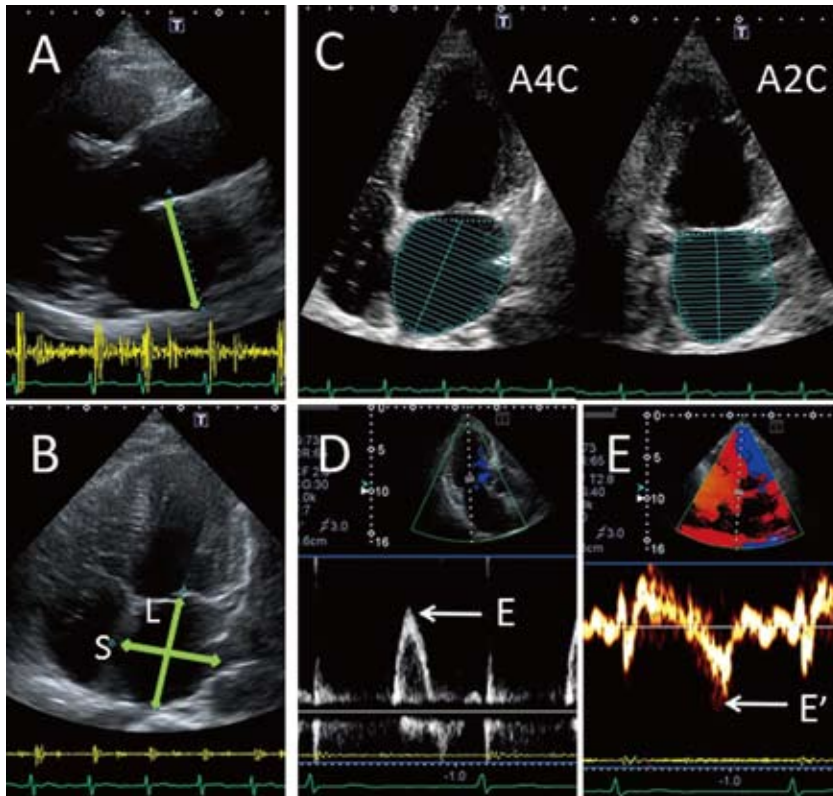


図1 経胸壁心エコー図計測方法

A：断層心エコー図法による左房前後径の計測

B：心尖部四腔像での左房長径，短径の計測

弁輪部から左房の上壁（天井）までを長径（L）とし，その長径1/2の位置の横径を短径（S）として計測。

C：biplane modified Simpson法による左房容積の計測

収縮末期の最大容積算出。

A4C：心尖部四腔断層像 A2C：心尖部二腔断層像

D：パルスドプラ法による左室流入血流速度波形

E：左室急速流入血流速度 E-DcT：

E波減速時間

E'：組織ドプラ法で計測した心室中隔の僧帽弁輪拡張早期運動速度（E'）

象とした。

複数回CA例，低心機能例（左室駆出率<45%），陳旧性心筋梗塞例，中等度以上の弁膜症例，人工弁置換術後例，高度僧帽弁輪石灰化を有する症例，ペースメーカー植込み後症例は除外した。

またCA後に外来での心電図，ホルター心電図，心エコー図施行時のモニター波形で心房細動が検出されず，かつ問診で心房細動再発の自覚症状がないものを非再発群とし，心房細動再発群と非再発群の2群に分け，CA前の心エコー指標を比較検討した。

2. 心エコー図検査

心房細動に対する初回CA前（1週間以内）にTTE，TEEを施行した。装置はTTE，TEEともに東芝メディカルシステム社製Artidaを使用した。探触子発振周波数はTTEで3.0MHz，TEEでは5.0MHzであった。

1) TTE（図1）

左房径は断層心エコー図を用い，左室長軸像にて左房前後径（図1A），心尖部四腔像にて左房長径（L），左房短径（S）（図1B）を計測した。Biplane modified Simpson法で左房容積（left atrial volume：LAV）を計測（図1C）し，左房容積を体表面積で除した左房容積係数（left atrial volume index：LAVI）を算出した。

またMモード心エコー図にて左室拡張末期径（left ventricular end diastolic dimension：LVDd），左室収縮末期径（left ventricular end systolic dimension：LVDs），左室駆出率（left ventricular ejection fraction：LVEF）を，パルスドプラ法で左室流入血流速度波形を記録し，左室急速流入血流速度（E）（図1D），E波減速時間（E-deceleration time：E-DcT）を測定した。さらに，組織ドプラ法で僧帽弁輪の最大拡張早期運動速度（E'）を中隔側（図1E），側壁側で計測し，Eと中隔側E'の比（Sep. E/E'），Eと中隔側，側壁側の平均値E'の比（Av. E/E'）を算出した。全ての計測は，先行RR間隔（RR1）と先先行RR間隔（RR2）がほぼ等しい心拍で行った^{11,12）}。

