

特集

不整脈外科治療および物理治療

渡辺 直* 八木 葉子* 椎川 彰*
 中野 秀昭* 林 和秀* 遠藤 真弘*
 小柳 仁* 大西 哲** 笠貫 宏**
 細田 瑳一**

徐脈性不整脈に対する治療法として、外科治療（ペースメーカー植込み）は確立された方法であるが、頻脈性不整脈に対しては従来薬物（抗不整脈剤）による内科的治療がもっぱら行われてきた。しかしながら薬物治療はあくまでも不整脈発生を抑制する治療であり、その原因を除去する根治療法ではない。薬物の効果には不定の要素があり、時としてむしろ不整脈発生を増加せしめたり（pro-arrhythmic effect）、耐え難い副作用を呈することがある。近年、頻脈性不整脈に対して、その源性部を外科的に除去（ablation）あるいは周囲健丈部より隔離（exclusion）することによりその発生を止めてしまう根治療法が臨床適用され、手術成績の向上に伴って心臓外科の一分野を占めるに至っている（不整脈外科）。これに加えて80年代に入り、電極カテーテルを用いて非開胸的に不整脈源性部を破壊する治療法（catheter ablation）が行われるようになり外科治療とあわせ不整脈の治療体系を大きく変貌せしめている。

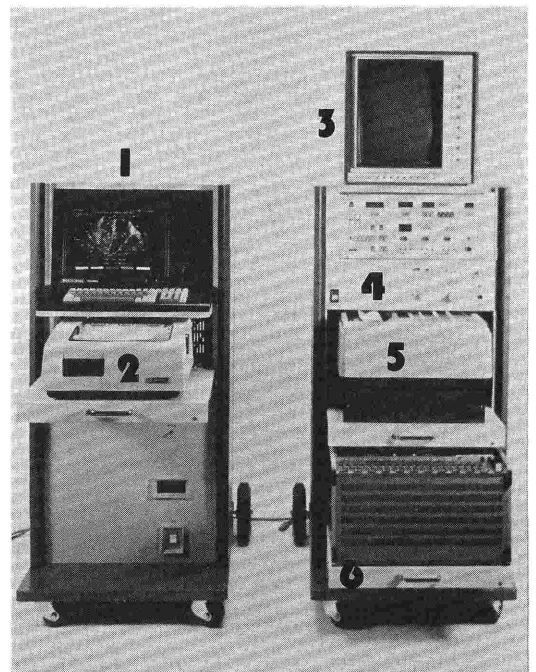
本文では頻脈性不整脈疾患に対する根治療法である外科的あるいは物理的 ablation 治療につき、我々の経験を中心に概説することとする。

I. 不整脈外科治療 (direct arrhythmia surgery)

1. 不整脈外科の適応

緒言で述べたごとく、頻脈性不整脈に対しては、あくまでも抗不整脈剤を用いた内科的治療が第一選択である。不整脈外科治療が適応されるのは、①薬剤不応性の致死性頻脈性不整脈、②薬剤治療

抵抗性で日常生活が著しく制限される症例、③薬剤投与により耐え難い副作用を呈する症例が主体



- 1 CRT およびミニコンピュータユニット
- 2 ハードコピープリンタ (CRT 画面のコピーを撮る)
- 3 アナログ波形表示用ポリグラフ
- 4 プログラム心刺激装置
- 5 アナログ波形記録用サーマルプリンタ
- 6 20チャンネルデータレコーダ

図1 心マッピング装置
 (on-line minicomputer system
 for intraoperative cardiac mapping)
 (modified HPM-6500; フクダ電子社製)

*東京女子医大心研・循環器外科

**同 循環器内科

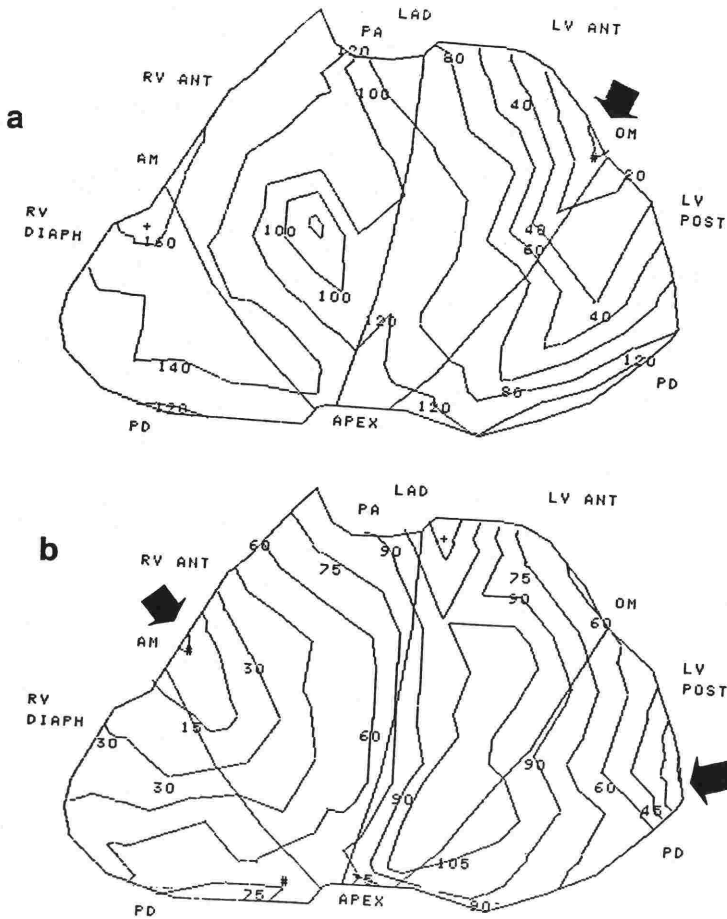


図2 心室マッピングの実例

心室展開図(後室間溝で切開いた図)に等時間線で心室興奮伝播の様子を表示したもの. 数字は msec 単位.

