

관동맥 협착부위에 있어서의 관상동맥 혈류 유형*

동아대학교 의과대학 내과학교실

김무현 · 양창호 · 김병수 · 이 혁 · 도현국 · 김영대 · 김종성

= Abstract =

Coronary Flow Patterns in the Coronary Artery Narrowings*

Moo Hyun Kim, M.D., Chang Ho Yang, M.D., Byung Soo Kim, M.D.,

Hyuk Lee, M.D., Hyun Kuk Dho, M.D.,

Young Dae Kim, M.D., Jong Seong Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Dong-A University, Pusan, Korea

Background : Coronary blood flow shows phasic and diastolic dominant flow pattern in normal coronary artery, which can be changed in coronary artery stenosis. We measured and analysed coronary blood flow velocity by Doppler-tipped guidewire to clarify the change of flow pattern in the proximal and distal segments of coronary narrowings.

Methods : Coronary flow velocity were measured by 0.018 or 0.014 inch Doppler-tipped guidewire in 14 patients, 17 sites(LCS 11, RCA 6) in the proximal and distal segment of coronary narrowings during coronary angiography or coronary angioplasty after bolus intracoronary infusion of 20 μ g nitroglycerine. Coronary flow reserve also measured after adenosine intracoronary infusion(LCA 12 μ g, RCA 6 μ g). Percent stenosis of coronary artery was measured by digital caliper in 2 different projections and averaged.

Results :

1) There was no significant correlation between percent stenosis and proximal distal velocity ratio(P/D) ratio($r=0.56$, $p>0.05$).

2) Average peak velocity(APV, cm/sec) and diastolic systolic velocity ratio(DSVR) showed 42, 17 and 2.1, 1.4 in left and right coronary artery, respectively($p<0.01$) Distal APV was significantly lower than proximal APV($p<0.01$) but DSVR showed no significant difference($p>0.01$).

3) Coronary flow reserve(CFR) was significantly lower in significant coronary stenotic patients compared to insignificant stenotic patients(1.8 vs 3.6, $p<0.01$).

Conclusion : Coronary flow velocity measurement by Doppler tipped guidewire gave us physiologic information. We think it could be used as an important tool to assess the significance of the intermediate coronary narrowings and the effect of coronary angioplasty.

KEY WORDS : Coronary artery stenosis · Doppler-tipped guidewire · Coronary flow reserve.

*본 논문의 요지는 1994년 추계 순환기학회에서 발표되었음.

서 론

관상동맥의 혈류 유형은 좌우관상동맥에서 서로 다른 위상성 혈류 유형(phasic flow pattern)을 취하고 관동맥 협착이 있을 경우 이러한 유형이 변화한다고 알려져 있다¹⁻³⁾. 실험 동물에 있어서 관동맥협착의 정도와 관동맥혈류나 관동맥혈류예비능과 같은 생리학적인 지표(physiologic parameters)^{3,4)}와는 그 연관성이 증명되었으나 인체내에서는 심근관류스캔이나 관동맥 혈류 예비능, 협착전후의 압력차 등의 지표와 연관성이 뚜렷하지 않았다^{5,7)}. 인체내에서 이러한 직접적인 정보를 얻기 위해 근래 혈관내 도플러 카테터(Doppler catheter)나 도플러 유도철심(Doppler-tipped guidewire, 이하 도플러 와이어)을 이용해 관상동맥의 혈류 측정을 많이 하고 있는데, 도플러 카테터는 비교적 내경이 굵어 중정도 이상의 협착시 협착원위부의 혈류 속도나 혈류예비능 등의 정보제공이 힘들지만⁸⁾ 도플러 와이어는 심한 협착이 있는 경우에도 여러가지 정보를 제공할 수 있고, 관상동맥풍선확장술에도 사용할 수 있다^{9,10)}. 저자 등은 관상동맥 조영술중 또는 관상동맥풍선확장술중 도플러 와이어를 이용해 협착된 관상동맥 근위 또는 원위부의 혈류 및 관동맥 예비능을 측정하여 이를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

대상환자는 1994년 5월부터 9월까지 흉통 또는 관상동맥질환에 대한 검사를 위해 내원한 환자중 관상동맥 조영술상 협착이 관찰되어 도플러 와이어를 이용하여 혈류를 측정했던 14명(남 10, 여 4)을 대상으로 하였다. 평균 연령은 56세였고 협착의 정도는 20~90%였다.

관동맥 혈류 측정은 17부위에서 실시하였는데 좌관동맥이 11례(좌전하행지 8례, 좌회선지 3례) 우관동맥이 6례였다. 그중 유의한 협착부위(관동맥 조영상 $\geq 50\%$) 10부위였고 유의하지 않은 협착은 7부위였다(Table 1).