2) TEE（図2）

左心耳全体を90度のviewで良好に描出し，左心耳内側の基部側1/3と左心耳外側の基部側1/3，左心耳先端の3か所にパルス組織ドプラのサンプルボリューム（5mm）を置き，左心耳壁運動速度（left atrial appendage wall velocity：LAAWV）を計測した^{13,14）}。TTEと同様RR1とRR2がほぼ等しい心拍内の陽性波の最大値，陰性波の最大値を測定した。5心拍の最大値平均を左心耳壁運動速度（陽性波最大値平均=s，陰性波最大値平均=d）として合計6個の値を計測した。

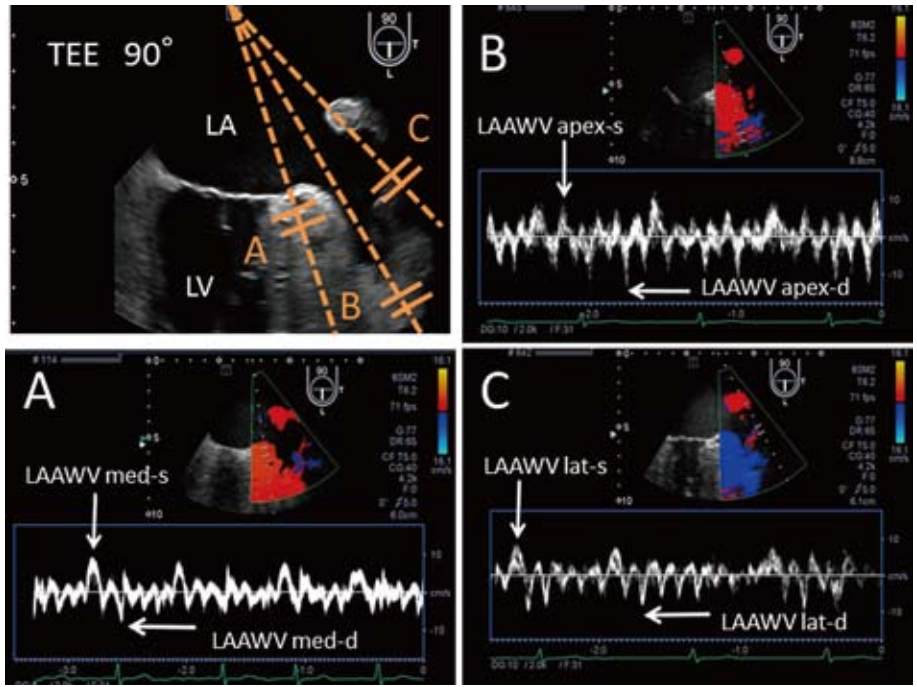


図2 組織ドプラ法による左心耳壁運動速度の測定
 A：左心耳基部内側壁運動速度 (LAAWV med)
 LAAWV med-s：陽性波最大値 med-d：陰性波最大値
 B：左心耳先端壁運動速度 (LAAWV apex)
 LAAWV apex-s：陽性波最大値 apex-d：陰性波最大値
 C：左心耳基部外側壁運動速度 (LAAWV lat)
 LAAWV lat-s：陽性波最大値 lat-d：陰性波最大値

