

## 다발성 부전도로의 심장 전기생리적 특성

계명대학교 의과대학 내과학교실

이영수 · 권택근 · 김성열 · 손봉준 · 조봉기 · 한성욱 · 허승호 · 김윤년

### =Abstract=

#### Electrophysiologic characteristics of multiple accessory pathways

Young Soo Lee, M.D., Tak Gun Guen, M.D., Sung Yel Kim, M.D.,  
Bong Jun Son, M.D., Bong Gi Jo, M.D., Seong Wook Han, M.D.,  
Seoung Ho Hur, M.D. and Yoon Nyun Kim, M.D.

*Department of Internal Medicine, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea*

**Background** : The purpose of this study was to investigate the clinical and electro physiologic characteristics of patients with multiple accessory pathways. Recently as endocardial mapping has become more and more accurate, multiple accessory pathways which were considered to be rare in the past, have become more commonly reported in patients with Wolff-Parkinson-White syndrome.

**Methods** : From February 1993 to June 2000, there were a total of 452 patients, who were confirmed to have accessory pathway mediated-tachyarrhythmias diagnosed by electrophysiologic study. Among those, 19 patients had multiple accessory pathways, and were enrolled in this study.

**Results** : Among the 19 patients, thirteen patients were male and six were female, and their mean age was  $36.5 \pm 16.17$  years. All patients had 2 accessory pathways. The distribution of the location of the accessory pathways was at the left free wall (71.1%), right free wall (18.4%) and posteroseptal wall (10.5%). The most common combination pattern was the left free wall and left free wall (57.9%) and the most common anatomical areas were the left lateral wall and left posterior wall (36.8%). The success rate of the catheter ablation was 84.2% (16/19). The recurrence rate after the radiofrequency catheter ablation was 31.3% (5/16) and the most common recurrence site was left free wall (60.0%, 3/5).

**Conclusion** : These results indicated that the clinical and electrophysiologic characteristics of the multiple accessory pathway patients with WPW syndrome in our study were similar to those of western countries.(Korean J Med 63:394-401, 2002)

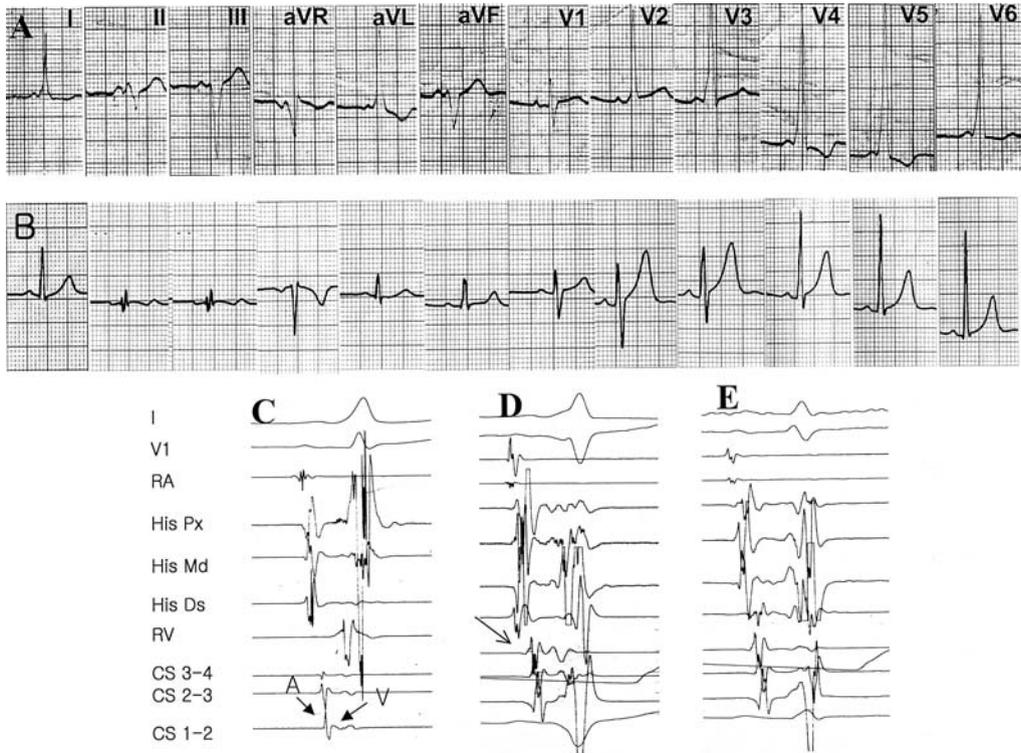
**Key Words** : Wolff-Parkinson-White syndrome, Multiple, Electrophysiologic and clinical characteristics

