

# 상세불명 병원체 폐렴의 중증도 보정 재원일수 모형 개발 및 적용

박종호\*, 윤경일\*\*†

계명대학교 동산의료원\*, 계명대학교 의과대학 의료인문학교실\*\*

## 〈Abstract〉

### Development and Application of a Severity-Adjusted LOS Model for Pneumonia, organism unspecified patients

Jongho Park\*, Kyungil Youn\*\*†

*Dongsan Medical Center, Keimyung University, Department of Medical Humanities School of Medicine, Keimyung University*

This study was conducted to propose an insight into the appropriateness of hospital length of stay(LOS) by developing a severity-adjusted LOS model for patients with pneumonia, organism unspecified. The pneumonia risk-adjustment model developed in this paper is based upon the 2006-2010 the Korean National Hospital Discharge in-depth Injury Survey.

Decision tree analysis revealed that age, admission type, insurance type, and the presence of additional disorders(pleural effusion, respiratory failure, sepsis, congestive heart failure etc.) were major factors affecting the severity-adjusted model using the Clinical Classifications Software(CCS). Also there was a difference in LOS among the regional hospitals, especially the hospital LOS has not been efficiently managed in Gyeongsangbuk-do, Jeollanam-do, Jeollabuk-do, Daejeon, and Busan.

To appropriately manage hospital LOS, reliable statistical information about severity-adjusted LOS should be generated on a national level to make sure that hospitals voluntarily reduce excessive LOS and manage main causes of delayed discharge.

**Keywords:** Length of Stay, Severity Adjustment, Pneumonia, Decision Tree analysis

## I. 서 론

재원일수는 의료서비스 이용 결과와 의료서비스 질적 변이를 간접적으로 진단하는 유용한 도구이자 입원진료비에 영향을 주는 가장 중요한 요인이다(김유미 등, 2011; 김상미·황성원, 2013). 재원일수의 적정관리는 의료기관의 입장에서는 자원을 효율적으로 활용할 수 있게 하

며, 병상회전을 향상을 통해 신규 입원환자를 증가시키고, 병원 수익을 향상시키는 등 병원 경영수지 개선에 영향을 미친다(강성홍 등, 2013; 김상미·황성원, 2013; 문경준·이광수, 2013). 환자 입장에서는 급성기 질환의 치료가 끝난 뒤 상태가 호전되어 통원치료에 문제가 없다면 입원비용보다 상대적으로 저렴한 외래진료를 통해 건강관리가 가능함으로 진료비 경감의 이익을 가져다주며,

\* 투고일자 : 2014년 10월 25일, 수정일자 : 2014년 12월 5일, 게재확정일자 : 2014년 12월 18일

† 교신저자 : 윤경일, 계명대학교 의과대학 의료인문학교실, 전화 : 053-580-3780, E-mail : kiyoun@dsmc.or.kr

이는 의료서비스 이용에 대한 환자 만족도 향상으로 이어진다. 정부의 입장에서는 국민의료비 증가를 억제하고, 양질의 의료서비스를 국민에게 제공할 수 있게 한다(김원중 등, 2013). 이와 같이 재원일수 적정관리가 중요함에도 불구하고 우리나라의 2009년 기준 평균 재원일수는 14.6일로 OECD평균 7.2일에 비해 월등히 높은 수준이다(OECD, 2011). 따라서 재원일수의 관리가 반드시 필요한바 효율적 재원일수 관리를 위해서는 재원일수의 변이요인 규명 뿐 아니라 현재 의료기관의 재원일수에 대한 평가 정보를 산출하여 의료기관의 적정재원일수 관리를 유도하는 것이 중요하다.

