



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

醫學碩士學位論文

Adenosine Triphosphate부하
심근관류촬영의 유용성 및 부하용량의 적절성

김 원

亞洲大學校 大學院

1999年 12月

Adenosine Triphosphate부하

심근관류촬영의 유용성 및 부하용량의 적절성

지도교수 최 병 일

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함.

1999년 11월 일

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

김 원

김 원의 학위논문을 인준함

1999년 12월 일

심사위원장 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

심 사 위 원 _____ (인)

감사의 글

배움의 길은 길고 험한 것 같습니다. 응급실에서의 힘들고 고된 생활을 하면서 또 다른 만학의 길을 걸어야 한다는 것이 때로는 욕심으로 때로는 무모하게도 느껴졌습니다. 그러나 주변에서 늘 격려와 도움을 아끼지 않은 분들이 계셔서 이런 조그만 성취를 이룰 수 있었습니다.

본 논문을 완성함에 있어서 항상 자상하고 세심한 배려를 아낌없이 해주신 최병일교수님께 진심으로 감사를 드리며, 동시에 연구기간 중 많은 조언과 격려를 베풀어주신 탁승제 교수님, 백은주 교수님, 김한수 교수님, 신준한 교수님께 깊은 사의를 표합니다. 아울러 연구과정에서 계속 수고를 아끼지 않았던 임경수 교수님과 서울중앙병원 응급의학과 의국원들께도 깊은 감사를 드립니다.

특히, 공부할 수 있도록 항상 곁에서 변함없는 사랑으로 용기를 북돋아 준 아내와 태우, 영지에게 이 모든 기쁨과 보람을 돌리고 싶습니다.

1999년 11월

저자 씀

목 차

국문요약	v
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 대상환자	3
2. ATP 주입 프로토콜	3
3. ATP부하 심근관류촬영	4
4. 심근관류영상의 판독	4
5. 관상동맥조영술	5
6. 통계분석 방법	5
III. 결 과	7
1. ATP주입시 용량에 따른 부작용	7
2. 혈액학적 반응	8
3. ATP부하 심근관류촬영 과 관상동맥조영술의 일치도	8
IV. 고 찰	10
1. ATP주입시 안정성	11
2. ATP주입중 허혈성 ST분절 하강	12
3. ATP부하 심근관류촬영의 관상동맥병변에 대한 진단의 정확도: 임상적 유용성	12
4. 연구의 제한점	14
V. 결 론	24
참고문헌	25
영문요약	28

표 목 차 (List of Tables)

Table 1. Demographic Characteristics of the 478 Patients	15
Table 2. Adverse Effect of Adenosine Triphosphate Infusion in 478 Patients	16
Table 3. Hemodynamic Effects of Adenosine Triphosphate in 478 Patients	17
Table 4. Summary of Coronary Artery Disease in 212 Patients With Coronary Angiography	18
Table 5. Interpretation of Thallim-201 Myocardial SPECT with ATP Infusion in Patients With Coronary Angiography	19
Table 6. Interpretation of Thallium-201 Myocardial SPECT With ATP Infusion in Patients With Coronary Angiography: Comparing Vascular Territories of Involved Lesion	20
Table 7. The Comparison of Dagnostic Agreement of ATP SPECT About Involved Vascular Territories With That of Coronary Angiography	21

그림목차

Figure 1. Hemodynamic Effects of Adenosine Triphosphate
in 478 Patients22

A) Simple-line chart about the change of heart rate with
infusion of Adenosine triphosphate.

B) Simple-line chart about the change of systolic pressure with
infusion of ATP.

C) Simple-line chart about the change of diastolic pressure with
infusion of ATP.

Adenosine Triphosphate부하

심근관류촬영의 유용성 및 부하용량의 적절성

배경: Adenosine 과 Adenosine Triphosphate(ATP)는 강력한 혈관이완제로서 반감기가 대단히 짧다. 저자는 관상동맥 혈류의 예비력 측정을 통해 ATP가 Adenosine과 최소한 같은 정도의 관상동맥혈관 이완효과가 있음을 보고한 바 있다. 하지만 아데노신이 정맥주입시 부작용의 빈도가 높다는 보고가 있고, 현재 보고된 심근관류촬영을 위한 ATP의 용량이 관상동맥질환의 유무, 병변부위의 감별력 및 협착정도에 대한 진단의 정확도를 높이는 데 적당한 지에 대한 임상연구가 완벽히 되어있지 않아 관상동맥질환이 의심되는 환자에 있어서 Adenosine Triphosphate부하 Thallium-201 single-photon emission computed tomography(ATP-SPECT)의 안정성 및 진단의 정확성을 ATP부하 용량에 따라 비교·분석하고자 연구를 시행하였다.

방법: 약물부하 Tl-201 SPECT의 대상이 되는 환자 중 478예 (남 240명, 여 238명)를 대상으로 ATP 저용량군(0.8mg/Kg/5min)과 고용량군(1.0mg/Kg/5min)으로 임의배정 후 ATP-SPECT를 시행하였다. 환자의 연령분포는 20세 부터 86세 (56±12세)까지이다. 부작용유무, 혈압, 맥박 및 심전도를 검사 전, 중, 후에 매분마다 기록하였다. 관동맥조영술을 시행한 212명의 환자 중 140명이 관상동맥질환이 있는 것으로 나타났다. 심근관류촬영소견은 전문의의 육안 적인 소견을 관동맥조영술의 소견과 비교·분석하였다.

결과: ATP-SPECT상 양성인 환자 중, 저용량군 및 고용량군에서 3 vessel disease(VD)가 24예 와 12예, 2 VD가 21예 와 10예, 1 VD가 41예 와 21예 로 나타났다. ATP부하 심근관류촬영의 진단 정확도는 저용량군과 고용량군에

