

고주파 전극도자 절제술의 임상적 경험

계명대학교 의과대학 내과학교실

김윤년 · 배장호 · 신경복 · 한성욱 · 허승호 · 김기식 · 김권배

서 론

발작성 상심실성빈맥 치료로는 항부정맥약물¹⁾, 항빈맥 인공박동기²⁾, 수술요법^{3, 4)}, His 속 절제술후 영구 인공심장박동기 삽입⁵⁾과 최근에 개발된 도자절제술등이 있다. 이중 약물요법은 오랜 기간의 투약, 투약의 낮은 효능, 약제에 대한 내성, 그리고 약제의 부작용등 여러가지 문제점들이 있고⁶⁾, 항빈맥 인공박동기는 보조적 치료이고 비용이 많이들며 때로는 약물요법이 동시에 필요할 때도 있으며, 수술요법은 비용이 많이 들고 수술자체로 인한 합병증이 많으므로 이들 환자의 치료에 어려운 점이 있다⁷⁾. 한편, 수술적요법과 함께 일부 상심실성 빈맥환자의 근치적 치료로 1982년 난차성 상심실성빈맥환자에게 DC shock을 이용한 도자절제술이 처음으로 시행된 후 도자절제술이 널리 사용되기 시작했다⁸⁾. 그러나 도자절제술을 시행하던 초기에는 에너지원으로 DC shock을 사용하였으며 barotrauma, 대량의 심근손상, 중등도의 효율성과 전신마취를 필요로하는 단점이 지적되어⁹⁾, 도자절제술의 새로운 에너지원으로 고주파에너지가 개발되어^{10, 11)} 이러한 단점들의 개선과 함께 높은 성공률을 보이고 있다.

저자들은 1993년 1월부터 1995년 8월까지 빈맥을 주소로 입원한 154명의 상심실성빈맥환자에서 고주파 전극도자절제술을 시행한 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

1993년 1월부터 1995년 8월까지 계명대학교 동산

접수 : 1995년 12월 20일
통과 : 1996년 3월 26일

의료원에 발작성 상심실성 빈맥으로 입원한 환자중 방실클리枢성빈맥이나 방실결절枢성빈맥을 가진 154명의 환자를 대상으로 하였고 이들의 평균연령은 41.29 ± 15.41 세였고, 남자가 81명, 여자가 73명이었다 (Table 1). 154명의 환자중 Wolff-Parkinson-White 증후군은 57명, 불현성우회로를 가진 환자는 51명, 그리고 방실결절枢성빈맥환자가 46명이었다. 그러나 이들 환자중 도자절제를 거부하는 환자, 심방성빈맥 및 동성빈맥 등은 제외하였다. 이들은 평균 51.8 ± 25.29 주 동안 외래추적중에 있다.

2. 전기생리학적 검사

검사당일 공복으로 항부정맥제나 교감신경 흥분제를 투여하지 않은 상태에서 의식이 명료한 상태로 전기생리학적 검사를 시행하였다. 전기생리학적 검사는 4개의 6F 혹은 7F의 4극도자를 우대퇴정맥을 통해 우심방상부, His속부위와 우심실 첨부에 그리고 좌쇄골하정맥을 통해 관상정맥동에 위치하도록 한후, 기본 전기생리학적 검사와 isoproterenol을 분당 2mg씩 투여하면서 전기생리학적 검사를 시행하였으며 도자절제후 반복하여 시행하였다. 심전도 관찰은 lead I, II, V1과 각 부위의 심내 심전도를 multichannel oscilloscope recorder(Electronics for Medicine, PPG, Midas-2500, USA)를 이용하여 하였고, 기록지의 속도는 25-200 mm/sec로 경우에 따라 조정하였다. 자극전기는 20 msec, 자극강도는 이완기 역치의 2배로 하였고, filter setting은 30-500 Hz로 하였으며

Table 1. Characteristics of Subject

Total Patients	154
Gender M : F	81 : 73
Age (yrs)	41.29 ± 15.41
Range	12 - 77
Mean follow up (weeks)	51.8 ± 25.3

programmable digital stimulator(Bloom DTU-215A, USA)를 이용하여 프로그래밍 전기자극을 시행하였다. 기본검사에서는 방실전도 시간을 측정한 후에 심방을 자극하여 AVBCL(atrioventricular block cycle length)와 AVNRP(atrioventricular node effective refractory period)를 측정하였으며 심실을 자극하여 VABCL(ventriculoatrial block cycle length)를 측정하였다.

