

건강보험 청구자료에서 동반질환 보정방법과 관찰기간 비교 연구: 경피적 관상동맥 중재술을 받은 환자를 대상으로

김경훈, 안이수

건강보험심사평가원 심사평가정책연구소

A Comparative Study on Comorbidity Measurements with Lookback Period using Health Insurance Database: Focused on Patients Who Underwent Percutaneous Coronary Intervention

Kyoung Hoon Kim, Lee Su Ahn

Review & Assessment Policy Institute, Health Insurance Review & Assessment Service

Objectives : To compare the performance of three comorbidity measurements (Charlson comorbidity index, Elixhauser's comorbidity and comorbidity selection) with the effect of different comorbidity lookback periods when predicting in-hospital mortality for patients who underwent percutaneous coronary intervention.

Methods : This was a retrospective study on patients aged 40 years and older who underwent percutaneous coronary intervention. To distinguish comorbidity from complications, the records of diagnosis were drawn from the National Health Insurance Database excluding diagnosis that admitted to the hospital. C-statistic values were used as measures for in comparing the predictability of comorbidity measures with lookback period, and a bootstrapping procedure with 1,000 replications was done to determine approximate 95% confidence interval.

Results : Of the 61,815 patients included in this study, the mean age was 63.3 years (standard deviation: ± 10.2) and 64.8% of the population was male. Among them, 1,598 (2.6%) had died in hospital. While the predictive ability of the Elixhauser's comorbidity and comorbidity selection was

better than that of the Charlson comorbidity index, there was no significant difference among the three comorbidity measurements. Although the prevalence of comorbidity increased in 3 years of lookback periods, there was no significant improvement compared to 1 year of a lookback period.

Conclusions : In a health outcome study for patients who underwent percutaneous coronary intervention using National Health Insurance Database, the Charlson comorbidity index was easy to apply without significant difference in predictability compared to the other methods. The one year of observation period was adequate to adjust the comorbidity. Further work to select adequate comorbidity measurements and lookback periods on other diseases and procedures are needed.

J Prev Med Public Health 2009;42(4):267-273

Key words : Claims data, Comorbidity index, Risk adjustment, In-hospital mortality, Percutaneous coronary intervention

서론

동반질환은 환자의 상태를 결정하는 주요 요인으로 결과연구에서 동반질환 보정은 중요한 부분을 차지한다 [1]. 행정자료를 사용한 국외연구에서는 타당도가 검증된 동반질환 보정방법들이 적용되고 있지만, 국내에서는 동반질환을 보정하기 위

한 방법론적 접근이 부족한 실정이다. 특히, 건강보험 청구자료를 이용한 연구가 활성화되면서 동반질환 보정방법에 대한 기초연구의 필요성이 제기된다.

기존 연구결과에서는 전문가들의 임상적 견해 또는 통계적인 방법을 통하여 환자의 동반질환을 설정하고 보정하였다 [2,3]. 그러나 이러한 방법은 동반질환에 대

한 서로 다른 견해 또는 통계적 접근으로 연구간 비교가능성이 떨어진다. 따라서 동반질환을 종합적으로 판단하고, 다양한 질환에 적용할 수 있는 동반질환 보정방법의 필요성이 제기된다. 국외에서는 진단명을 사용하여 다양한 동반질환 보정방법들이 개발·적용되고 있으며, 그 중에서 행정자료를 이용한 연구에서 가장 널리 사용되는 동반질환 보정방법은 Charlson 동반질환지수 (Charlson Comorbidity Index)이다

Table 1. The ICD-10 codes and procedure codes for comorbidity selection

Comorbidity	ICD-10 Codes
Diabetes Mellitus	E10.x, E11.x, E13.x, E14.x
Hypertension	I10.x, I11.x, I12.x, I13.x, I15.x
Hyperlipidemia	E78.x
Angina	I20, I200
AMI	I21.x, I22.x, I23.x
CHF	I50, I500, I501, I110, I130
Cardiogenic shock	R570
Arrhythmia	I44, I45, I46, I47, I48, I49 O2001, O2002, O2003, O2004, O2005, O2006, O2007
COPD	J41.x, J42, J43.x, J44.x, J68.x, J84.x, J98.x
Renal disease	N18.x, N19 O7020, O7061, O7062, O7071, O7072, O7073, O7074, O7075, O7080
Peripheral vascular disease	I70.x, I71.x, I73.x, I74.x, I77.x, I78.x, I79.x, I80.x, I81, I82.x, I83.x O2031, O2032, O2033, O2034, O2035, O2036, O2037, O2038, O2045, O2051, O2052, O2053, O2054, O2055, O2056, O2057, O2058, O2059, O2063, O2064, O2065, OA631, OA632, OA633, OA634, OA635, OA636, OA637, OA638, OA639, O1635, M6597, M6605, M6620, M6632, M6633, M6650, M6612, M6613, O1643, O1644, O1645, O1646
Stroke	I60.x, I61.x, I62.x, I63.x, I64, I65.x, I66.x, I67.x, I68.x, I69.x, G46.x

AMI: acute myocardial infarction, CHF: congestive heart failure, COPD: chronic obstructive pulmonary disease
* Procedure Codes of Health Insurance Review & Assessment Service

[4]. Charlson 동반질환지수는 19개의 질환에 대하여 사망에 대한 상대위험도를 근거로 가중치를 부여한 뒤, 이 가중치들의 합이 환자의 중증도를 반영하는 지표가 된다. 이 지수는 유방암 환자의 코호트 연구를 통하여 지표의 타당도가 검증되었고, 다른 동반질환 보정방법과 비교연구를 통하여 결과에 대한 예측력이 월등함이 증명되었다[5-7].

