ヒト心房筋の wavelength

—— 心房細動の発生と持続, 及び, 心房拡大の点から ——

篠崎 毅^{*1} 渡辺 淳^{*1} 加藤 浩^{*1} 船越正行^{*1}
 馬場恵大^{*1} 竹内雅治^{*1} 鈴木 秀^{*1} 八木卓也^{*1}
 田島拓郎^{*1} 石出信正^{*1} 白土邦男^{*1} 佐藤昇一^{*2}

洞不全症候群を除く 50 症例を, 一過性心房細動 (一過性 af) の誘発ができない 20 例と誘発のできる 14 例, 及び, 1 ヶ月以上持続した慢性 af に対して電氣的除細動を施行した 16 例に分類し, 心房筋再分極の指標 (右房有効不応期 ERP, 右房単相性活動電位持続時間 MAPD 90), 伝導遅延の指標 (右房内局所最大伝導遅延率 %CD), wavelength の指標 (MAPD 90/%CD, ERP/%CD), 右心房容積の指標 (心臓超音波検査による右房心内膜トレース/体表面積) を, それぞれ計測した. この結果, 一過性 af の誘発には再分極相の短縮とそれによる wavelength の短縮が関与し, 慢性 af では再分極相の短縮に加え, 増強した伝導遅延により wavelength はさらに短縮していた. また, 心房が拡大すると wavelength は短縮した. この様に, ヒト心房筋において再分極相の短縮, 伝導遅延, 心房拡大はいずれも wavelength を短縮し, af を発生, 持続させ易くすると考えられた.

(心電図 18: No 2, 190~194, 1998)

I. 背景

Allessie ら¹⁾ は不応期と伝導速度の積で表される

Key Words ●有効不応期
 ●単相性活動電位
 ●wavelength
 ●右房負荷

wavelength が短いと, 多数の wavelet がその形, 大きさ, 位置を刻々と変えながら, 局所的な伝導遅延や伝導ブロックを機能的につくりだし, 結果的に心房細動 (af) を発生, 持続させやすくなることを実験的に示した. また, 病的な心房負荷に伴い, 心房筋活動電位持続時間, 有効不応期 (ERP), 伝導速度などが変化し, 実験的にも臨床的にも, 心房細動が発生しやすくなることも報告されている.

しかし, *in vivo* ヒト心房筋において, wavelength が心房細動の発生や持続に与える影響や, 拡大した

* 1 東北大学医学部第一内科
 (〒 980-8574 仙台市青葉区星陵町 1-1)
 * 2 釜石市民病院内科

Wavelength in human atrium —initiation and maintenance of atrial fibrillation and atrial enlargement—.
 Tsuyoshi Shinozaki, Jun Watanabe, Hiroshi Katoh, Masayuki Funakoshi, Tuguo Baba, Masaji Takeuchi, Syu Suzuki, Takuya Yagi, Takuro Tashima, Nobumasa Ishide, Kunio Shirato, Shoichi Sato

心房と wavelength の関係を臨床電気生理学的に詳細に検討した報告はまだない。

II. 対 象

臨床電気生理学的検査時に単和性活動電位を記録し得た連続 50 例を対象とした。洞不全症候群を除くため修正洞結節回復時間が 525 ms 以上、または、Strauss 法による洞房伝導時間が 156 ms 以上の症例は除外した。また、心臓超音波検査による駆出率が 55% 以下の低心機能例も除外した。この 50 例を以下の 3 群に分類した。1) non paf (NPAF) 群：高位右房側壁，高位右房前壁，中位右房前壁の 3 ヲ所を 400 ms と 600 ms の 2 つの基本刺激周期で右心房単発早期刺激を行い，5 秒以上持続する一過性 af を認めなかった 20 例。2) 誘発 paf (IPAF) 群：同様の右心房単発早期刺激により，5 秒以上持続する一過性 af が誘発されたが，持続することのない 14 例。3) 慢性 af (CAF) 群：1 ヲ月以上持続した慢性 af に対して電氣的除細動を試行し，その 30 分後に心拍数が安定した後，電気生理学的検査を洞調律下で試行し得た 16 例。本群では電気刺激による心

