

의학 석사학위 논문

일차적 관상동맥 중재시술을 시행받은
급성 심근경색 환자에서 심혈관 조영술 상
경색관련 관상동맥의 *TIMI Myocardial
Perfusion Grade*와 심근 생존능 및 6개월
추적관찰 시 좌심실 기능개선과의 연관성

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

우 성 일

일차적 관상동맥 중재시술을 시행받은
급성 심근경색 환자에서 심혈관 조영술 상
경색관련 관상동맥의 *TIMI Myocardial
Perfusion Grade*와 심근 생존능 및 6개월
추적관찰 시 좌심실 기능개선과의 연관성

지도교수 탁 승 제

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2007년 8월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

우 성 일

우성일의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 탁 승 제 인

심사위원 신 준 한 인

심사위원 윤 명 호 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2007년 06월 22일

일차적 관상동맥 중재시술을 시행받은 급성 심근경색 환자에서 심혈관 조영술 상 경색관련 관상동맥의 *TIMI Myocardial Perfusion Grade*와 심근 생존능 및 6개월 추적관찰 시 좌심실 기능개선과의 연관성

배경 및 목적: 급성 심근경색 환자에서 미세혈관의 손상정도 및 심근의 생존능은 환자의 예후에 매우 중요한 인자라고 알려져 있다. 본 연구에서는 급성 심근경색 환자에서 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 간단히 평가할 수 있는 관상동맥 조영술 상의 TMPG가 미세혈관 손상을 나타내는 관상동맥의 혈역학적 지수들, FDG-PET 영상으로 평가한 심근의 생존능, 심초음파 상 좌심실의 구혈율 및 좌심실의 벽운동장애 지수 등과 연관성이 있는지와 단기 추적검사 시 TMPG가 좌심실의 기능 호전을 예측하는데 유용한 지 알아보고자 하였다.

방법: 흉통 발생 후 24시간 이내에 일차적 관상동맥 중재시술을 받은 44명의 환자를 대상으로 했으며, 성공적인 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 TMPG를 평가하여 세군으로 분류했다(Group 1=TMPG 0/1, Group 2=TMPG 2, Group 3=TMPG 3). 심근경색과 연관된 관상동맥 내로 0.014 inch 도플러 유도철선을 위치시킨 후 관상동맥 혈류예비력 및 DDT를 측정하였고, 0.014 inch 압력철선을 병변의 원위부에 위치시킨 후 관상동맥 췌기압 및 Pcw/Pa를 측정하였다. 관상동맥 중재시술 1주일 후에 FDG-PET 영상을 촬영했으며, FDG 흡수율이 50% 이상인 경우에 심근의 생존능이 있는 것으로 정의하였다. 심초음파는 입원 시와 약 6개월 뒤 추적검사를 시행하였다.

결과: 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 평가한 TMPG와 심근

경색과 연관된 관상동맥에서 측정된 관상동맥 혈류예비력은 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.367$, $p=0.017$), group 3에서 관상동맥 혈류예비력이 group 1 보다 유의하게 높은 것으로 나타났다(1.58 ± 0.54 vs 2.18 ± 0.54 , $p=0.035$). 또한 TMPG와 DDT도 유의한 상관관계가 있음을 보여주었으며($r=0.587$, $p<0.001$), group 2와 group 3에서 각각 DDT가 group 1에 비해 유의하게 높게 나타났다(463 ± 237 msec vs 843 ± 212 msec, $p=0.001$; 463 ± 237 msec vs 840 ± 314 msec, $p=0.001$). TMPG는 압력철선을 이용하여 평가한 관상동맥 췌기압($r=-0.513$, $p<0.001$) 및 Pcw/Pa($r=-0.614$, $p<0.001$)와 유의한 상관성이 관찰되었다. 성공적인 중재시술 후 심도자실에서 평가한 TMPG는 심근경색 1주일 후에 촬영한 PET-PET 영상의 FDG 흡수율과 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.587$, $p<0.001$), group 2와 group 3에서 FDG 흡수율이 group 1 보다 유의하게 높게 나타났다($42.0\pm 12.3\%$ vs $53.9\pm 11.2\%$, $p=0.043$; $42.0\pm 12.3\%$ vs $59.3\pm 13.3\%$, $p=0.001$). TMPG와 입원 시의 좌심실 구혈율과는 연관성은 관찰되지 않았으나($r=0.305$, $p=0.062$), TMPG와 추적 심초음파 검사에서 심구혈율은 유의한 연관성이 관찰되었다($r=0.493$, $p=0.003$). TMPG와 심초음파 상 심근의 벽운동 장애 지수는 입원 시 및 추적관찰 검사에서 모두 유의한 연관성이 관찰되었다($r=-0.371$, $p=0.02$; $r=-0.506$, $p=0.002$). 입원 시와 추적 심초음파 검사에서 심구혈율은 group 3에서만 통계적으로 유의하게 호전된 것으로 나타났으나($53.4\pm 9.9\%$ vs $60.0\pm 7.0\%$, $p=0.004$), 심근의 벽운동 장애 지수는 group 2와 group 3에서 모두 유의하게 호전된 것으로 나타났다(1.44 ± 0.26 vs 1.24 ± 0.18 , $p=0.022$; 1.35 ± 0.26 vs 1.15 ± 0.18 , $p=0.018$).

결론: 급성 심근경색 환자에서 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 평가한 TMPG는 초기의 심근의 손상정도 뿐 아니라 심근의 생존능 및 좌심실 기능의 호전, 환자의 예후를 평가할 수 있는 간단하

면서 유용한 방법으로 생각된다.

중심 단어: 급성 심근경색, TMPG, 미세혈관 기능, 심근 생존능, FDG-PET
좌실실 기능.

차 례

국문 요약	i
차례	iv
그림 차례	v
표 차례	vi
약어	vii
I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	2
A. 연구대상	2
B. 중재기술	3
C. TMPG	4
D. 도플러 유도철선 및 압력철선을 이용한 심근의 미세혈관 기능 평가	4
E. PET	5
F. 심초음파를 이용한 좌심실의 기능평가	6
G. 통계분석	6
III. 결과	6
A. 임상적 특성	6
B. 관상동맥 조영술 결과	10
C. TMPG와 microvascular integrity	10
D. TMPG와 FDG 흡수율	14
E. TMPG와 심초음파 결과	16
IV. 고찰	19
V. 결론	24
참고문헌	25
ABSTRACT	30

그림 차례

Fig. 1. The relationship between TMPG and CFR, DDT	12
Fig. 2. The relationship between TMPG and Pcw, Pcw/Pa	13
Fig. 3. Comparison of %FDG uptake between three groups	15
Fig. 4. Comparison of LV function between at admission and at follow-up	18

표 차례

Table 1. Clinical characteristics and angiographic findings	8
Table 2. Clinical characteristics and angiographic results between three groups	9
Table 3. Comparison of coronary hemodynamic results and myocardial viability after primary PCI	11
Table 4. Comparison of echocardiographic results between three groups	16

