

6) 不整脈をめぐる諸問題

—— カテーテル・アブレーションと植え込み型除細動器の現状 ——

新潟大学医学部第一内科教室

田村 真・相沢 義房

五十嵐 裕・池主 雅臣

内藤 直木・宮島 武文

草野 頼子・藤田 俊夫

北沢 仁・内山 博英

相沢 正樹・堺 勝之

柴田 昭

新潟大学医学部第二外科教室

渡辺 弘・林 純一

江口 昭治

Catheter Ablation and Implantation of the
Implantable Cardioverter DefibrillatorMakoto TAMURA, Yoshifusa AIZAWA, Yutaka IGARASHI, Masaomi CHINUSHI,
Naoki NAITOH, Takefumi MIYAJIMA, Yoriko KUSANO,
Toshiro FUJITA, Hitoshi KITAZAWA, Hirohide UTIYAMA,
Masaki AIZAWA, Katsuyuki SAKAI, Akira SHIBATA.*Department of First Internal Medicine,
Niigata University School of Medicine*

Hiroshi WATANABE, Junichi HAYASHI, Shouji EGUCHI.

*Department of Second Surgery,
Niigata University School of Medicine*

Catheter ablation is useful therapy for medically refractory tachyarrhythmias but still remains experimental. Clinically, direct current and radiofrequency are used as the source of the energy of the ablation. Two cases of therapy of tachyarrhythmia (WPW syndrome, ventricular tachy cardia) were reported.

Implantable cardioverter defibrillator (ICD) is indicated to prevent sudden death from tachyarrhythmias in drug-refractory cases, or not cured by catheter ablation or operation. A case of an implantation of the ICD for idiopathic ventricular fibrillation was presented.

Key words: Catheter ablation, WPW syndrome, ventricular tachycardia, implantable cardioverter defibrillator

カテーテル・アブレーション, WPW 症候群, 心室頻拍植え込み型除細動器

Reprint requests to: Makoto TAMURA,
Department of First Internal Medicine,
Niigata University School of Medicine,
Asahimachi-dori 1, Niigata City, 951,
JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市旭町通1番町
新潟大学医学部第一内科 田村 真

抗不整脈薬難治性の頻脈性不整脈に対して、不整脈起源や副伝導路をカテーテルを介して焼灼し、不整脈の原因を除去する方法がカテーテルアブレーションである。手術に比して侵襲性が小さいことから有用な治療手段と考えられるが現在はまだ実験的段階¹⁾⁻⁵⁾である。

また薬剤、手術、カテーテルアブレーションなどの治療法によっても有効な効果のえられない致死的不整脈に対して不整脈発生時に除細動を行い不整脈による突然死を防ぐ、植え込み型除細動器も日本での治験が開始された。

ここでは不整脈の非薬物療法としてカテーテルアブレーションと植え込み型除細動器について述べる。

カテーテルアブレーション

カテーテルアブレーションとはカテーテルの先端を不整脈の原因となる心筋部位に接触させ、先端からの熱エネルギーや物理的エネルギーにより心筋に障害を与え、電気的活動を消失させることにより不整脈の原因そのものを除去する方法である。障害を与えるためのエネルギーの種類としては ① 直流通電、② 高周波、③ レーザー

表 1 EA と RF の比較

	EA	RF
エネルギー源	直流通電 100-150 J	高周波 30-50 W
熱発生	3000 °C	60-70 °C
衝撃波発生	(+)	(-)
焼灼範囲	広	狭
焼灼周辺	不明瞭	明瞭
不整脈発生	(+)	(-)
カテーテル損傷	(+)	(-)
施行時の麻酔	必要	不要

表 2 カテーテル・アブレーションの適応

1. WPW 症候群 (心房細動を伴い、Kent 束の不応期が短い症例)
2. 上室性頻拍症
 - ① 不顕性 WPW 症候群
 - ② 房室結節回帰性頻拍
 - ③ 心房頻拍症
 - ④ 心房粗動・細動 (心房に対して房室結節に対して)
- (3. 心室頻拍症)

光、等があり、現在実際に臨床で用いられているのは直流通電と高周波である。

直流通電と高周波によるアブレーションのそれぞれの特徴を表 1 に示す。高周波によるアブレーションの方が直流通電によるものに比して合併症が少ないが、逆に障害範囲が小さい⁶⁾⁻⁸⁾。