### 서 론

Wolff-Parkinson-White (WPW) 증후군은 kent bundle로 알려진 방실부전도로에 의한 심실 내막의 조기흥분을

보이는 심전도 소견과 부전도로를 이용한 방실회귀성 빈맥으로 정의된다. 정상적으로 태아기에 심방과 심실은 섬유류이 형성될 때까지 연결되어 있으며, WPW 증후군에 서의 부전도로는 방실 내막의 fiber band가 분리 과정의

- 접수 : 2002년 2월 26일
- 통과 : 2002년 7월 30일
- 교신저자 : 김윤년, 대구광역시 중구 동산동 194번지, 동산의료원 순환기 내과(700-712)  
E-mail : ynkim@dsmc.or.kr



**Figure 1.** Serial changes on the surface and intracardiac ECGs in a 45-year old male who had WPW syndrome with left posterior and right posterior pathways. (A) The baseline ECG shows positive delta waves in all the precordial leads. (B) After the RF ablation, the delta wave is disappeared in all the precordial leads. (C) This is a baseline intracardiac ECG using a quadripolar catheter during sinus rhythm, showing the earliest ventricular activation at CS 1-2. (D) After the first RF ablation attempt, the earliest fusion beat from CS 1-2 (closed arrow) became separated, but the earliest ventricular activation then appeared at CS 3-4 (open arrow). Negative delta waves reappeared on the surface ECG (V1 lead), indicating a right posterior AP. Following that, a RF ablation application (50J, 25sec) was delivered to the right posterior wall. (E) After the second RF ablation application, both of the fusion sites became separated during sinus rhythm. The sweep speed of all the intracardiac ECG panels was 100msec. (ECG, electrocardiography; RF, radiofrequency; AP, accessory pathway; RA, right atrium; Px, proximal; Md, middle; Ds, distal; RV, right ventricle; CS, coronary sinus)

장애로 남아있는 것으로<sup>1,2)</sup> 종종 다른 심장 기형과 동반되는 경우도 있다. WPW 증후군은 대체로 단일 부전도로를 갖는 경우가 대부분이나, 고주파 도자 절제술이 부전도로에 의한 빈맥의 치료에 효과적인 시술로 인정되고 전기 생리학적 검사의 발달로 인해 다발성 부전도로를 갖는 환자의 보고가 늘고 있다(그림 1). 다발성 부전도로를 갖는 환자는 그 빈도가 높지는 않으나<sup>2-9)</sup> 단일 부전도로를 갖는 환자들과는 임상적 양상과 치료경과에 차이가 알려져 있다<sup>10-13)</sup>. 저자들은 다발성 부전도로를 갖는 WPW 증후군 환자의 임상양상과 전기생리학적 특성을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

1993년 2월부터 2000년 6월까지 계명대학교 동산의료원에서 전기 생리학적 검사와 고주파 도자 절제술을 시행한 환자 중 부전도로를 이용한 방실회귀성 빈맥을 가진 환자는 452예였다. 그 중 다발성 부전도로를 가진 환자 19예를 대상으로 하였다. 평균 추적 기간은  $38.6 \pm 30.1$ 개월이었다.

### 2. 심장 전기생리학적 검사

환자는 적어도 6시간 이상 공복 후, 항부정맥제나 교감신경 흥분제를 투여하지 않고 의식이 명료한 상태에서 검사를 시행하였다. 전기생리학적 검사는 4개의 6F 혹은 7F의 4극 도자를 우대퇴정맥을 통해 우심방 상부, His속 부위와 우심실 첨부에 그리고 좌쇄골하정맥을 통해 관상정맥동에 위치하도록 한 후, 기본 전기생리학적 검사와 isoproterenol을 분당 2 µg씩 투여하면서 전기생리학적 검사를 시행하였으며 도자 절제술 후 반복하여 시행하였다. 심전도 관찰은 lead I, II, V1과 각 부위의 심장내 심전도를 multichannel oscilloscope recorder (CardioLab™ Amplifier, Prucka Engineering Inc., USA 혹은 Electronics for Medicine, PPG, Midas 2500, USA)를 이용하였고, 기록지의 속도는 25~200 mm/sec로 경우에 따라 조정하였다. 자극전기의 간격은 10~20 msec, 자극 강도는 이완기 역치의 2배로 하였고, filter setting은 30~500 Hz로 하였으며 programmable digital stimulator (Bloom DTU 215A, USA)를 이용하여 프로그래밍 전기자극을 시행하였다. 기본 검사에서는 심방을 자극하여 antegrade accessory pathway block cycle length (BCL)와 effective refractory period (ERP), atrioventricular nodal BCL & ERP를 측정하였고, 심실자극으로 retrograde accessory pathway BCL & ERP, ventriculoatrial BCL & ERP 등을 측정하였다. 계획된 심실이나 심방자극으로 빈맥을 유도하였고, 빈맥이 유도되지 않는 경우는 isoproterenol을 정주하면서 다시 빈맥을 유도하였다.

