Original Articles Korean Circulation J 2002;32(8):666-673

규정압력(Nominal Pressure)에 의한 관동맥 스텐트의 확장 정도 : 혈관내 초음파에 의한 연구

건양대학교 의과대학 심장병원 심장내과학교실[1]
계명대학교 의과대학 내과학교실,[2] 신경과학교실[3]
김기영[1] · 허승호[2] · 조용원[3]

Optimal Stent Expansion by Nominal Pressure Balloon Inflation : an Intravascular Ultrasound Study

Ki-Young Kim, MD[1], Seung-Ho Hur, MD[2] and Yong-Won Cho, MD[3]

[1]Division of Cardiology, Heart Center, Colledge of Medicine, Konyang University, Daejeon,
[2]Department of Internal Medicine, [3]Neurology, School of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Intravascular ultrasound (IVUS), following stent implantation, demonstrated a significant degree of underexpansion, despite the initial appearance of an angiographically successful deployment, in first-generation stents. With improvements in stent designs and delivery systems, the current-generation of stents appear to achieve optimal stent expansion. The purpose of this study was to evaluate optimal stent expansion, by nominal pressure balloon inflation, in the current generation of stents. **Subjects and Methods** : We evaluated 30 patients having had Nir-Sox, Tristar, S670 or Bx Velocity stents successfully deployed at nominal pressure (7 -10 atm) with delivery balloon system, between March and September 2001, using IVUS. IVUS criterion for optimal stent expansion was defined as a minimal stent area (MSA) ratio of $\geq$0.8 of the average reference lumen area. **Results** : The mean nominal balloon pressure was 8.87$\pm$0.9 atmospheres and the mean stent size was 3.38$\pm$0.45 mm. In reference segments, the minimal lumen diameter and average lumen area, found from the IVUS, were 3.18$\pm$0.51 mm and 8.88$\pm$2.92 mm^2, respectively. In stented segments, the minimal stent diameter and MSA were 2.55$\pm$0.46 mm and 6.10$\pm$2.08 mm^2, respectively. In only 11 of the 30 patients (36.7%) was the optimal stent expansion, by IVUS, achieved. **Conclusion** : Despite the development of a balloon delivery system for the current generation of stents, 63.3% of our study patients did not achieve optimal stent expansion, by IVUS, following nominal balloon inflation. Therefore, additional procedure will be required for optimal stent expansion in the current generation of stents. **(Korean Circulation J 2002;32(8):666-673)**

KEY WORDS : Ultrasonography, interventional ; Coronary disease.

서 론

관동맥 질환의 진단과 경피적 관동맥 중재술(Percutaneous Coronary Intervention)에 가장 기본적이고 표준적인 방법은 관동맥 조영술이다. 그러나, 관동맥 조영술은 혈관내벽의 구조와 동맥경화반 또는 죽상반(ath-

논문접수일 : 2002년 4월 16일
수정논문접수일 : 2002년 5월 31일
심사완료일 : 2002년 7월 24일
교신저자 : 허승호, 700 - 712 대구광역시 중구 동산동 194번지 계명대학교 의과대학 내과학교실
전화 : (053) 250 - 7949 · 전송 : (053) 250 - 7434 · E - mail : shur@dsmc.or.kr

eromatous plaque)의 모양과 구성을 관찰할 수 없고 혈관내강의 윤곽만을 보여주는 제한점이 있다. 이에 비해 혈관내 초음파(IVUS : Intravascular ultrasound)는 혈관내 층별 구조와 동맥경화반의 구성, 모양, 칼슘의 침착 정도와 스텐트 시술시 스텐트의 확장 정도 및 모양을 더 자세하게 파악할 수 있는 장점이 있다.

관동맥내 스텐트 삽입술은 관동맥 질환의 가장 효과적인 치료 방법의 하나로 경피적 관동맥 성형술에 비해 안전하며 단기 및 장기 예후의 개선으로 현재 널리 사용되고 있는 시술 방법이다.[1)] 이러한 스텐트 삽입술은 초기에는 대부분 관동맥 조영술에 의해 그 시술 결과가 평가되었는데 특히 관동맥내 스텐트의 적절한 확장이 중요한 예후인자로 알려져 있다.[1)2)] 이후 혈관내 초음파가 도입되면서 Nakamura 등[2)]은 1세대 스텐트인 Palmaz-Schartz 스텐트를 제조사의 규정압력에 따라 사용시 관동맥 조영상 적절한 스텐트 확장소견을 보인 80%의 환자에서 혈관내 초음파상 불완전한 확장소견을 보고하였고, Schiele 등[3)]은 스텐트의 적절한 확장을 위해 고압력(12기압 이상) 사용시 60%의 환자에서 혈관내 초음파상 불완전한 스텐트 확장소견을 보고하였다. 관동맥내 스텐트 삽입술 후의 또 다른 문제점은 스텐트 내부 및 스텐트 주변의 재협착이다. 스텐트 재협착에는 임상적요인(당뇨병), 시술 방법, 스텐트 길이 및 혈관상태 등의 여러 인자들이 관여하는 것으로 알려져 있으며, 혈관내 초음파에 의한 최소 스텐트 단면적(MSA : Minimal Stent Area)이 장기간 추적시 스텐트 재개통술 및 재협착률의 가장 강력한 단일 예측인자로 알려졌다.[4-7)] 그러므로 관동맥 스텐트 삽입술시 관동맥 조영술만을 이용하는데 비해 혈관내 초음파를 병행할 경우, 보다 효과적인 스텐트 확장을 이룰 수 있다고 보고되고 있다.[8)9)]