カテーテルアブレーションの適応疾患を表 2 に示す。American Heart Association からの報告では WPW 症候群や心房頻拍症などがよい適応とされている⁹⁾。心室頻拍症に対しては手術による治療や、植え込み型除細動器を優先させており、カテーテルアブレーションは現段階では研究的な段階であると述べられている。

症 例

WPW 症候群 (症例 1)

症例は33歳男性である。20年前より WPW 症候群と診断されていたが、放置していた。1991年2月7日、午前3時ころ、突然動悸が出現し、近医を受診した。心電図上、心房細動と wide QRS 型の頻拍 (いわゆる偽性心室頻拍) を呈しており、最短 RR 間隔は 200 msec であった (図 1)。100 Joules の直流通電で洞調律となった。

E.T. 33M WPWsynd.+atrial fibrillation

min RR=200msec

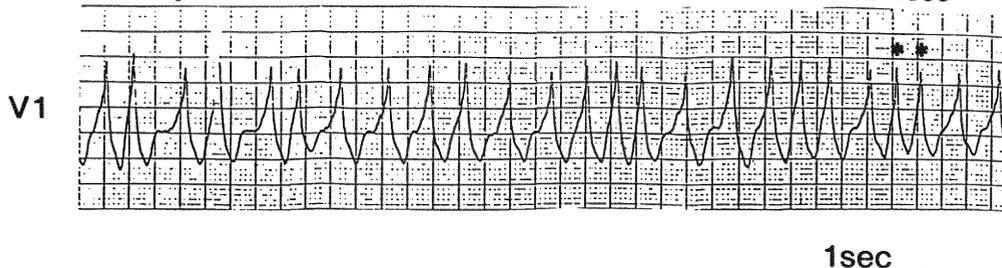


図 1 顕在性 WPW 症候群で心房細動発作時の心電図所見を示す。*印で示した wide QRS 波形の間隔は 200 msec と短く、副伝導路の伝導性は良好である。

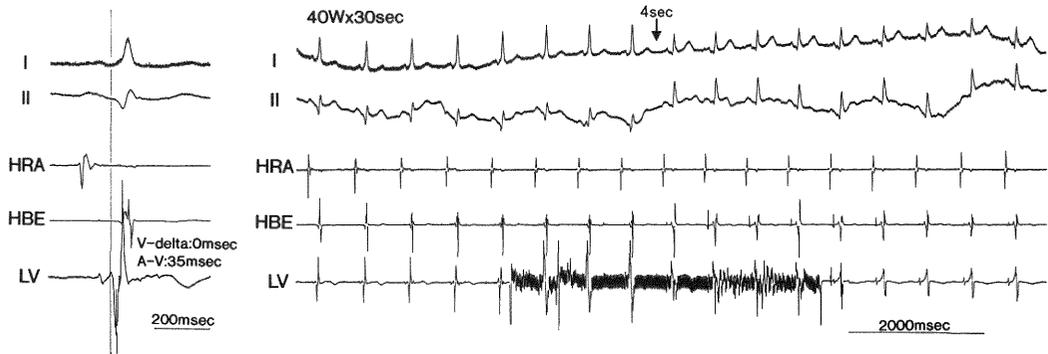


図 2 症例 1 における高周波通電による副伝導路の焼灼時の所見を示す。焼灼は心室電位が QRS 波形の delta 波と同時に記録される部位で施行され、40 W の出力で通電開始後、4 秒で副伝導路の伝導性が消失し、delta 波を有した wide QRS 波形から narrow QRS 波形へと変化している。

I：肢誘導第一誘導 II：肢誘導第二誘導 HRA：高位右房電位 HBE：His 束心電図 LV：左室電位

acing from HRA PCL=365



図 3 症例 1 における高周波通電後の副伝導路の伝導性を評価した心内膜電位記録を示す。高位右房より 365 msec のペースング間隔で刺激すると、副伝導路を介しては 1：1 で伝導されないことを示している。

I：肢誘導第一誘導 II：肢誘導第二誘導 V1：胸部第一誘導 HRA：高位右房 HBE：His 束心電図 CS：冠状静脈洞

心房細動時の最短 RR 間隔が短いことから、心房細動発作時に心室細動へ移行し、突然死をきたす危険性が考えられたので精査を目的に当科へ入院となった。心電図上洞調律時に delta 波を認め、電気生理学的検査で 220/分までの心房頻回刺激でも副伝導路は 1：1 の伝導を示した。副伝導路の局在は中隔側後壁寄と考えられ、

