

# 경피적 관동맥 확장술의 시술량과 조기 시술결과의 관련성

강영호, 김용익<sup>1)</sup>, 김창엽<sup>1)</sup>, 이영성<sup>2)</sup>, 김선민<sup>3)</sup>, 이진석<sup>1)</sup>, 오병희<sup>4)</sup>

울산대학교 의과대학 예방의학교실, 서울대학교 의과대학 의료관리학교실<sup>1)</sup>,  
충북대학교 의과대학 의료관리학교실<sup>2)</sup>, 한국보건산업진흥원<sup>3)</sup>, 서울대학교 의과대학 내과학교실<sup>4)</sup>

## Relationship between Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Volume and Associated Immediate Outcome

Young-Ho Khang, Yong-Ik Kim<sup>1)</sup>, Chang-Yup Kim<sup>1)</sup>,  
Young-Sung Lee<sup>2)</sup>, Sunmean Kim<sup>3)</sup>, Jin-Seok Lee<sup>1)</sup>, Byung-Hee Oh<sup>4)</sup>

Department of Preventive Medicine, University of Ulsan College of Medicine;  
Department of Health Policy and Management, Seoul National University College of Medicine<sup>1)</sup>;  
Department of Health Policy and Management, Chungbuk National University College of Medicine<sup>2)</sup>;  
Korea Health Industry Development Institute<sup>3)</sup>; Department of Internal Medicine, Seoul National University College of Medicine<sup>4)</sup>

**Objectives :** To explore the relationship between Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty (PTCA) volume and the associated immediate outcome.

**Methods :** A total of 1,379 PTCA were performed in 25 hospitals in Korea between October 1 and December 31 in 1997. Data from 1,317 PTCA (95.5%) were collected through medical record abstraction. Inter-observer reliability of the data was examined using the Kappa statistic on a subsample of 110 PTCA procedures from five hospitals. Intra-observer reliability of the data was also examined. PTCA success and immediate adverse outcomes were selected as the outcome variables. A successful PTCA was defined as a case that shows less than 50% diameter stenosis and more than 20% reduction of diameter stenosis. Immediate adverse outcomes included deaths during the same hospitalization, emergency coronary artery bypass graft (CABG) within 24 hours after PTCA, and acute myocardial infarction within 24 hours after PTCA. The numbers of PTCA performed in 1997 per hospital were used as the volume variables.

**Results :** Without adjusting for patient risk factors that may affect outcomes, procedures at high volume hospitals ( $\geq 200$  cases per year) had a greater success rate ( $P=0.001$ ) than low volume hospitals. There was a marginally significant difference ( $P=0.070$ ) in major adverse outcome rates between high and low volume hospitals. After adjusting for risk factors, there were significant differences in procedural failure and major adverse outcome rates between high and low volume hospitals.

**Conclusions :** After adjusting for patient clinical risk factors, the hospital volume of PTCA was associated with immediate outcomes. It is recommended that a PTCA volume per year be established in order to improve the immediate outcome of this procedure in Korea.

*Korean J Prev Med 2001;34(1):9-20*

**Key Words:** Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty, Volume, Outcome, Risk Adjustment, Quality of Care

## 서론

PTCA(Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty)는 1977년 Andreas R. Grüntzig가 쥐리히 대학에서 처음으로 성공한 이후(Grüntzig, 1978), 관동맥 질환의 비수술적 요법으로 광범하게 이용되어 왔다. PTCA가 개발될 당시

에는 소위 '이상적 병변'(ideal lesion)에 만 가능하였지만, 새로운 기구와 개발과 시술 방법의 개선에 따라 적용 범위가 확대되었다(Cho, 1992; Lee, 1995). 이와 함께, PTCA 기구가 새롭게 개발되고 시술 방법이 발전함에 따라 시술결과는 크게 개선되었다. 시술 개발 초기에 63% 정도의 성공률과 9.2%의 주요 합병증(사망,

심근경색, 입원 기간 중 수술) 발생률을 보였던 것이(Dorros et al., 1983), 최근 들어 사망률이 1% 선에 이르고 있다(Ellis et al., 1997; Hannan et al., 1997).

우리나라도 관동맥 질환 치료의 방법으로 PTCA를 널리 사용하고 있다. 특히 만성퇴행성 질환 중심으로 질병 양상이 변화함에 따라, 앞으로 관동맥 질환이 증가할 것으로 예상되므로 PTCA 시술은 더 중요해질 전망이다. 경제협력개발기구(OECD) 21개 국가와 비교할 때, 인구 10

접수 : 2000년 8월 31일, 채택 : 2000년 11월 9일

이 연구는 1998년도 보건의료기술연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었음.

책임저자 : 강영호 (울산대학교 의과대학 예방의학교실, 전화번호 : 02-2224-4290, 팩스번호 : 02-477-2898, e-mail : youngk@amc.seoul.kr)

만 명당 허혈성 심장질환으로 인한 사망률은 1997년 현재 우리나라가 가장 낮지만(National Statistical Office, 1998), 고콜레스테롤혈증, 고혈압, 당뇨병, 흡연 등 위험요인이 꾸준히 증가하거나 낮아지지 않고 있는 추세이므로, 향후 관동맥 질환의 치료법으로서 PTCA 시술의 질적 수준에 대한 관심은 더욱 높아질 것이다.

PTCA 시술결과에 대한 우리나라의 다기관 연구는 부족하다. 오병희 등(1999)의 조사를 제외하면, 일 개 의료기관을 대상으로 하여 임상 결과 지표를 다룬 연구들이 대부분이다. 류희정(1998)은 PTCA 이용의 사회경제적 결정요인을 분석하였는데, 병원을 분석 단위로 하였기 때문에, 생태학적 오류(ecologic fallacy)에 빠질 수 있다. 비교적 최근 연구(Lee et al., 1997)에 따르면, 우리나라에서는 1983년부터 시술이 이뤄진 후 지속적으로 시술자가 증가하여, 1997년 현재 30여개 병원에서 58명 이상의 시술자들이 연간 약 5,000건 이상을 시술하고 있는 것으로 나타났다. 그런데 연평균 PTCA를 하나도 시술하지 않거나 2건을 시행하는 기관에서부터 연간 1,088건을 수행하는 병원까지 격차가 크고, ACC/AHA의 권고안에 따른 연간 200건을 수행하지 않는 기관도 많은 것으로 조사되었다.

PTCA와 같이 의사 또는 의료기관의 경험과 숙련 정도가 진료결과를 결정하는 데에 중요한 시술의 경우, 해당 진료의 경험, 즉 시술량이 사망률이나 합병증, 성공률과 같은 시술결과에 영향을 주리라고 예상할 수 있다. 이러한 현상을 '많은 진료량이 좋은 진료결과를 보장한다(high volumes lead to better results)'라고 하여 (Luft, 1980) '진료량-진료결과 관계(volume-outcome relationship)'라고 부르며, 의료 분야의 여러 연구자들이 여러 시술에서 실증적으로 증명한 바 있다. 이를 입증한 연구 대상은 대체로 외과적 질환이었는데, 이들 질환에서는 전문가의 기술적 수준이 중요하게 여겨졌기 때문

이다. Luft 등(1979)이 개심술, 혈관수술, 관동맥 우회술(coronary artery bypass graft, 이하 CABG)과 같은 침습적 시술에서 진료량-진료결과 관계의 관련성을 밝힌 이후, 미국을 중심으로 매우 많은 연구가 진행되었다. 최근 들어 Birkmeyer 등(1999)은 췌십이지장절제술(pancreaticoduodenectomy), Sollano 등(1999)이 복부 대동맥류와 선천성 심장질환에서 '진료량-진료결과 관계'를 입증하였다. 내과적 질환도 예외가 아니어서 Thiemann 등(1999)은 급성심근경색 질환에서 '진료량-진료결과 관계'를 규명하였다.

모든 연구 결과들이 진료량과 진료결과 관계의 관련성을 규명한 것은 아니다. Mayfield 등(1990)은 분만 건수와 주산기 결과 지표 간의 관련성을 발견하지 못하였다. Sollano 등(1999)은 CABG의 진료량과 진료결과 간에 관련성을 발견하지 못하였다. Wen 등(1996)은 정규 복부 대동맥류 수술에서 진료량-진료결과 간에 관련성을 밝혔지만, 응급 복부 대동맥류 수술에서는 이러한 관련성이 밝혀지지 못하였다. 우리나라에서 본격적으로 이뤄진 '진료량-진료결과' 연구로는 Lee & Jwa(1994)의 연구가 있다. 이들은 진료량과 진료비 및 재원일수와의 관련성을 보았는데, 질병의 경중도를 감안하기 위해 K-DRG 분류체계의 동일 경중도 내(경중도 0, 1, 2)에서 해당 의료기관 질환자들의 평균 연령을 반영하여 분석하였다.

보건의료정책에서 '진료량-진료결과 관계' 연구의 결과는 의료자원의 지역화(regionalization)나 진료비 보상에 활용할 수 있다(McGregor & Pelletier, 1978; Anthony, 1988; Hosenpud et al., 1994). 미국 Medicare에서는 연간 장기 이식 건수가 12건 미만인 병원에 대해서는 진료비 보상을 제한하고 있다(Anthony, 1988; Hosenpud et al., 1994). '진료량-진료결과 관계' 연구 결과는 전문가 그룹 내의 권고 기준으로 사용될 수 있다. 즉, 질적 수준을 유지하기 위한 시술 건수 권고 자

료로 활용될 수 있는 것이다.

