

관상동맥우회술 수술환자의 수술 후 사망률 예측모형의 개발

박형근, 안형식, 권영대¹⁾, 신유철, 이진석²⁾, 김해준, 손문준

고려대학교 의과대학 예방의학교실, 경희대학교 정경대학 의료경영학과¹⁾, 서울대학교 의과대학 의료관리학교실²⁾

Severity-Adjusted Mortality Rates : The Case of CABG Surgery

Hyeung-Keun Park, Hyeongsik Ahn, Young-Dae Kwon¹⁾, You-Cheol Shin, Jin-Seok Lee²⁾, Hae-Joon Kim, Moon Jun Sohn

Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Korea University;
Department of Health Service Management, College of Political Science and Economy, Kyung Hee University¹⁾;
Department of Health Policy and Management, Seoul National University College of Medicine²⁾

Objectives : To develop a model that will predict the mortality of patients undergoing Coronary Artery Bypass Graft (CABG) and evaluate the performance of hospitals.

Methods : Data from 564 CABGs performed in six general hospitals were collected through medical record abstraction by registered nurses. Variables studied involved risk factors determined by severity measures. Risk modeling was performed through logistic regression and validated with cross-validation. The statistical performance of the developed model was evaluated using c-statistic, R², and Hosmer-Lemeshow statistic. Hospital performance was assessed by severity-adjusted mortalities.

Results : The developed model included age, sex, BUN, EKG rhythm, Congestive Heart Failure at admission, acute mental change

within 24 hours, and previous angina pectoris history. The c-statistic and R² were 0.791 and 0.101, respectively. Hosmer-Lemeshow statistic was 10.3 (*p value*=0.2415). One hospital had a significantly higher mortality rate than the average mortality rate, while others were not significantly different.

Conclusion : Comparing the quality of service by severity adjusted mortality rates, there were significant differences in hospital performance. The severity adjusted mortality rate of CABG surgery may be an indicator for evaluating hospital performance in Korea.

Korean J Prev Med 2001;34(1):21-27

Key Words: Coronary Artery Bypass, Risk adjustment, Hospital Mortality

서론

의료의 질에 대한 결과 평가는 의료서비스의 목적으로서 의료의 질을 직접적으로 대변하면서도 의미가 명확하여 이해하기 쉽다는 장점을 갖고 있다. 또한 근래에 이루어진 결과지표 생성에 대한 방법론적인 발전을 통해 현실적인 적용가능성이 높아지면서 의료기관 외부의 질 평가에서 결과지표를 활용하는 경우가 증가하고 있다. 진료의 결과 지표 중에서도 결과가 명확한 중증 질환의 사망률 관

련 지표가 많이 이용되고 있는데, 중증질환의 경우 적절한 서비스의 제공 여부가 결과의 차이에 직접적으로 반영되기 때문이다.

심장수술 특히 관상동맥 우회술(Coronary Artery Bypass Graft: CABG)의 사망률에 관한 연구가 많이 이루어져 왔다. 그 이유는 수술 건수가 비교적 많고 병원 내 사망의 위험이 큰 수술이고, 시술자에 따라 사망률이 다르다고 알려져 있기 때문이다(Hannan et al., 1990, 1994; O'Connor et al., 1991; Daley, 1994). 이에

따라 관상동맥 우회술의 사망률을 진료의 질 평가도구로 사용하는 경우가 늘고 있으며, 대표적인 예로서 미국의 New York 주 등에서는 매년 각 병원의 관상동맥 우회술 시술 건수와 사망률을 집계하여 공식적으로 발표하고 있다(Iezzoni et al., 1996). 국내에서도 관상동맥질환의 유병률이 높아지면서 관상동맥 우회술을 시술하는 병원과 시술 건수가 증가하고 있으며 시술자별로 사망률의 차이가 크기 때문에 관상동맥 우회술을 대상으로 한 결과평가의 시도가 이미 이루어져 왔다(권영대, 1998).

병원별로 입원하는 환자의 중증도가 다르기 때문에 병원별 혹은 제공자간 치

접수 : 2000년 8월 23일, 채택 : 2000년 11월 10일

본 연구는 1998년도 학술진흥재단 기초의학연구비 지원으로 이루어졌음.

