

상실성 빈맥의 수술치료^{*}

-1예 보고-

김치경^{**}· 정진용^{**}· 곽문섭^{**}· 김세화^{**}· 이홍균^{**}· 홍순조^{***}

- Abstract -

Surgical Treatment of Supraventricular Tachyarrhythmia -One case report-

Chi Kyung Kim, M.D.^{**}, Jin Yong Jeong, M.D.^{**}, Moon Sub Kwack, M.D.^{**},
Se Wha Kim, M.D.^{**}, Hong Kyun Lee, M.D.^{**}, Sun Jo Hong, M.D.^{***}

Supraventricular tachyarrhythmias are readily characterized and understood, but the surgical procedures for their correction are complex and not easily mastered. Conversely, ventricular tachyarrhythmias are frequently difficult to characterize and localize electrophysiologically and their basic mechanisms are poorly understood.

The role of the surgeon in the treatment of cardiac arrhythmia has changed dramatically during the past decade.

This report is a case of 26 years old male with supraventricular tachyarrhythmia. The result of endocardial electrophysiologic study demonstrated accessory pathway connecting left atrium to left ventricle which located at left atrial free wall about 4 cm apart from the coronary sinus orifice. The accessory bundle interruption has been successfully accomplished utilizing the internal open heart technique. The operation consisted of dissection of the atrioventricular fat pad and division of all the superficial fibers going from the ventricle to the annulus.

Following this, cryoablation made with cryoprobe at -60°C for 90 seconds. The accessory pathway was successfully ablated without specific problems.

서 론

Scherlage 등¹⁾이 심도자법에 의한 His 색 전기도를 기록한 후 전기생리학적 검사의 팔목할 만한 발전으로

부정맥의 진단 및 치료에서 많은 진전을 보고 있다. 특히, 치료분야에서 효과적인 항부정맥제 사용으로 대부분에서 좋은 반응을 보이나 일부 이에 불응하는 경우 외과적 수술을 요한다. 외과적 치료는 1968년 Sealy^{2,3)}가 Wolff-Parkinson-White(WPW)증후군 환자를 최초로 수술 성공한 이후 급속도로 발전하여 근본적인 치료방법으로 인정되고 있다.

부정맥은 상실성 빈맥과 심실성 빈맥으로 크게 나눈다. 상실성 빈맥은 비교적 흔히 접하는 부정맥의 하나로 기전은 회귀(reentry)가 가장 흔하다⁴⁾.

저자들은 빈번한 심계항진과 흉부동통을 호소하는 환자에서 전기생리학적 검사 및 수술중 심외막도해를

* 본 논문은 가톨릭중앙의료원 임상의학연구비로 이루어진 것임

** 가톨릭의과대학 흉부외과학교실

*** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Catholic University Medical College.

**** 가톨릭의과대학 내과학교실

***** Department of Internal Medicine, Catholic University Medical College.

1988년 11월 29일 접수

시행하여 빈맥의 기전이 불현성우회로(Concealed bypass tract)에 의한 방실회귀성빈맥임을 규명하고 좌측 방실구(Atrioventricular groove) 후측벽에 위치한 우회로를 박리차단하고 동시에 국소냉동제거술(local cryoablation)을 시행후 수술완치하였기에 문헌고찰과 더불어 보고하는 바이다.

증례

환자: 26세, 남자

주소: 빈번한 심계항진, 흉부불쾌감 및 통증

현병력: 환자는 6년전 처음 심계항진을 경험하고 3년전부터는 1개월에 1회 정도 심계항진 및 불안감이 한시간정도 지속된 후 자연소실되었다. 최근에는 2주에 1회씩 위의 증세가 유발되어 지방종합병원에서 항부정맥제를 투여하였으나, 호전되지 않고 빈번한 빈맥발작과 흉통이 동반되어 본원으로 이송되었다.

과거력: 특이사항 없음

이학적 소견: 중등도의 체격으로 일반상태는 양호

하였다. 혈압 120/80mmHg, 맥박수 75회/분, 호흡수 20회/분, 체온 36.7°C였다. 그외 특이소견은 없었다.

검사소견: 말초혈액, 뇨, 혈액화학 및 면역학적 검사는 정상범위였다. 단순흉부X선 소견도 정상범위였다. 심전도 소견은 평상시 PP 및 RR 간격이 800 msec, PR 간격은 0.2msec, QRS군 간격은 0.08msec이고 ST절하강이 aVR, aVL 및 V₁을 제외한 전유도에서 나타났다(그림 1). 그러나 빈맥유발경우 심박동수 165회/분, QRS군간격은 0.08msec이고 역행성 P파가 V₁, V₂ 및 aVF에서 관찰되었다(그림 2). 24시간 생활심전도 소견은 간헐적인 2도 동방차단(Mobitz type II) 및 심근 손상 소견이 나타났다.