WPW 症候群では心房からの興奮伝播が, 房室弁輪部にまたがる副伝導路を介していち早く伝わるので, 心室興奮伝播様式を知ることにより副伝導路の部位を同定することができる.

- a. はA型 WPW 症候群手術症例の術中心室マップ. 左房室弁輪部鈍縁に最早期興奮部位を得ており, 同部に副伝導路を同定しうる.
- b. は複数副伝導路症例で, 右前壁と後傍中隔部に計2本の副伝導路を同定した.

である. その他④若年で長期にわたる薬剤内服が必要な症例や⑤手術を要する心疾患の合併令も手術適応となる.

2. 術中心マッピング

手術治療法は不整脈源性部を同定し, この部分を除去あるいは周囲健丈部より隔離することにつぎる. 心表面あるいは心内膜面において興奮伝播の様子を知ることにより不整脈源性部位を同定する方法が心マッピング法¹⁾²⁾である. 手術中とい

う時間的に制約された条件下で正確迅速にマッピングを行うべく, コンピュータを用いている施設が多い. 図1に我々の施設で用いているマッピング装置を示した. 心室表面51点, 右房表面24点の電位測定によりオンラインコンピュータが自動計測, 即座計算してほぼリアルタイムに図2のごとき等時間線図 (isochronous map) を表示するシステムである. 心室頻拍症などでは手術中に持続する頻拍の誘発が困難な場合が多いので, 複数の測

表1 WPW 症候群に対する心外膜アプローチ法適応症例 (東京女子医大心研・循環器内科&外科)

症例	
1983年11月～1988年12月	
43例 男27, 女16, 14～70歳	
副伝導路数55本 (複数副伝導路症例11例)	
右自由壁型…15本	右前中隔型…1本
左自由壁型…30本	後中隔型…9本
成績	
手術死亡…0	
遠隔死亡…0	
完全房室ブロック合併…1 (後中隔型, 心内膜アプローチ法併用例)	
心内膜アプローチ法併用…3 (右後中隔型1, 左側壁型2)	
再手術…4 (すべて12時間以内のδ波再現のための早期再手術)	
副伝導路離断成功…52/55本 (94.5%)	
*残存3本はすべて潜在性副伝導路	
1例は全くのinnocent bystanderで薬剤なしで発作なし.	
2例はflecainide, およびdisopyramideにてコントロール中.	

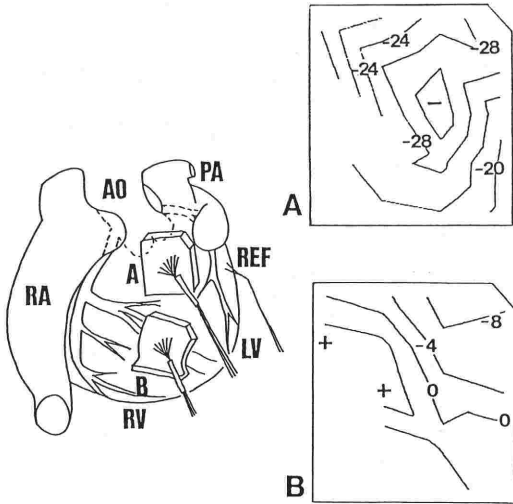


図3 多点同時マッピング
カード型電極 (数 cm 四方の樹脂板に20～50対の双極電極対を配列したもの) やソック型電極 (心室に靴下を履かせるように電極対のちりばめられた網をかぶせるもの), バルーン電極 (表面に電極対を配列した風船を心腔内でふくらませて内膜面の電位をとるもの) などが工夫されている. これらをあてがうことにより多点の電位を同時に記録し, 即座に計算して等時間線図として表示するのが多点同時マッピングである.
図はカード型電極により心室性期外収縮のマップをとったもので, Aの位置の中心にその起源部位が同定されている. (数字は msec 単位.)

定部位を一気にマッピングできる多点同時マッピング¹⁾³⁾もこのシステムでは可能であり, 数発の発作でも興奮伝播図を描くことができる (図3).

3. WPW 症候群

Wolff-Parkinson-White 症候群 (WPW 症候群) に対する外科治療は1960年代の終わりに Sealy ら⁴⁾, 岩ら⁵⁾によって始められ, 不整脈外科治療の先駆けとなった. 現在までに世界中で1000例以上の手術が施行され, 根治療法として確立している.

