

완속 전도로 절제 결과 평가를 위해 동율동시 투여한 Adenosine

노지훈 · 이지현 · 임대관 · 박찬복 · 김성만 · 차태준 · 주승재 · 이재우

고신대학교 의과대학 내과학교실

Use of adenosine during sinus rhythm can identify impending heart block during catheter ablation of AV nodal reentrant tachycardia

Ji Hun No, M.D., Ji Hyun Lee, M.D., Dae Kwan Im, M.D., Chan Bok Park, M.D.,
Tae Jun Cha, M.D., Seung Jae Ju, M.D., and Jae Woo Lee, M.D.

*Division of Cardiology, Department of internal Medicine,
Kosin University Gospel Hospital, College of medicine, Busan, Korea*

Abstract

Background : Atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT) is the most common form of supraventricular tachycardia. Radiofrequency catheter ablation (RFCA) of the slow pathway can treat AVNRT. Slow pathway ablation is associated with a risk of complete AV block in rare cases. In difficult cases, electrophysiologist should check degrees of atrioventricular node (AVN) damage during and after ablation. There are several methods of identifying high risk of slow pathway ablation and identifying degree of AVN damage, but sometimes there are not perfect. Adenosine is effective in AVNRT termination by influencing AVN conduction. Use of adenosine can identify change of AVN conduction properties. **Methods** : Adenosine tests were studied in 24 patients (10 men, 14 women; 43.5 ± 16.6 years) with inducible sustained AVNRT. Adenosine 6mg and 12mg were injected before and after successful ablation of slow pathway during sinus rhythm. **Results** : With adenosine 6mg injection, AVNRT occurred in 13 patients and A-H jump in 15 patients before ablation, whereas AVNRT occurred in no patient and A-H jump in 5 patients after ablation. Adenosine 6mg induced AV block beats were significantly increased from 0.4 ± 1.5 to 4.0 ± 4.0 beats by ablation ($p < 0.05$). Adenosine 6 mg induced longest RR interval was also significantly increased from 876 ± 319 to 1575 ± 852 msec by ablation ($p < 0.05$). And then adenosine 12 mg were injected before and after ablation of slow pathway in 21 patients. AVNRT occurred in 13 versus 0 patient, A-H jump occurred in 16 versus 9 patients, the longest RR interval was 1590 ± 714 versus 4245 ± 3492 msec ($p < 0.05$). **Conclusion** : After successful RFCA of AVNRT, adenosine increases the number of AV block beats and the longest RR interval significantly. Administration of adenosine during and after ablation can identify severe AV nodal damage which was induced by ablation. Administration of adenosine during and after RFCA enables us to estimate amount of AV nodal damage and it gives us information about when to stop the catheter ablation. Adenosine can be useful to identify patients with impending heart block during and after ablation of slow pathway.

Key words : Atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT), Adenosine, Radiofrequency catheter ablation (RFCA)

서론

방실결절회귀성 빈맥 (atrioventricular nodal reentrant

tachycardia; AVNRT)은 심실상성 빈맥 (supraventricular tachycardia; SVT)의 가장 흔한 형태로서, 완속전도로와 급속전도로에서 회귀성 빈맥이 발생하는 것이 원인으로 알려져 있다. 이런 방실결절회귀성 빈맥의 약물 치료에는 베라파밀 (verapamil), 아데노신 (adenosine), 디곡신 (digoxin), 베타 차단제 등을 사용할 수 있으나, 약제의

교신저자 : 차 태 준

주소 : 부산시 서구 압남동 34번지 고신대학교 복음병원 내과외과
전화 : 011-9324-2563, 051-240-6460 Fax : 051-240-6460
E-mail : chatj@ns.kosinmed.or.kr

사용은 영구적인 치료 방법이 아니며 또한 평생 약물을 복용해야하는 제한점이 있기 때문에 현재 고주파 심도자 절제술 (radiofrequency catheter ablation; RFCA)을 이용하여 방실결절회귀성 빈맥을 제거하는 시술이 치료법으로 확립되어 있다. 도자 절제술은 회귀성 빈맥을 일으키는 2개의 전도로 중 하나를 제거함으로 치료를 하게 되는데, 두 개의 전도로 중에서 급속전도로 (fast pathway)의 절제는 완전 방실차단이 발생할 위험이 높기 때문에 시행되지 않고 있고, 완속전도로(slow pathway)의 절제는 완전 방실 차단이 발생할 가능성이 낮아서,¹⁾ 대부분의 경우에 완속전도로 절제를 시행하고 있다.²⁻⁴⁾ 그러나 완속전도로의 절제 시에도 드물지만 완전 방실 차단이 발생할 가능성이 있기 때문에¹⁾ 도자 절제술을 시행하면서 현재 시행하고 있는 시술이 방실결절회귀성 빈맥이 발생하지 낭후를 정도까지 이루어 졌는지 혹은 지금까지 시행한 시술에 의해서 완전 방실차단이 발생할 가능성은 없는 것인지에 대한 평가를 시술 도중에 할 수 있다면 좋을 것이다. 이렇게 현재의 시술이 방실결절에 어느 정도의 손상을 주었는지에 대해 알 수 있다면 방실차단의 위험 없이 성공적으로 시술을 마칠 수 있을 것으로 생각할 수 있다.

현재까지 사용하는 성공적인 시술이 시행되고 있는 것에 대한 지표는 고주파 에너지를 가하는 도중에 나타나는 방실 접합부 맥의 발생이다.^{5,6)} 시술 중에 방실 접합부 맥이 발생하면 현재 시술이 성공적으로 이루어지고 있다고 생각하게 되며 그 후 기저상태와 isoproterenol 주입시 단일 심방조기자극을 실시하여 2개 이상의 방실결절회귀성 박동 (echo beats)이 유발되지 않을 때에 성공적인 완속전도로 절제가 되었다고 생각하고 시술을 중단하게 된다¹⁾.

하지만 방실결절회귀성 빈맥이 유발되지 않을 뿐만 아니라 A-H jump가 완전히 발생하지 않을 때까지 고주파 절제를 실시하면 완속전도로가 절제되었다는 것을 좀더 정확히 알 수는 있지만 방실차단의 위험이 높아지게 된다. 따라서 방실결절회귀성 빈맥이 발생하지 않는 것뿐만 아니라 절제 후 심방조기자극을 통하여 1개의 방실결절회귀성 박동만 유발되는 것을 목표로 시술을 하게 된다. 그러나 이런 단일 및 이중 심방조기 자극에 의해 2개 이상의 방실결절회귀성 박동이 유발되지 않는

것을 확인하는 것만으로는 충분하지 않은 다음과 같은 경우가 있을 수 있다.