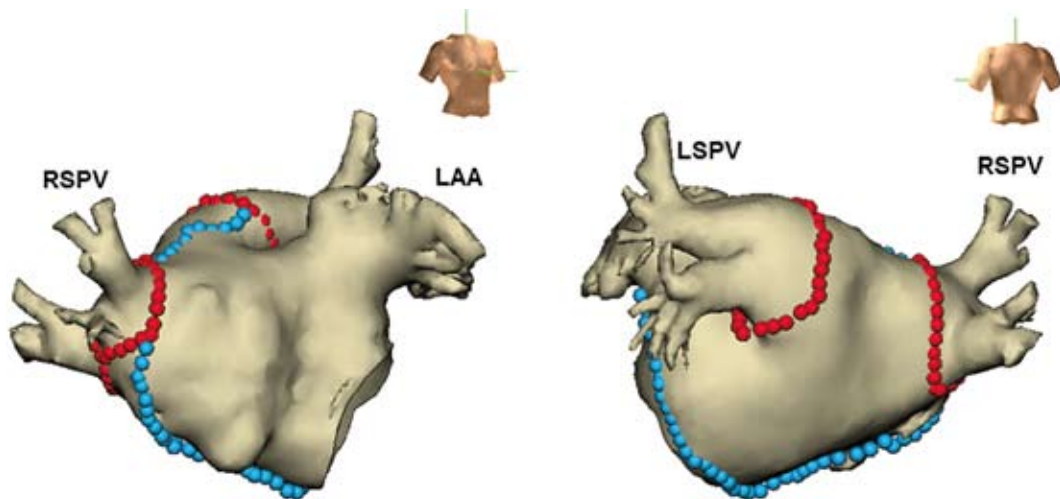


図3 左心房CTとアブレーション通電ポイント
 赤：拡大同側肺静脈隔離術 青：左心房線状焼灼ライン LSPV：左上肺静脈 LAA：左心耳 RSPV：右上肺静脈

3. BNP

CA前(1か月以内)に脳性ナトリウム利尿ペプチド (brain natriuretic peptides：BNP) 値を測定した。

4. カテーテル心筋焼灼術 (アブレーション)

心房中隔穿刺後、リング状20極電極カテーテル (20-pole, Lasso；Biosense-Webster, Diamond-Bar, CA) とアブレーション用のイリゲーション (生理食塩水灌流型) カテーテル (Safire Blu, St. Jude Medical, St. Paul,

MN) を左房内に留置した。三次元マッピングシステム (EnSite, NavX；St. Jude Medical, Inc.) ガイド下に、全症例心房細動持続下に拡大肺静脈隔離術を施行した。また隔離術施行後、左房天蓋部、僧帽弁輪、心房中隔に線状焼灼を追加施行した。線状焼灼施行後も心房細動が持続している症例は、体外式除細動を行った。最終的に洞調律下に左房-肺静脈間の両方向性完全伝導ブロックを確認し手技終了とした。図3にCA時の左心房内通電部位を例示した。

5. 統計解析

結果は平均±標準偏差 (Mean±SD) で表記した。統計的処理は2群間の連続変数に関する解析には対応のないt検定またはMann-WhitneyのU検定を、カテゴリーデータの検定にはFisher's exact testおよび χ^2 検定を用いた。また術後心房細動の再発因子を多変量ロジスティック回帰分析を用いて検討した。統計的有意水準は $p<0.05$ とした。

統計解析ソフトはStat-View 5.0 (Abacus compute Inc. Berkley, CA, USA) および JMP 10.0 Pro (SAS Institute, Cary, NC, USA) を用いた。

結 果

1. 患者背景 (表1)

CA施行後1年で32例中14例(44%)に心房細動の再発を認め(再発群), 18例では再発を認めなかった(非再発群)。

年齢, 心房細動罹病期間, 高血圧症, 糖尿病, 脂質異常症, 虚血性心疾患, 脳梗塞の既往, 心不全歴, 家族歴は2群間で有意差を認めなかった。術前の投与薬については, ベプリジルが再発群で有意に多かった(再発群5例(36%) vs. 非再発群0例(0%), $P=0.0099$) が, 他の薬剤は2群間で有意差は認めなかった。又, BNPは2群間で有意差は認めなかった。

2. 心エコー図所見 (表2)

1) 経胸壁心エコー図所見

左房長径は再発群で非再発群に比し, 有意に拡大していた(再発群 63.1 ± 3.3 mm vs. 非再発群 57.8 ± 5.4 mm, $p=0.0029$)。しかし他の指標においては2群間で有意差は認めなかった。

2) 経食道心エコー図所見 (図4)

LAAWVはapexにおいて, 再発群で非再発群に比し, 陽性波(s), 陰性波(d)ともに有意に低かった(LAAWV apex-s: 10.8 ± 3.6 cm/s vs. 13.1 ± 2.8 ; $p=0.0442$, LAAWV apex-d: 7.9 ± 2.1 cm/s vs. 11.7 ± 3.0 ; $p=0.0003$)。また, LAAWV lat-dも再発群で非再発群に比し, 有意に低かった(7.7 ± 1.7 cm/s vs. 9.9 ± 2.6 ; $p=0.0101$)。

LAAWV med-sとmed-d, LAAWV lat-sは2群間で有意差は認めなかった。心エコーでの計測パラメータはいずれもD'Agostino-Pearson test for Normal distributionを用いて, 正規分布を呈していることを確認した。