영국, 미국, 네덜란드, 호주 등 외국의 국가 보건기관 또는 연구기관에서는 국가 차원에서 통계 및 행정 목적으로 수집한 의료기관의 퇴원환자 조사 자료를 이용하여 중증도가 보정된 자국 의료기관의 재원일수 수준을 산출하고 이의 비교를 통해 의료서비스 제공의 효율성을 평가하고 있으며, 의료기관 차원의 적정재원일수 관리를 유도하기 위해 의료기관의 재원일수를 비교하고 평가 결과를 공개하고 있다(Borghans 등, 2008; truven health analytics, 2013; dr foster intelligence, 2013). 우리나라의 경우 건강보험심사평가원(2010)에서 적정성 평가를 통해 일부 질환을 대상으로 중증도가 보정된 의료기관의 재원일수를 평가하고 있으나 건강보험심사평가원 홈페이지를 통해 중증도가 보정된 의료기관의 재원일수 비교 정보가 공개되고 있는 질환은 관상동맥우회술이 유일하다(건강보험심사평가원, 2013). 이에 국내 의료기관에서는 타 의료기관의 퇴원환자 자료수집이 용이하지 않아 재원일수 평가를 위해 재원일수에 대한 자료 협조가 가능한 몇몇 의료기관의 단순 재원일수 자료를 수집하고 이의 비교를 통해 재원일수 관리 수준을 평가하고 있고 있으며, 이를 근거로 재원일수 관리활동을 진행하고 있다. 따라서 우리나라에서도 국가 차원의 통계 및 행정 목적으로 수집된 퇴원환자 자료를 이용하여 의료기관의 재원일수 비교, 평가 정보를 산출하고, 이를 기반으로 국내 의료기관이 적정재원일수 관리 활동을 할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다.

재원일수의 비교, 평가 자료의 산출을 위해서는 퇴원환자의 구성(case-mix) 등에 대한 중증도가 보정되어야 한다(김선자 등, 2011). 왜냐하면 환자의 재원일수는 성, 연령, 동반상병, 증상의 심각성 등에 따라 차이가 있기 때문이다(질병관리본부, 2012). 이미 외국에서는 의료기관

간 직접적인 비교가 가능한 비교, 평가 정보를 산출하기 위해 국가 퇴원환자 조사 자료를 이용하여 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하고, 개발된 모형에 따라 의료기관의 중증도 보정 재원일수를 산출하여 비교하는 등 재원일수 평가 정보로 활용하고 있다(Rosenthal 등, 1997; Rifkin 등, 2004; CHSRA UW-Madison, 2008; Niskanen 등, 2009; dr foster intelligence, 2013). 최근 국내에서도 재원일수의 변이요인을 파악하기 위해 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하는 연구가 활발히 이루어지고 있으나 의료기관이 재원일수를 자발적으로 관리할 수 있도록 지원하기 위한 재원일수의 비교, 평가 자료 산출 방안은 제시하지 못하고 있는 실정이다(김선자 등, 2011; 김유미 등, 2011; 질병관리본부, 2012; 강성홍 등, 2013 박종호 등, 2012).

본 연구는 국내 의료기관의 적정 재원일수 관리를 지원하기 위해 퇴원환자 자료를 이용하여 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하여, 중증도가 보정된 지역별 의료기관의 재원일수를 평가하고자 한다. 재원일수 중증도 보정에 관한 연구는 급성 심근경색, 급성 뇌졸중, 폐렴 등 단위 질환 별로 수행되고 있다. 재원일수는 질환별 변이가 크고, 질환에 따라 재원일수에 영향을 미치는 요인이 서로 상이하기 때문에 이러한 접근이 필요하다. 건강보험심사평가원의 2012년도 건강보험통계에 따르면 우리나라의 다빈도 입원의료 이용 상병 중 상세불명 병원체의 폐렴(J18)의 경우 입원 진료 실인원이 출생장소에 따른 출생아 입원 진료 실인원에 이어서 두 번째로 높았다. 또한 입원 진료비는 뇌경색증(I63), 무릎관절증(M17) 다음으로 높아 입원 의료비 지출의 비중이 높은 상병이다(국민건강보험공단, 2013). 이에 본 연구에서는 입원 다빈도, 고비용 질환인 상세불명 병원체의 폐렴(J18)에 대한 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하고, 개발된 모형을 적용하여 폐렴 환자의 재원일수를 시도 지역별로 산출하여 비교하므로 재원일수관리의 적정성을 평가하고자 지역별 폐렴 환자의 재원일수 관리를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

