

경피적 관동맥 성형술시 풍선 크기와 관동맥의 협착 형태가 혈관 탄성반도에 미치는 영향

영남대학교 의과대학 내과학교실

최교원 · 권준영 · 김영진 · 이태일 · 신동구 · 김영조 · 심봉섭 · 이현우

= Abstract =

Influence of Balloon Size and Morphology of Coronary Stenosis on Elastic Recoil after Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty

Kyo Won Choi, M.D., Jun Young Kweon, M.D., Young Jin Kim, M.D.,
Tae Il Lee, M.D., Dong Gu Shin, M.D., Young Jo Kim, M.D.,
Bong Sup Shim, M.D., Hyun Woo Lee, M.D.

Department of Internal Medicine, Yeungnam University College of Medicine, Taegu, Korea

Background : The immediate result of coronary balloon angioplasty was influenced by plastic and elastic changes of the vessel wall. After successful coronary angioplasty, the minimal luminal diameter of the dilated coronary artery segment was generally smaller than the diameter of the largest balloon catheter at the maximal inflation pressure. Several mechanisms could explain this phenomenon, including vasoconstriction, subintimal or intraplaque bleeding or edema and platelet or thrombus deposition. In addition, whenever balloon inflation results in overdistension of elastic components of the arterial wall, some degree of elastic recoil may occur.

Methods : To evaluate magnitude of elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty in relation to lesion morphology and other procedure-related variables, 141 coronary lesions were selected from patients with acute myocardial infarction, stable angina, unstable angina and post myocardial infarction angina undergoing successful coronary angioplasty. Coronary angiograms were recorded before and after angioplasty, and during dilatation of balloon. The computer measuring program was used for the assessment of balloon diameters and coronary luminal diameters.

Results :

- 1) Of all 141 coronary lesions, percent diameter stenosis before angioplasty averaged 74.2% and after angioplasty averaged 22.5%.
- 2) Residual diameter stenosis was directly related to the degree of elastic recoil, the greater the elastic recoil the more severe the residual lesion immediately after angioplasty. The increase in elastic recoil corresponded to a increase in the balloon/artery ratio($p < 0.05$).
- 3) The residual diameter stenosis tended to decrease in segments dilated with an oversized balloon than with an undersized balloon($p < 0.05$).

4) The elastic recoil increased significantly in the subgroups of coronary segments dilated with an oversized balloon, of eccentric lesion, and type C lesion($p<0.05$).

5) Percent residual stenosis was more severe in eccentric stenosis dilated with undersized balloon than in concentric stenosis.

6) Elastic recoil was greater in type C coronary segment dilated with an oversized balloon than with an undersized balloon($p<0.05$).

7) The lesion dilated with oversize non-compliant balloon showed more elastic recoil than with oversize compliant balloon($p<0.05$).

Conclusion : Factors such as oversized balloon, eccentric lesion, type C lesion, and non-compliant balloon significantly affected increase of the elastic recoil.

KEY WORDS : Percutaneous transluminal coronary angioplasty · Elastic recoil.

서 론

관찰대상 및 방법

경피적 관동맥 성형술이 진단기술 및 장비의 발달로 급증하고 있는 추세이지만 이 술기의 기전에 대해 많은 발표가 있었으나 시술후 혈관벽의 탄성적 성질에 대해서는 알려진 바가 많지 않다. 특히 경피적 관동맥 성형술의 성공적인 결과에도 불구하고 충분히 확장된 풍선의 지름은 확장후 병변 부위의 관동맥 지름보다 항상 더 크게 측정된다. 이것을 설명하는 기전으로는 혈관 수축, 혈관내막하 출혈, 플라크내의 출혈(intraplaque bleeding), 혈관부종 또는 혈소판이나 혈전의 침착등으로 알려져 있다^{1,2)}. 다른 설명으로는 풍선 팽창시 병변 분절의 반대편이나 근접부위에 경한 병변 또는 병변이 없는 분절의 혈관벽에 발생하는 탄성이 이 기전에 어느정도 기여한다고 보고되고 있다^{1,2)}. 이같은 관상동맥의 탄성적 성질때문에 풍선 감축(balloon deflation) 후에는 혈관분절의 탄성반도(elastic recoil)가 뒤따르며 이것은 성취한 최대 내경지름이 풍선 팽창(balloon inflation)시 보다는 풍선 감축후가 더 작은 이유이기도 하다. 혈관 탄성반도에 영향을 미치는 요소로는 협착부위의 편심성등의 형태적 특성과 풍선/혈관 비(balloon/artery ratio), 병변혈관의 위치등에 의해 영향을 받는다고 알려져왔다³⁾.