약어

AMI = acute myocardial infarction

CFR = coronary flow reserve

CK = creatinine kinase

CK-MB = CK-myocardial band

DDT = diastolic deceleration time

EF = ejection fraction

FDG = ¹⁸F-fluorodeoxyglucose

LAD = left anterior descending artery

LCX = left circumflex artery

PCI = percutaneous coronary intervention

Pcw = coronary wedge pressure

Pcw/Pa = coronary wedge pressure/mean aortic pressure

PET = positron emission tomography

RCA = right coronary artery

RWMA = regional wall motion abnormalities

TIMI = thrombolysis in myocardial infarction

TMPG = TIMI perfusion grade

I. 서론

급성 심근경색 환자에서 재관류 요법의 목표는 혈류가 차단된 관상동맥에 조기에 혈류의 흐름을 회복시켜 심근의 손상을 최소화 하는데 있다 (Braunwald, 1989; Linder 등, 1992). 그러나, 표재성 관상동맥의 혈류가 TIMI(Thrombolysis in myocardial infarction) grade 3으로 회복되었더라도, 심근경색과 연관된 관상동맥의 미세혈관 손상정도 및 심근의 손상정도를 나타내는 TMPG(TIMI myocardial perfusion grade)가 비정상인 경우, 정상인 경우에 비해 30일 사망률이 약 7배 정도 높은 것으로 보고되었다(Gibson 등, 2000; Stone 등, 2002). 표재성 관상동맥에서 TIMI grade 3의 혈류회복이 심근의 미세혈관 수준에서의 혈류회복을 항상 나타내는 것은 아니라고 알려져 있으며, 심근경색 환자에서 치료의 주요한 목표는 조직수준에서 미세혈류의 적절한 회복이라고 할 수 있다(Ito 등, 1996; Ito 등, 1998; Herniques 등, 2002). 따라서 급성 심근경색 환자에서 일차적 관상동맥 중재시술 후 미세 혈류의 기능평가가 매우 중요하다고 생각된다. 급성 심근경색 환자에서 미세혈관의 기능과 심근의 생존능은 좌심실의 기능적인 회복 및 사망률 등과 같은 임상경과의 아주 유용한 예측인자로 알려져 있다(Hori 등, 1986; Ragosta 등, 1994; Mazur 등, 1998; Tieger 등, 1999; Lepper 등, 2000; Yoon 등, 2006). 최근에 심도자실에서 미세혈관의 기능을 평가할 수 있는 방법으로 관상동맥 내에 도플러 유도철선(Doppler guide wire)을 이용하여 측정한 관상동맥 혈류예비력(coronary flow reserve, CFR), 관상동맥 미세혈관 저항지수(microvascular resistance index, MVRI) 및 관상동맥 혈류의 위상적 혈류형태(physiologic coronary flow velocity pattern) 등은 미세혈관의 저항 정도 및 심근의 손상정도를 반영하고 심근의 벽운동 장애의 회복여부 및 예후와 관련이 있다고 알려

져 있다(Yoon 등, 2002; Choi 등, 2004; Yoon 등, 2006). 또한 관상동맥 내 압력철선(pressure wire)을 이용하여 평가한 관상동맥 췌기압(coronary wedge pressure, Pcw) 및 관류압을 고려한 지수인 Pcw/Pa(mean aortic pressure)가 경색 관련 심근의 손상정도 및 미세혈관의 기능부전(microvascular dysfunction)과 관련이 있고 심근의 벽운동 장애의 회복을 예측할 수 있다고 보고하였다(Yamamura 등, 2001; Shimada 등, 2003; Balachandran 등, 2004). 심근의 생존능을 평가할 수 있는 대표적인 방법으로 양전자 방출 단층촬영(FDG-PET)이 알려져 있으며, 이를 이용한 심근의 생존능 평가가 좌심실 기능의 개선 여부 및 예후와 연관이 있다고 알려져 있다(Tamaki 등, 1993; Sawada 등, 1994). 그러나, 현재까지 TMPG와 미세혈관 기능의 손상정도 및 심근의 생존능과의 연관성에 대해서는 자세히 알려진 바가 없다. 따라서 본 연구의 목적은 급성 심근경색 환자에서 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 측정된 TMPG와 미세혈관의 통합능(microvascular integrity), FDG-PET으로 평가한 심근의 생존능과의 연관성을 살펴보고 TMPG가 심근의 생존능을 반영하는지 알아보고자 하였다. 또한 심도자실에서 평가한 TMPG에 따라 추적관찰 기간 동안 심초음파 상 좌심실 기능의 변화 및 개선 여부도 살펴보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

A. 연구대상

ST 분절이 상승된 급성 심근경색 환자로 흉통이 발생한 후 24시간 내에 일차적 관상동맥 중재시술(primary percutaneous coronary

intervention, primary PCI)을 시행 받은 44명을 대상으로 하였다. 전형적인 흉통이 30분 이상 지속되고, 심전도에서 ST 분절의 상승이 전흉부 유도에서 2 mm 이상, 사지 유도에서 1 mm 이상의 상승이 2개 이상의 연속된 유도에서 나타나며, 최대 심근 효소 수치(CK, CK-MB)가 정상 상한치의 3배 이상 증가한 경우를 급성 심근경색으로 정의하였다. 내원 당시 심인성 쇼크, 과거에 심근경색이 있었던 경우, 이전에 관상동맥 중재시술을 받았거나 관상동맥 치환수술을 받은 경우, 좌주간부에 병변이 있는 경우, 심방세동이나 2도 이상의 방실 차단이 있어 아데노신(adenosine)을 사용하여 관상동맥의 혈류 속도나 혈류의 형태 측정이 힘든 경우는 제외하였다.

B. 중재시술

모든 환자에서 응급실 내원 시 부하용량으로 aspirin 300 mg과 clopidogrel 600 mg을 경구로 투여하였다. 또한 헤파린 5,000 단위를 일시에 정주한 후, 1,000 단위/kg/hr로 정맥으로 투여하였다. 중재시술 중에는 activated clotting time을 300 초 이상으로 유지하도록 하였다. Seldinger 씨 방법으로 대퇴동맥에 동맥유도초(arterial sheath)를 삽입하고 7 또는 8 French의 유도도자(guiding catheter)를 관상동맥 입구에 위치시킨 후 풍선을 이용하여 미리 관상동맥의 병변 부위를 확장한 다음 스텐트를 이용한 관상동맥 중재시술을 시행하였다. 관상동맥 중재시술 후 모든 환자에게 aspirin 100 mg과 clopidogrel 75 mg을 경구로 매일 투여하였다.

C. TMPG

스텐트를 이용한 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 심근경색을 유발한 관상동맥의 혈류의 흐름에 따라 TMPG를 0 부터 3 까지 네 등급으로 나누었으며, 시술 후 두 명 이상의 경험이 많은 심장전문의가 평가하였다. TMPG 0은 심혈관 조영술에서 조영제가 심근으로 침투하지 않는 경우, TMPG 1은 조영제가 다음 조영제를 주사할 때까지 심근에 남아 있는 경우, TMPG 2는 조영제를 주사 후 심근으로 조영제가 침투한 후 다음 조영제를 주사 시에는 조영제가 남아있지 않은 경우, TMPG 3은 정상적으로 조영제가 심근에 침투한 후 소실되는 경우로 정의하였다. 환자는 TMPG에 따라 세군으로 나누었다(Group 1=TMPG 0/1, Group 2=TMPG 2, Group 3=TMPG3).

D. 도플러 유도철선 및 압력철선을 이용한 심근의 미세혈관 기능 평가

스텐트를 이용한 일차적 관상동맥 중재시술 후 관상동맥 내로 100~300 μg 의 nitroglycerin을 투여하고, 0.014 inch 굵기의 도플러 유도철선 (Doppler wire, Cardiometrics, Mountain View, CA, USA)의 끝을 스텐트 시술 원위부 2 cm 내의 정상으로 보이는 곳에 위치시킨 후, 기저시 (baseline, b)의 관상동맥의 혈류속도(average peak velocity, bAPV)를 측정하였으며, 관상동맥 내로 아데노신(adenosine)을 우관상동맥에는 24 μg , 좌관상동맥에는 48 μg 을 일시에 주입하여 최대 충혈(hyperemia, h) 시의 관상동맥 혈류속도(hAPV)를 측정하였다. 관상동맥 혈류예비력은 hAPV를 bAPV로 나눈 값으로 평가하였으며, 이완기 시의 관상동맥 혈류속도의 감속시간(diastolic deceleration time, DDT)은 이완기 시의 관상동맥 혈류

속도(average peak velocity)의 주요 경계선을 따라서 APV가 0 cm/sec에 이를 때 까지 소요되는 시간으로 정의하였으며 3회의 심장 주기에서 평가한 각각의 DDT 값의 평균을 구하였다.

