

원 저

급성심근경색증 환자를 대상으로 한
중증도 보정 방법의 평가

박형근*

한국보건산업진흥원

The Assessment of Severity Adjustment Measures
for AMI Patients in Korea

Hyeung-Keun Park*

Korea Health Industry Development Institute

Abstract

Objectives: To evaluate the performance of models to predict AMI patients death using severity adjustment measures in Korea.

* 본 연구는 1998년도 학술진흥재단 기초의학연구비 지원으로 이루어졌음.

* 교신저자 : 박형근, 한국보건산업진흥원, 농어촌의료서비스기술지원단
Tel) 02-2194-7305, E-mail) realist01@hanmail.net

Methods: Medical records of 861 patients treated by AMI in 7 general hospitals during 1996 and 1997 were reviewed by trained nurses. We measured the severity of patients by APACHE III, MedisGroups, CSI and DS. Using each severity method a predictive mortality for each patient was calculated from a logistic regression model including the severity score. The statistical performance of each severity method model was evaluated by using c-statistics and R2. For each hospital, z scores compared actual and expected mortality rates.

Results: The overall in-hospital mortality was 14.5%, ranged from 10.0% to 22.2%. The distributions of severity scores for each method was significantly different by hospitals. The four severity-adjusted models to predict AMI patients death varied in their statistical performance for discrimination power of patients death. Order of Severity-adjusted mortality rates and z scores by four severity measures was different.

Conclusion: Severity-adjusted mortality rates of AMI patients might be applied as an indicator for hospital performance evaluation in Korea. Because different severity methods frequently produce different impressions about relative hospital performance, more studies has to be done to use it as quality indicator and more attention should be paid to select appropriate severity measures.

Key words: risk adjustment, AMI, mortality

I. 서론

진료를 받은 환자의 결과(outcome)에 대한 평가는 의료의 질 관리 분야의 중요한 요소이다. 의료 행위의 궁극적 목적이 바람직한 결과를 얻는 것이고, 일반적으로 양질의 진료가 제공되었을 때 건강수준이 향상될 것으로 기대되기 때문이다. 최근 몇 년 사이에 우리 나라에서도 의료의 질 향상의 중요성에 대한 인식은 괄목할 만하게 증가한 바 있다. 이제 그 관심은 학계뿐만 아니라 정부나 언론 등으로 확산되어 왔으며 의료의 질의 현황에 대한 자료들도 어느 정도 축적되어 왔다. 그러나 그동안 이루어진 연구들은 병원의 의료 시설이나 의료진에 대한 것과 같은 구조(structure)의 측면이거나 또는 진료 행위의 내용에 대한 의료의 과정(process)에 관한 것이 대부분이었다. 구조 측면에서의 평가는 의료의 질을 단지 간접적으로 반영할 뿐이고, 과정에 관한 연구는 자원 사용의 적정성에 주로 초점을 맞추었다는 점에서, 앞으로 결과 측면에서의 대한 평가는 다각적인 측면에서 의료의 질을 조망하는데 필수적인 분야이다.

결과지표를 활용한 연구 중에서도 관상동맥질환에 관한 연구가 많이 이루어져왔다. 그 이유는 수술 건수가 비교적 많고 병원 내 사망의 위험이 큰 수술이고, 시술자에 따라 사망률이 다르다고 알려져 있기 때문이다(1-4). 대표적인 예로서 미국의 New York 주, California 주 등에서는 매년 각 병원의 급성심근경색증과 관상동맥우회술 시술 건수와 사망률을 집계하여 공식적으로 발표하고 있다(5). 국내에서도 관상동맥질환의 유병률이 높아지면서 관상동맥우회술을 시술하는 병원과 시술 건수가 증가하고 있으며 시술자별로 사망률의 차이가 크기 때문에 관상동맥우회술을 대상으로 한 결과평가의 시도가 이미 이루어져 왔다(6-8).

사망률을 결과지표로 활용하는 경우에 중증도를 보정하는 것이 필수적이다. 중증도를 보정하기 위한 방법에는 기존에 개발되어 활용되고 있는 중증도 측정도구를 활용하는 방법과 위험요인을 보정한 사망확률 예측모형을 직접 개발하는 것이 있다. 중증도 측정도구로는

APACHE III, Computerized Severity Index(CSI), MedisGroups, Disease Staging(DS), DRG등이 개발되어 결과평가에 활용되고 있는데, 측정도구별로 개발배경에 따라 중증도 개념에 차이가 있고 중증도 측정에 포함되는 변수의 범위와 최종결과의 표현 양식도 다르다. 따라서 어떤 도구를 사용하였는지에 따라서 중증도를 보정한 평가 결과도 달라질 수 있기 때문에 중증도를 보정한 결과평가의 해석과 활용에 주의가 필요하다. 본 연구에서는 급성심근경색증환자를 대상으로 APACHE III, CSI, MedisGroups, DS의 중증도 평가결과를 반영한 중증도보정사망률을 산출하여 병원간 의료의 질을 평가하고, 중증도 도구간 평가의 차이를 비교하여 중증도보정 사망률 지표의 적용과 그 효용성을 평가함으로써 효과적인 결과지표를 개발하는데 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 조사대상

본 연구의 대상은 1995년 1월 1일부터 1996년 12월 31일까지 급성 심근경색증 진단 하에 서울, 인천, 충청도 지역에 소재 한 7개 종합병원에 입원하여 치료를 받은 환자 전수를 대상으로 하였고, 각 병원의 내과적 서비스의외에 외과적 서비스의 질에 따른 영향을 배제하기 위하여 관상동맥우회술을 받은 환자는 제외하였다.