이미 1950년대에 분만 건수가 산과(maternity unit)의 최소 시술 건수 기준으로 제안된 이후, 시술자의 교육·훈련과 자격 인증, 시술기관에 대한 권고 기준 설정에 '진료량-진료결과 관계' 연구결과가 활용되어 왔다(Phillips & Luft, 1997). '진료량-진료결과 관계' 연구 결과를 전문가 그룹 내에서 시술 건수 권고 기준으로 사용하고 있는 대표적인 예가 PTCA와 CABG이다. PTCA에서의 '진료량-진료결과 관계'에 대한 연구는 외국에서 활발하게 진행되었는데, American College of Cardiology(이하 ACC)나 American Heart Association(이하 AHA)는 병원 단위 시술량을 200건으로 권고하고 있다(Ryan et al., 1990; Ryan et al., 1993). 하지만, 이를 두고 논란이 없지 않아 PTCA에서의 '진료량-진료결과 관계'가 있는가, 그리고 '진료량-진료결과 관계'를 입증하는 데에 있어서 환자의 경중도 또는 환자 특성을 보정하였는가의 문제제기가 있다.

이러한 점을 고려하여 이 연구는 환자 특성 요인의 영향을 보정한 상태에서 경피적 관동맥 확장술의 시술량과 조기 시술결과 간의 관련성을 규명하였다.

## 연구자료 및 방법

### 1. 자료수집

PTCA 시술을 하고 있는 400병상 이상 25개 병원을 대상으로 표준화된 조사양식과 조사지침서에 따라 의무기록 조사를 통하여 자료를 획득하였다.

자료의 누락을 막기 위하여 각 병원이 보유하고 있는 PTCA 장부(PTCA 원장부 또는 컴퓨터에 기록된 장부, 타이핑된 장부)를 조사건수의 기본 자료로 하였다. 1997년 10월 1일부터 12월 31일까지 3개월간 각 병원에서는 시술한 PTCA 사례는 총 1,379건이었는데, 이 중 1,317건을 조사하여 조사율은 95.5%였다<sup>1)</sup>(Table

1) 조사가 이뤄지지 않은 62건 중 29건은 조사율이 낮은 W 병원의 것이었는데, 이 중 1명이 PTCA 명부상에 시술결과가 실패(fail)로 기록되어 있었다. 62개의 미 조사건수 중 19건은 F 병원의 것이었는데, 이 중 1명이 PTCA 명부 상에 시술결과가 실패로 기록되어 있었고, 이 환자는 이전에 PTCA 시술

1). 일부 병원의 경우 PTCA 장부에 시술 결과가 성공(successful) 또는 실패(fail)로 기재되어 있었기 때문에, 조사가 이뤄지지 않은 자료의 성공여부를 파악하는데에 이용하였다. 또한 조사자에게 “이 조사가 개별 병원의 결과를 알아볼 수 없도록 분석이 이뤄질 것”이라는 점과 “개별 병원 단위로 시술결과를 비교하기에는 일부 병원의 시술량이 적어 통계적으로도 문제가 있다”는 점을 사전에 문서와 대화를 통해 인식시켰다.

조사자는 해당 병원의 내과 순환기분과 전임의 13명과 순환기분과 전공의 21명이었다<sup>2)</sup>.

2. 변수선정

독립 변수는 ACC/AHA의 권고 기준인 시술기관 단위 200건을 기준으로 한 시술량 변수였다(Ryan et al., 1990; Ryan et al., 1993). 1997년 시술 건수가 200건 미만인 병원은 14개, 200건 이상인 병원은 11개였다.

종속 변수는 주요 합병증(major adver-

se outcome)과 시술 성공 여부였다. 주요 합병증을 동일 입원 기간중의 사망, 시술 후 24시간 내에 새롭게 발생한 급성심근경색, 시술 후 24시간 내에 시행한 응급 CABG 중 어느 하나가 발생한 경우로 정의하였다(합병증 유='1', 무='0'). Ellis 등(1997), Ellis 등(1996), Kimmel 등(1995b)의 연구에서도 응급 CABG와 급성심근경색, 사망의 세 가지를 주요 합병증으로 정의한 바 있다.

시술 성공 여부도 결과 변수로 사용하였는데, Ellis 등(1990), Hamad 등(1988), 임도선(1994)의 연구 등의 예를 따라 합병증(사망, 급성심근경색, 응급 CABG)이 없이 협착 부위가 전체 내경의 20% 이상 감소하고 내경이 50% 미만으로 확장된 때로 정의하였다. 조사양식지에 기록된 합병증 기록과 시술전후의 협착 정도 수치를 이용하여 시술 성공 여부(실패='1', 성공='0')를 판정하였다.

'진료량-진료결과 관계'에 영향을 미치는 교란 변수의 영향을 보정하기 위하여 다음과 같은 요인을 분석에 포함하였다

(Table 2).

인구학적 변수로 연령, 성, 체질량지수(body mass index)를 교란 변수에 포함시켰다. 연령은 환자의 시술 전 상태를 반영하는 중요한 교란 변수라고 판단하였다. 여러 연구(Ritchie et al., 1993; Jollis et al., 1994; Ellis et al., 1997)에서 성별에 따라 PTCA의 결과에 차이를 보인다는 연구 결과가 있으므로, 성별을 분석에 포함하였다.

시술 전 환자 상태를 반영하는 교란 변수로 안정시 맥박수, 심박출량, 혈청지질 검사 결과를 분석에 포함시켰다. 급성심근경색 등으로 인해 응급으로 시술이 이뤄진 경우에는, 혈청지질 검사 결과가 낮게 나올 가능성을 감안하여 3개월 후 안정시의 혈청지질 검사 결과를 조사하였다. 안정시 맥박수의 경우 100회를 기준으로 하여 그 이상과 미만으로 나뉘고, 심박출량의 경우 30%와 50%를 기준으로 세 구간( $\geq 50\% = 0$ ,  $49\% \sim 30\% = 1$ ,  $\leq 29\% = 2$ )으로 나눠 분석에 포함하였다.

동반질환 및 과거력과 관련하여 여러

Table 1. Hospital percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) volumes during the study period, their volumes and proportions surveyed, and their volumes except repeated PTCAs

Hospital	Total volume	Surveyed volume (%)	1st PTCAs* volume (%)†	Hospital	Total volume	Surveyed volume (%)	1st PTCAs* volume (%)†
A	40	40 (100)	33 (83)	B	52	52 (100)	40 (77)
C	34	33 (97)	31 (94)	D	63	63 (100)	55 (87)
E	21	20 (95)	20 (100)	F	132	113 (86)	89 (79)
G	9	9 (100)	9 (100)	H	84	80 (95)	72 (90)
I	14	14 (100)	13 (93)	J	19	19 (100)	13 (68)
K	39	39 (100)	38 (97)	L	42	42 (100)	36 (86)
M	117	116 (99)	86 (74)	N	86	86 (100)	70 (81)
O	18	18 (100)	17 (94)	P	201	196 (98)	156 (80)
Q	2	2 (100)	2 (100)	R	64	64 (100)	52 (81)
S	93	91 (98)	70 (77)	T	19	19 (100)	16 (84)
U	51	51 (100)	41 (80)	V	9	9 (100)	9 (100)
W	134	105 (78)	80 (76)	X	30	30 (100)	28 (93)
Y	6	6 (100)	6 (100)				
				Total	1,379	1,317 (96)	1,082 (82)

\* Refers to the hospital volumes when repeated PTCAs were excluded. † Refers to the first PTCAs' proportion of the surveyed volume by hospital.

경험이 있었다. 이상을 제외한 나머지 14건은 차트본질로 찾을 수 없는 것이었다. 이 중 1건은 PTCA 장부상 시술결과가 실패로 기록되어 있었는데 연간 200건 미만의 소시술량 병원에 속하였고, 6건은 확인된 성공 건수였다. 최종적으로 장부상으로도 시술의 성공 여부를 확인하지 못한 건수는 7건이었다(병원별 시술 건수 200건을 기준으로 할 때 소시술량 병원 1개, 다시술량 병원 6개).

2) 본 조사를 실시하기 전에 내과학 실습을 마친 의과대학 학생을 통한 사전조사(pretest)를 실시하였다. 그 결과 환자 상태에 대한 각종 정보가 의무기록상에 기재되어 있지 않은 경우에는 조사자료 수집이 어려웠고, 시술결과에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 'ACC/AHA의 수정병변유형(modified ACC/AHA lesion type)'의 경우, 해당 환자의 시술기록(cath sheet)을 보고 사전에 제시된 기준에 맞게 분류해야 했는데, 의과대학생이 직접 조사하기는 어려웠다.

연구에서 검토된 바 있는 질병 및 과거력을 포함하였다. Ellis 등(1990)의 연구에서는 'ACC/AHA의 수정병변유형'과 함께 당뇨병이 시술 성공 여부에 영향을 주는 것으로 나타난 바 있다.

호흡기질환 유무를 만성폐색성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)이나 천식이 있는 여부로 조작적으로 정의하였고, 신장질환 유무를 급성신부전(acute renal failure, ARF)이나 만성신부전(chronic renal failure)이나 투석(dialysis)을 하는 여부로 조작적으로 정의하였다.

환자의 진단명 또한 매우 중요한 교란 변수로 간주된다. Phillips 등(1995)은 급성심근경색 환자와 기타 진단명으로 나눠 분석하였고, Kimmel 등(1995b)은 시술 전 24시간 내에 발생한 급성심근경색과 시술 전 1일~14일 사이에 발병한 심근경색 유무를 분석에 포함하였다. 이 연구에서는 시술 전 24시간 내에 발생한 급성심근경색, 시술 전 1일~14일 사이에 발병한 심근경색, 기타 진단의 세 가지로 나눠 분석하였다. 그리고 최근 증상 발현 시각과 시술시작 시각을 조사하여, 이를 토대로 심근경색 경과시간을 계산하였다. 심근경색의 기준으로는 심전도 상에서 새로운 Q파가 나오거나 혈액검사 상 CK-MB fraction이 3배 이상 증가한 경우로 정의하였다.