## II. 이론적 배경

재원일수의 중증도 보정에 관한 선행연구는 문헌고찰 또는 전문가 자문을 통해 재원일수에 영향을 미치는 요인

들을 선정하고 이를 이용하여 재원일수의 중증도 보정 모형을 개발하였다. 김선자 등(2011), 남문희 등(2011)은 문헌고찰을 통해 연구대상 질환의 재원일수에 영향을 미치는 동반상병들을 선정하고 이의 유무를 모형에 반영하므로 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하였으며, dr foster intelligence(2011)은 동반상병의 중증도 보정을 위해 일반적으로 사용되는 방법인 Charlson comorbidity index(CCI)를 이용하여 중증도를 보정하였다(Charlson 등, 1987). 한편 미국, 영국, 캐나다, 호주 등 주요국가에서는 동반상병의 중증도 보정을 위해 일반적으로 사용되는 Elixhauser comorbidity index(ECI)나 CCI를 사용하지 않고 자국의 퇴원환자 자료로 별도의 중증도 보정 방법을 개발하여 동반상병을 보정하였다. 이와 같이 별도의 중증도 보정 방법을 개발하여 동반상병을 보정한 이유는 동반상병을 이용한 중증도 보정 방법인 CCI의 경우 유방암 환자의 코호트 연구를 통해 지표의 타당도가 검증되었을 뿐 아니라 다른 동반질환 보정방법과 비교하여 결과 예측력이 월등함이 증명됨에도 불구하고 CCI는 1986년 개발된 것으로 20년 이상이라는 기간 동안 의학기술의 발전과 유병률이 변화를 갖기에 충분한 기간이기에 동반질환의 가중치에 대한 재평가의 필요성이 제기되고 있으며(Charlson, Pompei, Ales & MacKenzie, 1987; 김은정, 2011; 임지혜, 남문희, 2012), ECI 또한 결과의 예측력이 입증되었으나 1998년 개발되어 현재 재평가의 필요성이 제기되고 있으며, 31개 질환 각각의 동반 여부를 모형에 포함시키기 때문에 유효 숫자가 줄어들면 모델이 안정적이지 않을 수 있다는 한계점이 있다(건강보험심사평가원, 2010; 임지혜, 남문희, 2012). 이에 따라 질병관리본부(2012)는 Clinical Classification Software(CCS) 진단군 분류기준에 의한 별도의 동반상병 중증도 보정 방법을 이용하여 각 질환의 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하였다. CHSRA UW-Madison(2013)도 영국 퇴원환자 조사 자료에 적합한 별도의 중증도 보정 방법을 이용하여 모형을 개발한 바 있다.

재원일수의 중증도 보정에 사용된 통계기법을 살펴보면 dr foster intelligence(2011), CHSRA UW-Madison(2013) 등 외국의 연구에서는 전통적 통계기법인 다중회귀분석 기법을 이용하여 모형을 개발한 반면, 김선자 등(2011), 남문희 등(2011), 질병관리본부(2012) 등 국내의 연구에서는 다중회귀분석, 의사결정나무, 신경망 분석

등 데이터마이닝 기법을 이용하였다.

폐렴의 중증도 보정 재원일수 모형 개발에 대한 선행연구를 보면 미국의 경우 퇴원환자 조사 자료인 NHDS(National Hospital Discharge Survey)자료를 이용하여 성, 연령(65세 이상 여부), 간경변 또는 만성간염, 뇌졸중 또는 일과성 허혈 발작, 울혈성 심부전, 신장질환, 만성 폐쇄성 폐질환, 흉막삼출, 패혈증, 호흡부전 등의 동반상병 유무 등의 변수를 가지고 다중 회귀분석을 이용하여 모형개발 하였다(CHSRA, UW-Madison, 2013). 국내 연구에서는 김유미 등(2011)이 2004~2006년 퇴원손상 심층조사 자료를 데이터마이닝 기법을 이용하여 분석하였으며, 성, 연령, 입원경로, 사망유무, 진단, 동반질환 건수, 신생물, 신장질환, 신부전 등의 동반 유무를 변수로 사용하였다.