表1 患者背景

	再発群 (n=14)	非再発群 (n=18)	p 値
年齢(歳)	64±7	66±6	0.461
心房細動罹病期間(月)	66±49	43±37	0.176
高血圧症(%)	8 (57%)	6 (33%)	0.178
糖尿病(%)	2 (14%)	3 (17%)	1.000
脂質異常症(%)	2 (14%)	5 (28%)	0.426
虚血性心疾患(%)	1 (7%)	1 (6%)	1.000
脳梗塞の既往(%)	4 (29%)	3 (17%)	0.669
心不全歴(%)	0 (0%)	3 (17%)	0.238
家族歴(%)	0 (0%)	2 (11%)	0.492
術前投与薬			
I a群抗不整脈薬(%)	0 (0%)	0 (0%)	1.000
I b群抗不整脈薬(%)	0 (0%)	1 (6%)	1.000
I c群抗不整脈薬(%)	1 (7%)	4 (22%)	0.355
III群抗不整脈薬(%)	0 (0%)	0 (0%)	1.000
ベプリジル(%)	5 (36%)	0 (0%)	0.010
Ca拮抗薬(%)	4 (29%)	4 (22%)	0.704
β 遮断薬(%)	6 (43%)	7 (39%)	0.821
ジギタリス(%)	5 (36%)	5 (28%)	0.712
ACE-I/ARB(%)	6 (43%)	4 (22%)	0.267
スタチン(%)	1 (7%)	1 (6%)	1.000
BNP (pg/ml)	147±129	140±104	0.868

ACE-I: アンギオテンシン変換酵素阻害薬

ARB: アンギオテンシンII受容体阻害薬

3) 心エコー指標の単変量解析, 多変量解析 (表3)

単変量解析では左房長径, LAAWV apex-d, LAAWV lat-dが有意($P<0.05$)であった。これら3項目による多変量解析では左房長径(オッズ比: 1.5722, 95%信頼区間: 1.0594-2.3334, $P=0.0247$)とLAAWV apex-d(オッズ比: 0.3695, 95%信頼区間: 0.1383-0.9869, $P=0.047$)がそれぞれ術後心房細動再発の予測因子であった。

ROC (receiver operating characteristic) 曲線を用いた解析を図5に示した。左房長径ではAUC (area under the ROC curve)は0.812 (標準誤差0.08, 95%信頼区間0.632-0.929, $P=0.0001$)で, カットオフ値を58mmとすると感度92.3%, 特異度66.7%, またLAAWV apex-dではAUCは0.825 (標準誤差: 0.07, 95%信頼区間0.664-0.943, $P<0.0001$)で, カットオフ値を9.4cm/sとすると感度78.6%, 特異度83.3%でそれぞれ心房細動の再発を予測し得た。左房長径およびLAAWV apex-dのROC curveの比較では両曲線に関して有意差はなかった (difference between areas: 0.0128, 95% CI [-0.129-0.244], $P=0.9135$)。

表2 アブレーション前心エコー図の指標

	持続性 AF (32例)		
	再発 (n=14)	非再発 (n=18)	p 値
経胸壁心エコー図			
左房前後径 (mm)	47.0±4.4	45.7±3.5	0.365
左房長径 (mm)	63.1±3.3	57.8±5.4	0.003
左房短径 (mm)	45.9±5.4	45.8±4.5	0.957
LAV (ml)	80.9±13.5	73.7±16.5	0.201
LAVI (ml/m ²)	44.1±6.7	42.2±9.8	0.552
LVDd (mm)	48.6±2.8	47.4±4.9	0.398
LVDs (mm)	31.3±3.6	30.6±4.8	0.639
LVEF (%)	64.6±0.1	64.6±0.1	0.989
E (cm/s)	77.8±20.1	87.4±28.0	0.287
E-DcT (ms)	174±45	158±40	0.311
E'-Sep (cm/s)	8.3±1.9	9.5±1.9	0.086
E'-Lat (cm/s)	12.2±4.1	12.3±3.1	0.982
E/E' (Sep)	9.7±2.7	9.7±3.9	0.969
E/E' (Av)	8.0±2.7	8.3±3.3	0.801
経食道心エコー図			
LAAWV med-s (cm/s)	9.4±2.4	10.2±1.8	0.262
LAAWV med-d (cm/s)	7.5±1.9	8.7±2.2	0.107
LAAWV apex-s (cm/s)	10.8±3.6	13.1±2.8	0.044
LAAWV apex-d (cm/s)	7.9±2.1	11.7±3.0	0.000
LAAWV lat-s (cm/s)	8.5±2.6	10.2±2.5	0.079
LAAWV lat-d (cm/s)	7.7±1.7	9.9±2.6	0.010