WPW 症候群に起因する不整脈は房室弁輪部にある副伝導路と正常房室結節との間での macroentry である発作性上室性頻拍と心房細動時に心房興奮が副伝導路を下降して伝わることによる偽性心室頻拍である. 手術は副伝導路の部位を心マッピングによって同定し (図2), これを離断することにある. 我々は岩ら⁵⁾, Sealy

ら⁴⁾によって確立された心内膜側からの副伝導路離断 (心内膜アプローチ) ではなく, 開心術によらない副伝導路離断 (心外膜アプローチ) を第一選択術式として手術を行っている⁶⁾. これは同定された副伝導路部位の房室弁輪部脂肪織を十分に剥離した後, 同部位を凍結凝固 (-150°C, 2分間) するものである (図4).

心外膜アプローチ法によれば従来の心内膜アプローチ法と違って副伝導路の部位にかかわらず心拍動下に手術を施行でき, 離断の瞬間 (δ波の消失) を確認することができる. 通常人工心肺装置による体外循環を要しないため, 襲侵が軽く, 肝炎その他の輸血合併症の心配もないといった利点を有する. 一方, 主要冠血管の走行する房室弁輪部を剥離する必要があり, 技術的な工夫習練を要すること, 剥離できる部分が比較的限定的であり, それだけ正確なマッピングによる部位同定が前提となることといった特徴を持つ. また, あらゆる部位の副伝導路に適用できるのではなく, 中隔面に存在する副伝導路のうち冠静脈洞入口より前

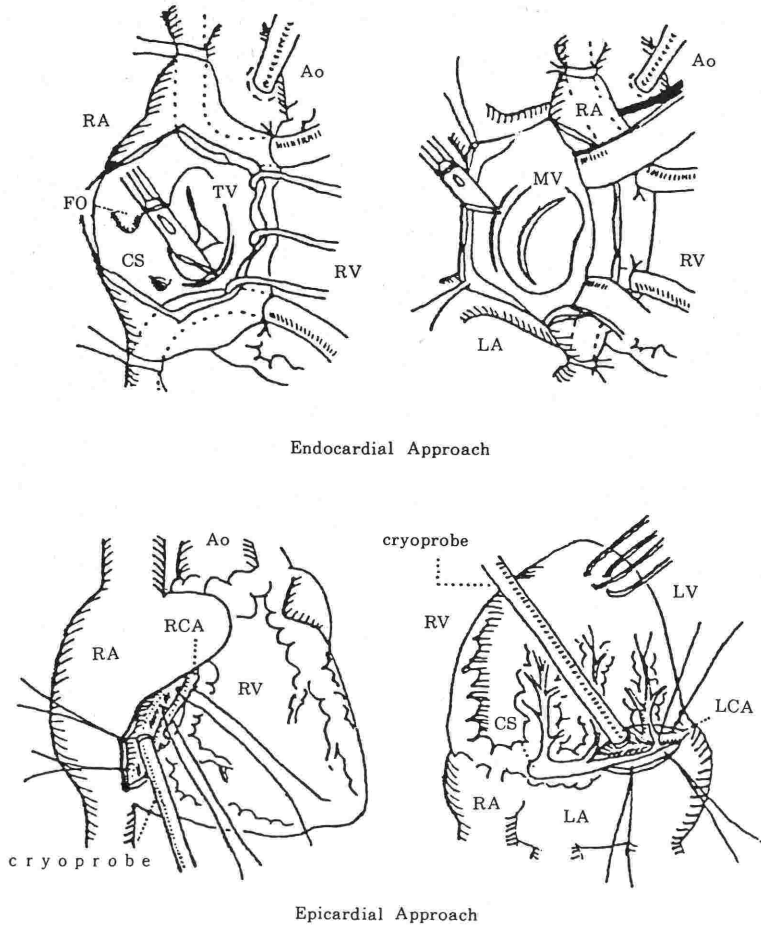


図4 WPW 症候群の手術術式
 上：心内膜アプローチ法…体外循環確立下に心房切開し，内膜側から切断する。
 下：心外膜アプローチ法…房室間溝脂肪織を剥離した後，外膜側から凍結凝固する。
 Ao:大動脈, RA:右心房, RV:右心室, LA:左心房, LV:左心室, FO:卵円窩, CS:冠静脈洞, TV:三尖弁, MV:僧帽弁, RCA:右冠動脈, LCA:左冠動脈, cryoprobe:凍結プローブ

方，房室結節に隣接する位置にあるものについては徹底した剥離によっても外側からは到達しがたいという限界を有している⁶⁾。

表1に我々の経験した心外膜アプローチ適用例の内訳と手術成績を示した。最近5年間の成績をみると，代表的な施設ではどこでも95%以上の成功率を報告している。合併心疾患がない限り手術死亡はなく，安全な手術であるといえる⁷⁾。

4. 心室頻拍 (ventricular tachycardia ; VT)

VT は心筋梗塞や心筋炎症、心筋症などに伴っ

て生じ，血圧低下から失神発作を起こしたり，心室細動移行により突然死を招く危険な不整脈である。薬剤治療抵抗性の持続性反復性 VT が手術治療の適応となる。

VT 起源部位の同定は術中 VT 誘発中に電極を心表面，心室腔内で移動させて最も早く興奮する部位を捜すことにより行いが，術中持続する VT を誘発することはなかなか困難な場合も少なくない。前述のごとく同点同時マッピングの利用が必須である (図3)。