저자는 성공적인 경피적 관동맥 성형술을 시행한 환자를 대상으로 시술시 풍선 크기와 관동맥의 협착 형태가 혈관 탄성반도에 미치는 영향을 알기 위하여 시술시 병변의 형태 및 위치와 풍선 크기등을 포함한 술기적 변수와 혈관 탄성반도 크기와 상관 관계에 대해서 조사 분석하였다.

대상 환자는 1992년 9월부터 1993년 8월까지 영남대학교 의과대학 부속병원을 방문하여 성공적인 경피적 관동맥 성형술을 시행한 환자의 141명변을 대상으로 하였다. 대상질환은 급성 심근경색증, 안정형 협심증, 불안정형 협심증, 경색후 협심증이었고 성별로는 남, 녀 각각 103/38 명변이었다.

경피적 관동맥 성형술은 대퇴동맥을 통하여 통상적인 표준방법을 사용하였고 관동맥 확장 술전과 술후, 그리고 가장 높은 압력으로 풍선을 팽창했을시, 관동맥 조영술의 이완기말 화면을 선택하여 각각의 참고치 지름(reference diameter), 병변 지름(lesion diameter), 그리고 확장된 풍선 지름을 측정하였다. 관동맥 지름의 측정은 이미 알고 있는 심도자 지름을 이용하여 컴퓨터 측정 프로그램에 의해 측정되었다. 혈관 내경에 영향을 미치는 다양한 혈관장력(vasomotor tone)을 조절하기 위해서 nitrate을 사용하였고 항협심제(nitrate 포함)를 관동맥 확장술동안 정주 혹은 경구 투여 하였다. 해파린은 술기 시작시에 5,000 IU를 투여하였고 그후 적당량을 24시간이상 지속적 방법으로 정맥내 주입하였다. 풍선 만입(balloon indentation)을 없애기 위해서 충분한 압력으로 팽창시켰고 충분한 결과에 이르도록 하기 위하여 팽창 압력과 시간을 단계적으로 연속해서 높였으며 최대 팽창압력에서 적절한 결과를 얻지 못할시에는 그 다음 크기의 풍선 도자로 바꾸어서 사용하였다. 경피적 관동맥 성형술 전후의 협착지름은 두 정사위(two near orthogonal view)로 부터 측정된 측정치의 평균으로

하였고 정상 관동맥의 지름은 확장된 병변의 근위부나 원위부에 근접한 가장 정상으로 보이는 분절의 평균 지름으로 하였다.

최대 풍선 도자의 지름은 최대 팽창 압력에서 측정했고 과대 풍선(oversize balloon)의 정의는 풍선/혈관 비가 1 이상일때로 하였다. 혈관 탄성반도는 가장 높은 팽창압력에서 최소 풍선지름과 관동맥 성형술 후의 최소 병변 지름사이의 백분율 감소(percent reduction)로 정의하였다. 사용한 풍선의 종류, 풍선의 크기, 그리고 팽창 압력과 시간등은 술기자의 판단에 따라 선택 및 시행되었고 확장술 성공의 정의는 경피적 관동맥 성형술후 최종 협착이 50%이하일 경우로 하였다.

각군의 비교는 SPSS/PC⁺을 사용하여 Student t-test, ANOVA, 다중회귀분석으로 하였고 각 수치는 평균값 표준오차로 하였으며 유의성의 인정은 p값이 0.05이하로 하였다.

Table 1. Clinical characteristics in 141 coronary lesions

Men/Women	103/38
Age(year)	56.7±0.9
Duration of angina symptom(months)	46.2±6.2
Clinical diagnosis(%)	
Unstable angina	35(24.8%)
Stable angina	25(17.7%)
Acute myocardial infarction	59(41.8%)
Post myocardial infarction angina	22(15.6%)
Risk factors(%)	
Systemic hypertension	49(34.7%)
Diabetes mellitus	28(19.8%)
Smoking	92(65.2%)
Cholesterol >200(mg/dl)	55(39.0%)
Serum cholesterol(mg/dl)	194.5±3.9

Data are mean value± standard error.

Table 2. Association between elastic recoil and clinical diagnosis

Clinical diagnosis	Elastic recoil(%)	
	Total group	Oversize ballon group
Unstable angina	17.5±2.0(N=36)	19.0±3.2(N=20)
Stable angina	13.5±2.7(N=25)	14.9±3.4(N=13)
Acute MI	17.4±2.5(N=59)	20.2±1.5(N=35)
Post MI angina	18.9±2.4(N=21)	23.6±4.2(N=10)

Data are mean value± standard error

MI : myocardial infarction

N : number

결 과

141대상병변은 남자 103명, 여자 38명에서 각각 채취 되었는데 대상 환자의 평균 나이는 56.7±0.88 세였다. 임상적 진단중 급성 심근경색증이 59례로 가장 많았고 그 다음으로 불안정형 협심증, 안정형 협심증 순이었다.