이에 본 연구에서는 선행연구의 연구방법을 토대로 성, 연령, 입원경로, 보험유형, 사망유무, 동반상병 보정 변수 등을 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 모형개발에 사용하였으며, 질병관리본부(2012)를 따라 ECI, CCI 및 CCS 진단군 분류기준에 의한 각각의 동반상병 중증도 보정 방법 고려하여 중증도 보정 재원일수 모형을 개발하였다. 중증도 보정 재원일수 모형 개발 시 통계기법은 데이터마이닝 기법을 이용하였다.

### Ⅲ. 연구방법

#### 1. 자료수집

상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도 보정 재원일수 모형 개발을 위하여 2006년부터 2010년까지 5년간의 질병관리본부 퇴원손상심층조사 자료를 사용하였다. 퇴원손상심층조사의 조사항목은 병원의 소재지, 병상수 등 병원의 특성 변수와 성, 연령, 거주지, 보험유형 등 환자의 인적 사항 변수, 주상병, 부상병, 주수술, 입퇴원일, 수술일, 입원경로, 치료결과, 퇴원 후 향방 등의 심층자료를 포함하고 있다. 또한 500명 이상 의료기관의 경우 의무기록 부서에서 질병 및 수술처치 분류의 전문가인 의무기록사에 의해 자료가 수집되어 건강보험 자료나 퇴원환자조사에서 수집할 수 없는 부진단에 대한 정보를 체계적으로 분류해 질환의 중증도 보정 모형을 개발에 적절한 자료를

<표 1> 상세불명 병원체 폐렴 중증도 보정 재원일수 모형 개발 변수정의

변수명	변수정의
성	○ 중증도 보정 선행연구 모두 성을 포함 ○ 성은 모형개발 시 남녀로 구분
연령	○ 질병관리본부(2012) 연구방법에 따라 연령은 단변량 분석시 18-44세, 45-64세, 65세 이상으로 그룹화 ○ 중증도 보정 재원일수 모형개발 시 연속형 변수 그대로 사용
입원경로	○ 국내의 중증도 보정 선행연구 모두 입원경로 포함 ○ 등급 : 응급실을 통한 입원, 외래 : 외래를 통한 입원
보험유형	○ 김유미 등(2011), 질병관리본부(2012)의 연구에서 보험유형 포함 ○ 국민건강보험, 의료급여, 기타(자보, 산재, 일반)으로 구분
사망유무	○ 국내의 중증도 보정 선행연구 모두 사망유무 포함 ○ 입원치료의 결과가 사망 경우 즉, 사망으로 인해 입원 의료서비스가 종결된 경우를 사망으로 정의
동반상병	○ Charlson comorbidity index : 치료결과와 연관성이 높은 17가지 동반질환에 대해 가중치 부여 후 가중치의 총합으로 보정 지수를 산출, 이를 활용해서 환자의 중증도를 보정하는 방법 ○ Elixhauser comorbidity index : 치료결과와 연관성이 높은 31가지 동반질환의 질환 동반여부를 이분형 형태로 모형에 입력해서 환자의 중증도를 보정하는 방법 ○ CCS(Clinical classification software) : 미국 AHRQ(The Agency for Healthcare Research and Quality)에 의해 개발된 질병을 임상학적으로 군집화한 방법으로 질병군 분류방법으로 널리 활용 ○ 질병관리본부(2012)의 연구방법에 따라 부상병을 CCS 진단군 분류하고 Elixhauser comorbidity index 방법처럼 각각의 질환 동반 여부를 이분형 형태로 중증도 보정 모형에 입력하여 환자의 중증도를 보정

