

## 質疑応答

### (質問)不整脈外科の歴史と現状 についてご教示下さい

(山形県 : Y. S.)

(回答)磯 部 文 隆\*

#### 不整脈外科のはじまり、隆盛と凋落

不整脈外科のはじまりは1968年にSealyにより行われたWPW症候群に対する副伝導路切断術であった<sup>1)</sup>。目で確認できない電気の通路を外科的に切断するという従来には無い外科手術のはじまりであった。電気現象をとらえ等時図、等電位図を作成し、電気の伝搬状況を可視化し、それをもとに原因機序であるリエントリーを惹起する副伝導路の位置を同定し外科的に切断するという従来にはない手術であった。国内では、これに遅れること少して岩教授がWPW症候群に対し副伝導路切断術を開始された。以後、様々な不整脈に対し外科的治療が行われるようになった。心房頻拍の多くは自動能亢進による局所起原が原因で、当初麻酔だけで頻拍が停止し以後の手術ができなくなることを経験したことから大きく領域で隔離する方法がとられCoxらにより左房隔離術<sup>2)</sup>、右房隔離術<sup>3)</sup>が確立した。房室ブロックを作成するしかなかった房室結節回帰性頻拍に対し房室結節の周囲凍結<sup>4)</sup>や周囲切離術<sup>5)</sup>が行われるようになった。これらの上室性不整脈から次第に心室性不整脈、特に心室頻拍が外科治療の対象となった。心筋梗塞後の心室瘤に合併する心室頻拍に対し、リエントリー機序が原因で術中マッピングが可能となったことからGuiraudonらは全周性心内膜心筋切開術 the encircling endocardial ventriculotomy<sup>6)</sup>を、Harkenらは心内膜切除術 the endocardial resection procedure<sup>7)</sup>を行い良好な成績を取めた。ベラパミル感受性とされる特発性心室頻拍や心筋症に見られる心

室頻拍には凍結凝固法が行われた。特に不整脈原性右室異形成症には凍結凝固だけでなく不整脈起原を有する右室を他の部位から完全に切り離す右室隔離術(right ventricular disconnection procedure)がCoxらにより考案された<sup>4)</sup>。さらに心臓手術後の心室頻拍と、あらゆる不整脈に果敢に挑戦されていった。そのためには、心表面・心内マッピングが不可欠で手術室でリアルタイムに検査解析し手術部位を決定する必要から、コンピューターを用いたマッピング装置が開発された。

この間に、ペースメーカーによる頻脈治療が行われるようになり、頻脈機序に沿った頻拍停止が可能となり容易に頻脈コントロールが可能となった。とりわけ心室細動による突然死の予防のため、体外式電気ショックが唯一の救命手段であったが時期が遅れ救命できないことが多かったため、1980年代に究極の治療法として植え込み式の電気ショック治療として植込み型除細動器が開発され臨床使用されていった<sup>8,9)</sup>。

1982年にScheinmanらにより、DCショックをカテーテル先端から不整脈起源にかけることで焼灼し上室性頻拍を根治する治療が開始され、外科手術でしか行えなかった直達手術をカテーテルで行うカテーテルアブレーション法が行われるようになった<sup>10)</sup>。当初、そのエネルギーの調整が難しくpop-upや衝撃の大きさなどの問題が懸念されたが、そのエネルギー源として高周波が用いられるようになり飛躍的にその安全性と有効性が増大し、瞬く間に不整脈治療の主役として世界中に広まっていった<sup>11,12)</sup>。その結果、その低侵襲性から手術症例は激減することとなった。WPW症候群、房室結節回帰性頻拍などの上室性頻拍例は、カテーテ