2. 조사변수 및 자료수집

본 연구에서는 급성심근경색증 환자 치료의 결과변수를 사망여부로 규정하였고, 재원기간 중 사망한 경우와 가망 없는 퇴원(hopeless discharge)으로 경과기록지(progress note)나 퇴원요약지(discharge summary)에 기록된 경우를 사망으로 정의하였다. 급성심근경색증 환자의 중증도 보정과 사망확률 예측모형을 구축하기 위한 위험요인은 급성심근경색증에 대한 중증도 평가도

구로 개발되어 사용되고 있는 APACHE III, CSI, MedisGroups, DS에 포함된 변수 전체를 조사하였다.

대상 환자의 의무기록을 후향적으로 검토하여 수술 전 중증도 평가에 필요한 자료와 치료 결과평가에 필요한 자료들을 수집하였다. 임상경력이 있는 간호사 2인을 사전 교육시킨 후 조사원으로 활용하여 1차 자료를 수집하였고, 자료의 기록이 부족한 조사지에 대해서는 의사 1인이 추가로 보완조사를 실시하였다.

3. 조사도구

조사도구로는 외국에서 개발되어 사용 중인 중증도 평가 도구 중에서 APACHE III, CSI, MedisGroups, DS 4가지 도구를 사용하였으며, 적용에 앞서 내과 전문의 2인이 검토한 후 우리 실정에 적합하지 않은 조사항목 일부를 수정, 보완한 후 사용하였다.

1) Acute Physiology and Chronic Evaluation III (APACHE III)

진단명에 관계없이 중환자실에 입원한 환자의 사망 위험을 평가하기 위해 개발된 도구로서, 폐포동맥간산소분압차(A-a gradient), 혈중알부민(albumin), 동맥혈 이산화탄소분압(arterial carbon dioxide), 동맥혈산소분압(arterial oxygenation), 동맥혈피에이치(arterial pH), 혈압(blood pressure), 혈중요소질소(BUN: blood urea nitrogen), 심박수(heart rate), 적혈구용적율(hematocrit), 의식상태(level of consciousness), 호흡수(respiratory rate), 혈중크레아티닌(serum creatinine), 혈중나트륨(serum sodium), 체온(temperature), 혈중빌리루빈(total bilirubin), 요량(urine output), 백혈구수(WBC count), 혈당(glucose) 등의 항목을 조사한다(9). 이상의 측정값만으로는 사망률을 정확히 예측하기 어렵기 때문에 중증도 점수를 계산할 때 연령별 구분을 적용하며, 7가지의 동반 질환(comorbid conditions) 유무도 평가한다.

2) CSI(Computerized Severity Index)

환자가 병원에 주는 질환의 총부담 즉, 질병의 정도와 질병간의 상호작용을 계량화하려는 도구로서 약 12,000개에 이르는 ICD-9-CM 진단명을 833개의 질병군의 하나로 재분류한다. 각 질병군은 4-50개의 지표(활력징후, physical examination findings, 진단을 위한 검사 등)로 구성되는데, 특별한 예외를 제외하고는 중증도를 계산할 때 치료나 중재(intervention) 요인은 사용하지 않는다(10). 중증도 점수는 각 질병군의 각 지표별로 1부터 4까지 표시한다. 1은 정상 또는 약간의 비정상상을 의미하며, 4는 위험한, 생명을 위협하는 징후나 증상을 나타낸다. 동일한 지표라도 질병군에 따라서 중증도 점수의 기준이 달라질 수 있다. 가장 높은 두 개의 지표 점수 중 낮은 쪽이 그 질병군의 점수가 된다. 각 지표는 그 지표를 사용한 질병군의 숫자와 무관하게 한 환자에 대해서 한 번만 사용될 수 있다. 환자의 전체 CSI 점수는 각 진단명간의 상호작용을 반영한 질병별 가중치 규정을 이용하여 환자가 가진 모든 진단명의 중증도를 결합해서 산출한다.

3) MedisGroups

의무기록에서 얻어진 주요임상정보(key clinical findings, KCFs)에 관한 정보를 이용하여 중증도를 평가하는 도구이다. 본 연구에서는 급성심근경색증에 대한 수정판(empirical version)을 활용하였고, 급성심근경색증환자에 대한 로짓회귀모형에서 사망의 유의한 예측인자로 확정된 변수를 조사하였고, 조사내용을 로짓회귀모형에 대입하면 환자별 기대사망률을 얻을 수 있다.