LAV: 左房容積 LAVI: 左房容積係数

LVDd: 左室拡張末期径, LVDs: 左室収縮末期径, EF: 左室駆出率

E: 左室急速流入血流速度 E-DcT: E波減速時間

E' 僧帽弁輪拡張早期運動速度 Sep: 中隔側 Lat: 側壁側

Av: 中隔側と側壁側の平均

LAAWV: 左心耳壁運動速度

med-s: 内側壁陽性波最大値 med-d: 内側壁陰性波最大値

apex-s: 先端壁陽性波最大値 apex-d: 先端壁陰性波最大値

lat-s: 外側壁陽性波最大値 lat-d: 外側壁陰性波最大値

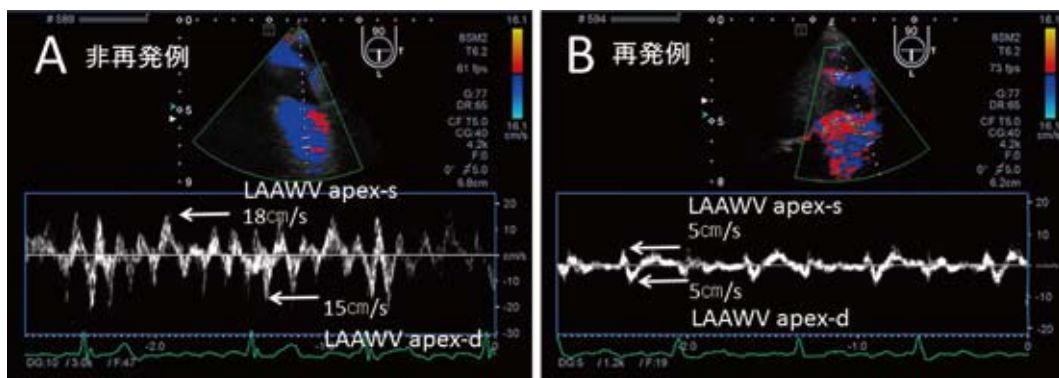


図4 組織ドプラ法による左心耳先端部壁運動速度

A: 非再発群の典型例

LAAWV apex-s 18 cm/s LAAWV apex-d 15 cm/s

B: 再発群の典型例

LAAWV apex-s 5 cm/s LAAWV apex-d 5 cm/s

表3 単変量・多変量解析による心房細動再発予測因子

	単変量解析		多変量解析	
	P 値	オッズ比 (95%信頼区間)	P 値	オッズ比 (95%信頼区間)
左房前後径 (mm)	0.492	1.0688 (0.8841-1.2920)		
左房長径 (mm)	0.003	1.2954 (1.0540-1.5020)	0.025	1.5722 (1.0594-2.3334)
左房短径 (mm)	0.716	0.9711 (0.8291-1.1373)		
LAVI (ml/m ²)	0.586	1.0238 (0.9409-1.1141)		
LAAWV med-s (cm/s)	0.258	0.8116 (0.5653-1.1651)		
LAAWV med-d (cm/s)	0.113	0.7396 (0.5087-1.0730)		
LAAWV apex-s (cm/s)	0.201	0.8325 (0.6286-1.0103)		
LAAWV apex-d (cm/s)	0.007	0.5315 (0.3363-0.8400)	0.047	0.3695 (0.1383-0.9869)
LAAWV lat-s (cm/s)	0.086	0.7666 (0.5658-1.0386)		
LAAWV lat-d (cm/s)	0.029	0.5853 (0.3599-0.9461)	0.227	0.4834 (0.1488-1.5700)
E'-Lat (cm/s)	0.939	1.0080 (0.8218-1.2364)		
E/E'	0.624	0.9397 (0.7332-1.2044)		

