Original Articles Korean Circulation J 1998;28(9):1435-1442

급성심근경색증 환자에서 관혈적 재관류 치료후 심근 분획 혈류 예비력과 관상 혈류 예비력의 비교

인하대학교 의과대학 내과학교실
김경아 · 서정기 · 홍의수 · 권 준 · 조성욱 · 박금수 · 이우형

Comparison of Myocardial Fractional and Coronary Flow Reserve after Revascularization in Acute Myocardial Infarction

Gyeong-A Kim, MD, Jeong Kee Seo, MD, Eui Soo Hong, MD, June Kwan, MD, Seong Wook Cho, MD, Keum Soo Park, MD and Woo Hyung Lee, MD
Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Inha University Hospital, Inchon, Korea

ABSTRACT

Background and Objective : The aim of this study was to compare the residual diameter stenosis after PTCA with fractional flow reserve (FFR) and coronary flow reserve (CFR), and investigate the correlation between FFR and CFR in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Materials and Method** : The study population consisted of twenty seven patients with myocardial infarction. Baseline and hyperemic average peak velocity (APV) were measured using Doppler wire 15 minutes after restoration of infarct-related artery (IRA). CFR was obtained by the ratio of distal hyperemic APV to baseline APV. Distal coronary arterial pressure (Pd) was measured with advancing the wire distal to the lesion of IRA. Simultaneous proximal aortic pressure (Pa) was measured using guiding catheter. Myocardial FFR was obtained by the ratio of hyperemic Pd to hyperemic Pa. **Results** : Post-interventional CFR and FFR were 0.85±0.44, 0.91±0.09. CFR did not show significant correlation with luminal diameter stenosis (% ST). There was no significant correlation between FFR and CFR with a correlation coefficient of 0.29 (p=0.25). But, significant correlation was found between %ST and FFR, %ST and hyperemic pressure gradient (hPG) with correlation coefficient of -0.70 (p=0.0012) and 0.68 (p=0.0018). **Conclusion** : In AMI patients, %ST has a significant correlation with FFR and hPG after PTCA. But, there was no significant correlation between FFR and CFR. **(Korean Circulation J 1998;28(9):1435-1442)**

KEY WORDS : Fractional flow reserve · Coronary flow reserve · PTCA · Acute myocardial infarction.

서 론

심근 경색증이나 협심증 등의 관동맥 질환이 있을때 그 협착 정도 및 관혈적 치료 결과를 판별하는 방법으로 전통적으로 관동맥 조영술이 사용되어 왔다.[1)]

그러나 관동맥 조영술은 혈관 성형술 시행시 동반된 압력에 의한 혈관 내벽의 손상을 확인하는데 부분적으로 제한점이 있고 미만성 및 중등도의 협착이 있는 경우에는 관동맥 조영술상의 협착 정도와 관동맥 협착의 기능적인 변수들과의 연관성이 떨어진다는 보고가 있어 혈관 성형술의 결과를 기능적인 방법으로 판독하여

논문접수일 : 1998년 7월 3일
심사완료일 : 1998년 9월 25일
교신저자 : 박금수, 400 - 103 인천광역시 중구 신흥동 3가 7 - 206 인하대학교 의과대학 내과학교실
전화 : (032) 890 - 2440 · 전송 : (032) 890 - 2447
E - mail : ksparkmd@netsgo.com

이를 보완하고자 하는 시도들이 있어 왔다.[2-4)]

최근 들어 관동맥 조영술을 시행하는 동안 소형의 도플러 및 압력 감지기를 이용하여 혈류 속도와 압력의 측정이 가능하게 되어 특히 관상동맥 질환 환자에서 협착 부위 이후의 혈류 속도와 압력을 측정하여 관동맥 협착의 기능적인 평가에 이용하게 되었고 이러한 압력 감시 도선의 등장으로 관동맥 조영술 도중 관동맥내의 혈류 속도와 압력을 측정하여 계산하는 관상 혈류 예비력(CFR : coronary flow reserve) 및 심근 분획 혈류 예비력(FFR : fractional flow reserve)의 개념으로 관동맥의 기능적인 협착의 정도를 측정할 수 있게 되었다.[5-7)]

급성 심근 경색증은 심근세포 뿐 아니라 심근 미세 혈관에도 일시적 또는 영구적 손상을 주어 관혈적 재관류 치료 후에도 CFR은 감소하게 되는 반면, 압력 도선(pressure wire)을 이용한 FFR은 측정 당시 여러 혈역학적 변수나 미세혈관 기능 장애에 거의 영향을 받지 않는 것으로 알려져 있으나, 급성심근경색증에서의 FFR에 대한 연구는 아직 잘 알려져 있지 않다.[8)]

이에 저자등은 심근 경색증 환자에서 관동맥성형술 후 관동맥조영술 상의 경색관련동맥의 잔여협착(%ST) 정도와 FFR 및 CFR과의 관계를 알아보고, FFR과 CFR과의 상관성을 밝히고자 다음과 같은 연구를 시행하였다.

