

当科におけるカテーテルアブレーションの現況

小田倉 弘 典, 滑 川 明 男, 八 木 哲 夫
桜 井 薫, 石 田 明 彦, 大 友 潔
佐 藤 公 雄, 林 英 守, 伊 藤 明 一

1. はじめに

循環器疾患の治療においては、従来の薬物療法に加え、カテーテルを中心とした医療器具による非薬物療法の占める位置は大きい。特に不整脈の分野では、ペースメーカー、カテーテルアブレーション、植え込み型除細動器といった非薬物療法の進歩が近年顕著であり、そのいずれもが内科医でも施行可能である。当科では、従来から全国に先駆けて心臓電気生理学的検査(ヒス束心電図)を取り入れ¹⁾、こうした経験に基づいて1992年からカテーテルによる不整脈の根治療法であるカテーテルアブレーション(以下アブレーション)を積極的に施行してきた。アブレーションはそれまで対症療法しかなかった頻脈性不整脈の根治療法として登場し、現在上室頻拍の第一選択となる治療法である。さらに2001年からは本分野のもう一つのエポックメイキングというべきelectro-anatomical mappingシステム(以下CARTOシステム)が当科にも導入された。本システムは心臓内のカテーテルの位置を磁気センサーにより感知し、コンピューター画面上にカテーテル位置および心臓内の電気現象を表示可能にした装置である。この装置により、従来の放射線透視と心内電位だけでは治療困難であった各種不整脈の根治が可能となった。本稿では、アブレーションおよびCARTOシステムについて当科でのこれまでの実績と現況について報告する。

2. 対象と方法

対象は当院において1992年10月から2001年12月末までの間に高周波によるアブレーションを施行した590例である。それら対象症例の不整脈の種類と年次推移、成績および合併症につき検討を加えた。またCARTOシステムの使用状況および治療上の有用性につき検討した。検定には χ^2 検定を用いた。

3. 結 果

1) アブレーション

① 対象不整脈の種類: 1992年10月に第1例を施行して以来2001年末までの約9年間にアブレーションを施行した590例の内訳は男365, 女225例であり、平均年齢 45 ± 18 歳(10~79歳)であった。対象不整脈は、WPW症候群(房室リエントリー性頻拍あるいは心房細動)295例、房室結

表1. 当科におけるカテーテルアブレーションの成績

| 不整脈 | 施行例数 | CARTO 施行例 | 成功率 (%) |
|---------------|------|--------------|------------|
| WPW 症候群 | 295 | 0 | 93 |
| 顕性 | 199 | 0 | 94 |
| 潜在性 | 96 | 0 | 93 |
| 房室結節リエントリー性頻拍 | 96 | 0 | 98 |
| 心房粗動 | 91 | 28 | 93 |
| 心房頻拍 | 18 | 6 | 90 |
| 心房細動 | 10 | 1 | 60 |
| 心室頻拍 | 86 | 2 | 88 |
| 器質的心疾患なし(特発性) | 68 | 0 | 97 |
| 器質的心疾患あり | 18 | 2 | 54 |