발작성 상심실성빈맥의 발생기전에 대한 전기생리학적 진단기준은 Josephson 등¹²⁾에 따랐다. 불현성 우회로가 있는 경우에는 우회로의 위치를 정확히 알기위해 빈맥이 지속되는 동안이나 심실자극동안에 관정맥동으로 삽입한 전극도자와 우심방의 도자를 이용하여 좌심방 및 우심방의 판막률주위의 activation sequence를 관찰하였고, 현성 우회로가 있는 경우에는 동조율일 때 관찰하였다.

3. 고주파전극도자절제술

전극도자절제술을 위한 고주파에너지 생성기는 Radionics RFG-3C RF generator system(Radionics, Inc., Burlington, Massachusetts)을 사용하였고, 절제도자는 6F-7F의 quadripolar steerable 4mm tip(Mansfield-Webster catheter, Watertown, Massachusetts or EPT catheter, Mountain view, California or Diag catheter, Minnesota)을 사용하였다.

도자절제술시 고주파에너지는 30-60볼트정도로 20초에서 30초동안 가하였고, 고주파에너지를 가하는 동안 볼트, 전류량과 전기저항을 측정하여 전극도자의 과열, 도자 끝부분의 혈액응고를 알아내고 심천공의 위험을 최소화하려고 노력하였다. 도자절제술이 성공적인 경우 그 부위에 고주파에너지를 boost로 2-3차례 더 가하였다.

고주파전극도자절제술의 성공의 기준으로 방실결절회귀성빈맥인 경우는 방실결절의 이중전도로의 소실과 빈맥의 비유도로 하였고, 방실회귀성빈맥인 경우는 우회로를 통한 심실심방전도의 차단과 빈맥의 비유도로 하였다.

결과

1. 상심실성 빈맥환자의 발생기전과 우회로 위치

전체 154명의 환자중 Wolff-Parkinson-White 증후군 환자는 57명(37%), 불현성 우회로를 통한 방실회귀성빈맥 환자는 51명(33.1%), 그리고 방실결절회

Table 2. Patterns of Supraventricular Tachycardia

AVNRT	46 (29.9%)
WPW	
Manifest	57 (37.0%)
Concealed	51 (33.1%)
Total	154 (100.0%)

Table 3. Numbers of Accessory Pathways in Patients with SVT

Single accessory pathway	100/108 (92.6%)
Double accessory pathway	8/108 (7.4%)

Table 4. Success Rate According to Ablation Sites

Sites	Success	Fail	Subtotal
AVN	46		46/46(100%)
Left	69	3	69/72(95.8%)
Ant. (LA)	1		
Ant-Lat(LAL)	4		
Lat(LL)	48	1	
Post-Lat(LPL)	6		
Post(LP)	9	2	
Post-Sept(LPS)	1		
Double	7	1	7 / 8(87.5%)
LP+RPS	1		
LPL+LAL	1		
LL+LP	5	1	
Right	19	9	19/28(67.9%)
Ant-Mid Septal	6	1	
Post-Sept(RPS)	2		
Post(RP)		1	
Post-Lat(RPL)	4	5	
Lat(RL)	2	1	
Ant-Lat(RAL)	2		
Ant	3	1	
Total	141	13	141/154(91.6%)

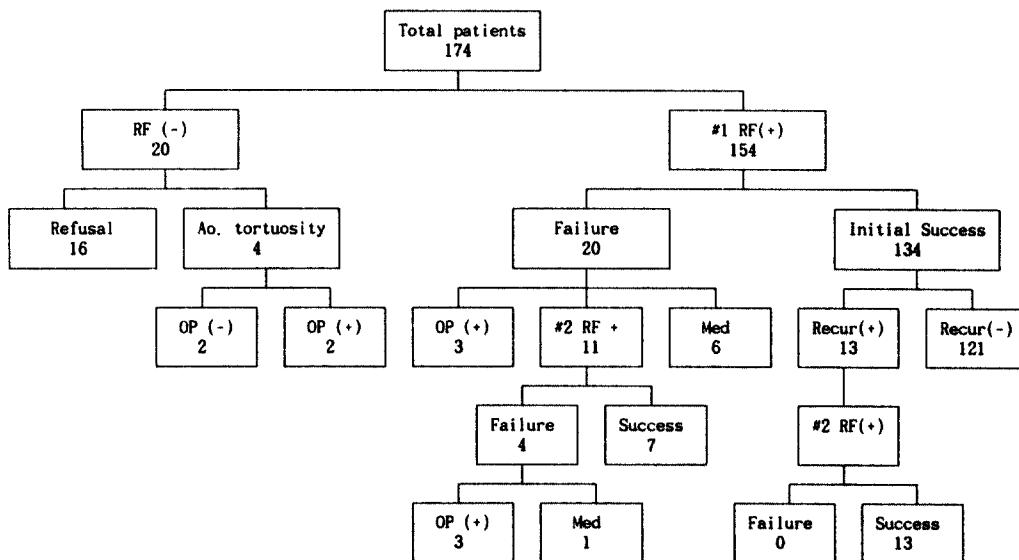


Fig. 1. Schematic diagram of overall results of RF ablation.