한편, 1세대 스텐트의 구조물, 모양, 유연성, 확장풍선 등의 제약점으로 고압력 풍선시술 방법과 추가 풍선 확장술이 필요하였고, 이에 스텐트의 radial strength, 유연성, 성분 및 풍선의 확장성 등이 개선된 2세대 스텐트가 개발되어 널리 사용되고 있다.[10)] 이로 인해 2세대 스텐트에서는 스텐트의 적절한 확장을 위해 시행된 스텐트 삽입술 후의 추가 풍선확장술의 빈도가 감소하고 있는 상황이다.

이에 저자들은 현재 사용되는 관동맥 스텐트에서 제조사의 규정압력을 이용하여 삽입시 적절한 스텐트 확장(optimal stent expansion) 정도를 혈관내 초음파를 이용하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대상 환자

2001년 3월부터 2001년 9월까지 계명대학교 동산의료원에 내원한 환자중관동맥 질환으로 진단되고 관동맥 조영술을 시행하였던 환자중 관동맥 직경 협착이 70% 이상으로 유의한 협착을 보여 관동맥 스텐트 삽입술을 시행하였던 환자 30명을 대상으로 하였다.

스텐트 삽입술

모든 환자에서 시술 2일전부터 아스피린과 티클로피딘을 경구 투여하였고, 시술 직전에 헤파린 150 U/kg(최대 10000 U 이하)를 정맥내 주사하였다. 스텐트를 삽입하기 전에 고식적인 방법으로 풍선 확장술을 이용하여 병소를 미리 확장하였다. 스텐트 크기는 관동맥 조영술을 이용하여 스텐트 풍선/혈관 비가 1 : 1이 되게 결정한 후 여러 제조사의 스텐트를 이용하여 규정압력(7 10 기압)으로 확장하였다. 제조사별 스텐트의 종류와 규정압력은 각각 NIR-SOX^{TM}(Boston Scientific Corp.) 7기압 ; TRISTAR^{TM}(GUIDANT/Advanced Cardiovascular System Inc.) 8기압 ; S670^{TM}(Medtronic) 8기압 ; Bx VELOCITY^{TM}(Cordis/*Johnson & Johnson*) 10기압이었다.

관동맥 조영술

정량적 관동맥 조영술(QCA : quantitative coronary angiography)로 관동맥 내경은 computer-assisted Digital Cardiac Imaging(PHILIPS)을 이용하여 시술전, 스텐트 삽입술 직후에 기준 혈관 직경(reference vessel diameter), 협착률(% diameter stenosis), 최소 내강 직경(minimal lumen diameter)을 각각 측정하였고, 추가 풍선 확장술을 시행한 경우에도 반복하여 측정하였다. 조영술상 혈관 협착모양 분류는 American College of Cardiology/American Heart Association(ACC/AHA) Task Force[11)] 기준에 의해 시행되었다.

혈관내 초음파

혈관내 초음파는 CLEARVIEW(Cardiovascular Imaging System/Boston Scientific Corp., San Jose, Cali-

fornia)와 30 MHz의 도자(3.2 Fr monorail ultrasound, single piezoelectric crystal transducer mechanically rotating at 1,800 rpm)를 이용하여 스텐트 삽입술 직후에 실시하였다. 모든 환자에서 니트로글리세린 200 μg을 관동맥 내로 투여하고 난 뒤 초음파 도자를 스텐트 원위부 10 20 mm에 위치시킨 후 스텐트 및 근위부 혈관까지 automatic pull-back system을 이용하여 0.5 mm/sec 속도로 촬영하였다. 영상은 S-VHS 비디오테이프에 녹화 후 off-line으로 정량적 및 정성적으로 분석하였다. 혈관내 초음파상 적절한 스텐트 확장을 보인 경우 시술을 마쳤고, 불완전한 스텐트 확장 소견을 보인 경우 추가 풍선 확장술을 시행하였고 이후 혈관 내 초음파를 다시 실시하여 재평가하였다.