注: 心室頻拍では、臨床的に認められた頻拍が誘発不能になったことをもって成功とした。

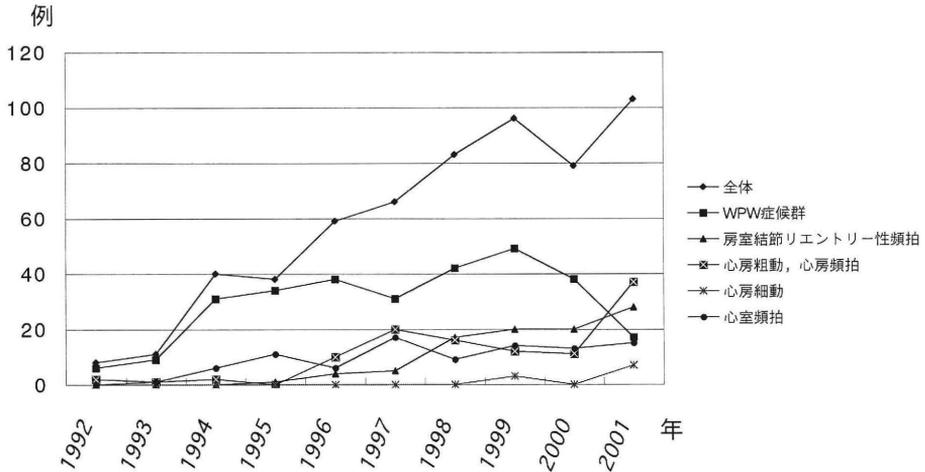


図1. カテーテルアブレーションの疾患別症例数年次推移

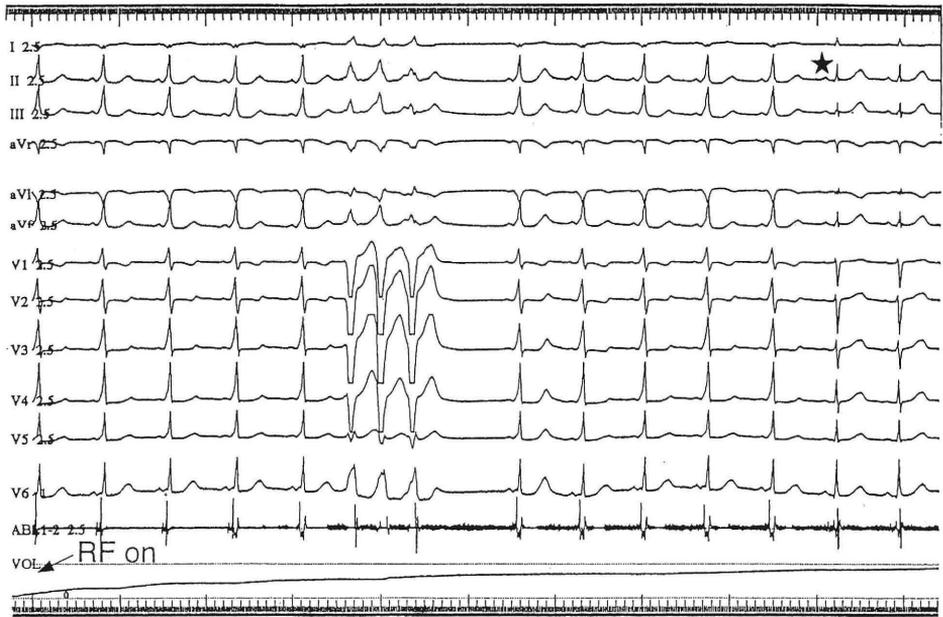


図2. WPW 症候群に対するアブレーション。高周波発生装置による通電約9秒後に、心電図上デルタ波が消失した(星印)。本例では以後頻拍発作を認めなくなり根治に成功した。

節リエントリー性頻拍 96 例、心房粗動 91 例、心房細動 10 例、心房頻拍 18 例、特発性心室頻拍 68 例、器質的心疾患に伴う心室頻拍 18 例であった(表 1)。

② 対象不整脈の年次推移

施行症例数は年々増加傾向にあり、2001 年は年

間 100 例以上に達した(図 1)。対象不整脈の変遷としては、2001 年から WPW 症候群の例数が減少し、心房粗動、心房頻拍の症例が増加してきた。2001 年に施行した心房粗動例のうち、心房細動例に対し I 群抗不整脈薬投与後に出現した心房粗動は 29 例中 10 例(34%)であった。また心房細動