귀성빈맥 환자는 46명(29.9%)이었다(Table 2). 방실 결절회귀성빈맥 환자를 제외하고서 좌측에 한개의 우회로를 가지는 환자는 72명(66.7%), 우측에 한개의 우회로를 가지는 환자는 28명(25.9%), 두개의 우회로를 동시에 가지는 환자가 8명(7.4%)이었다(Table 3). 좌측에 우회로가 있는 72명의 환자중 좌측벽에 있는 경우가 66명으로 가장 많았다(Table 4).

2. 시술의 성공여부

방실결절회귀성빈맥인 경우는 46명 전예(100%)에서, 2개의 우회로를 갖는 환자에서는 8명 중 7명(87.5%)에서, 좌측에 우회로를 갖는 환자에서는 72명 중 69예(95%)에서, 우측에 우회로를 갖는 환자에서는 28명 중 19예(67.9%)에서 성공하였으며 전체 154명의 환자중 141명(91.6%)에서 성공하였다(Table 4). 154명의 환자에서 첫번째 도자절제에서 성공한 경우는 134명(87%)이었다(Fig. 1).

3. 장기추적 결과

성공적인 고주파전극도자절제술을 시행한 환자들은 51.8 ± 25.3 주간 외래 추적중이며, 134명의 성공적인 도자절제술을 시행한 환자중 13명(9.7%)에서 빈맥의 재발이 있었다(Fig. 1).

Table 5. Adverse Results

Conduction system	
Complete heart block	2/154 (1.3%)
AVNRT	1
RMS	1
Valvular structure	
New aortic regurgitation	1
Pregressive MR	1
Progressive TR	1
Pericardial effusion(minimal)	
	1/154 (0.6%)
Total	
	6/154 (3.9%)

4. 시술관련 합병증

시술에 동반된 합병증은 방실결절회귀성빈맥을 가진 환자에서 46명중 1예에서 방실완전차단이 발생하였고 Wolff-Parkinson-White증후군의 환자중 중간 증격에 우회로가 있는 환자에서 방실차단이 발생하여 2예(1.3%)에서 영구박동기의 삽입이 있었으며, 판막의 손상으로는 1예에서 경한 대동맥판의 천공이 있었으며, 2예에서는 송모판과 삼첨판에 존재하던 역류가 심해져서 총 3예(1.9%)에서 판막손상의 소견을 발견할 수 있었으나, 이들의 상태는 경미하여 약물요법이나 수술요법을 요하지 않았으며, 또한 시술후 심낭삼

출이 1예(0.6%)에서 발견되었다. 시술과 관계가 있는 합병증은 154예 중 6예(3.9%)였다(Table 5).

고 칠

전극도자절제술은 수술적 치료와 함께 발작성 상심 실성 빈맥의 근치적 치료방법으로 알려져 있고, 수술적 치료방법에 비해 합병증들이 훨씬 적고, 효과 또한 수술적 치료와 비슷한 정도로 보고되고 있어 최근 발작성 상심실성 빈맥의 치료로 전극도자 절제술에 대한 보고가 많이 되고 있다. 전극도자 절제술을 시행하던 초기에는 에너지원으로 주로 DC shock을 사용했는데 제한된 성공율¹³⁾, 통증, 전신마취의 필요성, 생성되는 병소의 크기 조절의 어려움과 심각한 합병증이 보고¹⁴⁻¹⁶⁾되었다. 이런 부작용을 줄이기 위해 다른 에너지원으로 고주파에너지를 소개되었는데, 이것은 근육이나 신경을 자극하지 않으므로 전신마취가 필요없고, 고주파에너지의 특성상 barotrauma가 없어 관정맥동과 같은 얇은 조직에서도 안전하여 관정맥동의 파열은 아직까지 보고된 예가 없다¹⁷⁾. 또한, 고주파에너지를 위해 생긴 병소는 5mm 이하로 작고 균질성이어서 시술후 부정맥과 같은 부작용 야기가 적고¹⁷⁾, DC shock에 비해 생성된 병소가 더욱 비가역적이라서 빈맥의 재발이 낮아¹⁸⁾ 최근에는 도자절제술을 위한 에너지원으로 대부분의 경우에서 고주파에너지를 사용하고 있다.