この際2つの注意点がある。1つは，虚血性

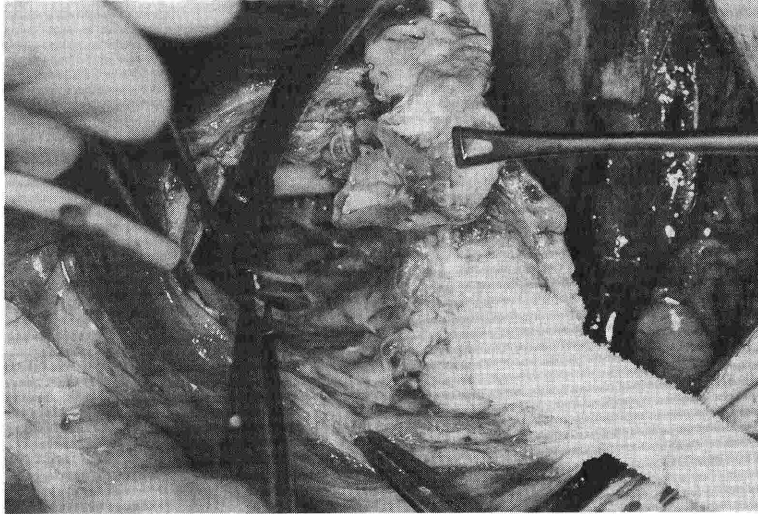


図5 虚血性心室頻拍に対する外科治療の例

55歳男性。陳旧性心筋梗塞，心室瘤，心室頻拍／細動。術中マッピングにて瘤の外側，左室前側壁心尖部寄りに頻拍の起源を同定した。心室瘤切除後，側壁の心内膜切除を行い，ここに凍結（ -150°C ，3分間）を行った。さらに右冠動脈の有意狭窄病変があるため冠動脈バイパス術を追加した手術終了。

VT の場合，その起源部位は通常心内膜下筋層に存在するが，左室表面のマッピングでは必ずしも内膜面起源部位の直上の表面に最早期興奮部位が現れるとは限らないことである³⁾。多点同時心表面マッピングによって得られる起源部位の情報はあくまで参考程度として把握すべきであり，正確な部位決定は体外循環下，左室切開して得られる内膜面マッピングの結果に持つ必要がある³⁾。もう1つは特発性，心筋炎後，心筋症などによる非虚血性 VT の場合に関してである。これらでは虚血性 VT と違ってその起源部位が必ずしも内膜下層に定位されるとは限らず，筋層内深く，あるいは心外膜下層にも存在しうる。手術成績を確実なものとするには針状の電極 (plunge electrode) による深さの正確な診断を行うか，あるいは起源と同定された部位についての全層性の ablation を行うことが，肝要となる³⁾。

以上術中誘発した VT のマッピングに関する注意点を述べてきたが，VT が全く誘発できない場合も時としてあり，isoproterenol $0.5\sim 1.0\ \mu\text{g}/\text{min}$ の負荷をもってしても我々の経験した VT 症例22例 (88年12月現在) 中5例 (23%) は VT 誘発が不可能であった。こうした症例では術前電気生理学的検査における電極カテーテルを用

いた心内膜面マッピングの所見が重要であり，この所見に術中肉眼的所見 (線維化などの変性像)，非発作時の遅延電位 (delayed potential；通常の電氣的興奮波形に続いて他の部位より有意に遅れて認められる小棘波。局所伝導遅延を意味し，(潜在的)リエントリー形成部位と判断される) の検出といった所見を参考としてやや幅広く ablation する方針できている³⁾。術前心内膜マッピングに際しては VT 誘発に際して血行動態が維持できなくなる場合もあるが，こうした場合は心腔内各所をペーシングして臨床的につかまえられた VT と最も類似した12誘導心電図波形が得られる部位をもって起源部位と判定する方法 (pace mapping) が有用である。

ablation の方法としては，我々は凍結凝固法を第一選択とし，右室起源で可能なものでは起源部位切除を，虚血性 VT では心室瘤切除ないし心内膜切除を追加手段として採用してきた (図5)。遅延電位検出部位に関しては VT 起源部以外で認められたものについても潜在的リエントリー形成部位と判断して，心機能に悪影響を与えない限りにおいて ablation の対象としている。また非虚血性 VT については起源部位の全層性凍結凝固を追及している³⁾。

表2 心室頻拍 (VT) に対する直接不整脈手術例 (東京女子医大心研・循環器内科&外科) (1984年9月~1988年12月)

虚血性 VT	10例 男:女=7:3 38~63歳 左室駆出分画18~35% (平均29.3%)		
基礎心疾患	例数	手術内容	術後の状況
心室瘤 あるいは 広範囲梗塞巣	1	瘤切除+AICD	IABP 使用. VT 消失.
	6	瘤切除 (+ER)+CRYO	4例で IABP, 1例で IABP, LVAD 使用. 後者で意識障害, 左片麻酔合併 (LVAD の合併症). すべて VT 消失.
	2	瘤切除+CRYO+CABG	1例で IABP 使用. ともに VT 消失. 1例は術後2ヶ月で死亡 (LOS. 死亡時 VT なし.)
	1	梗塞部切除+CRYO+MVR	IABP 使用. VT 消失.