관상동맥 췌기압은 일차적 관상동맥 중재시술 후 0.014 inch의 압력철선(Radi Medical System, Uppsala, Sweden)을 병변의 원위부에 위치시킨 후 풍선도자를 이용하여 병변 부위에서 풍선에 공기를 주입하여 확장한 상태에서 병변 원위부의 평균압력을 측정하여 평가하였고, 관류압을 고려한 지수로 관상동맥 췌기압을 평균 대동맥압으로 나눈 값인 Pcw/Pa를 측정하였다.

E. PET

급성 심근경색 발생 1주일 후 FDG-PET(Discovery ST scanner, General Electric Medical System, Milwaukee, WI, USA) 영상을 촬영했으며, 모든 환자에서 적어도 4시간 이상 금식을 한 다음, ^{18}F FDG의 주사 40분 전에 50 g의 포도당을 경구로 투여하고 4단위의 인슐린을 피하로 주사하여 ^{18}F FDG의 흡수를 촉진시켰다. ^{18}F FDG 주사 30분 전에 혈당, 유리 지방산, 인슐린을 측정하였으며, 혈당이 130 mg/dl 미만인 경우에 ^{18}F FDG를 주사하였다. 370 MBq의 ^{18}F FDG를 정맥으로 주사한 후 45분부터 PET 영상을 얻었으며, 20개의 분절로 나누어서 분석하였다(Hachamovitch 등, 1998). 정상 심근에서의 ^{18}F FDG의 흡수율과 심근 경색과 관련된 부위의 ^{18}F FDG의 흡수율을 비교하여 상대적 비율(%FDG uptake)을 표시하였으며(Sutter 등, 2000), 경색 관련 심근의 %FDG 흡수율이 50% 이상인 경우에 심근의 생존능이 있는 것으로 평가하였다(Segall 등, 2002).

F. 심초음파를 이용한 좌심실의 기능 평가

미국 심장학회의 지침에 따라 입원 시와 추적 심초음파 검사에서 각각 좌심실의 심구혈율(ejection fraction, EF)을 측정하였으며, 좌심실의 국소 벽운동 장애 지수(global wall motion abnormality index)도 입원 시와 추적 심초음파 검사에서 각각 계산하여 값을 구하였다(Schiller 등, 1989).

G. 통계 분석

응용 통계 프로그램인 window용 SPSS 11.5를 사용하였고, 연속 변수에 대해서는 평균±표준편차로 표시하였다. 중재시술 전·후의 TMPG 및 심구혈율, 국소 벽운동 장애 지수는 Paired *t*-test를 사용하여 분석하였다. TMPG와 미세혈관 손상을 나타내는 관상동맥의 혈역학적 지수 및 %FDG 흡수율의 상관관계 분석에는 단순상관분석(bivariate correlation)을 이용하였으며, 세군 간의 비교는 One-way ANOVA test를 이용하였다. 그 외, 명목변수는 Pearson's chi-square test 또는 Fisher's exact test를 사용하였다. P값이 0.05 미만인 경우에 통계적으로 유의한 것으로 정의하였다.

III. 결과

A. 임상적 특성

44명의 대상 환자 중에서, 남자가 37명(84.1%), 여자가 7명(15.9%)이었으며, 평균 연령은 56±11세였다. 흡연자가 24명(63.2%), 당뇨 환자가 12명

(31.6%), 고혈압 환자가 14명(36.8%), 고지혈증 환자가 10명(25.6%)이었다. 증상 발생 후 재관류까지의 시간은 410 ± 282 분이었고, 내원 시 심구혈율은 $49.4 \pm 10.8\%$, 최고 CK-MB는 $229.7 \pm 168 \mu\text{g/L}$ 였으며(Table 1), 각군 사이의 임상적 특성(Table 2)은 차이가 없었다.

Table 1. Clinical characteristics and angiographic findings

Mean age(years)	56±11.5
Male patients(%)	37(84.1%)
Risk factors	
Diabetes mellitus(%)	12(27.3%)
Hypertension(%)	14(31.8%)
Dyslipidemia(%)	10(22.7%)
Smoking	24(54.5%)
Total cholesterol(mg/dL)	182±42
Reperfusion time(min)	410±282
Peak CK(U/L)	2585±2612
Peak CK-MB(μ g/L)	229.7±168
Ejection fraction(%)	49.4±10.8
Infarct related artery	
LAD	30(68.2%)
LCX	1(2.3%)
RCA	13(29.5%)

CK: creatinine kinase, CK-MB: CK-myocardial band, LAD: left anterior descending artery, LCX: left circumflex artery, RCA: right coronary artery

Table 2. Clinical characteristics and angiographic results between three groups

	<i>Group 1</i> (n=18)	<i>Group 2</i> (n=14)	<i>Group 3</i> (n=12)	p value
Male patients(%)	13(72.3%)	12(85.7%)	12(100%)	0.200
Mean age(years)	58±11	58±12	50±8	0.193
Diabetes(%)	7(38.9%)	3(21.4%)	2(16.7%)	0.487
Hypertension(%)	8(44.4%)	5(35.7%)	1(8.3%)	0.122
Dyslipidemia(%)	5(27.8%)	2(14.3%)	3(25.0%)	0.793
Smoking(%)	11(61.1%)	6(42.3%)	7(58.3%)	0.752
Total cholesterol(mg/dL)	184±44	178±44	177±38	0.903
Reperfusion time(min)	394±332	459±300	383±126	0.835
Peak CK-MB(μ g/L)	268±184	205±150	193±166	0.473
Ejection fraction(%)	43.6±12.0	51.9±9.2	53.9±9.9	0.204
RD(mm)	3.37±0.32	3.47±0.21	3.44±0.18	0.565
Pre-PCI				
MLD(mm)	0.22±0.32	0.15±0.26	0.50±0.30	0.575
DS(%)	93.0±10.4	96.2±7.1	85.6±8.6	0.190
Post-PCI				
MLD(mm)	3.13±0.32	3.24±0.34	3.13±0.24	0.638
DS(%)	8.3±4.3	7.3±6.9	9.6±5.3	0.188

CK-MB: creatinine kinase-myocardial band, RD: reference vessel diameter, PCI: percutaneous coronary intervention, MLD: minimal luminal diameter, DS: diameter stenosis

B. 관상동맥 조영술 결과

급성 심근경색과 연관된 관상동맥은 LAD가 30개(68.2%), LCX가 1개(2.3%), RCA가 13개(29.5%)였다(Table 1). 일차적 관상동맥 중재시술 후 평가한 TMPG에 따라 환자를 세군으로 나누었으며(Group 1: 18명, Group 2: 14명, Group 3: 12명), 각 군 사이의 관상동맥 조영술 결과는 Table 2에 표기하였다.

C. TMPG와 microvascular integrity(Table 3)

일차적 관상동맥 중재시술 후 평가한 TMPG와 심근 경색과 연관된 관상동맥에서 측정된 관상동맥 혈류예비력은 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.367$, $p=0.017$), group 3에서 관상동맥 혈류예비력이 group 1에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다(1.58 ± 0.54 vs 2.18 ± 0.54 , $p=0.035$). TMPG와 DDT 역시 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.587$, $p < 0.001$), group 2와 group 3에서 각각 DDT가 group 1에 비해 유의하게 높게 나타났다(463 ± 237 msec vs 843 ± 212 msec, $p=0.001$; 463 ± 237 msec vs 840 ± 314 msec, $p=0.001$)(Fig. 1). 또한, TMPG와 압력철선을 이용하여 평가한 관상동맥 췌기압($r=-0.513$, $p < 0.001$) 및 Pcw/Pa($r=-0.614$, $p < 0.001$)와 유의한 연관성이 있었으며, group 2와 group 3에서 각각 group 1에 비해 유의하게 낮게 나타났다(35.8 ± 10.1 mmHg vs 27.4 ± 7.8 mmHg, $p=0.036$; 35.8 ± 10.1 mmHg vs 25.7 ± 9.8 mmHg, $p=0.012$; 0.38 ± 0.11 vs 0.28 ± 0.07 , $p=0.006$; 0.38 ± 0.11 vs 0.26 ± 0.06 , $p=0.001$)(Fig. 2).