재료 및 방법

대 상

1996년 9월부터 1997년 8월까지 본 병원에서 급성 심근 경색으로 진단받은 27명의 환자(남자 : 20명, 여자 : 7명)를 대상으로 하였으며 이들의 평균 나이는 56±12세였다. 내원 당시 설하 니트로글리세린에 반응하지 않는 흉통이 30분 이상 지속되었고, 심전도상 ST분절의 상승이나 비정상의 Q파가 관찰되었으며 CPK 효소치가 정상 범위보다 적어도 2배 이상의 증가를 보인 전형적인 급성 심근경색증 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자의 최대 CPK 효소치는 1180±1035 IU였고 최대 CK-MB 효소치는 109±108 IU였다(Table 1).

대상 환자중 21명은 흉통 발생후 내원까지의 시간이 6시간 이상 경과되어 즉각적인 재관류요법 없이 보존적 치료후 평균 5±2일이 경과된 후 관동맥 조영술과 성형술을 시행하였고, 2명에서는 흉통 발생 4시간 이내에 즉각적인 관동맥 성형술을, 2명에서는 혈전 용해제의 투여후 5일째 관동맥 성형술을 시행하였으며 나머지 2명의 환자에서는 관동맥 조영술상 자연 재관류가 관찰되어 관동맥성형술을 시행하지 않았다. 경색 관련 관동맥은 좌전 하행동맥이 10명, 좌회선동맥이 9명, 우관동맥이 8명이었으며 관동맥성형 시술의 방법은 17명에서 풍선 확장술을, 8명에서 스텐트 시술을 시행하였다(Table 2).

Table 1. Clinical characteristics of patients (I)

Age (yrs)	56±12
Male : Female	20 : 7
Risk factors	
Smoking	8 (30%)
Hypertension	13 (48%)
Diabetes mellitus	7 (26%)
T.Cholesterol (mg/dl)	186±31
Triglyceride (mg/dl)	164±91
HDL (mg/dl)	39±9
Cardiac enzyme	
Peak CK (IU)	1180±1035
Peak CKMB (IU)	109±108

Table 2. Clinical characteristics of patients (II)

	No. of patients
Treatment	
UK+delayed PTCA	2
Direct PTCA	2
Spontaneous reperfusion	2
Delayed PTCA (5±2day)	21
Infarct related artery	
LAD	10
LCX	9
RCA	8
Intervention	
Stenting	8
Balloon alone	17

관상동맥조영술, 관상동맥협착 정도의 판정

관상동맥조영술은 Seldinger방법에 의하여 대퇴동맥으로 경피적으로 심도자를 삽입한 후 Judkins방법으로 좌우관상동맥에 심도자를 통하여 혈관조영제를 주입하면서 여러 각도에서 촬영하였고 Tagarno projector를 이용하여 관상동맥의 내경을 캘리퍼로 측정하고 협착 주

위에서 가장 가까운 정상 관동맥의 직경과 비교하여 협착의 정도를 백분율로 표시하였다.

Doppler flowmetry를 이용한 관동맥내 혈류와 CFR의 측정

유도도자를 관동맥 개구부에 위치케 한 후 유도도자 내강을 통해 0.014 인치 유도철사를 협착부위가 있는 관동맥내로 삽입시킨다. 그 후 유도철사를 전진시켜 협착부위를 통과케 하여 관동맥 말단부위에 위치케 한 후 이 유도철사를 이용하여 over - the - wire 형태의 풍선도자를 관동맥 협착부위 말단까지 넣은 후 0.014 유도철사를 빼어내고 0.014 인치 Doppler guidewire(Cardiometrics, Mountain View, CA, USA)로 교환시켜 혈류감지 탐촉자가 협착말단부위에 위치케 한 후 기저상태의 평균최대혈류속도(baseline time - averaged peak - velocity : bAPV), 이완수축기간 평균혈류속도비(baseline diastolic/systolic mean flow velocity ratio : Bds - VR)를 측정하였다. 그 후 관동맥 미세혈관을 확장시켜 최대한 충만상태로 만들기 위하여 10ug adenosine을 관동맥내로 주입시킨 후 혈류속도가 최고치에 이르렀을 때 hyperemic APV(hAPV), hDSVR를 측정하였다. CFR은 hAPV를 bAPV로 나눈 값으로 구하였다.