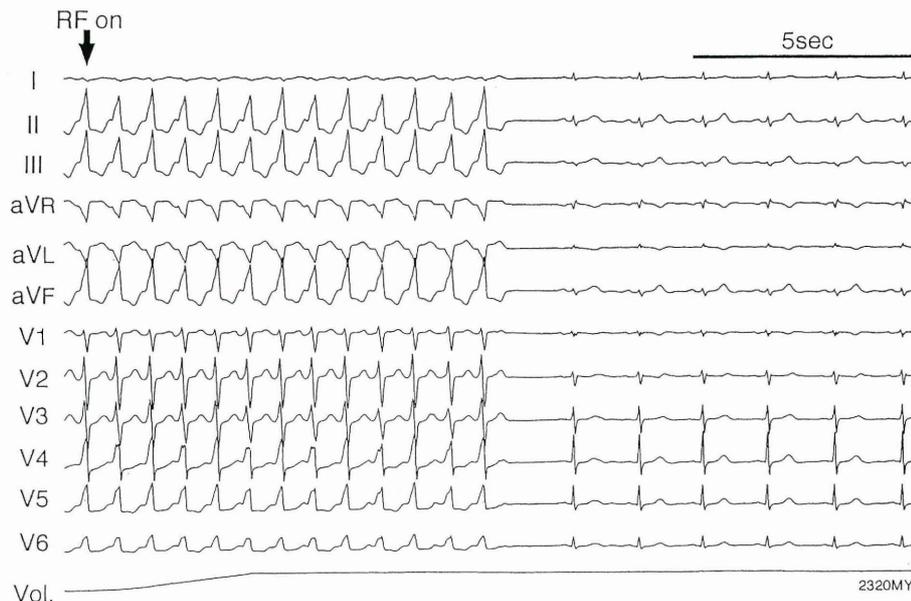


図3. 右室流出路起源特発性心室頻拍に対するアブレーション。通電約7秒後に頻拍が停止し、それ以後全く出現しなくなった。

に対しては、2001年から心房中隔穿刺(Brockenbrough)法および肺静脈隔離術を開始し、徐々に症例数が増加してきている。

③ 成功率

表1に示すようにWPW症候群、心房粗動などの上室頻拍に関しては90%以上の高い成功率を上げている。また器質的心疾患のないいわゆる特発性心室頻拍においては特に右室流出路起源の心室頻拍が対象となることが多く、高い成功率を挙げた。一方器質的心疾患に伴う心室頻拍は、全体の根治率としては他の頻拍には及ばなかった。

④ 成功症例呈示

図2,3にWPW症候群および右室流出路起源特発性心室頻拍の根治例を示す。

症例1(図2): 55歳, 男性。30歳時よりWPW症候群を指摘され、動悸発作を年数回自覚していた。半年前より頻度が増加したため、近医から当科に根治目的で紹介となった。心電図上デルタ波を認め、左心側側壁の副伝導路が考えられた。カテーテルによるマッピングでは左心側前側壁に至適電位が認められ、同部位で温度コントロール50度で通電したところ、通電約9秒後にデルタ波が

消失した。そのまま60秒間通電し、以後副伝導路の順伝導、逆伝導とも認められず。手技を終了した。約3年半経過しているがデルタ波の再発や頻拍は認められていない。

症例2(図3): 36歳, 女性。以前から時に動悸を自覚していたが、市民検診で心室期外収縮を指摘され当科を受診した。ホルター心電図で、最高20連発の非持続性心室頻拍を頻回に認めたため、アブレーションの目的で入院となった。心室頻拍時のQRS波形は左脚ブロック下方軸を示し。右室流出路起源と診断された。同部位にカテーテルをすすめペースマッピングを施行したところ、肺動脈弁直下の中隔側にほぼQRS波形の一致する部位を認め、頻拍中に通電したところ約7秒後に頻拍は停止した。以後頻拍および同型の心室期外収縮も全く認められなくなった。