Table 3. Comparison of coronary hemodynamic results and myocardial viability after primary PCI

	<i>Group 1</i> (n=18)	<i>Group 2</i> (n=14)	<i>Group 3</i> (n=12)	p value
CFR	1.58±0.54	1.79±0.65	2.18±0.54 [†]	0.035
DDT(msec)	463±237	843±212 [*]	840±314 [†]	<0.01
Pcw(mmHg)	35.8±10.1	27.4±7.8 [*]	25.7±9.8 [†]	0.006
Pcw/Pa	0.38±0.11	0.28±0.07 [*]	0.26±0.06 [†]	0.001
%FDF uptake	42.0±12.3	53.9±11.2 [*]	59.3±13.3 [†]	0.001
Viable Myocardium(%)	4(22.2%) [‡]	8(57.1%) [‡]	10(83.3%) [‡]	0.004

CFR: coronary flow reserve, DDT: diastolic deceleration time, PCI: percutaneous coronary intervention, Pcw: coronary wedge pressure, Pa: mean aortic pressure, Pcw/Pa: coronary wedge pressure/mean aortic pressure

*: p<0.05, group 1 vs group 2, †: p<0.05, group 1 vs group 3, by one-way ANOVA, Bonferroni

‡: p=0.004, between three groups, by Pearson's Chi-square test

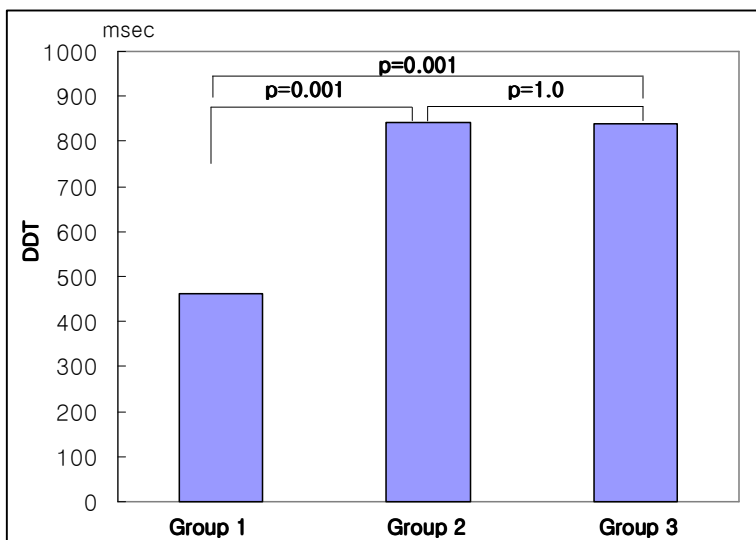
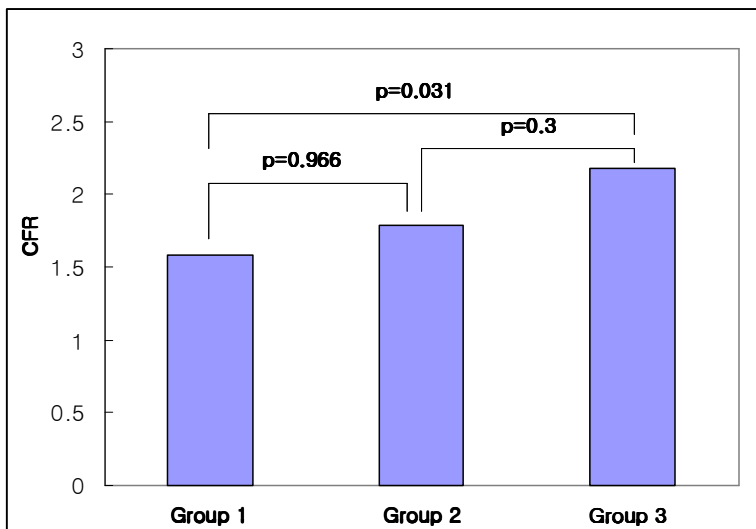


Fig. 1. The relationship between TMPG and CFR, DDT. The group 3 had higher CFR than the group 1, the group 2 and 3 had higher DDT than the group 1, respectively. CFR: coronary flow reserve, DDT: diastolic deceleration time

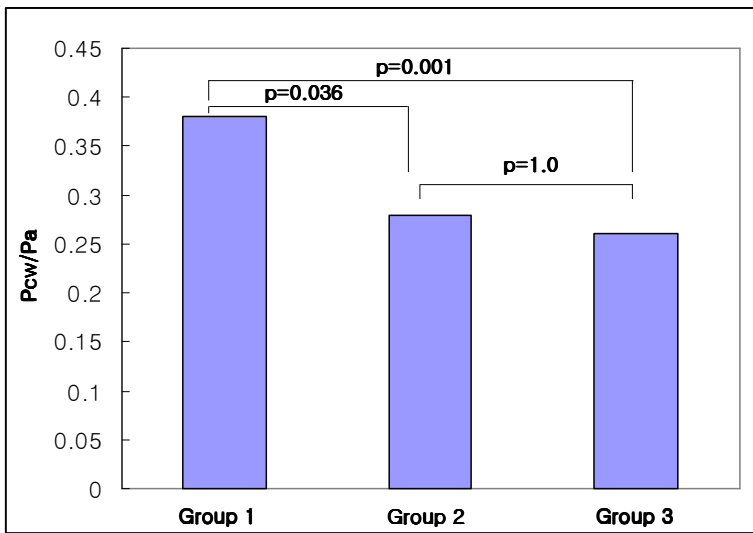
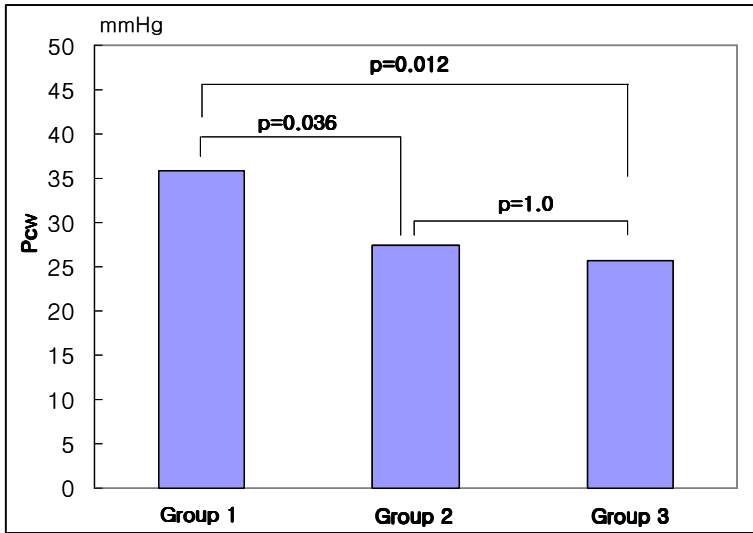


Fig. 2. The relationship between TMPG and Pcw, Pcw/Pa. The group 2 and 3 had lesser Pcw, Pcw/Paw than the group 1, respectively. Pcw: coronary wedge pressure, Pa: mean aortic pressure

D. TMPG 와 FDG 흡수율(Table 3)

성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 평가한 TMPG와 FDG-PET 영상의 %FDG 흡수율과 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.587$, $p<0.001$), group 2와 group 3에서 FDG의 흡수율이 group 1에 비해 유의하게 높게 나타났다($42.0\pm 12.3\%$ vs $53.9\pm 11.2\%$, $p=0.043$; $42.0\pm 12.3\%$ vs $59.3\pm 13.3\%$, $p=0.001$)(Fig. 3). 또한, TMPG가 높을수록 생존능이 있다고 정의한 FDG 흡수율이 50% 이상인 경우의 빈도가 높은 것으로 나타났다(group 1; 22.2%, group 2; 57.1%, group 3; 83.3%, $p=0.004$). 상관관계분석에서 FDG 흡수율과 관상동맥 혈류예비력 및 DDT와 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.451$, $p=0.003$; $r=0.609$, $p<0.001$), 관상동맥 췌기압 및 Pcw/Pa와 유의한 연관성이 관찰되었다($r=-0.402$, $p=0.007$; $r=-0.509$, $p<0.001$).