불현성 우회로가 있는 경우에는 우회로의 위치를 정

확히 알기 위해 빈맥이 지속되는 동안이나 심실 자극 동안에 관상 정맥동으로 삽입한 전극도자와 우심방의 도자를 이용하여 좌심방 및 우심방의 판막륜 주위의 activation sequence를 관찰하였고, 현성 우회로가 있는 경우에는 동조율일 때 관찰하였다.

다발성 부전도의 유무는 양측(좌측과 우측)심장에서 부전도로를 가지는 경우와 동측 심장에서 부전도로들이 있을 때는 부전도로들 사이의 불일치 거리가 2 cm 이상일 경우로 정의하였다.

### 3. 고주파 전극 도자 절제술

전극 도자 절제술을 위한 고주파에너지 생성기는 Radionics RFG-3C generator RF generator system (Radionics®, Inc., Burlington, Massachusetts, USA)과 Atakr™ (medtronic® CardioRhythm, USA)을 사용하였고, 절제 도자는 6~7 F의 quadripolar steerable 4 mm tip (Mansfield-Webster catheter, Watertown, Massachusetts 혹은 EPT catheter, Mountain view, California 혹은 Diag catheter, Minnesota, USA)을 사용하였다.

도자 절제술시 고주파에너지는 30~60볼트 정도로 20초에서 30초 동안 가하거나 온도 도자(temperature catheter)를 이용 시는 60°C로 하였으며, 고주파에너지를 가하는 동안 볼트, 전류량과 전기저항을 측정하여 전극도자의 파열, 도자 끝부분의 혈액응고를 알아내고 심전공의 위험을 최소화하였다. 도자 절제술이 성공적인 경우 그 부위에 고주파에너지를 2~3차례 더 가하였다.

고주파 전극 도자 절제술의 성공은 우회로를 통한 정

**Table 1. Clinical profile of patients with accessory pathway**

	Single AP (n=433)	Multiple AP (n=19)	p value
Age (years)	40.9±14.99	36.5±16.17	NS
Gender (M : F)	213 : 220	13 : 6	NS
Ebstein s anomaly	2	1	NS
Mitral valve prolapse	0	1	NS
AP (manifest/concealed)	187/246	13/6	<0.05
Duration of palpitation (Mon)	109.2±113.81	121.3±112.48	NS
Associated symptom			
Dizziness	152(35.2%)	10(52.6%)	NS
Chest discomfort	184(42.3%)	5(26.3%)	NS
Atrial fibrillation	12	1	NS
Ventricular tachycardia	7	1	NS

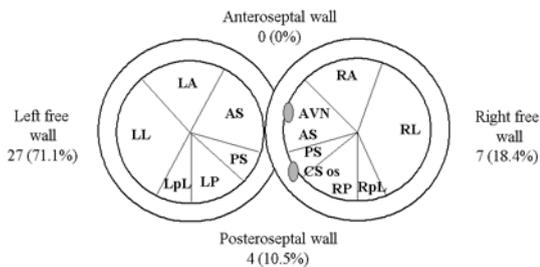
AP, accessory pathway

방향과 역방향의 차단을 기준으로 하였다.

## 결 과

### 1. 임상상

1993년 2월부터 2000년 6월까지 계명대학교 동산의료원에 심계항진을 주소로 내원한 환자 중에서 다발성 부전도로의 빈도는 4.2%였고 성비나 연령, 동반된 심장 기형은 단일 부전도로를 가진 환자군과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(표 1).



**Figure 2.** Classification and distribution of accessory pathways with WPW syndrome. The most common combination pattern was LL and LP. (AVN, atrioventricular node; AS, anteroseptal; LA, left anterior; LL, left lateral; LP, right lateral; LpL, left posterolateral; PS, posteroseptal; RA, right anterior; RL, right lateral; RP, right posterior; RpL, right posterolateral)

다발성 부전도로를 가진 환자군에서 심방 세동과 심실 빈맥은 각각 1예씩에서 관찰되었고, 심방 세동이 동반된 환자는 심계항진을 주소로 내원하여 표면 심전도상 넓은 QRS 간격의 불규칙적인 빈맥 소견을 보여 직류 전기 심율동전환(direct current cardioversion)을 시행 후 정상 동율동으로 회복되었으며, 심실 빈맥은 전기생리학적 검사 도중에 유도되었다.