위험인자로는 흡연과 고 콜레스테롤혈증이 많았다(Table 1). 임상 진단에 따른 혈관 탄성반도는 경색후 협심증인 경우에서 18.9±2.4%로 가장 높았지만 유의성은 없었다(Table 2).

혈관 조영술과 시술시의 특징을 보면 병변이 편심성인것이 45례로 31.9%을 차지하였고 풍선의 최대 팽창 압력은 평균 6.9±1.6atm 이었고 성형술전 지름협착(percent diameter stenosis)은 74.2±1.3%였으며 성형술후의 지름협착율은 22.5±0.8%였다(Table 3).

혈관 탄성반도와 성형술후 잔류 지름협착(residual diameter stenosis) 및 풍선/혈관 비와의 관계에 대해서는 혈관 탄성반도가 클수록 지름협착은 증가하였고(Fig. 1), 풍선/혈관 비가 증가할수록 혈관 탄성반도가 커지는 상관 관계를 보였으며(Fig. 2), 풍선/혈관 비가 증가할수록 잔류 지름협착은 적어지는 상관 관계가 있었다(Fig. 3).

혈관 탄성반도의 증가에 영향을 주는 요소로는 풍선/혈관 비가 1 이상인 례(22.6±1.0%), 편심성 병변이 있는 례(19.5±1.9%), 그리고 type C인 례(21.2±2.3%)에서 유의하게 높았지만 칼슘침착부위, 협착병변의 길이, 팽창시간과는 유의한 차이가 없었다(Table 4).

풍선/혈관 비가 1 이상인 과대 풍선을 사용한 군과 1 미만인 과소 풍선을 사용한 군으로 구분할때 과대 풍선을 사용한 군에서 혈관 탄성반도가 컸었다(22.6

Table 3. Angiographic and procedural characteristics in 141 coronary lesions

Lesion eccentricity(%)	45(31.9%)
Lesion calcium(%)	11(7.8%)
Length of narrowing(mm)	7.66 ± 0.35
Maximal inflation pressure (atmosphere)	6.9 ± 0.1
Total inflation time(second)	377.69 ± 23.8
Percent diameter stenosis(%)	74.2 ± 1.3
Residual percent diameter stenosis(%)	22.5 ± 0.8
Post PTCA minimal luminal diameter(mm)	2.06 ± 0.03
Diameter of normal segment(mm)	2.71 ± 0.04

Data are mean value ± standard error.

PTCA : Percutaneous transluminal coronary angioplasty

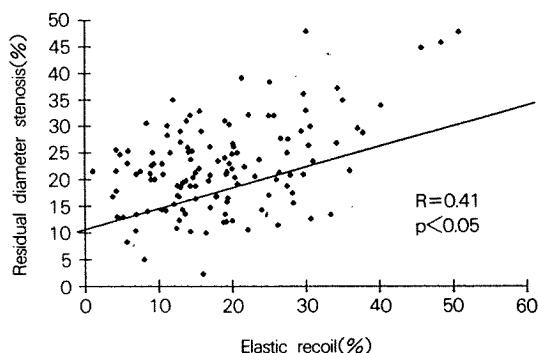


Fig. 1. Correlation between elastic recoil and residual diameter stenosis immediately after angioplasty.

± 1.0%, $p < 0.05$)(Table 5).

병변을 편심성과 동심성 병변으로 세분하였을 때는 과대 풍선을 사용한 편심성 병변에서 과소 풍선을 사용했을 때보다 혈관 탄성반도가 높았다($25.4 \pm 2.8\%$, $p < 0.05$)(Table 6). 과소 풍선을 사용한 동심성

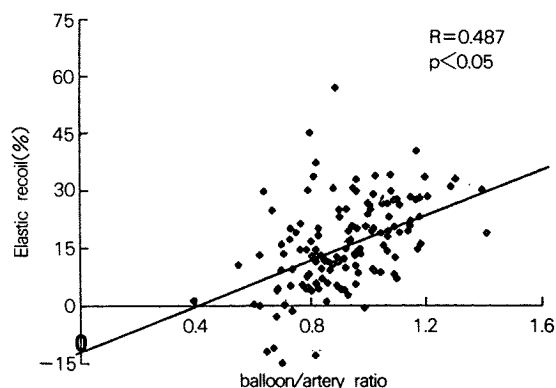


Fig. 2. Elastic recoil after angioplasty correlated with ratios of inflated balloon diameter to the normal arterial segment.

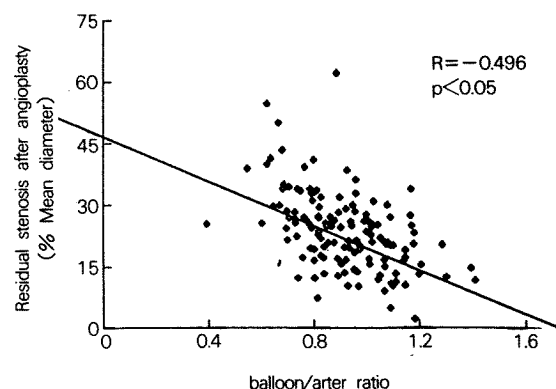


Fig. 3. Residual coronary stenosis after angioplasty correlated with ratios of inflated balloon diameter to the normal arterial segment.