房細動の再発をなるべく少なくするために，他の 2 群と異なり，高位右房側壁 1 ヲ所だけに基本刺激周期 600 ms の右心房単発早期刺激を行った。

III. 方 法

全例から書面による承諾を得た後，以下の 5 つの電気生理学的指標を全て基本刺激周期 600 ms にて求めた。再分極の指標として心房有効不応期 (ERP) と 90% 単相性活動電位持続時間 (MAPD90) を計測した。ERP は先端を高位右房側壁に当てた電極間距離 10 mm の 4 極 USCI カテーテルを用いて，単発早期刺激法により求めた。単相性活動電位は，高位右房側壁を 4 極 USCI カテーテルにて電気刺激し，7F 接触カテーテル電極を中位右房前壁に押し当てて記録した。MAPD90 は振幅が 5 mV 以上あり，5 分以上安定して記録できたものだけを採用した。これまでの経験で MAPD90 が電気刺激 50 拍以内に plateau に達することを確認していたため，電気刺激第 50 拍目を解析の対象とした。伝導性の指標として，高位右房側壁に基本刺激周期 600 ms の単発早期刺激を行い，中位右房前壁で記録した電気刺激パ

表 1

	非心房細動群 NPAF	心房細動誘発群 IPAF	持続性心房細動群 CAF
症例数	20	14	16
年齢	49.2±15.7	45.7±19.3	53.1±11.6
器質的心疾患数	4	2	11 ^{\$\$}
駆出率	0.71±0.11	0.69±0.10	0.73±0.07
有効不応期 ERP (ms)	265.0±32.8	230.0±34.9*	217.5±27.0*
MAPD90 (ms)	270.0±31.3	230.4±20.5*	230±29.9 ^{\$}
心房内伝導遅延率 %CD	140.3±13.8	158.7±31.7	225.4±77.2 ⁺⁺
右房面積 (cm ² /m ²)	9.7±2.9	7.6±1.3	13.4±8.8 ^{\$\$}
Wavelength (WL _a ms)	1.95±0.32	1.49±0.28*	1.08±0.33 ⁺⁺
Wavelength (WL _e ms)	1.91±0.35	1.49±0.32*	1.08±0.46 ^{\$\$}

mean±SD

*:P<0.01 vs. NPAF,

^{\$}:P<0.05 vs. NPAF

⁺:P<0.01 vs. IPAF,

^{\$\$}:P<0.05 vs. IPAF

ルスから単相性活動電位の立ち上がりまでの時間の最大値を、基本刺激周期 600 ms 時の値で除した値 (右房内局所最大伝導遅延率, %CD) として求めた。また、伝導速度は伝導遅延の程度に反比例する事を利用して、MAPD90 を %CD で除した値 (WLa) と ERP を %CD で除した値 (WLe) を wavelength の指標として求めた。

さらに、右房容積を検討するため、心臓超音波検査を電気生理学的検査終了後、NPAF 群、IPAF 群では 1 週間以内に、また、CPAF 群では 24 時間以内に施行した。右房容積の指標として、洞調律下の超音波四腔像右房心内膜トレースから求めた右房断面積の連続 5 拍平均を、体表面積で除した値を計測した。

IV. 結 果 (表 1)

年齢、及び左室駆出率は 3 群間に有意差はなかった。器質的心疾患患者は NPAF 群では高血圧性心肥大 1 例、右室肥大 1 例、心房中隔欠損症根治術後 1 例、IPAF 群は僧房弁逸脱症 1 例、心サルコイドーシス 1 例、CAF 群は弁膜疾患 6 例、心筋症 2 例、高血圧性心肥大 1 例、心房中隔欠損症 3 例を含み、その比率は CAF 群において有意に高かった。

CAF 群に対する心房早期刺激により、16 例中 3 例に af が再発し、これが 30 分以上持続するため、再度、電氣的除細動を施行した。

ERP と MAPD90 は、IPAF 群 と CAF 群 が NPAF 群よりも有意に短縮していたが、IPAF 群と CAF 群との間に有意差はなかった。また、%CD と RA size は CAF 群が他の 2 群より有意に延長、拡大していたが、NPAF 群と IPAF 群の間に有意差はなかった。wavelength の指標である WLa と WLe は 3 群間にそれぞれ有意差があった (図 1)。

