

## 다혈관 관동맥 협착 질환에서의 경피적 관동맥 확장 성형술

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실

박승정 · 박성욱 · 김재중 · 성인환 · 송재관 · 이종구

= Abstract =

### Coronary Angioplasty in Patients with Multivessel Coronary Artery Disease

Seung-Jung Park, M.D., Seong Wook Park, M.D., Jae Joong Kim, M.D.,

In Whan Seong, M.D., Jae Kwan Song, M.D.,

Chae Man Lim, M.D., Jong-Koo Lee, M.D.

*Asan Medical Center, College of Medicine, University of Ulsan*

To assess the likelihood of procedural success in patients with multivessel coronary artery disease, 46 consecutive patients (male 34, female 12, mean age  $60 \pm 9$  years) underwent single or multiple site angioplasty. The clinical diagnosis of unstable angina was in 20 (44%), stable angina in 10 and acute or old myocardial infarction in 16. Coronary angiographic findings of 2 vessel disease was in 38 (83%), triple vessel disease in 8. Left ventricular function was generally well preserved (mean ejection fraction  $65 \pm 12\%$ , range 30–82%) and mean 2.0 stenosis per patient angioplasty had attempted. Single vessel angioplasty (SVA) was performed in 13 and multivessel angioplasty (MVA) in 33. Procedural success was achieved in 79 (86%) out of total 92 stenoses.

Sixty-six (88%) out of 75 stenoses in MVA and 13 (76%) out of 17 stenoses in SVA had procedural success respectively. According to angiographic morphology of lesions, procedural success of type A stenoses was 17/17 (100%), type B stenoses 57/66 (86%) and type C stenoses was 5/9 (33%). In 13 failures included inability to pass the guide wire cross the lesion in 7, inability to guide the guiding catheter in 2 and inability to dilate lesions in 4. Before and after angioplasty, treadmill test (modified Bruce protocol) could be performed in 29 patient. Total duration of exercise and maximal double product improved significantly from  $8.5 \pm 2.3$  minute  $5188 \pm 2403$  to  $12.2 \pm 1.3$  min.,  $23,062 \pm 4111$  respectively ( $P < 0.001$ ). 17 out of 24 patients who had positive treadmill test before angioplasty showed negative conversion after procedure.

Complications included dissection in 29, prolonged chest pain in 5, acute closure in 3, cardiac tamponade in 1 and ventricular fibrillation due to side branch occlusion in 1.

Thus, coronary angioplasty in selected patients with multivessel coronary artery disease

might be useful and have relatively good immediate results, but the long-term efficacies with other forms of treatment must be evaluated prospectively.

**KEY WORDS :** Coronary angioplasty · Multivessel disease.

## 서 론

1977년 PTCA 가 처음 시행된 이래<sup>1)</sup> 단일 혈관 질환에서의 선택된 환자들에게서는 비교적 양호한 평가를 받고 있으나, 다혈관 질환에서의 PTCA는 시술에 따른 합병증이나 그 장기 효과 등에 대해서는 추후 보다 정확히 규명되어야 할 과제들이 많다고 볼 수 있다.

하지만 PTCA가 기술적으로 용이하다는 장점 때문에 지난 수년간 다혈관 질환 에서도 PTCA가 활발히 시행되어 시술 성공율은 85~95%, 합병증은 2.9% 로 보고하고 있으나<sup>2-8)</sup>, 아직도 그 대상 환자군이 일부 선택된 환자로 국한되어 있을 뿐이다.

이에 저자들은 1989년 6월 부터 1991년 3월 까지 시행한 PTCA 121예 중에서 46예의 다혈관질환 PTCA 를 대상으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

## 대상 및 방법

1989년 6월 부터 1991 년 3월 까지 시행한 PTCA 121 예 중에서 다혈관 질환 PTCA 46 예를 대상으로 하였다.

다혈관 질환의 정의는 적어도 2개 이상의 주관동맥 분지에 70% 이상의 협착 병변이 있을 때로 정의하였으며, 다병변 확장(multiple dilatation)은 2개 이상의 서로 다른 협착 병변을 확장 시키는 경우로, 서로 다른 주관동맥을 확장시켰을 경우(다혈관 확장 multivessel angioplasty, MVA 로 칭함)와 한 주관동맥의 서로 다른 병변을 확장(multilesion angioplasty) 시키는 경우로 하였다.

PTCA 시술은 통상적인 방법으로 시행하였으며, over the guide wire system 으로 주로 Miniprofile, Profile plus(USCI) 등을 사용하였으며, on end guide wire system 으로는 Probe balloon 카테타를 사용하였다. 풍선도자의 크기 선택은 관동맥의 근위부 정상 혈관 크기와 1:1 의 비로 선택하였

으며, 병변의 모양이 ugly 할때는 다소 작은 크기의 풍선도자를 선택하였다. 시술의 성공은 관동맥 조영소견상 협착 정도가 시술전에 비하여 20% 이상 감소하는 경우로 하였다.

시술이 끝나면 중환자실에서 8~24 시간 동안 혈역학 감시(hemodynamic monitoring) 하고 경구 aspirin 과 calcium 길항제를 투여하고 nitrate정주 및 heparin 정주를 실시한다.

PTCA 시술은 culprit 병소를 먼저 시행하되, 분포하는 심근이 크고 다른 주동맥에 측부혈행을 주고 있을때는 가능한한 balloon 카테타가 도달할 수 있는 부위의 의의 있는 협착을 먼저 확장 시켜주고 단계적으로 시행한다. culprit 병소의 확인은 심전도나 동위원소 검사를 이용하였으며, 관동맥 조영상 가장 심한 협착을 보이는 병소나혈괴형성의 소견을 갖는 병변을 culprit 으로 간주하였다. 시술의 원칙은 가능하면 의의 있는 협착은 모두 확장 시켜주는 완전 혈관 재관류(complete revascularization)를 목표로 하였으나, 환자에 따라 기능적인 손익(risk/benefit)을 고려하여 부분적인 PTCA 를 시행하였다.