제공하고 있다(김유미 등, 2011; 최희선 등, 2012). 또한 500명상 이상 의료기관은 의료 질 관리 부서 등의 운영을 통해 의료기관 자체적으로 재원일수 관리가 가능함에 따라 500명상 이상 의료기관을 이용한 상세불명 병원체 폐렴(J18) 퇴원환자에 대한 중증도 보정 재원일수 모형 개발을 하고, 개발된 모형의 적용을 통해 재원일수 관리의 적정성을 평가한다면 의료기관 차원의 재원일수 관리를 효율적으로 유도할 수 있다. 이에 본 연구에서는 수집된 퇴원손상심층조사 자료 626,035건 중 500명상 이상 의료기관 퇴원환자 중 퇴원 시 주상병이 상세불명 병원체 폐렴(J18)인 퇴원환자 14,014건을 추출하였으며, 선행연구의 연구방법(김유미 등, 2011; 질병관리본부, 2012)에 따라 성인 폐렴환자에 대한 재원일수 관리를 위해 연령이 18세 미만인 폐렴환자 8,741건 및 입원경로가 미상 또는 기타인 자료 8건, 보험유형이 기타 또는 미상인 자료 61건을 제외한 5,204건을 연구대상으로 하였다.

## 2. 변수정의

### 1) 평균재원일수

평균재원일수는 입원환자가 병원에서 보내는 평균일수를 의미하며, 일반적으로 의료기관 운영의 효율성 지표로

활용된다(OECD, 2012). 이에 본 연구에서는 재원일수의 비교, 평가를 위해 실제 평균재원일수와 예측 평균재원일수를 산출하였다. 실제 평균재원일수는 일정 기간 동안 병원에서 체류한 총 일수를 퇴원환자수로 나눔으로써 산출하고, 예측평균재원일수는 중증도 보정 재원일수 모형에 따라 산출된 예측 재원일수 합을 퇴원환자수로 나누어 산출하였다.

### 2) 중증도 보정 재원일수 모형 개발 변수

상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도 보정 재원일수 모형 개발에 사용한 변수는 성, 연령, 입원경로, 보험유형, 사망유무, 동반상병이다. 연령은 단변량 분석 시 18-44세, 45-64세, 65세 이상으로 범주화하였으며, 중증도 보정 모형 개발 시에는 연속형 변수 그대로 사용하였다. 보험유형은 국민건강보험, 의료급여, 기타로 구분하였으며, 동반상병은 CCI, ECI와 CCS 진단군을 이용한 동반상병 보정 방법을 이용하였다(표 1).

### 3. 분석방법

본 연구는 자료분석을 위하여 SAS 9.2 및 SAS E-miner 4.3을 이용하였다. 분석방법은 첫째, 분석대상

자의 일반적 특성, 동반상병 분포 파악을 위해 빈도분석을 실시하였다. 둘째, 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 교차분석 및 분산분석을 실시하였으며 사후검증은 Tukey test를 이용하였다. 셋째, 모형개발을 위해서는 데이터마이닝 기법인 다중선행회귀분석, 의사결정나무, 신경망 분석을 이용하였다. 모형 개발 시 모형의 안정성 및 정확성 확보를 위해 자료를 모형개발용인 훈련용 60%, 모형의 내적 타당도 평가용인 모형평가용 40%로 나누어 모형을 개발하고 평가하였다. 다중회귀분석은 단계적 선택방법(stepwise)을 이용하여 재원일수에 유의한 영향을 미치는 변수만을 추출하였고, 의사결정나무분석은 분산의 감소량을 최대화하는 기준의 최적분리에 의해 지식마디가 형성되는 Variance reduction 방법을 이용하여 모형을 개발하였다. 신경망분석은 Profit/Loss 방법을 이용하였다. 또한 모형 개발 시 본 연구에서 고려한 중증도 보정방법에 따라 ECI, CCI, CCS진단군 모형을 각각 개발하고 Root ASE(adjusted standard error) 값을 이용하여 개발된 모형을 평가하였다.

## IV. 연구 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특성

모형개발 대상자의 일반적 특성을 파악한 결과 성별로는 남자의 비율이 56.8%로 여자보다 높았으며, 연령별로는 65세 이상의 비율이 54.7%로 가장 높게 나타났다. 입원경로별로는 응급실을 통한 입원의 비율이 61.7%로 외래를 통해 입원한 비율 38.3%보다 높았고, 보험유형별로는 국민건강보험의 비율이 89.5%로 월등히 높았다. 상세불명 병원체 폐렴 퇴원환자의 사망률은 8.4%로 나타났다<표 2>.