심초음파소견은 승모판 전엽에 경도의 탈출증 소견이외는 정상소견이었다.

임상전기생리학검사: 검사는 Seldinger씨법으로 우측 대퇴정맥을 통하여 3개의 다극도자(우심방상부, 우심실첨부에 4극도자, His색 근처에 3극도자)와 좌요측 피정맥을 통하여 4극도자를 관상정맥동에 위치

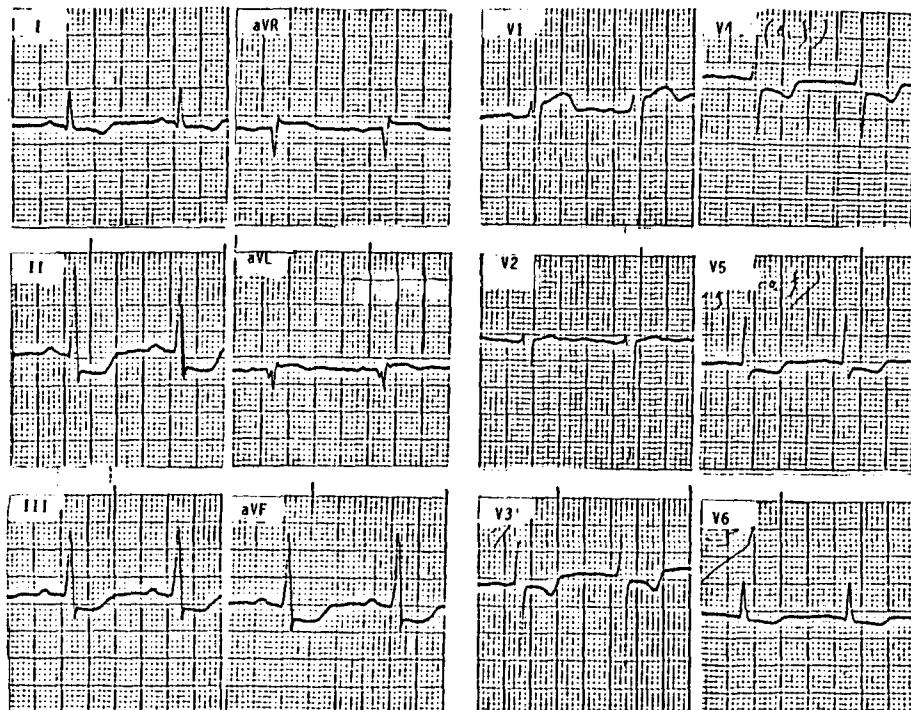


Fig. 1. Electrocardiogram at rest shows depressed ST segments on whole leads except aVR, aVL and V₁(RR interval 0.84 msec, QRS interval 0.06 msec)
Illustration of the lack of preexcitation in this patient.