(1) 방실결절회귀성 빈맥에 대한 도자 절제는 일반적으로 쉽게 절제가 가능한 환자가 있는 반면 절제를 많이 시행했는데도 A-H jump가 남아있고 또한 단일 혹은 이중 심방조기 자극 검사에서 방실결절회귀성 박동이 계속 나타나며, 이런 방실결절회귀성 박동이 2개 이상 계속 나타날 경우에는 절제 장소를 계속 Koch's triangle의 뒤쪽 (posterior)에서 앞쪽 (anterior)으로 옮겨갈 것이 아니라 시술 도중에 지금까지의 시술이 방실결절의 치밀결절 (compact node)에 얼마만큼의 손상을 주었는지를 평가하는 방법으로 심방 조기자극 이외의 지표가 필요한 경우가 있다.

(2) 방실결절회귀성 빈맥 환자들 모두가 A-H jump를 나타내면서 방실결절회귀성 박동이 나타나고 그 후에 빈맥이 유발되는 것은 아니기 때문에 A-H jump가 확실하게 나타나지 않지만 전형적인 완-급형 방실결절회귀성 빈맥이 유발되는 경우도 있다. 이런 경우에 완속전도로에 고주파 도자절제를 실시할 때 A-H jump의 소실의 유무를 확인하기 어려워 AH jump가 발생하는 환자에 비해서 치밀 방실결절에 많은 고주파 에너지를 이용한 절제를 시행하는 경우가 많으며 또한 이런 경우에도 많은 횡수의 고주파 에너지를 가한 후에 현재까지 얼마만큼 치밀결절에 손상이 발생하였는지를 확인할 수 있는 방법이 필요하다.

(3) A-H jump가 있지만 빈맥이 잘 유발되지 않는 경우 환자가 빈맥시의 심전도를 가지고 있다 하여도 기저상태에서 빈맥이 잘 유발되지 않았기 때문에 isoproterenol을 투여하고 burst atrial pacing 등을 시행한 후에 빈맥이 유발되게 되면 방실결절회귀성 빈맥이 존재한다는 것을 확인은 했지만 전극도자 절제를 실시할 때 빈맥 자체가 잘 유발되지 않기 때문에 시술의 성패를 판정하기가 매우 어렵고 특히 이런 경우에 방실접합부 맥박이 잘 발생하지 않고, 고주파 에너지 방출은 많이 시행하였고, 빈맥을 다시 확인하기 위해서는 isoproterenol을 다시 반복하여 투여하여야 하는 경우 다시

isoproterenol을 사용하여 빈맥을 유발하지 않고 현재까지의 시술로 얼마만큼의 치밀 방실결절에 손상이 발생하였는지를 알 수 있는 방법이 필요한 경우가 있다.

즉 얼마만큼 완속 전도로 손상을 입혔는지, 방실 결절에 어떤 영향을 주었는지를 알 수 있는 새로운 방법을 찾을 수 있다면, 완속 전도로의 성공적인 절제를 실시하는데 있어서 절제 평가를 하는데 다양한 방법을 사용하여 평가할 수 있게 해주며, 이 경우 완속전도로의 절제를 좀더 안전하게 할 수 있을 것으로 생각할 수 있겠다.

ATP (Adenosine 5'-triphosphate)는 방실결절회귀성 빈맥을 중단시키는데 효과적인 약제로 알려져 있으며, 이런 치료적인 효과 이외에 두 개의 방실 결절 생리(dual AV node physiology)가 있는 것을 알아내는데 효과적이라는 보고들^{7,8)}이 있다. 그리고 방실결절회귀성 빈맥을 일으키는 두 개의 전도로, 즉 완속전도로와 급속전도로 중에서 특히 급속전도로에 작용한다는 보고가 있다⁹⁾. 또한 ATP는 작용 시간이 매우 짧기 때문에 약제의 사용에 따른 부작용이 거의 없는 것이 특징이다. 그래서 동물동시 ATP와 비슷한 성질을 가지는 adenosine을 투여하면 두 개의 방실 결절 생리의 유무를 확인할 수 있고, 또한 방실 결절 회귀성 빈맥을 유발시킬 수도 있다. 이렇게 방실결절회귀성 빈맥의 발생 유무와 방실결절의 생리를 알아내는데 adenosine을 사용할 수 있다⁹⁻¹³⁾. 그리고 완속 전도로 절제가 적절히 이루어졌다면 절제 후 adenosine을 이용하여 방실결절의 변화를 확인할 수 있을 것이다.

따라서 이 연구에서는 adenosine의 방실결절에 작용하는 성질을 이용하여 adenosine을 완속전도로 절제 전과 후에 사용하면 방실결절의 변화를 확인할 수 있을 것으로 생각되었고, 또한 이런 변화가 확인되면 이것을 이용하여 완속전도로의 절제 평가에 이용할 수 있을 것으로 생각하였다. 또한 이렇게 하면 방실결절의 손상된 정도를 좀더 먼저 확인할 수 있을 것으로 기대가 된다. 즉 고주파 심도자 절제 전과 후에 adenosine을 정주한 후에 나타나는 심장내 전기도의 변화를 관찰하여, adenosine의 정주가 완속전도로의 절제의 정도를 평가하는 방법으로 사용될 수 있을 지에 대해서 알아보았고, 또한 동물동시에 adenosine을 정주하여 이것이 방실결절 내의 두 개의 방실결절 생리를 확인할 수 있는지, 그리고 방실결절회귀성 빈맥을 유발시킬 수 있는지 등을 확인해 보았다.

대상 및 방법

1. 대상

연구 대상은 고신대학교 복음병원 순환기내과에 심계항진을 주소로 내원한 24명의 환자로 하였다. 대상군의 성별은 남자 10명, 여자 14명이었고 평균 연령은 43.5 ± 16.6 세였다. 대상군 모두에서 기저 심질환이 없었고, 천식 등 adenosine 정주의 부적응증이 있는 환자는 제외되었다. 대상군은 내원 전 항부정맥 약제를 복용한 과거력이 없었고, adenosine과 상호 작용할 수 있는 약제도 복용하지 않았으며, 복용한 경우는 약제 반감기의 5배 이상 시간이 지난 후 검사를 실시하였다. 빈맥의 유도는 adenosine 정주 혹은 신속 심방 조율 등에 의해서 하였고 심장 전기 생리 검사상에서 대상군 모두에서 완급형 방실결절회귀성 빈맥(slow-fast type)이 유발되어 완속전도로 절제를 시행하였다.