혈관내 초음파 분석

정량적 분석으로 (1) 스텐트 단면적(CSA : cross sectional area) 및 최소 스텐트 단면적 (2) 최소 스텐트 직경(minimal stent diameter)과 최대 스텐트 직경(maximal stent diameter) (3) 기준 내강 단면적(reference lumen CSA)을 측정하였다. 스텐트 가장자리에서 각각 5 10 mm이내의 혈관부위에서 최소 경화반을 나타내는 부위의 내강 단면적을 기준 내강 단면적으로 하였으며, 최소 스텐트 확장 부위를 눈으로 확인 후 최소 스텐트 단면적과 최소 스텐트 직경을 측정하였다. 스텐트 대칭지수(SI : symmetry index)는 스텐트내의 최소 내강 직경과 최대 내강 직경의 비로 계산하였다. 기준 내강 평균 단면적은 근위부 기준 내강 단면적과 원위부 기준 내강 단면적의 평균값으로 정의하였으며 적절한 스텐트 확장은 단면적 지수(CSA Index) 즉, 최소 스텐트 단면적과 기준 내강 평균 단면적의 비가 0.8 이상으로 정의하였다(Fig. 1).

정성적인 분석으로 스텐트 삽입술 후 (1) incomplete stent apposition(스텐트가 혈관벽과 부착되지 않고 분리된 경우) (2) plaque protrusion(스텐트 각 구조물내로 경화반의 돌출) (3) edge dissection(스텐트 가장 자리의 박리 및 파열) (4) thrombus(혈관내 echolucent mass)로 분류하였다.

통계적 분석

통계적 분석은 응용 통계 프로그램인 SPSS version 10.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois)을 이용하여 시행하였다. 모든 측정치는 평균값 표준 편차로 표기하였으며, paired student 's t-test 및 wilcoxon signed rank test를 이용하였으며 p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적 의의가 있는 것으로 평가하였다.

결 과

대상 환자군의 임상적 특징

전체 30명의 대상 환자 중 남자는 21명(70%), 여자는 9명(30%)이었으며 평균 연령은 58.2±8.6세이었다. 환자의 위험인자로는 고혈압이 8명(27%), 당뇨병이 8명(27%)이었다. 과거력에서는 심근 경색증이 2명(7%), 경피적 관동맥 성형술 또는 관동맥 우회술이 3

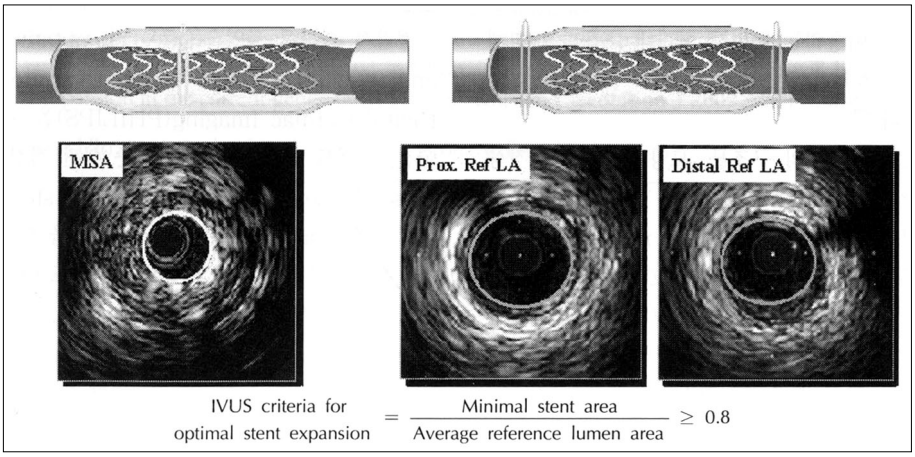

Fig. 1. Intravascular ultrasound criteria for optimal stent expansion. MSA : minimal stent area, Prox. Ref LA : proximal reference lumen area, Distal Ref LA : distal reference lumen area, IVUS : intravascular ultrasound.

명(10%)에서 있었으며 임상적 진단으로 안정형 협심증 17명(57%), 불안정형 협심증 7명(23%), 급성 심근 경색증 6명(20%)이었다. 스텐트들의 종류는 각각 NIR-SOX™(Boston Scientific Corp.) 10명(33%), TRISTAR™(GUIDANT/Advanced Cardiovascular System Inc.) 8명(27%), Bx VELOCITY™(Cordis/*Johnson & Johnson*) 8명(27%), S670™(Medtronic) 4명(13%)이었다(Table 1).

관동맥 조영술 및 시술 결과

ACC/AHA 지침에 따른 관동맥 협착 병변의 분류는 A병변 6예(20%), B1병변 10예(33%), B2병변 7예(23%), C병변 7예(23%)였고, 스텐트 시술 혈관은 좌전하행지 16예(53%), 좌회선지 4예(13%), 우관동맥 10예(33%)이었다.

스텐트 시술전 기준 혈관 직경은 3.52±0.48 mm, 병변의 협착률은 77.7±13.7%, 최소 내강 직경은 0.81±0.42 mm이었다. 평균 스텐트의 크기는 3.38±0.45 mm, 스텐트 길이는 17.50±4.77 mm, 스텐트 풍선/혈관의 비는 1.05±0.1, 풍선확장 규정압력은 8.87±0.90 기압이었다. 스텐트 직후의 최소 내강 직경은 0.81±0.42 mm에서 3.05±0.54 mm로, 협착률은 77.7±13.7%에서 9.3±11.6%로 시술전과 비교하여 유의하게 증가되었다 ($p<0.05$)(Table 2).