책임저자 : 안형식 (고려대학교 의과대학 예방의학교실, 전화번호 : 02-920-6406, 팩스번호 : 02-927-7220, e-mail : ahnhs@mail.korea.ac.kr)

료결과를 비교하기 위해서는 입원환자의 중증도가 통제되어야 한다. 중증도를 통제하기 위한 방법은 기존에 개발되어 있는 중증도 평가도구를 활용하는 것과 위험요인을 보정한 사망확률 예측 모형을 직접 개발하는 것이 있다. 중증도 평가도구를 활용하는 경우 도구의 타당도가 검증되어 있다는 장점이 있으나 중증도 평가 방법과 내용이 공개되지 않는 단점이 있다. 모형을 개발하는 경우에는 중증도를 반영하는 위험요인을 선정하여 사망확률 모형을 새롭게 구축해야되고 구축된 모형이 수용될 수 있는 타당도를 갖고 있음을 입증해야 하는 부담을 갖고 있지만, 중증도 평가 도구 이용에 대한 경제적 부담이 없으며 중증도 평가 목적과 조건에 따른 위험요인 선택의 범위가 확장되는 장점을 지니고 있다. 국내에서는 공개된 중증도 평가도구를 활용하여 관상동맥 우회술 환자를 대상으로 제공사간의 서비스 질을 평가한 연구(권영대, 1998)가 진행된 바 있으나 사망확률 모형을 직접 개발하여 평가한 연구는 아직 시행된 바 없었다.

본 연구에서는 관상동맥 우회술 환자에 대한 중증도를 보정한 사망확률 예측 모형을 개발하고 이 모형을 활용하여 대상병원에 대한 의료 서비스의 질을 평가해보고자 한다.

연구방법

1. 조사대상

적정 규모 이상의 표본 크기를 얻기 위하여 관상동맥 우회술 수술을 연간 30회 이상 시행하는 병원들 중에서 자료 수집이 용이한 서울, 경기도 및 충청도 지역에 위치한 6개의 종합병원들을 대상 병원으로 선정하였고, 대상병원에서 1996년과 1997년 2년 간 관상동맥 우회술 수술을 받은 환자들을 대상으로 하였다. 관상동맥 우회술 수술만의 사망률을 조사하기 위하여 관상동맥 우회술 수술과 동시에 관막수술 등 다른 개심술을 받은 환자는 조사 대상에서 제외하였다.

2. 자료수집

대상 환자의 의무기록을 후향적으로 검토하여 수술 전 중증도 평가에 필요한 자료와 수술 결과평가에 필요한 자료들을 수집하였다. 본 연구에서는 관상동맥 우회술을 받은 환자가 재원기간 중 사망한 경우와 의무기록상(경과기록지와 퇴원요약지)에 가망없는 퇴원(hopeless discharge)으로 기록된 경우를 사망으로 정의하였다. 수술 전 중증도를 평가하기 위한 위험요인은 중증도 평가도구인 MedisGroups, Disease Staging, Computerized Severity Index 및 APACHE III에 포함되어 있는 변수 전체를 포함하였다. 이들 변수는 환자의 수술 전 상태에 관한 기록을 조사한 것이며, 재원 후 최대 48시간 이내에 나타난 결과들이다. 임상 경험이 있는 간호사 2인을 사전 교육시킨 후 조사원으로 활용하였다.

3. 자료분석

1) 중증도보정사망확률 예측 모형 개발

네 가지 중증도 평가도구에 포함된 위험요인 161개 변수 중에서 관상동맥 우회술 수술의 예후에 관한 기존 연구와 외국의 모형 개발 연구(Hannan et al., 1990; Hartz et al., 1992; O' Connor et al., 1992; Hannan et al., 1994; Kim et al., 1995; Yoo et al., 1995; Leape et al., 1996; Lee et al., 1997; Pons et al., 1997; Iezzoni et al., 1998; Jung et al., 1998; William et al., 1998; Park et al., 1999; Shin et al., 1999;)에서 유의하다고 선정된 변수를 선택하였다(Table 1). 변수 선택 시 결손자료가 5% 이상인 경우나 대상 병원간 결손율에 유의한 차이가 있는 변수는 제외하였다. 그 다음으로는 선택된 변수들을 대상으로 단변량 분석을 실시하여 유의수준 0.05를 기준으로 유의한 변수를 선택하였다. 그 후 SAS Logistic Procedure의 변수선택 방법인 Score방법을 사용하

Table 1. Variables of patients involved in model development

Characteristics	Variables	Characteristics	Variables
Demographic variables or admission type	Age	Heart function (echo or angio)	Cardiac output
	Sex		Cardiac index
	Admission type		AV02 Difference
	BUN		Lt. main artery involved
	Creatinine		Ejection fraction
Lab data	Albumin	Physical	CVP
	Glucose		Ventricular thrombus
	Na		Ventricular aneurysm
	K		Peripheral edema 3+
	CK-MB		Dyspnea
Vital Sign	pCO2	Ex. or	Anginal pain
	Urine protein (24hr urine)		CHF
	Pulsation		CHF Hx.
	Respiration		Angina Hx.
	Ventilation equipment		Previous CABG
Mental & Neurologic status	Systolic BP	Past Hx.	Previous PTCA
	Diastolic BP		COPD or FEV1 <66%
	Temperature		CRF
	Acute mental change within 24hr.		Diabetes
	Neurologic change		Urinary output/24 hr.
EKG	Ischemia by EKG		Chest X-ray (cardiomegaly)
	EKG rhythm		Effusion
	Diffuse ST-T elevation		Recent AMI attack
	Heart block		Ischemic cerebral infarction

여 모형에 포함될 변수군을 설정하고, 선택된 변수군을 가지고 다변량 로지스틱 회귀 모형을 적합하였으며, 유의수준 0.1을 기준으로 모형에 포함될 변수를 선정하였다. 마지막으로 모형에 선정된 변수에 대하여 두 변수간 교호작용을 평가하여 최종 모형을 선택하였다.