서 예민도, 특이도, 양성예측율, 음성예측율, 정확도 및 kappa치가 각각 93%, 79%, 90%, 86%, 89%, 0.88 및 91%, 80%, 90%, 83%, 88%, 0.87로 용량에 따른 차이가 없이 매우 우수하게 나타났다($p > 0.05$). 관상동맥혈관의 영역에 따라 세분하여 판독시, 관상동맥혈관조영술 과 심근관류촬영상의 일치율은 저용량군의 경우, 1VD인 모든 경우에서 유의하게 일치하였으나($p < 0.05$), 고용량군의 경우 우관상동맥의 단일혈관 협착에서만 유의하게 감별하는 것으로 나타나, ATP부하용량을 고용량군으로 증가하는 것이 심근관류촬영에 의한 관상동맥질환의 진단 정확율을 높이는데 도움이 되지 않는 것으로 나타났다. ATP의 정맥내 주입은 주입후 6분 때 최대변화가 나타났으며, 저용량군 및 고용량군에서 모두 유의 있는 심박동수의 증가(11 ± 9 회/분 대 15 ± 8 회/분)와 수축기(12 ± 17 mmHg 대 13 ± 14 mmHg) 및 이완기(7 ± 11 mmHg 대 12 ± 10 mmHg)혈압의 감소를 유발하였으나($p < 0.0005$), 용량에 따른 혈액학적 반응의 차이는 없는 것으로 나타났다. 332명(69%)에서 한가지 이상의 부작용이 나타났고 146명에서는 부작용이 없었다. 부작용으로 기술된 증상들 중 86%가 경증으로 14%가 중등도로 1%미만에서 중증으로 판정되었으며, 중증인 경우도 ATP의 정맥내 투여 중단이나 아미노필린의 투여 없이 증상이 호전되었다. ATP 부하용량이 저용량군에서 고용량군으로 증가함에 따라 심인성부작용보다는 비심인성부작용의 빈도가 유의 있게 증가하였다.

결론: 본 연구에서 ATP-SPECT는 실행 가능하고, 진단적 가치가 아데노신 부하 심근관류촬영에 상응하는 유용한 검사방법으로 판단되며, 심근관류촬영을 위한 ATP부하용량은 0.8mg/Kg/5min이 적절하다고 판단되었다. 또한 부작용의 발현을 및 안전성에 있어서는 아데노신보다 우수하다고 사료된다.

핵심어 : Adenosine Triphosphate, Thallium-201 SPECT, 관상동맥질환

Adenosine Triphosphate부하

심근관류촬영의 유용성 및 부하용량의 적절성

김 원

아주대학교 대학원 의학과

(지도 최 병 일 교수)

I. 서 론

관상동맥 질환의 진단방법으로 최근에는 약물부하를 이용한 비침습적 진단법이 점차 많이 이용되고 있다. 요즘 흔히 사용되고 있는 아데노신은 Adenosine Triphosphate(ATP)의 대사산물로서 나오며 직접적으로 관상동맥에 작용하여 안정시에 비하여 관상동맥혈류를 4.4 ± 0.9 배 증가시키고, 반감기가 10초미만으로 매우 짧아서 부작용에 대한 대처가 쉬운 약물이다¹⁾. 그러나 아데노신의 완제품은 고가이므로 직접 구입하여 사용할 경우 비경제적이며, 81%의 환자가 부작용을 경험하고, 20%내외에서는 부작용을 견디지 못해 아데노신의 용량감소나 조기 투여중단이 필요하며, 0.8%에서 아미노필린의 투여가 필요하고, 특히 7.6%에서 방실전도차단이 나타났다고 보고된 바 있다²⁾. 저자는 관상동맥 혈류의 예비력 측정을 통해, ATP가 아데노신과 상응하는 정도의 관상동맥혈관 확장효과가 있으면서도 작용시간이 짧고, 더 작은 몰용량(equimolar dose)으로도 더 빨리 최대효과가 나타난다고 보고한 바 있다³⁾. ATP를 심근관류촬영(Thallium-201 Myocardial SPECT)을 위한 부하약물로서 임상적용을 시도한 바는 있으나⁴⁾, 부하용량을 0.15-0.16mg/Kg/min으로 주입하는 것이 합리적인 지에 대한 비교검정이 충분하지 않은 상태이다. 게다가

ATP는 발작성 상심실성 빈맥의 치료제로 사용되어 왔으며, 이때는 훨씬 많은 양의 ATP를 안전하게 사용하여 왔다⁵⁾.

이에 저자는 관상동맥질환이 의심되는 환자에 있어서 Adenosine Triphosphate부하 Thallium-201 single-photon emission computed tomography(ATP SPECT)를 시행하기 위한 적절한 ATP의 용량을 부작용 발생빈도 및 용량에 따른 진단의 정확성을 비교·분석함으로써 결정하고, 더 나아가 부작용의 발현을 및 안전성에 있어서는 아데노신보다 우수한 부하약물인지를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상환자

관상동맥질환의 유무를 진단하기 위해, 약물부하 심근관류촬영의 적응증이 되는 환자 478명(남 240명, 평균나이 56 ± 12 세 [20 세부터 86세까지])을 대상으로 ATP를 0.8mg/Kg/5min으로 정맥주사 하는 저용량군과 1.0mg/Kg/5min으로 주사하는 고용량군에 임의 배정하여 ATP부하 심근관류촬영을 시행하였다. 대상환자들은 운동부하가 불가능한 환자로서 사전에 준비한 동의서 및 프로토콜에 동의하는 경우에만 검사가 시행되었다. 대상환자들의 각 용량군에 따른 일반적인 임상특성 및 10%이상에서 나타나는 위험인자는 표 1과 같다. 대상군에서 제외되는 경우는 급성심근경색증(2주 이내), 불안정성 협심증, 저혈압(수축기압이 90mmHg미만인 경우), 심부전(New York Heart Association class IV), 1도 이상의 방실차단증, 천식 혹은 만성폐쇄성폐질환인 경우로 하였다. 대상환자중 theophylline, 협심증제제 혹은 dipyridamole을 복용중인 환자는 검사 시행전 24시간동안 약물복용을 중단하도록 하였고 카페인복용도 검사 전 12시간 이내에는 복용을 중단시켰다. 478명의 대상환자중 212명(남자 121명, 평균연령 56 ± 12 세)이 관상동맥조영술 검사의 적응증이 되어 관상동맥조영술을 시행 받았다.

2. ATP 주입 프로토콜

본 연구에 사용된 ATP는 다이치회사(Daiichi Pharm. Corp., Tokyo)의 제품 (2-ml vial, 10mg/ml)을 사용하였다. 환자들은 공복상태에서 양와위로 검사를 받았으며, ATP용액은 말초정맥 도관내로 약물주입펌프를 통해 주입하였다.