Table 1. Clinical and angiographic characteristics of patients

Number	30
Age (years)	58.2±8.6
Male/Female	21 (70)/9 (30)
ACC/AHA class (%)	
A/B1/B2/C	6 (20)/10 (33)/7 (23)/7 (23)
Diagnosis (%)	
SA/UA/AMI	17 (57)/7 (23)/6 (20)
Medical history (%)	
Diabetes	8 (27)
Hypertension	8 (27)
Smoking	19 (63)
Prior MI	2 (7)
Prior PTCA or CABG	3 (10)
Multi-vessel disease (%)	7 (23)
Coronary artery (%)	
LAD/LCX/RCA	16 (53)/4 (13)/10 (33)
Stent type (%)	
NIR	10 (33)
TRISTAR	8 (27)
Bx VELOCITY	8 (27)
S670	4 (13)

ACC/AHA : American College of Cardiology/American Heart Association, SA : stable angina, UA : unstable angina, AMI : acute myocardial infarction, PTCA : percutaneous transluminal coronary angioplasty, CABG : coronary artery bypass graft, LAD : left anterior descending, LCX : left circumflex, RCA : right coronary artery

혈관내 초음파 결과

정량적 분석으로 스텐트 삽입술 후 혈관내 초음파를 시행한 환자들의 기준 내강 단면적의 평균은 8.88±2.92 mm^2, 기준 혈관 최소 직경은 3.18±0.51 mm이었고, 최소 스텐트 직경은 2.56±0.46 mm, 최대 스텐트 직경은 2.90±0.44 mm, 대칭지수는 0.88±0.07, 최소 스텐트 단면적은 6.10±2.08 mm^2 이었다(Table 3). 스텐트 제조사의 규정압력에 의한 스텐트 삽입술 후 혈관내 초음파 기준에 의한 적절한 스텐트 확장

Table 2. Results of quantitative coronary angiography

Reference vessel diameter (mm)	3.52± 0.48
Minimal lumen diameter (mm)	
pre-intervention	0.81± 0.33
post-stent	3.05± 0.54*
Lesion stenosis (%)	
pre-intervention	77.7 ±13.7
post-stent	9.3 ±11. 6*
Mean stent length (mm)	17.50± 4.77
Mean stent size (mm)	3.38± 0.45
Mean norminal pressure (atm)	8.87± 0.90
Stent balloon inflation time (sec)	28.0 ±11.9
Stent balloon/artery ratio	1.05± 0.1

* : $p<0.05$ vs pre-intervention

Table 3. Results of post-stent quantitative intravascular ultrasound

Reference segment	
Minimal diameter (mm)	3.18±0.51
Average lumen area (mm^2)	8.88±2.92
Stented segment	
Minimal diameter (mm)	2.55±0.46
Maximal diameter (mm)	2.90±0.44
Symmetry index	0.88±0.07
Minimal stent area (mm^2)	6.10±2.08

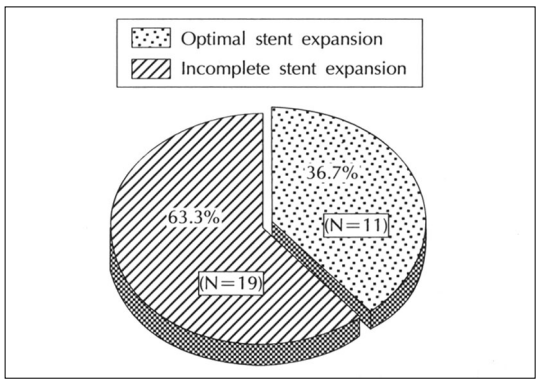

Fig. 2. Percents of optimal stent expansion in intravascular ultrasound. N : number of patients.

(CSA Index>0.8)을 보인 환자는 30명중 11명(37%)에서만 관찰되었고, 나머지 19명(63%)은 불완전한 스텐트 확장을 보였다(Fig. 2). 본 연구에서는 불완전한 확장 소견을 보인 19명 중 추가시술이 가능했던 16명(84%)에서 스텐트 확장의 개선을 위해 추가 풍선 확장술(adjunctive balloon dilatation)을 시행(평균 풍선 크기 : 3.39±0.38 mm, 평균 풍선 압력 : 13.74±1.15 mm)하였고, 제조사의 규정압력에 의한 스텐트 삽입술 직후와 관동맥 조영상 스텐트의 최소 내경을 비교하면 최소내경이 2.85±0.43 mm에서 3.16±0.47 mm로 14.3%가, 혈관내 초음파에 의한 최소 스텐트 단면적은 5.85±1.76 mm^2에서 7.36±1.72 mm^2로 27.6%가 추가 풍선 확장술후에 증가하였으며 이들은 각각 통계학적으로 유의하였다($p<0.001$).