4) Disease Staging(DS)

질병이 처음에는 한 부위에 국한되었다가 점차로 복잡해지고, 그 후 전신으로 퍼져 나간다는 가정을 전제로 질병의 단계를 정한다. 질병의 단계가 진행하면 사망의 위험도 함께 커진다. 단계1은 합병증이 없거나 최소의 심각성을 가진 문제가 있는 정도, 단계2는 하나의 장기나 시스템에 문제가 국한된 경우, 단계3은 여러 부위가

관련된 경우나 전신이 관련된 경우이며, 단계4는 사망을 나타낸다. 각 단계별로 몇 개의 하부 범주로 구분한다. 중증도는 서열척도로 표현되므로 중증도의 상대적인 크기를 말해주며 절대적 크기를 말하는 것은 아니다.

4. 자료분석

1) 중증도도구에 따른 병원별 중증도보정사망률 산출

APACHEIII, CSI, MedisGroups, DS 평가도구별로 중증도 점수를 산출하였다. 각 도구별 중증도 점수를 독립변수로 하고 사망여부를 종속변수로 하는 로짓회귀모형을 구축하여 도구별로 각 환자의 기대 사망확률을 산출한 후에 병원별 평균값을 얻어 병원별 기대사망률을 구하였다. 중증도보정사망률은 해당 병원이 조사대상 전체의 환례군(case-mix)과 동일한 환자 구성을 갖는다고 가정할 때 예상되는 사망률의 추정치를 의미한다. 이 값을 구하기 위해서 병원별 실제 사망률을 각 도구에서 산출된 해당 병원의 기대사망률로 나누는 후에 조사대상 전체의 사망률을 곱하여 중증도 도구별로 각 병원의 중증도 보정사망률을 구하였다(11).

$$\text{※ A 병원의 중증도 보정 사망률} = \frac{\text{실제사망률}}{\text{기대사망률}} \times \text{전체사망률(average rate)}$$

2) 사망확률예측 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(12). 본 연구에서는 모형의 판별능력을 평가하는 지표로 c 통계량을 사용하였는데, c 통계량은 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선의 아래 면적과 동일하다. ROC 곡선은 X축을 (1-특이도)로 하고, Y축을 민감도로 하는 그래프 위에서 실제 사망여부를 기준으로 하여 개발된 모형에서 얻어진 사망률의 민감도와 특이도를 계산한다. 기대사망률의 판정기준점(cutoff point) 0에서부터 1까지 변화시킬 때 얻어진 민

감도와 특이도의 각 점을 연결하여 얻어진다. 따라서, ROC 곡선의 아래 면적을 의미하는 c 통계량이 1일 경우 그 모형이 완벽한 판별능력을 지닌 것으로 해석되고, 0.5일 경우는 판별 능력이 없는 것으로 평가된다. 여러 모형 간 판별력을 평가하고자 할 때는 c 통계량 값이 큰 모형이 판별력이 높은 것으로 평가할 수 있다(11).

사망확률 예측모형의 적합도(goodness-of-fit)를 평가하는 지표로 Hosmer-Lemeshow 통계량을 이용하였다. Hosmer-Lemeshow 통계량은 기대사망률을 10분위로 구분하여, 각 그룹의 기대사망자수와 실제사망자수로 구성되는 교차표에 대한 χ^2 값으로 기대사망자수와 실제사망자수의 분포간에 유의한 차이가 없을 때 그 모형의 통계적 적합성을 인정하게 된다(12). 각 모형의 예측능력을 연령과 성별을 독립변수로 하는 사망확률 예측모형의 타당도 평가지표와 비교 평가하였다.

모형 개발에 사용된 자료를 그대로 모형 평가에 적용하는 경우 발생할 수 있는 판별능력에 대한 과적합을 피하기 위해서 교차타당법(cross-validation)을 이용하였다(12). 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(cross-validated c statistics).

3) 중증도평가도구별 병원간 성과 비교

병원의 질적 수준이나 성과를 평가하기 위하여 급성 심근경색증 환자의 병원별 중증도 보정사망률과 실제사망률을 비교하였다. 우선, 각 병원의 실제 사망률이 각 도구별로 얻어진 중증도 보정사망률의 신뢰구간 범위 내에 위치하는 지를 비교하였다. 중증도 보정사망률의 신뢰구간은 환자의 중증도를 고려한 통계적 허용범위를 의미하므로 실제사망률이 이 범위를 벗어나는 경우는 병원 서비스의 수준이 의미 있게 높거나 낮은 것으로 평가할 수 있다. 그 다음으로 각 도구별로 병원의 z score를 산출하여 병원별 성과를 비교하였다(12). z score는 실제사망자수와 기대사망자수의 차이를 사망자수의 표준오차로 나누어 준 값으로 실제사망자수와 기대사망자

수의 차이가 통계적으로 의미 있는 것인지 비교 할수 있도록 표준화한 것이다. z score가 1.96보다 크거나 -1.96보다 작은 경우에 실제사망자수가 기대사망자수보다 유의하게 많거나 적은 것으로 평가된다.