아데노신은 0.14mg/Kg/min의 속도로 정맥주입시 대부분의 환자에서 최대 관상동맥확장효과가 나타난다는 Wilson등의 보고¹⁾와 저자의 연구결과³⁾를 근거로 ATP의 적정주입속도는 0.8mg/Kg/5min(저용량군)과 1.0mg/Kg/5min(고용량군)의 두 가지 용량 중 임의 배정하여 5분간 주입하였다. 주입 3분 뒤, 111MBq의 thallium-201을 반대편 정맥내로 주입하고 10ml의 생리식염수를 연이어 주입하였다. 3개의 심전도 유도선을 이용하여 검사기간동안 계속 감시하였으며, 혈압, 맥박 및 12유도 심전도 검사는 검사시작 전 및 주입후 매 2분 단위로 4회 반복하였으며, 부작용이 관찰되는 경우는 매분단위로 8분간 반복 측정하였다. 심근관류촬영은 ATP주입후 5분 뒤 와 4시간 뒤에 각각 시행하였다. 모든 환자는 검사전, 검사중 및 검사 후에 부작용의 발생여부에 대해 자세히 기록하게 했다. 모든 부작용은 관찰한 의사에 의하여 임상적인 중증도를 경증, 중등도, 중중으로 구분하여 기입하도록 하였다.

3. ATP부하 심근관류촬영

ATP부하 심근관류촬영은 컴퓨터에 연결된 저 에너지 고해상도의 조준기(collimator)를 장착한 회전형 감마 카메라(Multispec-3m, Siemens, IL, USA)로 시행되었다. 영상은 전방 180° 각을 이용하여 우전방 45° 경사부터 좌후방 45° 경사까지 투시하였다. 각 투시영상은 영상 당 30초씩 64×64매트릭스를 이용하여 얻었다. 산란이나 약화현상은 교정하지 않았다. 종축을 가로지르는 tomograms로부터 좌심실의 수직장축, 수평장축 및 수직단축을 얻었다.

4. 심근관류영상의 판독

심근절편의 육안 적인 평가는 심전도 및 관상동맥조영술의 결과를 모르는 2명의 경험 있는 전문의에 의하여 판독이 일치하는 경우로 인정하였고, 판독에

이견이 있는 경우는 제 3의 전문의의 판정에 따랐다. 심근절편은 3가지 심근의 절단면을 따라 연속적으로 전시되어 각각의 관상동맥영역에서의 심근혈류의 상태를 판독할 수 있도록 하였다. 재분포의 유무는 4시간 지연영상에서 육안 적으로 평가되었다. 주요 관상동맥의 영역은 다음과 같이 할당하였다: 좌전하행지에 해당하는 부위는 septal 과 anterior segments, 우관상동맥은 inferior 과 posterior segment, 좌회선관동맥은 lateral segment. 순수한 심첨부 관류결손은 비정상적으로 판독하였으나 특정 관상동맥에 배당하지는 않았다.

5. 관상동맥조영술

국소 마취 하에 좌측 혹은 우측 대퇴동맥에서 Seldinger씨 방법으로 7 French Judkin 혹은 Amplatz 진단도자를 삽입하여 Philips BH 3000이나 H 3000으로 촬영하여 DCI system(Philips Medical Systems, Eindhoven, Netherlands)의 정량적 관상동맥분석 시스템(quantitative coronary analysis system)으로 판독하였다. 관상동맥을 촬영하기 전에 5000 unit의 heparin을 동맥이나 정맥내로 투여하였다. 모든 대상환자에서 좌·우 관상동맥 모두 서로 90도를 이루는 촬영각을 포함한 모든 촬영 각에서 협착이나 병변의 유무를 확인하였으며, 좌심술 조영술을 통해 좌심실 구출율도 측정하였다. 관상동맥조영술은 ATP부하 심근관류촬영 시행 후 5±7일째(2주 이내)에 시행되었다. 모든 관상동맥조영술은 심근관류영상의 결과를 모르는 경험 있는 2인의 순환기내과 의사에 의해 측정 및 판독되었다. 임상적으로 의의 있는 협착은 혈관내 직경이 50%이상 좁아지거나 면적이 75%이상 감소한 경우로 하였다.

6. 통계분석 방법

모든 자료는 평균±표준편차로 표기하였다. 연구결과를 비교하기 위해서 범주형 변수는 Cochran-Mantel-Haenszel Chi-square검사, Chi-square검사 와

Fisher's exact 검사 중에서, 연속형 변수는 Student t검사와 쌍검정 t 검사 중에서 해당되는 것을 시행하였고, 반복 측정된 연속변수는 혼합형태의 반복 측정 단변수 분석(mixed-model repeated measure ANOVA)을 사용하였고, 필요시 자유도 수정은 Greenhouse-Geisser epsilon을 사용하였다. Greenhouse-Geisser epsilon에서는 0.01을 기각치로 사용하였으나, 나머지 검사에서는 0.05를 귀무가설의 기각치로 사용하였다.

Ⅲ. 결 과

1. ATP주입시 용량에 따른 부작용

전체 478명을 고용량군 및 저용량군에 각각 239명씩 무작위로 배정하였으나, 고용량군에 배정된 환자 중 32명이 고용량군의 약물주입을 거부하여 저용량군으로 배정되었다. 332명(69%)에서 한가지 이상의 부작용이 나타났고 146명에서는 부작용이 없었다. 성별에 따른 부작용의 발생빈도는 전체적으로 남자가 242명중 162명, 여자가 236명중 170명에서 나타나 성별에 따른 차이가 없었다($p > 0.05$). 저용량군과 고용량군을 비교해 보아도 각각 남자가 142명중 81명(57%), 100명중 81명(81%)이고, 여자가 129명중 86명(66%), 107명중 84명(79%)으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 부작용으로 기술된 증상들 중 86%가 경증으로 14%가 중등도로 1%미만에서 중증으로 판정되었으며, 중중인 경우도 ATP의 정맥내 투여 중단이나 아미노필린의 투여 없이 증상이 호전되었다. 흉통과 ST절편 하강 (J점으로부터 80ms뒤에서 1mm이상의 수평 혹은 하향하강)이 172명(36%), 97명(20%)에서 각각 나타났고, 이 중 41명에서는 두 증상이 동시에 나타났다. 흉통을 호소한 환자 172명 중 72명이 관상동맥조영술을 시행 받았고, 41명에서 관상동맥질환이 있는 것으로 판정 받았으며, 의의 있는 ST절편 하강이 나타난 환자 97명 중 46명이 관상동맥조영술을 시행 받았고, 그 중 33명에서 관상동맥질환이 있는 것으로 확인되었다. 검사 중 사망, 급성심근경색증의 병발, 심실성부정맥의 발현 혹은 지속적인 흉통을 호소한 경우는 없었다. 5명의 환자에서 ATP주입 중 방실전도차단이 나타났으나, 이 중에서 3명은 증상이 없는 2도방실차단증으로 ATP주입 완료 후 1분 이내에 멈췄고, 나머지는 1도차단증 이었다. 3도 이상의 차단증은 나타나지 않았

다. 두 용량군의 부작용 발생빈도는 부정맥의 발생을 제외한 모든 경우에서 의의 있는 차이가 나타났으며, 부작용의 발생빈도는 심인성부작용의 경우 호흡곤란(46% 대 66%), 흉통(24% 대 51%)의 순서이고 비심인성 부작용의 경우 두경부동통(23% 대 74%), 안면홍조(23% 대 54%)의 순서였다. ATP 부하용량이 저용량군에서 고용량군으로 증가함에 따라 심인성부작용보다는 비심인성부작용의 빈도가 의의 있게 증가하였다(표 2).