시술에 따른 교란 변수로 병변이 있는 혈관의 수, 스텐트의 수, '최악병변유형'(worst lesion type)을 포함하였다. 최악병변유형은 시술을 시행한 병변 중에서 가장 심한 병변의 형태학적 특성을 파악한 것이다. 병변이 있는 혈관은 세 개의 주동맥 중에서 50% 이상의 협착이 있는 경우로 정의하였다. 세 개의 주동맥의 병변을 근위부(proximal), 중간부(middle), 원위부(distal) (좌회선지 left circumflex artery 는 근위부와 원위부로 구분)로 나눴는데, 이 중에서 어느 한 부분이라도 50% 이상 협착이 있는 경우를 병변이 있는 것으로 하였다.

### 3. 자료의 신뢰도 조사

이 연구는 후향적 조사연구로, 일부 조사 항목의 경우 조사자의 판단을 기초로 자료를 수집하였다. 조사자의 판단에 따른 조사 항목으로는 가장 중요하게는 '최악병변유형(worst lesion type)' 이었고, 그의 시술 전후 협착 정도, 심장박출계수의 경우 의무기록 또는 시술기록지에 명시적으로 적혀져 있지 않은 경우에는 추정치를 쓰도록 하였다. 입원기록지, 퇴원기록지, 경과기록지, 시술기록지(cath sheet)에 흡연 등의 위험요인에 대한 정보가 기재되어 있지 않은 경우에는 해당 위험요인이 없는 것으로 간주하여, 조사지에 기록하도록 하였다.

추정치 조사 항목의 신뢰도를 분석하기 위하여 임의로 5개 병원(소시술량 병원 2개, 다시술량 병원 3개)의 시술기록지 110건(전체 1,317건 중 8.4%)을 얻어 조사자 간 신뢰도(inter-observer reliability)를 조사하였다. 소시술량 병원의 조사자 1인(전임의), 다시술량 병원의 조사자 1인(전임의), 다시술량 병원의 조사자 1인(전공의) 총 3인이 신뢰도 조사에 참여하였다. 이들은 해당 병원의 의무기록 조사에 참여한 조사자였다. 의무기록의 경우 병원 외 대출이 불가능하여 의무기록 전체에 대한 신뢰도 조사는 실시하지 못하였다.

조사자 간 신뢰도를 중점적으로 본 항목은 가장 신뢰도가 낮을 것으로 판단되는 '최악병변유형' 이었는데, 4점 척도(A='1', B<sub>1</sub>='2', B<sub>2</sub>='3', C='4')를 기준으로 한 일치도와 '병변유형 C (lesion type C)의 유무를 기준으로 한 일치도를 카파값으로 보았다. 협착 정도에 대한 판단을 기초로 하여 시술 성공 여부의 조사자 간 신뢰도도 함께 보았다.

이 연구에서는 조사양식지 검증과정에 일부 조사 항목을 재판단하도록 추가 의뢰하여 13개 병원의 13명의 조사자에 대하여 조사자 내 신뢰도(intra-observer reliability)를 조사하였다. 조사자 내 신뢰도 평가 항목은 '최악병변유형', 심장박출계수, 협착 정도였는데, '최악병변유형'(N=115)의 경우 각 조사자당 2건 이상,

심장박출계수(N=25)와 협착 정도(N=39)는 조사자당 1~2개씩을 조사하였다.

### 4. 자료분석

개별 환자를 분석 단위로 하였다. ACC/AHA의 권고 기준인 병원별 200건( $\leq 199='1'$ ,  $\geq 200='0'$ )을 기준으로 하여, 결과 변수인 시술 실패 여부(실패='1', 성공='0')와 주요 합병증 여부(합병증 유='1', 합병증 무='0')와의 관련성을 검증하였다.

시술량을 200건 미만과 200건~399건, 400건 이상의 구간으로 나눠, 구간간 결과변수의 차이를 검정한 결과, 200건을 기준으로 하였을 때에 결과변수의 차이가 뚜렷하였다. 또한 이 연구에서는 외국에서 권고 기준으로 활용되는 시술량(200건)을 우리 나라에 적용하는 것이 타당하지에 초점을 두었기 때문에, 200건을 기준으로 한 결과만을 본문에 제시하였다.

최종 분석 모형에 들어갈 변수 선택을 위하여 변수의 선택과 제외 기준을 20%로 한 단계적 로짓회귀분석을 사용하였다. 시술량 변수를 고정시킨 후 단변수 분석에서 P 값이 0.2 이하인 환자 특성 변수를 분석에 포함시켰는데, 연령, 심장박출계수 등 구간을 갖는 변수의 경우 변수 선택과정에서 특정 구간만이 선택 또는 제외되는 것을 막기 위해 가변수(dummy variable) 처리를 하지 않았다. 변수 선택이 끝난 후 최종 모형은 가변수 처리한 상태에서 로짓회귀분석을 실시하여 각 독립 변수와 결과 변수의 관련성 정도를 추정하였다.

관련성의 정도가 유의수준 0.2 이하인 변수들 중에서 결손 자료가 있는 변수는 심장박출계수(25건)와 안정시 심박수(6건)였는데, 결손 자료의 결과 변수인 시술 실패 여부와 주요 합병증 발생 여부가 모두 '0'으로 코딩되어 있었기 때문에, 이들 자료를 제외한 총 1,051명의 자료를 이용하여 최종 분석 모형을 채택하였다.

변수의 구간에 따른 결과 지표의 발생률 차이를 감안하여, 시술 실패가 결과 변수인 경우 연령은 3개 구간( $\leq 49='0'$ ,  $50-59='1'$ ,  $\geq 60='2'$ ), 심장박출계수는 2

개 구간( $\geq 50= '0'$ ,  $< 50= '1'$ )으로 나눠 분석하였다. 주요 합병증 여부가 결과 변수인 경우, 연령 4개 구간, 심장박출계수 3개 구간으로 나눠 분석하였다.

흡연력의 경우 결과 변수를 시술 실패로 할 경우, 현재 흡연유무에 따라 구분하여(current smoker= $'0'$ , former smoker or non-smoker= $'1'$ ) 분석하였고, 결과 변수가 주요 합병증 발생의 경우, 흡연 경험여부로 구분하여(current smoker or former smoker= $'0'$ , non-smoker= $'1'$ ) 분석하였다.

진단명의 경우 결과 변수가 시술 실패 여부인 경우, 24시간 내에 발생한 급성심근경색 유무로 나뉘고, 결과 변수가 주요 합병증 발생인 경우에는 직선적인 관련성을 보인 결과를 반영하여(기타 진단명= $'0'$ , 1~14일 심근경색= $'1'$ , 24시간 이내 심근경색= $'2'$ ) 변수를 분석에 포함시켰다.

조사자 간 신뢰도 조사 결과, '병변유형 C' 여부를 기준으로 할 경우의 카파값이 증가한 결과를 참고하여 '병변유형 C' 여부로 분석에 포함하였다.

이 연구에서 '진료량-진료결과 관계'를 규명하는 분석에서는 첫 번째 시술 사례로 국한하였는데, 반복 시술자의 경우 시술결과가 좋기 때문에 외국의 연구에서도 첫 번째 시술 사례로 분석대상을 제한하고 있기 때문이다. 그러나 '진료량-진료결과 관계'와 관련된 분석의 결과는 기본적으로 전체 자료를 이용한 분석에서의 결과와 유사하였다.

이상의 통계처리는 Windows PC-SAS ver. 6.12를 사용하였으며, 유의수준은 5%로 설정하였다.

## 연구 결과

### 1. 주관적 평가항목의 신뢰도 조사 결과

조사자 간 신뢰도 조사 결과, 총 110건 중에서 4점 척도를 기준으로 한 '최악병변유형'에서는 카파값은 0.621~0.733의 범위였다. 하나의 '최악병변유형'에 대하여 3명의 신뢰도 조사자의 평가기록과 원

조사자료의 4가지 모두 일치하는 경우는 전체 110건 중 46.4%였다.

원 조사자료와 신뢰도 조사자 간의 카파값이 신뢰도 조사자 사이의 카파값보다 낮았으며, 조사자 3인 간의 카파값 중에서는 전임의 2인 간의 카파값이 가장 높았다(Figure 1, Figure 2).

'병변유형 C'의 유무를 기준으로 하면 조사자 간 일치도는 향상되는데, 0.677~0.804의 카파값을 보였다. 또한 하나의 '병변유형 C' 여부에 대하여 총 4가지 조사자료가 모두 일치하는 경우는 총 110건 중 81.8%였다.

조사자 간 일치도에서는 시술 전후의 협착 정도를 입력한 결과를 바탕으로 시술의 성공 여부의 일치도를 보았는데, 원 조사자료 결과와 신뢰도 조사에 참여한 조사자의 평가기록을 바탕으로 한 결과가 모두 일치하였다.

총 115개의 시술 병변 중 '최악병변유형'(A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C)에 대한 조사자 내 일치

도의 카파값은 0.746이었다. 심장박출계수를 30% 미만, 30%~49%, 50% 이상으로 나눠 일치도를 본 결과, 총 25개 중에서 1개를 제외하고 일치하였다(96%). 총 39개 병변의 협착 정도를 조사한 결과 89.7%에서 전후 10% 이내에서 일치하였고(예 : 80%인 경우 70%~90% 내에 든 경우), 7.7%가 15% 또는 20%의 협착 정도 차이를 보였지만, 협착 정도 50%를 기준으로 하였을 때 해당 혈관부위의 협착 정도가 달라지는(예 : 60% → 40%) 경우는 없었다.