2. 방법

1) Adenosine 투여

환자들이 심전도상 동조율일 때 우측 대퇴정맥에 위치한 심도자 유도관 (catheter introducing sheath)을 통해 adenosine (Adenocor[®]) 6 mg/2ml 과 8 cc 생리 식염수를 혼합하여 빠르게 정주하였고, Adenosine 주입 즉시 생리 식염수 10cc를 동일한 부위에 신속히 정주하여 adenosine의 효과가 없어지기 전에 심장까지 도달하도록 하였다. 그 후 10분 뒤에 adenosine 주입 후 생리식염수 10cc를 동일한 부위에 신속히 정주하였다.

Adenosine은 4개의 심도자를 각각의 위치에 위치시킨 후 정주하여서, 절제 전과 후에 adenosine의 투여 환경 변화는 오로지 심도자에 의한 절제 외에는 없도록 하였다.

전도로 절제 전 24명에게 adenosine 투여 후, 15명에서 표면 심전도상 PR 간격이 50 msec이상 연장되었고, 방실 결절 회귀성 빈맥이 13명에서 유발되어 두 개의 방실결절 생리를 확인하였다. 4명에서는 adenosine 6 mg 정주 후 흉부 압박감을 호소하여 12 mg을 정주하지 않았

으며, adenosine 6 mg 정주 시에는 10초 이상의 심실 반응이 없는 완전 방실 차단이 일어나지 않았다.

완속 전도로 절제 후 adenosine 12 mg 투여시 7초 이상의 심실 반응이 없는 완전 방실 차단이 발생한 3명의 환자에게는 우심실에 놓인 심도자를 통해 1-2회 정도의 심실 박동을 실시하였다. 이와 같이 adenosine 12 mg을 준 이후 인위적인 우심실 박동을 한 경우에는 adenosine 정주 후 생긴 마지막 QRS와 심실 박동을 중단한 이후에 가장 처음 생긴 QRS까지의 거리를 재어 RR 간격으로 하였다.

2) 전기생리검사 및 고주파 심도자 절제술

심장전기 생리검사를 시행한 환자는 임상적으로 심실 상성 빈맥이 의심되거나 증상 발작시 심전도상 심실상성 빈맥으로 진단된 경우로 고주파 전극도자 절제술 시행에 서면 동의한 경우에 전극도자 절제술을 전제로 시행되었다. 환자의 왼쪽과 오른쪽 대퇴 정맥에 6-7 Fr 심도자 유도관을 2개씩 삽입하였고 이곳을 통해 우심방 심도자, 우심실 심도자, His 심도자, 절제 심도자를 심장내에 위치시키고, 오른쪽 경정맥을 통해 관상 정맥동 심도자를 위치시켰다. 심장내 심전도는 역전류 검출관(ocilloscope)으로 관찰하였고, Cardio Lab System (Pruka Engineering, Houston, TX, USA)에 저장하였다. 심장 전기자극은 EP-3 clinical stimulator (EP medical, Inc., Budd Lake, New Jersey, USA)를 이용하였다. 자발성 빈맥 발생이나, adenosine 정주로 방실결절회귀성 빈맥이 생기지 않은 경우 고속 심방 조율 (atrial overdrive pacing; A) 혹은 감쇠 조율 (decremental pacing)을 실시하여 빈맥을 유발 하였다. A1-A2 간격을 10 msec씩 줄여가면서 완속 전도로 유효 불응기 (effective refractory period; ERP)와 급속전도로 유효 불응기 (effective refractory period; ERP)를 구하였다. 급속전도로 유효불응기는 A-H jump가 나타나는 시간 간격, 그리고 완속전도로 유효 불응기는 방실결절의 유효불응기 (AVN ERP)가 나타나는 시간 간격을 기준으로 하였다.

완속 전도로 절제 전에 adenosine 6 mg, 12 mg을 각각 정주하여 방실결절회귀성 빈맥의 발생 유무, A-H jump 발생 유무, 방실 차단이 있는 심박수, adenosine 투여 후 나타난 가장 긴 RR 간격 등을 관찰하였다(Fig. 1).

고주파 에너지원은 EPT generator (EP technologies, Boston scientific, Natick, MA, USA)을 이용하였다. 완속 전도로의 고주파 절제에는 7 Fr 절제용 전극 도자(EP technologies, Boston scientific, Natick, MA, USA)를 사용하였다. 오른쪽 대퇴 정맥을 통해 방실결절에서 His 속 전위 (potential)를 확인한 후에 His 속 전위가 나타나지 않으면서 완속전도로 전위 (slow pathway potential)가 보이는 곳에서 완속전도로를 절제하였다^{14,15)}.

완속전도로의 절제 또는 변조 여부는 매 고주파 심도자 절제 후 단일 심방 조기자극을 하여 판정하였으며, 성공적인 방실결절회귀성 빈맥의 고주파 심도자 절제는 에너지 방출직후 및 30분 경과 후에 기저상태와 isoproterenol 정주 후 심방 조기자극에 의해서 방실결절회귀성 빈맥이 발생하지 않는 것을 기준으로 하였으며 또한 단일 심방 조기자극에 의해서 1개 이상의 방실결절회귀성 박동이 유발되지 않을 때로 하였다. 또한 단일 심방 조기자극에 A-H jump가 없어진 경우에도 성공적인 절제가 되었다고 판정하였다. 이렇게 방실결절회귀성 박동과 A-H jump가 없어진 것이 확인된 환자들에 다시 한번 방실결절회귀성 빈맥이 유발되지 않는다는 것을 확인하기 위해서 절제 후 isoproterenol 정주와 함께 다양한 고속 심방 자극(high output atrial burst pacing - 5 mA & 10 mA)을 실시하여 방실결절회귀성 빈맥이 유발되지 않는 것을 확인하여 성공적인 절제가 이루어 졌다고 판정하였다.