다혈관 질환에서의 PTCA group은 우선 다혈관 PTCA(multivessel angioplasty, MVA)와 단일 혈관 PTCA(single vessel angioplasty, SVA)군으로 나누었으며, MVA 군은 다시 병변의 특성에 따라서 A,B 두 군으로 나누고, SVA 군은 가능한 culprit 병소만을 확장시킨 경우를 C 군, 급성 심근경색 환자에서 경색에 관련된 관동맥만을 확장시켜 주는 D 군으로 세분 하였다(Fig. 1). MVA 군의 group A의 경우는 협착 병변의 모양이 비교적 간단(simple)하고 isolated discrete 해서 주관동맥 2 개 이상에 한단계로 PTCA가 가능한 경우를 일컫고(Fig. 2), group B 는 group A 에 비해서 복잡(complex) 병변으로 다소 긴병변(long), 다병변(tandem lesion, Fig. 3), 완전 폐쇄 병변, 분지부 병변(Fig. 4), 내유 동맥이나 복제 정맥의 이식 혈관 협착 병변, 우회로술후의 좌관동맥 주간부(left main)

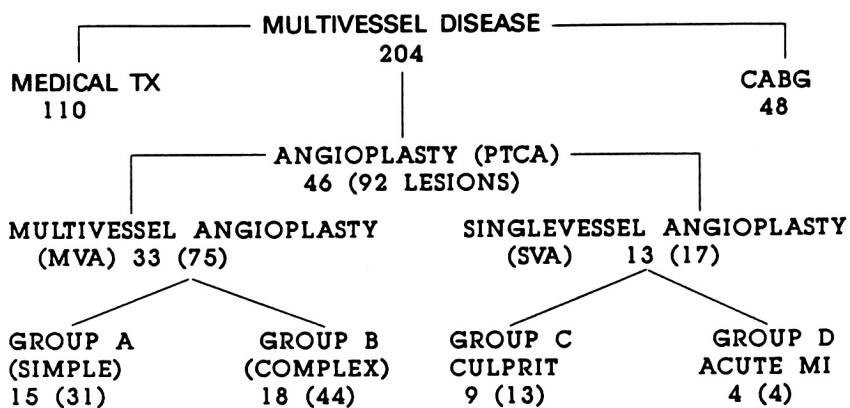


Fig. 1. Schema for classifying patients with multivessel coronary disease.

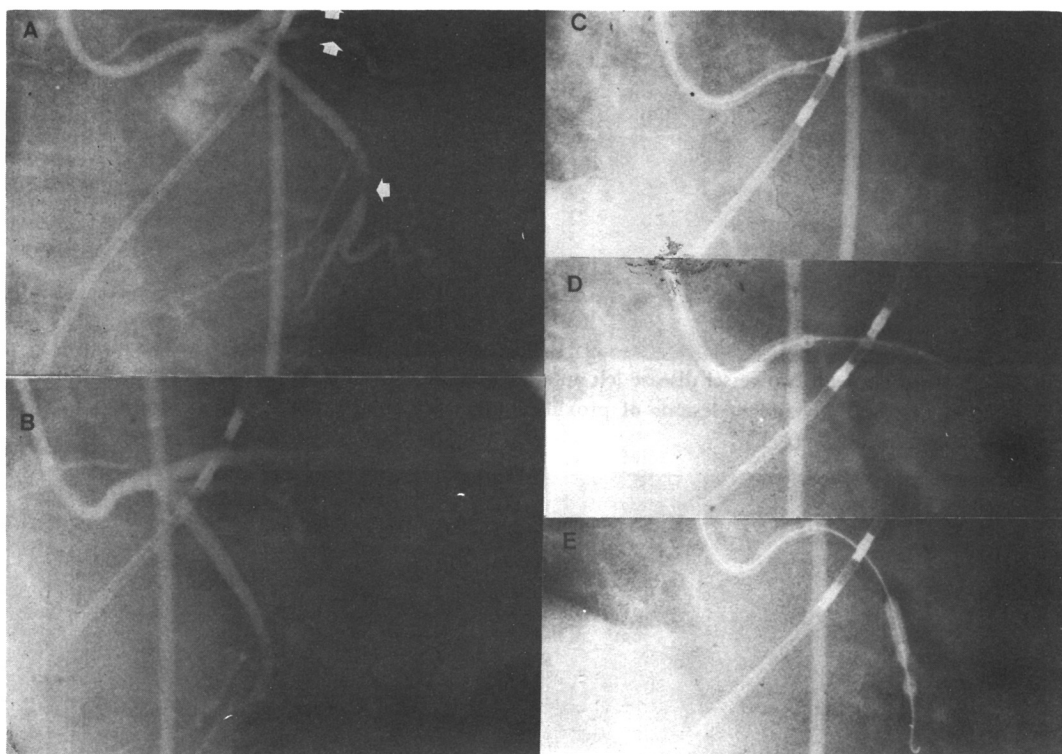


Fig. 2. Group A patient with discrete triple-vessel coronary artery disease, antero-postero-caudal projection of left coronary artery showing stenoses (arrows) in left anterior descending artery, intermediate branch and left circumflex artery (A) before and (B) after angioplasty (C, D, E).

병변의 PTCA 시술 군을 포함 시켰다.

시술후의 증상의 호전 여부는 가능한 환자에서 treadmill test(modified Bruce protocol)를 시술 전후에 시행하여 평가 하였다.