### 2. 단변량 분석결과

성, 연령, 체질량지수를 비교할 때, 다시술량과 소시술량 병원 간에 통계적 차이는 없었다. 다시술량 병원에 속한 환자들의 분당 100회 이상인 동빈맥 비율이 소시술량 병원보다 높았다( $p=0.047$ ). 혈청지질 검사결과는 T-검정 결과 시술 병원별 차이가 유의하지 않았다.

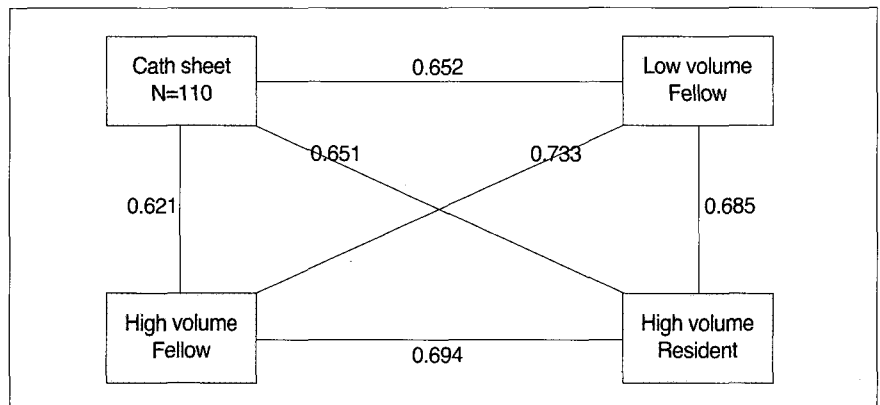


Figure 1. Weighted kappa values of inter-observer reliability tests by modified ACC/AHA lesion type (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C).

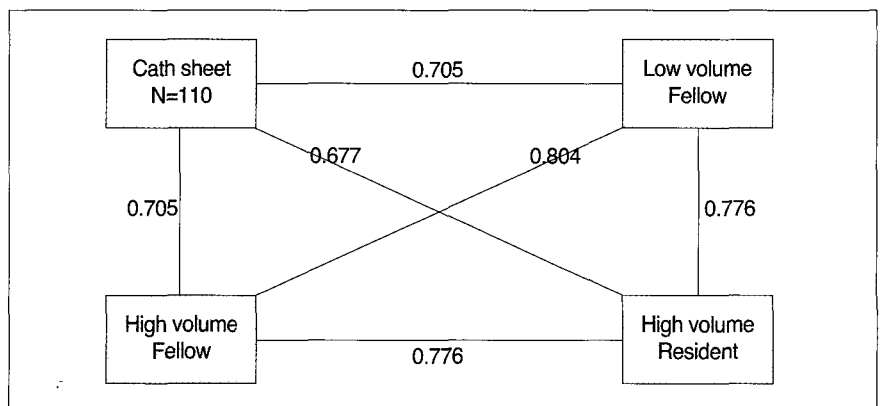


Figure 2. Kappa values of inter-observer reliability tests by lesion type C.

심장관막질환을 가진 환자는 소시술량 병원에서 많았고( $P<0.01$ ), 만성폐색성폐질환이나 천식과 같은 호흡기계질환은 소시술량 병원에서 많았다( $P=0.002$ ).

진단명의 경우 소시술량 병원보다 다 시술량 병원에서 시술 24시간 내에 발생한 급성심근경색 비율( $P=0.016$ )과 시술 전 1~14일 사이에 발생한 심근경색의 비율이 높았다( $P=0.051$ ).

내경이 50% 이상 협착이 있는 혈관 수는 차이가 없었다. 반면 시술에 사용한 스텐트의 경우 1개 이상 사용한 비율이 다 시술량 병원에서 높았다( $P=0.001$ ).

'최악병변유형'을 '병변유형 C'의 유무로 비교할 경우, 병원별 차이는 유의하지 않았다( $P=0.078$ )(Table 3).

다른 변수를 보정하지 않은 상태에서 병원별, 시술자별 시술량에 따라 결과를 비교한 결과, 다시술량 병원에서 시술 실패율이 적었다( $P=0.001$ )(Table 4).

주요 합병증과 시술 실패 여부를 결과 지표로 하여 이에 영향을 미치는 독립 변수를 살펴보았다. 성별로는 여성의 주요 합병증률이 높은 것으로 나타났다( $P=0.044$ ).

연령 증가에 따라 두 가지 결과 지표 모두 증가하는 양상이었다. 10세 단위 연령 증가에 따라 시술 실패가 증가하였고( $X^2_{trend}=11.544, P=0.0007$ ), 연령 증가에 따라 주요 합병증 발생도 증가하였다( $X^2_{trend}=8.880, P=0.0029$ ).

시술 실패 군( $N=72$ )의 연령은  $63.2 \pm 9.1$ 세로 시술 성공을 한 군( $N=1,010$ )의 연령( $59.4 \pm 9.9$ 세)보다 통계적으로 유의하게 높았으며( $P=0.0016$ ), 주요 합병증이 있는 군( $N=24$ )의 연령( $66.2 \pm 10.1$ 세)이 주요 합병증이 없는 군( $N=1,058$ )의 연령( $59.5 \pm 9.9$ 세)보다 높았다( $P=0.0011$ ).

안정시 심박동수가 분당 100회 이상인 군에서 주요 합병증이나 시술 실패가 많았다(Fisher's exact test,  $P<0.05$ ).

한편 체질량지수와 총 콜레스테롤(total cholesterol), 중성지방(triglyceride), 고밀도단백(HDL, high density lipoprotein)은 모두 유의수준을 0.2로 하더라도 두 가지 결과 지표에 대하여 차이를 나타내지 않

**Table 2.** Confounding variables: demographic, preprocedural, and procedural characteristics of patients and their past medical histories, comorbidity, and diagnosis

Demographic risk factors	age, sex, body mass index
Preprocedural risk factors	resting heart rate, ejection fraction, lipid battery (total cholesterol, TG, HDL)
Past medical histories and comorbidity	hypertension, diabetes mellitus, congestive heart failure, stroke valvular disease (aortic valve disease or mitral valve disease) smoking (current smokers, former smokers, non-smokers) respiratory disease (COPD* or asthma), renal disease (ARF* or CRF* or dialysis) previous PTCA* (or with stent), previous CABG*
Diagnosis	acute myocardial infarction within 24 hours before coronary angioplasty myocardial infarction within 1-14 days before coronary angioplasty
Procedural risk factors	number of vessels involved, number of stents, Type C lesion (modified ACC/AHA lesion type)

\* COPD : chronic obstructive pulmonary disease, ARF : acute renal failure, CRF : chronic renal failure, PTCA : percutaneous transluminal coronary angioplasty, CABG : coronary artery bypass graft.

았다.

심장박출계수가 낮을수록 시술 실패가 많았고( $X^2_{trend}=10.398, P=0.0013$ ), 주요 합병증 발생도 많은 것으로 나타났다( $X^2_{trend}=22.694, P=0.0001$ ). 시술 실패군( $N=71$ )의 심장박출계수는  $49.8 \pm 15.5\%$ 로 시술 성공군( $N=986$ )의  $57.0 \pm 11.7\%$ 보다 유의하게 낮았으며( $P<0.001$ ), 주요 합병증이 있는 군( $N=24$ )의 심박출계수는  $43.4 \pm 15.0\%$ 로 주요 합병증이 없는 군( $N=1,033$ )의  $56.8 \pm 11.9\%$ 보다 유의하게 낮았다( $P<0.001$ )(Table 5).

흡연력을 현재의 흡연 여부로 나눌 경우 시술 실패율 차이의 P 값은 0.052였고, 흡연력을 흡연 경험 여부(현재 흡연자와 과거 흡연자를 흡연경험자로 구분)로 나눌 경우 주요 합병증률에 차이를 보였다( $P=0.008$ ).

시술 전 24시간 내에 발생한 급성심근경색 여부에 따라 시술 실패에 차이를 보였다( $P=0.001$ ). 한편 진단명을 심근경색 발생 시간을 기준으로 24시간 이내와 1일~14일로 나눠 분석하였을 때(기타 진단명= '0', 1~14일 심근경색= '1', 24시간 이내 심근경색= '2'), 선형적인 관련성을 보였다( $X^2_{trend}=22.161, P=0.0001$ ).

세 개의 주동맥 중에서 병변이 있는 부위의 수에 따라 시술 실패율과 주요 합병

증률은 차이를 나타내지 않았다.

'ACC/AHA의 수정병변유형' 기준에 따라 시술 혈관 중 병변이 가장 나쁜 부위의 병변유형이 '병변유형 C' 여부를 기준으로 할 때, 두 가지 시술결과 지표와 관련성이 있는 것으로 나타났다( $P<0.01$ ).

### 3. 다변량분석 결과

결과 변수인 시술 실패를 '1', 시술 성공을 '0'으로 하여 분석하였을 때, 교란 변수를 통제한 상태에서도 병원 단위 시술량(200건 미만='1', 200건 이상='0')이 시술 실패에 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다( $pOR=3.692, 95\% CI : 2.131-6.398$ ).