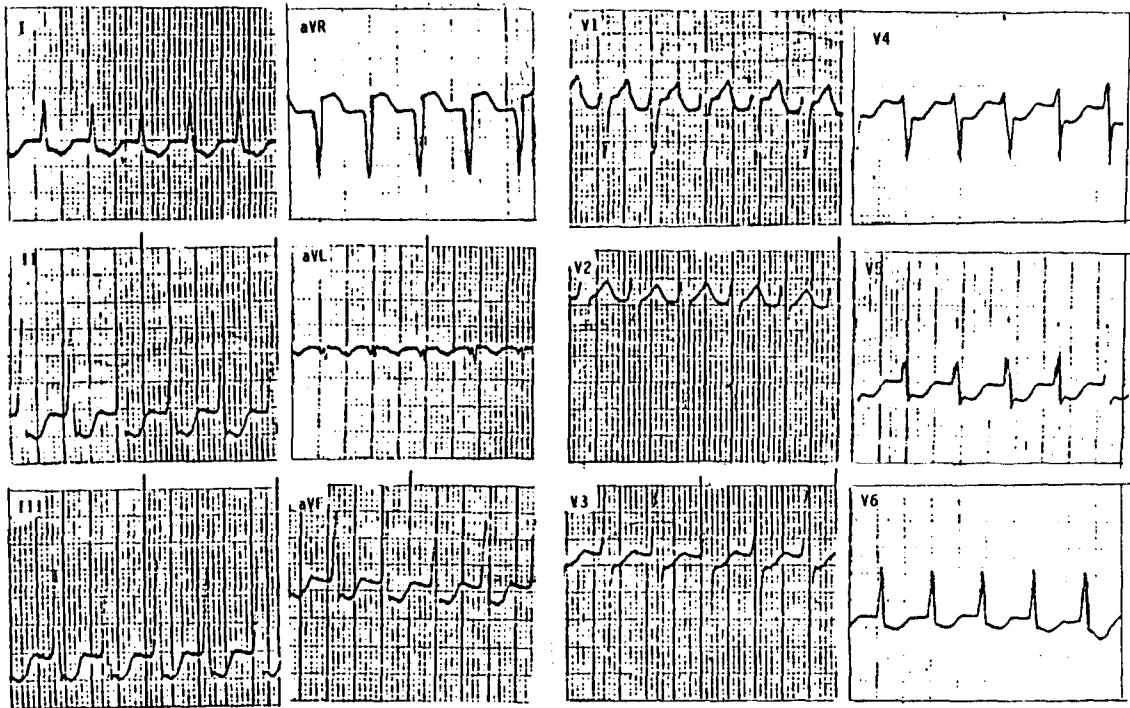


Fig. 2. Electrocardiogram during attack of paroxysmal supraventricular tachycardia.(PR interval 0.36 msec, QRS interval 0.06 msec)

Retrograde P waves(negative leads aVF, V₁ and V₂) follow ventricular excitation with the R-P interval shorter than the P-R interval(R-P; 0.13 msec, P-R; 0.23 msec).

시킨 후 각 부위에서 전기도를 기록하였다(그림 3). 표준 심전도(유도, I, aVF 및 V₁)와 심장내 전기도를 다통로역전류 검출기록기(multichannel oscilloscopic recorder, electronics for Medicine, VR-12)에 의하여 100 mm/sec 속도로 동시 기록분석하고, 계획된 전기 자극기(Bloom associates, LTD)로 2msec 동안 이완 기한계치 2배 전압을 투입하여 심방과 심실에 자극을 주어 빈맥을 유도시켰다. 여파기는 심방 및 His색 전기도 기록을 위하여 30~250Hz에 고정시켰다.

결 과

a. 기본간격 : AA 및 VV는 880 msec, PA 45msec, AH 100msec, HV 50 msec, QRS는 90 msec로 모두 정상 범위였다.

b. 동결절기능 : 최대 동결절기능 회복시간(SNRT)은 1230msec, 교정 동결절기능 회복시간(C-SNRT)은 146msec로서 동결절기능은 정상 범위였다.

c. 상실성빈맥 : 분당 150회 이상(400msec)의 빠른

우심방상부자극, 프로그램된 심박율동에서 심방조기 수축(S₁S₂=600 msec, S₂S₃=260~300 msec), 프로그램된 심실율동에서 심실조기수축(S₁S₂=600 msec, S₂S₃=310 msec)에서 빈맥유발이 가능하였다(그림 4).

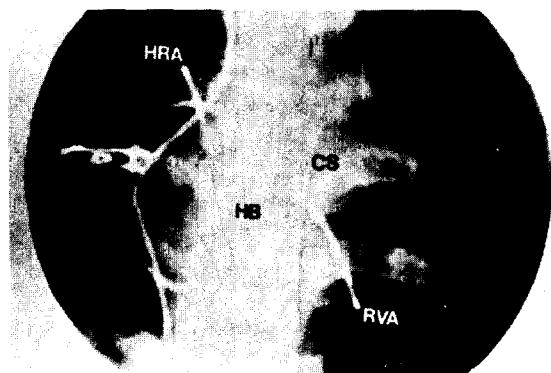


Fig. 3. Multipolar electrodes were located in the cardiac chambers.
(HRA: High right atrium, HB: His bundle, CS: Coronary sinus, RVA: Right ventricular apex)