## 결 과

1. PTCA 를 시행한 다혈관 질환 환자는 46 예로 평균 연령  $60 \pm 9$ 세, 남자 34예, 여자 12예 였다.

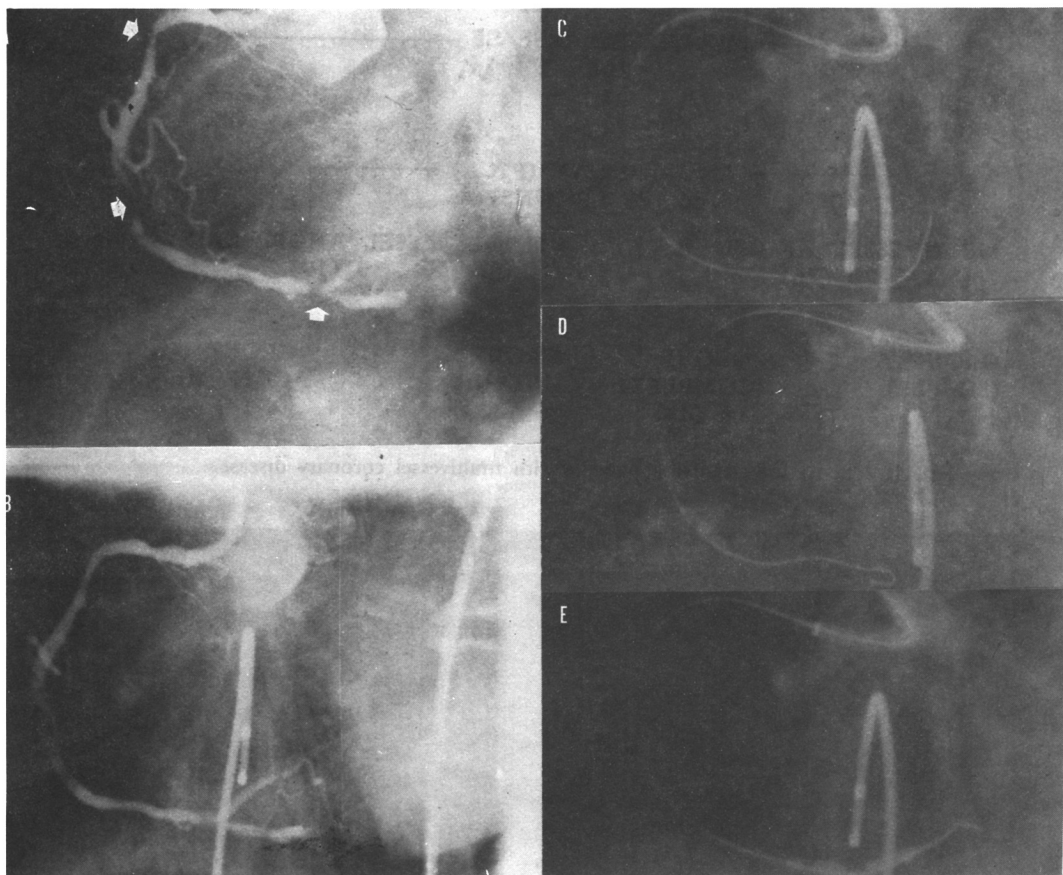


Fig. 3. Group B patient with two-vessel disease left anterior oblique view of right coronary artery showing stenoses (arrows) in tandem lesions of proximal, mid and distal portion, (A) before and (B) after angioplasty (C, D, E).

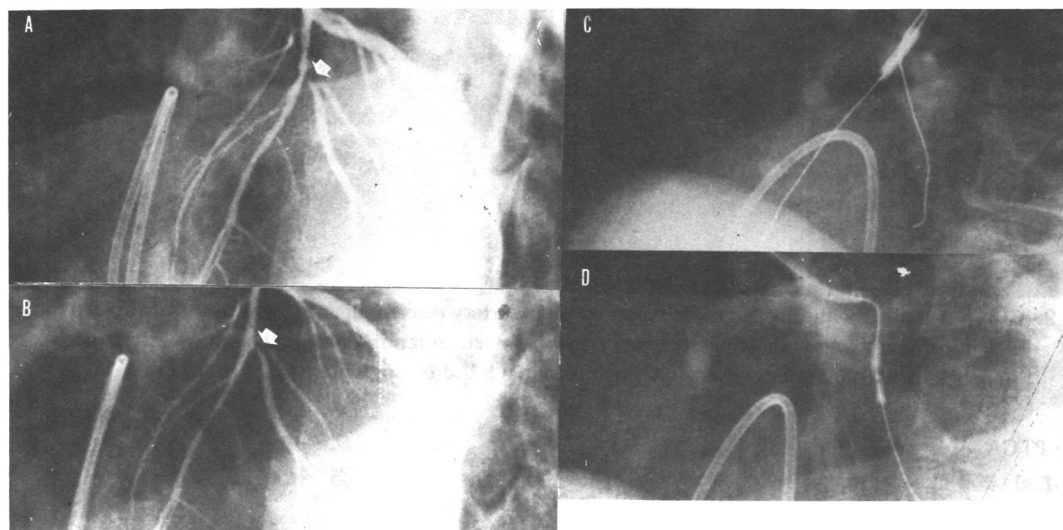


Fig. 4. Left anterior oblique-CA 20 degree projection of left anterior descending and diagonal bifurcation stenoses (arrows) (A) before and (B) after angioplasty (C, D), two guide wires via single large lumen guiding catheter.

이중 다혈관 PTCA(MVA)가 33예, 단일 혈관 PTCA (SVA)가 13 예 였다. 시술환자군의 임상 상으로는 MVA 환자군이 SVA 군에 비해서 평균 연령이 낮고, 불안정형 협심증이 많은 것을 볼 수 있다(Table 1).

2. 시술 환자의 관동맥 조영소견은 두혈관 질환이 38예 (83%)로 많았으며, 시술병소는 총 92 병소로 평균 한 환자당 2병소를 시술하였다. MVA 군 중에서는 2 병소를 PTCA 한 경우가 25예, 3 병소를 시술한 경우가 7예, 두혈관의 6 병소를 확장시킨 경우가 1예 있었다 (Table 2). 병변의 모양은 type A 가 17예(18%), type B 가 66예 (72%)로 많았 으며, type C 병변은 9 예였다. PTCA를 시행한 주혈관은 좌전 하행지가 43예(47%), 좌회선동맥 이 26예(29%) 우관동맥이 22예(24%) 였으며 좌 관동맥 주간부(main) 완전폐쇄 병변이 1예 였다. (Fig. 5). 좌심실 구혈율은  $62 \pm 12\%$ 로 비교적 좋 았다.