2. 방 법

1) 측정항목

관상동맥 조영술 시행도중 또는 풍선확장시술중 0.

018 또는 0.014인치 Doppler-tipped guidewire(상품명 Flowire, Cardiometrics사)를 이용하여 관동맥 협착부위(협착정도 20~90%)의 근위부 및 원위부에서 혈류 측정을 시행하여 APV(average peak velocity, cm/sec)와 DSVR(diastolic systolic velocity ratio), P/D(proximal to distal velocity) ratio 및 관동맥 혈류 예비능(coronary flow reserve; 이하 CFR)을 관찰하였다(Fig. 1, 2). 검사시 사용도관은 7F or 8F 진단용 또는 유도도관(guiding catheter)을 사용하였고 검사직전 헤

Table 1. Clinical characteristics of study patients

Number of patients : 14
Mean age : 56
M/F : 10/4
Percent stenosis : 20-90%
Clinical syndrome
Stable angina(n=4)
Unstable angina(n=4)
Acute myocardial infarction(n=5)
Normal(n=1)
Measured site(n=17)
LAD(n=8)
LCX(n=3)
RCA(n=6)
Significant stenosis(n=10)
Insignificant stenosis(n=7)

LAD=left anterior descending artery

LCX=left circumflex artery

RCA=right coronary artery

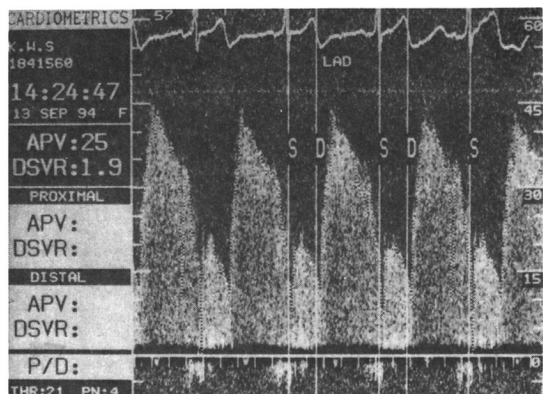


Fig. 1. Diastolic dominant flow pattern in the proximal segment of moderately stenotic(70%) left coronary artery. APV=average peak velocity. DSVR=diastolic systolic velocity ratio. S=systole. D=diastole.

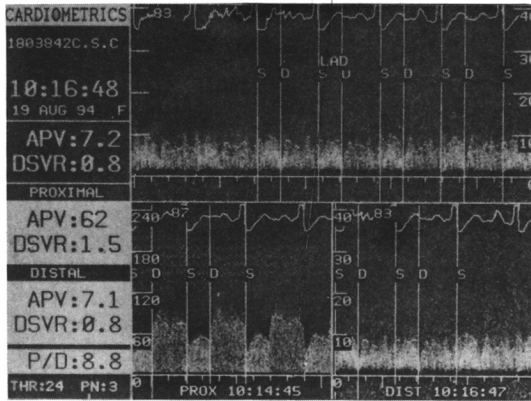


Fig. 2. Measurement of P/D ratio in severely stenotic left coronary artery(90% diameter stenosis). In this patient proximal APV was elevated(lower left), but distal APV showed marked reduction and no diastolic dominant flow pattern(lower right). P/D=proximal distal velocity ratio. Other abbreviations=same as Fig. 1.

파린 5000단위를 동맥내 주입하였다.

2) 혈류 예비능의 측정

관상동맥 예비능의 측정을 위해서 adenosine을 관동맥내로 bolus로 주입하였으며(좌관동맥 12μg, 우관동맥 6μg), adenosine 주입으로 인한 심외막혈관(epicardial artery)의 혈관 확장 효과에 의한 혈류 증가를 배제하기 위해 nitroglycerine 200μg을 혈류

측정 시작전에 관동맥에 주입하였다. CFR은 기저상태의 평균 혈류 속도(APV at basal state)에 대한 adenosine 주입 후의 평균 혈류속도(APV after adenosine infusion)의 비로서 산출하였다. CFR은 가능한 협착 근위부 및 원위부에서 측정하려고 노력하였으며 17부위중 근위부의 CFR측정은 11부위, 원위부는 6부위에서 측정하였다. 2례에서는 PTCA후에도 측정하였다(Table 2).

3) 근위 원위부의 혈류비(P/D ratio)

이는 근위부의 평균 혈류 속도(APV at proximal site)와 원위부의 평균 혈류 속도(APV at distal site)의 비로써 산출하였으며(Fig. 2) 2~3회 측정하여 적절한 혈류 측정이 되었다고 생각되는 수치를 선택하였다.