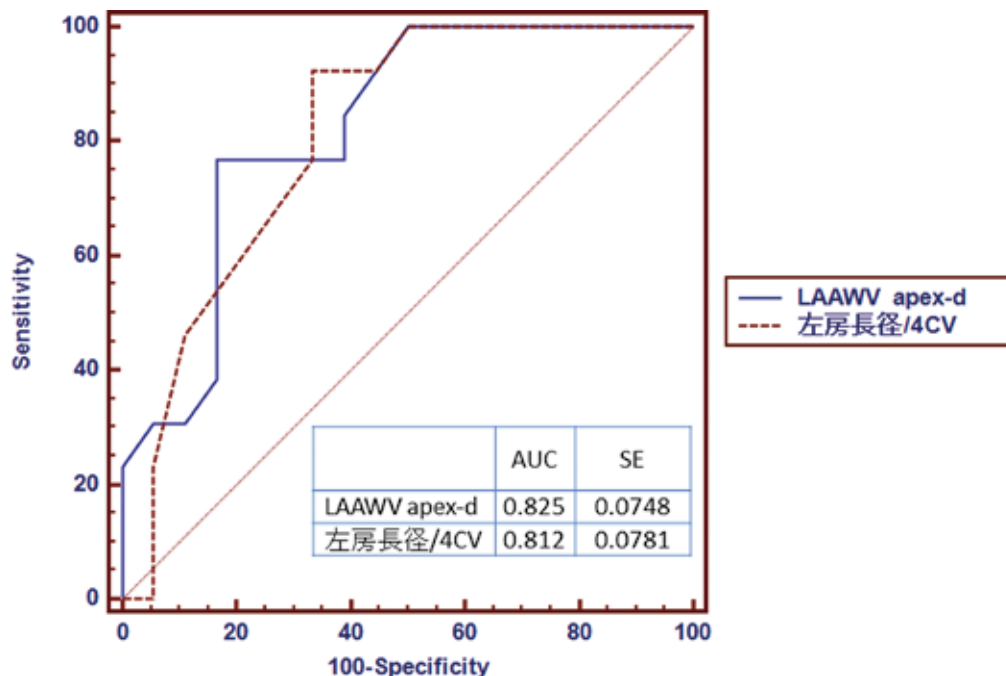


図5 術後再発に関する左房長径およびLAAWV apex-dのreceiver-operating characteristic curve analysis

左房長径：AUC 0.812（標準誤差 0.08, 95%信頼区間 0.632-0.929, P=0.0001）で、カットオフ値を 58mm をとすると感度 92.3%, 特異度 66.7%で心房細動の再発を予測。

LAAWV apex-d：AUC 0.837（標準誤差：0.07, 95%信頼区間 0.664-0.943, P<0.0001）で、カットオフ値を 9.4 cm/s をとすると感度 78.6%, 特異度 83.3%で心房細動再発を予測。

考 察

本研究の主要所見は下記の通りであった。

持続性心房細動においてCA後1年以内の心房細動再発群は、非再発群に比べ、左房長径が大きく、左心耳壁先端部での左心耳壁運動速度が低かった。

1. 患者背景

本研究において、2群間で有意差を認めたのは術前投与薬のベプリジルのみであった。同薬剤は持続性心房細動の薬学的除細動の有用性が報告されている。しかし、今回投与例は非再発群ではなく、再発群であり、再発に大きな影響を及ぼしたとは考えにくい。また、全例罹患期間が24か月以上と長期例に投与しており、罹患期間

が再発に関係していた可能性も示唆される。

また、本研究では2群間でBNPに有意差はなく、その理由として両群ともBNPに影響する基礎心疾患や腎機能低下例がなかったことが考えられる。UijlらはNT-ProBNPがCA後心房細動再発の独立した危険因子であったと報告している¹⁵⁾。彼らの研究対象は発作性心房細動でBNP計測時は洞調律であり、追跡期間が6か月であった点が本研究と異なる。今後NT-proBNPについても測定し、検討を重ねていく予定である。

2. 左房形態

心房細動は繰り返すことで心房細動の基盤が形成され、心房の電気的リモデリング、構造学的リモデリングが進行し慢性化する^{16,17)}。

左房サイズ計測は左房の構造学的リモデリングの指標として、心房細動のCA後の成功率を予測する上で重要と考えられており、本研究でも左房長径が大きいほど再発が多く、有意差が認められた。このことから、再発群においてより構造学的リモデリングが進行していることが推測され、過去の報告と同様、心房細動基質が再発の有無に関与していることが示唆された。

本研究では左房長径のみに有意差が認められ、左房前後径、左房短径、左房容積では有意差が認められなかった。過去に心房細動CA後の再発予測因子として左房容積が有用であったとの報告もある¹⁸⁾が、対象に発作性心房細動が含まれ、左房容積計測方法がbiplane area-length法であった点が今回の検討と異なっている。本研究では各断面面積の総和により容積を算出するbiplane modified Simpson法を使用した。この方法は、患者の条件あるいは解剖学的特徴（左房と肺静脈、左心耳が交通）により心内膜が一部ドロップアウトする例があること、2断面の計測であることから、測定誤差が大きくなったと考えた。左房長径は計測が簡便で実測値をそのまま比較でき、測定誤差が小さい点で有用と考える。Jaisらも孤立性心房細動において、左房長径のみコントロール群に比べ有意に大であったと報告しており¹⁹⁾、同様の結果となった。左房短径は右房圧の影響を受け易く、心房中隔が偏位するため、その影響のない長径が左房のリモデリングを反映する結果になったと推測した。