이렇게 고주파 심도자를 이용한 성공적인 완속전도로 절제를 시행한 환자에 대해서 심박동이 기저상태로 돌아온 후에 절제 전과 마찬가지로 adenosine 6 mg, 12mg을 정주한 후 방실결절회귀성 빈맥의 발생 유무, A-H jump 발생 유무, 방실 차단이 있는 심박수, adenosine 투여 후 나타난 가장 긴 RR 간격을 관찰하였다(그림 2) 완속전도로 절제 후에 adenosine 12 mg을 준 경우 7초 이상의 심실 반응이 없는 완전 방실차단이 발생한 환자에게는 우심실에 놓인 심도자를 통해 1-3회 정도의 심실 박동을 실시하였다.

완속 전도로 절제 결과 평가를 위해 동시 투여한 Adenosine

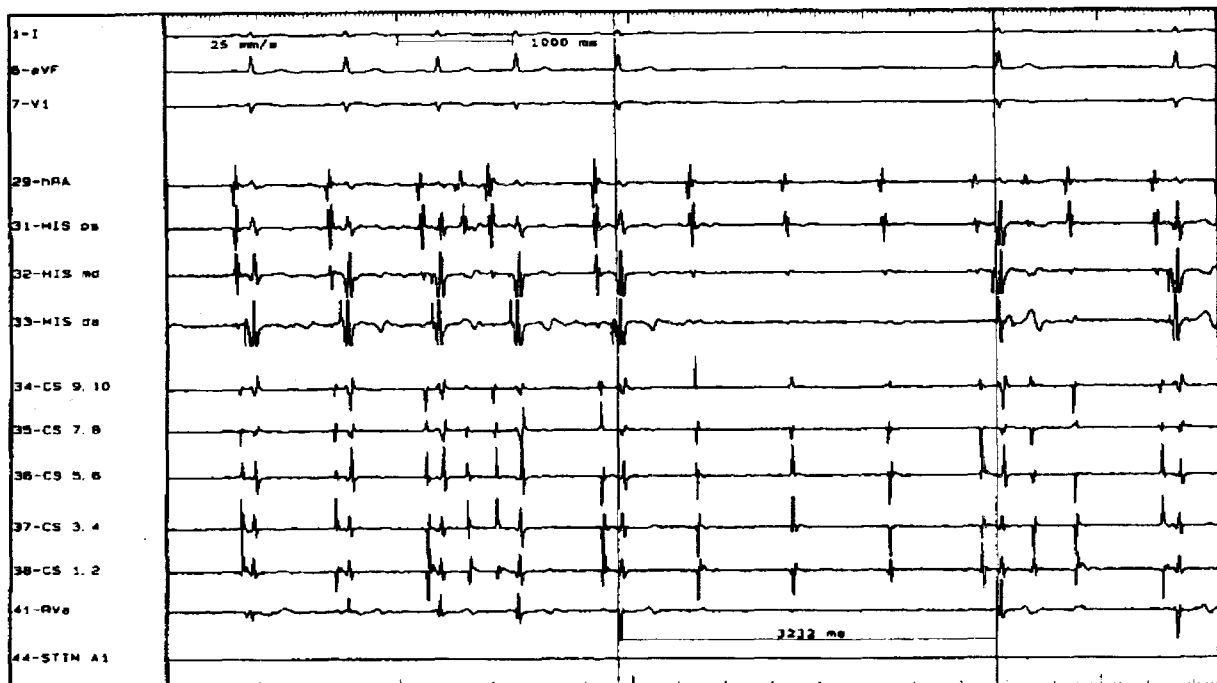
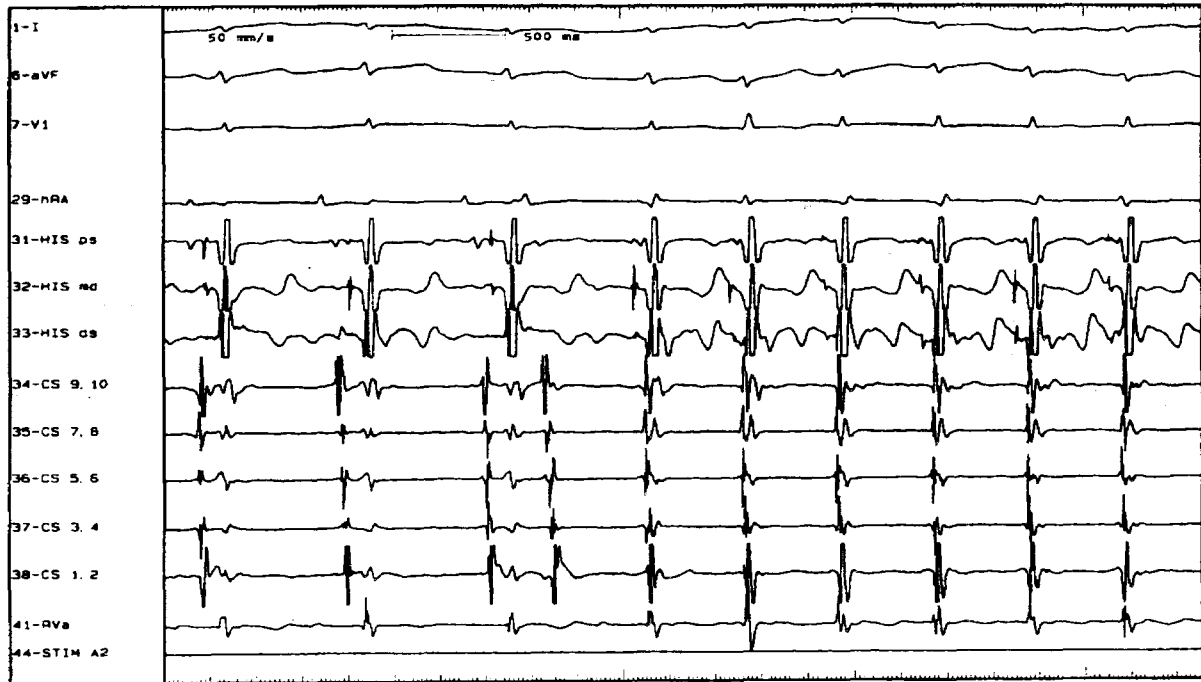


Fig. 1. Effects of adenosine 6 mg (upper) and 12 mg (lower) on AV conduction before radiofrequency (RF) ablation or modification of the slow pathway in a patient with atrioventricular node reentrant tachycardia (Upper) With adenosine 6 mg, A-H jump (>50 msec) with supraventricular tachycardia is present during adenosine test. (Lower) There are 3 AV block beats and the longest RR interval is 3232 msec.