右房面積と WLa、及び WLe の関係を図 2 に示す。右房面積が増大するとともに、WLa と WLe は短縮した。RA size と WLa との間に $r=0.30$ ($P<0.05$) の、及び、RA size と WLe との間に $r=0.29$ ($P: NS$) の弱い一次相関を認めた。

V. 考 案

再分極、伝導遅延、心房拡大、それぞれ単独の指標では 3 群をそれぞれ区別できなかったが、wavelength の指標として、再分極と伝導遅延の指標を組み合わせた WLa、及び、WLe を用いると、3 群間に有意差を認めた。この理由は、以下のように考えられる。

図 1 心房細動回路長の変化

NPAF 群と IPAF 群間では%CD に差はないが、ERP と MAPD90 に差があるため、WLa と WLe に有意差を生じた。この様に、一過性 af の誘発性は主に再分極相の長さに関連していた。

また、IPAF 群と CAF 群間では ERP と MAPD90 に差はないが、%CD に有意差があるため、WLa と WLe に有意差を生じていた。従って、IPAF 群と CAF 群間の wavelength の差は再分極相よりも、伝導遅延の差に依存していると考えられた。CAF 群は af の再発を少なくするため、他の 2 群に比し単純な心房早期刺激のプロトコルを行っており、af の誘発性や、持続の程度を一概に比較は出来ない。しかしながら、CAF 群 16 例中 3 例に 30 分以上持続する af が再発しており、他の 2 群よりも af が持続しやすい群であることが推察される。この様に、CAF は伝導遅延の程度が強いため、wavelength が IAPF 群よりも短縮しており、その結果、af が持続しやすくなっている可能性がある。

図 2 に示すように、心房が拡大するとともに wavelength が短縮し、両者の関連性が推測された。

これまで、心房が拡大すると心房筋間の膠原繊維が増加し、伝導遅延の原因となることが報告されている。このことは、心房拡大に伴い wavelength が短縮する理由になるかもしれない。一方、慢性の心房拡大により、心房筋再分極相が延長するという報告²⁾と短縮するという報告³⁾があり、慢性の心房拡大が wavelength に与える影響ははっきりしていない。

慢性に拡大した心房はコンプライアンスが増大しており、わずかな心房圧の変化で心房筋は大きく伸展される。急性の伸展は心房 ERP を短縮させるという報告が多く⁴⁾、心房負荷のある症例は心不全の際に af を起こしやすいという、臨床的観察と符合するかもしれない。しかし、実際の生理的な心房収縮に stretch がどのくらい寄与しているかは、まだ、わからない点が多い。

Allessie らの提唱する atrial remodeling が CAF 群に起こっていたかどうかは、はっきりしない。なぜなら、CAF 群と他の 2 群の間で、疾患背景が異なっており、単純な比較は出来ないからである。

図 2 wavelength と右心房サイズの関連

IV. 結 論

一過性 af の発生には心房筋再分極相の短縮とそれによる wavelength の短縮が関与していた。また、慢性 af では再分極相の短縮に加え、増強した伝導遅延により wavelength はさらに短縮していた。また、心房の拡大は wavelength の短縮と関連しており、af の発生や持続に影響を与えると考えられた。

〔文 献〕

- 1) Rensma PL, Allesie MA, Lammers WJ, Bonko FI, Schalij MJ : Length of excitation wave and susceptibility to reentrant atrial arrhythmias in normal conscious dogs. *Cir Res* 62 : 395, 1988
- 2) Duke ID, Vaughan Williams EM : Resistance to hypoxia-induced shortening of action potential duration of hypertrophied rabbit hearts. *Cardiovasc Res* 18 : 597, 1984
- 3) Le Grand BL, Hatem S, Deroubaix E, Couetil JP, Coraboeuf E : Depressed transient outward and calcium currents in dilated human atria. *Cardiovasc Res* 28 : 548, 1994
- 4) Nazir SA, Lab MJ : Mechanoelectric feedback and atrial arrhythmias. *Cardiovasc Res* 32 : 52, 1996