### 2. 부전도로의 위치

19예에서 모두 2개씩의 부전도로를 가지고 있었으며, 부전도로의 분포는 다발성 부전도로와 단일 부전도로 모두 좌심실 유리벽에서 가장 많았다(표 2, 그림 2). 조합 형태는 좌심실 유리벽에 2개가 있었던 경우(57.9%)가 가장 많았고(표 3), 더 자세한 해부학적 위치의 조합으로는 좌심실 좌측벽과 좌심실 후벽(7/19, 36.8%)이 가장 많았으며, 다음으로 좌심실 좌측벽과 좌심실 후좌측벽(3/19, 15.8%)의 순이었다.

### 3. 부전도로의 특성

다발성 부전도로를 가진 환자는 현성 전도가 많았으나 단일 부전도로를 가진 환자는 불현성 전도가 많았다. 전도의 양상은 현성 전도와 불현성 전도를 조합으로 가진 환자가 10예(52.6%)로 가장 많았고, 두개의 현성 전

**Table 2.** Comparison between patients with single and multiple accessory pathways

	Single AP (n=433)	Multiple AP (n=19)	<i>p value</i>
Number of APs	433	38	
AAP ERP (msec)	284.9±64.71	267.1±43.86	NS
RAP ERP (msec)	284.8±55.15	333.3±83.86	<0.05
Tachycardia CL (msec)	369.7±63.77	377.3±80.43	NS
AP location			
Left free wall	293(67.5%)	27(71.1%)	
Right free wall	56(13.0%)	7(18.4%)	
Posteroseptal wall	10(2.4%)	4(10.5%)	
Anteroseptal wall	74(17.1%)	0(0%)	
Radiation time (sec)	89.3±36.54	249.4±192.53	<0.05
Procedure time (min)	28.8±26.76	41.4±51.76	<0.05
Success rate (%)	415/433(95.9%)	16/19(84.2%)	<0.05
Recurrence rate (%)	14/415(3.3%)	5/16(31.3%)	<0.05

AP, accessory pathway; AAP/RAP ERP, antegrade/retrograde accessory pathways effective refractory periods; CL, cycle length

**Table 3. Characteristics of multiple accessory pathways**

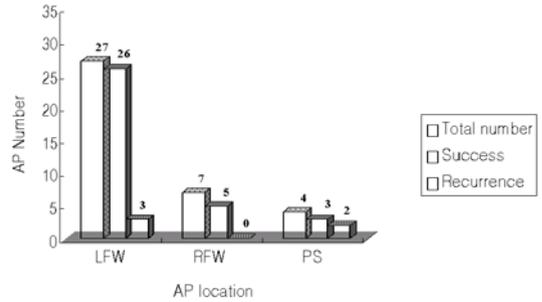
Combination patterns	
LFW + LFW	11/19(57.9%)
LFW + PSW	2/19(10.5%)
LFW + RFW	3/19(15.8%)
RFW + RFW	1/19(5.3%)
RFW + PSW	2/19(10.5%)
Presentation patterns	
Manifest + concealed	10(52.6%)
Manifest + manifest	3(15.8%)
Concealed + concealed	6(31.6%)
Tachycardia type	
Orthodromic	12(63.2%)
+ orthodromic	3
+ antidromic	2
+ not induced	7
Antidromic	4(21.1%)
+ antidromic	1
+ orthodromic	3
Not induced	3(15.8%)

LFW, left free wall; RFW, right free wall; PSW, posteroseptal wall

도를 보인 환자가 3예(15.8%), 두개의 불현성 전도를 가진 환자가 6예(31.6%)였다. 빈맥의 양상은 정방향 방실 회귀성 빈맥을 보인 환자가 12예(63.2%)였고 역방향 방실 회귀성 빈맥을 보인 환자가 4예(21.1%)였다. 3예는 빈맥이 유도되지 않았으나 특징적인 빈맥의 증상이 있어 도자 절제술을 시행하였다(표 3).

#### 4. 성공률

고주파 전극 도자 절제술 시행한 19예 중 16예(84.2%)에서 1차 시술에서 우회로를 성공적으로 제거하였으며, 이는 단일 부전도로에서의 성공률(95.9%)과 비교하여 낮았다. 도자 절제술을 실패한 3예 중 한 예는 시술 당시 환자의 흥분도(irritability)가 너무 심해 절제술 자체를 시행하기가 어려웠으며, 다른 한 예는 빈맥의 유도시간이 짧아서 절제술에 실패하였으나 그 후 수술적 치료를 시행하여 성공하였고, 나머지 한 예는 우심실 유리벽으로 도자가 접근하지 못하여 실패하였다. 방사선 피폭 시간과 시술 시간은 각각  $41.4 \pm 51.76$ 분,  $249.4 \pm 192.53$ 분으로 단일 부전도로를 가진 경우의  $28.8 \pm 26.76$



**Figure 3.** The figure shows the success and recurrence rate according to accessory pathway (AP) location. The success/recurrence rate is 96.3%/8.7%, 71.4%/0% and 75%/66.7% of LFW, RFW and PS, respectively. (R/LFW, Right/Left free wall; PS, Posteroseptal wall)

분,  $41.4 \pm 51.76$ 분과 비교하여 길었다( $p < 0.05$ , 표 2).