⑤ 合併症

心タンポナーデを6例に認め、うち2例では開胸手術を必要とした。脳塞栓症、房室ブロックなどその他の合併症は1例もなかった。

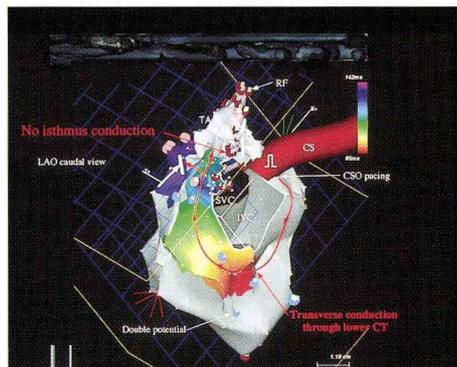


図4. 通常型心房粗動に対する三尖弁-下大静脈間焼灼後の CARTO マッピング。心内電位上は不完全な伝導途絶と考えられたが、下大静脈上方を回り込む伝導の存在によるものと診断された。

2) Electro-anatomical mapping (CARTO) システム

2001年2月から12月までの間に CARTO システムを使用したのは37例であった。

対象不整脈は通常型心房粗動28例、心房頻拍6例(うち異常自動能亢進による心房頻拍4例、先天性心奇形手術後の心房頻拍2例)、心室頻拍2例、心房細動1例であった。

成功率をみると通常型心房粗動では28例中26例(93%)において三尖弁-下大静脈間の峡部における伝導途絶に成功した。従来の電位を指標にした方法を用いても63例中59例、94%で成功を認めており統計上の有意差はなかったが、2例において電位上传導途絶の判断が困難であり、CARTO上ではじめて同部位の伝導途絶が確認されるいわゆる pseudo-conduction を認めた(図4)。また心房頻拍においては異常自動能亢進による4例中3例、および心臓手術後の心房頻拍2例全例で頻拍の根治に成功した。

症例呈示: Fallot 四徴症根治手術後に生じた心房頻拍に対し、本システムを用いて根治し得た代表例を示す(図5)。41歳の男性で、12歳時に Fallot 四徴症の根治手術を受けている。20歳頃から頻拍を自覚し、近医からアブレーションの目的で紹介となった。右心耳切開後と思われる部位の比較的広い範囲で double potential を認め、この

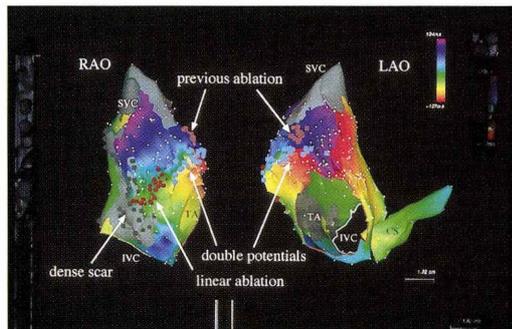


図5. Fallot 四徴症根治術後に発生した心房頻拍に対するアブレーション。右心耳切開線の周囲を旋回するマクロリエントリーが想定された。1回目のセッションで上大静脈、切開線間の線状焼灼により頻拍は停止したが、数日後に再発した。2回目は切開線と右房自由壁に存在する瘢痕組織巣の間を焼灼し、根治し得た。

部位と上大静脈間の線状焼灼により頻拍は停止したが、数日後に再発した。2回目のアブレーションは右心耳切開線と右房自由壁の瘢痕組織の線状焼灼により頻拍は停止し、以後約半年間再発を認めていない。

4. 考 察

アブレーションとはカテーテルを介して種々の形のエネルギーを加え、不整脈の原因となっている心筋組織の一部を破壊あるいは修飾する方法である。本邦では高周波による焼灼が1990年以来臨床応用され今日広く普及している。当科では心臓電気生理学検査の累積症例が、伊藤らにより1972年10月に施行されて以来¹⁾、2001年12月までに3000例以上に上っており、その経験をふまえて東北地方では最も多い数のアブレーション症例を扱ってきた。全国的に見ても当科は年間100例以上を扱う数少ない施設のうちの一つである²⁾。

上室頻拍において、アブレーションは現在第一選択の治療に位置づけられている。これは高い成功率と、低い合併症頻度によるものであるが、根治療法であるため、成功した場合その後頻拍症状および薬剤服用から一生解放される点や、カテーテル治療であるため退院翌日から社会復帰できる点など、効果および簡便さの面からもその有用性