전극도자절제술의 적응으로는 조기홍분 증후군, 방실결절회귀성 빈맥과 일부 심방, 심실빈맥을 대상으로 하고 있으나 이중 심방, 심실성 빈맥은 아직 실험단계에 있어 약물에 잘 듣지 않는 경우에만 사용하고 있다.

도자절제에 의한 방실결절회귀성 빈맥의 치료는 과거에는 방실결절의 파피나 His 속의 절제등으로 완전 방실차단을 만들고 인공심장박동기를 삽입하는 형태였으나^{5, 8, 19)} Holman 등²⁰⁾에 의해 방실결절의 변조에 의한 방실결절회귀성 빈맥의 완치의 개념이 생기면서 방실결절회귀성 빈맥의 치료에는 방실결절 변조가 주된 방법이 되었다. 방실결절의 변조는 초기에는 방실 결절내 fast pathway의 도자절제로 시행되기 시작하였으나 이러한 fast pathway의 절제시에는 완전방실 차단의 위험이 높아서^{21, 22)} 최근에는 방실차단의 위험

성이 적고 효과도 우수한(90%-100%) slow pathway 절제를 시행한다⁶⁾. Lee 등²³⁾은 39명의 방실결절 회귀성 빈맥환자를 대상으로 고주파에너지 전극도자절제술을 시행하여 85%의 성공율, 8%에서 방실전도차단과 5%에서 빈맥의 재발을 보고하였고, Chen 등²⁴⁾은 100명의 환자를 대상으로하여 98%의 성공율, 2%에서 방실전도차단과 2%에서 빈맥의 재발을 보고하여 시술자에 따라 성공율과 방실전도 차단의 발생에 대해 차이가 있음을 보여주고 있다. 그러나 slow pathway 절제가 비성공적일 경우 fast pathway 절제를 시행하기도 하는데 이때는 완전방실차단의 위험율(8%-21%)이 더 높게된다^{6, 23)}. 방실결절회귀성 빈맥의 도자절제후 나타나는 방실전도 차단은 시술 후 첫 48시간내에 대체로 나타나므로 이 기간동안 잘 관찰하는 것이 필요하고 성공적인 방실결절 변조후 재발율은 약 7%로 보고되고 있다⁷⁾. 저자동의 결과를 보면 46명의 방실결절회귀성 빈맥환자에서 고주파 도자절제술을 시행한 결과 46명 모두에서 성공하여 100%의 성공율을 보였고, 방실전도차단은 1예에서 관찰되었으며, 4예에서 시술후 빈맥의 재발이 있어 8.7%의 재발율을 보였다. 재발율이 비교적 높은 것은 대상 환자가 적은 것에도 그 원인이 있지만 전극도자절제가 성공한 경우 초기에는 boost로 고주파를 가하지 않은 것에도 그 원인을 들 수 있다.

조기홍분 증후군과 같은 부전도를 이용한 상심실성 빈맥의 경우에도 고주파전극도자절제술이 많이 이용되고 있는데, 초기에는 그 성공율이 52%²⁵⁾로 낮았으나 최근에는 80%-99%^{26, 27)}에 이를 정도로 성공율도 높아져 도자절제술을 이를 부정맥의 첫치료로 시도하는 것이 자연스럽게 받아들여지고 있다. 시술의 성공율이 보고자에 따라 다른 것은 부전도로의 정확한 위치확인, 사용하는 절제도자의 종류, 도자절제법의 방법과 시술자의 경험이나 기술에 따라 많이 좌우하기 때문인 것으로 보인다. 전극도자절제술을 시행할 때 부전도로의 위치확인을 위해서는 WPW 증후군과 같은 혼성 부전도로가 있는 경우는 동조율이나 심방조율동안 A파와 가장 인접해 있는 V파가 있는 곳이나 A파와 V파가 융합파를 이루는 곳이 부전도로가 있는 곳이며, 불현성 부전도로가 있는 경우에는 orthodromic 빈맥이나 심실조율동안 V파와 가장 인접해 있는 A파가 있는 곳이나 V파와 A파가 융합파를 이루는 곳이 부

— 김윤년 외 6인 : 고주파 전극도자 절제술의 임상적 경험 —

전도로가 있는 곳이 된다^{28, 29)}. 우측에 부전도로가 있는 곳은 전체 부전도로가 있는 경우의 1/3정도를 차지하며 우측 부전도를 절제하기 위해서는 삼첨판막률 주위에서 부전도로의 위치를 확인한 후 절제를 시행하며³⁰⁾, 좌측에 부전도로가 있는 곳은 전체 부전도로가 있는 경우의 2/3정도를 차지하고 좌측 부전도를 절제하기 위해서는 승모판막률 주위에서 절제를 시행한다³¹⁾.