#### 5. 재발률

첫 시술에 성공한 16예 중 5예(31.3%, 5/16)에서 재발하였으며 두 번째 시술 후 모두 성공하였다. 남자가 4명으로 많았으며 재발이 될 때까지 걸린 시간은  $30.2 \pm 18.3$ 개월이었고, 가장 많이 재발한 부위는 좌심실 유리벽에서 3예였다. 단일 부전도로를 가진 환자의 재발률(3.3%, 14/415)과 비교하여서는 높았다(표 1, 그림 3).

#### 6. 합병증

시술 후 생길 수 있는 혈관 내 혈전형성, 혈중, 심압 전, 기흉, 흉통, 방실 전도 차단, 심낭염과 심장판막 손상 등의 합병증은 없었다.

#### 고 찰

WPW 증후군은 1930년에 Wolff 등<sup>14)</sup>에 의해 처음 보고되었으며 1967년 Durrer와 Ross 등<sup>15)</sup>이 정상적인 방실 결절과 더불어 부전도로를 통한 방실 전도와 조기 흥분성의 기전을 심장 전기생리화학적 검사에서 확인하였다.

WPW 증후군에서의 다발성 부전도로는 1964년 변화하는 A와 B형태의 연속적인 표면 심전도 검사에서 처음 보고되었고<sup>16)</sup>, 그 후 심장 전기생리학적 검사와 수술 중의 mapping에 의해 확인되었다<sup>3, 4, 17-19)</sup>.

Gallagher 등<sup>20)</sup>은 다발성 부전도로의 유무를 정의하

었는데 첫째는 심방 조율시 delta파 모양이 다르거나 심실 활성화 형태와 심방 세동 동안의 심실 조기 흥분의 형태가 다른 경우, 둘째는 우심실 조율 또는 정방향 빈맥 동안 서로 다른 부위에서 심방 활성화가 있는 경우, 셋째는 빈맥의 역행지로 이차적 부전도로를 이용하는 역방향 빈맥인 경우, 넷째는 역방향과 정방향 빈맥을 비교하여 심방과 심실의 끝단 사이에서 불일치의 거리가 3 cm 이상인 경우, 다섯째는 정방향 빈맥에서 역방향 빈맥으로 변화하는 경우로 하였으며, Teo 등<sup>7)</sup>은 수술 중 4개 부위(좌심실 유리벽, 후중격벽, 우심실 유리벽, 전중격벽) 중 조기 활성화 부위가 2개 이상인 경우, 조기 활성화 부위들 사이의 거리가 2 cm 이상인 경우 또한 더 느린 활성화 시간의 부위가 있는 경우로 정의하였다.

1976년 Gallagher 등<sup>17)</sup>과 1984년 Ross 등<sup>18)</sup>은 다발성 부전도로의 유병율을 각각 3.7%, 8.0%로 보고하였으나, 1987년 Colavita 등<sup>5)</sup>은 13.0%로 보고하였고, 이런 유병율의 증가는 수술 전과 수술 중의 부전도로 발견의 증가에 의한 것으로 여겨진다. 우리나라에서는 1997년 김 등<sup>21)</sup>은 7.4%, 1998년 장 등<sup>22)</sup>은 6.0%의 유병율을 각각 보고하였으며, 본 연구에서는 4.2%의 유병율을 보였다.

빈맥의 양상은 부전도로의 수에 따라 다를 수 있는데 역방향 빈맥이 다발성 부전도로에서 단일 부전도로보다 많다고 보고되고 있다<sup>23)</sup>. 그러나 저자들의 결과에서는 정방향 빈맥이 더 많았다(63.2% vs 21.1%). 1998년 장 등<sup>22)</sup>의 연구에서도 정방향 빈맥이 더 많다는 보고를 하였다.

심장 전기생리학적 검사를 시행한 후 부전도로의 위치는 보고자에 따라 다양하다. Sealy 등<sup>3)</sup>과 Yee 등<sup>6)</sup>은 혼한 조합형태로 우심실 유리벽과 후중격벽으로 보고하였는데, Verduyn Lunel 등<sup>24)</sup>과 Kent 등<sup>25)</sup>은 삼첨판 섬유류의 다발성 불연속(multiple discontinuities)때문에 발생한다고 설명하였다. 그러나 Teo 등<sup>7)</sup>은 부전도로의 조합형태로 좌심실 유리벽과 좌심실 유리벽의 부전도로가 흔하다고 보고하였으며, 저자들의 결과와 동일하였다.