非虚血性 VT	12例 男:女=7:5 15~58歳		
基礎心疾患	例数	手術内容	術後の状況
特発性 (左室後壁心尖部寄り)	2	左室心尖部切開+CRYO	VT 消失.
特発性 (中隔上部)	1	右室流出路切除 左室心尖部切開 CRYO (右室流出路及び左室流出路の中隔面)	術後2週目に VT 再発. 2ヶ月後に再手術. 右室流出路切開し, ここから針状凍結プローブを中隔上部に刺入して全層性の凍結を作製した. 以後 VT 再発せず.
AVR 後 VT (左室心尖)	1 1	瘤切除+CRYO LASER+CRYO	2例とも IABP 使用. LASER+CRYO の症例は術後4日目に VT 再発したが7日目には消失. 以後 VT 再発せず.
ARVD	1	右室流出路切除+CRYO (広範囲に認められた DP 部位をすべて凍結凝固した.)	術後縦隔洞炎を合併したが, ドレナージにより治癒. VT 消失.
右室流出路起源 VT (特発性)	4	右室流出路切除+CRYO	VT 消失.
右室流入路起源 VT (DCM)	1	CRYO	IABP 使用. 人工心肺からの離脱に苦渋し, 数時間の補助循環を要した. VT 消失.
右室流入路起源 VT (外傷性)	1	CRYO	VT 消失.

AICD: 植込み型除細動器, IABP: 大動脈内パルーンポンピング, ER: 心内膜切除, CRYO: 凍結手術, CABG: 冠動脈バイパス術, MVR: 僧帽弁置換術, AVR: 大動脈弁置換術, LASER: レーザー照射, LOS: 低心拍出量症候群, LVAD: 左室補助循環装置, ARVD: 不整脈源性右室異形成症, DCM: 拡張型心筋症

手術例: 22例

手術死亡 0
遠隔期死亡 1 (4.5%) ...LOS による (VT なし)
遠隔期 VT 再発 0
再手術 1 (4.5%)
術中 VT 誘発率 17/22 (77%)

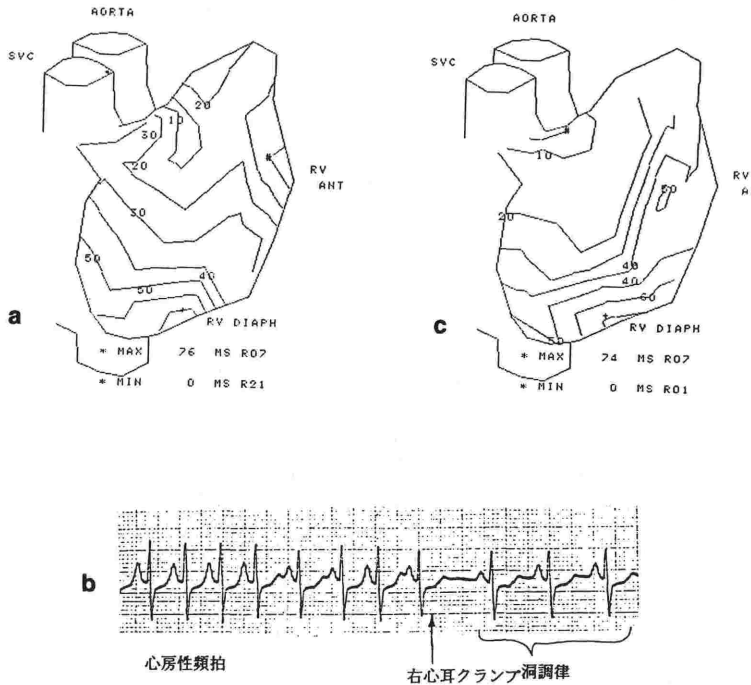


図6 異所性心房頻拍の外科治療の例

13歳男児。頻拍発作をくりかえし著しい動悸、脱力感を訴えた。抗不整脈剤が無効で手術治療が選択された。術中マッピングではa.のごとく右心耳のつけね(#印の部位)が最も早く興奮しており、この部位が不整脈源性部位と同定された。右心耳切除により不整脈は消失し(b.)正常洞調律となった(c.)。術後頻拍の再発をみていない。図中数字は msec 単位。

表2に当施設での手術内容および成績を示した。特に虚血性VTでは術前より心機能低下例が多く、複数のVT起源を有することも少なくないため、最近の欧米の集計では230例で死亡率10%、再発率20%ということであり⁸⁾、今後の診断および手業の改良が待たれる。

5. 上室性頻拍 (WPW 症候群以外)

異所性心房性頻拍 (洞結節以外に電気興奮発生部位があり、ここを起源としておこる頻拍)は薬剤治療抵抗性のことが多く、しばしば外科治療の対象となる (図6)。

心房粗動の心房内の macroentry によっておこると考えられ、その回路を切断することにより粗動の消失が期待されるが、実際には心房負荷疾患を有する場合が多く新たな回路の形成が考えられることもあって確実な外科治療方法の報告は未だ見られない。