병변에서는 과대 풍선을 사용한 동심성 및 편심성 병변보다 혈관 탄성반도가 낮았고($11.9 \pm 1.5\%$) 잔류 지름협착은 과소 풍선을 사용한 군중 편심성 병변에서 크게 나타났다($24.9 \pm 2.0\%$)(Table 6).

Table 4. Elastic recoil after coronary angioplasty in relation to morphologic and procedural variables

	Variable present	Variable absent	p value
Balloon/artery ratio >1 (Oversized balloon)	22.6 ± 1.0	11.8 ± 1.5	$p < 0.05$
Eccentricity	19.5 ± 1.9	15.5 ± 1.1	$p < 0.05$
Calcium deposition	20.3 ± 3.3	16.2 ± 1.0	NS
Long stenosis(>10mm)	13.5 ± 1.9	18.7 ± 1.1	NS
Total inflation time (>240sec)	17.3 ± 1.6	15.4 ± 1.1	NS

Data are mean value ± standard error

NS : not significant

Table 5. Effect of balloon size on elastic recoil and procedural variables

	Balloon size		p value
	Undersize	Oversize	
Number of lesion	63	78	
Balloon/artery ratio	0.82±0.01	1.11±0.01	p<0.05
Reference diameter(mm)	2.95±0.05	2.49±0.05	p<0.05
Balloon diameter(mm)	2.48±0.03	2.49±0.04	NS
Elastic recoil(%)	11.8 ±1.5	22.6 ±1.0	p<0.05
Minimal luminal diameter(mm)	2.13±0.04	1.99±0.03	p<0.05
(post PTCA)			
Residual diameter stenosis(%)	24.2 ±1.1	21.1 ±1.0	p<0.05
Balloon diameter			
-minimal luminal diameter(mm)	0.34±0.03	0.50±0.04	p<0.05

Data are mean value±standard error

NS : not significant

PTCA : percutaneous transluminal coronary angioplasty

Table 6. Different variable parameters in subgroups of concentric or eccentric stenosis dilated with an undersized or an oversized balloon

	Undersize balloon		Oversize balloon	
	Conc(N=39)	Eccen(N=24)	Conc(N=50)	Eccen(N=28)
Balloon/artery ratio	0.84±0.02	0.82±0.02	1.11±0.01	1.12±0.02
Elastic recoil(%)	11.9 ±1.5	14.8 ±2.4	18.3 ±1.4*	25.4 ±2.8**
Residual stenosis(%)	23.2 ±1.2	24.9 ±2.0	20.7 ±1.0	22.7 ±2.9
Minimal luminal				
diameter(MLD)(mm)	2.22±0.04	2.06±0.07	1.99±0.04	1.87±0.21
Balloon diameter				
-MLD	0.31±0.04	0.36±0.06	0.47±0.04	0.65±0.08

Data are mean value±standard error.

*, **p<0.05, significantly different from undersize balloon group.

N : number

Conc : concentric coronary lesion Eccen : eccentric coronary lesion

Table 7. Different elastic recoil in groups of coronary artery type

Coronary a type	Elastic recoil(%)		
	Total group	Oversized group	Undersized group
Type A	16.9±2.0(N=45)	19.1±3.6(N=23)	14.8±2.1(N=22)
Type B	15.8±1.2(N=76)	17.7±1.4(N=39)	13.9±1.9(N=37)
Type C	21.2±2.3(N=20)*	24.6±2.2(N=16)**	7.5±1.2(N=4)

Data are mean value±standard error.

*, **p<0.05, significantly different from type A.

N : number

American Heart Association/American College of Cardiology(AHA/ACC)의 병변 분류에 의한 type C에서 혈관 탄성반도(21.2±2.3%)와 잔류 지름협착(31.1±2.9%)이 type A, type B보다 높았으며, 사용한 풍선 크기에 따라 구분할때는 type C이면서 과대 풍

선을 사용한 군에서 과소 풍선을 사용했을때보다 혈관 탄성반도가(24.6±2.2%, p<0.05) 더 높았지만 잔류 지름협착에서는 유의한 차이가 없었다(Table 7, 8).