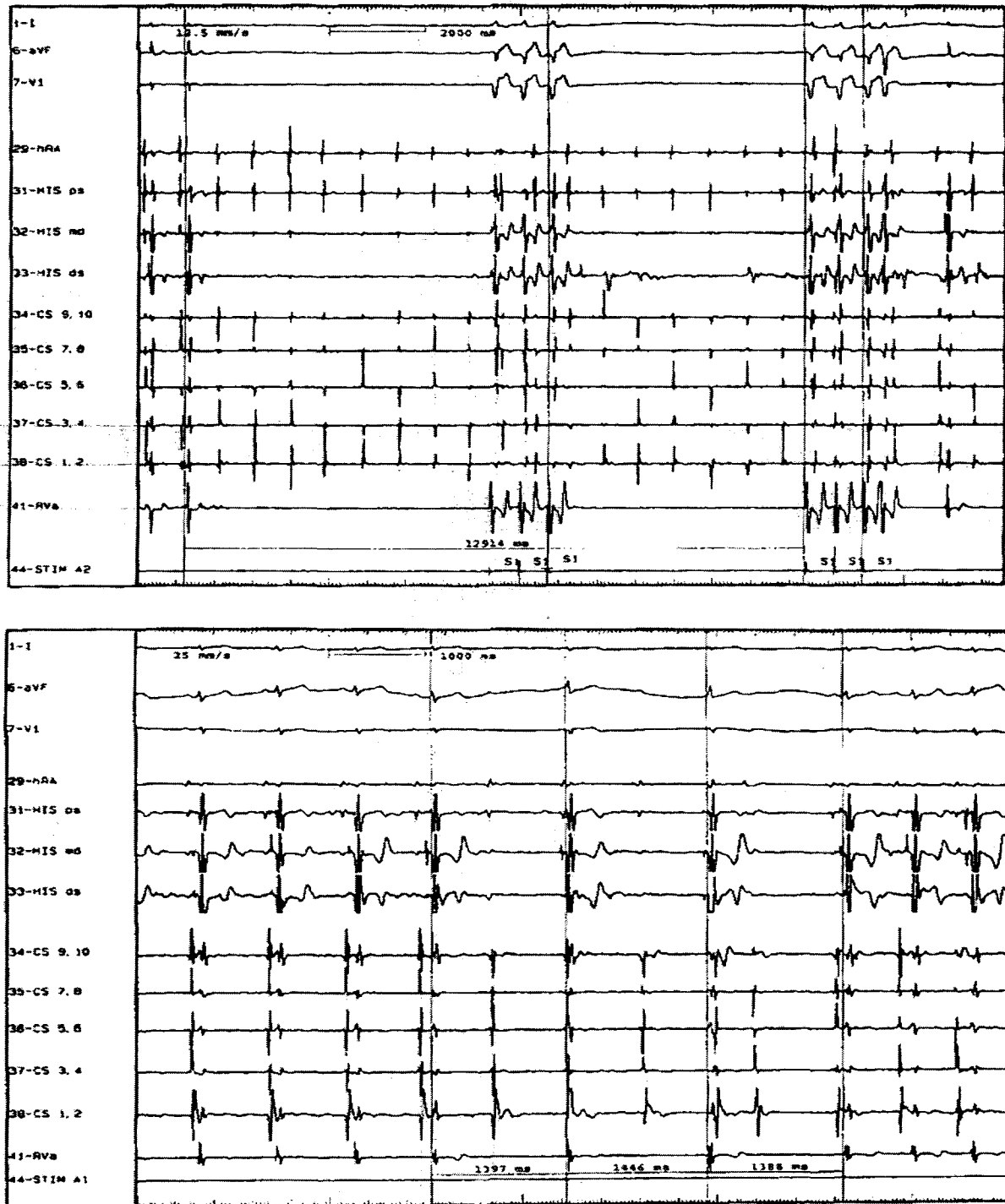


Fig. 2. Effects of adenosine 6 mg (upper) and 12 mg (lower) on AV conduction after radiofrequency (RF) ablation or modification of the slow pathway (SP) in a patient with atrioventricular node reentrant tachycardia. (Upper) With adenosine 6 mg, the longest RR interval is 1446 msec, with transient 2:1 AV block. (Lower) First 8 beats showed AV block. The ventricle was paced 3 times via RV catheter. After termination of pacing, sinus rhythm was recovered. In this case, RR interval (12914 msec) was measured as shown.

3) 통계

통계 분석에 SPSS (ver 10.0)를 사용하였다. 같은 변수에 대해서 절제 전, 후에 adenosine 6 mg, 12 mg을 사용한 각각의 군에 대해 simple paired *t*-test를 시행하였고, 유의 수준은 *p* 값이 0.05 미만일 때로 하였다.

결 과

24명의 대상군 모두에게 완속전도로 절제 전과 후에 기저 상태 유효 불응기 검사를 실시하였다. 방실결절 급속전도로 유효 불응기는 절제 전 379 ± 65 msec에서 절제 후 341 ± 83 msec로 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로는 의미는 없었다. 완속전도로 불응기는 절제 전 309 ± 54 msec에서 절제 후 260 ± 57 msec로 감소하였다. 그러나 완속전도로 절제 전에 기저 검사상 A-H jump가 나타나는 환자가 22명이었지만 완속전도로 절제 후에는 단지 두명에서만 A-H jump가 나타났고, 이 두 명의 평균값은 완속전도로 절제 전 260 ± 42 msec에서 절제 후 260 ± 57 msec로 별 변화가 없는 양상을 나타내어 이 두명에 대한 통계처리는 의미가 없을 것으로 생각된다. 그리고 심방 유효 불응기는 절제 전 223 ± 26 msec에서 절제 후 211 ± 22 msec로 통계적으로 유의하게 감소하였다 (Table 1).