저자들의 경험에서는 부전도를 가진 108명의 환자 중 95명의 환자에서 도자절제가 성공하여 88%의 성공율을 나타내고 있고 이중 9명에서 시술후 빈맥의 재발을 보였다. 그리고, 108명의 부전도로가 있는 환자중 좌측에 우회로가 있는 경우가 72명으로 우측에 우회로가 있는 28명보다 더 많았으며 두개의 우회로를 갖고 있는 경우도 8명이었다. 도자절제술의 성공율은 좌측인 경우 72명중 69명이 성공하여 95.8%의 높은 성공율을 보인 반면, 우측인 경우 28명중 19명이 성공하여 67.9%의 낮은 성공율을 보였고 두개의 우회로를 갖고 있는 경우는 87.5%의 성공율을 보였다. 이처럼 우측에 우회로가 위치한 경우 성공율이 낮은 것은 주로 정확한 부전도로의 위치를 확인하더라도 고주파에너지를 가하는 동안 절제도자를 부전도로가 있는 위치에 고정하기가 어려운데 있다할 수 있다. 이와같이 절제도자와 병변부위와의 접촉정도가 전극도자절제술의 성공여부를 예측할 수 있는 중요한 예측인자가 될 수 있다.

시술의 성공여부를 예측하는 인자로는 부전도로가 있는 경우는 심전도의 안정성(stability), 부전도로 potential의 존재, QRS파에 대한 심실홍분의 시기 혹은 역행성 심전도 홍분의 시기가 있으며²⁸⁾, 방실결절회귀성 빈맥인 경우에는 고주파를 가하는 동안의 비지속성 빈맥의 출현등이 있다³²⁾. 부전도로의 절제시 고주파에너지를 주는동안 부전도로의 차단이 일찍 될수록(5초이내), 효과가 영구적일 가능성이 많고, 부전도로의 차단이 늦게되는 경우에는 그 효과가 일시적일 가능성이 많다²⁹⁾. 부전도로의 성공적인 도자절제후 4%-12%의 재발율이 보고되고 있지만 이경우 두번째 도자절제에도 역시 성공율은 첫번째 시도때와 같은 정도로 보고되고 있다²⁴⁾. 부전도로의 위치가 전중격에 위치한 경우는 약 5%에서 완전방실차단의 합병증을 보이기도 하기 때문에 부전도로가 전중격일 경우는 이

러한 부작용을 주의하면서 절제를 시행하여야 한다.

전체적으로 고주파전극도자절제술을 시행할 때 생기는 합병증의 빈도는 약 3%에서 5%정도로 보고되고 있으며, 이들 부작용으로는 혈관내 혈전형성, 혈종, 심압전, 기흉, 흉통, 방실전도차단, 심낭염과 심장판막 손상등이 있으나 저자들의 경험으로는 2예에서 His속의 절단에 의한 완전 방실차단이 발생하였고 3예에서 경한 판막의 손상과 1예에서 경한 심낭삼출의 부작용을 관찰할 수 있었다.

방실결절회귀성 빈맥과 부전도로를 통한 빈맥환자에서 도자절제술이 높은 성공율과 낮은 재발율과 합병증등의 장점으로 널리 사용되어지고 있는 반면, 자동성 혹은 회귀성 심방빈맥일 경우는 낮은 성공율과 높은 재발율등의 문제점이 아직 남아 있고, 심실성 빈맥일 경우에도 생성되는 병소의 크기가 작고 광범위한 mapping이 필요한 상태이므로 아직까지 이부분에 대해서는 널리 쓰이고 있지는 못한 실정이다⁷⁾.

고주파전극도자절제술에 있어서 또 하나의 문제점은 방사선 피폭시간인데, 저자등의 경우에 정확한 방사선 피폭시간을 측정하지는 않았으나 도자절제술을 시행한 71명을 대상으로한 연구에서는 환자에서 측정한 시술 시간은 평균 143.5 ± 56 분이었으며, 이중 환자의 검사부위의 소독에서 전극도자의 위치선정에까지 걸린 시간은 40.2 ± 15.7 분이고, 기본전기 생리검사와 병소위치 확인에 걸린 시간은 36.5 ± 24.3 분이었으며, 전극도자절제술에 걸린 시간은 66.8 ± 52.4 분이 소요되었다. 도자절제술에 소요되는 총시간은 우측에 우회로가 있는 경우는 176.7 ± 25.7 분으로 좌측에 우회로가 있는 경우의 135.7 ± 66.8 분보다 더 많은 시간이 소요되었는데, 이것 또한 우측에 우회로가 있는 경우 병변부위와 절제도자와의 접촉이 잘 되지 않고 고주파에너지를 가한 횟수가 더 많았기 때문인 것으로 보인다. 도자절제술을 시행하는데 걸리는 시간도 시술자에 따라 114 ± 55 분에서 8.3 ± 3.5 시간정도가 보고되어^{18, 33)} 시술자의 경험이나 도자절제 방법에 따라 차이가 많은 것을 알 수 있다.