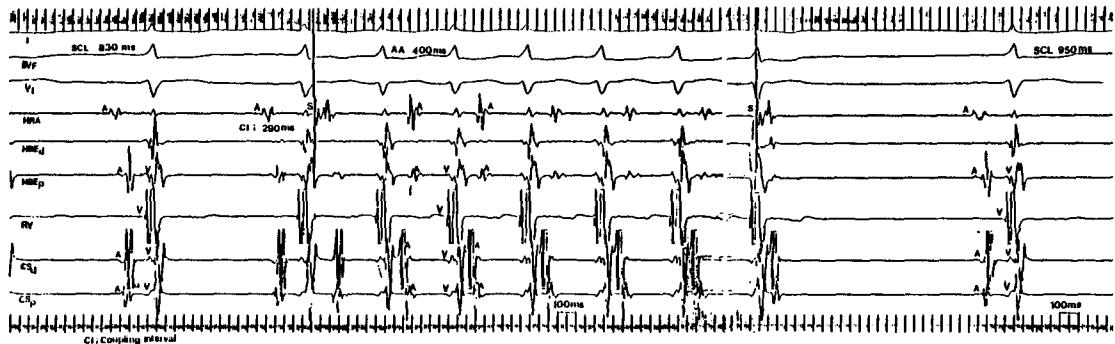


Fig. 4. The initiation and termination of bypass tract reentrant supraventricular tachycardia by programmed stimulation. A) a single atrial extrastimulus(S) delivered at the high right atrium(HRA) during sinus rhythm initiates the supraventricular tachycardia, while (B) a critically timed single atrial extrastimulus(S) delivered at the HRA terminates it. Note that multiple recording sites from the right and left atria.

HBE: His bundle, CS; coronary sinus show the ectopic retrograde atrial activation sequence particularly on the distal coronary sinus earliest, confirming the presence of the concealed bypass tract in this supraventricular tachycardia.(CSd=distal part of coronary sinus, CSp=proximal part of CS)

인위적으로 유발된 상실성 빈맥과 평소에 나타났던 빈맥형태는 일치하였다. 심방의 전기도기록중 관상맥동(좌심방)원위부가 우심방상부나 우심방의 심방증격하부보다 먼저 탈분극되는 것으로 보아 불현성 방실우회로가 역행성 전도로 정상 방실결절이 전행성 전도로 이용되는 단일 우회로를 통한 회귀성 빈맥임을 알 수 있었다. 심내막도해상 우회로가 좌측 방실구의 후측벽에 위치하고 있음을 확인하였다.

수술방법 및 소견 : 전신마취하에 흥골정증절개로 개흉 후 노출된 심장에서 심외막도해를 시행하여 불현성 방실 우회로가 수술전 시행한 심내막도해상 위치와 일치함을 재확인하였다. 즉, Abendroth 등⁵⁾의

visual grid system을 변형하여 해부학적 이정표로 방실구, 심실간구, acute 그리고 obtuse margin, 심첨을 이용하여 심장을 76구역(그림 5)으로 나눈뒤 전기생리학적 검사에서 확인된 좌측 방실구의 후측벽(즉, 방실구하연을 따라있는 I구역)을 집중도해하였다(그림 6). 도해탐침은 반지모양의 양극탐침을 이용하고 양극 동시간성 도해법을 시행하였다. 위의 결과로 우회로의 위치는 좌측 방실구 후측벽, 특히 I₆구역에 존재하는 것을 재확인하였다(표 1, 그림 5, 6).

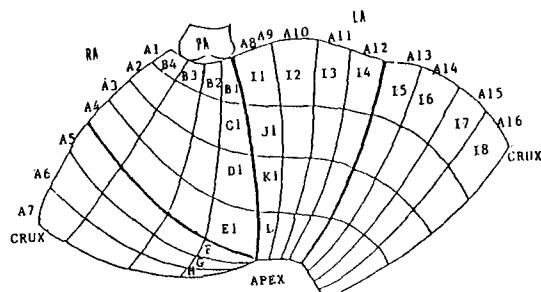


Fig. 5. Epicardial grid for mapping.

RA: Right Atrium
PA: Pulmonary Artery
LA: Left Atrium



Fig. 6. Intraoperative epicardial mapping data is the bipolar data an area of the grid system(16: the area of the shortest VA activation time). Activation time is the interval between the first point ventricular activity and the atrial spike in the bipolar data. Lead I, II, III are standard limb leads, right atrial appendage(RAA) and left ventricular apex are reference leads.

Table 1. Measurement of ventriculoatrial interval by the intraoperative epicardial mapping during supraventricular tachycardia

Mapping area	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈
VA interval (msec)	120	120	118	110	105	133	180

* VA interval: Ventriculoatrial interval

체외순환하에 좌심방을 좌우심방간연을 따라 7~8cm 절개후 부전도로가 위치하는 승모판막의 후측 판막연 하방 3mm 떨어진 부위를 15번 수술칼로 5cm 정도 절개하였다(그림 7). 절개된 부위의 지방조직을 제거하면서 회선관상동맥을 노출시켜 바깥쪽으로 당기면서 좌심실로부터 심방으로 오는 표재성 섬유성근육을 절개후 영하 60°의 cryoprobe를 이용하여 5군데에서 90초 정도 국소냉동제거술을 시행하여 주위의 우회로 가능성이 있는 조직을 광범위하게 파괴하였다. 절개된 판막연은 4-0 prolene으로 연속봉합하였다.