60세 이상 연령군에서(95% CI : 1.515-12.787), 안정시 심박수가 분당 100회 이상인 군에서(95% CI : 1.155-7.197), 심장박출계수가 50% 미만인 군에서(95% CI : 1.174-3.449), 이전에 CABG 시술을 받은 경험이 있는 군에서(95% CI : 1.668-20.382), 시술 전 24시간 내에 발생한 급성심근경색 환자에서(95% CI : 1.489-5.821), 시술 병변의 '최악병변유형'이 C인 군에서(95% CI : 2.025-5.813) 시술 실패와 관련성의 정도가 유의하였다 (Table 6).

결과 변수를 주요 합병증 여부(사망, 응

**Table 3.** Comparison of patient characteristics by hospitals volume

Patient characteristics	Hospital volume		P value
	≤199 N=278	≥200 N=804	
Female, %	31.3	31.1	0.950
Age, years			0.992
≤49	16.9	16.3	
50-59	29.9	30.6	
60-69	37.4	37.1	
≥70	15.8	16.0	
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	59.5±10.0	59.7±9.9	0.868
Resting heart rate	24.6±3.2	24.6±2.8	0.981
≥100	2.6	5.5	0.047
Ejection fraction	69.8±12.2	71.3±14.4	0.089
≥50	67.8	61.2	0.026
30-50	14.8	22.5	
< 30	17.4	16.3	
Total cholesterol	59.0±13.0	55.6±11.7	<0.001
Triglyceride	199±35	197±40	0.508
HDL	171±142	163±104	0.403
Hypertension	41±20	44±22	0.061
Diabetes mellitus	45.7	43.4	0.510
Congestive heart failure	22.3	22.5	0.942
Valvular disease (aortic or mitral)	5.8	3.4	0.078
Stroke	6.5	2.7	0.004
Respiratory disease (COPD <sup>§</sup> or asthma)	5.8	6.1	0.837
Kidney disease (ARF <sup>‡</sup> /CRF <sup>‡</sup> /dialysis)	4.7	1.5	0.002
Smoking	2.2	1.7	0.656
current smokers	41.0	40.2	0.040
former smokers	18.0	12.4	
non-smokers	41.0	47.4	
Previous CABG <sup>§</sup>	1.4	2.0	0.556
Diagnosis			0.005
others	87.4	78.5	
MI <sup>§</sup> (1-14 days)	7.2	11.3	
AMI (within 24hrs)*	5.4	10.2	
Involved vessels <sup>†</sup>	57.9	53.0	0.267
single	29.9	31.5	
double	12.2	15.5	
triple	58.6	39.4	0.001 <sup>†</sup>
Number of stents	1	39.9	51.9
2	1.4	8.0	
3	0.0	0.7	
Lesion type C	23.4	28.9	0.078

\* Defined as the case of the myocardial infarction occurred within 24 hours before PTCA and determined by cardiac enzymes (CM-MB fraction 3 fold increase) or electrocardiographic changes (new Q-wave). † Refers to the vessels involved more than 50% or over. ‡ Two-tailed Fisher's exact test. § COPD : chronic obstructive pulmonary disease, ARF : acute renal failure, CRF : chronic renal failure, CABG : coronary artery bypass graft, MI : myocardial infarction.

급 CABG, 급성심근경색)로 하여 분석하였을 때, 교란 변수를 통제된 상태에서도 병원 단위 시술량(200건 미만='1', 200건 이상='0')이 주요 합병증 여부와 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다 (pOR=3.136, 95% CI : 1.184-8.305).

안정시 심박수가 분당 100회 이상인 군에서(95% CI : 2.217-27.124), 심장박출계수가 30% 미만인 군에서(95% CI :

2.402-27.537), 현재 또는 이전에 흡연력이 없는 군에서(95% CI : 1.053-7.263), 기타 진단명을 가진 사람보다 시술 전 1일~14일에 발생한 심근경색 환자(95% CI : 1.050-16.659)와 시술 전 24시간 내에 발생한 급성심근경색 환자에서(95% CI : 2.692-22.320), 시술 병변의 '최악병변유형'이 C인 군에서(95% CI : 1.259-8.026) 주요 합병증 여부와 관련성의 정

도가 유의하였다(Table 7).

## 고찰

### 1. 연구 방법에 대한 고찰

이 연구는 후향적으로 의무기록 조사를 통하여 이뤄졌고, 일부 조사 항목은 조사자의 주관적 평가를 통하여 획득되었기 때문에 조사자료의 신뢰도와 타당도에 문제가 있을 수 있다. 특히, 의무기록에 과거력과 같은 위험요인에 대한 임상 정보가 명시되어 있지 않은 경우에는 해당 위험요인이 없는 것으로 간주하였기 때문에, 해당 병원의 의무기록 충실도에 따라 연구결과에 영향을 줄 수 있다. 후향적 연구의 특성 상 타당도는 확인할 수 없는 한계가 있다. 특히 '최악병변유형'의 경우 황금기준(gold standard) 자체를 제시하기 어렵기 때문에 타당도를 평가하기는 어렵다. 다만 이 연구가 정보의 정확성이 요구되는 의무기록 조사를 토대로 이뤄졌다는 점에서 타당도에 있어서는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

신뢰도에 가장 큰 문제가 있을 것으로 판단되는 것은 통상적으로 의무기록에 기재되어 있지 않아 시술기록지의 기재 내용을 보고 판단해야 했던 '최악병변유형'이었다. 원 조사자료와 3인의 신뢰도 조사자의 평가자료를 토대로 A, B1, B2, C의 네 가지로 구분되는 '최악병변유형'의 카파값(일치도 지표)은 0.621~0.733이었다. 4가지 평가자료 모두 일치하는 경우는 전체 110건 중 46.4%였다. 그러나 평가를 단순화하여 '병변유형 C'의 유무를 기준으로 하여 조사자 간 일치도 지표를 산출하면, 카파값은 0.677~0.804였다. 이 경우 네 가지 평가자료 모두 일치하는 경우는 총 110건 중 81.8%였다. '최악병변유형'에 대한 조사자 간 신뢰도에서 특징적인 현상은 원 조사자료와 신뢰도 조사자 간의 일치도보다 신뢰도 조사자들 사이의 일치도가 높았으며, 특히 2인의 전임의 간의 신뢰도가 높았다는 사실이다. 그 이유로는 두 가지 점을 들 수 있을 것이다. 원 조사자료에서의 '최악병변유형'은 5개 병원의 조사자가 기록한

**Table 4.** Unadjusted comparison of outcome by hospital volume

Patient outcome	Hospital volume		P value
	≤199 N=278	≥200 N=804	
<b>Major adverse outcome*</b>	<b>3.6</b>	<b>1.7</b>	<b>0.070</b>
death during same hospitalization	2.2	1.6	0.597 <sup>†</sup>
AMI within 24 hours after PTCA	0.7	0.1	0.164 <sup>†</sup>
emergency CABG <sup>‡</sup> after PTCA	0.7	0.3	0.273 <sup>†</sup>
<b>Intervention failure<sup>†</sup></b>	<b>11.9</b>	<b>4.9</b>	<b>0.001</b>
Lesion type C	23.4	28.9	0.078

\* Refers to at least one complication of death during same hospitalization after intervention or emergency CABG within 24 hours after PTCA or acute myocardial infarction within 24 hours after PTCA. † Defined as the case of the final result ≥50% diameter stenosis or the failure in 20% reduction of diameter stenosis or having any major adverse outcome described above. ‡ Two-tailed Fisher's exact test. § CABG : coronary artery bypass graft.

것으로, (1) 병변유형 판단에 있어서 다양한 변이를 보일 가능성이 존재할 뿐만 아니라, (2) 병변유형의 결정에 있어서도 조사자 간 신뢰도 조사에 사용한 시술결과 이외의 추가 정보를 더 이용했을 가능성이 있기 때문에 해석할 수 있다.

한편 조사자 간 신뢰도 조사에 참여한 3인의 조사자 간 일치도에 있어서는 두 명의 전임의 간의 일치도가 가장 높았다. 그리고 소시술량 병원과 다시술량 병원 소속에 따른 일치도의 차이보다는 전임의와 전공의에 따른 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 순환기 분과 전임의의 경우 평소 PTCA 시술에 참여한 경험을 바탕으로 '최악병변유형'의 결정이 보다 정확하고 평가자 간의 변이도 많지 않기 때문으로 보인다. '최악병변유형'에 대한 조사자 간 일치도는 외국 연구에서도 그리 높지 않은 것으로 나타나고 있는데, Ellis 등(1990)의 연구에서도 완전히 일치하는 경우는 58%, 1개 수준(level)에서 차이를 나타내는 경우는 35%, 2개 수준에서 차이는 7%였다. 이 연구에서의 '최악병변유형'에 대한 조사자 간 일치도가 Ellis 등(1990)의 연구보다 낮지 않다고 할 수 있다. 이 연구에서는 병변 특성이 클로 명시된 시술기록지를 조사자료로 이용하였기 때문으로 보인다.

4점 척도를 기준으로 한 일치도의 카파 값은 어떤 경우도 0.75를 넘지 않았지만, '병변유형 C' 여부를 기준으로 한 카파 값은 신뢰도 조사자 3인 간 0.75 이상의

값을 보였다. 카파값이 0.75 이상의 경우 일치도가 매우 좋은 것으로 평가하기 때문에(Ahn et al., 1996), 이러한 신뢰도 결과를 토대로 하여 4구간으로 구분되는 병변유형이 아닌 '병변유형 C'의 여부로만 변수를 구분하여 '진료량-진료결과 관계' 관련 분석에 사용하였다.