2) 중증도보정사망확률 모형의 타당도 평가

사망확률 예측모형의 타당도는 치료받은 환자의 생존여부에 대한 판별능력 (measures of discrimination)과 자료가 모형에 적합된 정도(measures of calibration)에 의해 평가된다. 본 연구에서는 모형의 판별능력을 평가하는 지표로 c 통계량을 사용하였는데, c 통계량은 ROC (Receiver Operating Characteristics) 곡선의 아래 면적과 동일하다.

모형 개발에 사용된 자료를 그대로 모형 평가에 적용하는 경우 발생할 수 있는 판별능력에 대한 과적합을 피하기 위해서 교차타당법(cross-validation)을 이용하였다. 조사대상을 무작위로 10%와 90%로 구분한 후 90%의 자료로 모형 적합한 후 c 통계량을 산출하였고, 이 작업을 10회 반복한 후 그 평균값을 제시하였다. 사망확률 예측모형의 적합도를 평가하는 지표로 Hosmer-Lemeshow 통계량을 이용하였다.

3) 병원별 사망률 비교

최종 선택된 모형에 포함된 위험요인을 독립변수로 하고 사망여부를 종속변수로 하는 로짓회귀모형을 구축하여 도 구별로 각 환자의 기대 사망확률을 산출한 후에 병원별 평균값을 얻어 병원별 기대사망률을 구하였고, 이 값으로 병원별 실제 사망률을 나눈 후에 조사대상 전체의 사망률을 곱하여 각 병원의 중증도 보정사망률을 구하였다.

병원의 질적 수준이나 성과를 평가하기 위하여 관상동맥우회술을 받은 환자의 병원별 중증도 보정사망률의 신뢰구간과 전체 대상자의 실제사망률을 비교하였다. 평가 결과에 대한 신뢰성을 높이기 위해서 중증도보정사망률의 신뢰구간을 산출하여 비교하였고(Iezzoni, 1997),

중증도보정사망률의 의미가 개별 병원에 내원한 환자의 중증도가 전체 대상자의 중증도와 동일하다고 할 때 기대되는 사망률이기 때문에 그 결과를 전체 대상자의 실제사망률과 비교하였다.

연구결과

1. 조사대상 병원 및 환자의 특성

조사 대상 병원은 6개이었고, 모두 연간 관상동맥 우회술 수술 실적이 30건을 넘는 병원들이며 대학부속병원 또는 종합병원이었다. 총 564명의 환자에 관한 자료를 조사하고 분석하였으며(Table 2), 전체 대상자 중 여자 환자가 27.5%이었고, 병원별로는 C 병원이 18.9%로 가장 작았고, B 병원이 42.2%로 가장 높았으며, 병원별로 성별 분포에는 유의한 차이가 있었다(P<0.01). 연령별로는 55세 이하가 31.4%, 56 ~ 65세에 속한 대상자가 42.9%로 가장 많았고, 66세 이상도 25.7% 이었으며, 병원별 연령분포에는 유의한 차이가 없었다(P=0.259).

2. 모형개발

중증도를 반영하는 변수 중 분석대상에 포함된 변수에 대하여 단변량 분석을 시행한 결과 27개 변수가 유의한 변수로 선택되었고, 이들 27개 변수에 대하여 SAS Logistic Procedure의 변수선택 방법인 Score방법을 적용한 결과 13개의 변수로 구성된 조합이 적절한 조합으로 선정되었다. 가장 큰 χ^2 값을 갖는 변수조

합을 선정하여 모형을 적합하였고, 13개의 변수(가변수 포함)에 대하여 통계적 유의성을 검토한 결과 9개의 변수가 선정되었으며, 연령 변수가 모형에 추가되었다. 독립변수간에 통계적 교호작용(statistical interaction)을 검토한 결과 유의한 교호작용이 발견되지 않아 교호작용을 의미하는 변수 항은 포함시키지 않았고, 9개의 변수를 가지고 최종모형을 적합하였다(Table 3).

3. 모형의 타당도 평가

관상동맥 우회술 수술환자의 수술 후 사망률을 예측하기 위해 개발된 통계적 모형의 타당도를 평가한 결과는 표 4와 같다. 교차타당법을 적용한(cross-validated) c 통계량이 0.794, R2 값이 0.1049이었고, 모형개발에 사용한 자료를 갖고 산출한 c 통계량은 0.791, R2 은 0.0101이었으며, 연령과 성만을 독립변수로 하는 예측모형의 c 통계량 0.66, R2 값 0.02 보다는 높게 나타났다.