4) 풍선 확장술 전후의 혈류 측정

6례의 환자에서는 관상동맥 풍선 확장 전후에 P/D ratio를 측정하였고 그중 2례에서는 CFR을 동시에 측정하였다.

5) 협착 정도의 측정

관상동맥 조영술상의 협착 정도는 Targano 투사기(projector)에 비친 관동맥 영상을 electronic caliper (Mitutoyo사)로 상반된 2개의 사위(projection)에서 측정하여 평균을 구하였고 50% 이상 협착시 유의한 것으로 간주하였다.

Table 2. Coronary flow data from stenotic left coronary artery

Case	Site	Proximal		Distal		P/D	S%	Reserve		Post-PTCA	
		APV	DSVR	APV	DSVR			P	D	P	P/D
1	LAD	24	2.8	9	1.4	2.4	34	3.7			
2	LAD	36	4.1	25	3.2	1.5	39	1.5	1.4		
3	LAD	67	1.5	39	1.2	1.7	54				
4	LAD	22	1.4	11	2.0	2.0	59	2.4	1.7	2	1.7
5	LAD	53	3.2	17	1.3	3.2	64	1.5	1.1		1.9
6	LAD	19	1.4	13	1.4	1.5	67	2.0	1.8		1.2
7	LAD	77	2.1	41	4.3	1.9	83				5.4
8	LAD	63	1.5	7	0.8	8.8	90	1.2	1.2		
9	LAD	22	1.5	22	1.5	1.0	21	3.1			
10	LCX	42	2.4	25	1.4	1.7	57				
11	LCX	42	1.3	24	2.1	1.8	74				
Mean		42	2.1	21	1.9	2.5	58				

APV=average peak velocity(cm/sec). DSVR=diastolic systolic velocity ratio. P/D=proximal to distal velocity ratio.

S%=percent stenosis. P=proximal. D=distal.

LAD=left anterior descending artery. LCX=left circumflex artery.

Table 3. Coronary flow data from stenotic right coronary artery

Case	Proximal		Distal		P/D	S %	Reserve		Post-PTCA		
	APV	DSVR	APV	DSVR			P	D	P	D	P/D
1	9	1.8	9	1.7	1.0	25	5.4				
2	13	1.1	13	1.1	1.0	26	3.7				
3	17	2.5	15	2.3	1.1	31	4.2				
4	34	1.1	23	0.9	1.7	43					
5	17	0.8	14	0.9	1.2	52					
6	13	1.1	8	2.3	1.7	66	2.0	1.5	2.0	2.0	1.5
Mean	17	1.4	14	1.5	1.3	41					

*abbreviation : same as table 2

6) 통계적 분석

근위원위부의 혈류 및 좌우 관동맥의 혈류 비교는 paired t-test를 이용하였고, CFR의 비교는 Wilcoxon's rank sum test를 이용하여 p value 0.05 이하일때 유의한 것으로 하였다. 관동맥 협착과 P/D ratio와의 상관 관계는 회귀분석(logistic regression analysis)을 이용하였다.

결 과

1. 협착 정도와 근위원위부 혈류비(P/D ratio)와의 상관 관계(Fig. 3)

Caliper로 측정한 협착 정도와 P/D ratio간에는 상관계수 0.56이었으나 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$).

2. 좌우 관동맥간의 혈류 유형(Table 2, 3)

좌우관동맥의 협착 근위부에서의 혈류 유형은 APV가 각각 42, 17cm/sec로서 유의한 차이가 있었고

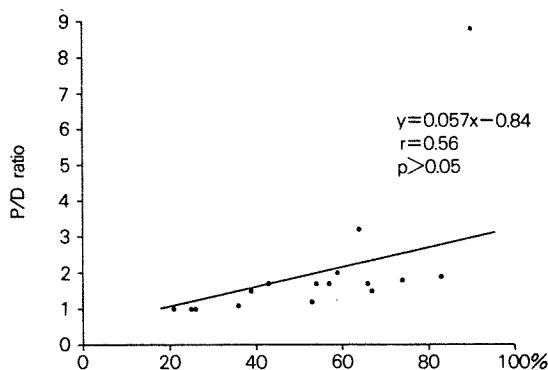


Fig. 3. Correlation between P/D ratio and Percent Stenosis.