심장박동이 정상회복후 치료성공 여부를 판정하기 위하여 프로그램된 전기자극을 가하였으나 수술전 유발되었던 빈맥은 발생되지 않았다. 수술후 18일째 환자상태는 양호하며, 맥박수 65회/분의 동정맥을 나타내며 상실성빈맥은 완전 소실된 상태에서 퇴원하였다.



Fig. 7. Division of a left free lateral wall pathway.

고 찰

1958년 Alanis 등⁶⁾이 최초로 개심장에서 His색에서 전기활성을 기록한후 1969년 Scherlag 등¹⁾이 현재 사용하는 심도자법으로 His색 전기기록방법을 확립하였다. 이후 Burer 등⁷⁾이 개심술중 심외막도해를 시행하여 심실의 조기홍분을 실제로 증명한 뒤 Wellens⁸⁾가 프로그램된 전기자극으로 부정맥진단 및 치료에 이용할 수 있음을 보고후 심장내 전기기록과 프로그램된 전기자극방법을 이용한 전기생리학적 검사는 동결절기능, 방실전도장애부위, 부정맥 특히 상실성빈맥의 발생기전을 밝혀 진단할 수 있을 뿐만 아니라 치료면에서도 항부정맥제의 효과판정 및 부정맥수술을 가능케 하였다.

1968년 Sealy^{2,3)}가 WPW 증후군환자에서 부전도로를 심외막접근술로 차단성공한 이후 급속도로 발전하여 최근까지 400명 정도 성공적으로 수술하였다라고 보고⁹⁾한 바 있다. 비록 부정맥치료는 1차적으로 약물요법이나 이에 불응하는 경우 외과적치료가 이차적인 방법으로 인정되고 있다.

부정맥은 크게 상실성빈맥과 심실성빈맥으로 나누며 해부학적, 전기생리학적 면에서도 서로 다른점이 있다. 즉 상실성빈맥의 기전은 회귀(reentry)가 대부분으로 WPW 증후군의 Kent색과 방실결절내의 이중방실결절전도로에 의한 빈맥을 들수 있고, 그외에 이소성심방병소에 의한 자율성 심방빈맥 등이 있다.

Reentry에 의한 상실성빈맥은 첫째, 기능적으로 서로 다른 전도로가 존재하여, 둘째, 한쪽 전도로가 일방적 차단되고, 세째, 차단되지 않는 다른 전도로의 전도시간이 차단된 전도로의 불용기보다 길어야 한다. 이때 자극의 전도속도가 충분히 느려 일방적 차단은 일으켰던 전도로가 홍분성을 회복하면 이 전도로를 통한 역행성 전도가 가능하여 빈맥이 나타난다^{10,11)}. 이러한 빈맥은 전기자극에 의하여 반복적으로 유발 및 종결시킬 수 있는 특징이 있다(그림 4). 회귀현상은 동결절, 심방, 방실결절 그리고 방실우회로에서 나타날 수 있으며, 빈도는 Josephson 등⁴⁾에 의하면 심한 증세를 가진 상실성 빈맥 150예 중 방실결절내가 58%로 가장 많고 방실우회로가 30%, 동방결절이 4% 그리고 자율성심방빈맥이 4%를 차지하였다고 보고한 바 있다. 다양한 상실성빈맥의 임상적 구분은 어렵지

만 전기생리학적 검사에 의해 감별이 가능하다. 이중 불현성 우회로는 방실간의 정상 연결부인 방실결절 이외의 비정상적인 방실연결로가 존재하여 동성율동의 전기적 자극은 방실결절을 통해 서만 전달되고 우회로는 빈맥발작이 일어나는 경우 심방, 방실결절, 심실우회로가 하나의 회귀성회로를 형성하여 빈맥이 지속된다. 따라서 이들은 방실간의 우회로를 지닌 점으로 WPW 증후군에 속하나 이경우 특징적인 회귀가 역행성전도만 가능하고 전향성 전도는 할수 없는 것으로 알려져 있고, 빈맥시 WPW 증후군에서 볼수있는 Orthodromic 방실 회귀성 빈맥이 나타난다. 평소에는 WPW 증후군과 같은 δ파를 나타내는 조기홍분을 볼 수 없으므로 정상 QRS군을 지닌다. 이러한 우회로의 존재는 빈맥이 있는 동안 심전도를 관찰하면 대부분 QRS 군 다음에 역행성 P파를 관찰할 수 있는데 RP 간격은 PR간격보다 짧게 나타난다. 즉 심방이 심실 홍분뒤 eccentrical activation되기 때문이다. 본 증례에서도 빈맥유발시 심전도상 역행성 P파가 유도 V₁, V₂ 및 aVF에서 나타나고 이때 RP간격은 PR간격보다 짧았다. 동성율동시 PR간격 지연없이 자연적으로 상실성빈맥이 발생할 수 있는데 이것은 심방과 비정상 방실우회로의 불응기가 짧아져 역행성 심방자극이 촉진되기 때문이다. 이런 이유로 우회로시 많은 재발성 빈맥이 나타나게 된다¹²⁾.