혈압측정 유도철선을 이용한 관동맥내 압력과 FFR의 측정

상기 사용된 풍선도자를 이용하여 같은 방법으로 관동맥 협착부위 말단까지 넣은 후 0.014 유도철사를 빼어내고 0.014 인치 pressure - guidewire(Radi Medical Systems, Uppsala, Sweden)로 교환시켜 협착 말단부위의 혈압(bPd)을 측정하였으며, 유도도자를 이용하며 협착 기시부의 혈압(bPa)을 동시에 측정하여 협착으로 인한 기저압력구배(bPG)를 구하였다. 그 후 관동맥 미세혈관을 확장시켜 최대한 충만상태로 만들기 위하여 10 ug adenosine을 관동맥내로 주입시키면서 협착기시부혈압(hPa)와 말단부혈압(hPd)을 동시에 측정

Table 3. The results of coronary Doppler flowmetry and intracoronary pressure measurement in patients with acute myocardial infarction

Coronary flow velocity		Coronary pressure	
CFR	1.85±0.44	FFR	0.91±0.09
bAPV (cm/sec)	18.4±6.9	bPG (mmHg)	5.4±5.0
hAPV (cm/sec)	33.6±14.0	hPG (mmHg)	8.1±7.1
mBP (mmHg)	93.0±19.4	mBP (mmHg)	90.9±19.4
HR (/min)	81±12	HR (/min)	82±12

*CFR : coronary flow reserve, FFR : fractional flow reserve, bAPV : basal average peak velocity, bPG : basal pressure gradient, hAPV : hyperemic average peak velocity, hPG : hyperemic pressure gradient, mBP : mean blood pressure, HR : heart rate

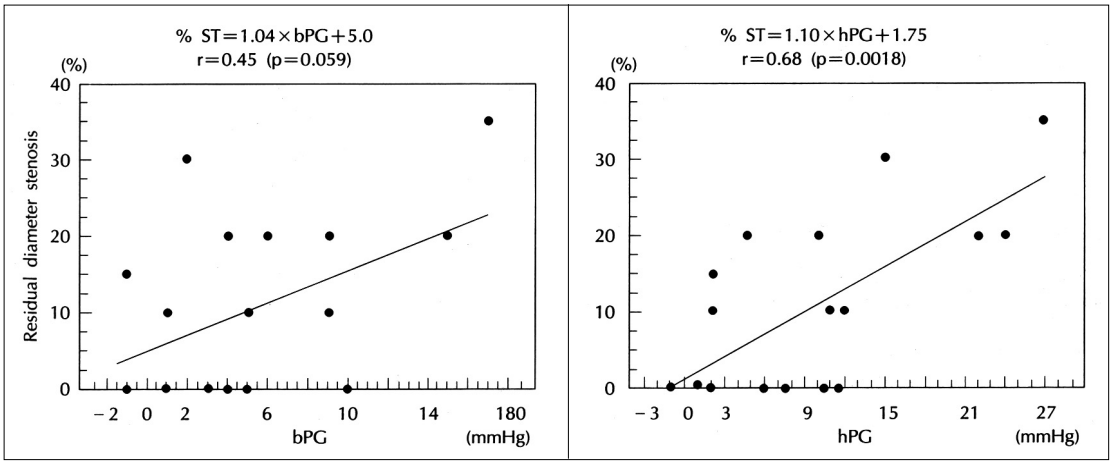

Fig. 1. Comparison of residual diameter stenosis with baseline pressure gradient (bPG) (left) and hyperemic pressure gradient (hPG) (right) after PTCA in acute myocardial infarction.