III. 연구결과

1. 조사대상의 특성

급성심근경색증 환자에 대한 응급 처치와 환자 치료가 가능한 병원들로 순환기내과 및 흉부외과 전문의가 상주하는, 서울, 경기도 및 충청권에 위치한 500~1500 병상 규모의 7개 대학병원을 대상으로 하였다. 연구대상 865명중에서 3인은 퇴원 후 생존여부가 확인되지 않아 분석대상에서 제외하였고, 1인은 입원 후 24시간 이내에 타 병원으로 전원하여 분석대상에서 제외하였다. 분석 대상에 포함된 환자는 861명이었고, 병원별로는 83~166명이었으며, 이중 급성 심근경색증으로 사망한 환자는 125명으로 전체 연구 대상의 사망률은 14.5%이었다. 병원별 급성 심근 경색증 환자의 실제 사망률은 표 1과 같다. B병원이 10.0%로 가장 낮았으며, A병원이 22.2%로 가장 높았다(Table 1). 연구대상 환자의 남녀 비는 2.59:1, 평균 연령은 60.6세(58.4~64.2)였다.

2. 중증도 측정 결과

1) 중증도 도구에 따른 중증도 분포

전체 환자에서 4가지 중증도 측정 방법을 이용하여 중증도를 평가한 결과는 Table 2와 같다. APACHE III 및 MedisGroups는 병원별로 중증도에 따라 같은 크기의 5개의 소집단으로 나누어 그 분포 양상을 보았다. APACHE III는 중증도의 점수분포가 0에서 190이었고, 중증도점수가 60이상으로 높은 군에 해당하는 환자가 A와 C병원에서 12.8%, 14.5%로 많았고, G병원에서는 4%로 가장 적었다. CSI는 병원별로 A, C, E병원에서 3, 4군의 환자가 반 이상을 차지하여 상대적으로 중한 환자가 많이 분포하였다. MedisGroups는 중증도의 분포가 0.04이상으로 높은 군에 해당하는 환자가 E, B병원이 24.1% 및 25.6%로 적었으며, A, C, G 병원에는 각각 33.9%, 36.1%, 32.1%로 많았다. DS는 병원별로 3.4 이상의 중한 환자가 A, B, C 병원에서 각각 14.7%, 17.5%, 12.0%로 분포하였다.

2) 중증도별 사망률

중증도 측정 방법에 따른 사망률은 CSI는 1군에서 0%, 2군에서 4.5%, 3군에서 18.6%, 4군에서는 54.4%로 중증도 점수가 증가함에 따라 사망률이 증가하였고,

Table 1. Actual mortalities of study patients by hospitals (%)

Hospital	A	B	C	D	E	F	G	Total
No. of study patients	109	160	166	138	83	93	112	861
Age								
Average age	64.2	58.4	61.5	60.6	58.1	60.8	60.4	60.6
≤45	6	28	20	17	14	11	21	117
45< ≤60	36	65	55	45	36	31	27	295
60< ≤75	48	56	74	67	24	42	50	361
75<	19	11	17	9	9	9	14	88
Sex								
Male	66	134	111	94	64	67	85	621
Female	43	26	55	44	19	26	27	240
No. of death	24	16	27	22	12	12	12	125
Mortality (%)	22.2	10.0	16.3	15.9	14.5	12.9	10.7	14.5

Table 2. Severity scores by severity measures and hospitals

		A	B	C	D	E	F	G
APACHE III	<15	10 (9.2)	43 (26.9)	16 (9.6)	12 (8.7)	8 (9.6)	6 (6.5)	17 (15.2)
	15 ≤ <30	44 (40.4)	63 (39.4)	64 (38.6)	49 (35.5)	30 (36.1)	38 (40.9)	39 (34.8)
	30 ≤ <45	29 (26.6)	28 (17.5)	39 (23.5)	45 (32.6)	32 (38.6)	29 (31.2)	38 (33.9)
	45 ≤ <60	12 (11.0)	14 (8.8)	23 (13.9)	20 (14.5)	4 (4.8)	8 (8.6)	14 (12.5)
	60 ≤	14 (12.8)	12 (7.5)	24 (14.5)	12 (8.7)	9 (10.8)	12 (12.9)	4 (3.6)
CSI	1	4 (3.7)	11 (6.9)	1 (0.6)	9 (6.5)	2 (2.4)	0 (0.0)	13 (11.6)
	2	45 (41.3)	100 (62.5)	65 (39.2)	99 (71.7)	36 (43.4)	63 (67.7)	86 (76.8)
	3	40 (36.7)	33 (20.6)	81 (48.8)	18 (13.0)	30 (36.1)	25 (26.9)	7 (6.3)
	4	20 (18.3)	16 (10.0)	19 (11.4)	12 (8.7)	15 (18.1)	5 (5.4)	6 (5.4)
MedisGroups	<0.01	24 (22.0)	53 (33.1)	38 (22.9)	40 (29.0)	29 (34.9)	35 (37.6)	41 (36.6)
	0.01 ≤ <0.02	21 (19.3)	35 (21.9)	30 (18.1)	32 (23.2)	18 (21.7)	19 (20.4)	18 (16.1)
	0.02 ≤ <0.03	17 (15.6)	21 (13.1)	20 (12.0)	9 (6.5)	10 (12.0)	7 (7.5)	11 (9.8)
	0.03 ≤ <0.04	10 (9.2)	10 (6.3)	18 (10.8)	11 (8.0)	6 (7.2)	6 (6.5)	6 (5.4)
	0.04 ≤	37 (33.9)	41 (25.6)	60 (36.1)	46 (33.3)	20 (24.1)	26 (28.0)	36 (32.1)
DS	3.1	18 (16.5)	49 (30.6)	23 (13.9)	13 (9.4)	10 (12.0)	18 (19.4)	20 (17.9)
	3.2	30 (27.5)	28 (17.5)	66 (39.8)	55 (39.9)	37 (44.6)	22 (23.7)	61 (54.5)
	3.3	45 (41.3)	55 (34.4)	57 (34.3)	61 (44.2)	27 (32.5)	43 (46.2)	26 (23.2)
	≥3.4	16 (14.7)	28 (17.5)	20 (12.0)	9 (6.5)	9 (10.8)	10 (10.8)	5 (4.5)