불현성 우회로의 전기생리학적 검사의 전단으로, 첫째, 심방 또는 심실 조기수축으로 방실간 회귀가 유발 또는 종료되고, 둘째, 빈맥시 심방탈분극순서가 하부에서 상부로 중심외역행성전도(Eccentric retrograde activation)되며, 세째, P파 모양이 동성 P파와 다르며, 네째, His색 불응기시 빈맥중 점차 빠른 심실수축에 대하여 심방이 조기수축되고, 다섯째, 우회로 존재 부위측 기능적차단시 빈맥중 심실-심방전도시간 연장 및 빈맥주기시간이 연장되며¹³⁾, 여섯째, 빈맥시 가장 짧은 심실-심방전도시간 간격이 최소한 60msec 이상이다¹⁴⁾.

방실우회로는 좌우심방의 방실연결구를 따라 좌심방 또는 우심방벽, 심실중격 어느곳에든지 존재할 수 있기에^{15, 16)}, 좌심방은 정맥동을 통하여, 우심방은 직접 우심방에 전극도자를 이용하여 삼첨판문을 도해함으로써 우회로 위치를 확인하며, 해부학적 특징으로 Ebstein 심기형을 제외한 대부분에서 좌측 또는 중격벽에 우회로가 존재하고 우측은 드물다. 우회로의 정확한 위치는 이의 외과적 절제를 위해서만 아니라 제

2, 제 3의 우회로가 있는 경우가 있으므로 중요하다. 다발성 우회로빈도는 보고자에 따라 3.7~15%이나 우측벽이나 후측중격벽에 많이 위치한다¹⁷⁾.

수술중 심외막도해는 심장표면에서 심장의 탈분극의 파극순서를 측정하는^{18, 19, 20)} 것으로 인간에서 Barker 등²¹⁾에 의하여 처음 실시후 임상적으로 1967년 Durrer 등²²⁾이 WPW 증후군에서 방실부전도로 위치를 찾는데 최초로 이용되었고, 그후 심방 및 심실탈분극활동의 연구^{23, 24, 25)}, 방실전도계의 위치확인²⁶⁾, 심근경색부위확인²⁷⁾에 이용되어 최근에는 부정맥의 발생부위를 찾아냄으로 외과적 치료에 적극 이용되고 있다.

심실성빈맥은 관상동맥질환자에서 대부분 발생되는 불응성 허혈성심실빈맥으로 이소성위치가 육안적으로 확인되기에 전기생리학적 mapping이 절대적으로 요구되지 않는 것이 상실성빈맥과 다른 점이다. 아주 드문 경우 우심실에서 발생되는 비허혈성심실빈맥을 들 수 있다.

빈맥치료는 1차적으로 약물요법을 시행한다. 빈맥을 유발시키는 조기수축을 억제하거나 회귀회로내 자극전도속도와 불응기의 상호불균형을 유발시키는데 이론적 근거를 갖고 우회로불응기를 지연시키는 procainamide, Quinidine, Disopyramide 및 Flecanide, Encainide 등이 있고, 방실결절을 억제시키는 Digitalis, Verapamil이 있고, 양측 불응기를 모두 연장시켜 장기치료 및 예방에 효과있는 Amiodaron을 들 수 있다. 약물치료에 불응하는 경우 이차적인 치료방법으로 전기생리학적 검사후 외과적으로 인공심조율기부착 혹은 우회로절제술을 시행한다^{4, 28)}. Cox 등²⁹⁾은 1981년까지는 심외막접근법과 심내막접근법을 각각 이용하였으나 심외막박리는 출혈의 부작용이 있어 현재는 심내막박리술을 주장하는 반면 Guiraudon 등³⁰⁾은 1984년에 부전도로를 심외막접근법으로 부전도로차단 및 국소냉동제거시켰다고 보고하며, 최근 Mahomed 등³¹⁾은 심외막접근법이 심박동을 유지하며 normothermia하에서 우회로를 차단시켜 수술중 우회로가 확실하게 차단되었는지를 확인할 수 있는 이점이 있어 이 방법을 주장하고 있다. 본 증례에서는 체외순환하에 심내막접근법으로 우회로부위를 박리차단후 그 주위조직을 냉동제거시켜 성공적으로 비정상적인 우회로를 쉽게 차단시킬 수 있었다. 그외에 좌심방의 이소성위치에서 유래되는 불응성 상실성빈맥은 심방분리술(atrial isolation technique)을 최근 시도하고