또한 본 연구에서 혈관내 초음파 기준에 의한 적절한 스텐트 확장을 보인 군과 불완전한 스텐트 확장을 보인 군으로 분류하여 특성을 비교해 보면 평균 연령이나 허혈성 심질환의 위험인자들, 스텐트 종류나 크기, 길이나 평균 규정 압력, 시술 전후에 최소 내강 직경이나 협착정도는 통계학적으로 차이가 없었다($p>0.05$). 기준 혈관 내강직경이 불완전한 스텐트 확장을 보인 군에서 적절한 스텐트 확장소견을 보인 군에 비해 컸으나 통계학적 의의는 없었다(3.52±0.51 vs 2.98±1.10, $p>0.05$).

스텐트 삽입술 시행후 혈관내 초음파 소견도 스텐트의 최소 내강 직경, 균형지수, 최소 단면적은 두군간에 차이가 없었으나($p>0.05$) 기준 혈관의 단면적이 불완전한 스텐트 확장을 보인 군에서 의미있게 큰 소견을 보인 반면(9.81±2.84 vs 7.29±2.42 mm^2, $p<0.05$) 스텐트 확장정도는 불완전한 스텐트 확장을 보인 군에서 의미있게 낮았다(62.3±11.6 vs 84.6±5.75, $p<0.001$) (Table 4).

Table 4. Clinical, stent, angiographic and IVUS charcteristics in the optimal stent expansion and imcomplete stent expansion groups

	Optimal stent expansion (n=11)	Incomplete stent expansion (n=19)
Clinical		
Sex (M/F)	9/2	12/7
Age (yrs)	58.7 ± 7.9	57.9 ± 9.1
Smoker	6 (55%)	13 (63%)
Diabetes	4 (36%)	4 (21%)
Hypertension	3 (27%)	5 (26%)
Previous MI	0 (0%)	2 (11%)
Stent		
type		
Bx	2 (18%)	6 (32%)
NIR	3 (27%)	7 (37%)
S670	1 (9%)	3 (16%)
Tristar	5 (46%)	3 (16%)
size (mm)	3.32± 0.46	3.42± 0.45
length (mm)	7.55± 4.68	17.47± 4.95*
nominal pr. (atm)	8.82± 0.87	8.89± 0.94
Angiographic		
pre-MLD (mm)	0.69± 0.44	0.79± 0.44
post-MLD (mm)	2.91± 0.59	3.10± 0.53
re-DS (%)	77.5 ±15.9	77.7 ±12.7
post-DS (%)	10.6 ± 6.8	14.8 ± 8.8
ref. LD (mm)	2.98± 1.10	3.52± 0.51
IVUS		
MSD (mm)	2.56± 0.38	2.56± 0.52
SI	0.89± 0.06	0.88± 0.08
ref. CSA (mm^2)	7.29± 2.42	9.81± 2.84†
MSA (mm^2)	6.12± 1.95	6.10± 2.21
stent expansion (%)	84.6 ± 5.75	62.41± 1.65‡

* : $p<0.05$ optimal stent expansion, † : $p<0.05$ vs optimal stent expansion, ‡ : $p<0.001$ vs optimal stent expansion, MI : myocardial infarction, pr. : pressure, atm : atmosphere, MLD : minimal lumen diameter, DS : diameter stenosis, ref. LD : reference lumen diameter, IVUS : intravascular ultra-sound, MSD : minimal stent diameter, SI : symmetry index, ref. CSA : reference cross sectional area, MSA : minimal stent area

정성적인 분석으로 스텐트의 incomplete apposition은 4예(13%), 스텐트 경계의 edge dissection은 2예(7%), plaque protrusion은 2예(7%), thrombi는 0예였다.

고 찰

관동맥 조영술만을 이용한 스텐트 삽입술은 혈관내 초음파를 이용한 스텐트 삽입술에 비해 여러가지 제약점이 알려져 있다. 혈관의 중첩, 굴곡성, 복합병변 등으로 인해 관동맥 조영술로는 관동맥 내강 직경을 정확히 평가하기 힘들고, 스텐트 시술후 스텐트의 금속망 또는 스텐트 부위의 불규칙적 모양은 혈관내 초음파에 비해 스텐트 내강 직경을 크게 측정할 수 있다. Hoffmann 등[12]은 Palmaz - Schartz 스텐트 삽입술을 한 291명의 환자에서 혈관내 초음파에 의한 측정에 비해 관동맥 조영술에 의한 초기 내강확장이 크게 측정되는 점과 스텐트 삽입술 후 혈관내 초음파에 의한 최소 스텐트 직경 또는 최소 스텐트 단면적이 관동맥 조영술에 의한 최소 내강 직경의 측정보다 재협착의 예측에 더 좋은 인자로 보고하였다. Blasini 등[13]도 저압력(10기압 미만)으로 Palmaz - Schartz 스텐트 삽입술을 시행한 225명에서 혈관내 초음파에 비해 관동맥 조영술상 최소 내강 직경이 크게 측정됨을 보고하였다. 본 연구에서도 스텐트 삽입술 직후의 관동맥 조영술과 혈관내 초음파에 의한 최소 내강 직경이 각각 3.05±0.54 mm와 2.55±0.46 mm로 관동맥 조영술에서 크게 측정되어 비슷한 결과를 보였다($p<0.05$). CRUISE(Can Routine Ultrasound Influence Stent Expansion) 연구에서 혈관내 초음파를 이용하여 고압력의 풍선확장 스텐트 삽입술시 관동맥 조영술에 의한 것보다 효과적인 스텐트 확장(최소 스텐트 단면적의 증가)과 9개월 추적검사결과에서 시술혈관의 낮은 재개통술(Target Vessel Revascularization) 및 재협착률을 보였다.[9]