이상을 종합해 보면, 고주파전극도자절제술은 수술과 비슷한 정도의 빈맥완치율을 보이고, 합병증도 적고 심각한 경우는 드물어 상심실성 빈맥환자에 있어 우선적으로 사용되어야 할 치료로 생각된다.

요 약

연구 배경 : 상심실성 빈맥의 치료에 비약물적 치료법으로 도자절제가 이용되고 있으며, 이는 악물적 요법과는 달리 상심실성 빈맥의 일부 형태에서 근본적인 치료가 가능하고 외과적 수술요법과는 달리 개흉하지 않으며 시술에 따른 합병증의 병발이 수술에 비해 현저히 적다. 또한 환자에게 주는 고통이 현저히 적고, 높은 성공율등의 장점으로 상심실성 빈맥의 치료에 가장 중요한 치료법으로 인식되고 있다. 저자들은 154명의 환자를 대상으로 한 고주파전극도자절제술의 경험을 보고하고, 다른 보고를 살펴보고자 한다.

대상 및 방법 : 1993년 1월부터 1995년 8월까지 빈맥을 주소로 입원한 154명의 상심실성 빈맥환자를 대상으로 하였고, 이들의 평균연령은 41.29 ± 15.41 세이고, 남자가 81명 여자가 73명이었다. 이들 환자에게 삼첨판막륜, 승모판막륜과 방실결절부위에 위치한 절제도자를 통해 30-60volt의 고주파에너지를 20sec-30sec동안 가하여 도자절제술을 시행하였다.

결과 : 154명의 환자중 Wolff-Parkinson-White 증후군은 57예(37%)이었고 불현성 우회로를 갖은 환자는 51예(33.1%)이었으며 46예(29.9%)는 방실결절 회귀성빈맥을 보였다. 위치별로는 좌측에 한개의 우회로를 가진 환자는 72명(66.7%)이었고 우측에 한개의 우회로를 가진 환자는 28명(25.9%)이었으며 2개의 우회로를 동시에 갖은 환자가 8예(7.4%)였다.

시술의 성공여부는 방실결절 회귀성빈맥은 전예(100%)에서, 두개의 우회로를 갖은 환자에서는 8예중 7예(87.5%)에서, 좌측에 우회로를 갖은 환자에서는 72예중 69예(95.8%)에서, 우측에 우회로를 갖은 환자에서는 28예중 19예(67.9%)에서 성공하였으며, 전체 154명중 141명(91.6%)에서 성공하였다.

결론 : 고주파 전극도자절제는 수술과 비슷한 정도의 성공율을 보이고 발생되는 합병증도 적어 인력이나 장비가 잘 갖추어진 검사실에서는 상심실성 빈맥의 치료에 우선적으로 사용되어야 할 것으로 생각된다.

= Abstract =

Clinical Experiences in Radiofrequency Catheter Ablation

Yoon Nyun Kim, M.D., Jang Ho Bae, M.D.
Kyeung Mok Shin, M.D., Sung Wook Han, M.D.
Seung Ho Huh, M.D., Kee Sik Kim, M.D.
and Kweon Bae Kim, M.D.

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

Objectives : Among the current therapeutic options for paroxysmal supraventricular tachycardias, only surgery and ablative techniques are curative. However, surgery is associated with substantial cost, morbidity, and rarely death. Recently, catheter ablation techniques have been developed to treat paroxysmal supraventricular tachycardias. These techniques are effective and low-risk curative treatment for supraventricular tachycardias. This article shall describe our clinical experiences in radiofrequency catheter ablation for supraventricular tachycardias and review the literature.

Methods : The study population consisted of 154 patients with supraventricular tachycardias from January 1993 to August 1995. Eighty one patients were men and seventy three patients were women, and their mean age was 41.29 ± 15.41 years. Radiofrequency currents(mean) were applied through a catheter electrode positioned against the mitral or tricuspid annulus or a branch of the coronary sinus or atrioventricular node.