APACHE III 및 MedisGroups에서도 5개의 소집단으로 나누어 볼 때, 중증도의 증가에 따라서 사망률이 증가하였으며, DS으로는 3.1에서 1.3%, 3.2에서 7.9%, 3.3에서 16.3%, 3.4 이상에서 37.8%로 중증도의 증가에 따라 사망률이 증가함을 보여 4가지 중증도 측정 방법 모두에서 중증도가 증가하면서 사망률이 증가하는 것으로 나타났다(Table 3).

3. 사망확률 예측모형의 타당도 평가

과적합 여부를 평가하기 위하여 전체 자료의 90%의 자료를 무작위 추출하여 각 자료에서 c 통계량과 R²을 산출하는 과정을 10회 반복하여 얻어진 평균값은 전체 자료를 이용한 c 통계량과 R² 값과 차이가 없었기 때문에 본 연구에 사용된 사망확률 예측모형의 과적합 현상은 없는 것으로 판단된다(Table 4). APACHE III, CSI,

Table 3. Observed mortality rates over severity measures

APACHEIII		CSI		MedisGroups		DS	
score	mortality (%)	scale	mortality (%)	score	mortality (%)	scale	mortality (%)
<15	2.8	1.0	0.0	<0.01	2.7	3.1	1.3
15 ≤ <30	3.5	2.0	4.5	0.01 ≤ <0.02	3.2	3.2	7.9
30 ≤ <45	8.3	3.0	18.6	0.02 ≤ <0.03	3.5	3.3	16.2
45 ≤ <60	27.3	4.0	54.4	0.03 ≤ <0.04	8.6	≥ 3.4	37.8
60 ≤	63.6			0.04 ≤	32.8		

Table 4. The performance evaluation for risk adjustment models

	Sex & Age		DS		CSI		MedisGroups		APACHE III	
	c stat.	R ²	c stat.	R ²	c stat.	R ²	c stat.	R ²	c stat.	R ²
1	0.656	0.033	0.727	0.0941	0.787	0.125	0.807	0.122	0.840	0.189
2	0.673	0.038	0.733	0.1003	0.787	0.126	0.816	0.123	0.840	0.193
3	0.671	0.039	0.718	0.0798	0.781	0.126	0.814	0.128	0.841	0.196
4	0.662	0.034	0.739	0.0896	0.798	0.153	0.826	0.130	0.848	0.193
5	0.666	0.033	0.731	0.0932	0.786	0.119	0.810	0.126	0.827	0.168
6	0.679	0.042	0.722	0.0872	0.784	0.125	0.810	0.116	0.830	0.177
7	0.656	0.030	0.731	0.0951	0.790	0.125	0.810	0.101	0.838	0.170
8	0.667	0.038	0.740	0.1002	0.799	0.139	0.824	0.137	0.832	0.186
9	0.688	0.046	0.713	0.0838	0.794	0.125	0.849	0.131	0.848	0.188
10	0.671	0.037	0.722	0.0888	0.796	0.133	0.816	0.123	0.844	0.182
mean	0.669	0.037	0.728	0.0912	0.790	0.130	0.818	0.124	0.839	0.184
cross- validated value	0.669	0.037	0.726	0.0884	0.791	0.145	0.818	0.124	0.839	0.184

Medisgroups, DS를 이용한 예측모형 모두에서 연령과 성만으로 구축된 모형보다 c 통계량과 R² 값이 크게 나타나 중증도 측정도구를 활용한 모형의 타당도가 더 높은 것으로 나타났다(Table 4). c 통계량과 R²는 APACHE III에서 0.839과 0.184로 가장 높았으며, DS에서 0.728과 0.091로 가장 낮게 나타났다(Table 4).