($p<0.01$), DSVR도 2.1, 1.4로서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

3. 좌관동맥에서 근위부와 원위부사이의 혈류 유형 (Table 2, 3)

좌관동맥 근위부와 원위부의 APV는 각각 42, 21 cm/sec로 유의한 차이를 보였으나($p<0.01$) DSVR은 2.1, 1.9로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

4. 협착관동맥에 있어서의 관동맥 혈류 예비능 (CFR)

관동맥 협착근위부에 있어서 CFR은 유의한 협착 (\geq 관동맥 조영상 50% 협착) 환자($n=6$)에서 1.8로 비유의성 협착부($n=5$)의 3.6보다 유의하게 낮았다($p<0.01$, Fig. 4). 또한 협착 근위부 및 원위부에서 동시에 CFR을 측정했던 6례의 경우 근위부 평균 CFR은 1.77로서 원위부의 1.45보다 다소 높았으나 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$, Table 2, 3).

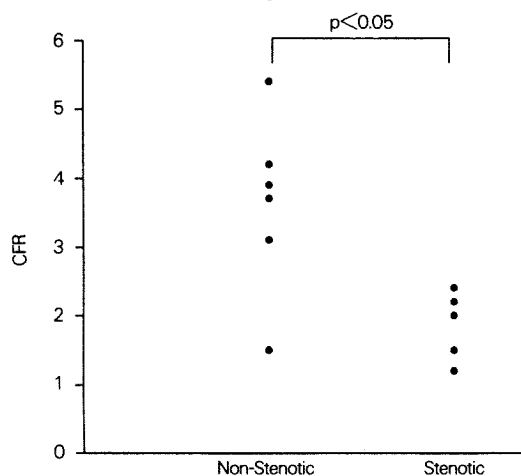


Fig. 4. Coronary flow reserve in the stenotic and nonstenotic patients.

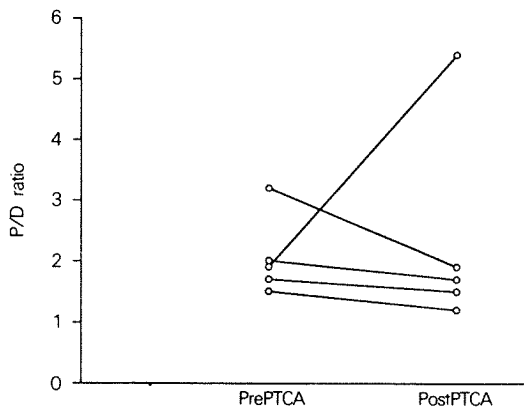


Fig. 5. Proximal to distal velocity ratio before and after PTCA.

5. 풍선 확장술 전후의 혈류 변화

풍선확장술을 시행한 6례중 5례에서는 P/D ratio가 감소하고 원위부의 평균 혈류 속도가 증가하였으나 1례에서는 감소하였다(Fig. 5). 2례에서는 CFR을 PTCA시행 전후 측정하였는데 전후의 측정치는 유사하였다(Table 2, 3).

고 안

관상동맥의 혈류는 1930년대 Wigger등^{1,11)}에 의해 좌관동맥의 이완기우위형(diastolic dominant pattern) 및 위상성혈류유형(phasic flow pattern)이 인지되었고(Fig. 1) Gregg등²⁾에 의해서는 우관동맥의 경우 수축기의 혈류속도가 이완기와 같거나 높다고 하였다. 관동맥혈류 유형에 영향을 미치는 인자로는 첫째, 심박수(heart rate)나 전부하(preload)로 이를 증가시키면 안정시 혈류량이 증가되면서 관동맥혈류 예비량은 감소한다고 하였다^{12,13)}, 둘째, 대동맥 협착이 있을 경우 수축기때 비정상적인 혈류의 역류(abnormal reverse flow)가 관찰되고 확장기때 완만한 가속 및 급격한 감속류(ystolic dominant pattern)을 취한다¹⁵⁾. 세째로는 관상동맥협착으로 심한 협착이 있는 경우 협착원위부의 혈류속도가 감소하고 이완기 우위의 혈류 유형이 소실되게 되는데(Fig. 2) 이때 협착부위에서 측정한 근위원위부 혈류속도비는 관상동맥조영상 중정도의(intermediate) 협착부에 있어서 혈역학적인 유의성을 판정할 수 있는 도구로 사용되고 또한 성공적인 풍선확장후 혈류 개선의 지표로 사용될 수 있다¹⁶⁾.