Table 1. Clinical characteristics of multivessel disease

	TOTAL	MVA	SVA
No. of Patients	46	33	13
Mean Age (yrs)	$61 \pm 9$	$64 \pm 5$	$56 \pm 8$
Sex (M/F)	34/12	23/10	12/1
Unstable Angina	20(43%)	16(48%)	4(31%)
Stable Angina	10	9	2
Prior MI, acute	12	9	3
old	3	2	1
LV EF	$65 \pm 12$	$67 \pm 12$	$59 \pm 11$

MI ; myocardial infarction, EF ; ejection fraction

Table 2. Angioplasty data in multivessel disease

	TOTAL(32)	MVA(19)	SVA(13)
2-vessel disease	38	28	10
3-vessel disease	8	4	4
Lesions attempted	92	75	17
Lesions attempted/ PTS	2		
1 lesion			11
2 lesions		25	3
3 lesions		7	
>4 lesions		1	
Success			
Success/Lesions	79/92(86%)	66/75(88%)	13/17(76%)
Success/PTS	40/46(87%)	31/33(94%)	9/13(69%)
PTS : patients	*P<0.05		

3. 시술의 성공율은 92병소중 79병소(86%)에 서, 46예중 40예 (87%)에서 시술에 성공하였으며, MVA의 경우 75병소중에서 66병소(88%), SVA의 경우는 17병소중에서 13병소(76%)에서 시술에 성 공하여 MVA 군에서의 성공율이 높았다(P<0.05, Fig. 6)

관동맥의 주분지별 성공율은 좌전하행지 및 in-termediate 분지의 경우 91%, 좌회선동맥 88%, 우관동맥이 77%였으며, 병소의 부위별 성공율에 도 의의 있는 차이가 없었다.

하지만 병변 모양에 따른 형태별 성공율은 type A 병소는 100%, type B 병소가 86% 였으나 type C 병변은 9예중 5예(56%)에서 시술에 성공하였다 (Fig. 7). 22(48.1%)예에서 완전 혈관 재관류(co-plete revascularization)에 성공하였다.

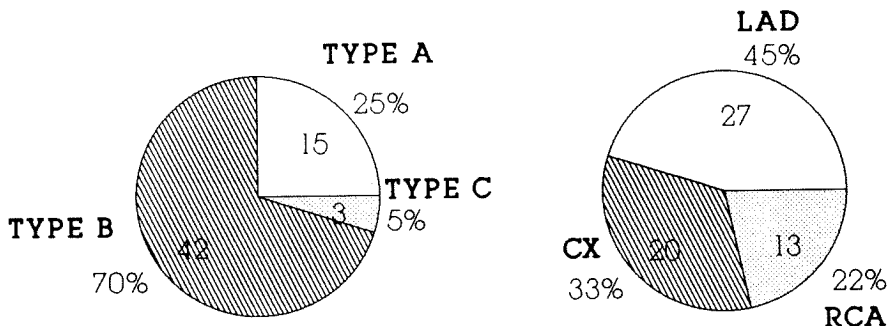


Fig. 5. Angiographic morphology of the lesions and angioplasty attempted vessel.

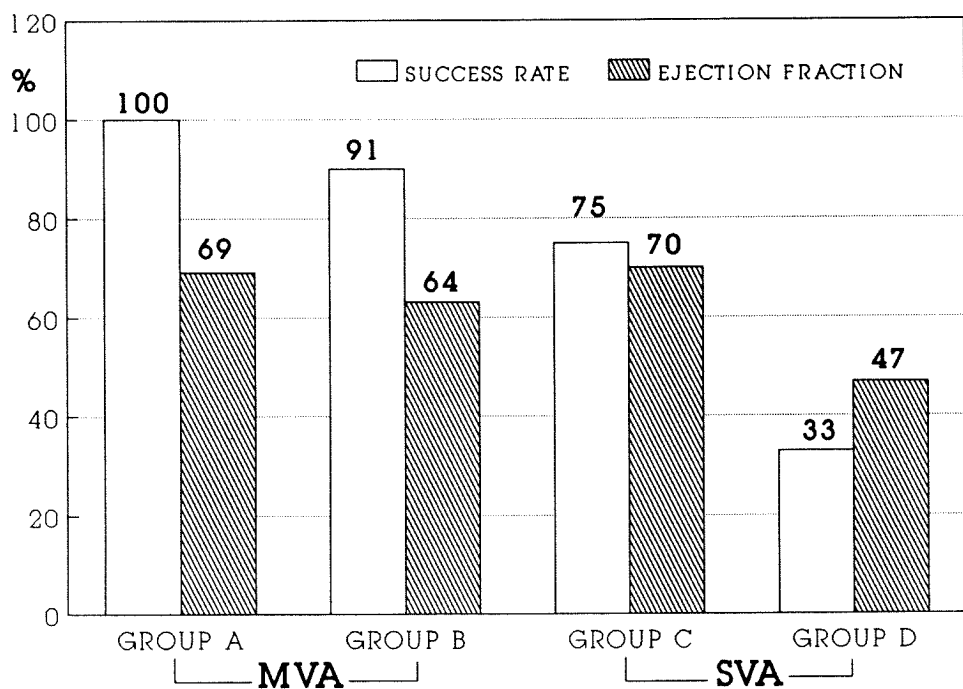


Fig. 6. Technical success rate and ejection fraction in 4 groups.