2. 혈액학적 반응

ATP의 정맥내 주입은 주입후 6분 때 최대변화가 나타났으며, 저용량군 및 고용량군에서 모두 의의 있는 심박동수의 증가(11 ± 9 회/분 대 15 ± 8 회/분)와 수축기(12 ± 17 mmHg 대 13 ± 14 mmHg) 및 이완기(7 ± 11 mmHg 대 12 ± 10 mmHg) 혈압의 감소를 유발하였으나($p < 0.0005$), 용량에 따른 혈액학적 반응은 이완기압을 제외하고는 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$, 표 3, 그림 1). 대부분의 환자에서 ATP주입 완료 후 3분 이내 수축기압 및 이완기압이 기저치 ± 10 mmHg로 돌아왔다.

3. ATP부하 심근관류촬영 과 관상동맥조영술의 일치도

관상동맥조영술이 시행된 212명의 환자 중, 140명이 의의 있는 관상동맥질환이 있었다. 관상동맥조영술이 시행된 환자들간에서, 용량군에 따른 유의한 협착이 있는 관상동맥혈관의 수나 영역의 차이는 없었다($p > 0.05$). 관류결손이 양성으로 나타난 경우도 용량군에 따른 협착혈관의 수는 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$, 표 4). 관류결손의 정도는 육안 적 판단상 재분포정도에 따라 분류되었다. 관상동맥질환이 나타난 140명중 정상 심근관류영상이 11명, 가역적인 관류결손상이 79명, 비가역적 관류결손상이 23명, 및 비가역적 및 가역적 관류결손상이 27명에서 나타났다. 육안 적으로 관상동맥질환의 유

무만 판단할 때, ATP부하 심근관류촬영의 진단 정확도는 저용량군과 고용량군에서 예민도, 특이도, 양성예측율, 음성예측율, 정확도 및 kappa치가 각각 93%, 79%, 90%, 86%, 89%, 0.88 및 91%, 80%, 90%, 83%, 88%, 0.87로 용량에 따른 차이가 없이 매우 우수하게 나타났지만($p > 0.05$, 표 5), 관상동맥혈관 조영술상 협착이 있는 관상동맥혈관의 영역에 따라 세분하여 판독시, 심근관류촬영상 동일영역에 병변이 있다고 나타나는 일치율은 저용량군의 경우, 1VD인 모든 경우와 2VD에서 좌전하행지 및 우관상동맥협착의 경우 유의하게 나타났으나($p < 0.05$), 고용량군의 경우 우관상동맥 단일혈관협착에서만 유의하게 감별하는 것으로 나타났다(표 6). 관상동맥조영술은 정상이나 ATP-SPECT 판독상 이상이 나타난 15명중 4명에서는 심초음파 검사 등을 통해 확장성심근증이 의심되었다. ATP-SPECT 판독상 one-vessel disease(VD)에 대한 예민도는 저용량군이 87%, 고용량군이 88%이며, 두 개 이상의 관상동맥 병변이 중복되었을 때의 예민도는 저용량군에서 100%였으나 고용량군에서는 2 VD가 83%, 3VD의 예민도는 100%로 나타났다. ATP-SPECT상 양성인 환자 중, 저용량군 및 고용량군에서 3 VD가 24예 와 12예, 2 VD가 21예 와 10예, 1 VD가 41예 와 21예로 나타났다. 관상동맥혈관 조영술상 협착이 있는 관상동맥혈관의 영역에 따라 세분하여 판독시, 유의한 협착이 있는 관상동맥혈관의 숫자에 고려하지 않은 상태에서 심근관류촬영상 동일영역에 병변이 있다고 나타나는 일치율은 용량군에 따른 차이가 없이 양호한 것으로 나타났다(표 7).

IV. 고 찰

관상동맥질환 환자의 25% 내지 30%가 최대운동부하를 감당하지 못한다⁶⁾. 관상동맥질환이 의심되나 운동부하검사를 시행할 수 없는 경우는 dipyridamole에 의한 관상동맥확장을 이용한 thallium-201 심근관류촬영을 이용한다⁷⁾. dipyridamole 부하 심근관류촬영이 일반적으로 안전하지만, 종종 치명적인 부작용을 일으킨다. 또한 dipyridamole의 작용시간이 비교적 길어(정맥내 투여시 15분 내지 30분), 부작용이 발생하면 즉시 아미노필린의 정맥내 주입이 필요하다. 게다가 dipyridamole의 혈관확장효과는 생체내 아데노신의 농도를 증가시켜서 나타나는 간접효과로 약물반응이 환자에 따라 다양하게 나타난다^{8,9)}. 따라서, dipyridamole에 의해 간접적으로 나타나는 효과를 직접적으로 나타나게 하려는 아데노신의 정맥내 주입방법은 당연한 귀결이라 할 수 있다^{10,11)}.

아데노신이 관상동맥 확장제로서 임상적으로 매력적인 점은 반감기가 매우 짧고(2초이내) 작용시간이 빠르다는 것이다³⁾. 여러 문헌에서 아데노신부하 심근관류촬영의 진단정확도가 dipyridamole 부하검사나 운동부하검사의 정확도에 상응한다고 보고하고 있다^{10,12)}. 하지만 아데노신부하 심근관류촬영도 역시 부작용의 빈도가 매우 높다. 부작용이 경중이고 아데노신 투여만 중단하면 1 내지 2분 이내 멈춘다고는 하지만, 가끔 나타나는 고도의 방실차단증은 관심의 대상이 되고 있다²⁾.