Doppler catheter를 이용한 continuity equation에 의하면 협착부의 혈류 속도와 협착 정도와 잘 일치하는 것으로 보고되고 있으나^{17,18)} Doppler catheter는 최소외경이 3F(1mm)로서 비교적 커서 심한 협착이나 원위부의 혈류측정에는 어려움이 있었다. 도플러 와이어는 길이 175cm, 내경이 0.014 inch나 0.018 inch로서 단면적(cross sectional area)은 0.016mm²이고 1mm 카테터의 21%정도인데 이는 심한 협착부위에서도 혈류측정이 가능하고 풍선확장용 유도철심과 동일한 규격으로서 풍선확장술 시행시도 사용할 수 있다. 관동맥 협착부위(intrastentotic lesion)에서의 혈류 측정은 힘들기 때문에 보통 근위원위부혈류비(P/D ratio)나 압력차(pressure gradient)를 이용하여 P/D ratio 1.7이상이고 압력 차가 30mmHg이상일 때 유의한 협착으로 간주한다¹⁹⁾. Table 1의 case 8은 좌전하행지에 90% 협착을 보이는 환자로 P/D ratio는 8.8이고 수축기와 이완기간의 혈류치가 관찰되지 않고 있다(Fig. 2). 본 연구에서 20~90%에 이르는 다양한 협착 정도에 환자에서 P/D ratio와 협착정도간에는 유의한 상관관계가 없었다(Fig. 3). 이는 혈관조영상의 협착 정도와 혈역학적 유의성과는 흔히 일치하지 않는다는 점을 나타낸다고 할 수 있거나, 관동맥혈류예비능과 마찬가지로 직선적인 분포가 아닌 곡선적 분포를 의미할 수가 있겠다²⁰⁾.

관상동맥의 혈류유형은 좌우관상동맥에서 다른 것이 밝혀져 있는데^{1,2)} Ofili등은⁸⁾ 도플러 와이어를 측정된 정상관동맥의 혈류속도는 좌관동맥이 30cm/sec이고 우관동맥이 15~20%정도 낮게 측정되고 이완수축기 혈류비로 좌관동맥의 경우 평균 2.0이고 협착이 없는 경우 모두 1.5 이상의 값을 취한다고 하였다. McGinn등은¹²⁾ 도플러 카테터로 측정된 정상관동맥의 혈류 속도가 20cm/sec정도, Kern등²¹⁾ Judkins형 카테터로 측정된 혈류 속도는 정상 및 관동맥군에서 30cm/sec 전후로 보고하고 있다. 본 연구에서 좌관동맥의 평균 혈류속도는 42cm/sec, 우관동맥은 17cm/sec로 좌관동맥은 이들 보고보다 높고 우관동맥은 낮은 측정치를 보였다. 이는 좌관동맥 혈류를 측정된 몇몇 환자에서 급성심근경색증이나 불안정성 협심증으로 인해 지속적으로 주입했던 isosorbide dinitrate의 효과이거나²²⁾ 심박수 또는 전부하 등의 영향일 수가 있겠다¹²⁾. 우관동맥의 경우 관동맥의 굴곡이나 도플러 와이어의 재생 등으로 인해

낮게 측정(underestimation)되었을 가능성이 있으나 증례를 추가하여 검토할 필요가 있을 것으로 생각된다. 수축기 이완기 혈류비는 2.1, 1.4로서 Offili등의 보고와⁸⁾ 유사한 결과였다.

관상동맥의 혈류 예비능은 고혈압이나 심근 경색증, 좌심실비대 및 당뇨병자 등에서 감소되는 것으로 알려져 있고^{23,24)} 관상동맥 협착에 있어서는 그 원위부 뿐만 아니라 근위부에서도 저하되는 것으로 알려져 있다²⁵⁾. 이렇게 혈류 예비능이 감소하는 이유는 관상동맥심외막의 협착(epicardial coronary artery narrowing)으로 인한 혈류 감소를 보상하기 위해 미세 혈관들이 이미 확장되어 있기 때문에 adenosine이나 papaverine같은 미세혈관 확장제 투여후 혈류의 증가가 뚜렷하지 않음을 나타낸다고 할 수 있다. 이러한 관동맥 혈류 예비능의 관찰은 심외막관상동맥의 확장에 의한 혈류 증가 효과를 반영하지 않게 하고 카테터나 도플러 와이어에 의한 경련 방지를 위해 nitroglycerine을 전처치하는 것이 중요하다 할 것이다²⁶⁾. 본 연구에서는 유의한 협착군(\geq 관동맥조영상 50%)에서 CFR은 1.8로써 비유의성 협착군의 3.6보다 낮았고(Fig. 4), 또한 근위부와 원위부에서 동시에 측정했던 6례의 경우 근위부의 평균 CFR은 1.77로써 원위부의 1.45보다는 높았으나 이는 Fig. 2의 비유의성 협착군보다 저하된 소견을 나타내었다. 이는 협착부위 근위부에서의 CFR로도 원위부의 CFR에 대한 간접적 지표가 될 수 있음을 암시한다. 그러나 Segal등²⁵⁾이 측정한 1.6, 1.5에 비하면 다소 차이가 나는 편인데 이는 대상 환자가 적고 협착정도가 다르기 때문으로 생각된다. 또한 측정 당시 도플러 와이어 위치가 항상 일정 지점에 위치시키기가 어려운 문제점도 차이의 원인으로 생각된다. 또한 Table 1의 case 4와 Table 2의 case 6과 같이 풍선확장전후 측정한 CFR은 큰 차이가 없음을 볼 수 있다. Wilson등²⁷⁾은 이러한 CFR의 변화가 풍선확장후 서서히 회복됨을 보고했고, 본 연구에서도 PTCA 직후 측정한 CFR의 무변화는 이들과 일치되는 결과라 하겠다. Kern등은²⁸⁾ 이러한 CFR의 감소가 최대혈류속도의 감소라기 보다는 풍선시술후 안정상태 혈류의 증가 때문으로 생각하고 있는데 이는 풍선확장후의 대상성충혈(reactive hyperemia)의 결과로 해석할 수 있고 풍선확장후 CFR을 측정하는 시점이 영향을 미칠 수 있다 하겠다.