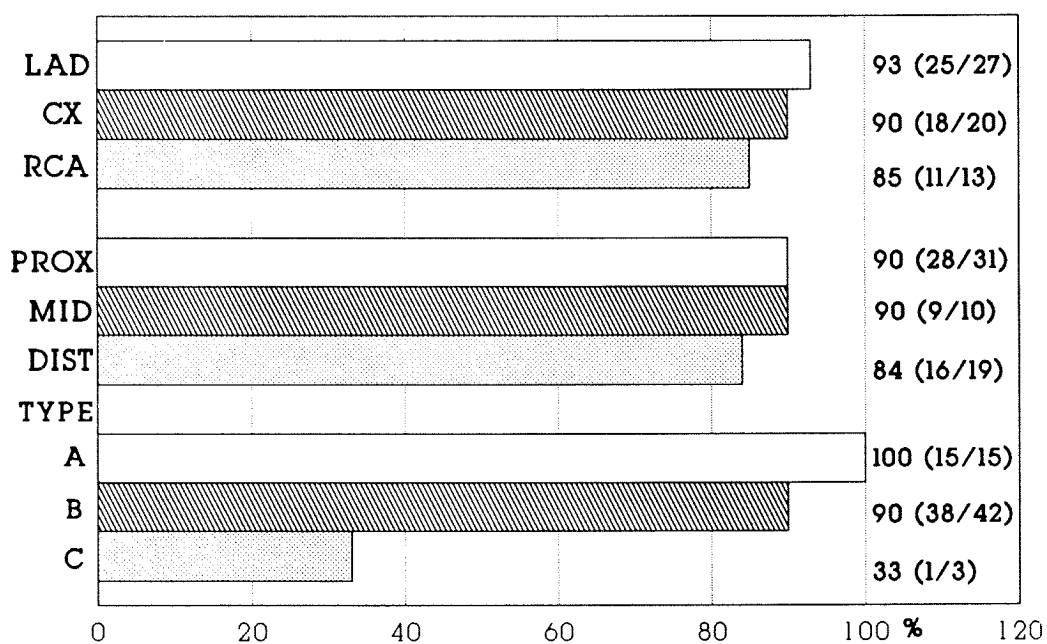


Fig. 7. Success rate in each attempted site of lesions and different angiographic morphology.

4. PTCA에 성공한 병소의 시술전 협착 정도 및 압력 차이는 각각  $87.2 \pm 9.1\%$ ,  $55 \pm 18\text{mmHg}$  에서 시술후  $23.2 \pm 13.4\%$ ,  $18 \pm 4.1\text{mmHg}$ 로 유의하게 감소하였다( $P < 0.001$ ).

풍선도자와 관동맥의 크기는 0.97 로서 MVA군과 SVA 군 사이에 차이는 없었으나 잔여 협착 정도는 SVA 군에서  $30.7 \pm 10.9\%$  로 (MVA군 20.9%) 유의하게 작았다( $P < 0.05$ ).

5. PTCA 전후 운동 부하검사가 가능 했던 29예 중에서 24예에서 시술전 양성 소견을 보였고, 시술후 17예에서 음성화 되었다. 운동시간 및 maximal double product 는 시술전  $8.5 \pm 2.3$ 분,  $5188 \pm 2432$  에서 시술후  $12.2 \pm 1.3$ 분,  $23,062 \pm 4,111$ 로 유의하게 증가하였다( $P < 0.0001$ ).

6. 시술에 실패한 13병소중, 8병소가 완전 폐쇄 병변으로 9병소가 type B, 4병소가 type C 유형이었다. 실패 원인으로는 guide wire 가 병소를 통과 할 수 없었던 예가 7병소, 유도도자를 관동맥기시부에 고정시킬수 없었던 예가 2예, 풍선도자가 통과 한후 확장에 실패한 예가 4병소였다. 합병증으로는 내막 박리 (dissection) 29예, 지속되는 흉통이 5예, 시술후 급성 폐쇄가 3예, 심낭 압박 1예 그리고 분지폐쇄에 의한 심실세동이 1예였다.

**Table 3.** Factors considered in the definition of complex dilatation

Specific coronary arterial abnormality
Factors affecting ability to gain access to the lesion
Factors affecting ability to cross the stenosis
Inability to cross with a guide wire
Inability to cross with a balloon
Specific characteristic of lesion that can affect outcome
Lesions with increased incidence of occlusion or major dissection
Branch lesions
Other stenoses and collaterals
Left ventricular function
Clinical presentations
Extracardiac factors

경피적 관동맥 확장성형술 (PTCA)은 단일 혈관 질환으로서 관동맥 근위부에 길이가 짧고 동심적인 (concentric) 협착병변에 국한되어 고려되어졌으나, 시술자들의 경험 축적과 시술에 소요되는 기자재의 발달로 지난 10여년간 그 시술의 지침 범위가 크게 확대된 것이 사실이다. 하지만 임상적으로는 증상이 있는 단일혈관질환 환자의 경우 PTCA 시술 자체가 수술을 대체할 수 있는 역할을 할 수 있을 지는 몰라도, 현재 까지도 약물치료보다 중재적인 치료법이 좋다는 객관적인 근거도 없는 실정이다.

따라서 PTCA가 가지고 있는 최대 문제점인 재협착, 실패율 및 위험도를 고려해 볼때 다혈관 질환에서의 PTCA시술은 장기효과적인 면에서 수술적인 관동맥 우회로술과 비교하여 추후 prospective randomized 연구가 이루어져야 할 것이다.

하지만 환자 선택에 따라서는 PTCA 시술이 우선 용이하다는 장점이 있는데다, 시술에 따른 경비나 성공적인 시술후의 빠른 사회복귀 라는 측면에서 꾸준히 많은 환자에서 PTCA 시술이 시행되어 오고 있다.