薬剤治療抵抗性の頻脈性心房細動に対しては外科的房室結節破壊+ペースメーカ植込みが行われ

るが、His 東 catheter ablation の適用 (後述)も可能である。

薬剤治療抵抗性の房室結節性頻拍 (あるいは James 束の関与する回帰性頻拍) に対する外科治療として従来、房室結節破壊+ペースメーカ植込みが行われてきたが、近年は catheter ablation にとって代わられる傾向にある。最近房室結節周囲を切離⁹⁾、あるいは凍結¹⁰⁾ することにより房室ブロックをつくらないでリエントリー回路を消滅させる術式が適用され、すでに欧米では50例以上の症例にこの外科治療が施行されている。我々も2例を経験し、いずれでも頻拍の消失を得た。

II. 不整脈物理治療 (catheter ablation)

Catheter ablation は1982年に Sheinmann ら¹¹⁾、Gallagher ら¹²⁾ によって臨床応用された新しい治療体系である。経血管的に電極カテーテル (6F~7F) を挿入、不整脈源性部に先端を固定し、この部位と体表においた対極との間で直

表3 Catheter Electrical Ablation
欧米での経験

① 房室接合部の Catheter ablation	
文献16) より.	
475例の経験が報告されている。(1982~1987)	
このうち367例について検討.	
不整脈疾患	心房粗細動 60%
	房室結節回帰性頻拍 22%
	心房性頻拍 11%
	副伝導路症例 11%
	その他 6%
ablation	His 束電位を記録して、最も大きな単極誘導 His 束電位記録される部位で通電を施行。用いた電極カテーターは USCI 社製 6 F あるいは 7 F の電極カテーター。 80%が1度の通電で手技を終えている。 20%は2度以上の通電
	1回あたりの通電量——200~300 joule
	通算の通電量——603±435 joule
成績	11±10ヶ月の follow-up 安定した完全房室ブロックの状態 63%
	房室伝導再疎通、頻拍再発なし。抗不整脈剤不要 10%
	房室伝導再疎通、抗不整脈剤によりコントロール 12%
	房室伝導再疎通、頻拍がコントロールできず 15%
合併症	ablation 手技に基づく死亡 0例
	心室頻拍/細動にて体外直流通電 6例
	一過性の心房性頻拍あるいは心室頻拍 17例
	低血圧 6例
	(うち3例は昇圧剤使用)
	右房内血栓 1例
② 後中隔型副伝導路の Catheter ablation	
文献18) 19) より.	
計17例について.	
冠静脈洞入口よりわずかに右房側で 80~400 joule/1回を施行.	
1~30ヶ月の follow-up で	
	副伝導路再現なし。頻拍なし 9例
	副伝導路再現。頻拍なし 3例
	副伝導路再現。抗不整脈剤使用 4例
	follow-up できず 1例
合併症	完全房室ブロック 0
	冠静脈洞損傷 0
③ 心室頻拍の Catheter ablation	
文献16) より.	
141例の経験が報告されている。(1982~1987)	
冠動脈疾患	63%
心筋症	17%
不整脈源性右室異形成症	12%
その他	8%
	1回通電量 150~350 joule
	通算通電量 923±680 joule
心内膜マッピングにより同定された頻拍“起源”部位に通電する。	
	12±10ヶ月の follow-up にて
	頻拍再発なし。薬剤不要 24%
	抗不整脈剤使用にて頻拍コントロール 42%
	頻拍再発。コントロールできず 34%
	(このうち突然死 14例)
合併症	ablation 後24時間以内の死亡 7例
	(electromechanical dissociation 4, 心室細動 1, low output syndrome 2)
	新しい心室頻拍 8例
	低血圧 12例
	心室穿孔 1例
	心筋梗塞 2例
	血栓塞栓症 3例

流通電 (100~300 joule) を行う方法である。手術操作不要であるため襲侵が軽く、再発に際しても繰返しが利くことなどの優位点から、すでに欧米では不整脈外科治療の一部にとってかわっている (表3)。

カテーテル電極から数 msec に 100 joule 以上の直流通電が行われると電極部は高温となり周囲血液は気化して小気泡が形成され、その急速膨脹、急速退縮によって圧力変化が生じる¹³⁾。電極に接触する心筋組織はこの熱と衝撃波による物理力により変性を受け、凝縮壊死、収縮帯壊死を呈し、慢性期には線維化層を形成するという¹⁴⁾¹⁵⁾。

His 束の ablation は His 束心電図によりその部位が正確に同定できること、厚い中隔組織を背に行われることにより確実に行われ危険性も極めて小さい。欧米では薬剤治療抵抗性の上室性頻拍、頻脈性心房粗細動に対して500例近くが行われ85%で臨床的有効性を得ている¹³⁾ (表3)。しかし同法では完全房室ブロック、ペースメーカ依存となるためその適応には慎重な考慮が必要と思われる。