치료로는 초기에는 WPW 증후군 환자의 빈맥을 치료하는 유일한 방법이 약제였으나<sup>12)</sup>, 1969년 Sealy 등<sup>26)</sup>이 최초로 수술적 치료를 보고하였다. 그 후 수술적 절제술을 시행하였으나, 성공률은 높은 반면 수술에 의한 유병율과 사망률이 높았다<sup>2-4)</sup>. 그 후 Jackman 등<sup>27)</sup>은 직접 전류 도자 절제술을 시행하였으나 그 또한 압외상,

전신 마취의 필요, 심압전, 심근 경색, 관상 정맥동 파열, 고위 방실 차단, 부정맥 재발 등의 부작용이 있었고<sup>28, 29)</sup>, 특히 압외상시 부회로의 일시적 억제에 의해 가성 성공을 일으켰고 또한 다른 부정맥의 유발 가능성을 높였다. Borggreffe 등<sup>30)</sup>은 직접 전류 도자 절제술의 부작용이 없는 고주파 전극 도자 절제술을 처음 시행하였고, 그 후 여러 연구에서 안전하고 효과적이며 높은 성공률과 낮은 부작용률을 보고하였다<sup>24, 31, 32)</sup>.

다발성 부전도로에서 Huang 등<sup>10)</sup>은 시술 후 9.5%에서 재발하며, 가장 흔한 재발 부위는 좌심실 유리벽으로 보고하였다. 저자들의 결과에서는 이보다 비교적 높은 결과(31.3%)를 보였으며, 이는 다양한 절제도자의 사용이 어려웠고, 다발성 부전도로에 대한 임상적 경험의 부족으로 인한 시술 초기의 기술적인 문제로 생각된다. 재발 부위는 Langberg 등<sup>33)</sup>은 불안정한 도자 위치로 인해 우심실 유리벽의 재발이 증가한다고 보고하였으며, Huang 등<sup>10)</sup>은 전향성 전도 동안 심실의 국소적 활성화 이전에 부전도로가 활성화되므로 승모판 소엽 하부의 부전도로 전위를 분석하는 것은 어렵지 않으나, 역행성 전도 동안 심실 전위와 중복되어 mapping이 부정확하여 좌심실 유리벽의 불현성 부전도로에서 재발이 증가하며, 또한 역행성 전도에서 2개 이상의 역행성 부전도로를 통해 동시에 전도가 될 때 mapping이 더욱 어려워진다고 보고하였다.

다발성 부전도로에서 고주파 전극 도자 절제술의 가장 큰 문제점은 방사선 피폭 시간으로 1991년 Calkins 등<sup>34)</sup>에 따르면 투시경 시간이 1시간 이상 지속되는 경우에 치명적인 암 발생의 위험성이 1000명당 0.7~1명으로 심도자 시술의 0.13명과 경피적 혈관 풍선 성형술의 0.08명에 비해 높은 것으로 보고하였다. 저자들의 결과에서도 1회 시술시 방사선 피폭 시간이 1시간 이상 된 경우가 2예였고, 또한 2회 이상 시술한 경우가 8예로 피폭 시간이 긴 경우가 있었다. 향후 고주파 전극 도자 절제술 시 시술시간과 방사선 피폭 시간을 줄이기 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

**목적 :** WPW증후군 환자에서 고주파 전극 도자 절제술을 시행한 후 mapping이 정확해짐에 따라 과거에는 드물었던 다발성 부전도로의 발견이 많아졌으며 저자들은 본원에서 경험한 다발성 부전도로를 가진 환자의 임

상양상과 다발성 부전도로의 전기 생리적 특성에 대해서 알아보고자 하였다.

**방법** : 1993년 2월부터 2000년 6월까지 계명대학교 동산의료원에 심계항진을 주소로 내원한 환자 중에서 심장 전기생리학적 검사를 시행하여 부전도로를 가진 환자는 452예였고, 그 중에서 다발성 부전도로를 확인하고 고주파 전극 도자 절제술을 시행한 19예를 대상으로 하였다.

**결과** : 모든 환자는 각각 2개씩의 부전도로가 있었으며 유병율은 4.2%(19/452)였고, 부전도로의 분포는 좌심실 유리벽(71.1%), 우심실 유리벽(18.4%), 후중격벽(10.4%)의 순이었고, 조합 형태는 좌심실 유리벽에 2개가 있었던 경우(57.9%)가 가장 많았으며, 더 자세한 해부학적인 위치는 좌심실 좌측벽과 좌심실 후벽(36.8%)에서 가장 많았다. 성공률은 84.2%였으며, 또한 1차 시술 후 5예에서 재발하였고, 가장 흔한 재발 장소는 좌심실 유리벽에서 3예였다.