また、左房は前後に胸郭と椎骨があり、解剖学的特徴から前後に拡大しにくいことが前後径で有意差を認めなかった原因と考えられた。

3. 左心耳機能

左心耳は左房と共にリザーバー機能を有するため、心房細動で左房圧が上昇すると、左心耳は左房と共に拡大

する。このような状態が持続すると左心耳リモデリングが進行し、左心耳機能は低下する。

過去において心房細動時にも左房の機能的興奮が存在することを示した報告があり²⁰⁾、左心耳壁運動速度にて左心耳機能を評価することが可能^{13,14,21)}とされている。

本研究では左心耳自体の機能を直接評価し得る組織ドプラ法にて左心耳壁運動速度を測定した。過去の報告では、左心耳内側及び外側壁で測定していたが、本研究では左心耳の内側壁、外側壁、先端壁の3か所で測定した。その結果、左心耳先端壁、特に陰性波にて再発群で有意に速度が遅く、左心耳機能の低下が示唆された。左心耳先端壁は左房付着部より最も遠位にあること、壁運動がドプラ入射角に対し最小となりやすい位置にあり、左心耳本来の壁運動を顕著に反映した可能性が考えられる。また再発群では左心耳のリモデリングの進行が推測され、左房全体も高度にリモデリングが進行していたことが、CA治療に抵抗性を示した原因と考えられた。

4. 本研究の限界

本研究で提示したROC曲線は、AUCはいずれも0.8以上であったが、連続性は少ない傾向にあった。比較検討した項目はいずれも正規分布を示しており、サンプル数が少なかった影響が考えられる。持続性心房細動を対象としたが、今後症例数を増やし、CA後の長期の再発有無および左房、左心耳、左室の形態・機能評価を継続し、検討していく必要がある。

結 論

器質的心疾患のない持続性心房細動例に対すカテーテルアブレーション術前の心エコー図で、左房長径拡大例、左心耳先端壁運動速度低下例では再発率が高く、両者ともに心房細動再発の予測因子となり得た。

謝 辞 本稿を終えるにあたり、ご指導を賜りました高柳寛教授、酒井良彦教授に甚大なる謝意を表するとともに、終始御指導いただきました小林さゆき准教授、中原志朗講師をはじめ教職員各位に深謝致します。

文 献

- 1) Ohsawa M, Okayama A, Sakata K, et al : Rapid increase in estimated number of persons with atrial fibrillation in Japan : An analysis from national surveys on cardiovascular diseases in 1980, 1990 and 2000. *J Epidemiol* **15** : 194-196, 2005.
- 2) Inoue H, Fujiki A, Origasa H, et al : Prevalence of