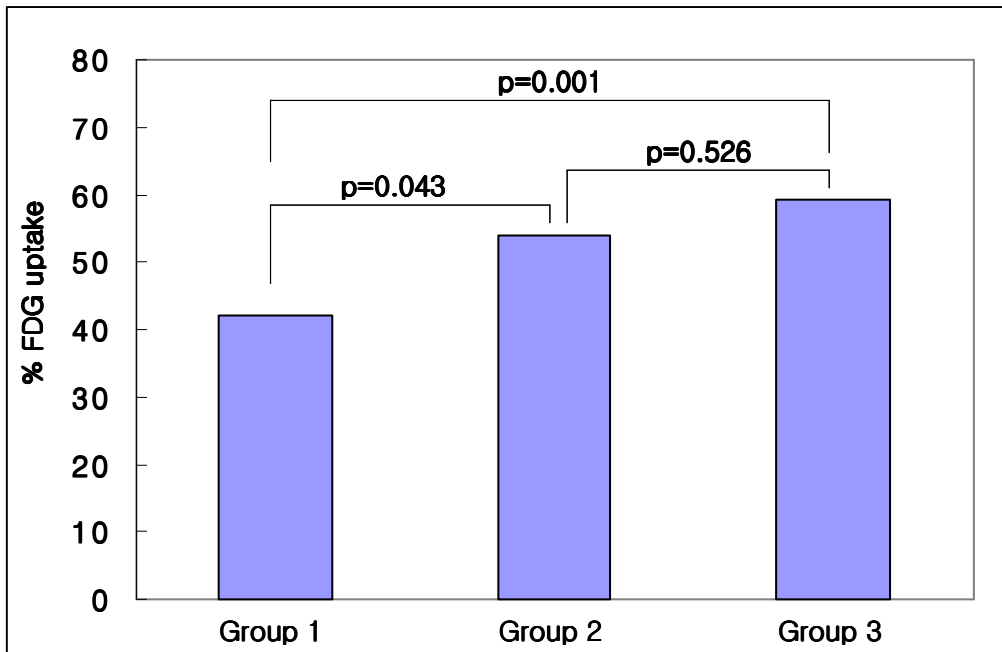


Fig. 3. Comparison of %FDG uptake between three groups. The group 2 and 3 had higher FDG uptake than the group 1.

FDG-PET = ^{18}F -Fluorodeoxyglucose positron emission tomography

E. TMPG와 심초음파 검사 결과(Table 4)

모든 환자에게 입원 시 심초음파 검사를 시행하였으며, 또한 추적 심초음파 검사는 평균 6.3 ± 3.9 개월 후에 시행하였다. TMPG와 입원 시의 좌심실 구혈율과는 유의한 연관성은 관찰되지 않았으나($r=0.305$, $p=0.062$), TMPG와 추적 심초음파 검사에서 심구혈율은 유의한 연관성이 관찰되었다($r=0.493$, $p=0.003$). TMPG와 심초음파 상 심근의 국소 벽운동 장애 지수는 입원 시 및 추적관찰 검사에서 모두 유의한 연관성이 관찰되었다($r=-0.371$, $p=0.02$; $r=-0.506$, $p=0.002$). 입원 시의 심구혈율은 각 군 간에 서로 차이가 없었으나, 추적 검사상 심구혈율은 group 2와 group 3에서 각각 group 1에 비해 유의하게 높게 나타났다($46.7 \pm 11.9\%$ vs $57.5 \pm 10.2\%$, $p=0.03$; $46.7 \pm 11.9\%$ vs $60.0 \pm 7.0\%$, $p=0.018$). 입원 시 좌심실의 국소 벽운동 장애 지수는 group 3에서 group 1에 비해 낮은 것으로 나타났으며(1.81 ± 0.44 vs 1.35 ± 0.26 , $p=0.041$), 추적 검사에서는 group 2와 group 3에서 group 1에 비해 유의하게 낮은 것으로 나타났다(1.64 ± 0.51 vs 1.24 ± 0.18 , $p=0.021$; 1.64 ± 0.51 vs 1.15 ± 0.18 , $p=0.012$). 입원 시와 추적 심초음파 검사에서 심구혈율은 group 3에서만 통계적으로 유의하게 호전된 것으로 나타났으나($53.4 \pm 9.9\%$ vs $60.0 \pm 7.0\%$, $p=0.004$)(Fig. 4), 심근의 국소 벽운동 장애 지수는 group 2와 group 3에서 모두 유의하게 호전된 것으로 나타났다(1.44 ± 0.26 vs 1.24 ± 0.18 , $p=0.022$; 1.35 ± 0.26 vs 1.15 ± 0.18 , $p=0.018$)(Fig. 4).

Table 4. Comparison of echocardiographic results between three group

	<i>Group 1</i>	<i>Group 2</i>	<i>Group 3</i>	p value
	(n=18)	(n=14)	(n=12)	
Ejection fraction(%)				
At admission	43.6±12.3	51.9±9.2	53.4±9.9 [‡]	0.204
At follow-up	46.7±11.9	57.5±10.2 [*]	60.0±7.0 ^{† ‡}	0.008
RWMA index				
At admission	1.81±0.44	1.44±0.26 ^{*‡}	1.35±0.26 ^{† ‡}	0.02
At follow-up	1.64±0.50	1.24±0.18 ^{*‡}	1.15±0.18 ^{† ‡}	0.005

RWMA: regional wall motion abnormalities

*: p<0.05, group 1 vs group 2, †: p<0.05, group 1 vs group 3, by one-way ANOVA, Bonferroni

‡: p<0.05, at admission vs at follow-up, by paired t-test

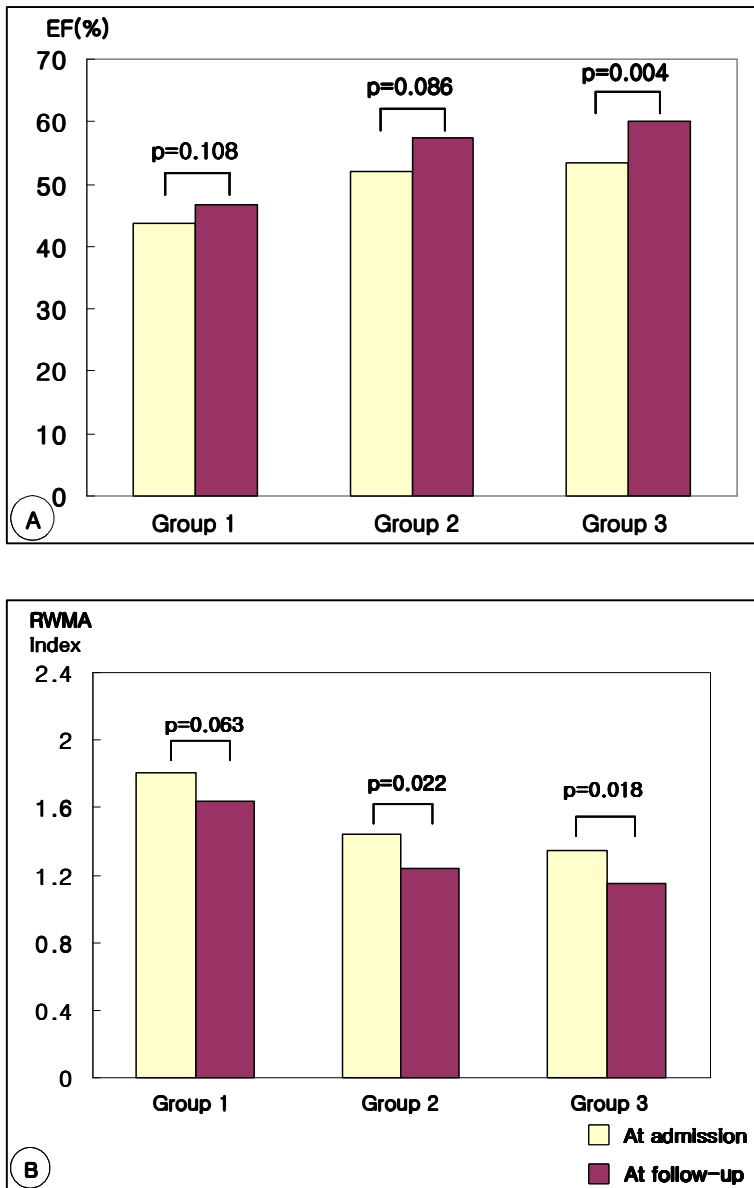


Fig. 4. Comparison of LV function between at admission and at follow-up. There was a significant improvement of EF in the group 3, a significant improvement of RWMA in the group 2 and group 3. EF: ejection fraction, RWMA: regional wall motion abnormalities.