아데노신과 같이 ATP도 혈중 반감기가 매우 짧고(20초 이내) 다음과 같은 빠른 대사과정을 통한다: ATP⇒adenosine diphosphate⇒adenosine monophosphate⇒adenosine⇒inosine⇒hypoxanthine⇒xanthine⇒uric acid⇒allantoin¹³⁾. ATP의 대사산물인 아데노신은 퓨린수용체를 자극함으로써 관상동맥의 최대 확장효과를 나타낸다¹⁴⁾. 도플러기법을 이용하여 Wilson 등은 아데노신을 분당

0.14mg/Kg/min속도로 주입시 인체관상동맥 혈류의 속도가 4.4배 증가한다고 보고하였다¹⁾. 이에 저자는 도플러기법을 이용한 관상동맥혈류 예비력측정을 통해, ATP가 아데노신과 상응하는 정도의 관상동맥혈관 확장효과가 있으면서도 작용시간이 짧고, 더 작은 물용량 (equimolar dose)으로도 더 빨리 최대효과가 나타난다고 보고한 바 있으며³⁾, 0.15mg/Kg/min의 속도로 ATP를 정맥내 주입시 아데노신에 상응하는 최대 관상동맥확장효과가 있다는 보고도 있다¹⁵⁾. 게다가 ATP는 발작성 상심실성 빈맥의 치료제로 사용되어 왔으며, 이때는 훨씬 많은 양의 ATP를 안전하게 사용하여 왔다⁵⁾.

1. ATP주입시 안정성

본 연구에서 332명(69%)이 한가지 이상의 부작용을 경험하였지만, 질문에 의해서만 느낄 수 있는 경증이 86%를 차지하였다. 중등도 이상의 부작용이 나타난 경우도 ATP의 정맥내 투여를 중단하거나, 아미노필린의 투여를 필요로 하지 않았다. ATP의 정맥내 주입을 통한 심근관류촬영은 모든 대상환자에서 안전하게 완료되었다. 반면에 Cerqueira등의 아데노신 부작용에 대한 보고에서는 81%의 환자가 부작용을 경험하였고, 20%내외에서 부작용을 견디지 못해 용량감소가 필요하거나 아데노신의 투여중단이 필요했으며, 0.8%에서 아미노필린의 투여가 필요했다. 반면에 7.6%에서 방실전도차단이 나타났으나 본 연구의 경우에는 고용량군에서만 2%로 나타났다²⁾. 이상의 결과에서 볼 때 저자가 시행한 ATP부하 심근관류촬영은 아데노신보다 부작용이 적다고 볼 수 있다. 이러한 결과는 ATP가 정맥내 주입시 말초혈관(주입부위)에서부터 관정맥동(coronary sinus)으로 가는 동안 점진적으로 대사 되기 때문으로 사료된다. ATP 부하용량이 저용량군에서 고용량군으로 증가함에 따라 심인성부작용보다는 비심인성부작용의 빈도가 의의 있게 증가하는 것도, 말초부위에서 대사되어 나온 아데노신의 절대량이 증가하여 이로 인해 동통반응을 유발하기

때문으로 사료된다). ATP의 정맥내 주입은 주입후 6분 때 최대변화가 나타났으며, 통계적으로 유의하였다. 하지만 용량군에 따른 차이는 이완기압에서만 유의하게 나타났다(그림 1). 저용량군 및 고용량군에서 모두 증상을 동반하는 혈역학적 변화는 나타나지 않았고, ATP주입 완료 후 3분 이내 정상치로 돌아왔다.

2. ATP주입중 허혈성 ST분절 하강

흉통과 ST절편 하강 (J점으로부터 80ms뒤에서 1mm이상의 수평 혹은 하향 하강)이 172명(36%), 97명(20%)에서 각각 나타났고, 이 중 41명에서는 두 증상이 동시에 나타났다. 흉통을 호소한 환자 172명 중 72명이 관상동맥조영술을 시행 받았고, 41명(57%)에서 관상동맥질환이 있는 것으로 판정 받았으며, 의의 있는 ST절편 하강이 나타난 환자 97명 중 46명이 관상동맥조영술을 시행 받았고, 그 중 33명(72%)에서 관상동맥질환이 있는 것으로 확인되었다. 하지만 흉통과 ST절편 하강이 동시에 나타난 환자는 14명으로서, Nishimura등이 보고한¹⁶⁾ 관상동맥촬영술이나 심근관류촬영상 병변이 나타날 위험인자로서 통계학적으로 유의한 의미는 없었다($p > 0.05$).

3. ATP부하 심근관류촬영의 관상동맥병변에 대한 진단의 정확도:

임상적 유용성

관상동맥조영술이 시행된 212명의 환자 중, 140명이 의의 있는 관상동맥질환이 있었다. 관상동맥조영술이 시행된 환자들에서, 유의한 협착이 있는 관상동맥 혈관의 수나 영역이 저용량군과 고용량군 환자들 간에 차이가 없었다($p > 0.05$). ATP-SPECT상 양성인 환자 중, 저용량군 및 고용량군에서 3 VD가 24예 와 12예, 2 VD가 21예 와 10예, 1 VD가 41예 와 21예로 나타났다. ATP-SPECT 판독상 1VD에 대한 진단 예민도는 저용량군이 87%, 고용량군이 88%이며, 두 개