있다³²⁾. 심실성 빈맥의 외과적 치료방법은 대부분이 혀혈성 심실성 빈맥이므로 관상동맥우회로이식술, 심실벽동맥류 제거술후 이소성 빈맥 발생부위를 일주성 심실내 막절개술 (encircling endocardial ventriculotomy), 심내막 절제술 그리고 심내막, 심근막 혹은 심외막 냉동제거술을 들 수 있고, 우심실에서 발생되는 비히혈성 심실빈맥은 우심실완전 분리술이 이용되고 최근에는 심내막 레이저광선파괴술 등이 이용되며, 항빈맥 심박조율기, 자율성 개흉腔세동제거기 (automatic internal defibrillator) 부착 및 QT 증후군의 좌측성 상신경절제거술 등이 연구되고 있다²⁹⁾. 한냉요법은 고원성 조직 및 섬유아지지조직에 비가역성 손상없이 심근조직만 파괴하기 위하여 Gallagher 등³⁹⁾에 의하여 사용되었으며, nitroxide로 0°~60°C로 약 2분간 우회로를 파괴하게 된다. 이 당시 관상동맥의 손상으로 관상동맥 협착증이 유발되지 않도록 주의하여야 한다. 이와 같은 수술적 절제술은 성공률이 거의 완벽에 이르고 있다³⁴⁾.

맺 음 말

본 가톨릭의과대학 홍부외과학교실에서는 좌측 방실구의 후측벽에 위치한 불현성 우회로 (Concealed bypass Tract)에 의한 상실성 빈맥환자에서 개심술에 의한 심내막접근법 (Endocardial approach)으로 우회로가 예상되는 부위를 박리차단하고 동시에 국소냉동제거술을 시행하여 수술후 임상경과에서 빈맥의 소실을 보고 재발이 없음을 확인하였다.

REFERENCES

1. Scherlag, B., Lau, S., Helfant, R., et al.: *Catheter technique for recording His bundle activity in man*. *Circulation*, 39:13-18, 1969.
2. Cobb F.R., Blumenschein S.D., Sealy W.C., et al: *Successful surgical interruption of the bundle of Kent in a patient with Wolff-Parkinson-White syndrome*. *Circulation*, 38:1018, 1968.
3. Sealy W.C., Hattler B.G. Jr., Blumenschein S.D., Cobb F.R.: *Surgical treatment of Wolff-Parkinson-White syndrome*. *Ann Thorac Surg*, 8:1, 1969.
4. Josephson M.E. and Seides S.F.: *Clinical cardiac electrophysiology, techniques and interpretations*. Philadelphia, Lea and Febiger, 147-250, 1979.
5. Abendroth, R., Ostermeyer, J., Breithardt, G., et al.: *Reproducibility of local activation time during intraoperative epicardial mapping*. *Circulation*, 62:75-79, 1980.
6. Alanis, J., Gonzalez, H. and Lopez, E.: *The electrical activity of the bundle of His*. *J. Physiol.* 142:127-140, 1958.
7. Burer, D., Schoo, L., Schuileburg, R.M., et al.: *The role of premature beats in the initiation and the termination of supraventricular tachycardia in the WPW syndrome*. *Circulation*, 36:644-662, 1967.
8. Wellens, H.J.J., Janse, M.J., Van Dam, R.Th., Van Capelle, F.J.L., Meijne, N.G., Mellink, H.M. and Durrer, D.: *Epicardial mapping and surgical treatment in WPW synd. type A*. *Am. Heart J.*, 88:69-78, 1974.
9. Lowe J.E.: *Surgical treatment of the Wolff-Parkinson-White syndrome and other supraventricular tachyarrhythmias*. *J. Cardiac Surg.*, 1:177, 1986.
10. Weelens, H.J.J. and Durrer, D.: *The role of an accessory atrioventricular pathway in reciprocal tachycardia; observations in pts with and without the WPW synd*. *Circulation*, 52:58-72, 1975.
11. Farshidi, A., Josephson, M.E., and Horowitz, L.N.: *Electrophysiologic characteristics of concealed bypass tracts; clinical and electrographic correlates*. *Am. J. Cardiol.* 41:1052-1060, 1978.
12. Neuss, H., Schlepper, M., and Thormann, J.: *Analysis of reentry mechanisms in three pts with concealed WPW syndrome*. *Circulation*, 51:75-81, 1975.
13. Kerr, C.R., Gallagher, J.J., and German, L.D.: *Changes in ventriculoatrial intervals with bundle branch block aberration during reciprocating tachycardia in pts with accessory atrioventricular pathways*. *Circulation*, 66:196-201, 1982.
14. Benditt, D.G., Pritchett, E.L.C., Smith, W.M., et al.: *Ventriculoatrial intervals: Diagnostic use in PSVT*. *Ann. Intern. Med.*, 91:161-166, 1979.
15. Sealy, W.C., Gallagher, J.J., and Pritchett, E.L.C.: *The surgical anatomy of Kent bundles based on electrophysiologed mapping and surgical exploration*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 76:804-815, 1978.
16. Jruex, R.C., Brshof, J.K., and Downing, D.F.: *Accessory atrioventricular muscle bundle 11. Cardiac conduction system in a human specimen with WPW*