IV. 고찰

급성 심근경색 환자의 치료에서 표재성 관상동맥에서 혈류 흐름의 재개통이 반드시 미세혈관 및 허혈이 있는 심근에서 혈류의 흐름이 회복됨을 의미하지는 않는다. 심근 경색과 연관된 관상동맥에서 미세혈관에서 혈류의 회복은 좌심실의 기능 회복 및 임상적인 예후와 연관이 있다고 알려져 있으며, 심근조직의 관류정도를 관상동맥 조영술에서 간단하게 평가할 수 있는 TMPG는 환자의 예후와 관련이 있는 것으로 알려져 있으나, TMPG에 따른 심근의 손상정도 및 심근의 생존능 정도에 대해서는 알려진 바가 없다.

심도자실에서 중재시술 후 미세혈관의 기능을 평가하는 지수로서 일반적으로 관상동맥 내 도플러 유도 철선을 이용하여 관상동맥 혈류예비력, DDT 등을 측정하며, 이들 지수들과 좌심실의 기능개선 및 급성 심근경색 환자의 예후와의 관계에 대해서는 많은 연구가 있었으며, 관상동맥 내 압력 철선을 이용한 지수로는 관상동맥 췌기압, Pcw/Pa등이 있고, 이들 지수들과 급성 심근경색 환자에서 예후와의 관계에 대해 역시 많은 연구가 있었다.

심근의 생존능을 평가할 수 있는 방법으로 FDG-PET이 대표적인 것으로 알려져 있으며, 이를 이용한 심근의 생존능 평가가 좌심실 기능의 개선 여부 및 예후와 연관이 있다고 알려져 있다(Slart 등, 2006). 연구에 의하면(Tamaki 등, 1993) 84명의 환자에서 23개월간 추적 관찰한 경우에 FDG의 흡수율의 정도가 심장사건을 예측할 수 있는 가장 좋은 지표라고 보고하여 생존 심근이 환자의 예후와 깊은 관련이 있음을 보고하였다.

현재까지 급성 심근경색 환자에서 미세혈관의 기능에 따른 임상적 예후에 대한 연구는 많으나, TMPG를 이용한 심근 내 관류의 정도와 심근의

생존능 및 좌심실 기능의 변화에 대한 연구는 잘 알려져 있지 않다. 본 연구에서는 TMPG가 관상동맥 혈류예비력, DDT, 관상동맥 췌기압, Pcw/Pa 등과 연관성이 있었으며, TMPG에 따라 심근의 생존능 및 좌심실 기능의 개선이 의미 있게 차이가 있었다. 따라서 관상동맥 조영술에서 간단하게 평가할 수 있는 TMPG는 급성 심근경색 환자에서 심근의 손상 정도, 생존능 및 좌심실의 기능 개선을 예측할 수 있는 유용한 지표라고 생각된다.

A. TMPG와 microvascular integrity와의 관계

관상동맥에서 최대충혈 시 혈류량의 증가 정도는 경색 후 심근의 손상 정도와 관련이 있다고 알려져 있다. 급성 심근경색 환자에서 이러한 미세혈관의 확장능력의 소실 및 미세혈관의 기능 이상은 지속적인 미세혈관의 수축, 심근의 괴사에 따른 조직의 부종, 혈소판과 그 응집에 따른 부산물질, 중성구 등과 같은 염증세포의 부착 등에 의해 세동맥이나 모세혈관에서 혈류흐름의 차단 등에 의한 것으로 알려져 있다. 심도자실에서 중재시술 후 측정된 관상동맥 혈류예비력은 일반적으로 심근의 손상이 크면 측정값이 낮게 나오며, 심근경색 환자에서 선택적인 관상동맥 중재시술 후 측정된 값은 생존능과 연관이 있고 향후 좌심실의 기능 개선 및 임상경과를 예측할 수 있는 지표로 알려져 있다. 그러나, 관상동맥 혈류예비력은 급성 심근경색의 일차적 관상동맥 중재시술 시에는 여러 혈액학적 인자에 영향을 받을 수 있다. 보고에(Lepper 등, 2000) 의하면 급성 심근경색 환자에서 24시간 이내에 측정된 관상동맥 혈류예비력은 미세혈관 통합능(microvascular integrity)을 잘 반영하지 못한다고 하였다.

DDT는 이완기 시의 심근의 미세혈관의 손상에 의한 저항의 증가를 직

접적으로 반영하는 지수로서, DDT의 감소는 미세혈관의 저항이 증가했음을 반영하며, 이는 심각한 심근의 손상 및 좌심실의 기능 회복에 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kawamoto 등, 1999; Akasaka 등, 2000; Hoffmann 등, 2003). 최근에 급성 심근경색 환자에서 12시간 이내에 일차적 관상동맥 중재시술 후 분석한 DDT가 600 msec 이상일 경우에는 좌심실 기능이 잘 회복되고 예후가 좋다고 보고하였다(Akasaka 등, 2000). 또한, 급성 심근경색 환자에서 일차적 관상동맥 중재시술 후 측정된 TMPG가 낮을수록 DDT도 짧은 경향이 있다고 보고하였다(Hoffmann 등, 2003).

급성 심근경색 환자에서 관상동맥 췌기압이 심근의 보호와 관련이 있는지, 심근의 손상정도를 반영하는 지에 대해서는 여전히 논란이 많으나, 최근에는 급성 심근경색 환자에서 관상동맥 췌기압의 증가가 측부순환의 정도보다는 미세혈관의 손상을 잘 반영하는 것으로 알려져 있다. 최근에 (Shimada 등, 2003) 급성 심근경색 환자에서 흉통이 발생한 후 24시간 내에 일차적 관상동맥 중재시술을 시행한 후 평가한 Coronary zero flow pressure(Pzf)가 FDG 흡수율과 좋은 상관관계를 보이고, 심근의 손상에 의한 미세혈관의 기능부전과 연관이 있다고 보고하였다.

본 연구에서 일차적 관상동맥 중재시술 후 측정된 TMPG가 낮을수록 관상동맥 혈류예비력이 낮게 나타났으며, DDT도 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 또한 관상동맥 혈류예비력 및 DDT와 FDG 흡수율 사이에 의미 있는 상관관계가 있었으며, DDT가 관상동맥 혈류예비력에 비해 FDG 흡수율과의 상관관계 지수가 높게 나타났다. 관상동맥 혈류예비력은 많은 혈역학적 상태의 영향을 받는데 특히 급성 심근경색 환자의 중재시술 중에는 미세혈관 원위부로 동맥경화반 및 혈전에 의한 색전 등이 잘 일어나서, 중재시술 직후에 많은 환자에서 기저시의 혈류속도가 증가하고, 최대

충혈 시에는 충분한 최대 혈류속도가 나오지 못하는 경우가 많으며(Uren 등, 1993) 이러한 원인으로 인하여 심근경색의 급성기에 측정된 관상동맥 혈류예비력은 실제 심근의 생존능을 보다 낮게 평가할 수도 있었을 것으로 생각된다.