### 2. 환자의 일반적 특성에 따른 재원일수 차이

#### 1) 일반적 특성에 따른 재원일수 차이

모형 개발 대상자의 일반적 특성에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 독립표본 t-검증, 분산분석을 실시한 결과 성별로는 남자의 재원일수 평균이 13.97일로 여자의 재원일수 평균 11.07일에 보다 높았으며, 연령별로는

연령이 높을수록 재원일수 평균이 높은 것으로 나타났다<표 3>. 입원경로별로는 응급실을 통한 입원의 재원일수 평균이 14.06일로 외래를 통한 입원의 재원일수 평균 10.54일보다 높았고, 보험유형별로는 기타의 재원일수 평균 39.45일로 가장 높게 나타났으며, 의료급여, 국민건강보험공단의 순으로 재원일수 평균이 높았다. 사망유무별로는 사망한 환자의 재원일수 평균이 24.69일로 생존한 환자의 재원일수 평균 11.62일보다 높은 것으로 조사되었다. 이러한 성, 연령, 입원경로, 보험유형, 사망유무별 재원일수 차이는 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있다( $p < 0.05$ ).

#### 2) Charlson Comorbidity Index 기준 동반상병 별 재원일수 차이

모형 개발 대상자의 CCI기준 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 독립표본 t-검증을 실시한 결과 CCI기준 동반상병 모두 동반상병이 있는 환자의 재원일수 평균이 동반상병이 없는 환자의 재원일수 평균보다 높은 것으로 조사되었다<표 4>. 이러한 뇌혈관 질환, 말초 혈관 질환, 만성 합병증을 동반한 당뇨, 편마비 또는 양쪽 마비, 소화성 궤양, 울혈성 심부전, 보통의 또는 심각한 간 질환, 신장 질환, 치매, 만성 합병증을 동반하지 않은 당뇨 동반상병 유무에 따른 재원일수 평균차이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

<표 2> 중증도 보정 재원일수 모형 개발 대상자의 일반적 특성

	구 분	N	%
성	남	2,956	56.8
	여	2,248	43.2
연령	18-44세	926	17.8
	45-64세	1,433	27.5
	65세 이상	2,845	54.7
입원경로	응급	3,211	61.7
	외래	1,993	38.3
보험유형	국민건강보험	4,657	89.5
	의료급여	509	9.8
	기타	38	0.7
사망유무	생존	4,766	91.6
	사망	438	8.4
전체		5,204	100.0

<표 3> 대상자의 일반적 특성에 따른 재원일수 차이

구 분	N	재원일수 평균	표준편차	t 또는 F	p	사후분석(Tukey test)	
성	남	2,956	13.97	4.62	<0.01		
	여	2,248	11.07				17.95
연령	18-44세	926	8.57	19.27	<0.01	18-44세 vs 45-64세, 65세 이상	
	45-64세	1,433	12.64				21.43
	65세 이상	2,845	14.10				27.40
입원경로	응급	3,211	14.06	5.73	<0.01		
	외래	1,993	10.54				17.73
보험유형	국민건강보험	4,657	12.14	31.09	<0.01	보험 vs 급여, 기타 급여 vs 기타	
	의료급여	509	16.04				28.76
	기타	38	39.45				77.00
사망유무	생존	4,766	11.62	-4.59	<0.01		
	사망	438	24.69				59.33

<표 4> Charlson Comorbidity Index 기준 중증도 보정 재원일수 모형 개발 대상자의 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이