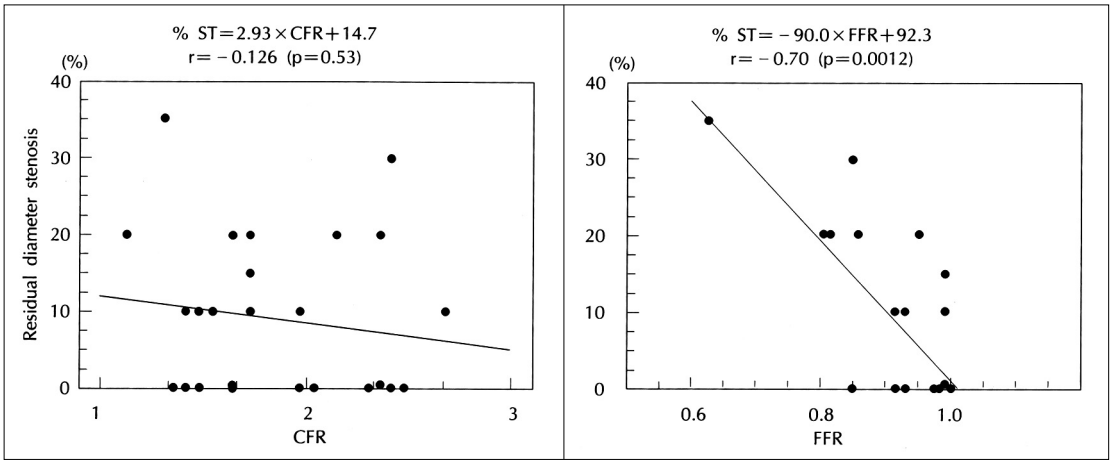

Fig. 2. Comparison of residual diameter stenosis with coronary flow reserve (CFR) (left) and fractional flow reserve (FFR) (right) after PTCA in acute myocardial infarction.

하며 최대압력구배(hPG)를 측정하였다. 기저압력구배 값을 adenosine 주입후의 최대압력구배 값으로 나눈 값인 FFR을 PTCA 시술 후에 측정하였다.

통계 처리

측정된 결과는 평균±표준오차(mean±standard error of mean)로 나타내었으며, 통계학적 분석은 윈도우용 SPSS를 이용하여 chi-square test, Student's t-test, 그리고 Pearson's correlation test를 적용하였고, 유의성 검정은 p값이 0.05 미만일 때로 하였다.

결 과

평균 혈류 속도, 관동맥 혈류 예비력 및 심근 분획 혈류 예비력

대상 환자 27예에서 관동맥 성형술을 시행한 이후 측정한 bAPV는 18.4±6.9 cm/sec, hAPV는 33.6±14.0 cm/sec, CFR은 1.85±0.44이었다. 이때의 평균 혈압은 93.9±19.4 mmHg, 심박수는 81±12/min이었다. bPG는 5.4±5.0 mmHg, hPG는 8.1±7.1 mmHg, FFR은 0.91±0.09이었으며 이때의 평균 혈압은 90.9±19.4 mmHg, 심박수는 82±12회/min였다(Table 3).

관동맥 조영술상의 관동맥 내경 잔여 협착 정도와 병변 전후의 압력차와의 관계

관동맥 내경 잔여 협착과 병변 전후의 bPG와는 상관계수가 r=0.45(p=0.059)로 유의한 상관 관계를 보이지 않았으나, hPG와는 r=0.68(p=0.0018)으로 잔여 협착과 유의한 상관 관계를 보였다(Fig. 1).

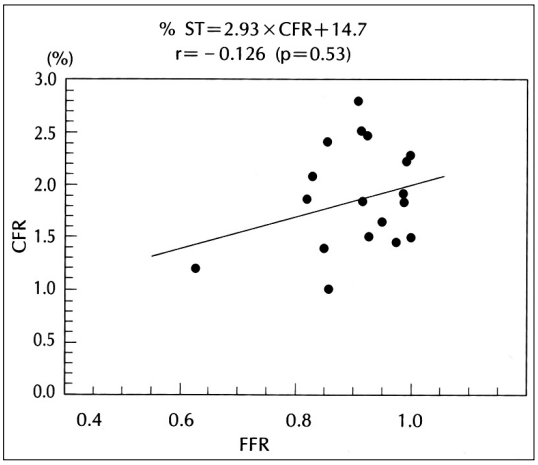

Fig. 3. Relation between fractional flow reserve (FFR) and coronary flow reserve (CFR) after PTCA in acute myocardial infarction.

동맥 조영술상의 관동맥 내경 잔여 협착 정도와 관동맥 혈류 예비력, 심근 분획 혈류 예비력과의 관계

관동맥 내경 잔여 협착과 CFR은 상관 계수가 r=-0.12(p=0.52)로 유의한 상관 관계를 보이지 않았으나, FFR은 상관 계수 r=0.7(p<0.01)으로 잔여 협착과 유의한 상관 관계를 보였다(Fig. 2).

관동맥 혈류 예비력과 심근 분획 혈류 예비력과의 상관 관계

관동맥 혈류 예비력은 상관 계수 r=0.29(p=0.25)로 심근 분획 혈류 예비력과 유의한 상관 관계를 보이지 않았다(Fig. 3).