が確立されてきているためである。一方薬物療法に比べ費用対効果が大きいこともその一因である。アブレーションと、長期間薬物服用の費用を比較した報告では、アブレーションの費用対効果が勝っていた^{3,4)}。実際当科でも対象年齢は平均45歳であり、小児例を対象とすることも多く、その後の数十年にわたる薬剤投与が不要になることが大きな原因であろう。またこれまでは薬効評価などの目的で1~2週間の入院していた例が、アブレーションでは約5日(当科標準)で済むことも、コスト軽減となっていると考えられる。

WPW症候群に対するアブレーションはJackmanら⁵⁾が99%以上の成功率を発表して以来、各種不整脈の中でも最もよく行われている。当科においても最多の疾患であるが、年々その例数は減少傾向にある。WPW症候群は人口1000人あたり約2.5人の発現率を有するとされ⁶⁾、学校検診でもその心電図的特徴から検出されやすい疾患の一つである。これに加えて本疾患のアブレーションは、比較的手技的に容易であるとされるため、多くの医療機関でアブレーションを行うようになってきており、こうした傾向は世界的なものとの報告もある⁷⁾。一方心房粗動症例は増加傾向にある。心房細動は高齢化社会に伴い罹患率の高い不整脈であるが、これに対し抗不整脈薬を投与した場合心房粗動が出現しやすいことが知られるようになってきている⁸⁾。当科の心房粗動例のうち34%が心房細動例に対する薬剤投与後に発生したいわゆるIc flutter⁹⁾であったことから、こうした症例が多く紹介されたことも増加の一因と思われた。

次に成功率に関しては、上室頻拍については諸家の報告⁵⁾と同様90%以上の高い成功率となっている。また特発性心室頻拍もアブレーションによる根治術が確立されており¹⁰⁾、成功率も非常に高い。一方陈旧性心筋梗塞や心筋症に伴う心室頻拍は上記疾患に比べて必ずしも成功率が高いとは言えない。これは頻拍が数種類認められる症例が多く、また検査中血行動態が不安定となり、手技中止を余儀なくされる場合もあるためである。このようなマッピングのできない心室頻拍に対して、洞調律中に頻拍回路を同定する方法も考案されて

きており¹¹⁾、今後当科でも検討すべきと考えられた。

合併症としては、心タンポナーデ、房室ブロック、脳塞栓などがいずれも5%以下の確率で生じるとされている^{5,12)}。当科では心タンポナーデを6例、1%に認めており他の報告とほぼ同様の比率である。これらのほとんどが70歳以上であり、多くは通電によるものではなく、カテーテル手技の過程で起きていた。また1例はステロイドの服用例であった。このような例には特に慎重なカテーテル操作が必要であり、その適応においても慎重に検討されるべきと考えられた。一方房室ブロックは、当科で1例も経験していないが、房室結節リエントリー性頻拍やヒス束近傍の副伝導路焼灼の際、透視上ヒス束から1cm以上離れた部位で通電するようにし、また遅伝導路焼灼時の接合部調律出現時には、1拍でも室房ブロックが出現した場合は焼灼部位を変更するなどの原則を遵守していることが要因と思われる。また脳塞栓に対しては、左心カテーテル操作時にはヘパリンを正確に投与し、心房粗細動例では必ず経食道心エコーを術前に施行し、予防を図っている。

CARTOシステムは1996年にBen-Haimら¹³⁾によって報告された新しい不整脈診断法である。このシステムでは、患者のベッドの下に3角形の磁場発生装置が置かれ、頂点の3カ所から弱い磁場(0.05~0.2 gauss)が出て心臓内のカテーテル先端の磁気センサーの位置が判定される。従来 of 電気生理学的検査では、心臓の中の電気現象は心内電位という記録方法でしか認識できなかったが、本法の導入により磁気を利用しての解剖学的位置情報と従来からの電気的情報とを同時にコンピューター処理することが可能となり、心臓立体画像上に不整脈の電位図を再構築できるようになった。