관동맥 풍선확장의 효과 평가나 monitoring, 급

성폐쇄 등의 합병증 예측에도 도플러 와이어가 이용되고 있다^{29,30)}. Offili등³¹⁾은 풍선확장술후 원위부의 APV뿐만 아니라 근위부의 APV로 증가됨을 보고하고 있는데 풍선확장후의 대상성충혈의 결과로 생각된다. 본 증례에서 6례중 5례에서 풍선확장후 원위부 혈류 증가 및 P/D ratio의 감소가 관찰되었으나 뚜렷하지는 않았고(Fig. 5) 또 증례 7의 경우 P/D ratio가 오히려 증가된 것을 관찰할 수 있었는데(Table 2), 이는 도플러 와이어가 풍선확장후 적절한 위치를 찾지 못했거나 풍선확장후 생긴 와이어의 굴곡으로 인한 것으로 생각되며, 혈관 조영상 인지되지 못한 해리(dissection)의 가능성도 생각할 수 있다. 이에 관한 자료는 증례를 추가해서 다시 분석해 볼 필요가 있으리라 생각된다.

본 연구의 제한점

본 연구의 몇가지 제한점을 지적하고자 한다.

첫째, 본연구는 도플러와이어에 대한 초기 성적으로서 대상 환자의 이질성이 문제가 된다. 즉 관동맥 협착환자중에서는 심근 경색이나 불안정성 협심증 환자가 있었으며 이들 환자에서 지속적으로 투여한 nitroglycerine이 혈류나 혈류 예비능에 어느 정도 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 또한 고혈압이 있는 경우 CFR에 영향을 미칠 수 있다. 둘째, Doppler 신호의 질적인 문제이다. 현재 국내 사정상 도플러와이어를 재사용할 수 밖에 없고 이에 따라 예민한 신호를 얻을 수 없는 경우가 있다. 셋째, 도플러와이어에 대한 혈류 측정은 상당한 인내력과 관동맥 혈류 변화를 초래할 수 있는 인자에 대한 지식이 필요하다 하겠다. 즉 환자가 긴장할 경우 혈압과 맥박이 증가하고 이러한 인자에 의해 혈류 예비능이 낮게 측정될 수가 있다. 또한 관동맥내로 투여한 adenosine의 경우 카테터내나 Y adapter등으로 어느 정도의 약물이 남아 있을 수 있으므로 2회씩 측정하기 하였으나 때로 최대충혈상태(maximal hyperemic state)에 도달하지 못했을 가능성도 있다. 따라서 저자 등은 근래 adenosine의 관동맥내 주입을 12~18 μ g으로 증량하여 사용하고 있다.

요 약

배 경 :

관상동맥협착 환자에 있어서 근위부 및 원위부에

서의 혈류 속도, 유형 및 관동맥 혈류 예비능을 관찰하여 이들은 혈류유형을 비교 분석하고자 하였다.

방 법 :

관상동맥조영술증 또는 관상동맥 풍선확장시술중 0.018 또는 0.014inch 도플러 와이어를 이용하여 14례의 환자, 17부위에서 관상동맥 협착 근위원위부의 혈류 속도(좌관동맥 11례, 우관동맥 6례)를 측정하였다. 관동맥 혈류 예비능은 nitroglycerine 200 μ g을 관동맥내 주입한후 adenosine을 유관동맥에 6 μ g, 좌관동맥에 12 μ g을 관동맥내 주입하여 주입전후의 혈류속도비로서 측정하였으며, 6명의 환자에서는 풍선 확장전후에 혈류예비능을 측정하였다. 관상동맥 조영상 협착의 정도는 서로 다른 2개의 사위에서 caliber로 측정한 협착정도를 평균하였다.