동반질환을 보정하는 다른 방법으로 Elixhauser 동반질환이 있다. Elixhauser 등 [8]은 기존 연구를 통하여 선택된 41개 동반질환들 중에서 드물게 발생하거나, 진료비, 입원기간, 병원 내 사망과 통계적으로 관련이 없는 동반질환을 제외한 30개 동반질환을 정의하였다. 이 방법은 환자의 중증도를 하나의 동반질환 점수로 환산하지 않고, 이분형 형태로 모형에 사용된다. 그러나 Elixhauser 동반질환은 Stukenborg 등에 의해 Charlson 동반질환지수보다 결과에 대한 예측력이 월등함이 증명되었지만 [9,10], 타당도가 검증되지 않아 사용에는 제한이 따른다.

환자의 동반질환 보정에 있어 관찰기간의 설정 또한 중요한 부분을 차지한다. 대부분의 연구에서는 편의성, 임상적 판단, 자료의 접근성을 고려하여 입원시점만 고려하거나 비교적 짧은 관찰기간을 사용하였다 [11]. Lee 등 [12]은 관찰기간에 따른 동반질환 보정모형의 예측력 비교를 통하여 관찰기간이 길어질수록 더 좋은 예측력을

가진다는 것을 입증하였다. 그러나 관찰기간이 길어질수록 동반질환을 관찰할 기회는 증가되지만, 시간적, 경제적 측면에서 효율적이지 않다. 따라서 통계적 모형과 예측력 측면에서 적절한 관찰기간을 제시하는 것 또한 관심의 대상이 아닐 수 없다.

본 연구에서는 건강보험 청구자료를 이용하여 경피적 관상동맥 중재술 (percutaneous coronary intervention, PCI) 을 받은 환자를 대상으로 관찰기간에 따른 동반질환 보정 방법간에 결과 예측력 비교를 통하여 타당한 동반질환 보정방법과 적절한 관찰기간을 제시하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 자료

본 연구는 2005년 1월부터 2006년 12월 까지 2년 동안 경피적 관상동맥 중재술을 받은 환자를 대상으로 하였다. PCI의 정의는 미국 Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ)가 사용한 지표를 참고하여 건강보험 수가코드 (M6551, M6552, M6561, M6562, M6563, M6564, M6571, N6572)를 가진 40세 이상의 환자로 정의하였다 [13]. 그리고 이전 PCI 시술경험은 환자의 예후에 영향을 미치므로 연구대상에서 제외하였다 [14].

PCI 시술환자의 병원 내 사망을 확인하기 위하여 건강보험 청구자료에 기록된 진료결과 구분변수를 사용하였다. 진료결과

구분변수는 최종 진료일의 환자상태를 기록한 것으로 사망으로 기록된 환자를 병원 내 사망으로 간주하였다. 그리고 병원 내 사망의 정확성을 확보하기 위하여 건강보험자격 상실자료를 사용하여 사망여부를 보완하였다. 건강보험 자격상실자료는 자격상실사유와 상실일자가 기록된 자료로 상실사유가 사망인 경우에만 연구자료와 결합을 하였다.

2. 동반질환 측정방법과 관찰기간

건강보험 청구자료는 주상병과 제1 부상병이 기록된 자료 외에 환자의 모든 진단명이 기록된 별도의 자료가 구축되어 있다. 본 연구에서는 입원으로 청구된 환자의 모든 진단명을 사용하여 동반질환을 관찰하였다. 동반질환 보정방법으로는 동반질환 선택방법, Charlson 동반질환지수, 그리고 Elixhauser 동반질환을 고려하였다. 동반질환 선택방법은 PCI 시술을 받은 환자를 대상으로 한 기존 연구들 중에서 사망에 유의한 영향을 주는 동반질환을 작성한 후 진단코드와 수가코드로 파악이 가능한 동반질환 목록을 작성하였다 [2]. Burton 등 [15]은 당뇨, 고혈압, 고지혈증, Carey 등 [16]은 당뇨, 쇼크(shock), 만성폐쇄성 폐질환, 신부전, 울혈성 심부전, Epstein 등 [17]은 당뇨, 고혈압, 만성폐쇄성 폐질환, 심근경색, 울혈성 심부전, 말초혈관질환을 진료결과에 유의한 영향을 미치는 동반질환으로 고려하였다. 또한 Harjai 등 [18]은 당뇨, 고혈압, 울혈성 심부전, 심근경색, 만성폐쇄성 폐질환, 뇌졸중 등을 중요한 동반질환으로 고려하였다. 이상에서 선택된 12개 동반질환 (Table 1)을 대상으로 통계검정을 실시하여 병원내 사망에 유의한 영향을 미치는 동반질환을 우선적으로 선택하였고, 사망한 환자가 그렇지 않은 환자에 비해 동반질환을 더 많이 가지고 있을 것이라는 연구의 가정에 반대되는 동반질환은 보정모형에서 제외하였다.

건강보험청구자료의 진단명은 ICD-10 (International Classification of Disease, 10th Revision) 코드로 분류되어 있어 Charlson 동반질환과 Elixhauser 동반질환을 ICD-10 코드로 변환한 연구들 [19-22] 중에서 결과

Table 2. Prevalence of comorbidity by selection method according to lookback periods

Comorbidity	1-yr	2-yr	3-yr
Diabetes Mellitus	29,194 (47.2)	29,888 (48.4)	30,343 (49.1)
Hypertension*	50,585 (81.8)	51,257 (82.9)	51,676 (83.6)
Hyperlipidemia*	43,401 (70.2)	44,129 (71.4)	44,641 (72.2)
Angina*	40,035 (64.8)	40,624 (65.7)	41,015 (66.4)
AMI	27,103 (43.9)	27,899 (45.1)	28,473 (46.1)
Congestive Heart Failure	6,619 (10.7)	7,162 (11.6)	7,600 (7.9)
Cardiogenic shock	741 (1.2)	766 (1.2)	786 (1.3)
Arrhythmia	9,536 (15.4)	10,191 (16.5)	10,609 (17.2)
COPD	3,988 (6.5)	4,652 (7.5)	5,110 (8.3)
Renal disease	2,436 (3.9)	2,535 (4.1)	2,598 (4.2)
Peripheral vascular disease	6,626 (10.7)	7,172 (11.6)	7,569 (12.2)
Stroke	5,571 (9.0)	6,452 (10.4)	7,088 (11.5)