B. TMPG와 심근의 생존능 및 좌심실 기능 변화

심근의 생존능을 평가하는 가장 대표적인 방법으로 FDG-PET이 알려져 있는데, 좌심실의 기능이 저하되어 있는 관상동맥 질환을 가진 환자를 대상으로 PET 영상에서 심근으로의 관류정도와 심근의 대사 사이에 불일치가 없는 경우에는 심근의 생존능이 거의 없어서 약물치료를 받은 환자와 관상동맥 우회수술을 시행 받은 환자 사이의 예후에 의미 있는 차이가 없는 것으로 나타났으나, 불일치가 있는 경우, 즉 심근의 생존능이 있는 경우에는 관상동맥 우회수술을 시행 받은 환자에서 예후가 의미 있게 좋게 나타났으며, FDG-PET 영상이 심근의 생존능을 평가하는 데 유용한 검사라고 보고하였다(Di Carli 등, 1998). 현재까지 TMPG와 관상동맥의 미세혈관 혈역학적 상태를 나타내는 지수 및 FDG-PET 영상을 이용한 심근의 생존능과의 연관성에 대한 연구는 많이 알려져 있지 않다. 본 연구는 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 평가한 TMPG와 미세혈관 혈역학적 지수 및 FDG-PET 영상을 이용하여 평가한 심근의 생존능과의 연관성을 살펴본 것이며, 또한 입원 시 및 추적 심초음파 검사에서 좌심실의 기능 개선 여부와의 연관성을 살펴본 것이다.

연구 결과에서, TMPG와 FDG 흡수율과는 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 또한, TMPG는 입원 시 심구혈율과 유의한 연관성이 관찰되지 않았으나 추적 심초음파 검사에서 심구혈율과 유의한 연관성이 관

찰되었으며, TMPG는 입원 시 및 추적 심초음파 검사에서 좌심실의 국소 벽운동 장애 지수와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 특히, 추적 심초음파 검사에서 TMPG와 심구혈을 및 국소 벽운동 장애 지수 사이에 더 높은 연관성을 보여주었다. 그리고 추적 심초음파에서 TMPG 3인 군에서 심구혈의 호전 정도가 의미 있게 나타났고 좌심실의 국소 벽운동 장애 지수는 TMPG 2와 3군에서 매우 유의하게 호전된 것으로 나타났다. 따라서 급성 심근경색 환자에서 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 측정된 TMPG는 초기의 심근의 손상정도 뿐 아니라 심근의 생존능 및 좌심실 기능의 호전을 평가할 수 있는 간단하며 유용한 방법으로 사료된다.

C. 제한점

흉통 발생 후 24시간 이내에 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술을 받은 환자를 대상으로 했으나, 혈액학적으로 불안정한 환자는 미세혈관의 손상정도를 나타내는 지수들의 측정이 어려워 연구에서 제외했다. 따라서 연구 결과가 재관류요법으로 치료받은 급성 심근경색 환자에 일반적으로 적용될 수 없을 수도 있다. 급성 심근경색 환자에서 중재시술 후 FDG-PET의 촬영 시기에 대해서는 여전히 논란이 있으나, 일반적으로 중재시술 후 1-2 주에 조기 평가를 하는 것이 추천되고 있는데, 본 연구는 심근의 생존능을 일차적 관상동맥 중재시술 후 1주일 후에 촬영한 FDG-PET 영상을 이용하여 평가했는데, 특히, 아급성 기의 FDG-PET은 심근의 생존능을 저평가 할 수 있는 것으로 보고 된 바도 있다. 본 연구는 비교적 적은 수의 환자를 대상으로 하였는데 각각 지표들의 제한점과 문제점을 보완하기 위해서는 보다 많은 환자를 대상으로 한 연구가 필요

할 것으로 생각된다.

V. 결론

급성 심근경색 환자에서 성공적인 일차적 관상동맥 중재시술 후 심도자실에서 측정된 TMPG는 초기의 심근의 손상정도 뿐 아니라 심근의 생존능 및 좌심실 기능의 호전, 환자의 예후를 평가할 수 있는 간단하고 유용한 방법으로 생각된다.

참고문헌

1. Akasaka T, Yoshida K, Kawamoto T, Kaji S, Ueda Y, Yamamuro A, Takagi T, Hozumi T: Relation of phasic coronary flow velocity characteristics with TIMI perfusion grade and myocardial recovery after primary percutaneous transluminal angioplasty and rescue stenting. *Circulation* 101: 2361-2367, 2000
2. Balachandran KP, Berry C, Norrie J, Vallance BD, Malekianpour M, Gilbert TJ, Pell ACH, Oldroyd KG: Relation between coronary pressure derived collateral flow, myocardial perfusion grade, and outcome in left ventricular function after rescue percutaneous coronary intervention. *Heart* 90: 1450-1454, 2004
3. Braunwald E: Myocardial reperfusion, limitation of infarct size, reduction of left ventricular dysfunction and improved survival. Should the paradigm be expended? *Circulation* 79: 441-444, 1989
4. Choi SY, Tahk SJ, Yoon MH, Shin SS, Yang HM, Lim HS, Cho IH, Choi TY, Chang HJ, Hwang GS, Shin JH, Choi BI: Comparison of TIMI myocardial perfusion grade with coronary flow reserve for prediction of recovery of LV function and LV remodeling in acute myocardial infarction. *Korean Circ J* 34: 247-257, 2004
5. Di Carli MF, Maddahi J, Rokhsar S, Schelbert HR, Batlles B, Brunken RC, Fromm B: Long-term survival of patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: implications for the role of myocardial viability assessment in management decisions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 116: 997-1004, 1998

6. Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, Ryan KA, Mesley R, Marble SJ, McCabe CH, Werf FV, Braunwald E: Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs. *Circulation* 101: 125-130, 2000
7. Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Friedman J, Diamond GA: Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation* 97: 535-543, 1998
8. Henriques JP, Zijlstra F, Ottervanger JP, de Boer MJ, van't Hof AWJ, Hoorntje JCA, Suryapranata H: Incidence and clinical significance of distal embolization during primary angioplasty for acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 23: 1112-1117, 2002
9. Hoffmann R, Haager P, Lepper W, Franke A, Hanrath P: Relation of coronary flow pattern to myocardial blush grade in patients with first acute myocardial infarction. *Heart* 89: 1147-1151, 2003
10. Hori M, Inoue M, Kitakaze M, Koretsune Y, Iwai K, Tamai J, Ito H, Kitabatake A, Sato T, Kamada T: Role of adenosine in hyperemic response coronary blood flow in microembolization. *Am J Physiol* 250: H509-518, 1986
11. Ito H, Iwakura K: Assessing the relation between coronary reflow and myocardial reflow. *Am J Cardiol* 81(suppl 12A): 8G-12G, 1998
12. Ito H, Maruyama A, Iwakura K, Takiuchi S, Masuyama T, Hori M, Higashino Y, Fujii K, Minamino T: Clinical implication of the 'no reflow' phenomenon: a predictor of complications and left

- ventricular remodeling in reperfused anterior wall myocardial infarction. *Circulation* 93: 223-228, 1996
13. Kawamoto T, Yoshida K, Akasaka T, Hozumi T, Takaki T, Kaji S, Ueda Y: Can coronary flow velocity pattern after percutaneous transluminal coronary angiography predict recovery of regional left ventricular function in patients with acute myocardial infarction? *Circulation* 100: 339-345, 1999
 14. Lepper W, Hoffmann R, Kamp O, Franke A, de Cock CC, Kuhl HP, Sieswerda GT, Dahl JV, Janssens U, Coci P, Visser CA, Hanrath P: Assessment of myocardial reperfusion by intravenous myocardial contrast echocardiography and coronary flow reserve after primary transluminal coronary angiography in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* 101: 2368-2374, 2000
 15. Linderer T, Guhl B, Speilberg C, Wunderlich W, Schnitzer L, Schroder R: Effect on global and regional left ventricular functions by percutaneous transluminal coronary angioplasty in the chronic stage after myocardial infarction. *Am J Cardiol* 69: 997-1002, 1992
 16. Mazur W, Bitar JN, Lechin M, Grinstead WC, Khalil AA, Khan MM, Sekili S, Zoghbi WA, Raizner AE, Kleiman NS: Coronary flow reserve may predictor myocardial recovery after myocardial infarction in patients with TIMI grade 3 flow. *Am Heart J* 136: 335-344, 1998
 17. Ragosta M, Camarano G, Kaul S, Powers ER, Sarembock IJ, Gimple LW: Microrvascular integrity indicates myocellular viability in patients with recent myocardial infarction. New insights using myocardial contrast echocardiography. *Circulation* 89: 2562-2569, 1994