\*愛知医科大学心臓外科

ルアブレーション不成功例しか手術室に入ることはなくなった。一方、心室頻拍においてもカテーテルアブレーションが応用されるとともに、植え込み型除細動器による心室頻拍や心室細動などの突然死防止効果の有効性が確認されるようになり手術根治より ICD 植え込みによる一次治療が選択されるようになり、一部の症例をのぞき first choice として ICD が選択されるようになり、益々心室頻拍においても外科治療が選択されることがなくなった。さらに、心室瘤に対して心機能の改善を目的とする新しい心室瘤切除術が Jatene<sup>13)</sup> や Dor<sup>14)</sup> から提唱され、術後の左室機能が従来法に比し飛躍的に改善したことから副作用的に術後に虚血性心室頻拍までもが消失する結果となった<sup>15)</sup>。本法では術中マッピングや広範な心内膜切除を必要としないことから、益々心室頻拍に対する外科治療は選択されなくなった。

不整脈外科が急速に凋落するなか、新たな戦略が開始された。それは、唯一取り残されていた心房細動に対する外科治療として、1987年にCoxらが始めた maze 手術であった<sup>16,17)</sup>。非常に煩雑な手術として当初は外科医からも敬遠されたが、その有効性が米国と特に日本で証明されたことから、現在では積極的に施行されている<sup>18~20)</sup>。術式の煩雑さに対して“cut and sew”から種々の特に高周波を用いた device による簡略化<sup>21)</sup>や術後心房機能を改善する心耳温存手術<sup>22,23)</sup>などの術式の改良が進められ、冠動脈外科が衰退するなかで maze 手術は益々世界中の外科医により積極的に施行されるに至っている。一方で、内科サイドも当然のこととしてカテーテルアブレーションによる治療に取り組んでいる。慢性心房細動例に対する外科治療の有効性に揺るぎはないものの、発作性心房細動の原因が肺静脈内の異索性自動能によるという知見から肺静脈そのものの焼灼ないし肺静脈隔離術が施行されるようになり、有効性が確認されている<sup>24,25)</sup>。今後、さらなる知見の集積により、最終的には慢性心房細動においても外科治療からより低侵襲な治療が開発されていくであろう。

### 不整脈外科の現状と未来

不整脈外科は2004年現在で日本胸部外科の年次報告では、年約2000例が施行されている<sup>26)</sup>。maze

手術は1837例、WPW症候群に対する副伝導路切断術は49例、心室頻拍手術49例が行われ、maze手術は漸増し、他の手術もわずかながら継続して施行されているのが現状である。残念ながら、過去に副伝導路切断術や mapping guide 下に苦勞して治療してきた心室頻拍治療などを施行し得る外科医が引退とともに消失し、貴重なしかも有用な技術と知識が継承されずに廃れていくことを懸念するばかりである。

唯一、行われている maze 手術であるが、いままも進歩を続けている。ゴールドスタンダードとして“cut and sew”による original maze 手術の有効性を疑うものはいない。しかし、この方法が確実に行える外科医は世界でも数人しかいない。そのため患者様にとって実施される機会が少なかった。maze 手術の簡略化と低侵襲性が確保されてはじめて、世界中の多くの施設で多くの外科医に認められて実施されるようになり、多くの患者様にとり福音となり始めている。現在では、人工心肺使用下に開心術として実施されている。発作性心房細動に対してはカテーテルによる肺静脈隔離術の有効性が認められているがその手技的不確実性が問題であり、確実な肺静脈隔離術が行える方法として胸骨正中切開をさけ両側の小開胸による簡略化 maze 手術として mini-maze 手術が欧米では施行されている<sup>27)</sup>。今後、さらなる技術の進歩により、すべての心房細動に対して有効な非開心下の original maze 手術と同等の有効性を担保できる簡略化手術が確立されることを期待してやまない。

### 文 献

- 1) Cobb FR, Blumenschein SD, Sealy WC, et al: Successful surgical interruption of the bundle of Kent in a patient with Wolff-Parkinson-White syndrome. *Circulation* 1968; 38: 1018-29.
- 2) Williams JM, Ungerleider RM, Lofland GK, et al: Left atrial isolation: new technique for the treatment of supraventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980; 80: 373-80.
- 3) Harada A, D'Agostino HJ Jr, Schuessler RB, et al: Right atrial isolation: a new surgical treatment for supraventricular tachycardia. I. Surgical technique and electrophysiologic effects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 95: 643-50.
- 4) Cox JL: Surgery for cardiac arrhythmias. In: Harvey WP,