고 찰

최근 들어 관동맥 조영술을 시행하는 동안 협착 부위 이후의 혈류 속도와 압력을 측정하여 관동맥 협착을 기능적으로 평가하려는 연구들이 발표되고 있다.[5-7]

이러한 기능적 평가의 한 방법으로 이용되고 있는 관상 혈류 예비력은 관동맥내에서 도플러를 이용한 혈류 속도를 측정하여 구할 수 있으며 협착된 부위를 통한 최대 혈류의 감소가 관상 혈류 예비력의 감소를 초래하므로 협착의 정도를 기능적으로 평가할 수 있는 지표가 될 수 있다고 알려져 있다. 일반적으로 혈관 단면적의 감소가 75%에 달하면 최대 확장시의 혈류량이 감소되는 기능적 이상이 시작된다고 한다.[4] 관상 혈류 예비력은 최대 확장시의 혈류량에 대한 안정시 혈류량의 비로서 이것은 최대 확장시 혈류 속도에 대한 안정시 혈류 속도의 비와 비례한다고 한다.[9] 관상 혈류 예비력의 정상 수치는 나이가 들어감에 따라 일반적으로 감소하며 사람에 따라 차이가 나는데 Zijlstra등[10]은 정상 관동맥을 가진 정상인에서의 관상 혈류 예비력은 3.4~6.5으로 그 평균치는 5.0이라고 보고하였다. 심외막 혈관에 국소 협착이 발생하면 와류성 에너지 손실에 의해 혈류량이 감소하고 이것을 보상하기 위해 미세 관상혈관이 확장되어 관상 혈류 예비력이 감소하게 되는데,[11] 정상 참고치의 70~75% 이하이면 유의한 협착을 시사한다고 알려져 있다.[12]

심근 분획 혈류예비력은 협착 원위부와 같은 관동맥 정상부위의 최대혈류량의 비를 의미하는 것으로 정맥의 압력을 0으로 가정했을 때 병변 전후의 압력의 차로서 측정할 수 있으므로 최대 관동맥 확장시 관동맥 근위부 압력에 대한 병변 원위부에서의 압력의 비로 계산될 수 있으며 관동맥 협착부위를 확장시켜 관동맥원위부의 압력을 증가시키면 혈류량의 증가를 가져오므로 심근 분획 혈류 예비력이 증가된다고 한다.[7][13][14]

본 연구의 급성 심근 경색증 환자 27명에서 경색 관동맥의 성공적인 재관류 이후 관상 혈류 예비력은 1.85±0.44이었으며, 관동맥 성형술 이후의 혈관 조영상의 잔여 협착과 비교한 결과, 상관 계수가 r=-0.12로 유의한 상관 관계를 보이지 않았다. 이는 심근 비후, 심근 경색, 혈관염등에 의해 미세 혈관이 손상을 받은 경우 손상된 미세 혈관에서는 혈관 확장제에 의한 반응이 감소하게 되어 관상 혈류 예비력이 감소하며, 미만성 혈관 질환이 있는 경우, 그 정도가 심할수록 잔여 협착과의 연관성이 감소하여 나타난 결과로 생각된다.[15][16] 이러한 미세혈관질환은 흔히 심근외막성 관동맥 질환과 동반되는데, 실제로 관동맥 중재술을 시행받은 반수의 환자에서 수일에서 수주 동안 일시적인 미세 혈관 기능 이상을 보이며, 이때 관상 혈류 예비력도 감소되었다는 보고가 있다.[17] 또한 대상 환자 25명 중 26%에서 당뇨병, 48%에서 고혈압, 30%의 흡연율을 가지고 있었고 혈중 중성 지방 및 콜레스테롤이 정상치를 넘어서는 소견을 보여 미만성 혈관 질환이 동반되었을 가능성을 배제할 수 없었고, 심근 경색으로 인해 미세 혈관이 손상을 받았을 가능성 그리고 관동맥 성형술 직후에 관상 혈류 예비력을 측정하였으므로 관동맥 중재술로 인한 미세 혈관에 이상을 초래되었을 가능성 등으로 관상 혈류 예비력이 예상보다 감소한 결과를 보였을 것으로 생각되며 관상 혈류 예비력과 잔여 협착과의 상관 관계가 적었을 것으로 생각된다.

McGinn등[18]은 정상 관동맥에서 심박동수가 증가함에 따라 관상 혈류 예비력이 점차 감소함을 보고하였는데 이것은 심박동수가 증가하면 기저 혈류가 증가하는데 반해 최대 혈류는 변동이 없기 때문이라고 하였으며 동시에 평균 동맥 혈압의 변화는 관상 혈류 예비력의 변화에 영향의 변동을 끼치지 않는다고 하였다. 본 연구에서도 관상 혈류 예비력의 측정시 심박동수가 81±12회/min으로 안정되어 있어 심박동수의 변화에 따른 관상 혈류 예비력의 영향은 무시할 수 있었으며 심근 분획 혈류 예비력의 측정시에도 심박동수는 82±12회/min으로 관상 혈류 예비력의 측정시와 차이가 없었다.