신뢰도가 중요한 자료로는 시술결과 지표가 있다. 주요 합병증의 경우 전체의 2.2%(24건)만이 동일 입원 기간중 사망, 응급 CABG, 급성심근경색에 해당되었기 때문에, 일부의 누락 사례가 시술결과에 큰 영향을 줄 수 있다. 시술결과가 좋지 않은 자료가 누락되는 것을 막기 위하여 우선적으로 PTCA 장부를 토대로 하여 가능한 모든 PTCA 시술 사례를 조사하였다. 병원별로는 2개 병원을 제외한 23개 병원에서 95% 이상의 조사율을 기록하였다. PTCA 장부의 경우 원장부, 컴퓨터 장부, 타이핑 된 장부 모두가 사용되었는데, 타이핑된 6개 병원 장부는 모두 소시술량 병원(시술 건수 200건 기준)의 것이었다. 물론 타이핑된 장부 6개 모두 소시술량 병원의 것이었지만, 실제 장부 상에서 누락이 있었는지 확인할 수는 없었다. 또한 이미 조사가 이뤄진 시술 사례의 기록을 신뢰할 수 있을지에 대해서도 의문이 제기될 수 있지만, 의무기록 전체를 대출하여 주요 합병증 여부의 신뢰도를 볼 수는 없었다.

시술결과에 영향을 미치는 주요 위험요인 중의 하나인 심장박출계수의 경우

의무기록에 검사 결과가 기재되어 있지 않은 경우 조사자가 판단하도록 하였는데, 전체 조사 자료 1,317건 중 1,092건(82.9%)이 심에코, MIBG scan 등에 기록되어 있었다. 심장박출계수에 대한 조사자 내 일치도를 30% 미만, 30%~49%, 50% 이상으로 나눠 분석한 결과, 총 25개 중에서 1개를 제외하고 일치하였다(96%).

이 연구에서는 협착 정도를 토대로 시술 성공 여부가 판단되었다. 협착 정도에 대한 조사자 내 신뢰도가 조사되었는데, 총 39개의 lesion의 협착 정도에 대한 조사결과 89.7%에서 전후 10% 이내에서 일치하였고(예 : 80%인 경우 70%~90% 내에 든 경우), 7.7%가 15% 또는 20%의 협착 정도 차이를 보였지만, 50%를 기준으로 해당 혈관부위의 협착 정도가 달라지는(예 : 60% → 40%) 경우는 없었다.

이 연구는 해당 병원의 전임의 또는 전공의에 의한 후향적 조사자료를 토대로 이뤄졌다. 이 방법은 간호사 또는 의과대학생 등의 조사인력을 활용한 것 보다 해당 병원에서의 조사가 수월하다는 장점이 있다. 그리고 조사자의 주관적 평가가 이뤄져야 하는 일부 항목('최악병변유형', 심장박출계수)의 경우, 전공의 또는 전임의가 판단해야 한다는 점이 사전 조사결과 확인되었기 때문에 일부 조사 항목의 조사를 하락을 막기 위해서는 불가피한 방법이었다. 해당 병원의 전임의, 전공의 인력을 활용함에 따라 조사자료의 타당도에 문제가 있을 수 있으며, 전임의와 전공의 간의 신뢰도가 문제될 수 있다. 그러므로 이 연구에서는 다시술량 병원의 시술기록지와 소시술량 병원의 시술기록지에 대하여 다시술량 병원 조사자/소시술량 병원 조사자, 전임의/전공의 간에 신뢰도를 평가하였다.

개별 임상 전문가의 수준에서 시술결과를 향상시킬 수 있는 방법을 제안할 수 있는 구체적인 변수가 사용되지 못한 점이 이 연구의 한계로 지적될 수 있다. 한 예로 환자의 전 처치로 특정 혈전용해제(thrombolytics) 사용 여부 등과 같은 변수를 포함하거나, '최악병변유형'이라는



**Table 5.** Unadjusted comparison of intervention failure rate and major adverse outcome rate by patients' characteristics

Characteristics		Intervention failure*		Major adverse outcome†	
		Rate	P value	Rate	P value
Gender	Male	5.9	0.142	1.6	0.044
	Female	8.3		3.6	
Age, years	≤49	2.3	< 0.001 <sup>  </sup>	0.6	0.003 <sup>  </sup>
	50-59	5.2		1.2	
	60-69	8.5		2.7	
	≥70	9.8		4.6	
Resting heart rate	≤99	6.1	0.014 <sup>  </sup>	1.8	< 0.001 <sup>  </sup>
	≥100	15.7		11.8	
Ejection fraction, %	≥50	4.7	0.001 <sup>  </sup>	0.6	< 0.001 <sup>  </sup>
	30-49	9.7		3.7	
Hypertension	< 30	10.9	0.936	6.9	0.517
	No	6.6		2.5	
Diabetes mellitus	Yes	6.7	0.808	1.9	0.763
	No	6.6		2.2	
Congestive heart failure	Yes	7.0	0.020 <sup>  </sup>	2.5	0.013 <sup>  </sup>
	No	6.3		1.9	
Valvular disease (aortic or mitral)	Yes	16.3	0.745 <sup>  </sup>	9.3	0.599 <sup>  </sup>
	No	6.6		2.2	
Stroke	Yes	7.5	0.435 <sup>  </sup>	2.5	1.000 <sup>  </sup>
	No	6.5		2.3	
Respiratory disease (COPD** or asthma)	Yes	9.2	0.079 <sup>  </sup>	1.5	0.104 <sup>  </sup>
	No	6.4		2.1	
Kidney disease (ARF** or CRF** or dialysis)	Yes	16.0	0.143 <sup>  </sup>	8.0	0.070 <sup>  </sup>
	No	6.5		2.1	
Smoking	current smokers	15.0	0.141	10.0	0.029
	former smokers	5.1		1.2	
	non-smokers	8.7		1.3	
Previous CABG**	Yes	7.8	0.001 <sup>  </sup>	3.7	0.070 <sup>  </sup>
	No	6.2		2.1	
Diagnosis	others	30.0	0.001	10.0	< 0.001 <sup>  </sup>
	MI within 1-14 days	5.7		1.1	
	AMI within 24 hours <sup>‡</sup>	5.4		3.6	
		16.5		10.3	
Involved vessels <sup>§</sup>	single	6.1	0.285 <sup>  </sup>	2.6	0.603
	double	6.6		2.1	
	triple	8.8		1.3	
Lesion type C	No	4.2	0.001	1.4	0.003
	Yes	13.1		4.4	

\* Defined as the case of the final result ≥50% diameter stenosis or the failure in 20% reduction of diameter stenosis or having any major adverse outcome described below. † Refers to at least one complication of death during same hospitalization after PTCA or emergency CABG within 24 hours after PTCA or acute myocardial infarction within 24 hours after PTCA. ‡ Defined as the case of the myocardial infarction occurred within 24 hours before PTCA and determined by cardiac enzymes (CM-MB fraction 3 fold increase) or electrocardiographic changes (new Q-wave). § Refers to the vessels involved more than 50% or over. || Likelihood ratio test for trend. ¶ Two-tailed Fisher's exact test. \*\* COPD : chronic obstructive pulmonary disease, ARF : acute renal failure, CRF : chronic renal failure, CABG : coronary artery bypass graft, MI : myocardial infarction.

병변 부위를 좀더 세분화하여 분기 (bifurcation) 부위, 각형성(angulation) 정도, 혈전(thrombus) 유무 등의 변수를 포함한다면, 임상 전문가로 하여금 시술결과를 향상시킬 수 있는 방안을 도출하는데 있어 좀더 많은 정보를 줄 수 있을

것으로 기대된다. 이들 정보의 획득을 위해서는 이 연구와 같은 후향적 연구보다는 전향적 연구가 좀더 적합할 것으로 판단된다.

이 연구에서는 시술 당시의 성공 여부와 시술에 따른 주요 합병증 여부만을 결

과 변수로 활용하였다. 물론 시술의 일차적인 결과를 반영하는 데에는 이들 지표가 타당하겠지만, 궁극적으로 장기적 시술결과를 보기 위해서는 환자의 기능적 상태나 장기적인 합병증 여부, 재협착 정도 등의 지표가 사용될 필요가 있다. 시술 당시의 시술 성공 여부가 반드시 장기적인 시술결과까지 예측할 수 있을 것이라는 결론을 내릴 수 없기 때문에 전향적 연구를 통하여 장기적 시술결과에 대한 연구가 필요하다.

특히 사망과 같이 사건 발생이 드문 지표는 시술결과 간의 차이를 반영하는 데 있어 민감하지 못할 가능성이 많다는 점에서 시술결과를 좀더 민감하게 반영 하리라 여겨지는 환자의 기능 상태나 삶의 질 지표가 앞으로 적극적으로 활용될 필요가 있을 것이다.

## 2. 연구 결과에 대한 고찰

연구 결과, 전체 시술환자 중에서 여성이 차지하는 비중은 30% 수준이었다. 전체 PTCA 시술 건수 중에서 여성이 차지하는 비중이 낮은 경향은 기존 우리나라 연구에서도 비슷한 양상이다(Tahk, 1991; Park et al., 1992; Lim, 1994).

이 연구에서는 결과 변수인 주요 합병증률의 성별 차이가 통계적으로 유의하였다. 물론 PTCA 시술 경험자를 제외한 분석에서는 시술 성공률에서의 성별 차이가 통계적으로 유의하지 않았지만, PTCA 시술 경험자를 포함한 전체 자료를 이용한 분석에서는 성별 시술 성공률이 차이를 나타냈다(P=0.048). 하지만 환자의 경중도를 반영한 다변량 분석에서는 이러한 차이의 유의성이 모두 없었다. 이는 '남성의 경우 경중도가 좋은 환자들도 시술을 받는 경우가 많지만, 여성의 경우에는 경중도가 나쁜 환자들이 주로 시술을 받게 된다'는 의료제공에 있어서의 성 비뮴림(sex bias in the delivery of medical care)으로, 관동맥 질환을 가진 여성보다는 남성에게서 좀더 침습적인 진단적, 치료적 방법을 사용하는 데에 따른 결과의 차이라고 설명된다(Hussain et al., 1997).