AMI: acute myocardial infarction, CHF: congestive heart failure, COPD: chronic obstructive pulmonary disease
 * significant p<0.05 but not satisfied the assumptions

Table 3. Prevalence of comorbidity included in Charlson's comorbidity according to lookback periods

Comorbidity	1-yr	2-yr	3-yr
Myocardial Infarction	28,807 (46.6)	29,525 (47.8)	30,036 (48.6)
Congestive heart failure	8,249 (13.3)	8,882 (14.4)	9,393 (15.2)
Peripheral vascular disease	4,945 (8.0)	5,332 (8.6)	5,613 (9.1)
Cerebrovascular disease	5,936 (9.6)	6,896 (11.2)	7,595 (12.3)
Dementia	363 (0.6)	435 (0.7)	474 (0.8)
Chronic pulmonary disease	6,344 (10.3)	7,224 (11.7)	7,839 (12.7)
Rheumatologic disease	946 (1.5)	1,157 (1.9)	1,312 (2.1)
Peptic ulcer disease	9,706 (15.7)	11,188 (18.1)	12,399 (20.1)
Mild liver disease	6,773 (11.0)	7,745 (12.5)	8,477 (13.7)
Diabetes without chronic complication	20,663 (33.4)	21,671 (35.1)	22,356 (36.2)
Diabetes with chronic complication	9,164 (14.8)	9,921 (16.1)	10,442 (16.9)
Hemiplegia or paraplegia	733 (1.2)	988 (1.6)	1,187 (1.9)
Renal disease	2,582 (4.2)	2,683 (4.3)	2,747 (4.4)
Any malignancy, including leukemia and lymphoma	2,556 (4.1)	3,100 (5.0)	3,526 (5.7)
Moderate or severe liver disease	230 (0.4)	279 (0.5)	311 (0.5)
Metastatic solid tumor	314 (0.5)	405 (0.7)	485 (0.8)
AIDS/HIV	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

Charlson comorbidity index

0	12,453 (20.2)	11,592 (18.8)	10,983 (17.8)
1	17,838 (28.9)	16,994 (27.5)	16,354 (26.5)
2	13,078 (21.2)	12,767 (20.7)	12,578 (20.4)
≥3	18,446 (29.8)	20,462 (33.1)	21,900 (35.4)

에 대한 예측력이 월등하다고 알려진 Quan 등[22]이 제시한 진단코드를 사용하였다.

건강보험청구자료는 질환발생에 대한 시간적 관계를 알 수 없어 동반질환과 합병증을 구분하는 것은 현실적으로 불가능하다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 동반질환과 합병증을 구분하기 위한 방법으로 수술로 인한 입원기간중에 청구된 진단명을 동반질환으로 고려하지 않고, 입원시점 이전에 청구된 진단명을 사용하였다[23]. 따라서, 동반질환은 수술을 받은 입원시점을 기준으로 이전 1년, 2년, 그리고 3년 동안 관찰하였다.

3. 통계 분석

본 연구에서는 동반질환 보정방법과 관찰기간에 따른 동반질환의 분포를 살펴 보

고, 병원 내 사망에 대한 예측력을 비교하였다. 동반질환 선택방법은 카이제곱 검정을 통하여 병원 내 사망에 유의한 영향을 주는 동반질환을 선택하였다. Elixhauser 동반질환 중에서 동반질환 유병률이 낮은 경우 불안정한 추정값이 산출될 가능성이 있어 유병률이 0.1% 미만인 질환은 예측모형에서 제외하였다. 동반질환 보정방법과 관찰기간에 따른 예측력 비교를 위하여 병원 내 사망여부를 종속변수로 하는 다중 로지스틱 회귀모형(Multiple logistic regression model)을 적합하였다. 보정변수로는 성별, 연령, 동반질환 보정방법, 그리고 기존 연구에서 결과의 위험요인으로 알려진 입원 경로 [17]를 고려하였다. 결과예측모형의 예측력을 비교하기 위한 기준으로 C-통계량은 사용하였고, 붓스트랩 방법을 이용하여 C-통계량의 95% 신뢰구간을 제시하

였다. C-통계량은 로지스틱모형에서 예측력의 정확도를 나타내는 통계량으로 0.5와 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 결과에 대한 예측력이 높다고 할 수 있다. 붓스트랩 방법은 전체 자료에서 10,000개씩 복원추출하여 1,000번 반복 수행하였다. 자료구축 및 통계분석은 SAS ver. 9.13 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)을 사용하였고, 유의수준 5%에서 통계적 유의성 여부를 판단하였다.

결 과

1. 일반적 특성

2005년, 2006년 2년 동안 PCI 시술을 받은 환자 67,420명 중에서 이전에 PCI 시술을 받은 경험이 있는 환자 5,605명을 제외한 61,815명을 대상으로 하였다. 환자의 평균 연령은 63.3세(±10.2)였고, 남성은 40,035명(64.8%)이었다. PCI 시술을 받은 환자 중에서 응급실을 통해 입원한 환자는 24,657명(39.9%), 병원에서 사망한 환자는 1,598명(2.6%)이었다.

2. 동반질환 분포

동반질환 측정방법과 관찰기간에 따른 동반질환의 분포를 살펴 보았다. 관찰기간에 따른 동반질환 선택방법으로 선택된 동반질환 유병률은 Table 2와 같다. 동반질환 관찰기간을 입원시점을 기준으로 이전 1년 동안을 고려한 경우 고혈압은 50,585명(81.8%)으로 유병률이 가장 높았고, 고지혈증 43,401명(70.2%), 협심증 40,035명(64.8%), 당뇨 29,194명(47.2%), 급성 심근경색 27,103명(43.9%) 순이었다. 이전 2년간 동반질환을 관찰한 경우 고혈압 51,257명(82.9%), 고지혈증 44,129명(71.4%), 협심증 40,624명(65.7%)으로 관찰기간이 길어질수록 동반질환 유병률은 증가하였다.