복합 확장술(Complex dilatation) 이란 말은 PTCA 시술시에 풍선도자가 병소에 접근 (access) 해서 협착병소를 통과하여 확장하기 까지의 일련의 과정에서 야기될 수 있는 여러 문제점을 예상하고 해결해 나가는 과정이라고 이해할 수 있겠다. 이런 일련의 과정에서 PTCA 시술결과에 영향을 주는 중요한 요인들을 염두에 두어야 하는데 관동맥 자체병변의 특성 (specific features), 좌심실의 기능, 환자의 임상상 및 심외적인 요소(extracardiac factor) 등을 들 수 있겠다(Table 3).

특히 다혈관질환에서의 PTCA 는 각 병변의 특성을 고려해야 하는 것은 물론이고, 결과에 대한 손익, 재협착율 등을 고려하여 시술의 지침을 결정해야 할 것이다. 먼저 관동맥 및 자체 병변의 특성으로 시술에 영향을 줄 수 있는 요인을 살펴보면, 병소접근 (access)의 어려움, 병소 통과의 어려움 그리고 병소의 특성에 따른 문제점들이 생길 수 있는데 최근 들어 low profile balloon 이나

balloon-on-a-wire 등 풍선 도자 및 기자재의 발달로 높은 시술의 성공율을 보고하고 있다<sup>2-9)</sup>.

병소 자체의 특성으로 시술에 어려움을 줄수 있는 경우로는 시술후 복합 내막 박리가 심하게 생겨서 급성 폐쇄를 일으킨다거나, 분지부 협착 병변이 있을 때 주병변의 확장 및 다른 주관동맥의 심한 병변이 있는 경우로, 특히 측부혈행을 공급하고 있는 혈관의 PTCA시에는 시술의 위험 부담이 크게 된다. 내막 박리나 급성 폐쇄를 일으킬 수 있는 병변의 특성으로는 시술전에 혈괴가 있거나 병변의 각도가 크거나 미만성 병변, 다병변(tandem lesion), 긴 병변, 병변에 석회화가 있는 경우를 들 수 있겠다<sup>10-15)</sup>. 분지부에 협착 병변이 있는 경우는 주병변 확장시에 14-27%에서 혈관 폐쇄가 발생한다고 하였다. 측부혈행을 받고 있는 혈관의 PTCA는 balloon inflation 시 좌심실 기능이 보다 나은 상태로 유지 될 수 있기 때문에, 다소 위험 부담이 주는 것이 사실이다. 좌심실 기능이 좋은 환자에서 시술의 위험이 적은 것은 물론이고, 임상적으로 불안정형 협심상태나 급성 심근 경색증의 경우는 기본적인 병태 생리가 다른 환자군으로 PTCA의 위험 부담이 큰 것이 사실이다.

완전 혹은 불완전 혈관 재관류(Complete or incomplete revascularization)의 개념은 관동맥 우회로술시에 수술후 결과 평가를 위한 지침으로서, 실제로 수술시 완전 혈관 재관류가 가능했던 환자에서 1~5년간 추적 관찰기간 중 무증상을 및 생존율이 보다 좋은 것을 보고하고 있다<sup>21-23)</sup>. 그러나 Schaff 등<sup>33)</sup>은 완전 혈관 재관류 및 불완전 재관류 환자의 생존율이 10년이 지나면서 그 차이가 없어 지는 것을 알 수 있었는데 이는 기존 관동맥의 죽상 경화증의 진행 및 이식 혈관의 폐쇄에 기인된 것으로 볼 수 있다.

완전 혈관 재관류의 효과를 평가 한다는 것은 어려운 일로서 실제로 완전 재관류가 가능한 환자는 대개 협착 병변이 심하지 않거나, 좌심실 기능이 좋게 유지된 경우에 가능한 경우가 많기 때문에 시술의 좋은 결과 역시 기존 질병의 특성에 기인된 것으로 볼 수 있기 때문이다.

다혈관 질환의 PTCA 시술에서도 이러한 개념이 도입되어 있으나, 실제로 완전 혈관 재관류가 가능한 경우는 32~43%로 두혈관 질환에서는 50%

정도 세혈관 질환에서는 20~30% 정도에 불과한 것으로 보고하고 있다<sup>24-26)</sup>. 본 고찰에서는 48%에서 완전 재관류가 가능했으나 역시 대부분의 경우 좌심실 기능이 좋고 병변의 특성이 좋은 경우였다.

다혈관 질환의 PTCA에서 완전 재관류가 불가능한 가장 큰 이유는 만성 완전 폐쇄 병변(chronic total occlusion)으로, 본 고찰의 실패에 13 병소 중에서 8 병소가 완전 폐쇄 병변으로 시술의 성공률에 영향을 주는 중요한 요인이 되었다.

하지만 다혈관 질환의 PTCA에서의 완전 혈관 재관류의 중요성은 논란의 여지가 많다. 몇몇 연구 보고<sup>24,25)</sup>들이 완전 재관류시에 생존율 및 시술후 사망율, 심근경색증, 협심증의 재발율을 줄인다고 보고하고 있으나 PTCA registry 보고<sup>26)</sup>에 의하면 좌심실 기능 및 기존 질환 정도를 고려할 때, 완전 재관류와 불완전 재관류 사이의 차이는 없다고 하였다. 이에 관여하는 중요한 요소중에 하나가 재협착일 것으로 사료되는데 PTCA 시술 직후에 완전 재관류를 얻었다 하더라도 6개월내에 50% 정도에서 불완전 재관류 상태로 환원 되기 때문이다.

더우기 여러 곳을 확장시켰을 때 재협착율이 다소 증가하는 것을 고려하면 다혈관 질환에서의 PTCA는 culprit 병소의 확장 개념이 중요할 것으로 사료된다. 실제로 culprit 병소의 규명이 쉽지는 않지만 임상적인 소견, 심전도 및 심근 스캔 소견 등이 도움이 되며, 관동맥 조영소견상 제일 심한 협착 및 병변의 불안정한 형태가 culprit 병소 규명에 도움이 될 수 있겠다<sup>27,28)</sup>. 특히 다른 혈관의 협착 병변 정도가 심하지 않을 때는 culprit 병소의 PTCA 만으로도 좋은 결과를 기대할 수 있을 것이다.