Results : Among 154 patients, the mechanisms for paroxysmal supraventricular tachycardias were found to be atrioventricular reentrant tachycardia involving a concealed accessory pathway in 51(33.1%), Wolff-Parkinson-White syndrome in 57(37%), and atrioventricular nodal reentrant tachycardia in 46 (29.9%). Successful outcomes were achieved in 46 of 46 patients(100%) with atrioventricular nodal reentrant tachycardia, 7 of 8 patients(87.5%) with double accessory pathways, 69 of 72 patients(95.8%) with left-sided accessory pathway, and 19 of 28 patients (67.9%) with right-sided accessory pathway. Total 141 of 154 patients(91.6%) with supraventricular tachycardias had a successful outcome with radiofrequency current application(mean).

Conclusions : Radiofrequency catheter ablation techniques are highly effective in ablating accessory pathways or modifying atrioventricular node, with

low morbidity and no mortality.

Key Words: Radiofrequency, Catheter ablation, Supraventricular tachycardia.

REFERENCES

- 1) Baauernfeind RA, Wyndham CR, Dhingra RC, Swirin SP, Palileo E, Strasberg B, Rosen KM: *Serial electrophysiologic testing of multiple drugs in patients with atrioventricular nodal reentrant paroxysmal tachycardia*. Circulation 62:1341, 1980
- 2) Griffin JC, Mason JW, Calfee RV: *Clinical use of an implantable automatic bradycardia-terminating pacemaker*. Am Heart J 100:1093, 1980
- 3) Ross DL, Johnson DC, Denniss R, Cooper MJ, Richards DA, Uther JB: *Curative surgery for atrioventricular junctional ("AV nodal") reentrant tachycardia*. J Am Coll Cardiol 6:1383, 1985
- 4) Guiraudon GM, Klein GJ, Sharma AD, Jones DL, McLellan DG: *Surgery for Wolff-Parkinson-White syndrome: Further experiences with an epicardial approach*. Circulation 74:525, 1986
- 5) Scheinman MM, Evans-Bell T: *Catheter ablation of the atrioventricular junction: A report of the percutaneous mapping and ablation registry*. Circulation 70:1024, 1984
- 6) Jazayeri MR, Hempe SL, Sra JS, Dhala AA, Blanck Z, Deshpande SS, Avitall B, Krum DP, Gilbert CJ, Akhtar M: *Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathways using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia*. Circulation 85:1318, 1992
- 7) Manolis AS, Wang PJ, Kark Estes III NA: *Radiofrequency catheter ablation for cardiac tachyarrhythmias*. Ann Intern Med 121:452, 1994
- 8) Scheinman MM, Morady F, Hess DS, Gonzalez R: *Catheter-induced ablation of the atrioventricular junction to control refractory supraventricular arrhythmias*. JAMA 248:851, 1982
- 9) Warin JF, Haissaguerre M, Lemetayer P, Guilem JP, Blanchot P: *Catheter ablation of accessory pathways with a direct approach. Results in 35 patients*. Circulation 78:800, 1988
- 10) Vatz JB, Brown EF: *Diagnostic and therapeutic technology assessment. Radiofrequency catheter ablation of aberrant conducting pathways of the heart*. JAMA 268:2091, 1991
- 11) Chen SA, Tsang WP, Hsia CP, Wang DC, Chiang CE, Yeh HI, Chen JW, Chiou CW, Ting CT, Kong CW, Wang SP, Chiang BN, Chang MS: *Comparison of direct-current and radiofrequency ablation of free wall accessory atrioventricular pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome*. Am J Cardiol 70:321, 1992
- 12) Josephson ME, Seides SF: *Clinical cardiac electrophysiology. Techniques and interpretations*. p147, Philadelphia, Lea and Febiger, 1979.
- 13) Fisher JD, Brodman R, Kim SG, Matos JA, Brodman LE, Wallerson D, Waspe LE: *Attempted nonsurgical electrical ablation of accessory pathway via the coronary sinus in the Wolff-Parkinson-White syndromes*. J Am Coll Cardiol 4:685, 1984
- 14) Morady F, Scheinman MM, Winston SA, DiCarlo LA Jr, Davis JC, Griffin JC, Ruder M, Abbott JA, Eldar M: *Efficacy and safety of transcatheter ablation of posteroseptal accessory pathways*. Circulation 72:170, 1985
- 15) Bardy GH, Ivey TD, Coltorti F, Stewart RB, Johnson G, Greene HL: *Developments, complications, and limitations of catheter-mediated electrical ablation of posterior accessory atrioventricular pathways*. Am J Cardiol 61:309, 1988
- 16) Hartzler GO, Giorgi LV, Diehl AM, Hamaker WR: *Right coronary spasm complicating electrode catheter ablation of right lateral accessory pathway*. J Am Coll Cardiol 6:250, 1985
- 17) Scheinman MM, Laks MM, Dimarco J, Plumb V: *Current role of catheter ablative procedures in patients with cardiac arrhythmias*. Circulation 83:2146, 1991
- 18) Calkins H, Sousa J, El-Atasi R, Rosenheck S, DeBuitelir M, Kou WH, Kadish AH, Langberg JJ, Morady F: *Diagnosis and cure of the Wolff-Parkinson-White syndrome or paroxysmal supraventricular tachycardias during a single electrophysiologic test*. N Engl J Med 324:1612, 1991
- 19) Gallagher JJ, Svenson RH, Kasell JH, German LD, Bardy GH, Broughton A, Critelli G: *Catheter technique for close-chest ablation of the atrioventricular conduction system: A therapeutic alternative for the treatment of refractory supraventricular tachycardia*. N Engl J Med 306:194, 1982
- 20) Holman WL, Hackel DB, Lease JG, Ikeshita M, Cox JL: *Cryosurgical ablation of atrioventricular nodal reentry: Histologic localization of the proximal common pathway*. Circulation 77:1356,