여러 연구에서 스텐트 시술후 혈관내 초음파에 의한 최소 스텐트 단면적은 스텐트 재협착의 가장 강력한 예측인자로 보고되었다.[4-7] de Feyter 등[5]은 혈관내 초음파로 측정한 최소 스텐트 단면적과 6개월 추적검사상 시술혈관 재개통술과의 역상관 관계를 보고하였고 Moussa 등[6]도 425명의 환자(496병변)에서 최소 스텐트 단면적과 관동맥 조영술상 재협착과의 역상관 관계를 보고하였다. 또한 Ellis 등[14]은 781명의 환자에서 재원시 및 12개월, 36개월 추적검사 결과 스텐트 재협착률의 감소와 비용절감의 효과에 대해서도 보고하였다.

적절한 스텐트의 확장 정도를 평가하는 기준으로 관동맥 조영술상 10% 이내의 잔여 협착과 혈관내 초음파상으로 스텐트 단면적 지수가 0.8 or 0.9 이상,[6] Gap(스텐트 구조물과 혈관벽 사이의 최대 간격)이 0.1 mm 이내, 대칭 지수가 0.7 이상, 최소 스텐트 단면적이 9 mm^2 이상 등의 기준[5]이 이용된다. 최근에는 FFR(Fractional Flow Reserve)을 이용하여 0.96 미만시 혈관내 초음파와 유사한 불완전한 스텐트 확장을 평가할 수 있다고 보고하였다.[15] 본 연구에서 스텐트 삽입술 직후 관동맥 조영술상 평균 잔여 협착은 9.3±11.6%로 적절하였으나, 혈관내 초음파상 평균 최소 스텐트 단면적이 6.10±2.08 mm^2으로 불완전한 스텐트 확장을 보였다. 이는 관동맥 조영술에 의한 최소내강 직경이 혈관내 초음파에 의한 결과보다 크게 측정됨으로써 잔여 협착이 적절한 결과를 보였으리라 생각된다. 최근 Takano 등[16]은 현재 사용되는 스텐트를 사용하여 32명의 환자에서 중등도 고압력(14 16기압)을 이용한 풍선 확장시에도 평균 최소 스텐트 단면적이 제조사의 예상 스텐트 단면적(% of the manufacturer 's expected stent area)과 비교할 때 62%에서만 적절한 스텐트 확장소견을 보였고 이의 개선을 위해 스텐트 삽입시 혈관내 초음파의 이용이 중요하다고 보고하였다. 본 연구에서도 대상 환자에서 규정압력(7 10기압)을 이용시 평균 최소 스텐트 직경이 2.56±0.46 mm인 반면 제조사의 예상 스텐트 직경은 3.38±0.45 mm로 75.6%의 환자에서 적절한 스텐트 직경까지의 확장소견을 보였고, 최소 스텐트 단면적은 대상 환자들에서 6.10±2.08 mm^2인 반면 제조사의 예상 스텐트 단면적이 9.14±2.41 mm^2로 67%에서 적절한 스텐트 단면적까지의 확장소견을 보여 Takano 등[16]과 비슷한 결과를 나타내었다. 본 연구에서는 적절한 스텐트 확장을 혈관내 초음파상 스텐트 단면적 지수 즉 최소 스텐트 단면적과 기준 내강 단면적의 평균의 비가 0.8 이상인 경우로 정의하였으며 그 결과 11명(36.7%)에서만 적절한 스텐트 확장소견을 보였으며 19명(63.3%)에서는 불완전한 스텐트 확장을 보여 최소 스텐트 단면적 개선을 위해 시술이 가능했던 16명(84.2%)에서 추가 풍선 확장술을 실시하였다. Hur 등[17]도 관동맥내 스텐트 삽입후 추가 고기압 풍선 확장술이 최소 스텐트 면적의 증가 뿐만 아니라 스텐트 전반의 용적도 증가시키는 역할을 함으로서 최근 사용중인 스텐트에서도 추가 풍선확장술의 필요성을 보고하였다. 본 연구에서도 스텐트 삽입

직후와 추가 풍선 확장술 후 관동맥 조영 결과를 비교하면 최소 내강 직경이 2.85±0.43 mm에서 3.16±0.47 mm로 14.3%, 혈관내 초음파상 최소 스텐트 단면적은 5.85±1.76 mm^2에서 7.36±1.72 mm^2로 27.6% 증가되는 소견을 보였다(both $p<0.001$).