사망확률 예측모형의 적합도를 평가하는 지표인 Hosmer-Lemeshow 통계량은 10.3(P=0.2415)으로, 적합된 모형에서 산출된 기대사망률을 10분위로 구분하여 살펴본 구간별 기대사망자수와 실제사망자수간의 분포는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 4).

4. 중증도보정사망률과 병원간 성과 비교

병원별로 산출한 중증도보정사망률은 다음과 같다(Table 5). 중증도보정사망률

Table 2. Actual mortalities of study patients by hospitals (%)

Hospital	A	B	C	D	E	F	Total
No. of study patients	66	45	127	115	70	141	564
Female	16 (24.2)	19 (42.2)	24 (18.9)	26 (22.6)	26 (37.1)	44 (31.9)	155 (27.5)
Male	50 (75.8)	26 (57.8)	103 (81.1)	89 (77.4)	44 (62.9)	96 (68.1)	408 (72.5)
≤55	25 (37.9)	16 (35.6)	40 (31.5)	28 (24.3)	21 (30.0)	47 (33.3)	177 (31.4)
55<≤65	30 (45.5)	23 (51.1)	50 (39.4)	49 (42.6)	32 (45.7)	58 (41.1)	242 (42.9)
65<	11 (16.7)	6 (13.3)	37 (29.1)	38 (33.0)	17 (24.3)	36 (25.5)	145 (25.7)
No. of death	2	1	12	5	11	9	40
Mortality (%)	3	2.2	9.4	4.3	15.7	6.4	7.1

Table 3. Multiple logistic regression results

Variables	β -Coefficient	P-value	Odds Ratio	95% confidence interval	
			upper	lower	
Intercepts	-4.3122	<0.0001			
Age	≤ 55				
	$55 < \leq 65$	0.6694	0.2217	1.953	0.668 ~ 5.714
	$65 <$	0.8911	0.1117	2.438	0.813 ~ 7.311
Sex	Male				
	Female	0.6623	0.0949	1.939	0.891 ~ 5.714
BUN	≤ 10				
	$10 <$	1.3363	0.0033	3.805	1.56 ~ 9.284
EKG rhythm	Normal				
	Arrhythmia	0.1936	0.6931	1.214	0.464 ~ 3.174
	Runs of ventricular tachycardia	1.9962	0.0265	7.361	1.261 ~ 42.949
Congestive heart failure	No				
	Yes	2.3162	0.0025	10.138	2.253 ~ 45.612
Acute mental change	No				
	Yes	3.7292	0.0049	41.647	3.094 ~ 560.543
Angina Hx.	No				
	Yes	0.6886	0.0735	1.991	0.937 ~ 4.232

Table 4. Ability of developed model to predict in-hospital death

Deciles by predicted Probability of Death	Subjects	Actual mortality	Expected mortality
1.0	72	0.0	1.3
2.0	23	8.7	2.1
3.0	76	1.3	2.6
4.0	54	3.7	2.7
5.0	49	4.1	3.3
6.0	45	0.0	4.9
7.0	52	7.7	5.1
8.0	56	3.6	6.0
9.0	45	11.1	9.2
10.0	70	28.6	27.4
c statistics		0.791	
cross-validated c statistics		0.794	
cross-validated R ² *100		10.49	
Hosmer-Lemeshow statistics		10.3 (p value = 0.2415)	

Table 5. Severity-adjusted mortalities and confidence intervals

Hospital	Actual mortality, %	Severity-adjusted mortality, %	Severity-adjusted mortality confidence interval(95%)
A	3.0	4.698	1.0 - 8.4
B	2.2	3.704	-1.2 - 8.6
C	9.4	10.157	7.9 - 12.4*
D	4.3	5.416	2.8 - 8.0
E	15.7	6.497	5.0 - 8.0
F	6.4	8.019	5.8 - 10.2

*: Severity-adjusted mortality rate significantly higher than average rate.

의 범위는 실제사망률의 범위보다 감소 하였다. 중증도 보정사망률의 95%신뢰구

간과 전체 대상자의 사망률을 비교할 때, 5개 대상 병원에서는 중증도 보정사망률

이 전체 사망률과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, C 병원은 전체 대상자의 실제 사망률 7.1%보다 높은 것으로 나타났다(Figure 1).

고찰

1. 연구방법에 대한 고찰

외국의 관련 연구에서는 전산화된 자료를 이용하였으나 우리나라에서는 임상 정보가 수록된 전산자료가 병원에서 생성되는 경우가 거의 없기 때문에 의무기록을 검토하여 자료를 수집하였다. 따라서 자료 수집에 시간과 비용이 많이 들어 대상자 수가 외국의 관련 연구에 비해 적어 통계적 안정성이 떨어지는 문제가 발생할 수는 있으나, 중증도를 반영하는 변수의 범위가 광범위하고 임상 자료의 신뢰도가 전산자료보다 높기 때문에 모형을 개발에는 보다 적합하다고 판단된다.