同部位に左室側より 40 W×30 秒の出力で焼灼を行い、焼灼開始後 4 秒で delta 波が消失し、副伝導路の伝導が途絶した (図 2)。焼灼の間、患者には麻酔剤の投与も行わず、患者からも焼灼に伴う苦痛の訴えはなかった。その後、再び副伝導路の伝導性は回復したが、170/分の心房頻回刺激でも 1：1 伝導を示さず (図 3)、臨床上、

有効であると判断し、退院となった。

持続型心室頻拍 (症例 2)

症例は37歳女性である。1991年12月、雪かき中に突然、動悸と胸部不快感が出現したが2時間で自然に軽快した。1992年1月、出産の介護をしている時、突然動悸が出現し、心電図上心拍数220分の左脚ブロック波形の持続型心室頻拍が記録された(図4)。プロカインアミドの静注で停止した。

電気生理学的検査では臨床上記録されたものと同じ持続型心室頻拍がイソプロテレンール投与中に自然に出現

し、起源は右室流出路と考えられた。ペースマッピングでは持続型心室頻拍とはほぼ一致するQRS波形が記録され、同部位で記録された心室頻拍中の心室内局所電位はQRS波に30msec先行しており、同部位に30Joules×30秒の設定で焼灼を行い、開始後約3秒で心室頻拍が停止した(図5)。焼灼後も心室頻拍は再び誘発されたが、焼灼をくりかえしたところ、持続型心室頻拍は誘発不能となり、焼灼は有効と判定され、薬剤投与なしで退院した。