**결론** : 다발성 부전도로의 양상과 특성은 이미 보고된 외국의 결과와 비교하며 비슷한 결과를 보였다. 그러나 대상 환자의 수가 적어 우리나라에서의 다발성 부전도로의 특성을 대변하지는 못하므로 더 많은 대상 환자에 대한 조사가 필요하며 또한 심장 전기생리학적 검사의 가장 큰 문제점인 방사선 피폭 시간을 줄이기 위한 노력이 필요하겠다.

## REFERENCES

- 1) Klein GJ, Heckel DB, Gallagher JJ. *Anatomic substrate of impaired antegrade conduction over an accessory atrioventricular pathway in the Wolff-Parkinson-White syndrome. Circulation 61:1249-1256, 1980*
- 2) Selle JG, Sealy WC, Gallagher JJ, Fedor JM, Severson RH, Zimmern SH. *Technical consideration in the surgical approach to multiple accessory pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome. Ann Thorac Surg 43:579-584, 1987*
- 3) Sealy WC, Gallagher JJ. *Surgical problems with multiple accessory pathways of atrioventricular conduction. J Thorac Cardiovasc Surg 81:707-712, 1981*
- 4) Iwa T, Magara T, Watanabe Y, Kawasuji M, Misaki T. *Interruption of multiple accessory conduction pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome. Ann thorac Surg 30:313-325, 1980*
- 5) Colavita PG, Packer DL, Pressley JC, Ellenbogen KA, O'Callaghan WG, Gilbert MR, German LD. *Frequency, diagnosis and clinical characteristics of patients with multiple accessory atrioventricular pathways. Am J Cardiol 59:601-606, 1987*
- 6) Yee R, Klein GJ, Guiraudon GM. *The Wolff-Parkinson-White syndrome. In: Zipes DP, Jalife J, eds. Cardiac electrophysiology from cell to bedside. p.1199-1214, WB Saunders, 1995*
- 7) Teo WS, Klein GJ, Guiraudon GM, Yee R, Leitch JW, McLellan D, Leather RA, Kim YH. *Multiple accessory pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome as a risk factor for ventricular fibrillation. Am J Cardiol 67:889-891, 1991*
- 8) Chen SA, Hsia CP, Chiang CE, Chiou CW, Yang CJ, Cheng CC, Tsang WP, Ting CT, Wang SP, Chiang BN, Chang MS. *Reappraisal of radiofrequency ablation of multiple accessory pathways. Am Heart J 125:760-771, 1993*
- 9) Yeh SJ, Wang CC, Wen MS, Lin FC, Wu D. *Radiofrequency ablation in multiple accessory pathways and the physiologic implications. Am J Cardiol 71:1174-1180, 1993*
- 10) Huang JL, Chen SA, Tai CT, Chiang CE, Lee SH, Chiou CW, Ueng KC, Wen ZC, Yu WC, Chen YJ, Chang MS. *Long-term results of radiofrequency catheter ablation in patients with multiple accessory pathway. Am J Cardiol 78:1375-1379, 1996*
- 11) Smith WM, Gallagher JJ, Kerr CR, Sealy WC, Kasell JH, Benson DW, Reiter MJ, Sterba R, Grant AO. *The electrophysiologic basis and management of symptomatic recurrent tachycardia in patients with Ebstein's anomaly of the tricuspid valve. Am J Cardiol 49:1223-1234, 1982*
- 12) Klein GJ, Bashore TM, Sellers TD, Prichett EL, Smith WM, Gallagher JJ. *Ventricular fibrillation in the Wolff-Parkinson-White syndrome. N Engl J Med 301:1080-1085, 1979*
- 13) Montoya PT, Brugada P, Smeets J, Talajic M, Della Bella P, Lezaun R, vd Dool A, Wellen HJ, Bayes ed Luna A, Oter R, Breithardt G, Borggreffe M, Klein, Kuch KH, Coumel P, Leclercq JF, Chouty F, Frank R, Rotaine G. *Ventricular fibrillation in the Wolff-Parkinson-White syndrome. Eur Heart J 12:144-150, 1991*
- 14) Wolff J, Parkinson J, White PD. *Bundle branch block with short P-R interval in healthy young people prone to paroxysmal tachycardia. Am Heart J 5:685-704, 1930*
- 15) Durrer D, Roos JP. *Epicardial excitation of the ventricles in patients with Wolff-Parkinson-White*