본 연구에 활용된 중증도 평가도구에 포함된 위험요인 변수가 161개에 달하기 때문에 관상동맥 우회술 환자의 위험요인을 평가하는 데 있어 충분한 변수를 포함하고 있다고 판단되지만, 각 변수의 척도는 기존 평가도구에서 사용된 형태대로 활용될 수밖에 없는 제약 때문에 실제로 모형에 포함될 수 있는 변수가 누락되었을 가능성이 존재한다. 또한 일부 변수들의 경우 병원간 의무기록충실도에 따라서 누락률의 차이가 크게 나타났기 때문에 모형개발 초기에 누락되기도 하였으며, 병원간 결과기록 상의 차이에 의해 누락된 변수도 있었다. 예를 들면 관상동맥혈관의 폐색 정도를 나타내는 변수의 경우 일부 병원에서는 심도자시술 결과 기록지에 %로 객관화하여 기록하는 반면, 다른 병원에서는 severe 또는 moderate 등으로 주관적 평가를 기록하여 놓았기 때문에 혈관 폐색 여부만을 의미하는 변수만 모형개발에 포함되어 실제 유의한 변수가 누락되었을 가능성도 존재한다.

2. 연구결과에 대한 고찰

관상동맥 우회술 환자들의 중증도를

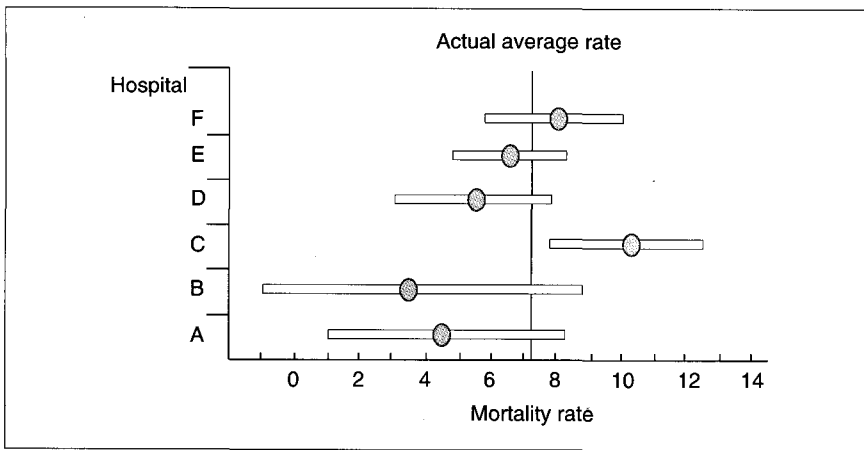


Figure 1. Severity-adjusted mortalities and confidence intervals.

Table 6. Risk factors for severity-adjusted models of CABG patients

This Study	Hartz et al., 1992	Hannan et al., 1995	Pons et al., 1998	William et al., 1998
Age	Age > 80 years	Demographic	Age > 70 years	Urgent admission
Sex, female	Fever	Age	Sex, female	Unstable angina
BUN > 10	History of CHF	Female gender	Diabetes mellitus	Sex, female
	Bands > 10%	Hemodynamic state	History of COPD	Diabetes mellitus
EKG rhythm abnormality				
CHF	Cardiac impairment	Unstable	Cerebrovascular disease	Recent myocardial infarction
Acute mental change within 24hrs	Wheezing	Shock	Prior vascular surgery	CABG + valve procedure
History of angina	Artrial fibrillation	Severity of Atherosclerotic process	Kidney disease	Congestive heart failure
	Ventricular aneurism	Carotid disease	Creatinine >168umol/L	Chronic pulmonary disease
	History of CABG	Aortoiliac disease	Liver disease	Angioplasty on same admission
	Diabetes mellitus	Extensively calcified ascending aorta	LV dysfunction	Peripheral vascular disease
		Ventricular function	Emergency operation	Prior CABG
		Prev. MI < 6 Hrs.	Mitral valve disease	Ventricular aneurysm
		Malignant ventricular arrhythmia	Aortic valve operated on	Diabetes with complication
		Congestive heart failure, this admission	Reoperation	Chronic kidney disease
		Congestive heart failure, previously		Peptic ulcer disease
		Comorbidity		Neoplasia
		Renal failure		Rheumatologic disease
		Prev. open heart operation		Hemiplegia or paraplegia
				Mild fever disease
				Dementia
				Metastatic disease
				Moderate of severe liver disease

적절히 반영시키기 위하여 위험요인들로 사망확률 예측모형을 개발하고, 보정 사망률을 산출하여 그 결과를 비교한 연구가 1990년대 이후 이루어져 왔다(Hannan et al., 1990, 1994; Hartz et al., 1992; Pons et al., 1997; Iezzoni et al., 1998; William et al., 1998). 이 중에서 자체적으로 중증도 보정모형을 개발한 연구는 Hannan의 연구, Hartz의 연구, Pons의 연구, William의 연구이다. 모델을 자체 개발하여 평가하는 경우에는 중증도 평가 도구에 대한 사용료가 절감되는 장점이 있으나, 개발된 모형의 타당성을 객관적으로 입증해야 하는 추가적인 부담을 갖게 된다.