1988

- 21) Haissaguerre M, Warin JF, Lemetayer P, Saoudi N, Guilem JP, Blanchot P: *Closed-chest ablation of retrograde conduction in patients with atrioventricular reentrant tachycardia*. *N Engl J Med* 320:426, 1989
- 22) Epstein L, Scheinman M, Langberg J, Chilson D, Goldberg H, Griffin J: *Percutaneous catheter modification of the atrioventricular node. A potential cure for atrioventricular nodal reentrant tachycardia*. *Circulation* 80:757, 1989
- 23) Lee MA, Morady F, Kadish A, Schamp DJ, Chin MC, Scheinman MM, Griffin JC, Lesh MD, Pederson D, Goldberger J, Calkins H, deBuitleir M, Kou WH, Rosenheck S, Sousa J, Langberg JJ: *Catheter modification of atrioventricular junction with radiofrequency energy for control of atrioventricular nodal reentry tachycardia*. *Circulation* 83:827, 1991
- 24) Chen SA, Chiang CE, Tsang WP, Hsia CP, Wang DC, Yeh HI, Ting CT, Chuen WC, Yang CJ, Cheng CC, Wang SP, Chiang BN, Chang MS: *Selective transcatheter ablation of the slow and fast pathways using radiofrequency energy in 100 patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia*. *Am Heart J* 125:1 1993
- 25) Schluter M, Geiger M, Siebels J, Duckeck W, Kuck KH: *Catheter ablation using radiofrequency current to cure symptomatic patients with tachyarrhythmias related to an accessory pathway*. *Circulation* 84:1644, 1993
- 26) Swartz JF, Tracy CM, Fletcher RD: *Radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular pathway atrial insertion sites*. *Circulation* 87:487, 1993
- 27) Kay GN, Epstein AE, Dailey SM, Plumb VJ:

Role of radiofrequency ablation in the management of supraventricular arrhythmias: experience in 760 consecutive patients. *J Cardiovasc Electrophysiol* 4:371, 1993

- 28) Calkins H, Kim YN, Schmaltz S, Sousa J, El-Atassi R, Leon A, Kadish A, Langberg JJ, Morady F: *Electrogram criteria for identification of appropriate target sites for radiofrequency catheter ablation of accessory atrioventricular connections*. *Circulation* 85:565, 1992
- 29) Chen X, Borggrefe M, Shenasa M, Haverkamp W, Hindricks G, Breithardt G: *Characteristics of local electrogram predicting successful transcatheter radiofrequency ablation of left-sided accessory pathways*. *J Am Coll Cardiol* 20:656, 1992
- 30) Schluter M, Kuck KH: *Catheter ablation from right atrium of anteroseptal accessory pathways using radiofrequency current*. *J Am Coll Cardiol* 19:663, 1992
- 31) Natale A, Wathen M, Yee R, Wolfe K, Klein G: *Atrial and ventricular approaches for radiofrequency catheter ablation of left-sided accessory pathways*. *Am J Cardiol* 70:114, 1992
- 32) Moulton K, Miller B, Scott J, Woods WT Jr: *Radiofrequency catheter ablation for AV nodal reentry: a technique for rapid transsection of the slow AV nodal pathway*. *PACE Pacing Clin Electrophysiol* 16:760, 1993
- 33) Jackman WM, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Beckman KJ, McClelland JH, Twidale N, Hazlitt HA, Proir MI, Margolis PD, Calame JD, Overholt ED, Lazzara R: *Catheter ablation of accessory pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current*. *N Engl J Med* 324:1605, 1991