カテーテルアブレーションは手術療法に比して侵襲性

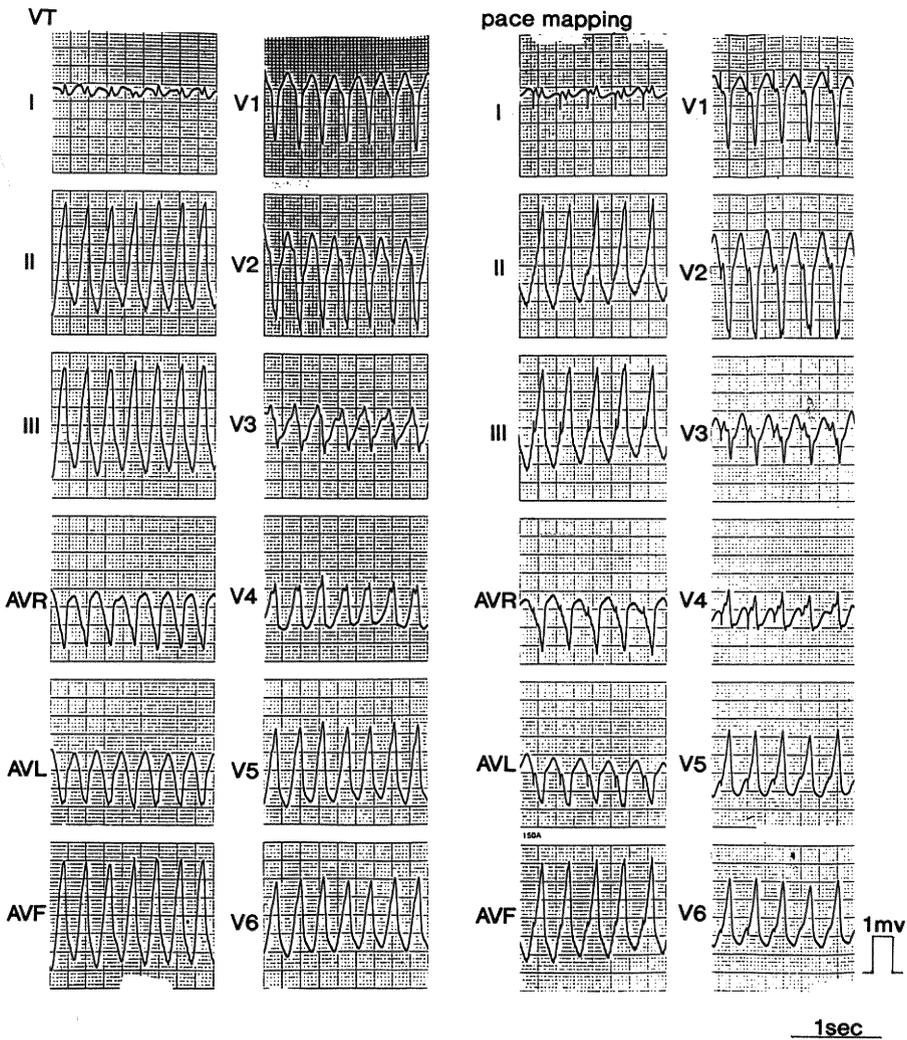


図4 症例2における電気生理学的検査で誘発された持続型心室頻拍の12誘導心電図波形と、持続型心室頻拍の起源と思われる部位でのペースマッピングのQRS波形を示す。

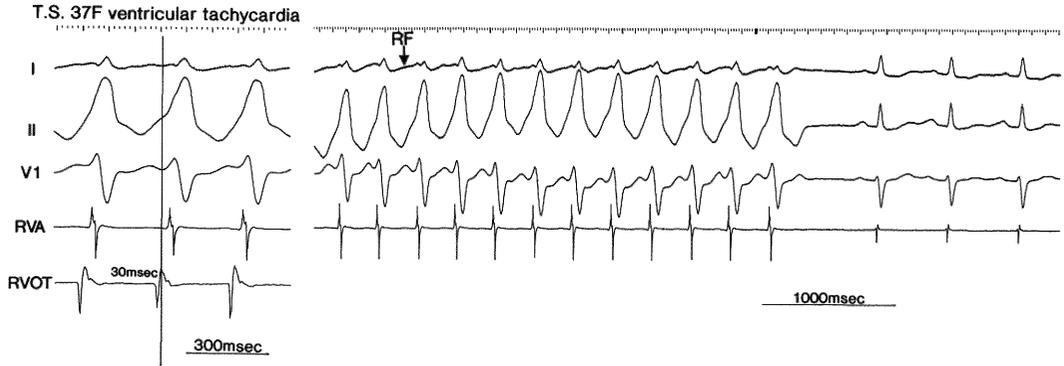


図 5 症例 2 の持続型心室頻拍に対して起源と考えられる右室流出路において QRS 波形に 30 msec 先行する部位で高周波通電を施行し、開始後 3 秒で持続型心室頻拍が停止している所見を示す。