구 분	질환 유		질환 무		t	p
	재원일수 평균	표준편차	재원일수 평균	표준편차		
림프종/백혈병 포함 악성 종양 (피부의 악성 신생물 제외)	14.23	14.67	12.58	24.27	-1.37	0.17
전이성 고형암	14.56	15.48	12.66	23.82	-0.94	0.35
류마티스성 질환	14.61	18.84	12.69	23.70	-0.72	0.47
경미한 간 질환	13.24	13.54	12.69	23.98	-0.33	0.74
뇌혈관 질환	25.97	61.54	11.79	17.89	-4.24	<0.01
만성 폐 질환	12.69	14.15	12.72	24.94	0.03	0.98
말초 혈관 질환	24.50	28.52	12.65	23.59	-2.27	0.03
만성 합병증을 동반한 당뇨	25.31	56.96	12.41	22.12	-2.53	0.01
편마비 또는 양쪽 마비	53.10	101.18	12.40	21.75	-2.54	0.02
소화성 궤양	25.62	69.14	12.46	21.72	-1.92	<0.01
심근경색증	19.43	20.60	12.69	23.65	-1.30	0.19
울혈성 심부전	18.63	32.39	12.33	22.91	-3.40	<0.01
보통의 또는 심각한 간 질환	29.60	87.38	12.64	22.90	-0.97	<0.01
신장 질환	16.41	30.32	12.58	23.35	-2.14	0.03
치매	21.71	27.59	12.66	23.60	-2.13	0.03
만성 합병증을 동반하지 않은 당뇨	15.67	30.80	12.17	22.01	-3.11	<0.01

주) 질환 유의 건수가 5건 이하인 동반상병은 재원일수 차이 분석에서 제외 함

모형 개발 대상자의 CCI기준 동반상병 지수에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 분산분석을 실시한 결과 3점의 재원일수 평균이 21.29일로 가장 높았으며, 2점 15.86일, 1점 13.32일, 0점 9.89일의 순으로 재원일수 평균이 높게 나타나 CCI기준 동반상병 지수가 높을수록 재원일수 평균이 높아짐을 알 수 있었다<표 5>. 이러한 CCI기준 동반상병 지수에 따른 재원일수 차이는 통계적으로 유의한 차이였다(p<0.05).

### 3) Elixhauser Comorbidity Index 기준 동반상병 별 재원일수 차이

모형 개발 대상자의 ECI기준 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 독립표본 t-검증을 실시한 결과 만성 폐질환, 결핍성 빈혈을 제외한 ECI기준 동반상병 모두에서 동반상병이 있는 환자의 재원일수 평균이 동반상병이 없는 환자의 재원일수 평균보다 높은 것으로 조사되었다<표 6>. 이러한 심장 부정맥, 울혈성 심부전, 응

고장에, 합병증성 당뇨병, 비합병증성 당뇨병, 체액 및 전해질 이상, 기타 신경 장애, 마비, 폐 순환 장애, 말초 혈관 장애의 동반상병 유무에 따른 재원일수 평균차이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ).

4) Clinical Classification Software 진단군 기준

동반상병 별 재원일수 차이

모형 개발 대상자의 CCS 진단군 기준 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이를 파악하기 위해 독립표본 t-검증을 실시한 결과 만성 기타 상부 호흡기 감염, 만성 폐쇄성 폐

질환, 천식을 제외한 CCS 진단군 기준 동반상병 모두에서 동반상병이 있는 환자의 재원일수 평균이 동반상병이 없는 환자의 재원일수 평균보다 높은 것으로 조사되었다 <표 7>. 결핵, 패혈증, 세균감염, 합병증이 없는 당뇨병, 합병증을 동반한 당뇨병, 결핍 및 기타 빈혈, 치매 및 정신질환, 기타 신경계 질환, 합병증 및 이차성 고혈압, 심장 부정맥, 울혈성 심부전, 급성 뇌혈관 질환, 뇌혈관 질환의 후유증, 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴, 호흡부전, 급성 신부전, 요로감염의 동반상병 유무에 따른 재원일수 평균 차이는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ( $p < 0.05$ ).

<표 5> Charlson Comorbidity Index 기준 중증도 보정 재원일수 모형 개발 대상자의 동반상병 지수에 따른 재원일수 차이

구 분	N	재원일수 평균	표준편차	F	p	사후분석(Tukey test)
0점	2,956	9.89	13.49	40.45	<0.01	0 vs 1, 2, 3+ 1 vs 3+ 2 vs 3+
1점	2,248	13.32	18.89			
2점	926	15.86	34.93			
3점 이상	522	21.29	45.07			