결 과 :

1) Caliber로 측정한 협착정도와 P/D ratio(Proximal distal velocity ratio)와는 유의한 상관관계가 없었다($r=0.56$, $p>0.05$).

2) APV(Average peak velocity)는 각각 42.17cm/sec이고, DSVR(diastolic systolic velocity ratio)는 각각 2.1, 1.4로서 좌관동맥에서 유의하게 높았다($p<0.05$). 좌관동맥 원위부의 APV는 유의하게 근위부보다 낮았으나($p<0.01$) DSVR은 2.1, 1.9로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

3) 협착관동맥에서의 혈류예비능은 유의한 협착부위에서 비유의성 협착부위보다 유의하게 낮았다(1.8 vs 3.6, $p<0.01$).

4) 풍선확장을 실시했던 6례의 경우 풍선확장전후 5례에서 P/D ratio는 감소하고 원위부혈류는 증가했으나 1례에서는 반대의 소견을 보였다.

결 론 :

도플러 와이어를 이용한 관상동맥의 혈류측정은 협착부위의 해부학적 정보보다는 기능적 정보를 제공하며 특히 중간 정도의 협착 관동맥에서 그 협착의 의미를 평가와 풍선확장후의 효과 판정 등에 있어서 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

References

1) Wiggers CJ, Cotton FS : *The coronary pressure pulses and their interpretation*. Am J Physiol 106 : 9, 1933

2) Gregg DE : *Phasic blood flow and its determinants in the right coronary artery*. Am J Physiol 119 : 582, 1937

3) Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW : *Physiologic basis for assessing critical coronary stenosis : instantaneous flow reserve*. Am J Cardiol 33 : 87-94, 1974

4) Gould KL, Kelley KO : *Physiological significance of coronary flow velocity and changing stenosis geometry during coronary vasodilation in awake dogs*. Circ Res 50 : 695-704, 1982

5) American College of Physicians : *Efficacy of exercise thallium-201 scintigraphy in the diagnosis and prognosis of coronary artery disease*. Ann Intern Med 113 : 703-704, 1990

6) Wilson RJ, Marcus ML, White CW : *Prediction of the physiologic significance of coronary arterial lesion by quantitative lesion geometry in patients with limited coronary flow reserve*. Circulation 76 : 873-885, 1988

7) Hodgson JM, Reinert S, Most AS, Williams DO : *Prediction of long-term clinical outcome with final translational pressure gradient during coronary angioplasty*. Circulation 74 : 563-566, 1986

8) Ofili EO, Labovitz AJ, Kern MJ : *Coronary flow velocity dynamics in normal and diseased arteries*. Am J Cardiol 71 : 3D-9D, 1993

9) Doucette JW, Corl PD, Payne HM, Flynn AE, Goto M, Nassi M, Segal J : *Validation of a Doppler guide-wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity*. Circulation 85 : 1899-1911, 1992

10) Segal J, Kern MJ, Scott NA, King SB III, Doucette JW, Heuser RR, Ofili E, Siegel R : *Alterations of phasic coronary artery flow velocity in humans during percutaneous coronary angioplasty*. J Am Coll Cardiol 20 : 276-286, 1992

11) Green HD, Gregg DE, Wiggers CJ : *The phasic changes in coronary flow established by differential pressure curves*. Am J Physiol 112 : 627, 1935

12) McGinn AL, White CW, Wilson RF : *Interstudy variability of coronary flow reserve : Influence of heart rate, arterial pressure and ventricular preload*. Circulation 81 : 1319-1330, 1990

13) Hongo M, Nakatsuka T, Watanabe N, Takenaka H, Tanaka M, Kinoshita O, Okubo S, Sekiguchi M : *Effects of heart rate on phasic coronary blood flow pattern and flow reserve in patients with normal coronary arteries : A study with an intravascular doppler catheter*