Hannan 등(1990)의 연구에서는 관상동맥 우회술환자의 사망확률예측모형에 13개의 위험요인이 독립변수로 채택되었고, Hartz 등(1992)의 연구에서는 10개의 변수가 채택되었으며, Pons 등(1997)의 연구에서도 관상동맥 우회술 환자에 대한 모형에 12개의 독립변수가 포함되었고, William 등(1998)의 연구에서는 23개의 변수가 포함되었으며, 본 연구에서는 7개의 독립변수가 선정되었다(Table 6). 조사 대상 수는 Hannan 등의 연구는 연 200건 이상의 CABG수술을 시행하는 31개 병원에서 시술 받은 54,024건의 관상동맥 우회술수술 환자를 대상으로 하였고, Hartz 등의 연구에서는 71,243건의 관상동맥 우회술 수술환자를 대상으로 하였으며, Pons 등의 연구에서는 715명의 환자를, William 등의 연구는 50,357건의 환자를, 본 연구에서는 564명을 대상으로 하였다. Hannan 등, Hartz 등과 그리고 William 등의 연구대상수가 압도적으로 많은 것은 연구자료로서 전산화된 퇴원 요약자료를 활용하였기 때문이다.

기존 연구에 비해서 본 연구 모형에 채택된 중증도를 반영하기 위한 변수의 수가 적음으로 인해서 기존 연구에 사용된 모형에 비하여 상대적으로 대면타당도(face validity)와 내용타당도(content validity)가 떨어질 수 있다. 이에 대한 검토를 위해서 본 연구의 모형과 기존 연구 모형간에 연령과 성별을 제외한 다른 위

협요인들을 비교해보면(Table 6), BUN의 증가는 다른 모형에 포함된 신부전이나 신장질환에서 나타나는 현상이며, 심박동 이상은 Hannan 등의 모형에 포함된 불안정한 혈액학 상태(hemodynamic state)의 범주에 포함되며 악성심실부정맥(malignant ventricular aneurism)과 Hartz 등의 모형에 포함된 심방세동(atrial fibrillation)은 본 연구 모형에 포함된 심박동 이상을 의미하는 변수들이다. 또한 울혈성심부전은 기존 연구모형에 모두 포함되어 있는 변수이고, 급격한 정신상태 변화를 의미하는 변수도 입원환자의 조기 사망과 관련이 있는 위험요인으로 밝혀져 있다(Iezzoni et al., 1997). 따라서, 본 연구모형에 포함된 위험요인의 내용이 관상동맥 우회술 환자의 수술 후 사망 위험을 측정하는 기존 연구 모형과 다르지 않았다. 그러나, 모형에 포함된 중증도 반영 변수 수의 부족으로 인하여 관련된 내용을 충분히 포함하고 있는지에 대한 평가, 즉 내용타당도에 있어서는 기존 연구에 비해 부족한 점이 지적될 수 있다. 본 연구에서 개발된 모형에 포함된 위험요인의 수가 상대적으로 적은 것은 일부 병원 의무기록자료의 누락으로 인한 제약과 연구 대상자수의 제한이라는 측면에 기인한 것으로 생각된다. 기존 연구에서 개발된 모형에 포함되어 있는 변수들 대부분이 본 연구의 변수 선택 과정에서 유의한 변수로 선정되었지만, 모형 적합 과정에서 근소한 차이로 유의수준의 범위를 벗어났기 때문에 모형에서 제거되었던 점을 고려하면 연구대상자 수가 보다 많이 확보되면 이러한 단점은 부분적으로 극복될 수 있을 것으로 판단된다.

관상동맥 우회술 환자를 대상으로 한 기존 연구에서 c 통계량은 0.73 ~ 0.83(Landon et al., 1996; Pons et al., 1997; Iezzoni et al., 1998; William et al., 1998)이었다. 중증도 평가 모형을 직접 개발한 연구의 경우 뉴욕주에서 관상동맥 우회술 환자를 대상으로 병원별, 의사별 결과를 발표한 연구결과에서 c 통계량은 0.807(New York State Department of Health, 1997)이었다. 또한 기존 연구 중