Table 1. Baseline study before adenosine injection

	Before SP ablation (n=24)	After SP ablation (n=24)
AVN fast pathway ERP (msec)	385 ± 75	380 ± 90
AVN slow pathway ERP (msec)	314 ± 59	347 ± 82
A ERP (msec)	223 ± 26	$206 \pm 21^*$
VA fast pathway ERP (msec)	357 ± 197	257 ± 1
VA slow pathway ERP (msec)	417 ± 98	226 ± 23

* $P < 0.05$

AVN : atrioventricular node, A : atrium, ERP : effective refractory period

SP : slow pathway, VA : ventriculoatrial

대상군이 동율동일 때 adenosine을 정주하였다. 완속전도로 절제 전 24명 대상군 모두에게 adenosine 6mg을 정주하였으나 흉부 압박감을 호소한 3명에서는 adenosine 12 mg을 정주하지 않았다. 완속전도로 절제 후에도 역

시 24명의 대상군 모두에게 adenosine 6 mg을 정주하였고 절제 전 흉부 압박감을 호소한 3명의 환자에게는 절제 전과 마찬가지로 adenosine 12 mg을 정주하지 않았다. 그리고 절제 전 adenosine 12 mg을 정주한 후에 7초 이상의 심실 반응이 없는 완전 방실 차단이 일어난 1명에 대해서는 절제 후에 adenosine 12 mg을 정주하지 않아서 adenosine 12mg의 경우에 절제 전과 후에 adenosine에 대한 방실결절의 반응 변화를 비교할 수 있는 대상군은 20명이 되었다(Table 2). 그리고 완속전도로 절제 후 adenosine 12 mg 정주 시 7초 이상의 심실반응이 없는 완전 방실 차단이 발생한 3명의 환자에게는 우심실에 놓인 심도자를 통해 1-3회 정도의 심실 박동을 실시 하였다. 이중 2명의 환자에서는 인위적인 우심실 박동을 가한 후 3초 이후에 환자 자신의 심실 박동이 나타나서 adenosine 정주 후 생긴 마지막 QRS와 심실 박동을 중단한 이후에 처음 생긴 QRS까지의 거리를 제어 RR 간격으로 하였고, 1명의 경우 인위적인 심박동을 가한 후에 즉시 환자 자신의 심실 박동이 나타나서 adenosine 정주 후 생긴 마지막 QRS와 환자 자신의 심실박동이 나타나기 전에 가한 인공 심박동까지의 거리를 제어 RR 간격으로 하였다(그림 2).

Table 2. Effect of adenosine 6 mg on atrioventricular conduction before and after slow pathway ablation in 24 patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia

	Before SP ablation (n=24)	After SP a (n=24)
Tachycardia after adenosine injection	13 (54 %)	0 (0 %)
A-H jump	15 (63 %)	5 (21 %)
AV block beats	0.4 ± 1.5	$4.0 \pm 4.0^*$
Longest RR interval (msec)	876 ± 319	$1575 \pm 852^*$

* $p < 0.05$

SP : slow pathway

완속전도로 절제 전 adenosine 6 mg 정주 시 15명에서 표면 심전도상 PR 간격이 50 msec이상 연장되었고 방실결절회귀성 빈맥이 13명에서 유발되었고, 12 mg 정주 시 16명에서 PR 간격이 50 msec이상 연장되었고 13명에서 방실결절회귀성 빈맥이 발생되어 동율동시 adenosine을 정주함으로써 두 개의 방실결절 생리를 확인할 수 있었다.

심전도상 동조율일때 adenosine을 사용하였다. 총 대

상군의 성별은 남자 10명, 여자 14명, 평균 연령은 43.5 ± 16.6 세였고, 심장 전기 생리 검사에서 모두 전형적인 종류(slow/fast type)의 방실 결절 회귀성 빈맥이 유발되었다.

완속 전도로 절제 전에 adenosine 6 mg 정주 시 빈맥의 발생은 13명(나머지는 자발성이거나 심방 자극에 의해서 빈맥 유발), A-H jump 발생은 15명, 방실 차단이 있는 심박수는 0.4 ± 1.5 회, 가장 긴 RR 간격은 876 ± 319 msec이었다. 절제 후에 adenosine 6 mg 정주 시 빈맥은 아무에게도 유발되지 않았고, A-H jump 발생은 5명, 방실 차단이 있는 심박수는 4.0 ± 4.0 회, 가장 긴 RR 간격은 1575 ± 852 msec여서, 방실 차단이 있는 심박수와 가장 긴 RR 간격의 경우, adenosine 투여전과 후에 통계적으로 유의한 차이($p < 0.05$)가 있었다(Table 3).

Table 3. Effect of adenosine 12 mg on atrioventricular conduction before and after slow pathway ablation in 20 patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia

	Before SP ablation (n=24)	After SP a (n=24)
Tachycardia after adenosine injection	13 (65 %)	0 (0 %)
A-H jump	16 (80 %)	9 (45 %)
AV block beats	2.5 ± 2.4	$8.2 \pm 5.1^*$
Longest RR interval (msec)	1590 ± 714	$4245 \pm 3492^*$

* $p < 0.05$

SP ; slow pathway

완속 전도로 절제 전에 adenosine 12 mg 정주 시 빈맥의 발생은 13명, A-H jump 발생은 16명에서 있었으며, 방실 차단이 있는 심박수는 2.5 ± 2.4 회, 가장 긴 RR 간격은 1590 ± 714 msec이었다. 절제 후 adenosine 12 mg 정주 시 빈맥은 발생되지 않았고, A-H jump는 9명에서 있었으며 방실 차단이 있는 심박수는 8.2 ± 5.1 회, 가장 긴 RR 간격은 4245 ± 3492 msec이었다. adenosine 6 mg에서의 결과와 마찬가지로 방실 차단이 있는 심박수와 가장 긴 RR 간격은 adenosine 12 mg 정주 전과 후에 통계적으로 유의한 차이 ($p < 0.05$)가 있었다(Table 4).

평균 고주파 절제 횟수는 한 사람당 1-7회 (평균 2 ± 1.6 회)였고, 시간은 10-176초 (평균 50 ± 42.8 초)였다. 절제 부위로는 P1 2명, P2 9명, M1 9명, M2 6명이었고 이중 한사람은 P1, M1을 동시에 절제 하였다.