이상의 관상동맥병변이 중복되었을 때의 예민도는, 저용량군에서는 100%였으나 고용량군에서는 2 VD가 83%, 3VD의 예민도는 100%로 나타나, ATP-SPECT이 유용한 진단법이나 고용량군으로 ATP부하용량을 증가시키는 것은 도움이 되지 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$, 표 4). 관류결손의 정도는 육안적 판단상 재분포정도에 따라 분류되었다. 의의 있는 관상동맥질환이 나타난 140명중, 심근관류영상 정상이 11명, 가역적인 관류결손상이 79명, 비가역적 관류결손상이 23명, 및 비가역적 및 가역적 관류결손상이 27명에서 나타났다. 육안적으로 관상동맥질환의 유무만 판단할 때, ATP부하 심근관류촬영의 진단 정확도는 저용량군과 고용량군에서 예민도, 특이도, 양성예측율, 음성예측율, 정확도 및 kappa치가 각각 93%, 79%, 90%, 86%, 89%, 0.88 및 91%, 80%, 90%, 83%, 88%, 0.87로 용량에 따른 차이가 없고, 문헌상에 나타난 아데노신부하 심근관류촬영의 예민도 및 특이도인 83-92%와 75-94%^{10,17,18)}에 상응하는 매우 우수한 검사로 나타났다지만($p > 0.05$, 표 5), 관상동맥혈관의 영역에 따라 세분하여 판독시, 관상동맥혈관 조영술상 협착영역 과 심근관류촬영상 관류결손부위의 일치율이 저용량군의 경우, one-vessel disease(1VD)인 모든 경우에서 유의하게 일치하였으나($p < 0.05$), 고용량군의 경우 우관상동맥의 단일혈관 협착에서만 유의하게 감별하는 것으로 나타나(표 6), ATP부하용량을 고용량군으로 증가하는 것이 심근관류촬영에 의한 관상동맥질환의 진단 정확율을 높이는데 도움이 되지 않는 것으로 나타났다. 관상동맥조영술은 정상이나 ATP-SPECT 판독상 이상이 나타난 15명중 4명에서는 심초음파 검사 등을 통해 확장성심근증이 의심되었다. 관상동맥혈관 조영술상 협착이 있는 관상동맥혈관의 영역에 따라 세분하여 판독시, 유의한 협착이 있는 관상동맥혈관의 숫자에 상관없이 심근관류촬영상 동일영역에 병변이 있다고 나타나는 일치율은 용량군에 따른 차이가 없이 양호한 것으로 나타났다(표 7).

4. 연구의 제한점

본 연구의 제한점으로 다음과 같은 것들을 생각할 수 있다.

1) 대상환자에 대한 선택편견이 있었을 가능성을 배제할 수 없다는 것이다. 우선 초기 심근관류촬영을 한 환자에서 일부(212명, 44%)만 관상동맥혈관촬영을 시행하여 상대적으로 유병율이 높은 환자를 대상으로 했을 가능성이 있어, 예민도 및 특이도를 증가시켰을 수도 있었을 것으로 사료되지만, 본 연구에서는 이러한 가능성을 감소시키기 위하여 급성심근경색증이나 불안정성 협심증 환자는 연구대상에서 배제하도록 하였으며, 결과적으로 심근경색증의 과거력이 있는 경우도 15%정도에 거쳤다. 또한 검사결과에서도 보여 주듯이 관상동맥질환이 있는 환자의 44%가 단일혈관질환으로 나타나, 후자의 영향은 특이도 등을 감소시키는 방향으로 작용했을 것으로 사료된다.

2) 우리는 ATP-SPECT시행도중 thallium-201의 재투여를 통한 지연영상을 촬영하지 않았다; 그 결과 심근관류촬영상 결손부위를 과소평가 했을 수도 있다고 생각된다.

3) 우리는 연구초기에 ATP-SPECT에 대한 정상군의 자료를 충분히 가지고 있지 않아서 정량분석을 시도하지 못하여 washout-rate를 계산할 수 없었다.

4) 우리는 말초혈관 및 관상동맥내 ATP농도 및 혈류속도의 변화를 측정하지 못하여 인과관계 및 기전을 완벽하게 설명할 수는 없었다.

Table 1. Demographic Characteristics of the 478 Patients

	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)	High Dose Group (1mg/Kg/5min)	p-value
Age(yr)			
Mean \pm SD	56.7 \pm 11.8	54.9 \pm 11.8	> 0.05
Range	20 - 86	29 - 80	
Gender			
	Patients(no.; %)		
Male	142(52%)	100(48%)	> 0.05
Female	129(48%)	107(52%)	> 0.05
Risk Factors			
Previous MI(by ECG)	43(16%)	29(14%)	> 0.05
Systemic hypertension	122(45%)	91(44%)	> 0.05
Diabetes mellitus	49(18%)	39(19%)	> 0.05
Smoking	117(43%)	85(41%)	> 0.05

ECG = electrocardiography; MI = myocardial infarction; SD = standard deviation

Table 2. Adverse Effects of Adenosine Triphosphate Infusion in 478 Patients

	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)	High Dose Group (1mg/Kg/5min)	p-value
	Patients(no.; %)		
Any adverse effect	167; 62%	165; 80%	<0.0005
Cardiac effects			
Chest pain	66; 24%	106; 51%	<0.0005
Dyspnea/SOB	126; 46%	137; 66%	<0.0005
ST segment depression	24; 9%	73; 35%	<0.0005
AV block	0; 0%	5; 2%	0.03
Arrhythmia	6; 2%	9; 4%	0.19
Noncardiac effects			
Head and neck pain	61; 23%	154; 74%	<0.0005
Flushing	62; 23%	111; 54%	<0.0005
GI discomfort	12; 4%	60; 29%	<0.0005
Lightheadedness	15; 6%	77; 37%	<0.0005
UE discomfort	4; 1%	50; 24%	<0.0005
No adverse effects	104; 38%	42; 20%	

UE = upper extremities; GI = gastrointestinal; AV = atrioventricular; SOB = shortness of breath

Table 3. Hemodynamic Effects of Adenosine Triphosphate in 478 Patients

	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)		High Dose Group (1mg/Kg/5min)		p-value
	baseline	peak	baseline	peak	
Heart rate(beats/min)	70.6±15.2	81.8±15.5	67.1±12.4	83.3±16.2	> 0.05
Systolic BP(mmHg)	120.3±23.3	107.7±17.4	114.9±17.3	107.7±17.4	> 0.05
Diastolic BP(mmHg)	71.6±11.5	64.2±10.8	70.9±13.1	58.5± 9.7	> 0.05

all values are expressed as mean value±SD. BP = blood pressure

p-value; low dose group vs high dose group

Table 4. Summary of Coronary Artery Disease(\geq 50% Diameter Stenosis) in 212 Patients With Coronary Angiography.