- editor. *Current Problems in Cardiology*, Vol VIII, Number 4. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1983.
- 5) Ross DL, Johnson DC, Denniss AR, et al: Curative surgery for atrioventricular junctional ("AVnodal") re-entrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 1383-92.
  - 6) Guiraudon G, Fontaine G, Frank R, et al: Encircling endocardial ventriculotomy: a new surgical treatment for life-threatening ventricular tachycardias resistant to medical treatment following myocardial infarction. *Ann Thorac Surg* 1978; 26: 438-44.
  - 7) Josephson ME, Harken AH, Horowitz LN: Endocardial excision: a new surgical technique for the treatment of recurrent ventricular tachycardia. *Circulation* 1979; 60: 1430-9.
  - 8) Mirowski M, Reid PR, Mower MM, et al: Termination of malignant ventricular arrhythmias with an implanted automatic defibrillator in human beings. *N Engl J Med* 1980; 303: 322-4.
  - 9) Mirowski M: The automatic implantable cardioverter-defibrillator: an overview. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 461-6.
  - 10) Scheinman MM, Morady F, Hess DS, et al: Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias. *JAMA* 1982; 248: 851-5.
  - 11) Jackman WM, Wang XZ, Friday KJ, et al: Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med* 1991; 324: 1605-11.
  - 12) Lee MA, Morady F, Kadish A, et al: Catheter modification of the atrioventricular junction with radiofrequency energy for control of atrioventricular nodal reentry tachycardia. *Circulation* 1991; 83: 827-35.
  - 13) Jatene AD: Left ventricular aneurysmectomy. Resection or reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 321-31.
  - 14) Dor V, Saab M, Coste P, et al: Left ventricular aneurysm: a new surgical approach. *Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 37: 11-9.
  - 15) Dor V, Sabatier M, Montiglio F, et al: Results of nonguided subtotal endocardectomy associated with left ventricular reconstruction in patients with ischemic ventricular arrhythmias. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 1301-7.
  - 16) Cox JL: The surgical treatment of atrial fibrillation; IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101: 584-92.
  - 17) Cox JL, Jaquiss RD, Schuessler RB, et al: Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation. II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 110: 485-95.
  - 18) Kosakai Y, Kawaguchi AT, Isobe F, et al: Cox maze procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 108: 1049-54.
  - 19) Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ, et al: The Cox maze III procedure for atrial fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 1822-8.
  - 20) Isobe F, Kawashima Y: The outcome and indications of the Cox maze III procedure for chronic atrial fibrillation with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 116: 220-7.
  - 21) Gaynor SL, Diiodato MD, Prasad SM, et al: A prospective, single-center clinical trial of a modified Cox maze procedure with bipolar radiofrequency ablation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 128: 535-42.
  - 22) Isobe F, Kumano H, Ishikawa T, et al: A new procedure for chronic atrial fibrillation: bilateral appendage-preserving maze procedure. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1473-8.
  - 23) 磯部文隆: 心房細動手術における心房機能の温存. *心臓* 2006; 39: 344-9.
  - 24) Haïssaguerre M, Jais P, Shah DC, et al: Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; 339: 659-66.
  - 25) Pappone C, Oreto G, Rosanio S, et al: Atrial electroanatomic remodeling after circumferential radiofrequency pulmonary vein ablation: efficacy of an anatomic approach in a large cohort of patients with atrial fibrillation. *Circulation* 2001; 104: 2539-44.
  - 26) Kazui T, Osada H, Fujita H: Thoracic and cardiovascular surgery in Japan during 2004. Annual report by the Japanese Association for Thoracic Surgery Committee for Scientific Affairs. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 54: 363-85.
  - 27) Wolf RK, Schneeberger EW, Osterday R, et al: Video-assisted bilateral pulmonary vein isolation and left atrial appendage exclusion for atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 130: 797-802.