병변 관동맥의 위치는 우관동맥, 좌전하행지, 좌회선지였고 이를 각각 근위부, 중간부, 원위부로 구분

Table 8. Different residual diameter stenosis in groups of coronary artery type

Coronary a type	Residual diameter stenosis(%)		
	Total group	Oversized group	Undersized group
Type A	27.3± 2.2(N=45)	23.1± 2.1(N=23)	25.1± 2.1(N=22)
Type B	25.1± 1.6(N=76)	19.3± 1.4(N=39)	23.9± 1.5(N=37)
Type C	31.1± 2.9(N=20)	22.7± 2.4(N=16)	21.8± 3.6(N= 4)

Data are mean value± standard error.

N : number

Table 9. Regional distribution of elastic recoil in 141 coronary lesions

Coronary artery site		Elastic recoil(%)	Residual stenosis(%)
RCA-proximal	(N=18)	15.4± 2.7	21.7± 2.0
RCA-middle	(N=15)	18.2± 2.4	22.3± 2.1
RCA-distal	(N=12)	22.9± 2.2	21.1± 2.1
LAD-proximal	(N=30)	15.7± 2.3	24.8± 2.1
LAD-middle	(N=31)	18.1± 2.2	21.5± 1.6
LAD-distal	(N= 5)	20.5± 3.8	26.2± 2.4
LCX-proximal	(N=12)	11.0± 4.3	23.1± 3.0
LCX-middle	(N= 8)	12.3± 1.9	21.6± 1.7
LCX-distal	(N=10)	18.1± 2.8	20.9± 2.6

Data are mean value± standard error.

N : number

RCA : right coronary artery

LAD : left anterior descending artery

LCX : left circumflex artery

Table 10. Regional distribution of elastic recoil in 141 coronary lesions

Coronary artery		Elastic recoil(%)	Residual stenosis(%)
Total group			
Proximal	(N=60)	14.7± 1.7	23.5± 1.3
Middle	(N=54)	17.3± 1.5	21.7± 1.1
Distal	(N=27)	20.6± 1.6	21.8± 1.4
Undersized balloon			
Proximal	(N=29)	12.1± 2.0	25.3± 1.7
Middle	(N=24)	13.3± 2.2	23.4± 1.6
Distal	(N=10)	19.5± 2.2	23.1± 2.7
Oversized balloon			
Proximal	(N=31)	17.1± 2.6	21.8± 1.9
Middle	(N=30)	20.7± 1.8	20.3± 1.6
Distal	(N=17)	21.3± 2.2	21.0± 1.7
Total group**			
RCA	(N=45)	19.8± 1.8	23.2± 1.5
LAD	(N=66)	16.1± 1.4	22.5± 1.1
LCX	(N=30)	14.1± 2.0*	21.5± 1.5

Data are mean value± standard error.

*p<0.05, significantly different from RCA, **Abbreviations are the same as in Table 9.

N : number

Table 11. Different elastic recoil between compliant balloon and non-compliant balloon

	Elastic recoil(%)	Residual diameter stenosis(%)
Undersized group		
Compliant balloon	16.0±1.5	25.7±1.5
Non-compliant balloon	10.2±2.1	23.2±1.2
Oversized group		
Compliant balloon	17.8±1.8*	20.9±1.2
Non-compliant balloon	20.0±3.6**	21.5±3.0

Data are mean value±standard error.

*, **p<0.05, significantly different from undersized group.

하였다. 각 혈관에서 근위부보다 원위부에서 혈관 탄성반도가 크게 나왔고 우측 관동맥에서 좌전하행 지나 좌회선지보다도 더 크게 나왔다($19.8 \pm 1.8\%$, $p < 0.05$)(Table 9, 10).

풍선 재질이 탄성반도의 증가에 미치는 영향을 보면 noncompliant oversize balloon을 사용한 군에서 사용하지 않은 군보다 혈관 탄성반도가 높았으나($20.0 \pm 3.6\%$, $p < 0.05$) 잔류지름협착과는 유의한 차이가 없었다(Table 11).

고 안

경피적 관동맥 성형술시 팽창된 최소 풍선지름과 성형술후의 최소 병변지름 사이에 차이가 나는것은 확장된 병변혈관의 탄성반도에 기인하는 것으로 알려져 있으며 이같은 현상을 체계적으로 기술한것은 최근의 일이다⁴⁾. 다른 연구에서도 편심성 병변에 관동맥 성형술을 시행하거나 혹은 과대 풍선을 사용하였을때 혈관 탄성반도가 증가하는것으로 판명되었다^{5,6)}. 저자의 경우 대상 레의 평균 혈관 탄성반도는 $16.5 \pm 2.9\%$ 로 Hjerdahl등⁴⁾의 22% 보다는 적고 Diego등⁷⁾의 17% 와 유사하였다.