Pijls등[14]은 관동맥 병변이 있는 60명의 환자를 대상으로 시행한 연구에서 관동맥 성형술 시행 전후로 측정한 최대 혈류시 압력차는 44±16 mmHg에서 10±7 mmHg로 변화하여 압력차는 특히 혈압이 정상인 상태에서 의미있게 감소되었음을 보고한 바 있다. 관동맥 협착이 있는 환자에서 안정시에는 최소한의 병변 전후 압력차를 보이나 최대 혈류시에는 압력차가 의미있게 증

가한다고 알려져 있다. 초반기의 연구들에서는 병변 전후의 기저 압력차 자체가 관동맥 혈류에 영향을 끼치는 것으로 생각하였으나 최근에는 관동맥 혈류 및 심근 관류에 영향을 끼치는 것은 최대 혈류시 관동맥 압력차라고 생각되어지고 있다.[19)20)] 본 연구에서의 기저 압력차는 5.4±5.0 mmHg, 최대 혈류시 압력차는 8.1±7.1 mmHg로 최대혈류시의 압력차가 증가하였으며, 잔여 협착과 기저 압력차와는 상관 계수가 r=0.45로 유의한 상관 관계를 보이지 않았으나 최대 혈류시 압력차와는 상관 계수가 r=0.68로 유의한 상관 관계를 보여 주었다. 이러한 결과로 기저 압력차는 잔여 협착의 정도를 반영하지 못하나 최대 혈류시 압력차는 잔여 협착 정도를 반영하는 것으로 생각된다. 이는 허혈을 유발시키는 최대 혈류 상태에서 측정한 최대 압력차가 협착 정도를 반영하는 지표가 될 수 있음을 보여준다.

심근 분획 혈류 예비력은 정상 관동맥의 정상인을 대상으로 시행한 연구에서 0.98±0.03이었으며 이러한 정의에 의하면 정상은 1.0 정도이며 관동맥에 협착이 있을 때는 압력과 혈류량이 감소하여 결국 심근 분획 혈류 예비력의 감소를 가져올 수 있는데 0.74 이하에서 기능적으로 중요한 관동맥 협착을 의미하므로 이를 관동맥 중재술 적응의 지표로 이용될 수 있다는 보고도 있다.[14)] Pijls등[21)]에 의하면 혈관 조영술상 관동맥의 중등도의 협착을 보이면서 심근 분획 혈류 예비력이 0.74 미만이고 비관혈적검사상에서 양성이었던 환자에서 관동맥 성형술 이후 심근 분획 혈류 예비력은 모두 0.74 이상으로 의미있게 증가되었다고 보고하였으며 이때 재시행한 비관혈적 검사가 음성으로 바뀌어 기능적인 협착이 남아있지 않다는 것을 보여 주었다. 또한 단일 관동맥 협착증 환자에서의 관동맥 성형술 전후의 심근 분획 혈류 예비력은 0.53±0.15에서 0.88±0.07로 의미있게 증가하였으며 이때 기능적인 협착의 유무를 평가하는 심근 분획 혈류 예비력 값의 분별치는 0.74로 시사하였다.[14)] 본 연구에서도 관동맥 성형술후 심근 분획 혈류 예비력은 0.91±0.09이었으며 이때 잔여 협착은 90±19%에서 9±10%으로 감소하였고 잔여 협착과 심근 분획 혈류 예비력의 상관계수는 r=-0.70로 유의한 상관 관계를 보여주었다. 관동맥성형술 시행후 시술의 적정 여부를 판단하는 방법으로 지금까지 관동맥조영술이 가장 많이 사용되어 왔으나 검사방법상의 제한점으로 판단이 어렵게 되는 경우가 있어 관동맥의 협착을 기능적인 검사방법으로 판단하는 방법인 Doppler flowmetry를 이용한 CFR 측정과 혈압측정 유도철선을 이용한 FFR 측정은 PTCA의 적정여부를 판단하는데 도움을 줄 수 있다고 알려져 있다.[22)23)]