18. Sawada SG, Allman KC, Muzik O, Beanlands RS, Wolfe ER Jr, Gross M, Fig L, Schwaiger M: Positron emission tomography detects evidence of viability in rest technitium-99m sestamibi defects. *J Am Coll Cardiol* 23: 92-98, 1994
19. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, Gutgesell H, Reichek N, Sahn D: Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on standards, Subcommittee on quantitation of two-dimensional echocardiograms. *J Am Soc Echocardiogr* 2: 358-367, 1989
20. Segall G: Assessment of myocardial viability by positron emission tomography. *Nucl Med Commun* 23: 323-330, 2002
21. Shimada K, Saknoue Y, Kobayashi Y, Ehara S, Hirose M, Nakamura Y, Fukuda D, Yamagishi H, Yoshiyama M, Takeuchi K, Yoshikawa J: Assessment of myocardial viability using coronary zero flow pressure after successful angioplasty in patients acute anterior myocardial infarction. *Heart* 89: 71-76, 2003
22. Slart RH, Bax JJ, van Veldhuisen DJ, van der Wall EE, Dierckx RA, de Boer J, Jager PL: Prediction of functional recovery after revascularization in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction by gated FDG-PET. *J Nucl Cardiol* 13: 210-219, 2006
23. Stone GW, Peterson MA, Lansky AJ, Dangas G, Mehran R, Leon MB: Impact of normalized myocardial perfusion after successful angioplasty in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 39: 591-597, 2002

24. Sutter JD, Winter FD, Wiele CVD, Bondt PD, D'Asseler Y, Dierckx R: Cardiac fluorine-18 fluorodeoxyglucose imaging using a dual-head gamma camera with coincidence detection: a clinical pilot study. *Eur J Nucl Med* 27: 676-685, 2000
25. Tamaki N, Kawamoto M, Takahashi N, Yonekura Y, Magata Y, Nohara R, Kambara H, Sasayama S, Hirata K, Ban T: Prognostic value of increase in fluorine-18 deoxyglucose uptake in patients with myocardial infarction: Comparison with stress thallium imaging. *J Am Coll Cardiol* 22: 1621-1627, 1993
26. Teiger E, Garot J, Aptecar E, Bosio P, Woscoboinik J, Pernes JM, Gueret P, Kern M, Buboïs-Rande JL, Dupouy P: Coronary blood flow reserve and wall motion recovery in patients undergoing angioplasty for myocardial infarction. *Eur Heart J* 20: 285-292, 1999
27. Uren NG, Crake T, Lefloy DC, de Silva R, Davies GJ, Maseri A: Delayed recovery of coronary resistive vessel function after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 21: 612-621, 1993
28. Yamamuro A, Ito H, Iwakura k, Shintani Y, Masuyama T, Hori M, Kawano S, Higashino Y, Fujii K: Pressure-derived collateral flow index as a parameter of microvascular dysfunction in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 38: 1383-1389, 2001
29. Yoon MH, Tahk SJ, Choi SY, Lian ZX, Choi TY, Jang HJ, Hwang GS, Shin JH, Kim HS, Choi BI: Coronary flow reserve as a predictor of long-term clinical outcome after acute myocardial infarction. *Korean Circ J* 32: 756-765, 2002
30. Yoon MH, Tahk SJ, Choi SY, Choi BJ, Joe DY, Koh BR, Lim HS,

Woo SI, Whang JW, Choi JH, Zheng ZG, Kang SJ, Hwang GS, Shin JH: Comparison between microvascular integrity indexes assessed by pressure/doppler wire and %FDG uptake in AMI following primary PCI. *Korean Circ J* 36: 701-709, 2006

- ABSTRACT -

Comparison Between TIMI Myocardial Perfusion Grade and Microvascular Indexes, Myocardial Viability, Improvement of LV Function After Primary PCI in STEMI

Seong-Ill Woo

Department of Medical Sciences
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Professor Seung Jae Tahk)

Background and Objective: The TIMI myocardial perfusion grade (TMPG) reflects myocardial perfusion and is associated with long term clinical outcomes. This study was to compare the TMPG as a parameter of reperfusion with myocardial viability as determined by fluorine-18 deoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET), an improvement of LV function on echocardiography.

Methods: We collected clinical, biochemical and angiographic information in 44 consecutive patients (37 men; age 56±11 years) who underwent primary PCI for ST segment elevation myocardial infarction (STEMI). After primary PCI, we assessed coronary flow reserve

(CFR), diastolic deceleration time (DDT) with intracoronary Doppler wire and Pcw, Pcw/Pa with intracoronary pressure wire. All patients underwent FDG-PET scan on the 7th day after primary PCI. The patients were divided into 3 groups according to the TMPG (TMPG 0/1: n=18, TMPG 2: n=14, TMPG 3: n=12).

Results: There were no significant differences in reperfusion time (onset to balloon time) and cardiac enzyme between three groups. There was a significant correlation between TMPG and CFR, DDT, Pcw, Pcw/Pa ($r=0.367$, $p=0.017$; $r=0.587$, $p<0.001$; $r=-0.513$, $p<0.001$; $r=-0.614$, $p<0.001$, respectively). The patients with the TMPG 3 had the highest CFR (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; 1.58 ± 0.54 vs 1.79 ± 0.65 vs 2.18 ± 0.54 , $p=0.035$), the highest DDT (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; 463 ± 237 msec vs 843 ± 212 msec vs 840 ± 314 msec, $p<0.01$) and the lowest Pcw (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; 35.8 ± 10.1 mmHg vs 27.4 ± 7.8 mmHg vs 25.7 ± 9.8 mmHg, $p=0.006$), the lowest Pcw/Pa (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; 0.38 ± 0.11 vs 0.28 ± 0.07 vs 0.26 ± 0.06 , $p=0.001$). Also, there was a significant correlation between TMPG and %FDG uptake ($r=0.587$, $p<0.001$), the patients with TMPG 3 had the most favorable %FDG uptake (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; $42.0\pm12.3\%$ vs $53.9\pm11.2\%$ vs $59.3\pm13.3\%$, $p=0.001$). We found that there was a significant difference in the incidence of the patients with viable myocardium between three groups (TMPG 0/1 vs TMPG 2 vs TMPG 3; 22.2% vs 57.1% vs 83.3% , $p=0.004$). There was not a significant correlation between TMPG and ejection fraction at admission ($r=0.305$, $p=0.062$), but there was a

significant correlation at follow-up ($r=0.493$, $p=0.003$). There was a significant correlation between TMPG and RWMA index at admission and follow up ($r=-0.371$, $p=0.02$; $r=-0.506$, $p=0.002$, respectively). The patients with TMPG 3 revealed an improvement of LV ejection fraction on follow-up echocardiography ($53.4\pm 9.9\%$ vs $60.0\pm 7.0\%$, $p=0.004$), the patients with TMPG 2 and TMPG 3 revealed an improvement of RWMA index on follow-up echocardiography (1.44 ± 0.26 vs 1.24 ± 0.18 , $p=0.022$; 1.35 ± 0.26 vs 1.15 ± 0.18 , $p=0.018$, respectively).

Conclusions: The angiographic TMPG might be clinically useful for an assessment of myocardial viability and a useful predictor for an improvement of LV function in patients with STEMI.

Key Words: STEMI, TMPG, Microvascular integrity, Myocardial viability, FDG-PET, Left ventricular function.