- atrial fibrillation in the general population of Japan : An analysis based on periodic health examination. *Int J Cardiol* **137** : 102-107, 2009.
- 3) Ohsawa M, Okayama A, Okamura T, et al : Mortality risk attributable to atrial fibrillation in middle-aged and elderly people in the Japanese general population : nineteen-year follow-up in NIPPON DATA 80. *Circ J* **71** : 814-819, 2007.
 - 4) Suzuki S, Yamashita T, Otsuka T, et al : Recent mortality of Japanese patients with atrial fibrillation in an urban city of Tokyo. *J Cardiol* **58** : 116-123, 2011.
 - 5) Cappato R, Calkin H, Chen SA, et al : Worldwide survey on the methods, efficacy, and safety of catheter ablation for human atrial fibrillation. *Circulation* **111** : 1100-1105, 2005.
 - 6) Ouyang F, Tilz R, Chun J, et al : Long-term result of catheter ablation in paroxysmal atrial fibrillation : Lessons from a 5-year follow-up. *Circulation* **122** : 2368-2377, 2010.
 - 7) Weerasooriya R, Khairy P, Litalien J, et al : Catheter ablation for atrial fibrillation : are results maintained at 5 years of follow-up? *J Am Coll Cardiol* **57** : 160-166, 2011.
 - 8) Li C, Ding X, Zhang J, et al : Does the E/e' index predict the maintenance of sinus rhythm after catheter ablation of atrial fibrillation? *Echocardiography* **27** : 630-636, 2010.
 - 9) Ejima K, Shoda M, Arai K, et al : Impact of diastolic dysfunction on the outcome of catheter ablation in patient with atrial fibrillation. *Int Cardiol* **164** : 83-93, 2011.
 - 10) 田坂浩嗣, 藤井理樹, 岡本陽地, 他 : 持続性心房細動患者における左心耳血流速とアブレーション後の長期予後についての検討. *J Arrhythmia* **26**(Suppl) : 314, 2010.
 - 11) Yamaguchi H, Takaki M, Ito H, et al : Pressure-interval relationship characterizes left ventricular irregular beat contractilities and their mean level during atrial fibrillation. *Jpn J Physiol* **47** : 101-110, 1997.
 - 12) Tabata T, Grimm RA, Greenberg NL, et al : Assessment of LV systolic function in atrial fibrillation using an index of preceding cardiac cycles. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* **281** : H537-580, 2001.
 - 13) Parvathaneni L, Mahenthiran J, Jacob S, et al : Comparison of tissue Doppler dynamics to Doppler flow in evaluating left atrial appendage function by transesophageal echocardiography. *Am J Cardiol* **95** : 1011-1014, 2005.
 - 14) Machino-Ohtsuka T, Seo Y, Ishizu T, et al : Significant improvement of left atrial and left atrial appendage function after catheter ablation for persistent atrial fibrillation. *Circ J* **77** : 1695-1704, 2013.
 - 15) Uijl DW, Delgado V, Tops LF, et al : Natriuretic peptide levels predict recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency catheter ablation. *Am Heart J* **161** : 197-203, 2011.
 - 16) Wijffels MC, Kirchhof CJ, Dorland R, et al : Atrial fibrillation begets atrial fibrillation. A study in awake chronically instrumented goats. *Circulation* **92** : 1954-1968, 1995.
 - 17) Allessie M, Ausma J, Schotten U, et al : Electrical, contractile and structural remodeling during atrial fibrillation. *Cardiovasc Res* **54** : 230-246, 2002.
 - 18) Shin SH, Park MY, Oh WJ, et al : Left atrial volume is a predictor of atrial fibrillation recurrence after catheter ablation. *J Am Soc Echocardiogr* **21** : 697-702, 2008.
 - 19) Jaïs P, Peng JT, Shah DC, et al : Left ventricular diastolic dysfunction in patients with so-called lone atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* **11** : 623-625, 2000.
 - 20) Tabata T, Grimm RA, Watanabe J, et al : Relationship between atrial mechanical and electrical cycle lengths during atrial fibrillation as evaluated by intracardiac echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* **14** : 434 (abst), 2001.
 - 21) Tabata T, Grimm RA, Greenberg NL, et al : Electrical-mechanical-hemodynamic coupling in the left atrium during atrial fibrillation : a study using intracardiac echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* **14** : 434 (abst) 2001.

**Echocardiographic predictors of atrial fibrillation recurrence after
catheter ablation for persistent atrial fibrillation**
—Usefulness of the left atrial longitudinal diameter and left atrial appendage wall velocity—

Akiko Hayashi, Sayuki Kobayashi, Shiro Nakahara, Noritaka Toratani, Mizuho Toratani,
Hidehiko Nakamura, Yuichi Hori, Michiko Eguchi, Yoshihiko Sakai, Kan Takayanagi

Department of Cardiology, Dokkyo Medical University Koshigaya Hospital

Background : Catheter ablation (CA) of persistent atrial fibrillation (PsAF) has been widely performed. However, echocardiographic predictions for the AF recurrence are not completely understood.

Objective : The purpose of this study was to evaluate the value of both the left atrial (LA) longitudinal diameter and left atrial appendage wall velocity (LAAWV) for predicting AF recurrences after CA of PsAF.

Methods : We retrospectively analyzed 32 patients with PsAF who had undergone CA. Both the transthoracic and transesophageal echocardiographic parameters, and clinical parameters were assessed.

Results : During a one-year follow-up period, 14 patients (44 %) had AF recurrences after a single CA procedure. There was a significant difference in the LA longitudinal diameter (63 ± 3.3 mm vs. 58 ± 5.4 mm ; $p = 0.0029$) and LAAWV apex-d (7.9 ± 2.1 cm/s vs. 11.7 ± 3.0 cm/s ; $p =$

0.0003) in the patients with and without AF recurrences. A multivariate analysis revealed that the LA longitudinal diameter ($p = 0.0247$) and LAAWV apex-d ($p = 0.047$) were significant predictors of arrhythmia recurrences. In the receiver operator curve analysis, a longitudinal diameter > 58 mm demonstrated a sensitivity of 92.3 % and specificity of 66.7%, and a LAATDI apex-d of 9.4 cm/s demonstrated a sensitivity of 78.6 % and specificity of 83.3%, in predicting an arrhythmia recurrence.

Conclusion : The LA longitudinal diameter and LAAWV could be used as non-invasive pre-procedural predictors of arrhythmia recurrences after single CA procedures in patients with PsAF.

Key Words : Atrial Fibrillation, Catheter ablation, Echocardiography, Tissue Doppler imaging