Charlson 동반질환을 입원시점을 기준으로 이전 1년 동안 관찰한 결과 심근경색은 28,807명(46.6%)으로 유병률이 가장 높았고, 만성 합병증이 없는 당뇨 20,663명(33.4%), 만성 합병증이 있는 당뇨 9,164명(14.8%), 울혈성 심부전 8,249명(13.3%)의 유병률을 보였다 (Table 3). 또한 Charlson

Table 4. Prevalence of comorbidity included in Elixhauser's comorbidity according to lookback periods

Comorbidity	1-yr	2-yr	3-yr
Congestive heart failure	8,038 (13.0)	8,662 (14.0)	9,172 (14.8)
Cardiac arrhythmias	7,419 (12.0)	8,036 (13.0)	8,443 (13.7)
Valvular disease	1,357 (2.2)	1,500 (2.4)	1,645 (2.7)
Pulmonary circulation disorders	248 (0.4)	284 (0.5)	308 (0.5)
Peripheral vascular disorders	4,945 (8.0)	5,332 (8.6)	5,613 (9.1)
Hypertension, uncomplicated	48,385 (78.3)	49,213 (79.6)	49,736 (80.5)
Hypertension, complicated	4,441 (7.2)	5,043 (8.2)	5,470 (8.9)
Paralysis	733 (1.2)	988 (1.6)	1,187 (1.9)
Other neurological disorders	1,040 (1.7)	1,297 (2.1)	1,465 (2.4)
Chronic pulmonary disease	6,344 (10.3)	7,224 (11.7)	7,839 (12.7)
Diabetes, uncomplicated	16,998 (27.5)	17,983 (29.1)	18,669 (30.2)
Diabetes, complicated	542 (0.9)	703 (1.1)	862 (1.4)
Hypothyroidism	2,066 (3.3)	2,259 (3.7)	2,361 (3.8)
Renal failure	2,585 (4.2)	2,686 (4.4)	2,750 (4.5)
Liver disease	7,038 (11.4)	8,049 (13.0)	8,814 (14.3)
Peptic ulcer disease excluding bleeding	7,172 (11.6)	8,257 (13.4)	9,166 (14.8)
AIDS/HIV	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Lymphoma	43 (0.1)	51 (0.1)	61 (0.1)
Metastatic cancer	314 (0.5)	405 (0.7)	485 (0.8)
Solid tumor without metastasis	2,498 (4.0)	3,037 (4.9)	3,456 (5.6)
Rheumatoid arthritis/collagen vascular diseases	994 (1.6)	1,223 (2.0)	1,396 (2.3)
Coagulopathy	1,373 (2.2)	1,539 (2.5)	1,697 (2.8)
Obesity	14 (0.0)	14 (0.0)	19 (0.0)
Weight loss	722 (1.2)	940 (1.5)	1,129 (1.8)
Fluid and electrolyte disorders	4,611 (7.5)	5,292 (8.6)	5,753 (9.3)
Blood loss anemia	61 (0.1)	83 (0.1)	95 (0.2)
Deficiency anemia	3,950 (6.4)	4,394 (7.1)	4,696 (7.6)
Alcohol abuse	322 (0.5)	396 (0.6)	466 (0.8)
Drug abuse	8 (0.0)	10 (0.0)	16 (0.0)
Psychoses	179 (0.3)	218 (0.4)	248 (0.4)
Depression	1,924 (3.1)	2,362 (3.8)	2,705 (4.4)

Table 5. Performance of comorbidity selection method in predicting in-hospital mortality

Comorbidity	1-yr		2-yr		3-yr	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Age	1.06	1.05-1.06	1.06	1.05-1.06	1.06	1.05-1.06
Gender						
Male	1.00		1.00		1.00	
Female	1.13	1.01-1.27	1.12	1.00-1.25	1.11	1.00-1.25
Admission type						
Outpatient	1.00		1.00		1.00	
Emergency room	1.18	1.05-1.32	1.22	1.09-1.37	1.26	1.12-1.41
Diabetes Mellitus	0.98	0.88-1.09	1.01	0.91-1.13	1.03	0.92-1.15
AMI	3.40	2.95-3.92	3.34	2.89-3.85	3.28	2.84-3.79
Congestive Heart Failure	1.60	1.41-1.82	1.55	1.37-1.75	1.55	1.37-1.75
Cardiogenic shock	4.58	3.84-5.48	4.58	3.84-5.46	4.42	3.72-5.27
Arrhythmia	2.91	2.61-3.25	2.81	2.52-3.14	2.74	2.46-3.06
COPD	0.97	0.82-1.15	0.95	0.81-1.12	0.88	0.75-1.03
Renal disease	2.50	2.08-2.99	2.26	1.89-2.71	2.18	1.82-2.60
Peripheral vascular disease	0.90	0.77-1.06	0.91	0.78-1.06	0.92	0.79-1.07
Stroke	1.58	1.37-1.82	1.51	1.32-1.73	1.46	1.28-1.67
C-statistic (95% CI)	0.843 (0.790-0.934)		0.842 (0.787-0.940)		0.840 (0.779-0.934)	

AMI: acute myocardial infarction, CHF: congestive heart failure, COPD: chronic obstructive pulmonary disease, OR: odds ratio, CI: confidence interval
Multiple logistic regression adjusted for age, gender, admission type and comorbidity

동반질환지수가 0점인 환자는 12,453명 (20.2%), 1점 17,838명(28.9%), 2점 13,078명 (21.2%), 3점 이상 18,446명(29.8%)이었다. 동반질환 관찰기간이 길어질수록 동반질환 유병률은 증가하였고 또한 Charlson 동반질환지수가 3점 이상인 환자도 증가하였다.