관동맥 성형술의 기전은 다양하게 발표되어왔다. Dotter와 Judkins⁸⁾의 초기 병리적 연구에서는 시술후 내막 파열과 박리의 증거가 없었기 때문에 관동맥 풍선 성형술은 죽종의 개형(remodelling)과 가압(compression)에 의해서만 이루어진다고 생각 하였다. 그러나 죽상 경화성 플라크(plaque)의 대부분이 incompressible, dense fibrocollagenous tissue로 이루어졌기 때문에 플라크 가압이 혈관성형술 기전의 대부분을 차지하지는 않는다. 다른 기전으로는 방추상 확장 혹은 국소 동맥류 형성등을 일으키는 혈관벽의 신장

(stretch)⁹⁾, 내피와 중막의 박리¹⁰⁾등이 제시되고 있다. 편심성 협착부위에서는 풍선의 팽창이 정상 혈관 분절에서는 과팽창을 일으키고¹¹⁾경화성 플라크에는 손상을 덜 입힌다고 하는데 이처럼 정상 혈관벽의 과신장으로 초래된 탄성력이 풍선 확장시 획득한 혈관의 내경을 즉시 혹은 점진적으로 좁게 한다고 한다¹²⁾. 풍선 팽창시 측정된 지름과 성형술후의 확장분절 최소 지름사이에 차이가 나는것은 이러한 혈관 탄성반도가 설명할 수 있다. 성형술후 24시간 동안 관찰된 최소 병변 지름의 감소가 더 이상 없는 것으로 봐서 혈관 탄성반도는 성형술후 바로 즉시 일어남을 알 수 있다^{1,13,14)}. 따라서 본 연구에서는 성형술 24시간후 관동맥 조영술을 시행하지는 않았다.

혈관 탄성반도는 풍선지름과 풍선면적, 그외 편심성 병변, 완만하게 굽은 부위(less angulated part)에 위치한 병변, 작은 플라크가 있는 병변등에서 증가 하였고 그 반대로 굴곡이 크고, 용적이 큰 죽상경화가 있는 병변에서는 상대적으로 탄성반도가 적었다고 한다^{3,10,15)}. 본 연구에서도 과대풍선을 사용한 군에서 혈관 탄성반도가 월등하게 높았고($22.6 \pm 1.0\%$ vs $11.8 \pm 1.5\%$), 편심성 병변에서의 혈관 탄성반도가($19.5 \pm 1.9\%$) 동심성 병변보다($15.5 \pm 1.1\%$) 크게 나왔으며 이것은 무병변 혈관벽이 우선적으로 풍선에 의해 신장되었기 때문으로 생각하였다. 그외 칼슘침착, 병변의 길이, 그리고 총 팽창시간과는 유의한 차이가 없었다. 혈관 탄성반도가 3개의 관동맥에서 각각 다른것은 아직 쉽게 설명하지 못하고 있으나¹⁶⁾ 본 연구에서 우관동맥이 좌전하행지나 좌회선지 동맥보다 크게 나온것은 본 레의 우관동맥의 병변이 더 심했기 때문이며 또한 다른 조직학적 구조와 플라크 조성의 차이점 때문이아닌가 생각되었다. 탄성반도는 관동맥의 원위부에서 증가하였는데 이것은 원위부에서

풍선이 상대적으로 과대하였기 때문으로 보인다.

Roubin등²⁾은 풍선/혈관 비의 정의를 이미 알고 있는 가이드용 도자의 지름을 이용하여 풍선 크기를 시측한 것과 당시 측정된 정상 관동맥 내경과의 비로 하였다. 풍선/혈관 비가 1 이상인 큰 풍선을 사용하면 관동맥 박리의 빈도가 높고 풍선/혈관 비가 1 이하인 풍선을 이용하면 잔류협착이 많으며 관동맥 성형술의 재시행의 빈도가 높다고 알려져 왔다¹⁷⁾. Laplace 법칙에 의하면 같은 압력하에서 확장력은 팽창 풍선의 지름에 비례하여 증가하고 따라서 큰 풍선을 사용할 때에는 혈관벽에 대한 총확장력(total dilating force)이 증가한다.

큰 풍선은 편심성인 병변을 확장 시키는데 효과적이는데 이것은 증가된 풍선 표면적이 혈관벽의 확장을 유지하게 하는데 용이하기 때문이다. 일반적으로 과소 풍선은 심한 편심성 병변, 심하게 굴곡된 동맥에서 박리의 빈도를 줄이기 위해서 당뇨 혹은 신부전 환자에서 권유되어져 왔고 과대 풍선은 saphenous vein graft 및 재협착병변과 적절한 크기의 풍선으로 팽창을 했어도 충분히 확장되지 못한 탄성적인 병변에 추천되었다. 또한 작은 풍선은 큰 풍선이 병변 부위를 통과 하는데 용의하도록 협착이 심한 병변을 부분적으로 확장시키는데 필요하다고 한다.