급성심근경색증환자를 대상으로 중증도 평가 모형을 개발한 7개 연구의 c 통계량은 0.710 ~ 0.781(Krumholz et al., 1999), 중증도 평가 도구를 이용한 연구의 c 통계량은 0.79 ~ 0.86(Iezzoni et al., 1996)이었다. 본 연구 모형의 c 통계량 값 0.794를 기존의 연구결과와 비교할 때 사망확률 예측모형의 판별력은 기존 연구에서 개발된 모형이나 중증도 측정도구를 활용한 모형과 동등한 것으로 판단된다. 그러나, 본 연구에서 교차타당법(cross-validation)을 활용하여 검증하였다고 하더라도 모형 개발에 포함된 자료를 활용하여 타당도를 검증하였기 때문에 별도의 자료를 활용하여 타당도를 검증하는 경우에 c 통계량은 감소할 수 있을 것이다. 타당도 검증을 위한 자료(validation data)를 별도로 구축하여 모형의 통계적 적합성을 검증한 외국의 결과와 비교하여 결과를 해석할 때에는 이러한 점에 주의하여야 하며, 향후 국내 연구에서도 모형개발의 타당성을 평가 할 때는 타당성 평가자료를 구축하여 모형의 타당도에 대한 보다 객관적인 자료를 제시하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 모형의 적합도를 판정하기 위하여 Hosmer-Lemeshow 통계량을 사용하였다. Hosmer-Lemeshow 통계량은 기대사망률을 10분위로 구분하여, 각 분위별 기대사망자수와 실제사망자수로 구성되는 교차표에서 얻어진 χ^2 값으로, 각 분위별 기대사망자수와 실제사망자수의 분포간에 유의한 차이가 없을 때 그 모형의 통계적 적합성 인정하게 된다. 본 연구에서 Hosmer-Lemeshow 통계량은 10.3(P=0.2415)으로 모형의 적합도를 통계적으로 인정할 수 있는 수준이지만, P 값이 낮게 나타났다. P 값이 낮게 나타난 결과는 표4에서 일부 분위에서 기대사망률의 증가에 따라서 실제사망률이 일정하게 증가하지 않는 양상으로 나타났다. 이러한 결과는 각 분위별 대상자수가 적기 때문에 1-2건의 사망건수에도 사망률에 많은 차이를 유발할 수 있어서 발생한 결과로 생각된다. 모형의 대면타당도와 내용타당도의 측면에서 본 모형이 갖고

있는 설명변수의 한계로 인하여 모형의 적합도가 낮게 나타난 것으로 판단할 수도 있을 것이다. 향후 연구에서는 모형 구축을 위한 설명변수의 선택과 변수의 척도 선정에 대하여 보다 세밀한 임상적 고려가 필요하다고 생각된다.

본 연구에서 개발된 모형을 이용하여 대상 병원서비스를 비교 평가한 결과 5개 대상 병원에서는 중증도 보정사망률이 전체 사망률과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나, C 병원의 중증도 보정사망률의 95% 신뢰구간이 전체 대상자의 실제 사망률 7.1%보다 높게 나타났다. 대상병원에서 관상동맥 우회술을 받은 환자의 중증도가 동일한 경우 C 병원을 제외한 대상병원간에 치료수준이 질적으로 유의한 차이가 없는 것으로 평가되었다.

중증도를 보정한 병원의 치료결과지표를 활용하여 제공자로 하여금 의료서비스 질 향상에 관심을 갖도록 유도하기 위해서는 중증도 보정 방법과 그 결과에 대한 객관적인 검토가 선행되어야 한다. 더욱이 그 평가 결과가 초래할 사회적 파장을 고려할 때 평가방법과 결과가 갖는 의미와 해석에 대한 객관성이 보다 면밀히 검토되어야 할 것이다. 향후 중증도 사망률에서 차이를 보인 병원에서 실제 진료과정상의 차이가 나타나는지에 대한 추가적인 연구 검토가 필요하다고 생각된다.

결론 및 요약

6개 병원에서 관상동맥 우회술 수술을 받은 564명의 환자를 대상으로 수술 전 사망여부에 대한 중증도를 결정하는 자료를 수집하여 수술 후 중증도 보정 사망확률을 산출하기 위한 모형을 개발하였고, 그 모형을 통해 산출한 병원별 중증도 보정사망률을 근거로 하여 대상 병원의 서비스 질을 평가한 결과는 다음과 같다.

첫째, 연령, 성별, BUN 수치, 증가, 심장박동의 이상, 울혈성 심부전, 24시간 이내 발생한 급격한 정신상태의 변화, 협심증 과거력이 관상동맥 우회술 환자의 사망여부에 대한 중증도 평가모형에 유의