환자사망률을 비교한 결과 대부분의 도구에서 병원 A는 실제 사망률이 예상 사망률보다 높고, B, D는 실제 사망률이 예측 사망률보다 낮게 나타남을 알 수 있었다. APACHE III에서는 A병원의 사망률이 가장 높았고, CSI에서는 D병원이며, Medisgroups에서는 E병원이며, DS에서는 C병원의 사망률이 가장 높은 것으로 나타났다.

4. 병원별 성과비교

1) 중증도 보정사망률의 비교

4개 도구에 의한 병원별 중증도보정사망률을 산출한 결과가 Table 5에 제시되어있다. 실제 사망률이 각 중증도의 보정 방법에 의해 산출된 예상 환자사망률과 실제

2) z score

A, D 병원을 제외한 나머지 병원은 z score 값이 모두 -1.96와 1.96 사이에 있어 실제사망자수와 기대사망자수 간에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 6). A 병원의 APACHE III, MedisGroups와 D병원의 CSI, MedisGroups에서 1.96보다 크게 나타나 실제사망

Table 5. Risk-adjusted mortality rates by hospitals

Hospital Measures	A	B	C	D	E	F	G
APACHE III	20.6	12.5	14.6	17	12.9	12.2	11.8
CSI	15.6	10.5	13.5	23.4	9.8	15.4	15.2
MedisGroups	23.53	18.22	21.67	29.88	31.31	21.22	16.43
DS	17.1	8.9	17.4	16.1	12.5	12.1	11.4
Actual	22.2	10.0	16.3	15.9	14.5	12.9	10.7

Table 6. Comparing z-scores over hospitals by severity measures

Hospital Measures	APACHE III	CSI	MedisGroups	DS	Actual Mortality
A	2.62(7)	0.67(5)	3.93(6)	1.4(7)	22.2(7)
B	-0.06(4)	-0.91(3)	2.00(3)	-1.67(1)	10.0(1)
C	-1.92(1)	-1.4(2)	1.87(2)	0.29(4)	16.3(6)
D	0.46(5)	2.34(7)	3.89(5)	0.47(6)	15.9(5)
E	-0.22(3)	-1.51(1)	3.97(7)	-0.22(3)	14.5(4)
F	-0.5(2)	0.49(4)	2.17(4)	-0.48(2)	12.9(3)
G	0.55(6)	1.59(6)	1.61(1)	0.42(5)	10.7(2)

자수가 기대사망자수보다 유의하게($p < 0.05$) 높은 것으로 나타났다. 그리고, z score를 기준으로 각 도구별로 병원간 사망률 순위를 산출한 결과를 보면 도구간 결과에 변이가 큰 것으로 나타났다.

IV. 고찰

1. 연구자료 및 방법에 대한 고찰

본 연구는 일부 병원만을 대상으로 시행하였기 때문에 병원의 대표성에 문제가 제기될 수 있다. 급성심근경색증 환자를 제대로 치료할 수 있는 시설, 장비, 인력을 갖춘 병원은 아직도 대학병원급 이상의 3차 기관에 한정되어 있으며, 치료실적이 적은 병원에서는 대상 기간을 연장하게 되는 문제로 인하여 대상병원의 숫자를 충분히 확보하지 못하였다.

외국의 관련 연구에서는 전산화된 자료를 이용하였으나 우리나라에서는 임상정보가 수록된 전산자료가 병

원에서 생성되는 경우가 거의 없기 때문에 의무기록을 검토하여 자료를 수집할 수밖에 없었다. 따라서, 자료 수집에 시간과 비용이 많이 들어 대상자의 숫자가 외국의 관련 연구에 비해 적어 통계적 안정성이 떨어지는 문제가 발생할 수 있다. 향후 조사병원과 대상자를 추가하여 이러한 문제점을 보완하는 연구가 필요할 것으로 판단된다. 그리고, 의무기록상에 환자의 위험요인에 대한 정보가 누락되는 경우와 병원별 의무기록 충실도 차이로 인하여 환자의 중증도가 실제보다 저 평가되어 결과에 편의를 유발할 수 있는 한계도 존재한다.

조사 대상 병원들의 상대적 성과를 평가하는 데 있어 병원들의 순위를 제시하였는데 이는 병원간의 비교를 용이하게 하기 위한 것이지 병원들의 성과 순위를 절대적으로 반영하는 것은 아니다. 사용한 중증도 측정도구, 대상자 표본추출방법, 조사 대상 기간 등이 달라지면 병원별 순위도 달라질 수 있다.

본 연구에서는 지금까지 개발되어 사용중인 많은 중증도 측정 도구 중 일부만을 대상으로 하였으며, 급성심

근경색증 하나의 질환만을 대상으로 하였기에 중증도 보정 방법들에 대한 충분한 비교 평가를 시행하기 어려웠다. 따라서 본 연구만으로 우리 의료 실정에 적합한 중증도 평가도구에 대한 포괄적 평가가 이루어졌다고 보기는 어려우며, 향후 다양한 측정도구들의 특성과 타당도에 대한 검증을 다양한 환자군을 대상으로 하는 연구가 필요할 것이다.