- and spectral analysis. *Am Heart J* 127 : 545-551, 1994
- 14) Yoshikawa J, Akasaka T, Yoshida K, Takagi T : Systolic coronary flow reversal and abnormal diastolic flow patients in patients with aortic stenosis : Assessment with an intracoronary Doppler catheter. *J Am Soc Echocardiogr* 516-524, 1993
 - 15) Kajiya F, Ogasawara Y, Tsujioka K, Nakai M, Goto M, Wada Y, Tadaoka S, Matsuoka S, Mito K, Fujiwara T : Evaluation of human coronary blood flow with 80 channel 20 MHz pulsed Doppler velocimeter and zero-cross and Fourier transform methods during cardiac surgery. *Circulation* 74(supp III) : 53-60, 1986
 - 16) Serruys PW, Mario CD, Meneveau N, Jaegere P, Stirlwerda S, Feyter PJ, Emanuelsson H : Intracoronary pressure and flow velocity with sensor-tip guide-wire : A new methodologic approach for assessment of coronary hemodynamics before and after coronary interventions. *Am J Cardiol* 71 : 41D-53D, 1993
 - 17) Johnson EL, Yock PG, Hargrave VK, Srebro JP, Manubens SM, Seitz W, Ports TA : Assessment of severity of coronary stenoses using Doppler catheter : Validation of a method based on the continuity equation. *Circulation* 80 : 625-635, 1989
 - 18) Yamagishi M, Hotta D, Tamai J, Nakatani S, Miyatake K : Validity of catheter-tip Doppler technique in assessment of coronary flow velocity and application of spectrum analysis method. *Am J Cardiol* 67 : 758-762, 1991
 - 19) Kern MJ, Aguirre FV, Bach RG, Caracciolo EA, Donohue TJ : Translesional pressure-flow velocity assessment in patients : part 1. *Cathet cardiovasc Diagn D* 31 : 49-60, 1994
 - 20) Gould KL, Kirkeeide RL, Buchi M : Coronary flow reserve as a physiologic measure of stenosis severity. *J Am Coll Cardiol* 15 : 459-474, 1990
 - 21) Kern MJ, Deligonul V, Tatineni S, Serota H, Aguirre F, Hilton TC : Intravenous adenosine : continuous infusion and low dose bolus administration for determination of coronary vasodilator reserve in patients with and without coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 18 : 718-729, 1991
 - 22) Sudhir KS, Barbant SD, Foster E, Fitzgerald PJ, Chatterjee K, Yock PG : Assessment of coronary conductance and resistance vessel reactivity in response to nitroglycerine, ergonovine and adenosine : In vivo studies with simultaneous intravascular two-dimensional and Doppler ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 21 : 1261-1268, 1993
 - 23) Strauer B : The significance of coronary reserve in clinical heart disease. *J Am Coll Cardiol* 15 : 775-783, 1990
 - 24) Klein LW, Agarwal JB, Schneider RM, Hermann G, Weintraub WS, Helfant RH : Effects of previous myocardial infarction on measurements of reactive hyperemia and the coronary vascular reserve. *J Am Coll Cardiol* 8 : 357-363, 1986
 - 25) Segal J, Kern MJ, Scott NA, King III SB, Doucette JW, Heuser RR, Ofili E, Siegel R : Alteration of phasic coronary artery flow velocity in humans during percutaneous coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 20 : 276-286, 1992
 - 26) Zijlstra F, Reiber JHC, Serruys PW : Does intracoronary papaverine dilate epicardial coronary arteries ? Implications for the assessment of coronary flow reserve. *Cathet Cardiovasc Diagn* 14 : 1-6, 1988
 - 27) Wilson RF, Johnson MJ, Talman CL, et al : The effect of coronary angioplasty on coronary flow reserve. *Circulation* 61 : 253-259, 1988
 - 28) Kern MJ, Deligonul U, Vandormael M, Labovitz A, Gudipati CV, Gavilani G, Bodet J, Shah Y, Kennedy HL : Impaired coronary vasodilator reserve in the immediate postcoronary angioplasty period : Analysis of coronary artery flow velocity indexed and regional cardiac venous efflux. *J Am Coll Cardiol* 13 : 860-872, 1989
 - 29) Anderson HV, Kirkeeide RL, Stuart Y, Smalling RW, Heibig J, Willerson JT : Coronary artery flow monitoring following coronary interventions. *Am J Cardiol* 71 : 62D-69D, 1993
 - 30) Kern MJ, Aguirre FV, Donohue TJ, Bach RG, Caracciolo EA, Flynn MS, Wolford TW, Moore JA : Continuous coronary flow velocity monitoring during coronary interventions : Velocity trend patterns associated with adverse event. *Am Heart J* 128 : 426-434, 1994
 - 31) Ofili EO, Kern MJ, Labovitz AJ, Vrain JA, Segal J, Aguirre FV, Castello R : Analysis of coronary blood flow velocity dynamics in angiographically normal and stenosed arteries before and after endolumen enlargement by angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 21 : 308-316, 1993