当科でも2001年2月に県内で初めて導入して以来、これまでほとんどアブレーションの対象としていなかった、心臓手術後に発生するマクロリエントリー性の心房頻拍の根治が可能となった。またこれまでの方法では診断困難であった心房粗動における完全伝導途絶の同定が容易となった。

さらにX線透視を用いなくても画面上でカテーテルを操作できるため、放射線被爆時間を削減することも可能である。ただし、1拍1拍の波形が変動するような不整脈（多形性心室頻拍、非持続性頻拍）などでは十分なマッピングは施行できないため、適応には症例ごとに検討を要すると考えられた。

5. おわりに

当科における、今日までのカテーテルアブレーションの実績および現況について検討した。対象不整脈はWPW症候群を初めとする上室頻拍が多く、近年は心房粗細動症例が増加していた。またCARTOの導入によりそれまで不可能だった術後心房頻拍などの治療が可能になった。一方器質的心疾患に伴う心室頻拍における成功率の向上が今後の課題であり、また合併症予防にも今後とも十分注意が払われるべきと考えられた。

謝 辞

アブレーション治療のような非薬物療法が軌道に乗るには上記のような伝統と実績なくしてはあり得ないものと考えられる。またこうした高度に専門的な治療法が可能背景には心内電位解析装置（1995年導入）や上記のCARTOシステムといった高度医療情報処理システムの導入が不可欠であると考えられる。さらに電気刺激装置の開発、ノイズ対策などにおいて当院中央検査室生理部門の技士諸氏の尽力なくしてこのような治療成績の維持はなしえないものである¹⁴⁾。この場をお借りして謝辞を述べるとともに、当科でのカテーテル治療はこのような全病院的な協力の元に成り立っていることを強調しておきたい。

文 献

- 1) 伊藤明一 他: ヒス束心電図の臨床応用. 仙台市立病院医学雑誌 2: 3, 1981
- 2) 日本心臓ペースング・電気生理学会カテーテルアブレーション委員会報告. 不整脈 17: IV, 2001
- 3) Cheng CH et al: Cost-effectiveness of radio-

- frequency ablation for supraventricular tachycardia. *Ann Intern Med* 135: 864-876, 2001
- 4) Hogenhuis W et al: Cost-effectiveness of radiofrequency ablation compared with other strategies in Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* 88: II437, 1993
- 5) Jackman WM et al: Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Eng J Med* 324: 1605-1611, 1991
- 6) Karhn AD et al: The natural history of electrocardiographic preexcitation in men. The Manitoba Follow-up Study. *Ann Intern Med* 116: 4456-460, 1992
- 7) Newman GM et al: Who's afraid of the big bad wolf? Asymptomatic Wolff-Parkinson-White syndrome: should we intervene? *Harvuh* 132: 28-29, 1997
- 8) 小田倉弘典 他: 峡部アブレーションは細動にも有効か. 循環制御 22: 75-79, 2001
- 9) Nabar A et al: Radiofrequency ablation of "class Ic atrial flutter" in patients with resistant atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 83: 785-787, 1999
- 10) Scheinman MM et al: Catheter ablation for cardiac arrhythmias, personnel and facilities. *PACE* 15: 715-721, 1992
- 11) Soejima K et al: Catheter ablation in patients with multiple and unstable ventricular tachycardias after myocardial infarction: Short ablation lines guided by reentry circuit isthmus and sinus rhythm mapping. *Circulation* 104: 664-669, 2001
- 12) Chen SA et al: Complications of diagnostic electrophysiologic studies and radiofrequency catheter ablation in patients with tachyarrhythmias: an eight-year survey of 3966 consecutive pathway. *Eur Heart J* 19: 859-861, 1995
- 13) Ben-Haim SA et al: Nonfluoroscopic, in vivo navigation and mapping technology. *Nat Med* 2: 1393, 1996
- 14) 小田倉弘典 他: 循環器領域における生理検査, 最近の知見-不整脈検査を中心に-. *テクニシャン* 39: 71-81, 2000