- syndrome (type B). Circulation 35:15-21, 1967*
- 16) Matter BJ, Hayes WL. *Wolff-Parkinson-White syndrome, report of a case with both type A and type B preexcitation. Am J Cardiol 13:284-286, 1964*
  - 17) Gallagher JJ, Sealy WC, Kasell J, Wallace AG. *Multiple accessory pathways in patients with the pre-excitation syndrome. Circulation 54:571-591, 1976*
  - 18) Ross DL, Uther JB. *Diagnosis of concealed accessory pathways in supraventricular tachycardia. Pacing Clin Electrophysiol 7:1069-1085, 1984*
  - 19) Gallagher JJ, Sealy WC, Cox JL, German LD, Kasell JH, Bardy GH, Packer DL. *Results of surgery for preexcitation caused by accessory atrioventricular pathway in 267 consecutive cases. In: Josephson ME, Wellens HJ, eds. Tachycardias: mechanisms, diagnosis, treatment. p.259-269, Philadelphia, Lea & Febiger, 1984*
  - 20) Gallagher JJ, Pritchett EL, Sealy WC, Kasell J, Wallace AG. *The preexcitation syndromes. Prog Cardiovasc Dis 20:285-327, 1978*
  - 21) Kim YN, Bae JH, Shin KM, Han SW, Huh SH, Kim KS, Kim KB. *Clinical experiences in radiofrequency catheter ablation. Korean J Med 52:75-82, 1997*
  - 22) Jang Y, Ahn SK, Lee MH, Choi IS, Oh DJ, Kim SS. *Clinical and electrophysiological characteristics in Korea patients with WPW syndrome. Yonsei Med J 39:122-129, 1998*
  - 23) Atie J, Brugada P, Brugada J, Smeets JL, Cruz FS, Peres A, Roukens MP, Wellens HJ. *Clinical and electrophysiologic characteristics of patients with antidromic circus movement tachycardia in the Wolff-Parkinson-White syndrome. Am J Cardiol 66:1082-1091, 1990*
  - 24) Lunel AA. *Significance of annulus fibrosis of heart in relation to AV conduction and ventricular activation in cases of Wolff-Parkinson-White syndrome. Br Heart J 34:1263-1271, 1972*
  - 25) Kent AF. *The right lateral auriculo-ventricular junction of the heart. J Physiol 48:22-24, 1914*
  - 26) Sealy WC, Hattler BG Jr, Blumenschein SD, Cobb FR. *Surgical treatment of Wolff-Parkinson-White syndrome. Ann Thorac Surg. 8(1):1-11, 1959*
  - 27) Jackman WM, Friday KJ, Scherlag BJ, Dehning MM, Schechter E, Reynolds DW, Olson EG, Barbari EJ, Harrison LA, Lazzara R. *Direct endocardial recording from an accessory atrioventricular pathway: localization of the site of block, effect of antiarrhythmic drugs, and attempt at nonsurgical ablation. Circulation 68:906-916, 1983*
  - 28) Morady F, Scheinman MM, Kou WH, Griffin JC, Dick M 2nd, Herre J, Kadish AH, Langberg J. *Long-term results of catheter ablation of a posteroseptal accessory atrioventricular connection in 48 patients. Circulation 79:1160-1170, 1989*
  - 29) Bardy GH, Ivey TD, Coltorti F, Stewart RB, Johnson G, Greene HL. *Developments complication and limitation of catheter mediated electrical ablation of posterior accessory atrioventricular pathways. Am J Cardiol 61:309-316, 1988*
  - 30) Borggreffe M, Budde T, Podczek A, Breithardt G. *High frequency alternating current ablation of an accessory pathway in humans. J Am Coll Cardiol 10:576-582, 1987*
  - 31) Jackman WM, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Beckman KJ, McClelland JH, Twidale N, Hazlitt A, Prior MI, Margolis PD, Calame JD, Overholt ED, Lazzara R. *Catheter ablation of accessory atrioventricular pathway (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. N Engl J Med 324:1605-1611, 1991*
  - 32) Lesh MD, van Hare GF, Schamp DJ, Chien W, Lee MA, Griffin JC, Langberg JJ, Cohen TJ, Lurie KG, Scheinman MM. *Curative percutaneous catheter ablation using radiofrequency energy for accessory pathways in all locations: results in 100 consecutive patients. J Am Coll Cardiol 19:1303-1309, 1992*
  - 33) Langberg JJ, Calkin H, Kim YN, Sousa J, el-Atassi R, Leon A, Borganelli M, Kalbfleisch SJ, Morady F. *Recurrence of conduction in accessory atrioventricular connections after initially successful radiofrequency catheter ablation. J Am Coll Cardiol 19:1588-1592, 1992*
  - 34) Calkins H, Niclason L, Sousa J, el-Atassi R, Langberg J, Morady F. *Radiation exposure during radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular connection. Circulation 84:2376-2382, 1991*