본 연구의 제한점은 먼저 제한된 환자를 대상으로 하여 대상환자가 적었다는 점과 경색발생 초기에 재관류요법을 실시하여 초기에 재관류가 되었던 환자가 있었던 반면 초기에 재관류요법 적응이 안되어 경색발현 평균 5일째 재관류를 실시하였던 환자가 있어 관동맥 완전폐쇄 후 충분한 재관류가 이루어지기까지 관동맥 협착의 정도가 달라 도플러검사에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 재관류 직후의 도플러혈류가 감소되는 것을 최소화하기 위해 성공적인 재관류를 시행한 후 최소 15분이 경과한 후에 도플러 지표를 측정하였으나 시간 경과에 따른 도플러혈류의 변화가 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 급성 심근 경색증 환자에서 성공적인 중재술 시행후 관상 혈류 예비력과 기저 병변 전후 압력차는 관동맥 조영술상의 잔여 협착의 내경과 관련성을 보이지 않았으나, 심근 분획 혈류 예비력과 최대 병변 전후 압력차는 유의한 상관 관계가 있음을 알 수 있었다. 이와 같이 FFR은 관동맥조영술상의 잔여협착 결과와도 잘 일치하는 것으로 보아 향후 심근 분획 혈류 예비력의 임상적 효용성높을 것으로 생각되어 이에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경 및 목적 :

관동맥 혈류 예비력은 급성 심근 경색증에서 관혈적 재관류 치료 후에도 감소하는 반면, 심근 분획 혈류 예비력은 측정 당시 여러 혈역학적 변수나 미세혈관 기능 장애에 거의 영향을 받지 않는다고 알려져 있으나, 이에 대한 연구는 아직 잘 알려져 있지 않다. 이에 저자등은 심근 경색증 환자에서 관동맥성형술 후 관동맥조영술 상의 경색관련동맥의 잔여협착 정도와 FFR 및 CFR과의 관계를 알아보고, FFR과 CFR과의 상관성을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법 :

대상 환자는 총 27명으로 남자가 20명, 여자가 7명이었으며 평균 나이는 56±12세였고 내원 당시 전형적인 급성 심근 경색 증상을 보였다. 25명의 환자에서 관

동맥 성형술 및 혈전용해제 투여 등의 시술을 하였으며 나머지 2명의 환자에서 자연 재관류가 관찰되어 관혈적 재관류 시술을 시행하지 않았다. 대상 환자 모두에서 관혈적 재관류 시술후 심근 분획 혈류 예비력, 관동맥 혈류 예비력, 병변 전후의 압력차를 구하였다. 심근 분획 혈류 예비력은 압력 도선을 이용하여 관동맥내 adenosine 주입후 유도 도관을 이용한 관동맥 근위부 압력에 대한 병변 원위부에서의 최저 압력의 비로 구하였고 병변 전후의 압력차는 관동맥 근위부 압력과 병변 원위부의 압력의 차로 측정하였다. 관동맥 혈류 예비력은 도플러 도선을 이용하여 병변 원위부에서의 기저 평균 혈류 속도에 대한 관동맥내 adenosine 주입후 최대 평균 혈류 속도의 비로 구하였다.

결 과 :

1) 시술후 관동맥 혈류 예비력은 1.85±0.44, 심근 분획 혈류 예비력은 0.91±0.09이었다.

2) 관동맥 혈류 예비력과 병변 전후의 압력차는 상관계수가 각각 r=-0.12(p=0.52), r=0.45(p=0.059)로 잔여 협착과 유의한 상관 관계를 보이지 않았으며 심근 분획 혈류 예비력은 상관계수 r=0.7(p<0.01)로 잔여 협착과 유의한 상관 관계를 보였다.

3) 관동맥 혈류 예비력은 상관 계수 r=0.29(p=0.25)로 심근 분획 혈류 예비력과 유의한 상관 관계를 보이지 않았다.

결 론 :

급성 심근 경색증 환자에서 성공적인 중재술 시행후 관상 혈류 예비력과 기저 병변 전후 압력차는 관동맥 조영술상의 잔여 협착의 내경과 관련성을 보이지 않았으나, 심근 분획 혈류 예비력과 최대 병변 전후 압력차는 유의한 상관 관계가 있음을 알 수 있었다.

중심 단어 : 심근 분획 혈류 예비력 · 관상 혈류 예비력 · 관동맥 풍선성형술 · 급성심근경색증.

■ **감사문**

본 연구의 진행에 있어 많은 도움을 주신 심도자검사팀(사공승엽, 김지수, 박주영)에게 깊은 감사를 드립니다.

본 논문의 요지는 1997년도 추계순환기 학술대회에서 발표되었음.