본 연구에서 스텐트 확장정도에 따라 두군으로 나누어 비교분석하였는데 임상적 인자들과 스텐트와 연관된 인자들은 두 군간에 차이가 없었으나, 관동맥 조영상 병변의 길이가 불완전 스텐트 확장소견을 보인 군에서 의미 있게 길었다. 또한 혈관내 초음파 소견 중 기준 혈관 단면적이 의미 있게 크고 스텐트 단면적이 두 군간에 거의 차이가 없었으므로 스텐트 확장정도는 의미있게 낮았다. 이는 불완전 스텐트 확장소견을 보인군의 환자들 혈관이 본 연구에서 상대적으로 큰 혈관인 경우도 있겠으나 일부의 환자들에서는 스텐트 삽입술전 대부분의 스텐트 크기 결정이 혈관내 초음파에 의해 결정된 것이 아니라 관동맥 혈관조영술에 의해 결정됨으로서 기준혈관에 비해 상대적으로 적은 스텐트가 선택되었고 이로 인해 스텐트가 원형으로 잘 확장됐음에도 불구하고 스텐트 최소 단면적이 스텐트 단면적 지수로 비교할 때 불완전 확장소견을 나타내었을 것으로 생각된다.

결론적으로, 현재 사용되는 스텐트 및 풍선 재질의 개선에도 불구하고 많은 환자에서 제조사의 규정압력으로는 적절한 스텐트의 확장을 이룰 수 없었고, 이의 개선을 위해서는 향후 스텐트 삽입술시 고압력에 의한 시술방법이나 스텐트 삽입술 후 추가 풍선 확장술 등의 부가적인 방법이 필요하겠다.

제한점

본 연구에서는 전체 대상 환자수가 적었고, 4종류의 스텐트를 사용함으로써 스텐트 종류에 따른 결과의 차이를 최소화하지 못하였다. 또한, 스텐트 시술전에 혈관내 초음파를 시행하지 못하고 스텐트 삽입술 직후에만 시행하였으므로 관동맥내 스텐트 삽입시 스텐트의 확장에 영향을 미치는 병변 경화반의 종류 및 칼슘함유 등의 정확한 평가가 없었고, 스텐트의 확장 정도에 따른 임상적, 관동맥 조영술 및 혈관내 초음파의 추적검사가 실시되지 않았으므로 스텐트 확장정도에 따른 임상적 의의, 즉 스텐트 재협착에 대한 연구가 이루어지지 않았다.

요 약

배경 및 목적 :

관동맥 스텐트 삽입술 후 최소 스텐트 단면적은 향후 스텐트의 재협착과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다. 초기의 1세대 관동맥 스텐트 삽입술후 관동맥 조영술상 성공적인 스텐트의 확장소견을 보임에도 불구하고 혈관내 초음파상 스텐트의 불완전한 확장이 많은 환자에서 관찰되었다. 최근 스텐트 자체 및 풍선의 개선으로 관동맥내 스텐트 삽입후 스텐트의 적절한 확장이 기대되고 있다. 이에 본 연구에서는 현재 널리 사용되는 스텐트를 이용하여 제조사의 규정압력에 의한 스텐트 삽입술시 스텐트의 적절한 확장 정도를 혈관내 초음파를 이용하여 분석하였다.

방 법 :

허혈성 심질환 환자로서 관동맥 조영술상 내경 협착이 70% 이상인 환자에서 스텐트 삽입술을 실시한 30명을 대상으로 하였다. 스텐트 삽입술시 제조사의 규정압력에 따라 풍선을 확장하여 스텐트를 삽입하였으며 이후 혈관내 초음파를 실시하여 스텐트의 적절한 확장정도를 평가 하였다. 본 연구에서 적절한 스텐트 확장이란 스텐트 단면적 지수, 즉 스텐트의 최소 단면적과 기준 내강 단면적의 비가 0.8 이상인 경우로 하였다.

결 과 :

스텐트 회사의 평균 규정압력은 8.87±0.9 기압이었으며 평균 스텐트 크기는 3.38±0.45 mm였다. 기준 혈관의 최소 내강 직경은 3.18±0.51 mm였고 평균 내강 면적은 8.88±2.92 mm^2 이었다. 스텐트가 삽입된 부위의 최소 스텐트 내강의 직경은 2.55±0.46 mm였고 최소 스텐트 면적은 6.10±2.08 mm^2이었다. 전체 30명의 대상 환자중 11명(36.7%)에서만 혈관내 심초음파상 스텐트의 적절한 확장 소견을 보였다.

결 론 :

최근 스텐트 재질 및 기구의 발달에도 불구하고 제조회사의 규정압력에 따른 스텐트 삽입시 혈관내 초음파상 63.3%에서 불완전한 스텐트 확장소견을 보였다. 그러므로 최근 사용되는 스텐트에서도 적절한 관동맥내 스텐트의 확장을 위해 추가적인 시술이 필요하리라 생각된다.

중심 단어 : 중재적 초음파 ; 관상동맥질환.