이렇게 시술후 사망율 및 심근경색 재발율은 두군 간에 차이가 없는 것으로 되어 있으나 불완전 재관류 환자에서 2년여 추적기간 중 관동맥 우회로술을 받아야 하는 경우가 16%로 완전 재관류가 이루어진 환자의 7%보다 현저하게 많았다.

다혈관 질환의 PTCA 시술 성공율은 85~95%로 비교적 양호하게 보고하고 있으며, 단기 추적 기간중 사망 및 심근경색증의 발생 빈도를 1~3%로 낮게 보고하고 있다<sup>3-8)</sup>. 하지만 60% 정도의



환자에서만 추적 기간 중 무증상으로 지낼 수 있었는데 이는 불완전 재관류 때문이기도 하겠지만, 재협착 및 기존질환의 진행 등이 관여 하기 때문으로 사료되어 진다. Cequir 등<sup>29)</sup>에 의하면 평균 5 개월 추적 관동맥조영 촬영 소견상 12% 의 환자에서 기존 질환의 악화를 관찰 할 수 있었으며, 3년 추적 검사 에서는 36% 정도에서 관찰을 보고하였다. 더우기 기존 질환의 진행은 확장 병변의 재협착 여부에 관계되지 않는 것을 알 수 있었다.

PTCA registry 보고<sup>26)</sup>에 의하면 시술에 관련되는 합병증으로는 급성 관동맥 폐쇄가 5.2%, 관동맥 박리가 4.8%, 지속적인 흉통(prolonged angina)이 4.7%, 심근경색증이 4.5%, 응급 관동맥 우회로술을 받아야 되는 경우가 3.4%, 사망율이 1% 로 기존의 단일 혈관 PTCA 에서와 같이 적은 합병증율을 보고하였다. 특히 사망율은 기존 질환의 병정도와 관계가 있으며, 다혈관 질환일수록 높게 보고하고 있다 (두혈관 질환 0.9%, vs 세혈관 질환 2.2%)<sup>30)</sup>.

여러 연구<sup>13,14,31)</sup>에서 중요 합병증을 일으킬 수 있는 변수들을 분석해 보았는데, 급성 폐쇄 (acute closure)에 관여하는 변수로는 병변의 길이, 여자 환자, 병변의 각도, 분지부 협착 병변, 혈관내 혈괴, 다혈관 질환 및 미만성 병변을 그 변수로 들었다. 그 외에도 병변의 편심성(eccentricity), 석회화 정도 등이 관여 하는 것으로 되어있으며 더우기 내막 박리(intimal dissection)가 있는 경우는 응급수술 및 심근경색이 생길 확률이 6.5배나 증가하는 것으로 보고하였다<sup>14,32)</sup>.

## 결 론

다혈관 질환에서의 PTCA 역할은 추후 계속적인 randomized trial에의해서 비교 평가 되어져야 할 과제로 사료된다. 특히 높은 재협착율을 고려하여 환자의 손익(risk/benefit)을 시술 전에 신중히 살피고, 관동맥 병변의 특성 및 임상 상태를 이해할 수 만 있다면, 다혈관 질환에서의 경피적 경혈관 관동맥 확장 성형술이 선택된 환자에서는관동맥 우회로술에 비해 간편하고 효과적인 치료 시술로서 유용하리라 사료된다.

## References

- 1) Gruentzig A : *Transluminal dilation of coronary-artery stenosis(letter)*. *Lancet* 1 : 263, 1978
- 2) Deligonul U, Vandormael MG, Kern MJ, Zelman R, Galan K, Chaitman BR : *Coronary angioplasty : A therapeutic option for symptomatic patients with two and three vessel coronary disease*. *J Am Coll Cardiol* 11 : 1173, 1988
- 3) Cowley MJ, Vetrovec GW, DiSciascio G, Lewis SA, Hirsh PD, Wolfgang TC : *Coronary angioplasty of multiple vessels : Short-term outcome and long-term results*. *Circulation* 72 : 1314, 1985
- 4) DiSciascio G, Cowley MJ, Vetrovec GW, Kelly KM, Lewis SA : *Triple vessel coronary angioplasty : Acute outcome and long-term results*. *J Am Coll Cardiol* 12 : 42, 1988
- 5) Hartzler GO, Rutherford BD, McConahay DR, Johnson WL, Giorgi LV : *"High-risk" Percutaneous transluminal coronary angioplasty*. *Am J Cardiol* 61 : 33G, 1988
- 6) Mata LA, Bosch X, David PR, Rapold HJ, Corcos T, Bourassa MG : *Clinical and angiographic assessment 6 months after double vessel percutaneous coronary angioplasty*. *J Am Coll Cardiol* 6 : 1239, 1985
- 7) Myler RK, Topol EJ, Shaw RE, Stertz SH, Clark DA, Fishman J, Murphy MC : *Multiple vessel coronary angioplasty : Classification, results, and patterns of restenosis in 494 consecutive patients*. *Cathet Cardiovasc Diagn* 13 : 1, 1987
- 8) Dorros G, Lewin RF, Janke L : *Multiple lesion transluminal coronary angioplasty in single and multivessel coronary artery disease : Acute outcome and long-term effect*. *J Am Coll Cardiol* 10 : 1007, 1987
- 9) Holmes DR Jr, Vlietstra RE : *Interventional Cardiology*. Philadelphia, F.A. Davis Company, 1989
- 10) Mabin TA, Holmes DR Jr, Smith HC, Vlietstra RE, Bove AA, Reeder GS, Chesebrough JH, Bresnahan JF, Orszulak TA : *Intracoronary thrombus : Role in coronaryocclusion complicating percutaneous transluminal coronary angioplasty*. *J Am Coll Cardiol* 5 : 198, 1985
- 11) Sugrue DD, Holmes DR Jr, Smith HC, Reeder GS, Lane GE, Vlietstra RE, Bresnahan JF, Hammes LN, Piehler JM : *Coronary artery thrombus*