Number of Narrowed Coronary Arteries	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)	High Dose Group (1mg/Kg/5min)	p-value
	Patients(no.; %)	Patients(no.; %)	
0	48; 34%	24; 33%	> 0.05
1	47; 34%	24; 33%	> 0.05
2	21; 15%	12; 17%	> 0.05
3	24; 17%	12; 17%	> 0.05
<i>ATP-SPECT Positive Cases</i>			
	Patients(no.; %)	Patients(no.; %)	
0	10; 10%	4; 9%	> 0.05
1	41; 43%	21; 45%	> 0.05
2	21; 22%	10; 21%	> 0.05
3	24; 25%	12; 26%	> 0.05
Name of Narrowed Coronary Artery	Patients(no.; %)	Patients(no.; %)	
LAD	70 of 140; 50%	39 of 72; 54%	> 0.05
LCX	43 of 140; 31%	25 of 72; 35%	> 0.05
RCA	44 of 140; 31%	20 of 72; 28%	> 0.05

RCA=right coronary artery; LCX=left circumflex artery; LAD=left anterior descending artery
 ATP-SPECT = Thallium-201 single-photon emission computed tomography with ATP infusion

**Table 5. Interpretation of Thallium-201 Myocardial SPECT with ATP
Infusion in Patients With Coronary Angiography**

	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)	High Dose Group (1mg/Kg/5min)
Sensitivity	93%	91%
Specificity	79%	80%
Positive predictive value	90%	90%
Negative predictive value	86%	83%
Predictive accuracy	89%	88%
Kappa value	0.88	0.87

Table 6. Interpretation of Thallium-201 Myocardial SPECT with ATP Infusion in Patients With Coronary Angiography : Comparing Vascular Territories of Involved Lesion

Number of Narrowed Coronary Arteries	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)	High Dose Group (1mg/Kg/5min)
LAD Lesion by Coronary Angiogram		
	LAD defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)	LAD defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)
1	25 of 31* (81%)	12 of 16 (75%)
2	11 of 15* (73%)	7 of 11 (64%)
3	13 of 24 (54%)	8 of 12 (67%)
LCX Lesion by Coronary Angiogram		
	LCX defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)	LCX defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)
1	3 of 7* (43%)	1 of 5 (20%)
2	3 of 12 (25%)	6 of 8 (75%)
3	8 of 24 (33%)	1 of 12 (8%)
RCA Lesion by Coronary Angiogram		
	RCA defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)	RCA defect in ATP-SPECT Patients' no. (sensitivity)
1	6 of 7* (86%)	3 of 3* (100%)
2	10 of 14* (71%)	2 of 5 (40%)
3	15 of 23 (65%)	9 of 12 (75%)

RCA=right coronary artery; LCX=left circumflex artery; LAD=left anterior descending artery
ATP-SPECT = Thallium-201 Myocardial SPECT with ATP infusion;

* p-value < 0.05 by Fisher's exact test

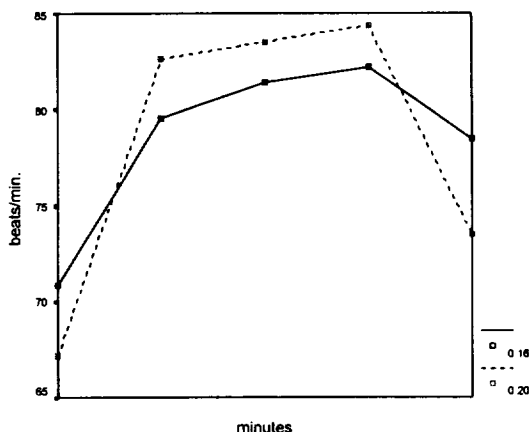
Table 7. The Comparison of Diagnostic Agreement of ATP-SPECT About Involved Vascular Territories With That of Coronary Angiography

	Low Dose Group (0.8mg/Kg/5min)			High Dose Group (1mg/Kg/5min)		
	LAD	LCX	RCA	LAD	LCX	RCA
Vascular Territory						
Sensitivity(%)	70	33	70	69	32	70
Specificity(%)	90	96	77	85	96	85
Positive Predictive(%)	88	78	58	84	80	64
Negative Predictive(%)	75	76	85	70	73	88
Predictive Accuracy(%)	80	76	75	76	74	81
kappa value	0.78	0.75	0.72	0.74	0.72	0.79

RCA=right coronary artery; LCX=left circumflex artery; LAD=left anterior descending artery;

ATP-SPECT = Thallium-201 Myocardial SPECT with ATP infusion

Figure 1. Hemodynamic Effects of Adenosine Triphosphate in 478 Patients



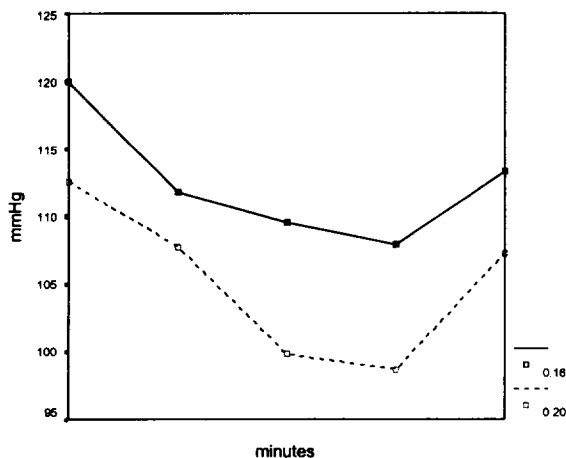
A) Simple-line chart about the change of heart rate with infusion of Adenosine Triphosphate.

0.16 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

0.20 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

No difference between groups ($p > 0.05$)

Significant difference during ATP infusion-time ($p < 0.05$)



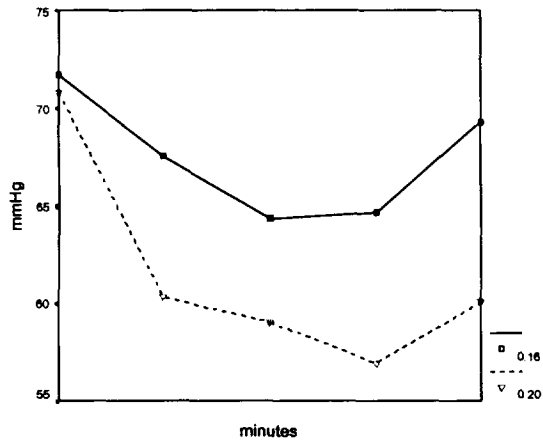
B) Simple-line chart about the change of systolic pressure with infusion of ATP.

0.16 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

0.20 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

No difference between groups ($p > 0.05$)

Significant difference during ATP infusion-time ($p < 0.05$)



C) Simple-line chart about the change of diastolic pressure with infusion of ATP.

0.16 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

0.20 line means the patients with infusion of ATP at the rate of 0.16mg/Kg/min. for 5 minutes.

Significant difference during ATP infusion-time ($p < 0.05$)

Significant difference between groups($p < 0.05$)

V. 결 론

본 연구에서 ATP-SPECT는 실행 가능하고, 진단적 가치가 아데노신 부하 심근관류촬영에 상응하는 유용한 검사방법으로 판단되며, 심근관류촬영을 위한 ATP부하용량은 0.8mg/Kg/5min가 적절하다고 판단되었다. 또한 부작용의 발현율 및 안전성에 있어서는 아데노신보다 우수하다고 사료된다.