I : 肢誘導第一誘導 II : 肢誘導第二誘導 V1 : 胸部第一誘導 RVA : 右室心尖部 RVOT : 右室流出路 RF : 高周波通電

M.N. 50y.o. Male

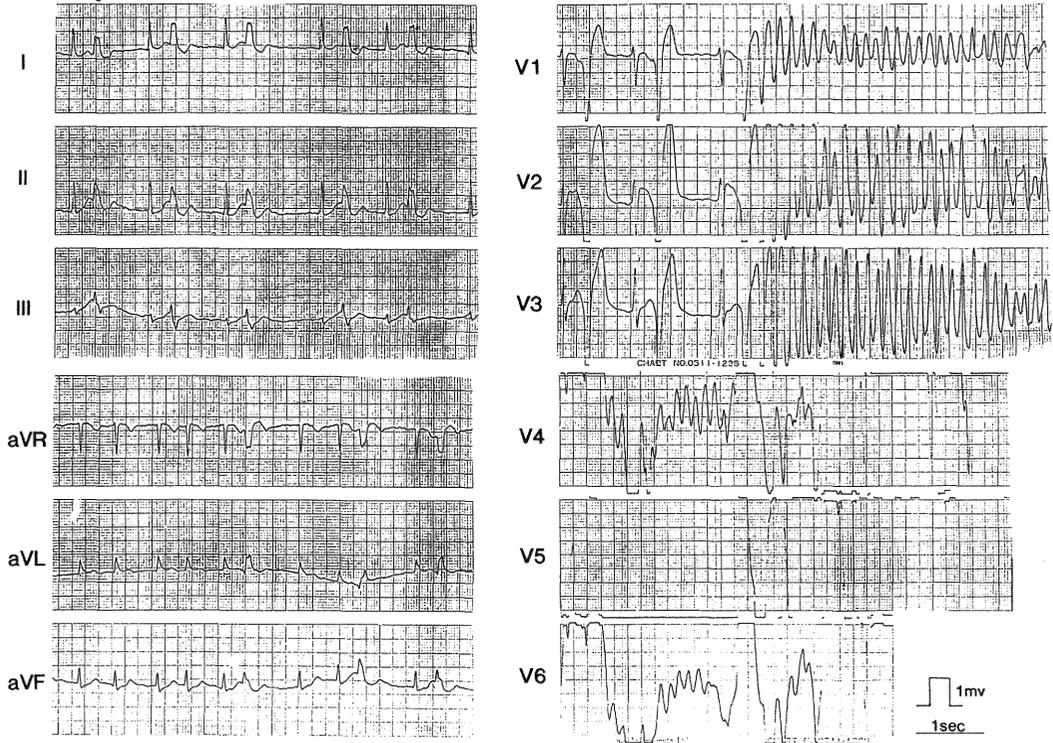


図 6 症例 3 における心室細動発作の実際の記録を示す。

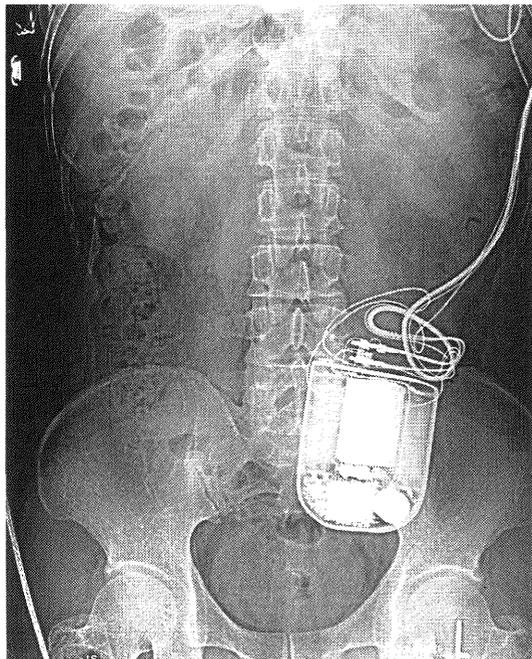
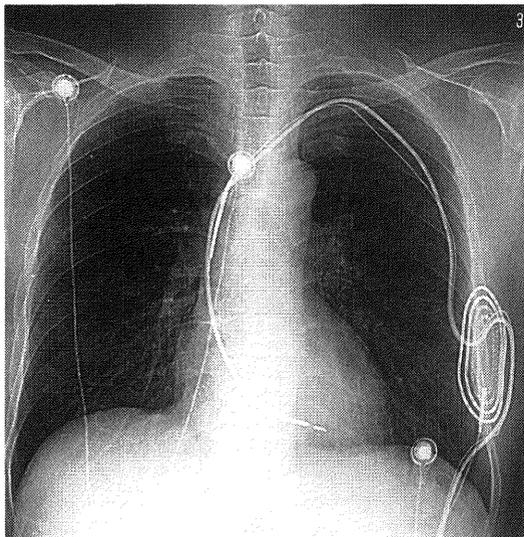


図7 症例3においてPCD植え込み後のX-P写真を示す。左腹部に本体が、左胸壁にパッチが植え込まれている。電極が本体から右室心尖部及び上大静脈内に留置されている。

が小さいことより、有用な方法であるが、いまだ確立された方法ではなく、適応を充分考慮する必要がある。

植え込み型除細動器

抗不整脈剤、手術、カテーテルアブレーションにより致死的不整脈の発作を予防することができない症例に対しては、植え込み型除細動器の適応がある¹⁰⁾。

現在臨床応用されている植え込み型除細動器は第三世代の機種といわれ、1) 直流電流による除細動機能、2) ペーシングによる頻拍停止機能、3) 除細動後の徐脈に

対するバックアップペーシング機能、を有している。

植え込み型除細動器の植え込みの適応を表3に示す¹¹⁾。

症 例 (症例3)

症例は51歳男性である。既往歴、家族歴には特記すべきことはない。夜間に飲酒していたところ、突然失神し、3分程で自然に覚醒した。近医を受診し、再び失神発作を認めた。心電図上、心室細動が記録され(図8)、直流除細動により停止された。心筋逸脱酵素の上昇は認めず、心臓カテーテル検査では左室造影、冠動脈造影は正常で冠動脈の攣縮も誘発されず、心室細動の原因としての急性心筋梗塞や、冠動脈攣縮などの機序は否定的であった。