입원시점을 기준으로 관찰기간이 이전 1년인 경우 Elixhauser 동반질환 중에서 합병증을 동반하지 않은 고혈압은 48,385명 (78.3%)으로 높은 유병률을 보였고, 합병증을 동반하지 않은 당뇨 16,998명(27.5%), 울혈성 심부전 8,038명(13.0%), 심장성 부정맥 7,419명(12.0%) 순이었다 (Table 4). 그

리고 동반질환 관찰기간이 길어질수록 동반질환 유병률은 증가하였다.

3. 결과예측모형 비교

동반질환 측정방법과 관찰기간에 따른 병원 내 사망에 대한 예측력을 비교하였다. 동반질환 선택방법으로 선택된 12개 동반질환 중에서 고혈압, 고지혈증, 협심증은 병원 내 사망과 유의한 차이가 있으나 ($p < 0.05$), 사망한 환자가 그렇지 않은 환자에 비해 동반질환을 더 많이 가지고 있을 것이라는 연구의 가정을 만족하지 않아 결과예측모형에서 제외하였다. 그리고 Elixhauser 동반질환 중에서 AIDS/HIV, 림프종, 비만, 출혈성 빈혈, 약물남용 등은 유병률이 낮아 모형에서 제외하였다. 동반질환 보정방법에 따른 결과예측력 비교기준인 C-통계량은 입원시점 이전 1년 동안 동반질환을 관찰한 경우 동반질환 선택방법은 0.843 (95% CI=0.790-0.934)로 Charlson 동반질환 0.754 (95% CI=0.708-0.859), Elixhauser 동반질환 0.811 (95% CI=0.801-0.941)보다 예측력이 높았다 (Table 5-7). 그러나 Charlson 동반질환지수와 Elixhauser 동반질환을 보정한 모형의 C-통계량에 대한 95% 신뢰구간은 동반질환 선택방법의 신뢰구간에 포함되므로 예측력의 유의한 차이는 없었고, Charlson 동반질환지수와 Elixhauser의 동반질환 또한 예측력의 유의한 차이는 없었다.

동반질환 선택방법으로 이전 1년간 동반질환을 관찰한 경우 C-통계량은 0.843 (95% CI=0.790-0.934), 2년간 관찰한 경우 0.842 (95% CI=0.787-0.940), 3년간 관찰한 경우 0.840 (95% CI= 0.779-0.934)로 관찰기간이 증가할수록 C-통계량은 감소하지만 그 차이는 작으며, 또한 예측력의 유의한 차이는 없었다. Charlson 동반질환지수를 이전 1년간 동반질환을 관찰한 경우 C-통계량은 0.754 (95% CI=0.708-0.859), 2년간 관찰한 경우 0.752 (95% CI=0.708-0.868), 3년간 관찰한 경우 0.751 (95% CI=0.703-0.859)로 예측력의 유의한 차이는 없었다. Elixhauser 동반질환을 1년간 동반질환을 관찰한 경우 C-통계량은 0.811 (95% CI=0.801-0.941), 2년간 관찰한 경우 0.809

(95% CI=0.802-0.943), 3년간 관찰한 경우 0.807 (95% CI=0.802-0.940)로 관찰기간에 따른 예측력의 차이는 없었다.

고찰

본 연구는 PCI 시술을 받은 환자를 대상으로 관찰기간에 따른 동반질환 보정방법의 결과 예측력을 비교하였다. 동반질환 보정방법으로 고려한 동반질환 선택방법, Charlson 동반질환지수, 그리고 Elixhauser 동반질환은 병원내 사망에 대한 예측력의 유의한 차이가 없었고, 동반질환 관찰기간이 길어질수록 동반질환의 유병률은 증가하지만, 관찰기간에 따른 결과예측력의 차이는 없었다.

동반질환 보정방법을 비교한 기존 연구들 중에서 PCI 시술을 받은 환자를 대상으로 동반질환 선택방법, Charlson 동반질환지수, 그리고 Elixhauser 동반질환의 예측력을 비교한 연구는 없다. 그러나 Li 등 [24]은 울혈성 심부전, 당뇨, 만성신부전, 뇌졸중, CABG 시술 환자를 대상으로 Charlson 동반질환지수와 Elixhauser 동반질환의 비교연구를 통하여 모든 코호트에서 병원내 사망에 대한 예측력의 차이가 없음을 보였다. 반면에 Stukenborg 등 [9]은 급성심근경색, 만성폐쇄성질환, 울혈성 심부전, 합병증을 동반한 고혈압, 급성 심혈관질환 환자를 대상으로 한 비교연구에서 Elixhauser 동반질환이 Charlson 동반질환지수보다 사망에 대한 결과예측력이 월등함을 입증하였고, 심근경색 환자를 대상으로 한 비교연구에서도 동일한 결과를 보였다 [10]. 이러한 상이한 비교 결과는 서로 다른 진단명 분류, 연구대상 그리고 자료원에 기인한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 경피적 관상동맥 중재술을 받은 환자를 대상으로 동반질환 선택방법, Elixhauser 동반질환, Charlson 동반질환지수를 비교한 결과 동반질환 선택방법이 다른 방법에 비해 병원 내 사망에 대한 예측력이 높지만, 유의한 차이는 보이지 않았다. 동반질환 선택방법은 기존 연구결과를 근거로 임상적 판단에 따라 동반질환을 설정함으로써 서로 다른 임상적 견해로 연구간 비교가능성이 떨어진다.