참고문헌

1. Wilson RF, Wyche K, Christensen BV, Zimmer S, Laxon DD. Effect of adenosine on human coronary arterial circulation. *Circulation* 1990; 82: 1595-606.
2. Cerqueira MD, Verani MS, Schwaiger M, et. al. Safety profile of adenosine stress perfusion imaging: results from the adenoscan multicenter trial registry. *J Am Coll Cardiol* 1994; 31: 935-41
3. 김 원, 탁승제, 김한수, 등. 관상동맥혈류의 예비력 측정에서 ATP (Adenosine Triphosphate)와 아데노신의 비교. *대한 순환기 학회지* 1998; 28(6): 863-70.
4. Miyagawa M, Kumano S, Sekiya M, et. al. Thallium-201 myocardial tomography with intravenous infusion of adenosine Triphosphate in diagnosis of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 1196-201.
5. Bellhassen B, Pelleg A, Shoshani D, Geva B, Laniado S. Electro-physiologic effects of adenosine-5'-triphosphate on atrioventricular reentrant tachycardia. *Circulation* 1983; 68: 827-33.
6. Gold KL, Westcott RJ, Albro PC, Hamilton GW. Noninvasive assessment of coronary Stenosis by myocardial imaging during pharmacologic vasodilation: Clinical methodology and feasibility. *Am J Cardiol* 1978; 41: 279-87.
7. Leppo J, Boucher CA, Okada RD, Newell JB, Strauss HW, Pohost GM. Serial thallium-201 myocardial imaging after dipyridamole infusion: diagnostic utility in detecting coronary Stenosis and relationship to regional wall motion. *Circulation* 1982; 66: 649-57.

8. Berne RM. The role of adenosine in the regulation of coronary blood flow. *Circ Res* 1980; 47: 807-13.
9. Homma S, Callahan JR, Ameer B. Usefulness of oral dipyridamole suspension for stress thallium imaging without exercise in the detection of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1986; 57: 503-8.
10. Verani MS, Mahamarian JJ, Hixson JB, Boyce TM, Staudacher RA. Diagnosis of coronary artery disease by controlled coronary vasodilation with adenosine and thallium-201 scintigraphy in patients unable to exercise. *Circulation* 1990; 82: 80-87.
11. Nguyen T, Heo J, Obilby JD, Iskandrian AS. Single photon emission computed tomography with thallium-201 during adenosine-induced coronary hyperemia: correlation with coronary arteriography, exercise thallium imaging and two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 1375-83.
12. Gupta NC, Esterbrooks DJ, Hilleman DE, Mohiuddin SM. Comparison of adenosine and exercise thallium-201 single photon emission computed tomography(SPECT) myocardial perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 248-57.
13. Belhassen B, Pelleg A. Electrophysiologic effects of adenosine triphosphate and adenosine on the mammalian heart: clinical and experimental aspects. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 414-24.
14. Verani MS, Mahmarian JJ. Myocardial perfusion scintigraphy during maximal coronary artery vasodilation with adenosine. *Am J Cardiol* 1991; 67: 12D-7D.
15. Yonezawa Y, Yoshikawa J, Shakudo M, et al. Adenosine triphosphate loading thallium-201 myocardial scintigraphy: optimal dose and diagnostic accuracy(in Japanese). *J Cardiol* 1995; 25: 9-13.

16. Nishimura S, Kimball KT, Mahmarian JJ, Verani MS. Angiographic and hemodynamic determinants of myocardial ischemia during adenosine thallium-201 scintigraphy in coronary artery disease. *Circulation* 1993; 87: 1211-9.
17. Coyne EP, Belvedere DA, Vande Streek PR, Weiland FL, Evans RB, Spaccavento LJ. Thallium-201 scintigraphy after intravenous infusion of adenosine compared with exercise thallium testing in the diagnosis of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 1289-94.
18. Iskandrian AS, H대 J, Nguyen T, et al. Assessment of coronary artery disease using single-photon emission computed tomography with thallium-201 during adenosine-induced coronary hyperemia. *Am J Cardiol* 1991; 67: 1190-4.

=Abstract=

**Clinical Utility of Thallium-201 SPECT
According to the Dosage of
Intravenous Adenosine Triphosphate**

Won Kim

Department of Medicine

The Graduate School, Ajou University

*(Directed by Professor **Byung-il Choi**)*

Objectives. The purpose of this study was to evaluate the feasibility, safety and diagnostic accuracy of thallium-201 myocardial tomography according to the dosage of intravenous Adenosine Triphosphate(ATP) in patients with suspected coronary artery disease.

Background. Both ATP and adenosine are potent coronary vasodilators with a very short half-life. Several studies have confirmed that the diagnostic accuracy of adenosine thallium-201 scintigraphy is comparable to that with exercise. However, a high incidence of side effects with adenosine, including atrioventricular block, has also been reported. Because the appropriate infusion rate for ATP has not yet been determined, we evaluate the clinical utility of thallium -201 SPECT according to the dosage of intravenous ATP.

Methods. The study group included 478 consecutive patients(male=240, 56 ±12yr.) who underwent thallium-201 myocardial tomography according to the ATP-infusion dosage(low-dose group: 0.8mg/Kg/5min., 271patients vs high-dose group: 1.0mg/Kg/5min., 207patients). The occurrence of adverse effects was carefully monitored. of the 212 patients with coronary angiography, 140 had significant coronary artery disease. Tomographic images were assessed visually and they were compared with the results of coronary angiography.

Results. Although 332 patients(69%) had some adverse effects, they were transient and mild cases in 86%. but there were significantly frequent adverse effects in high-dose group. In all patient, the ATP infusion protocol could be completed, and no patient required aminophylline; AV block occurred in only 2% of the high-dose group. the sensitivity, specificity and accuracy were 93%, 79%, 89% in low-dose group and 91%, 80%, 88% in high-dose group, respectively by visual analysis.

Conclusions. Thallium tomography with ATP is feasible and has a diagnostic value similar to that with adenosine for detecting coronary artery disease. In addition, it may have fewer side effects than adenosine myocardial tomography. the intravenous infusion of ATP at the rate of 0.8mg/Kg/5min. is adequate for thallium-201 tomography.

핵심어 : Adenosine Triphosphate, Thallium-201 SPECT, 관상동맥질환