当科へ転院後、電気生理学的検査において右室の前壁において8発の基本刺激(刺激間隔 600 msec)のあとに3発の早期刺激を加えることにより心室細動が誘発された。心室細動に対する治療を行っても、有効性を評価することが困難であることから、植え込み型除細動器の適応があると判断した。

植え込みは新潟大学第2外科及び麻酔科と協力し、全身麻酔管理下に植え込みを行った。基本的にはペースメーカーの植え込み手技と大きな差はない。本体は左側腹部、

表3 植え込み型除細動器の適応

A	血行動態の増悪をきたす心室頻拍、心室細動の発作が確認されている症例で、
1	有効と思われる治療を行っても治療効果を確認できない症例
2	有効な治療効果がないか、あっても患者が副作用のため内服できない、あるいは適応とならない症例
B	電気生理検査で、血行動態の増悪をきたす心室頻拍、心室細動が誘発され、有効な治療法のない症例

M.N. 51M defibrillation by PCD

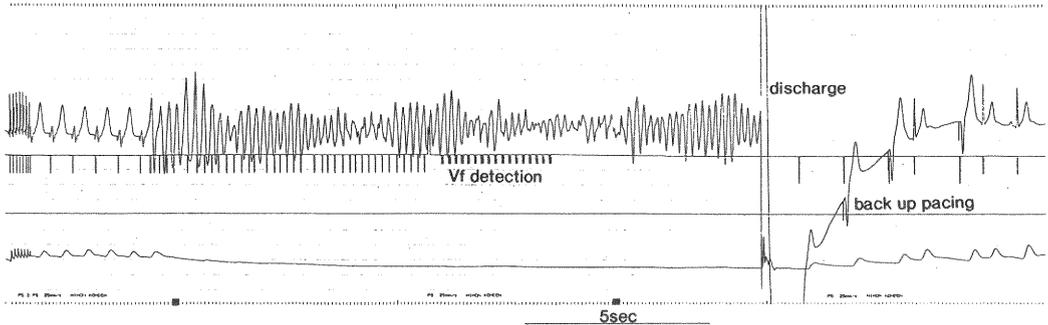


図 8 症例 3 において実際に心室細動が誘発され、植え込んだ PCD により除細動された所見を示す。ペースングにより心室細動が誘発され、約 5 秒後に心室細動が感知され、さらに約 5 秒後に通電が行われ、洞調律に復している。除細動直後は徐脈のため、バックアップペースングが作動している。

腹直筋の筋膜の直上に植え込み、2本の電極を本体から皮下を通して左鎖骨下静脈内へ挿入し、1本は右室心尖部へ、1本は上大動脈内へ留置した。また、皮下パッチ電極を左季肋部の皮下に植え込み、皮下トンネルを通して本体へ接続した(図9)。除細動は電極と皮下パッチの間で電流が流れて施行される。電極留置後、心室細動発作を3回誘発し、18 Joules 以下の蓄積エネルギーで停止を試み、3回連続して除細動器が正確に作動して心室細動が除細動されることを確認できた。最後に実際に除細動に用いられる 36 Joules の出力で除細動されることを再度確認し(図10)、終了した。植え込み後1ヶ月経過した現在、経過観察中であるが、まだ作動はしていない。植え込み後1, 3, 6ヶ月に PCD の機能検査を行う予定である。また、実際に作動した場合、本体に記憶され、誤作動かどうかの確認が可能であり、設定条件を評価することも可能である。