Claude등¹⁾의 연구에 의하면 혈관 탄성반도가 클 수록 동심성 병변보다는 편심성 병변에서 잔류협착이 더 크게 나타났고 관동맥 성형술후의 잔류협착은 큰 풍선이나 작은 풍선의 사용에 관계 없이 유사했다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 잔류 지름협착은 과대 풍선을 사용한 군에서 작았고($24.2 \pm 1.1\%$ vs $21.1 \pm 1.0\%$, $p < 0.05$), 과소 풍선을 사용한 편심성 병변에서 크게 나왔지만 유의성은 없었다. 이같은 결과로 미루어볼때 잔류 지름협착에는 풍선의 크기와 편심성 병변이 크게 연관이 있음을 알 수 있었다.

과소 풍선을 사용한 편심성 병변에서 잔류 지름협착이 증가하는 이유로는 편심성 병변에서 잔류협착과 관계있는 혈관 탄성반도가 크기 때문이며, 사용한 팽창된 풍선의 지름이 작은 크기일때는 풍선에 공급된 압력이 혈관벽으로 전달되기 보다는 주로 풍선벽에 작용하여 협착 부위에 불충분한 확장을 일으키기 때문일 것으로 생각되었다.

Walter등¹⁸⁾에 의하면 사용한 풍선을 compliant balloon과 non-compliant balloon에 따라 비교하였을때,

혈관 탄성반도와 최소지름등은 차이가 없었고 성형술후의 지름협착에서는 compliant balloon type에서 더 좋은 결과를 얻었다고 하였으나 본 연구에서는 잔류 지름협착이 차이가 없는 반면 혈관 탄성반도는 과대 풍선 사용군에서는 non-compliant balloon을 사용했을때($20.0 \pm 3.6\%$), 과소 풍선 사용군에서는 compliant balloon을 사용했을때에($16.0 \pm 1.5\%$) 각각 높았다. 이것으로 볼때 compliant balloon과 non-compliant balloon의 사용에 따른 풍선 재질이 혈관 탄성반도에 영향을 미치지만 잔류협착에는 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

요 약

연구배경 :

경피적 관동맥 성형술의 기전에 대해 많은 발표가 있지만 경피적 관동맥 성형술중 혈관벽의 탄성적 성질에 대해서 알려진바는 적다. 성형술시 충분히 확장된 풍선의 지름은 성형술후 확장한 병변 부위의 지름보다 항상 더 크게 나오는데 혈관벽의 탄성적 요소가 이 기전에 관여 한다고 한다. 본 연구는 경피적 관동맥 성형술시 풍선 크기와 협착 형태가 혈관 탄성반도에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다.

방 법 :

관동맥 확장 술전과 술후, 그리고 가장 높은 압력으로 풍선을 팽창했을시, 관동맥 조영술의 이완기말 화면을 선택하여 각각의 참고치 지름(reference diameter), 병변 지름(lesion diameter), 그리고 확장된 풍선 지름을 컴퓨터 측정 프로그램에 의해 측정되었다.

결 과 :

총 141병변에서 확장술전 평균 지름 협착은 $74.2 \pm 1.3\%$ 이었고 확장술후는 잔류 협착이 $22.5 \pm 0.8\%$ 였다. 대상 질병에 따른 혈관 탄성반도의 차이에서는 경색후 협심증이($18.9 \pm 2.4\%$) 가장 높았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 혈관 탄성반도가 증가할수록 잔류 지름협착이 커지는 상관관계를 보였으며 풍선/혈관 비가 증가할수록 잔류 지름협착이 작아지는 상관 관계를 보였다. 혈관 탄성반도 증가에 영향을 주는 요소중 풍선/혈관 비가 1 이상인 과대 풍선을 사용했을때($22.6 \pm 1.0\%$), 편심성 병변($19.5 \pm 1.9\%$), 그리고 type C인 관동맥 협착 병변($21.2 \pm 2.3\%$)

에서 혈관 탄성반도가 유의하게 높았다. 과대 풍선을 사용한 군중 편심성 병변에서 혈관 탄성반도가($25.4 \pm 2.8\%$) 높았고 잔류 지름협착은 과소 풍선을 사용한 군중 편심성 병변에서 크게 나왔다(24.9 ± 2.0). Type C 병변이면서 과대 풍선을 사용한 군에서 과소 풍선을 사용했을 때보다 혈관 탄성반도가 높았지만 잔류협착에는 유의한 차이가 없었다. 풍선 재질이 non-compliant balloon이면서 과대 풍선을 사용한 군에서 혈관 탄성반도가 높았지만($20.0 \pm 3.6\%$) 잔류협착에서는 유의한 차이가 없었다.

결 론 :

혈관 탄성반도 증가에 영향을 주는 변수로는 과대 풍선, 혈관의 편심성 병변, type C인 병변, 그리고 non-compliant balloon이며, 이같은 결과로 미루어 적절한 동맥조영술적인 결과와 최소 잔류협착을 얻기 위해서는 관동맥 협착형태에 따라서 풍선 크기의 선택이 중요하다는 것을 알 수 있었으며 그 기전에는 혈관 탄성반도 증가와 연관이 있는 것으로 생각되었다.