Table 6. Performance of Charlson comorbidity index in predicting in-hospital mortality

Comorbidity	1-yr		2-yr		3-yr	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Age	1.06	1.06-1.07	1.06	1.06-1.07	1.06	1.06-1.07
Gender						
Male	1.00		1.00		1.00	
Female	1.05	0.94-1.16	1.04	0.94-1.16	1.04	0.93-1.15
Admission type						
Outpatient	1.00		1.00		1.00	
Emergency room	1.98	1.79-2.20	2.00	1.81-2.23	2.03	1.83-2.26
Charlson comorbidity index						
0	1.00		1.00		1.00	
1	1.56	1.24-1.97	1.66	1.29-2.13	1.60	1.24-2.07
2	2.46	1.96-3.09	2.70	2.11-3.44	2.60	2.03-3.33
≥ 3	4.38	3.54-5.41	4.52	3.60-5.66	4.30	3.42-5.42
C-statistic (95% CI)	0.754 (0.708-0.859)		0.752 (0.708-0.868)		0.751 (0.703-0.859)	

OR: odds ratio, CI: confidence interval
Multiple logistic regression adjusted for age, gender, admission type and Charlson comorbidity index

Table 7. Performance of Elixhauser's comorbidity in predicting in-hospital mortality

Comorbidity	1-yr		2-yr		3-yr	
	OR	95 % CI	OR	95 % CI	OR	95 % CI
Age	1.06	1.05-1.07	1.06	1.05-1.07	1.06	1.05-1.07
Gender						
Male	1.00		1.00		1.00	
Female	1.08	0.96-1.20	1.08	0.96-1.20	1.07	0.96-1.20
Admission type						
Outpatient	1.00		1.00		1.00	
Emergency room	1.96	1.76-2.18	1.98	1.78-2.20	1.99	1.79-2.22
Congestive heart failure	2.15	1.89-2.45	2.11	1.86-2.39	2.14	1.88-2.42
Cardiac arrhythmias	1.99	1.76-2.25	1.93	1.71-2.18	1.88	1.67-2.12
Valvular disease	1.01	0.77-1.34	0.94	0.72-1.24	0.93	0.72-1.20
Pulmonary circulation disorders	0.78	0.41-1.48	0.91	0.51-1.60	0.81	0.46-1.43
Peripheral vascular disorders	0.88	0.73-1.06	0.88	0.74-1.06	0.89	0.75-1.06
Hypertension, uncomplicated	0.34	0.30-0.38	0.34	0.30-0.38	0.34	0.30-0.38
Hypertension, complicated	0.50	0.41-0.60	0.53	0.45-0.64	0.55	0.46-0.66
Paralysis	1.57	1.14-2.15	1.64	1.25-2.16	1.63	1.27-2.11
Other neurological disorders	3.15	2.51-3.95	2.96	2.39-3.66	2.66	2.16-3.27
Chronic pulmonary disease	1.23	1.07-1.41	1.27	1.11-1.45	1.21	1.06-1.38
Diabetes, uncomplicated	1.01	0.90-1.13	0.98	0.88-1.10	0.98	0.88-1.10
Diabetes, complicated	1.87	1.31-2.69	1.66	1.19-2.31	1.62	1.19-2.21
Hypothyroidism	0.52	0.37-0.73	0.51	0.37-0.70	0.56	0.42-0.76
Renal failure	1.74	1.43-2.11	1.62	1.34-1.97	1.59	1.31-1.93
Liver disease	1.07	0.91-1.25	1.01	0.87-1.18	1.02	0.88-1.17
Peptic ulcer disease excluding bleeding	0.69	0.59-0.82	0.73	0.62-0.85	0.70	0.60-0.81
Metastatic cancer	2.41	1.52-3.84	2.32	1.52-3.56	1.99	1.33-2.97
Solid tumor without metastasis	1.11	0.88-1.41	1.02	0.82-1.28	1.15	0.94-1.42
Rheumatoid arthritis/collagen vascular diseases	0.81	0.55-1.19	0.73	0.51-1.05	0.70	0.50-0.99
Coagulopathy	2.17	1.76-2.68	2.05	1.67-2.52	1.96	1.60-2.39
Weight loss	1.66	1.25-2.19	1.48	1.14-1.92	1.41	1.10-1.81
Fluid and electrolyte disorders	2.02	1.75-2.33	2.00	1.74-2.30	2.04	1.77-2.34
Deficiency anemia	1.07	0.90-1.27	1.10	0.93-1.30	1.11	0.94-1.30
Alcohol abuse	0.37	0.14-0.94	0.43	0.18-1.02	0.41	0.19-0.90
Psychoses	1.37	0.78-2.42	1.25	0.73-2.12	1.19	0.70-2.02
Depression	0.95	0.74-1.23	0.93	0.74-1.18	0.89	0.71-1.12
C-statistic (95% CI)	0.811 (0.801-0.941)		0.809 (0.802-0.943)		0.807 (0.802-0.940)	

OR: odds ratio, CI: confidence interval
Multiple logistic regression adjusted for age, gender, admission type and Elixhauser's comorbidity. The variables AIDS/HIV, lymphoma, obesity, blood loss anemia, drug abuse were dropped from the analyses because they had less than 0.1% prevalence

Elixhauser 동반질환은 결과에 영향을 미치는 다양한 동반질환을 고려하였고, 또한 질환을 이분형 형태로 모형에 사용함으로써 결과와 동반질환의 직접적인 관계를 설명할 수 있는 장점이 있다. 그러나 자료

의 수가 적은 경우 불안정한 추정결과를 보이며, 31개 동반질환 중에서 비만, 체중 감소 등은 진료비의 심사를 목적으로 구축된 건강보험 청구자료의 특성상 과소 입력되는 경향이 있다. 특히 약물남용은 사

회적 낙인 등의 이유로 과소 입력되는 경향이 있어 사용에는 다소 제한이 따른다. 반면에 Charlson 동반질환지수는 동반질환의 수와 중증도를 반영하는 지표로 쉽고 간단히 사용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 의학기술이 발전되면서 Charlson 동반질환의 가중치에 대한 재평가의 필요성이 제기되면서 최근 AIDS의 새로운 가중치에 대한 연구가 발표되었다 [25].