**Table 6.** Hospital volume and the variables associated with intervention failure (Analysis of Maximum Likelihood Estimates)\*

Variables		Number (%)	pOR <sup>†</sup>	95% CI <sup>‡</sup>
<b>Hospital volume</b>	<b>High, ≥200</b>	<b>784 (74.6)</b>	<b>1.000</b>	
	<b>Low, ≤199</b>	<b>267 (25.4)</b>	<b>3.692</b>	<b>2.131 - 6.398</b>
Age, years	≤49	174 (16.6)	1.000	
	50-59	322 (30.6)	2.307	0.739 - 7.203
	≥60	555 (52.8)	4.401	1.515 - 12.787
Resting heart rate	≤99	1002 (95.3)	1.000	
	≥100	49 (4.7)	2.884	1.155 - 7.197
Ejection fraction, %	≥50	661 (62.9)	1.000	
	< 50	390 (37.1)	2.012	1.174 - 3.449
Previous CABG <sup>†</sup>	No	1032 (98.2)	1.000	
	Yes	19 (1.8)	5.830	1.668 - 20.382
Diagnosis	Others	954 (90.8)	1.000	
	AMI, within 24 hours <sup>†</sup>	97 (9.2)	2.944	1.489 - 5.821
Lesion type C	No	762 (72.5)	1.000	
	Yes	289 (27.5)	3.431	2.025 - 5.813

\* Missing values (N=31) were excluded. Chi-square for Covariates : 83.936 with 8 DF (P=0.0001). † Defined as the case of the myocardial infarction occurred within 24 hours before PTCA and determined by cardiac enzymes (CM-MB fraction 3 fold increase) or electrocardiographic changes (new Q-wave). ‡ pOR : prevalence odds ratio, CI : confidence interval, CABG : coronary artery bypass graft.

**Table 7.** Hospital volume and other significant risk factors associated with major adverse outcome (Analysis of Maximum Likelihood Estimates)\*

Variables		Number (%)	pOR <sup>†</sup>	95% CI <sup>‡</sup>
<b>Hospital volume</b>	<b>High, ≥200</b>	<b>784 (74.6)</b>	<b>1.000</b>	
	<b>Low, ≤199</b>	<b>267 (25.4)</b>	<b>3.136</b>	<b>1.184 - 8.305</b>
Age, years	≤49	174 (16.6)	1.000	
	50-59	322 (30.6)	1.389	0.133 - 14.467
	60-69	388 (36.9)	5.918	0.659 - 53.173
	≥70	167 (15.9)	6.808	0.687 - 67.439
Resting heart rate	≤99	1,002 (95.3)	1.000	
	≥100	49 (4.7)	7.754	2.217 - 27.124
Ejection fraction, %	≥50	661 (62.9)	1.000	
	30-49	216 (20.5)	2.625	0.676 - 10.191
	< 30	174 (16.6)	8.133	2.402 - 27.537
Congestive heart failure	No	1,008 (95.9)	1.000	
	Yes	43 (4.1)	2.762	0.709 - 10.766
Renal disease (ARF <sup>†</sup> or CRF <sup>†</sup> or dialysis)	No	1,031 (98.1)	1.000	
	Yes	20 (1.9)	5.027	0.810 - 31.199
Smoking history (current or former)	Yes	631 (60.0)	1.000	
	No	420 (40.0)	2.765	1.053 - 7.263
Diagnosis	others	844 (80.3)	1.000	
	MI, within 1-14 days	110 (10.5)	4.183	1.050 - 16.659
	AMI, within 24 hours <sup>†</sup>	97 (9.2)	7.752	2.692 - 22.320
Lesion type C	No	762 (72.5)	1.000	
	Yes	289 (27.5)	3.178	1.259 - 8.026

\* Missing values (N=31) were excluded. Chi-square for Covariates : 78.510 with 13 DF (P=0.0001). † Defined as the case of the myocardial infarction occurred within 24 hours before PTCA and determined by cardiac enzymes (CM-MB fraction 3 fold increase) or electrocardiographic changes (new Q-wave). ‡ pOR : prevalence odds ratio, CI : confidence interval, ARF : acute renal failure, CRF : chronic renal failure.

이 연구에서는 흡연력을 현재 흡연 여부(current smoker vs former/non smoker)로 나눌 경우 시술 실패율 차이의 P 값은 0.052였고, 흡연력을 흡연 경험 여부

(current/former smoker vs nonsmoker)로 나눌 경우 주요 합병증률에 차이를 보였 다(P=0.008). 오래 전부터 흡연은 급성심 근경색과 관련되어 있는 것으로 알려져

왔고, 흡연 자체는 혈액응고촉진효과 (procoagulant effect)와 혈관 수축 효과를 갖고 있어 PTCA 결과에 악영향을 미칠 것으로 예상할 수 있는데도, 실제로 외국에서 이뤄진 혈전용해제의 효과 연구에서 흡연자의 임상 결과가 더 좋은 것으로 나타나고 있다(Barbash et al. 1995; Grines et al. 1995; Gottlieb et al. 1996). 이러한 현상을 '흡연자의 역설' (smoker's paradox)이라고 부른다. PTCA의 결과에 영향을 미치는 흡연력의 효과를 다룬 Hasdai 등(1999)의 연구에서도, 이 연구의 결과와 비슷한 양상을 보였다.

연구 결과 환자 요인을 보정한 상태에서 시술량과 시술결과의 관련성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 어떻게 활용할 것인가는 논란의 여지가 있다고 할 수 있다. 즉, 보험정책에서의 급여나 의료기관의 시술 인증을 통한 지역화 정책에 사용할 것인가, 의료소비자에 대한 정보제공 차원에서 사용할 것인가, 전문가 집단의 권고 기준으로 사용할 것인가 등의 문제이다. 우선 '진료량-진료결과 관계'가 어떤 이유에 의해 나타나느냐에 따라 정책적 활용의 범위가 달라질 수 있다. 많은 환자를 다루는 의사나 병원은 환자진료 기술을 향상시킬 기회를 갖게 되고 결과적으로 좋은 환자 진료결과를 보인다는 '다진료경험효과이론(practice-makes perfect hypothesis)'의 입장에서는 보험정책이나 지역화 정책이 타당성을 갖는 반면, 좋은 결과를 가진 의사나 병원으로 환자들이 의뢰되기 때문에 '진료량-진료결과 관계'가 나타난다는 '선택적의뢰이론'(selective-referral pattern hypothesis)의 입장에서는 보험정책이나 지역화 정책을 통하여 환자 진료결과를 향상시킬 수 없게 된다(Khang, 2000).

특히 개별 의료제공 건수 당 진료비가 보상되는 보수지불제도를 운영하는 우리나라의 경우, 시술 건수를 늘이는 것 자체에 대한 의료기관의 유인이 많게 된다. 이런 상황에서는, 의료제공 행태의 변화에 대한 고려 없이 '진료량-진료결과 관계' 연구 결과를 의료자원의 배치나 진료비

보상정책에 활용할 경우 진료 행태의 왜곡을 가져 올 수 있을 가능성이 매우 많다는 점이 고려되어야 할 것이다. Croke (1991)는 특정한 의료제도하에서는 시술 건수 자체가 의료기관의 또 다른 목적이 될 수도 있기 때문에, 적정 시술 범위를 벗어난 의료제공 행태가 나타날 수 있고, 보건 의료서비스의 접근성 측면에서 불가피하게 적은 규모의 시술을 하는 의료기관도 필요하다고 지적한 바 있다.

PTCA의 경우, 시술 발전을 위해서는 재협착 등의 장기 결과가 앞으로 시술의 기술적 발전을 위하여 중요한 과제라는 점을 염두에 둘 때, 조기 시술결과와 시술량과의 관련성을 토대로 한 지역화 정책은 자칫 장기적 시술결과에서의 차이를 무시한 정책이 될 수 있다. 시술량은 변화할 수는 있지만 구조 측면의 질 지표라고 할 수 있다. 즉, 의료의 질적 측면을 결정하는 최종적인 지표는 분명 아니라는 사실이다. 물론 시술량과 시술결과 간의 분명한 연관성이 관찰되었을 때, 전문가 그룹 내에서 시술량의 권고 기준을 설정하는 것과 같은 의사결정이 현명한 선택일 수는 있지만, 이 또한 시술량보다 더 정확하고 더 포괄적인 지표가 개발되기 전까지만 일시적으로 사용할 수 있는 방법이라는 점이 지적되어야 한다(Hannan 1999).

### 요약 및 결론

경피적 관동맥 확장술(percutaneous transluminal coronary angioplasty, 이하 PTCA)은 1977년 처음으로 성공한 이래 관동맥 질환의 유용한 비수술적 요법으로 광범하게 이용되어 왔다. 우리나라에서도 허혈성 심질환으로 인한 사망이 크게 증가하고 있으며, 고콜레스테롤혈증, 고혈압, 당뇨병 및 흡연 등 관동맥질환 위험인자의 증가와 함께 평균 수명의 연장으로 앞으로 관동맥질환의 발생이 증가할 것이므로, PTCA 시술의 중요성도 더욱 강조될 것으로 예상된다.