2. 연구결과에 대한 고찰

국내 기존연구에서 나타난 급성심근경색증 환자의 사망률은 14.5%(13), 15.1%(14), 15.3%(15), 11.3%(16)로 보고되었고, 그 결과가 병원별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 연구 대상환자의 사망률은 12.6%로 기존의 결과와 유사하였으나, 병원별로 사망률이 가장 낮은 병원이 10.0%, 가장 높은 병원이 22.2%로 차이는 보다 크게 나타났다.

대상 병원별 환자의 특성 중 급성심근경색증 환자의 사망에 유의한 영향을 미치는 요인으로 알려진 연령 분포는 70세 이상 인구 구성비가 20.2%~36.8%로 병원별로 차이가 있었다. 기존 연구(13, 14, 17, 18)에서 여성의 사망 위험이 유의하게 높은 것으로 알려진 성별은 A병원에서 여성환자 비율이 39.4%로 가장 높았고, B병원의 경우는 16.3%로 여성의 비율이 가장 적게 나타나 성별 구성에 있어서도 병원별 차이를 보여주었다. 치료결과에 영향을 미치는 입원 시 환자의 임상적 상태의 차이를 반영해주는 중증도 점수의 분포도 각 병원별로 큰 차이가 있는 것으로 나타나 사망률 지표를 활용하여 병원간 서비스 치료를 평가하기 위해서는 중증도 보정이 필요하다는 점을 확인시켜주었다.

각 모형에 대해 교차타당도 검사를 시행하여 c 통계량과 R² 값을 산출하였다. MedisGroups와 APACHE III에서는 교차타당도 검사 전후로 두 값의 차이가 없었으며, CSI에서는 c 통계량이 0.001, R² 값은 0.015 감소하였고, DS에서는 c 통계량이 0.001, R² 값은 0.015 증가하였을 뿐 교차타당도 검사 전후 c 통계량과 R² 값의 차이

가 거의 없어 중증도 도구를 활용한 사망예측모형의 적합성은 없는 것으로 판단된다.

사용된 네 가지 도구의 c 통계량과 R² 값이 연령과 성만을 독립변수로 하는 사망예측모형의 c 통계량과 R² 값 보다 높아 각 중증도 도구를 이용한 사망예측모형의 타당도가 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서 얻어진 c 통계량과 R² 값의 수준을 기존 연구와 비교해보면 Iezzoni의 급성심근경색증 환자를 대상으로 중증도 도구를 비교 평가한 연구에서는 c 통계량과 R² 값이 각각 MedisGroups 0.83, 0.227, APACHE II 0.83, 0.229, DS의 경우 0.79, 0.17이었고(19), 다른 내과계 질환인 폐렴환자를 대상으로 한 연구에서는 MedisGroups의 c 통계량과 R²가 0.85, 0.19, APACHE II 0.82, 0.15, DS가 0.75, 0.08이었고(20), 외과계 질환으로 관상동맥우회술 환자를 대상으로 한 연구에서는 MedisGroups 0.73, 0.036, APACHE II 0.72, 0.028, DS 0.77, 0.69로(21) 기존의 연구결과와 본 연구의 결과 얻어진 c 통계량간에 큰 차이가 없었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구의 중증도 도구를 활용한 사망확률 예측모형의 판별력은 양호한 수준으로 판단된다.

본 연구에 포함된 중증도 측정 도구 중 DS의 c 통계량이 0.72로 가장 작았고 기존의 급성심근경색증 환자를 대상으로 한 연구결과와 c 통계량과 가장 큰 차이를 보였다. 이러한 차이는 DS가 퇴원요약에 기초한 전산자료를 통해 중증도를 평가하도록 개발되었지만, 국내에는 그러한 퇴원요약자료가 존재하지 않아 중증도를 평가하는 진단 소견을 의무기록에서 수집하여 연구자가 직접 중증도를 평가한 결과에 기초하였기 때문인 것으로 추정된다. 본 연구에 사용된 평가도구 중에서 APACHE III의 c 통계량과 R²가 높은 것으로 나타났는데 이는 APACHE III가 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 개발된 도구이고, 입원초기의 환자 상태를 평가하는 도구이기 때문에 급성심근경색증 환자들의 특성에 적합하기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 이러한 결과만으로 급성심근경색증에서 APACHE가 가장 우수한 도구라는 단정적인 평가를 내리기는 기존의 연구결과가 부족하고,