동반질환의 관찰기간에 따른 예측력 비교결과 입원시점을 기준으로 이전 1년 동안 동반질환을 관찰한 예측 모형은 이전 2년, 3년 동안 동반질환을 관찰한 모형과 비교하여 예측력의 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 동반질환의 관찰기간이 증가할수록 동반질환의 유병률은 증가하지만, 동반질환을 1년간 관찰하더라도 모형의 예측력을 충분히 설명해준다고 할 수 있다. 모형의 예측력 측면에서 동반질환의 관찰기간을 비교한 기존 연구에서는 결과변수에 따라 서로 다른 관찰기간을 제시하고 있다. Preen 등 [11]은 결과가 수술 후 사망인 경우 1년 미만의 짧은 관찰기간이 적절하고, 재입원인 경우에는 관찰기간이 길수록 모형의 설명력이 높다고 보고하였다. Zhang 등 [26]은 입원청구자료를 1년 동안 관찰한 경우에 비해 2년 동안 입원청구자료와 다른 보조자료를 사용한 경우 사망에 대한 예측력이 향상되었다고 보고하였다.

동반질환 보정방법에 따라 동일한 질환임에도 불구하고 서로 다른 유병률을 보였다. 동반질환을 이전 1년 동안 관찰한 경우 신부전의 유병률은 동반질환 선택방법 2,436명(3.9%), Charlson 동반질환 2,582명(4.2%), Elixhauser 동반질환 2,582명(4.2%)이었다. 이런 유병률의 차이는 특정 질환을 정의함에 있어 서로 다른 ICD-10 코드를 사용하기 때문에 발생하였다 [10]. Charlson 동반질환과 Elixhauser 동반질환은 서로 다른 자료원을 토대로 개발되었고, 정의된 동반질환은 여러 연구자들의 임상적 견해 혹은 변환 알고리즘에 의해 ICD-9 혹은 ICD-10으로 변환되면서 동일한 질환임에도 다른 진단코드로 정의되었다.

건강보험청구자료는 연구목적이 아닌

진료비 심사를 목적으로 구축된 자료로 진단명의 부정확성과 동반질환을 합병증과 구분할 수 없는 제한점이 있다. 건강보험청구자료를 활용한 기존 연구에서는 진단명의 부정확성을 극복하기 위한 방법으로 경험적 판단에 근거하여 주진단명 혹은 주진단명과 제1 부진단명으로 제한하거나, 동일한 진단명으로 연간 입원 1일이 상 또는 외래로 3일 이상 방문한 경우에만 동반질환으로 간주하였다 [27]. 그러나 이러한 접근방법은 동반질환 유병률을 과소 추정하게 되며, 진단명의 부정확성에 대한 문제를 완전히 해결할 수는 없을 것이다. 또한 건강보험청구자료는 청구건 단위로 외래에 청구된 진단명으로 진료를 받은 기간을 정확히 알 수 없다. 본 연구에서는 입원자료에 기록된 모든 진단명을 사용하였고, 이러한 결과로 동반질환이 과대 추정될 가능성은 있지만 동반질환임에도 동반질환이 아니라고 간주하는 오류를 최소화할 수 있다. 기존 방법에 대한 민감도 분석으로 환자의 주진단명과 제1 부진단명만을 사용하여 입원시점을 기준으로 1년간 동반질환을 관찰한 경우 유병률은 감소하였지만, 동반질환 선택방법의 C-통계량은 0.821 (95% CI=0.764-0.914), Charlson 동반질환 0.751 (95% CI=0.711-0.867), 그리고 Elixhauser 동반질환 0.757 (95% CI=0.743-0.891)로 예측력의 유의한 차이는 없었다. 건강보험청구자료는 질환 발생에 대한 시간적 관계를 알 수 없어 동반질환과 합병증을 구분할 수 없다. 본 연구에서는 입원시점에서 청구된 진단명을 제외함으로써 합병증과 동반질환을 분리하기 위한 노력을 하였지만, 이로 인하여 중요한 동반질환을 관찰하지 못할 가능성을 배제할 수 없다.

본 연구는 PCI 시술환자를 대상으로 관찰기간에 따른 동반질환 보정방법 비교를 통하여 결과 예측력을 보장해주는 동반질환 보정방법과 관찰기간을 제시하였다. PCI 환자를 대상으로 한 연구에서는 동반질환 보정방법으로 많은 시간과 노력을 필요로 하는 동반질환 선택방법과 Elixhauser 동반질환보다 쉽게 적용할 수 있는 Charlson 동반질환지수를 적용하더라도 결과에 대한

예측력의 차이가 없음을 보여준다. 그리고 동반질환을 장기간 관찰하기보다는 입원시점을 기준으로 최소한 이전 1년 동안 동반질환을 관찰하는 것을 제시하였다. 비록 진단명의 부정확성과 연구결과를 PCI 환자를 대상으로 하는 연구에만 적용할 수 있다는 제한점이 있지만, 국내에서 처음으로 시도된 연구라는 점에서 그 의의를 가진다. 또한 보건 의료 서비스 연구 분야에서 PCI 시술 환자를 대상으로 많은 연구가 진행되고 있으며, 본 연구를 통하여 동반질환 보정방법과 관찰기간에 대한 가이드라인이 될 것으로 기대된다. 본 연구는 PCI 시술을 받은 환자를 대상으로 하였지만, 다른 질환 혹은 수술환자를 대상으로 동반질환 보정방법과 관찰기간에 대한 비교연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Cleves MA, Sanchez N, Draheim M. Evaluation of two competing methods for calculating Charlson's comorbidity index when analyzing short-term mortality using administrative data. *J Clin Epidemiol* 1997; 50(8): 903-908.
2. Kim HY. *Relationship between Hospital Volume and Risk-Adjusted Mortality Rate Following Percutaneous Coronary Intervention* [dissertation]. Seoul: Korea University; 2007. (Korean)
3. Lee KS, Lee SI. Does a higher coronary artery bypass graft surgery volume always have a low in-hospital mortality rate in Korea? *J Prev Med Public Health* 2006; 39(1): 13-20. (Korean)
4. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *J Chronic Dis* 1987; 40(5): 373-383.
5. Schneeweiss S, Wang PS, Avorn J, Glynn RJ. Improved comorbidity adjustment for predicting mortality in medicare populations. *Health Serv Res* 2003; 38(4): 1103-1120.
6. Birim O, Kappetein AP, Bogers AJ. Charlson comorbidity index as a predictor of long-term outcome after surgery for non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28(5): 759-762.
7. Birim O, Maat AP, Kappetein AP, van Meerbeeck JP, Damhuis RA, Bogers AJ. Validation of the Charlson comorbidity index in patients with operated primary non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;