References

- 1) Claude H, William W, Xavier M, Erwin S : *Influence of balloon size and stenosis morphology on immediate and delayed elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty*. J Am Coll Cardiol 18 : 506-511, 1991
- 2) Roubin G, Douglas J, King III S, Lin S, Hutchinson N, Thomass R, Gruentzig A : *Influence of balloon size on initial success, acute complications, and restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty : A prospective randomized study*. Circulation 78 : 557-565, 1988
- 3) Rensing BJ, Herman W, Strauss B, Serruys P : *Regional differences in elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty : A Quantitative angiographic study*. J Am Coll Cardiol 17 : 34-38, 1991
- 4) Hjemdahl-Monsen C, Ambrose J, Borricio S, Cohen M, Sherman W, Alexopoulos D, Gorlin R, Fuster V : *Angiographic patterns of balloon inflation during percutaneous transluminal coronary angioplasty : Role of pressure-diameter curves in studying distensibility and elasticity of the stenotic lesion and the mechanism of dilatation*. J Am Coll Cardiol 16 : 569-575, 1990
- 5) Rensing B, Hermans W, Beatt K, Laarman G, Suryapranata H, van den Brand M, de Feyter PJ, Serruys PW : *Quantitative angiographic assesment of elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty*. J Am Coll Cardiol 66 : 1039-1044, 1990
- 6) Hanet C, Wijins W, Michel X, Schroeder E : *Influence of balloon size and stenosis morphology on immediate and delayed elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty*. J Am Coll Cardiol 18 : 506-511, 1991
- 7) Diego A, Salvatore S, Jacek K, Paolo B, Piera Angelica M, Ermanno E : *Influence of elastic recoil on restenosis after successful coronary angioplasty in unstable angina pectoris*. J Am Coll Cardiol 71 : 659-663, 1993
- 8) Dotter CT, Judkins MP : *Transluminal treatment of atherosclerotic obstructions. description of new technique and a preliminary report of its application*. Circulation 30 : 654-670, 1964
- 9) Saborn TA, Faxon DP, Haudenschild CG, Gottsman SB, Ryan TJ : *The mechanism of transluminal angioplasty. evidence for aneurysm formation in experimental atherosclerosis*. Circulation 68 : 1136-1140, 1983
- 10) Waller BF : *"Crackers, breakers, stretchers, drillers, scrapers, shavers, burners, welders and melters" : The future treatment of atherosclerotic coronary artery disease ? A clinical-morphologic assessment*. J Am Coll Cardiol 13 : 969-987, 1989
- 11) Waller BF : *Coronary luminal shape and the arc of disease-free wall. Morphologic observations and clinical relevance*. J Am Coll Cardiol 6 : 1100-1101, 1985
- 12) Destro G, Barbieri E, Molinari G, Oliva M, Zardini P : *The angiographic evaluation of elastic recoil after coronary angioplasty*. Cardiologia 37(8) : 533-537, 1992
- 13) Hanet C, Michel X, Schroeder E, Wijins W : *Absence of detectable delayed elastic recoil 24 hours after percutaneous transluminal coronary angioplasty*. Am J Cardiol 71(16) : 1433-1436, 1993
- 14) Foley DP, Decker J, van den Bos AA, Heyndrickx GR, Laarman GJ, Suryapranata H, Zijlstra F, Serruys PW : *Usefulness of repeat coronary angiography 24 hours after successful balloon angioplasty to evaluate early luminal deterioration and facilitate quantitative analysis*. Am J Cardiol 15 : 72(18) : 1341-1347, 1993
- 15) Reiber J, Slager C, Schuurbijs J, den Boer A, Gerbrands J, Troost G, Scholts B, Kooijman C, Serruys P : *Transfer functions of the X-ray cine video chain*

- applied to digital processing of cineangiograms. In Heintzen PH, Brennecke R : Digital imaging in cardiovascular radiology. p89-104 Stuttgart-New York, Georg Thieme Verlag, 1983*
- 16) Benno J, Walter R, Kevin J, Gert J, Harry S, Marcel B, Pim J, Patrick W : *Quantitative angiographic assessment of elastic recoil after percutaneous transluminal coronary angioplasty. Am J Cardiol 66 : 1039-1044, 1990*
 - 17) Allen B, Rachel S, Richard A, Eric R : *Importance of balloon size in coronary angioplasty. J Am Coll Cardiol 13 : 1094-1100, 1989*
 - 18) Walter RH, Benno JR, Bradley HS, Patrick WS : *Methodological problems related to the quantitative assessment of stretch, elastic recoil, and balloon-artery ratio. Catheter Cardiovasc Diag 25 : 174-185, 1992*