고찰

1983년 adenosine이 발작성 심실상성 빈맥을 종료시킨다는 발표 후¹⁰⁾, 많은 연구에서 그 효용성이 증명되었다^{10,16,17)}. Adenosine은 심장의 허혈 상태나 저 산소 상태에서 심장 내에 축적되어 심장을 보호하는 기능을 한다. 심장내 adenosine의 수용체는 A1, A2 두 종류가 있고, 이중 전기 생리학적인 영향은 주로 A1 수용체에 의해 일어난다. A1 수용체에 adenosine이 결합하면 guanine nucleotide-binding 수용체가 활성화되어 심장의 자동능 감소와 방실 결절의 불응기 증가를 초래하여 동성 심박수의 감소, 방실 결절의 전기 전도력 감소를 가져와서 상심실성 빈맥의 치료제로 사용되어져 왔다¹²⁾.

최근에는 방실결절회귀성 빈맥의 치료에 국한되는 것이 아니라 방실결절회귀성 빈맥의 유도와 빈맥 유발 기전으로 생각되는 두 개의 전도로를 증명하기 위해서 ATP와 함께 사용되고 있으며^{7,8,9,13)}, 여러 논문에서 급속 전도로와 완속 전도로 중 adenosine은 특히 급속 전도로에 작용한다는 것이 제시되었다.⁹⁾ 이런 약리학적인 작용으로 adenosine은 심실상성 빈맥의 치료제로서 사용되어져 왔으나, 이들 약물 치료는 방실결절회귀성 빈맥을 없애는 영구적인 방법은 되지 못하고, 현재는 고주파 도자 절제술이 치료법으로 확립되어 있다.

고주파를 이용한 전극도자 절제시 방실 결절의 이중전도로중 완속전도로를 절제하는 것이 보다 더 안전하고 성공률도 높아 완속전도로 절제가 일차적으로 시도되고 있다. 완속전도로 절제시 절제도자로부터 기록되는 완속전도로 전위 (slow pathway potential)를 확인하거나 해부학적인 접근 방법을 이용하여 고주파 에너지 절제를 실시한다.

완속전도로 절제의 성공을 예측하기 위한 표식자로서 고주파 방출시 방실 접합부 울동의 출현이⁵⁾ 현재까지 널리 알려져 있으며, 국내에서 이 등¹⁸⁾이 보고한 바에 따르면 절제도자 말단에 분열된 심방파가 나타나면 이것 역시 성공적인 절제를 예측하는 인자의 하나라는 보고가 있다.

하지만 완속전도로 고주파 도자 절제술을 시행하는 동안에 나타나는 방실 접합부 맥을 확인하는 것은 고주파 절제의 부위가 적절하다는 것은 나타내어 주지만 절제

를 언제까지 해야 하는가를 제시하지는 못하여, 고주파 절제를 적당한 시점에서 중단하지 않는 경우 완전 방실 차단이라는 심각한 결과를 초래할 수도 있다. 이렇기 때문에 절제 시술 도중에 이런 부작용이 생길 가능성을 미리 파악할 수 있다면 시술을 성공적이면서도 안전하게 마칠 수 있을 것으로 생각된다. 특히 상술한 경우와 같이 도자 절제 후에도 A-H jump가 남아 있거나, A-H jump가 확실히 나타나지 않지만 전형적인 방실결절회귀성 빈맥이 나타나는 경우, A-H jump는 있지만 방실결절회귀성 빈맥이 잘 나타나지 않는 경우에는 완속전도로 절제의 정도를 파악하기 힘들어 많은 횡수의 고주파 절제를 시행할 수가 있고 치명적인 부작용까지 초래할 수도 있다. 따라서 고주파 절제를 중단하는 시점을 정하는 것은 임상적으로 큰 의미를 지닌다.

Thakur 등⁶⁾은 완속전도로 절제시 방실접합부 빈맥이 나타나면서 심방 (Ventriculoatrial) 전도 차단이 나타나는 경우 전도 차단 위험이 높다고 하였으나 이것은 고주파 절제를 하기 전에는 알 수 없다는 단점이 있다. Hintringer 등⁹⁾은 고주파 절제를 시행하기 전에 절제 도자의 심방과와 His 도자에 나타나는 심방과의 간격이 방실차단과 관계가 있다고 하였다.

이 연구에서는 고주파 절제를 시행 받은 환자에게 전기생리 검사에서 빈맥이 다시 유발되지 않는 것을 확인한 후에 동율동상태에서 adenosine 6 mg, 12 mg을 정주하였다. 그 결과 방실 차단이 있는 심박수와 adenosine 투여 후 나타난 가장 긴 RR 간격이 adenosine 6 mg, 12 mg 정주시 모두에서 의미 있게 증가하는 것을 관찰하였고 ($p<0.05$). 이것은 완속전도로 절제의 성공을 평가하는 전기생리 검사의 결과와 일치하여, adenosine 투여 후 측정된 방실 차단이 있는 심박수와 가장 긴 RR 간격 역시 완속 전도로 절제의 성공을 평가하는 유용한 지표로 사용될 수 있음을 보여주었다. 나아가 adenosine 투여 후 방실 차단이 의미 있게 증가한 후에 고주파 심도자 절제를 계속 진행할 경우에는 완전 방실 차단의 위험이 있기 때문에 더 이상의 완속 전도로 절제는 하지 않아야 할 것으로 생각된다.

또한 한 환자에서 도자절제를 2차례 시행한 후에 당시 방실접합부 맥이 어느 정도 나왔지만 isoproterenol infusion 한 후에 시행한 고속 심방조율 시 빈맥이 유발

되었고, adenosine 6 mg에서 방실차단 심박수와 가장 긴 RR 간격이 많이 증가된 경우 도자 절제를 한차례 더 실시하였을 때 일시적인 완전 방실차단이 몇 beats 발생하였다. 그래서 도자 절제술 시행 후에 adenosine 6 mg을 투여하여 시작 전에 비해 방실차단 심박수와 가장 긴 RR 간격이 많이 증가하는 경우에는 시술에 많은 주의를 하여야 한다는 것을 알 수 있었다. 부가적으로 완속전도로의 절제 후에 adenosine에 의한 방실 차단이 있는 심박수가 증가하는 양상을 나타내는 것으로 adenosine이 급속전도로에 작용하는 경향이 많다는 것을 확인해 주는 것이라 할 수 있겠다.