- 23(1): 30-34.
8. Elixhauser A, Steiner C, Harris DR, Coffey RM. Comorbidity measures for use with administrative data. *Med Care* 1998; 36(1): 8-27.
 9. Stukenborg GJ, Wagner DP, Connors AF Jr. Comparison of the performance of two comorbidity measures, with and without information from prior hospitalization. *Med Care* 2001; 39(7): 727-739.
 10. Southern DA, Quan H, Ghali WA. Comparison of the Elixhauser and Charlson/ Deyo methods of comorbidity measurement in administrative data. *Med Care* 2004; 42(4): 355-360.
 11. Preen DB, Holman CD, Spilsbury K, Semmens JB, Brameld KJ. Length of comorbidity lookback period affected regression model performance of administrative health data. *J Clin Epidemiol* 2006; 59(9): 940-946.
 12. Lee DS, Donovan L, Austin PC, Gong Y, Liu PP, Rouleau JL, et al. Comparison of coding of heart failure and comorbidities in administrative and clinical data for use in outcomes research. *Med Care* 2005; 43(2): 182-188.
 13. Agency for Healthcare Research and Quality. *AHRQ Quality Indicators-Guide to Inpatient Quality Indicators: Quality of Care in Hospitals-Volume, Mortality, and Utilization*. Rockville: Agency for Healthcare Research and Quality; 2002. Report No.: AHRQ Pub. No. 02-RO204.
 14. Alidoosti M, Salarifar M, Zeinali AM, Kassaian SE, Dehkordi MR. Comparison of outcomes of percutaneous coronary intervention on proximal versus non-proximal left anterior descending coronary artery, proximal left circumflex, and proximal right coronary artery: A cross-sectional study. *BMC Cardiovasc Disord* 2007; 7: 7.
 15. Burton KR, Slack R, Oldroyd KG, Pell AC, Flapan AD, Starkey IR, et al. Hospital volume of throughput and periprocedural and medium-term adverse events after percutaneous coronary intervention: Retrospective cohort study of all 17,417 procedures undertaken in Scotland, 1997-2003. *Heart* 2006; 92(11): 1667-1672.
 16. Carey JS, Danielsen B, Gold JP, Rossiter SJ. Procedure rates and outcomes of coronary revascularization procedures in California and New York. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 129(6): 1276-1282.
 17. Epstein AJ, Rathore SS, Krumholz HM, Volpp KG. Volume-based referral for cardiovascular procedures in the United States: A cross-sectional regression analysis. *BMC Health Serv Res* 2005; 5: 42.
 18. Harjai KJ, Berman AD, Grines CL, Kahn J, Marsalese D, Mehta RH, et al. Impact of interventionalist volume, experience, and board certification on coronary angioplasty outcomes in the era of stenting. *Am J Cardiol* 2004; 94(4): 421-426.
 19. Halfon P, Eggli Y, van Melle G, Chevalier J, Wasserfallen JB, Burnand B. Measuring potentially avoidable hospital readmissions. *J Clin Epidemiol* 2002; 55(6): 573-587.
 20. Sundararajan V, Henderson T, Perry C, Muggivan A, Quan H, Ghali WA. New ICD-10 version of the Charlson comorbidity index predicted in-hospital mortality. *J Clin Epidemiol* 2004; 57(12): 1288-1294.
 21. Sundararajan V, Quan H, Halfon P, Fushimi K, Luthi J, Burnand B, et al. Cross-national comparative performance of three versions of the ICD-10 Charlson index. *Med Care* 2007; 45(12): 1210-1215.
 22. Quan H, Sundararajan V, Halfon P, Fong A, Burnand B, Luthi JC, et al. Coding algorithms for defining comorbidities in ICD-9-CM and ICD-10 administrative data. *Med Care* 2005; 43(11): 1130-1139.
 23. Klabunde CN, Potosky AL, Legler JM, Warren JL. Development of a comorbidity index using physician claims data. *J Clin Epidemiol* 2000; 53(12): 1258-1267.
 24. Li B, Evans D, Faris P, Dean S, Quan H. Risk adjustment performance of Charlson and Elixhauser comorbidities in ICD-9 and ICD-10 administrative databases. *BMC Health Serv Res* 2008; 8: 12.
 25. Zavascki AP, Fuchs SC. The need for reappraisal of AIDS score weight of Charlson comorbidity index. *J Clin Epidemiol* 2007; 60(9): 867-868.
 26. Zhang JX, Iwashyna TJ, Christakis NA. The performance of different lookback periods and sources of information for Charlson comorbidity adjustment in medicare claims. *Med Care* 1999; 37(11): 1128-1139.
 27. Kim JY, Kim HY, Im JH. *Development of Risk Adjustment and Prediction Methods for Care Episodes using National Health Insurance Database*. Seoul: Health Insurance Review & Assessment Service; 2007. (Korean)