WPW 症候群の副伝導路離断に catheter ablation が適応できるかは興味のあるところである。しかし、右房室弁輪にある副伝導路に対してはカテーテルによる正確な部位同定が困難である。左心型では冠静脈洞内に電極カテーテルを挿入すれば正確な部位同定ができるが、薄い静脈洞壁、心房壁が通電に伴う衝撃波で破裂すること、静脈洞内血栓を形成することが動物実験でわかっており¹⁷⁾、臨床例でも冠静脈洞破裂、心タンポナーデの合併症が報告されている¹⁷⁾ ため、自由壁型副伝導路に対しては現状では catheter ablation は適応し難い。一方、後中隔型に関しては冠静脈洞入口部の通電により70%程度で臨床的有効と報告されており (表3)、合併症もないので¹⁸⁾¹⁹⁾ 期待できると考えられる。

VT に対しても、心内膜マッピングにより同定された起源部位を ablation する方法が欧米では100例以上行われているが、表3に示すごとく66%の臨床的有効率に対し、15%の死亡率であった (5%は24時間以内の急性期死亡、他は遠隔期の突然死)¹⁶⁾。この結果を踏まえ、Scheinmannら¹⁶⁾ は VT に関しては現状では、外科治療あるいは植込み型除細動器の適応ができない例に限定

上大静脈に挿入固定されたスプリングリード (経静脈的に挿入)

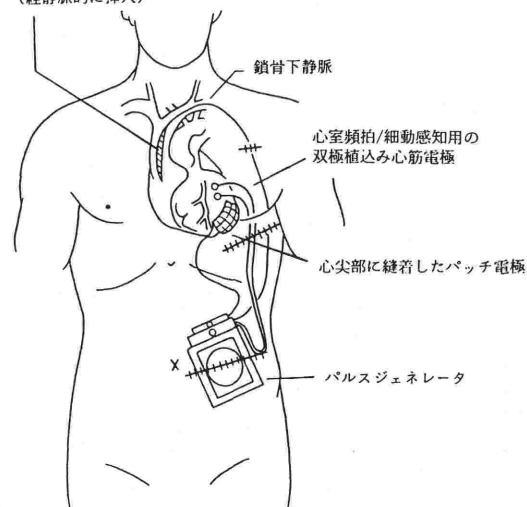


図7 植込み型除細動器

心室頻拍/細動を感知してスプリングリードとパッチとの間で電気ショックをかける装置である。リードの挿入は経静脈的に行なえるが、パッチの装着には現状では開胸術を要する。しかしながら手術襲侵は軽度であるので著しく心機能の低下した心室頻拍/細動症例 (拡張型心筋症や陳旧性心筋梗塞心機能低下例など) にも適応可能である。1回の通電は数~15 joule 程度であり、ジェネレータの電池寿命は100~200回の通電で尽きるので、頻回に発作をおこす症例では不整脈手術 (心内膜切除、起源部位凍結凝固など) との併用が勧められる。

されるべきであると結論している。我々の施設では3例の VT に対する経験がある (1例は左室起源特発性 VT, 2例は不整脈源性右室異形成症)。pace mapping を活用して pinpoint 部位診断を行い 100 joule 以下の低エネルギーで通電を行っており、1~17ヶ月を経過して VT の再発を見ていない。

通電による衝撃波の問題、electrical ablation 自体による不整脈惹起の問題 (表3参照) を解決すべく高周波放射 (radiofrequency wave ablation)²⁰⁾、レーザー照射 (laser ablation)²¹⁾ が試みられているが、いずれも実験段階を出ていない。

Ⅲ. 植込み型除細動器 (implantable defibrillator)

紙幅の関係で詳述は避けるが、図7に示したよ

うなパッチ, リードを心臓に縫着し, ジェネレータにつなぐもので, 心室頻拍/細動を感知して自動的に電気ショックを行うものである。欧米ではすでに1000例以上に臨床適応されており²²⁾²³⁾, 薬剤治療や不整脈外科治療との組み合わせにより突然死の減少に貢献している。本邦でもまもなく利用できるようになるであろう。