薬物療法、手術、カテーテルアブレーション等の有効な治療法を行えない致死的不整脈患者に対して、適応することにより、病院外で日常生活を送ることが可能となり、適応を熟慮すれば有効な方法であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Scheinman, M.M.: Catheter ablation for patients with cardiac arrhythmias. *PACE*, 9: 551~564, 1986.
- 2) Warin, J.F. and Haissaguerre, M., et al.: Catheter ablation of accessory pathways: technique and results in 248 patients. *PACE*, 13: 1609~1614, 1990.
- 3) Jackman, W.M., Wang, X., Friday, K.J., et al.: Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Perkinson-White Syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med*, 324: 1605~1611, 1991.
- 4) Schluter, M., Geiger, M., Siebels, J., et al.: Catheter ablation using radiofrequency current to cure symptomatic patients with tachyarrhythmias related to an accessory pathway. *Circulation*, 84: 1644~1661, 1991.
- 5) Kuck, K.H., Schluter, M., et al.: Successful catheter ablation of human ventricular tachycardia with radiofrequency current guided by an endocardial map of the area of slow conduction. *PACE*, 14: 1060~1071, 1991.
- 6) Huang, S.K.S., Graham, A.R., Lee, M.A., Ring, M.E., Gorman, G.D. and Schiffman, R.: Comparison of catheter ablation using radiofrequency versus direct current energy: Biophysical, electrophysiologic and pathologic observations. *JACC*, 18: 1091~1097, 1991.
- 7) An, H., Saksena, S., Janssen, M., et al.: Radiofrequency ablation of ventricular myocardium using active fixation and passive contact catheter delivery systems. *Am Heart J*, 118: 69~77, 1989.
- 8) Huang, S., Bharati, S., Graham, A.R., et al.: Closed chest catheter desiccation of the atrioven-

tricular junction using radiofrequency energy—a new method of catheter ablation. JACC, 9: 349~358, 1987.

- 9) Scheinman, M.M., Laks, M.M., DiMarco, J. and Plumb, V.: Current role of catheter ablative procedures in patients with cardiac arrhythmias. Circulation, 83: 2146~2153, 1991.
- 10) Winkle, R.A., Mead, R.H., Ruder, M.A., et al.: Long-term outcome with the automatic implantable cardioverter-defibrillator. JACC, 13: 1353~1361, 1989.
- 11) Dreifus, L.S., Fisch, C., Griffin, J.C., Gillette, P.C., Mason, J.W. and Parsonnet, V.: Guidelines for implantation of cardiac pacemakers and antiarrhythmia devices. A report of the American college of cardiology/American heart association task force on assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures (committee on pacemaker implantation. JACC, 18: 1~13, 1991.

相沢 ありがとうございます。どなたかご質問ございませんか。どうぞ。

渡辺 カテーテルアブレーションについてお聞きしたいのですが、ここ1、2年の間にRFも導入されましてカテーテルアブレーションの成績が非常に上がってきていると、我々は学会、雑誌等でよく見ているんですけども、これによってWPW、およびVTの治療体系が非常に変わってきているのを実感しています。今までは手術治療が先行していて主だったものが、カテーテルが導入されてカテーテルアブレーションがfirst choiceになってきている。今後、どういものがカテーテルでできるのか、あるいはどのようにしていくのか、どういものが手術に回るのか回らないのかなどについて、WPWとVTに関して教えて戴ければ幸いなんですけど。

相沢 では2つに分けて、WPWの手術とカテーテルアブレーションとの適応の違いをまとめてくれませんか。

田村 手術適応およびカテーテルアブレーションに関しては基本的に同じだと思います。どちらも致死的な不整脈となる症例に対しては適応がある。その場合に、あとは患者さんの、開胸するしない、できるできない及び患者さんの希望になります。安全に施行されるようにな

りますと、例えば非致死的な回帰性頻拍の場合にもアブレーションによる根治治療の適応があると思いますが、現在のところはそこまでいっていないのですが。回帰性頻拍だけの場合には、薬剤で十分なコントロールができるものであれば、カテーテルアブレーションは行なっても手術適応まではならないという症例は出てくるだろうと思います。それから心室頻拍に関しては、手術適応を前提としてカテーテルアブレーションを現在のところ行なっているわけです。もちろん基本的には両者の適応は変わらないと思いますけれども、やはり患者さんの負担を考えますとまずアブレーションをトライしてみるということになると思います。何回も際限なくアブレーションを行なうことはできませんので、うまくいかない場合はある時点で見切りをつけて手術をするという症例はあると思います。それからカテーテルアブレーションを行う場合には、心内膜側にある程度起源があるというのが条件だと思います。中隔の場合には、右室、左室を挟む等の手技はあるかと思いますが、心内膜側に起源がないという症例については手術をして頂くということになると思います。以上です。