REFERENCES

1) Haase J, Di Mario C, Slager CJ, van der Giessen WJ, den Boer A, de Feyter PJ, *et al. In vitro validation of on-line and off-line geometric coronary measurement using insertion of stenosis phantoms in porcine coronary arteries. Cathet Cardiovasc Diagn 1992;27:16-27.*
2) Klocke FJ. *Cognition in the era of technology 'seeing the shades of gray'. J Am Coll Cardiol 1990;16:763-9.*
3) White CW, Wright CB, Doty DB, Hiratza LF, Eastham CL, Harrison DG, *et al. Does visual interpretation of the coronary arteriogram predict the physiological importance of a coronary stenosis? N Engl J Med 1984;310:819-24.*
4) Wilson RF. *Assessment of the human coronary circulation using a Doppler catheter. Am J Cardiol 1991;67:44-56.*
5) Doucette JW, Douglas Corl P, Payne HP, Flynn AE, Goto M, Nassi M, Segal J. *Validation of a Doppler guide wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity. Circulation 1992;85:1899-911.*
6) Emanuelsson H, Dohnal M, Lamm C, Tenerz L. *Initial experiences with a miniaturized pressure transducer during coronary angioplasty. Cathet Cardiovasc Diagn 1991;24: 137-43.*
7) De Bruyne B, Baudhuin T, Melin JA, Pijls NHJ, Sys SU, Bol A, *et al. Coronary flow reserve calculated from pressure measurements in humans: Validation with positron emission tomography. Circulation. 1994;89:1013-22.*
8) De Bruyne B, Bartunek J, Sys SU, Pijls NHJ, Heyndrickx GR, Wijns W. *Simultaneous coronary pressure and flow velocity measurements in humans: Feasibility, reproducibility, and hemodynamic dependence of coronary flow velocity reserve, hyperemic flow versus pressure slope index, and fractional flow reserve. Circulation 1996;94:1842-9.*
9) Wilson RF, Laughlin DE, Ackell PH, Chilian WM, Holida MD, Hartley CJ, *et al. Transluminal, subselective measurement of coronary artery blood flow velocity and vasodilator reserve in man. Circulation 1985;72:82-92.*
10) Zijlstra F, Reiber JC, Juilliere Y, Serruys PW. *Normalization of coronary flow reserve by percutaneous transluminal coronary angioplasty. Am J Cardiol 1988;61:55-60.*
11) Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW. *Physiologic basis for assessing critical coronary stenosis: Instantaneous flow response and regional distribution during coronary hyperemia as measures of coronary flow reserve. Am J Cardiol 1974;33:87-94.*
12) Wilson RF. *Assessment of the human coronary circulation using a Doppler catheter. Am J Cardiol 1991;67:44-56.*
13) Wilson RF, Wyche B, Christensen BV, Zimmer S, Laxson DD. *Effects of adenosine on human coronary arterial circulation. Circulation 1990;82:1595-606.*
14) Pijls NHJ, Gelder BV, Voort PVD, Peels K, Bracke FALE, Bonnier HJRM, *et al. Fractional flow reserve: A useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow. Circulation 1995;92:3183-93.*
15) Wilson RF, Marcus ML, White CW. *Prediction of the physiologic significance of coronary arterial lesions by quantitative lesion geometry in patients with limited coronary artery disease. Circulation 1987;75:723-32.*
16) Brush JE, Cannon RO, Schenke WH, Bonow RO, Leon MB, Maron BJ, *et al. Angina due to coronary microvascular disease in hypertensive patients without left ventricular hypertrophy. N Engl J Med 1988;319:1302-7.*

17) Wilson RF, Marcus ML, Aylward PE, Talman CL, White CW. *The effect of coronary angioplasty on coronary flow reserve. Circulation 1991;83:412-21.*
18) McGinn AL, White CW, Wilson RF. *Interstudy variability of coronary flow reserve: Influence of heart rate, arterial pressure, and ventricular preload. Circulation 1990; 81:1319-30.*
19) Rothman MT, Baim DS, Simpson JB, Harrison DC. *Coronary hemodynamics during PTCA. Am J Cardiol 1982; 49:1615-22.*
20) Choksi SK, Meyers S, Abi-Mansour P. *Percutaneous transluminal coronary angioplasty: Ten year's experience. Prog Cardiovasc Dis 1987;30:147-210.*
21) Pijls NHJ, de Bruyne B, Peels K, van der Voort PH, Bonnier HJRM, Bartunek J, *et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. N Engl J Med 1996;334:1703-8.*
22) Mancini GBJ, Gillem MJ, DeBoe SF, Ballagher KP. *The diastolic hyperemic flow vs pressure relation: A new index of coronary stenosis severity and flow reserve. Circulation 1989;80:941.*
23) Hodgson JM, Reinert S, Most AS, Williams DO. *Prediction of long-term clinical outcome with final translesional pressure gradient during coronary angioplasty. Circulation 1986;74:563*