한 독립변수로 선정되었다. 둘째, 개발된 중증도 평가모형의 통계적 타당도를 평가한 결과 c 통계량은 0.791, R²는 0.101 이었고, Hosmer-Lemeshow 통계량은 10.3(P=0.2415)이었다. 셋째, 개발된 모형에 의해 산출된 병원별 중증도 보정 사망률은 실제 사망률과 차이가 있었으나, 각 병원환자의 중증도가 전체 환자의 중증도와 동일할 때 기대되는 사망수준인 중증도 보정사망률의 95%신뢰구간과 전체 대상자의 사망률을 비교하였을 때 한 병원의 중증도 보정사망률이 대상자 전체 사망률보다 유의하게 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- 권영대. 중증도 측정도구를 이용한 관상동맥우회로조성술의 보정사망률에 관한 연구. 서울대학교대학원 의학박사학위논문, 1998
- Daley J. Criteria by Which to Evaluate Risk Adjusted Outcomes Programs in Cardiac Surgery. *Annals of Thoracic Surgery* 1994; 58(6): 1827-1835
- Hannan EL, Kilburn H Jr, O' Donnell JF, Lukacik G, Shields EP. Adult open heart surgery in New York State. An analysis of risk factors and hospital mortality rate. *JAMA* 1990; 264(21): 2768-74
- Hannan EL, Kilburn H Jr, Racz M, Shields E, Chassin MR. Improving the outcomes of coronary artery bypass surgery in New York State. *JAMA* 1994; 271(10): 761-766
- Kim HJ, Shin JS, Cho SJ, Lyu YJ, Sohn YS, et al. The clinical analysis of 91 cases of Coronary Artery Bypass Graft. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 28: 453-463 (Korean)
- Hartz AJ, Kuhn EM, Pryor DB, Krakauer H, Yuong M et al. Mortality After Coronary Angioplasty and Coronary Artery Bypass Surgery(The National Medicare Experience). *Am J Cardiology* 1992; 70: 179-185
- Lee HJ, Hyun SR, Lim JC, Park CH, Park KY, et al. Risk factors of Coronary Artery Bypass Grafting according to ventricular function. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 30: 885-890 (Korean)
- Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Daley J, Hughes JS et al. Predicting who dies depends on how severity is measured: Implications for evaluating patient outcomes. *Ann Int Med* 1995; 123(10): 763-770
- Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, Hughes JS, Daley J, Mackiernan YD. Using severity-adjusted stroke mortality rates to judge hospitals. *Int J Qual Health Care* 1995; 7(1): 81-94
- Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Daley J, Hughes JS et al. Judging hospitals by severity-adjusted mortality rates: The influence of the severity-adjustment method. *AJPH* 1996; 86(10): 1379-1387
- Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, Hughes JS, Daley J, Mackiernan YD. Severity measurement methods and judging hospital death rates for pneumonia. *Med Care* 1996; 34(1): 11-28
- Iezzoni LI. Risk adjustment for measuring healthcare outcomes, 2nd ed. Chicago, Illinois: Health Administration Press; 1997, p. 337-343
- Iezzoni LI. Risk adjustment for measuring healthcare outcomes, 2nd ed. Chicago, Illinois: Health Administration Press; 1997, p. 487-490
- Park KH, Chae H, Park CK, Jun TC, Park PW. Risk factors of neurologic complications after Coronary Artery Bypass Grafting. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 32: 790-798 (Korean)
- Krumholz HM, Chen J, Wang Y, Radford MJ, Chen Y et al. Comparing AMI mortality among hospitals in patients 65 years of age and older: Evaluating methods of risk adjustment. *Circulation* 1999; 99(23): 2986-2992
- Yoo KJ, Kang MS, Ko YH, Cho BK, Soh DM. The clinical experiences and long term results with 369 cases of Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 28: 583-590 (Korean)
- Landon B, Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Daley J et al. Judging hospitals by severity-adjusted mortality rates: the case of CABG surgery. *Inquiry* 1996; 33(2): 155-166
- Leape LL, Hilborne LH, Schwartz JS, Bates DW, Rubin HR et al. The Appropriateness of Coronary Artery Bypass Graft Surgery in Academic Medical Centers. *Ann Int Med* 1996; 125(1): 8-18
- New York State Department of Health. Coronary Artery Bypass surgery in New York State 1933-1995; 1997, p. 3-10
- O' Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR et al. A regional prospective study of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass grafting. *JAMA* 1991; 266(6): 803-809
- O' Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR et al. Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with Coronary Artery Bypass Graft Surgery. *Circulation* 1992; 85(6): 2110-2118
- Pons JM, Espinas JA, Borrás JM, Moreno V, Martín I et al. Cardiac Surgical Mortality: Comparison Among Different Additive Risk-Scoring Models in a Multicenter Sample. *Arch Surgery* 1998; 133(10): 1053-1057
- Jung TE, Han SS. Analysis of risk factors in Coronary Artery Bypass Surgery. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 31: 1049-1055 (Korean)
- William A. Ghali, Hude Quan, Rollin Brant. Coronary artery bypass grafting in Canada: national and provincial mortality trends, 1992-1995. *CMAJ* 1998; 159(1): 25-31
- Shin YC, Kim KB, Ahn H, Chae H, Rho JR, et al. Clinical analysis of 500 cases of Coronary Artery Bypass Grafting. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 32: 525-531 (Korean)