이 연구에서는 우리나라 25개 종합병원에서 3개월 간(1997년 10월부터 12월

까지) 이뤄진 PTCA 시술 건수(조사건수 1,317건, 조사율 95.5%)를 대상으로 하여, 의무기록 조사를 통하여 자료를 수집한 후 분석하였다. 시술기관 별로 연간 200건을 기준으로 하여, PTCA 시술량과 시술결과와의 관련성을 분석하였다. 결과 변수로는 주요 합병증(사망여부, 응급 관동맥 우회술 시술여부, 급성심근경색)과 시술의 성공 여부를 사용하였다.

로지회귀 분석을 이용하여 환자 요인의 영향을 보정하였을 때, 시술 병원의 시술량과 조기 시술결과 간에는 관련성이 있었다. 이 연구의 결과를 바탕으로 할 때, 우리 나라에서도 PTCA 시술에 있어서 전문가 그룹 내의 권고 기준 설정과 같은 방안을 통해 시술기관 단위 시술량 기준을 마련할 필요성이 있다고 할 수 있다.

이 연구에서는 시술 당시의 시술 성공 여부와 시술에 따른 주요 합병증만을 결과 변수로 활용함으로써 장기적인 시술의 결과를 보지 못한 한계가 있다. 특히 PTCA의 경우 재협착 등의 장기 결과가 시술 발전을 위한 향후 과제라는 점을 염두에 둘 때, 앞으로 이들 장기적 결과 지표를 활용한 연구는 매우 중요하리라 판단된다.

### 참고문헌

Ahn YO, Yoo KY, Park BJ. Manual for medical statistics. Seoul; Seoul National University Press, 1996. p. 143-144 (Korean)

Anthony C. Federal financing of transplantation. *Transplant Proc* 1988; 20(suppl): 1047-1050

Barbash GI, Reiner J, White HD, Wilcox RG, Armstrong PW, et al. Evaluation of paradoxical beneficial effects of smoking in patients receiving thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: mechanism of the "smoker's paradox" from the GUSTO-1 Trial, with angiographic insights. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 1222-1229

Birkmeyer JD, Finlayson SR, Tosteson AN, Sharp SM, Warshaw AL, et al. Effect of hospital volume on in-hospital mortality with pancreaticoduodenectomy. *Surgery* 1999; 125(3): 250-256

Cho SY. Percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCA. *Korean Circulation J* 1992; 22(6): 905-911 (Korean)

Croke RP. Case volume and clinical competence.[Letter] *Circulation* 1991; 83(1): 354

Dorros G, Cowley MJ, Simpson J, Bentivoglio LG, Block PC, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty: Report of complications from the National Heart, Lung, and Blood Institute PTCA Registry. *Circulation* 1983; 67(4): 723-730

Ellis SG, Omoigui N, Bitti JA, Lincoff M, Wolfe MW, et al. Analysis and comparison of operator-specific outcomes in interventional cardiology: from a multicenter database of 4,860 quality-controlled procedures. *Circulation* 1996; 93: 431-439

Ellis SG, Vandormael MG, Cowley MJ, DiSciascio G, Deligonul U, et al. Coronary morphologic and clinical determinants of procedural outcome with angioplasty for multi-vessel coronary disease: implications for patient selection. *Circulation* 1990; 82: 1193-1202

Ellis SG, Weintraub W, Holmes D, Shaw R, Block PC, et al. Relation of operator volume and experience to procedural outcome of percutaneous coronary revascularization at hospitals with high interventional volume. *Circulation* 1997; 96: 2479-2484

Gottlieb S, Boyko V, Zahger D, Balkin J, Hod H, et al. Smoking and prognosis after acute myocardial infarction in the thrombolytic era (Israeli Thrombolytic National Survey). *J Am Coll Cardiol* 1996; 28: 1506-1513

Grines CL, Topol EJ, O'Neil WW, George BS, Kereiakes D, et al. Effect of cigarette smoking on outcome after thrombolytic therapy for myocardial infarction. *Circulation* 1995; 91: 298-303

Grüntzig AR. Transluminal dilatation of coronary artery stenosis. *Lancet* 1978; 1: 263

Hamad N, Pichard AD, Lyle HRP, Lindsay J. Results of percutaneous transluminal coronary angioplasty by multiple, relatively low frequency operators: 1986-1987 experience. *Am J Cardiol* 1988; 61: 1229-1231

Hannan EL, Racz M, Ryan TJ, McCallister BD, Johnson LW, et al. Coronary angioplasty volume-outcome relationships for hospitals and cardiologists. *JAMA* 1997; 277(11): 892-898

Hannan EL. The relation between volume and outcome in health care[Editorial]. *N Eng J Med* 1999; 340(21): 1677-1679

Hasdai D, Lerman A, Rihal CS, Criger DA, Garratt KN, et al. Smoking status and outcome after primary coronary angioplasty for acute myocardial infarction. *Am Heart J* 1999; 137: 612-620

- Hosenpud JD, Breen TJ, Edwards EB, Daily OP, Hunsicker LG. The effect of transplant center volume on cardiac transplant outcome. A report of the United Network for Organ Sharing Scientific Registry. *JAMA* 1994; 271(23): 1844-1849
- Hussain KM, Estrada AQ, Kogan A, Dadkhah S, Foschi A. Trends in success rate after percutaneous transluminal coronary angioplasty in men and women with coronary artery disease. *Am Heart J* 1997; 134(4): 719-727
- Jollis JG, Peterson ED, DeLong ER, Mark DB, Collins SR, et al. The relation between the volume of coronary angioplasty procedures at hospitals treating medicare beneficiaries and short-term mortality. *N Engl J Med* 1994; 331: 1625-1629
- Khang YH. Relationship between percutaneous transluminal coronary angioplasty volume and immediate outcome. Seoul National University (Doctoral dissertation), 2000. (Korean)
- Kimmel SE, Berlin JA, Laskey WK. The relationship between coronary angioplasty procedure volume and major complications. *JAMA* 1995a; 274(14): 1137-1142
- Kimmel SE, Berlin JA, Strom BL, Laskey WK. Development and validation of a simplified predictive index for major complications in contemporary percutaneous transluminal coronary angioplasty practice. *J Am Coll Cardiol* 1995b; 26(4): 931-938
- Lee S, Jwa YG. The study on volume relationships in several diseases. *Korean J Prev Med* 1994; 27(4): 793-804 (Korean)
- Lee SH, Kim CY, Chung KT, Cho HJ, Ahn HS, et al. National policy development for the technology assessment in health care. 1997. (Korean)
- Lee WR. Up-to-date trends in basic research on and treatment for coronary artery diseases. *J Korean Med Assoc* 1995; 38(6): 766-774 (Korean)
- Lim DS. Initial success rate of percutaneous transluminal coronary angioplasty and the effect of low dose aspirin on acute complications. Korea University (Master's thesis), 1994. (Korean)
- Luft HS, Bunker JP, Enthoven AC. Should operations be regionalized? the empirical relation between surgical volume and mortality. *N Eng J Med* 1979; 301: 1364-1369
- Luft HS. The relation between surgical volume and mortality: an exploration of causal factors and alternative models. *Med Care* 1980; 18(9): 940-959
- Mayfield JA, Rosenblatt RA, Baldwin LM, Chu J, Legerfo JP. The relation of obstetrical volume and nursery level to perinatal mortality. *Am J Public Health* 1990; 80(7): 819-823
- McGregor M, Pelletier G. Planning of specialized health facilities: size vs. cost and effectiveness in heart surgery. *N Engl J Med* 1978; 299: 179-181
- National Statistical Office. 1997 Annual Report on the Cause of Death Statistics. Seoul; National Statistical Office, 1998. p. 20-46 (Korean)
- Oh BH, Chae IH, Oh SI. Development of registration system for the systematic surveillance of percutaneous transluminal coronary angioplasty (unpublished data). 1999. (Korean)
- Park YB, Lee MY, Park SW, Kim MA, Sohn DW, et al. Percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA) in patients with coronary artery disease. *Korean Circulation J* 1992; 22(6): 912-921 (Korean)
- Phillips KA, Luft HS. The policy implications of using hospital and physician volumes as "indicators" of quality of care in a changing health care environment. *Int J Qual Health Care* 1997; 9(5): 341-348
- Reu HJ. A study on socioeconomic determinants of using the percutaneous transluminal coronary angioplasty. Seoul National University (Master's thesis), 1998. (Korean)
- Ritchie JL, Phillips KA, Luft HS. Coronary angioplasty: statewide experience in California. *Circulation* 1993; 88: 2735-2743
- Ryan TJ, Bauman WB, Kennedy JW, Kereiakes DJ, King SB III, et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty; a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Committee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *J Am Coll Cardiol* 1993; 22(7): 2033-2054. *Circulation* 1993; 88(6): 2987-3007
- Ryan TJ, Klocke FJ, Reynolds WA. Clinical competence in percutaneous transluminal coronary angioplasty: a statement for physicians from the ACP/ACC/AHA Task Force on Clinical Privileges in Cardiology. *Circulation* 1990; 81(6): 2041-2046
- Sollano JA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Cullinane S, et al. Volume-outcome relationships in cardiovascular operations: New York State, 1990-1995. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 117(3): 419-428
- Tahk SJ. Coronary angiographic predictors for immediate results of percutaneous transluminal coronary angioplasty. Yonsei University (Doctoral dissertation), 1991. (Korean)
- Thiemann DR, Coresh J, Oetgen WJ, Powe NR. The association between hospital volume and survival after acute myocardial infarction in elderly patients. *N Eng J Med* 1999; 340: 1640-1648
- Wen SW, Simunovic M, Williams JJ, Johnston KW, Naylor CD. Hospital volume, calendar age, and short term outcomes in patients undergoing repair of abdominal aortic aneurysms: the Ontario experience, 1988-92. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50(2): 207-213