- synd. Anat. Record.* 137:417-435, 1960.
17. Colacita, P.G., Packer, D.L., Pressley, J.C., and German, L.D.: *Frequency, Diagnosis and clinical characteristics of patient with multiple accessory atrioventricular pathways.* *Am. J. Cardiol.* 59:601-606, 1983.
 18. Gallagher, J.J., Kasell, J.H.L., Cox, J.L., Smith, W.M., Ideker, R.E., and Smith, W.M.: *Techniques of intraoperative electrophysiologic mapping.* *Am. J. Cardiol.* 49:221-240, 1982.
 19. Gallagher, J.J., Kasell, J., Sealy, W.C., Pritchett, E.L.C., and Wallace, A.G.: *Epicardial mapping in WPW synd.* *Circulation,* 57:854-866, 1978.
 20. Lewis, T. and rothschild, M.A.: *The excitatory process in the dog's heart 11. Philosophical transactions of the royal society. London,* 206:181-223, 1915.
 21. Barker, P.C., Macleod, G., and Alexandes, J.: *The excitatory process observed in the exposed human heart.* *Am. Heart J.* 5:720-742, 1930.
 22. Durrer, D. and Roos, J.P.: *Epicardial excitation of the ventricles in a patient with WPW synd(type B).* *Circulation* 35:15-21, 1967.
 23. Gallagher, J.J., Pritchett, E.C., Sealy, W.C., et al.: *The preexcitation syndrome.* *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 20:285-327, 1978.
 24. Goodman, D., Van der Steen, A.B.M., and Van Dam, R.T.: *Endocardial and epicardial activation pathways of the canine right atrium.* *Am. J. Physiol.*, 220:1-11, 1971.
 25. Wyndham, C.R., Meeran, M.K., Smith, T., Saxena, A., Engelman, R.M., Levitsky, S., and Rosen, K.M.: *Epicardial activation of the intact human heart without conduction defect.* *Circulation,* 59:161-168, 1979.
 26. Kaiser, G.A., Waldo, A.C., and Beach, P.M.: *Spe-*
 - cialized cardiac conduction system.* *Arch. Surg.* 101:673-676, 1970.
 27. Daniel, T.M., Boineau, J. P., and Lobiston, D.C. Jr.: *Comparision of human ventricular activation with a canine model in chronic MI.* *Circulation,* 44:74-89, 1971.
 28. Manolis, A.S. and Estes, N.A.: *Supraventricular tachycardia; mechanism and therapy.* *Arch. Intern. Med.*, 147:1706-1716, 1987
 29. Cox, J.L.: *The status of surgery for cardiac arrhythmias.* *Circulation,* 71:413, 1985.
 30. Klein, G.J., Guiraudon, G.M., Perkins, D.G., et al.: *Surgical correction of the Wolff-Parkinson-White syndrome in the closed heart using cryosurgery. A simplified approach.* *J. Am. Coll. Cardiol.*, 3:405, 1984.
 31. Yousuf Mahomed, Robert D. King, Douglas P. Zipes, William M. Miles, Eric N. Prystowsky, James J. Hegar, John W. Brown: *Surgical division of Wolff-Parkinson-White pathways utilizing the Closed-Heart Technique; A 2-year Experience in 47 patients.* *Ann. Thorac. Surg.*, 45:495-504, May, 1988.
 32. Williams, J.M., Ungerleider, R.M., Lofland, G.K., Cox, J.L., Durham, N.C.: *Left atrial isolation. New technique for the treatment of supraventricular arrhythmias.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 80:373-380, 1980.
 33. Gallagher, J.J., Sealy, W.C., Anderson, R.W., et al.: *Cryosurgical ablation of accessory atrioventricular connections; A method for correction of the pre-excitation synd.* *Circulation,* 55:471, 1977.
 34. Cox, J.L., Gallagher, J.J., and Cain, M.E.: *Experience with 188 consecutive patients undergoing operation for the WPW.* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 90:490-501, 1985.