REFERENCES

1) Fischman DL, Leon MB, Baim DS, Schatz RA, Savage MP, Penn I, Detre K, Veltri L, Ricci D, Nobuyoshi M. *A randomized comparison of coronary-stent placement and balloon angioplasty in the treatment of coronary artery disease. N Engl J Med 1994;331:496-501.*
2) Nakamura S, Colombo A, Gaglione A, Almagor Y, Goldberg SL, Maiello L, Finci L, Tobis JM. *Intracoronary ultra-sound observation during stent implantation. Circulation 1994;89:2026-34.*
3) Schiele F, Meneveau N, Vuillemenot A, Zhang DD, Gupta S, Mercier M, Danchin N, Bertrand B, Bassand JP. *Impact of intravascular ultrasound guidance in stent deployment on 6-month restenosis rate: a multicenter, randomized study comparing two strategies-with and without intravascular ultrasound guidance. Am Coll Cardiol 1998; 32:320-8.*
4) Albiero R, Rau T, Schulter M, di Mario C, Reimers B, Mathey DG, Tobis JM, Schofer J, Colombo A. *Comparison of immediate and intermediate-term results of intravascular ultra-sound versus angiography guided Palmaz-Schartz stent implantation in matched lesions. Circulation 1997;96:2997-3005.*
5) de Feyter PJ, Kay P, Disco C, Serruys PW. *Reference chart derived from post-stent-implantation intravascular ultrasound predictors of 6-month expected restenosis on quantitative coronary angiography. Circulation 1999; 100:1777-83.*
6) Moussa I, Moses J, di Mario C, Albiero R, de Gregori J, Adamian M, di Francesco L, Colombo A. *Does the specific intravascular ultrasound criterion used to optimize stent expansion have an impact on the probability of stent restenosis? Am J Cardiol 1999;83:1012-7.*
7) Mintz GS, Popma JJ, Pichard AD, Kent KM, Satler LF, Chuang YC, Griffin J, Leon MB. *Intravascular ultrasound predictors of restenosis after percutaneous transcatheter coronary revascularization. J Am Coll Cardiol 1996;27: 1678-87.*
8) Stone GW, Hodgson JM, St Goar FG, Frey A, Mudra H, Sheehan H, Linnemeier TJ. *Improved procedural results of coronary angioplasty with intravascular ultrasound-guided balloon sizing. Circulation 1997;95:2044-52.*
9) Fitzgerald PJ, Oshima A, Hayase M, Metz JA, Bailey SR, Baim DS, Cleman MW, Deutsch E, Diver DJ, Leon MB, Moses JW, Oesterle SN, Overlie PA, Pepine CJ, Safian RD, Shani J, Simonton CA, Smalling RW, Teirstein PS, Zidar JP, Yeung AC, Kuntz RE, Yock PG. *Final results of the can routine ultrasound influence stent expansion (CRUISE) study. Circulation 2000;102:523-30.*
10) Gorge G, Haude M, Ge J, Voegele E, Gerber T, Rupprecht HJ, Meyer J, Erbel R. *Intravascular ultrasound after low and high inflation pressure coronary stent implantation. J Am Coll Cardiol 1995;26:725-30.*
11) Ryan T, Faxon D, Gunnar R. *Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty: a report of American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of diagnosis and Therapeutic Cardiovascular Procedures. J Am Coll Cardiol 1988;12:529-45.*
12) Hoffmann R, Mintz GS, Mehran R, Pichard AD, Kent KM, Satler LF, Popma JJ, Wu H, Leon MB. *Intravascular ultrasound predictors of angiographic restenosis in lesions treated with Palmaz-Schatz stents. J Am Coll Cardiol 1998;31:43-9.*
13) Blasini R, Neumann FJ, Schmitt C, Bokenkamp J, Schomig A. *Comparison of angiography and intravascular ultrasound for the assessment of lumen size after coronary stent placement: impact of dilatation pressures. Cathet Cardiovasc Diagn 1997;42:113-9.*
14) Ellis SG, Brown KJ, Ellert R, Howell GL, Miller DP, Flowers NM, Ott PA, Keys T, Loop FD, Topol EJ. *Cost of cardiac care in the three years after coronary catheterization in a contained care system: critical determinants and implications. J Am Coll Cardiol 1998;31:1306-13.*
15) Fearon WF, Luna J, Samady H, Powers ER, Feldman T, Dib N, Tuzcu M, Cleman MW, Chou TM, Cohen DJ, Ragosta M, Takagi A, Jeremias A, Fitzgerald PJ, Yeung AC, Kern MJ, Yock PG. *Fractional flow reserve compared with intravascular ultrasound guidance for optimal stent deployment. Circulation 2001;104:1917-22.*
16) Takano Y, Yeatman LA, Higgins JR, Currier JW, Ascencio E, Kopelson KA, Tobis JM. *Optimizing stent expansion with new stent delivery systems. J Am Coll Cardiol 2001;38:1622-7.*
17) Hur SH, Kitamura K, Morino Y, Honda Y, Jones M, Korr KS, Reen B 3rd, Cooper CJ, Niess GS, Christie L, Corey W, Messenger J, Yock PG, Cummins F, Fitzgerald PJ. *Efficacy of post-deployment balloon dilatation for current generation stent as assessed by intravascular ultrasound. Am J Cardiol 2001;88:1114-9.*