- as a risk factor for acute vessel occlusion during percutaneous transluminal coronary angioplasty : Improving results. *Br Heart J* 56 : 62, 1986
- 12) Meier B, Gruentzig AR, Hollman J, Ischinger T, Bradford JM : Does length or eccentricity of coronary stenoses influence the outcome of transluminal dilation ? *Circulation* 67 : 497, 1983
  - 13) Ellis SG, Roubin GS, King SB III, Douglas JS Jr, Weintraub WS, Thomas RG, RG, Cox WR : Angiographic and clinical predictors of acute closure after native vessel coronary angioplasty. *Circulation* 77 : 372, 1988
  - 14) Bredlau CE, Roubin GS, Leimgruber PP, Douglas JS Jr, King SB III, Gruentzig AR : In-hospital morbidity and mortality in patients undergoing elective coronary angioplasty. *Circulation* 72 : 1044, 1985
  - 15) Holmes DR Jr : Complications. In Vlietstra RE, Holmes DR Jr (eds) : *PTCA : Percutaneous Transluminal Coronary angioplasty*. Philadelphia, FA Davis 1987, p145
  - 16) Vetroves GW, Cowley MJ, Wolfgang TC, Ducey KC : effects of percutaneous transluminal coronary angioplasty on lesion-associated branches. *Am Heart J* 109 : 921, 1985
  - 17) Meier B, Gruentzig AR, King SB III, Douglas JS Jr, Hollman J, Ischinger T, Aueron F, Galan K : Risk of side branch occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 63 : 10, 1984
  - 18) Khaja F, Sabbah HN, Brymer JF, Stein PD : Influence of coronary collaterals on left ventricular function in patients undergoing coronary angioplasty. *Am Heart J* 116 : 1174, 1988
  - 19) Mizuno K, Horiuchi K, Matui H, Miyamoto A, Arakawa K, Shibuya T, Kurita A, Nakamura H : Role of coronary collateral vessels during transient coronary occlusion during angioplasty assessed by hemodynamic, electrocardiographic and metabolic changes. *J Am Coll Cardiol* 12 : 624, 1988
  - 20) Vlietstra RE, Holmes DR Jr : PTCA in acute ischemic syndromes. *Curr Probl Cardiol* 12 : 699, 1987
  - 21) Cukingnan RA, Carey JS, Wittig JH, Brown BG : Influence of complete coronary revascularization on relief of angina. *J Thorac Cardiovasc Surg* 79 : 188, 1980
  - 22) Jones EL, Craver JM, Guyton RA, Bone DK, Hatcher CR Jr, Riechwald N : Importance of complete revascularization in performance of the coronary bypass operation. *Am J Cardiol* 51 : 7, 1983
  - 23) Lavee J, Rath S, Tran-Quang-Hoa, Ra'anani P, Ruder A, Modan M, Neufeld HN, Goor DA : Does complete revascularization by the conventional method truly provide the best possible results ? Analysis of results and comparison with revascularization of infarct-prone segments (systematic segmental myocardial revascularization) : The sheba study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 92 : 279, 1986
  - 24) Mabin TA, Holmes DR Jr, Smith HC, Vlietstra RE, Reeder GS, Bresnahan JF, Bove AA, Hammes LN, Elveback LR, Orszulak TA : Follow-up clinical results in patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 71 : 757m 1985
  - 25) Vandormael MG, Chitman BR, Ischinger T, Aker UT, Harper M, Hernandez J, Deligonul U, Kennedy HL : Immediate and short-term benefit of multilesion coronary angioplasty : Influence of degree of revascularization. *J Am Coll Cardiol* 6 : 983, 1985
  - 26) Reeder GS, Holmes DR Jr, Detre K, Costigan T, Kelsey SF : Degree of revascularization in patients with multivessel coronary disease : A report from the National Heart, Lung and blood Institute Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Registry. *Circulation* 77 : 638, 1988
  - 27) Ambrose JA, Winters SL, Stern A, Eng A, Teichholz LE, Gorlin R, Fuster V : Angiographic morphology and the pathogenesis of unstable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 5 : 609, 1985
  - 28) Bresnahan DR, Davis JL, Holmes DR Jr, Smith HC : Angiographic occurrence and clinical correlates of intraluminal coronary artery thrombus : Role of unstable angina. *J Am Coll Cardiol* 6 : 285, 1985
  - 29) Cequier A, Bona R, Crepeau J, Cote G, De Guise P, Joly P, Lesperance J, Waters DD : Restenosis and progression of coronary atherosclerosis after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 12 : 49, 1988
  - 30) Holmes DR Jr, Holubkov R, Vlietstra RE, Kelsey SF, Reeder GS, Dorros G, Williams DO, Cowler MJ, Faxon DP, Kent KM, Bentivoglio LG, Detre K, and the : co-investigators of the National Heart, Lung, and Blood Institute's Percutaneous transluminal coronary angioplasty from 1977 to

- 1981 and from 1985 to 1986 : the National Heart, Lung and Blood Institute Percutaneous Transluminal coronary Angioplasty Registry. J Am Coll Cardiol 12 : 1149, 1988*
- 31) Cowley MJ, Corros G, Kelsey SF, Van Randen M, Detre KM : *Acute coronary events associated with percutaneous transluminal coronary angioplasty. Am J Cardiol 53 : 12C, 1984*
- 32) Ellis SG, Roubin GS, King SB III, Douglas JS Jr, Shaw RE, kStertz SH Myler RK : *In hospital cardiac mortality after acute closure after coronary angioplasty : Analysis of risk factors from 8,207 procedures. J Am Coll Cardiol 11 : 211, 1988*