Adenosine 12 mg 정주 시에는, 6 mg 정주시에 보이지 않던, 7초 이상의 방실 차단이 생겨서 20명중 4명의 환자에서 우심실에 놓인 심도자를 통해서 인위적인 심박동을 가하였다. Adenosine 6 mg과 12 mg 모두에서 절제 전에 비해 절제 후에 방실 전도 차단이 있는 심박수가 유의하게 증가하여서, 방실 전도 차단의 위험이 없는 adenosine 6 mg의 정주만으로도 완속전도로 절제 결과를 평가할 수 있을 것이다.

결론

완속전도로 절제 전과 후에 adenosine 6 mg을 정주했을 때 방실 전도 차단이 있는 심박수가 절제 전에 비해 절제 후 유의하게 증가하였고, 가장 긴 RR 간격 역시 절제 후에 유의하게 증가하였다. Adenosine 12 mg을 준 경우에도 마찬가지로 결과를 볼 수 있었다. 따라서 방실결절회귀성 빈맥 환자에서 완속전도로 절제 전과 후에 adenosine을 정주하여, 방실 차단이 있는 심박수가 절제 전에 비해 증가하는 것과 가장 긴 RR 간격이 증가하는 것을 확인하는 것이 절제 결과를 평가하는 지표 중의 하나로 사용될 수 있다고 생각한다. 그리고 완속전도로의 손상을 파악하기 힘든 환자들에게 완속전도로 절제 후 adenosine을 사용하여 상술한 지표들의 변화를 파악함으로써 더 이상의 절제 시술을 할 경우에 초래될 수 있는 완전 방실 차단이라는 심각한 부작용을 미리 알아내는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

1. Jazayeri MR, Hempe SL, Jasbir S, Dhala AA, Blanck Z, Deshpande SS, Avitall B, Krum DP, Gilbert CJ, Akhtar M: Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathway using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 85:1318-1328, 1992
2. Wu D, Yeh SJ, Wang CC, Wen MS, Lin FC: A simple technique for selective radiofrequency ablation of the slow pathway in atrioventricular node reentrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 21:1612-1621, 1993
3. Jackman WM, Beckman KJ, McClelland JH, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Twidale N, Hazlitt A, Prior ML, Oren J, Overholt ED, Lazzara R: Treatment of supraventricular tachycardia due to atrioventricular nodal reentry by radiofrequency catheter ablation of slow-pathway conduction. *NEJM* 327: 313-318, 1992
4. Lin JL, Huang SKS, Lai LP, Ko WC, Tseng YZ, Lien WP: Clinical and electrophysiologic characteristics and long-term efficacy of slow-pathway catheter ablation in patient with spontaneous supraventricular tachycardia and dual atrioventricular node pathways without inducible tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 31: 855-860, 1998
5. Jentzer JH, Goyal R, Williamson BD, Man KC, Niebauer M, Daoud E, Strickberger SA, Hummel JD, Morady F: Analysis of junctional ectopy during radiofrequency ablation of the slow pathway in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Circulation* 90:2820-2826, 1994
6. Thakur RK, Klein GJ, Yee R, Stites HW: Junctional tachycardia: A useful marker during radiofrequency ablation for atrioventricular node reentrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol* 22:1706-1710, 1993
7. Belhassen B, Fish R, Eldar M, Glick A, Glikson M, Viskin S: Simplified "ATP test" for noninvasive diagnosis of dual AV nodal physiology and assessment of results of slow pathway ablation in patients with AV nodal reentrant tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 11:255-261, 2000
8. Belhassen B, Fish R, Glikson M, Glick A, Eldar M, Laniado S, Viskin S: Noninvasive diagnosis of dual AV node physiology in patients with AV nodal reentrant tachycardia by administration of adenosine-5'-triphosphate during sinus rhythm. *Circulation* 98:47-53, 1998
9. Curtis ab, Belardinelli L, Woodard DA, Broen CS, Conti JB: Induction of atrioventricular node reentrant tachycardia with adenosine; Differential effect of adenosine on fast and slow atrioventricular node pathways. *J Am Coll Cardiol* 30 : 1778-1784, 1997
10. DiMarco JP, Sellers TD, Berne RM, West GA, Belardinelli L: Adenosine : Electrophysiologic effects and therapeutic use for terminating paroxysmal supraventricular tachycardia. *Circulation* 68:1254-1263, 1983
11. DiMarco JP, Sellers TD, Lerman BB, Greenberg ML, Berne RM, Belardinelli L: Diagnostic and therapeutic use of adenosine in patients with supraventricular tachyarrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 6:417-425, 1985
12. Zipes DP, Jalife J: Cardiac electrophysiology From cell to bedside. Philadelphia, 2nd ed. 2nd ed. p1336-1343, Philadelphia, WB Saunders, 1995
13. Tebbenjohanns J, Niehaus M, Korte T, Drexler H: Noninvasive diagnosis in patients with undocumented tachycardias: Value of the adenosine test to predict AV nodal reentrant tachycardia. *J Cardiovasc Electrophysiol* 10:916-923, 1999
14. Haissaguerre M, Gaita F, Fischer B, Commenges D, Montserrat P, D'Ivernois C, Lemetayer P, Warin JF: Elimination of atrioventricular nodal reentrant tachycardia using discrete slow potentials to guide application of radiofrequency energy. *Circulation* 85:2162-2175, 1992
15. Kuo CT, Lauer MR, Young C, Hou CJ, Liem LB, Yu J, Sung RJ: Electrophysiologic significance of discrete slow potentials in dual atrioventricular node physiology: Implications for selective radiofrequency ablation of slow pathway conduction. *Am Heart J* 131:490-498, 1996
16. Garratt C, Linker N, Griffith M, Ward D, Camm AJ: Comparison of adenosine and verapamil for termination of paroxysmal junctional tachycardia. *Am J Cardiol* 64:1310-1316, 1989
17. Hood MA, Smith WM: Adenosine versus verapamil in the treatment of supraventricular tachycardia. *Am Heart J* 123:1543-1549, 1992
18. 이상현, 김준우, 김성희, 조장현, 안영근, 박주형, 정면호, 조정관, 박종춘, 강정채: 방실 결절회귀성 빈맥의 성공적인 전극도자 절제의 예측인자. *대한내과학회지* 57:867-874, 1999
19. Hintringer F, Hartikainen J, Davies WD, Heald CS, Fill NE, Ward ED, Rowland E: Prediction of Atrioventricular Block During Radiofrequency Ablation of the Slow Pathway of the Atrioventricular Node. *Circulation* 92:3490-3496, 1995