도구의 특성과 자료의 성격에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서 중증도 보정 사망률의 차이에 기초하여 병원의 치료결과 순위를 평가한 결과 측정 도구에 따라 성적이 우수한 병원과 그렇지 않은 병원이 일정하게 구분되지 않아 도구별 일치율이 높지 않은 것으로 나타났다. 9개의 중증도 평가 도구에 대하여 z-score를 이용하여 병원별 치료성적 순위의 일치도를 평가한 기존의 연구에서는 도구별 순위의 일치도(kappa value)가 0.22~1로 다양하여 평가 순위의 일치도가 높지 않은 것으로 보고되고 있어(18, 19, 21, 22) 본 연구결과와 다르지 않았다. 중증도보정 결과평가에 관한 기존의 연구결과를 종합해 볼 때 중증도 평가도구별 일치도가 높은 것으로 판단할 근거는 아직 보고된 바가 없으며, 중증도 결과지표에 기초하여 병원의 순위를 매기는 방법의 위험성을 지적하는 연구결과도 보고되고 있는 실정이므로(23) 향후 중증도 결과평가를 실제 적용할 때 유의해야할 점이라고 생각된다. 중증도 평가 도구는 개발 당시의 자료에 최적합 되어있기 때문에 자료의 성격과 대상이 달라짐에 따라서 평가 결과가 달라질 수 있다. 현재 사용되고 있는 10여 개가 넘는 중증도 평가도구들은 각 도구의 초기 개발 배경에 따라서 중증도 개념에 차이가 있고, 활용하는 자료도 의무기록과 같은 임상자료를 활용하는 도구들과 퇴원요약과 같은 전산자료를 이용하는 경우로 나뉘고, 각각의 도구별로 활용되는 변수의 범위도 다르다. 따라서, 중증도 평가도구를 활용하여 병원별 치료결과를 평가하고자 할 때는 도구의 특성과 자료의 성격에 대한 면밀한 검토가 필요한 것으로 판단된다.

참고문헌

- 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): 2768-2774.
- O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, Coffin LH, Morton JR, Maloney CT, Nowicki ER, Tryzelaar JF, Hernandez F, Adrian L, Casey KJ, Soule DN, Marrin CAS, Nugent WC, Charlesworth DC, Clough R, Katz Saul, Leavitt BJ, Wennberg JE. A regional prospective study of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass grafting. *JAMA* 1991; 266(6): 803-809.
- Daley J. Criteria by Which to Evaluate Risk Adjusted Outcomes Programs in Cardiac Surgery. *Annals Thoracic Surgery* 1994; 58(6): 1827-1835.
- 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.
- New York State Department of Health. Coronary Artery Bypass surgery in New York State 1933-1995. 1997.
- 권영대. Medisgroups를 이용한 관상동맥우회술의 중증도 보정사망률에 관한 연구. *한국의료QA학회지* 2000; 7(2):218-229.
- 권영대, 안형식, 신영수. 관상동맥우회술의 중증도 측정과 병원 사망률 비교에 관한 연구. *예방의학회지* 2001; 34(3): 244-252.
- 박형근, 안형식, 권영대, 신유철, 이진석, 김해준. 관상동맥우회술 수술환자의 수술 후 사망률 예측모형의 개발. *예방의학회지* 2001; 34(1): 21-27.
- Knaus WA, Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Lawrence DE. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit Care Med* 1981 Aug;9(8):591-7.
- Gibson RF, Haug PJ. An automated Computerized Severity Index. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*. 1994;:332-6.
- Iezzoni LI. Risk Adjustment for Measuring

- Healthcare Outcomes, 2nd ed. Chicago, Illinois: *Health Administration Press*; 1997, 427-469.
12. Iezzoni LI. Risk Adjustment for Measuring Healthcare Outcomes, 2nd ed. Chicago, Illinois: *Health Administration Press*; 1997, 331-363
 13. 권현철, 류오열, 박승우, 정기영, 김영권 등. 급성심근 경색증 환자의 장기생존율 및 예후인자. *순환기* 1990;20(4):687-696.
 14. 김범수, 조승연, 심원흠, 정남식, 장양수 등. 급성심근 경색증 환자의 임상적 고찰. *순환기* 1993;22(4): 498-509.
 15. 현대우, 김기식, 신이철, 박소영, 배장호 등. 재원기간 중 사망한 급성 심근 경색증 환자의 임상적 특징. *순환기* 1998;28(9); 1518-1526.
 16. 김석연, 한주용, 김용진, 성지동, 채인호 등. 급성심근 경색증 환자의 장기생존율 및 예후인자. *순환기* 1999;29(1):14-21
 17. Kannel WB, Feinleib M, McNamara PM, Garrison RJ, Castelli WP. An investigation of coronary heart disease in families. *The Framingham offspring study Am J Epidemiol.* 1979 Sep;110(3): 281-90.
 18. Vaccarino V. Parsons L, Every NR, Barron HV, Krumholz HM. Sex-based differences in early morning after myocardial infarction. *NEJM* 1999;341(4):217-225.
 19. Iezzoni LI, Ash AS, Daley J, Hughes JS, Mackierman YD. Judging Hospitals by Severity-Adjusted Mortality Rates: The Influence of the Severity-Adjustment Method. *AJPH* 1996a; 86(10): 1376-1387.
 20. Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, Hughes JS, Daley J, Mackiernan YD. Severity Measurement Methods and Judging Hospital Death Rates for Pneumonia. *Medical Care* 1996b; 34(1):11-28.
 21. Landon B, Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, Daley J, Hughes JS, Mackiernan YD. Judging hospitals by severity-adjusted mortality rates: the case of CABG surgery. *Inquiry* 1996; 33(2):155-66.
 22. 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.
 23. Iezzoni LI. The Risk of Risk Adjustment. *JAMA* 1997; 278(19):1600-1607.