文 献

- 1) Gallagher, J. J., Kasell, J. H., Cox, J. L., et al.: Techniques of intraoperative electrophysiological mapping. *Am. Heart. J.* **49**:221-240, 1982.
- 2) 渡辺 直, 小柳 仁, 遠藤真弘ほか: 術中心マッピング法. 臨床胸部外科 投稿中.
- 3) 渡辺 直, 小柳 仁, 遠藤真弘ほか: 心室頻拍に対する直接不整脈手術法の検討. 胸部外科 **42**: 270-280, 1989.
- 4) Sealy, W. C., Hattler, B. G., Blumenschein, S. D., et al.: Surgical treatment of Wolff-Parkinson-White syndrome. *Ann. Thorac. Surg.* **8**: 1-11, 1969.
- 5) 岩 喬, 数井暉久, 杉井重雄ほか: Wolff-Parkinson-White 症候群の外科治療. 胸部外科 **23**: 513-518, 1970.
- 6) 渡辺 直, 小柳 仁, 遠藤真弘ほか: “非開心術用による WPW 症候群の外科治療 (心外膜アプローチ法) の検討. *心臓* **20**: 1403-1413, 1988.
- 7) Penn, O. C.: Surgical treatment of the Wolff-Parkinson-White syndrome: Current indications, techniques, and results. IN: Brugada, P. and Wellens, H. J. J. (ed.): *Cardiac arrhythmias: Where to go from here?* Futura, New York, pp. 573-589, 1987.
- 8) Cox, J. L.: Surgical management of cardiac arrhythmias. 第3回日本心臓ペースティング学会学術大会特別講演. 1988年5月20日. 東京.
- 9) Ross, D. L., Johnson, D. C., Denniss, A. R., et al.: Curative surgery for atrioventricular junctional (“AV nodal”) reentrant tachycardia. *JACC* **6**: 1383-1392, 1985.
- 10) Cox, J. L., Holman, W. L., Cain, M. E.: Cryosurgical treatment of atrioventricular node reentrant tachycardia. *Circulation* **76**:1329-1336, 1987.
- 11) Scheinmann, M. M., Morady, F., Hess, D., et al.: Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. *JAMA* **248**:851-855, 1982.
- 12) Gallagher, J. J., Svenson, R. H., Kasell, J. H., et al.: Catheter technique for closed-chest ablation of the atrioventricular conduction system. A therapeutic alternative for the treatment of refractory supraventricular tachycardia. *N. Engl. J. Med.* **306**:194-200, 1982.
- 13) Fontaine, G., Volmer, W., Nienaltowska, E., et al.: Approach to the physics of fulguration. IN: Fontaine, G. and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 101-116, 1987.
- 14) Fontaine, G., Lechat, P., Cansell, A., et al.: Advances in the treatment of cardiac arrhythmias in the last decade: Definition and role of ablative techniques. IN: Fontaine, G., and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 5-20, 1987.
- 15) Lev, M., Bharati, S.: Transcutaneous AV junctional ablation in dogs and humans: Histologic observations. IN: Fontaine, G., and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 183-190, 1987.
- 16) Scheinmann, M. M., Evans, G. T. Jr.: Catheter electrical ablation of cardiac arrhythmias: A summary report of the percutaneous cardiac mapping and ablation registry. IN: Brugada, P. and Wellens, H. J. J. (ed.): *Cardiac arrhythmias: Where to go from here?* pp. 529-538, 1987.
- 17) Fisher, J. D., Brodman, R.: Fulguration of left-sided accessory pathways through the coronary sinus. IN: Fontaine, G. and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 223-241, 1987.
- 18) Morady, F., Scheinmann, M. M., Winston, S. A. et al.: Transcatheter ablation of posteroseptal accessory pathways. IN: Fontanie, G. and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablaion in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 191-196, 1987.
- 19) Davis, D. W., Ward, D. E., Nathan, A. W. et al.: Fulgurative ablation of accessory AV pathways in humans. IN: Fontaine, G. and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 197-205, 1987.
- 20) Huang, S. K. S., Graham, A. R., Wharton, K.: Radiofrequency catheter ablation of the left and right ventricles: Anatomic and electrophysiologic observations. *PACE* **11**:449-459, 1988.
- 21) Fletcher, R. D., Lee, B. I.: The effects of catheter techniques for laser ablation on cardiac tissue and function: Comparison with electrical ablaion. IN: Fontaine, G. and Scheinmann, M. M. (ed.): *Ablation in cardiac arrhythmias.* Futura, New York, pp. 429-439, 1987.
- 22) Ninkle, R. A., Thomas, A.: The automatic implantable cardioverter defibrillator: The U.S. experience. IN: Brugada, P. and Wellens, H. J. J. (ed.): *Cardiac arrhythmias: Where to go from here?* Futura, New York, pp. 663-680, 1987.
- 23) Kulbertus, H. E., Nisam, S.: The implantable defibrillator AICD: European clinical experience. IN: Brugada, P. and Wellens, H. J. J. (ed.): *Cardiac arrhythmias: Where to go from here?* Futura, New York, pp. 681-686, 1987.

Surgical and Physical Approaches to Tachyarrhythmias

Sunao Watanabe, Yoko Yagi, Akira Shiikawa
Hideaki Nakano, Kazuhide Hayashi, Masahiro Endo
Hitoshi Koyanagi, Satoshi Ohnishi*, Hiroshi Kasanuki*
and Saichi Hosoda*

Depts. of Cardiovascular Surgery and Cardiology*, the Heart
Institute of Japan, Tokyo Women's Medical College

Tachyarrhythmias potentially lethal and/or refractory to medical therapy are considered to be candidates for surgical or physical treatment.

For successful surgical ablation, precise determination of the "origin" of the arrhythmia is a prerequisite. We have used an on-line minicomputer mapping system for this purpose. Multi-point simultaneous mapping technique has been extremely important for the detection of VT "origin." Thus far 43 cases with WPW syndrome and 22 cases with VT underwent surgery at our institute. 95% of the accessory

pathways were successfully divided with the "epicardial approach," and all VTs were terminated with the surgery. There were no operative deaths.

Catheter electrical ablative procedure is a new radical therapeutic method clinically introduced in 1982. Thus far ablation of the AV junctional area has been safely and reliably performed with this procedure. However, as regards the electrical ablation of the accessory pathways or VT "origin," much has remained to be refined and modified.

Key words: arrhythmia surgery, WPW syndrome, ventricular tachycardia, cardiac mapping