相沢 佐藤先生、今の質問でいかがですか。

佐藤 明確にはお答えできませんけども、WPW症候群に関してはRFが恐らく中心になるだろうと思います。ただカテーテルがどうしても届かない場所には手術をお願いすることになるかもしれません。心室頻拍に関してはどちらがfirst choiceかはまだわからないだろうと思います。現時点においてはやはりケースバイケースではなからうかと思っています。ただ田村先生が話されたように、心筋のある程度大きな部分を切除しなければならぬことが予想された場合には手術が前提になります。あと、今後ARVDも含めて病態がかなり進行してくるという問題があります。どちらを最初にするかについては、まだ移行期のような段階だと私は思っています。

相沢 ありがとうございます。適応は同じくらいで、カテーテルアブレーションの方が侵襲度が少ないから、最初にやるかもしれない。ちなみにカテーテルアブレーションですと、WPWは98%成功するという事です。しかしカテーテルアブレーションの後に重症頻脈や重症不整脈が出てくるようなことがあれば、やはり手術の方がいいだろうということで戻る可能性はあると思います。それから、心室頻拍に関しては60%前後でカテーテルアブレーションの成績が悪いのが現実です。やはり手術を抜きに考えられず、手術に頼らなければならず、同時に

考えるべきものだと思います。その他にございませんか。
小沢先生どうぞ。

小沢 WPW 症候群や心室頻拍のときに、12誘導心電図と実際の focus との関連がいろいろ言われておりますが、佐藤先生と渡辺先生に質問いたします。伝導路が1本あるいは focus が1つの場合には、12誘導心電図からその focus がかなり当てられるものかどうか伺いしたいのですが。

佐藤 WPW 症候群に関してはおおよそですけども、1本であれば予測は可能だろうと私自身は思います。ですが左の自由壁なのか後ろなのか前なのか右なのか、という位の予測は可能だと思います。心室頻拍に関しては、これもおおよそ分ります。特に心筋梗塞が合併するような症例に関しては、精度は悪くなるだろうと思います。複数のものが関与してくると非常に更に困難になるだろうと私自身思っています。

相沢 渡辺先生。

渡辺 特につけ加えるようなことはありません。術中の経験で心室頻拍はペースマッピングをしても、ちょっと位置がずれるとすごく波形が変わってしまうということで、内科の先生方もお感じになっていると思いますけど、いろんなことで伝導が変わってますので、おおよその想像はできるにしても心電図から VT の起源は、正確な想像はなかなか難しいのが現状ではないか、というのが我々の術中からの経験だと思います。

相沢 他にございませんか。全般的なことで結構ですけども、どうぞ。

渡辺 薬剤治療との関係でお伺いしたいのですが、先程アメリカへ行きましたら、アミオダロンを使うか手術をするかという話が出てきました。アミオダロンを使ったときの開心術の後に肺水腫が出現したり、また肺線維

症などの問題があるので、アミオダロンを大量に長期間使った患者に対しては手術選択をすべきではないと。それで、アミオダロンにするか決めるべきであるとまで Cox は言っていました。こういった問題についてまだ日本ではアミオダロンが必ずしも広範に使われていないようですけども、相沢先生のご意見として、アミオダロンの今後の治療における位置についてお伺いしたいと思っております。

相沢 今、御指摘ございましたように、アミオダロンは副作用が強い。なかでも肺線維症は致死的なものもありますし、hypothyroid function になります。それから結膜の結晶もあります。いずれにしても副作用を恐れながら使用しなければならぬのがひとつ。もうひとつは有効率が決して高くないんです。この薬がダメだったら患者さんが亡くなってもやむをえないという言い訳のできる心理的面もあると思われます。アミオダロンは特効薬であるといういわば神話を裏付けるほどの有効性は出ておりませんし、確立してないのが現状だと思います。ちなみに誘発法でみますと、心室頻拍では Josephson からは13%、私達は33%の有効性を出しています。誘発されても予後は改善すると言ってしまうと、確かにそういう面もありますがその辺はやはり問題があると思います。アミオダロンがよければそれで治療し、その使用が手術に困るようであれば3ヶ月間位待って外科に回す、そういうことになるだろうと思います。他にございませんか。ではどうもありがとうございました。今日は大変お忙しいなか、演者の先生方快く引き受けて戴きまして、しかも時間の無いなか良くまとめて戴きました。皆さんありがとうございました。また、ご静聴ありがとうございました。