<표 6> Elixhauser Comorbidity Index 기준 중증도 보정 재원일수 모형 개발 대상자의 동반상병 분포에 따른 재원일수 차이

구 분	질환 유		질환 무		t	p
	재원일수 평균	표준편차	재원일수 평균	표준편차		
알코올 남용	15.90	19.02	12.68	23.69	-1.37	0.18
심장 부정맥	19.40	34.19	12.43	23.03	-2.98	<0.01
울혈성 심부전	18.95	33.99	12.37	22.87	-3.18	<0.01
응고장애	23.20	53.51	12.63	23.21	-1.31	0.20
만성 폐질환	12.36	15.00	12.80	25.30	0.73	0.47
결핍성 빈혈	11.33	8.89	12.73	23.76	1.19	0.24
합병증성 당뇨병	24.25	53.99	12.40	22.14	-2.59	0.01
우울증	30.21	70.80	12.54	22.60	-1.82	0.08
비합병증성 당뇨병	15.70	31.09	12.18	21.98	-3.06	<0.01
체액 및 전해질 이상	20.00	24.00	12.62	23.62	-2.50	0.02
합병증성 고혈압	17.59	14.89	12.68	23.68	-1.21	0.23
갑상선 기능 저하증	13.31	9.24	12.71	23.71	-0.16	0.88
비합병증성 고혈압	13.60	24.05	12.47	23.52	-1.41	0.16
간 질환	14.97	31.48	12.61	23.21	-1.48	0.14
림프종	13.15	11.86	12.71	23.72	-0.13	0.90
전이 암	15.10	16.73	12.65	23.80	-1.22	0.22
기타 신경 장애	25.37	37.97	12.44	23.16	-3.56	<0.01
마비	53.82	102.40	12.41	21.75	-2.53	0.02
폐 순환 장애	18.61	15.69	12.63	23.72	-2.19	0.03
정신병	15.53	11.22	12.71	23.66	-0.46	0.64
출혈을 동반한 소화성 궤양	19.53	50.99	12.61	22.96	-1.20	0.23
말초 혈관 장애	24.50	28.52	12.65	23.59	-2.27	0.03
류마티스 관절염/교원성 질환	14.73	17.86	12.68	23.73	-0.82	0.41
신부전	16.03	30.57	12.60	23.35	-1.89	0.06
비전이성 고형 압	14.24	14.60	12.59	24.26	-1.37	0.17
판막질환	15.11	35.74	12.67	23.33	-1.04	0.30
체중 감소	25.57	22.34	12.70	23.64	-1.44	0.15

주) 질환 유의 건수가 5건 이하인 동반상병은 재원일수 차이 분석에서 제외 함

<표 7> Clinical Classification Software 진단군 기준 중증도 보정 자원일수 모형 개발 대상자의 동반상병 분포에 따른 자원일수 차이

구 분	질환 유		질환 무		t	p
	자원일수 평균	표준편차	자원일수 평균	표준편차		
결핵	14.40	21.54	12.49	23.90	-2.05	0.04
패혈증	26.07	57.94	11.99	19.95	-9.56	<0.01
세균감염	42.82	79.47	12.07	20.42	-4.04	<0.01
간염	12.73	17.63	12.72	23.74	-0.01	0.99
기관지암; 폐	14.36	15.78	12.65	23.91	-1.03	0.31
이차성 악성 종양	14.56	15.48	12.66	23.82	-0.94	0.35
갑상선 질환	12.94	9.50	12.71	23.83	-0.10	0.92
합병증이 없는 당뇨병	15.57	31.14	12.20	21.98	-2.92	<0.01
합병증을 동반한 당뇨병	24.30	53.09	12.38	22.15	-2.70	0.01
결립 및 기타 빈혈	17.77	34.37	12.41	22.80	-2.66	0.01
치매 및 정신질환	20.73	30.09	12.49	23.39	-3.28	<0.01
기타 신경계 질환	29.56	63.37	12.42	22.23	-2.55	0.01
심장 판막 질환	16.89	39.58	12.65	23.29	-1.62	0.11
고혈압	13.60	24.05	12.47	23.52	-1.41	0.16
합병증 및 이차성 고혈압	22.51	54.37	12.43	22.05	-2.25	0.03
관상동맥 죽상 경화증	17.34	42.01	12.49	22.31	-1.81	0.07
심장 부정맥	19.80	34.98	12.42	23.01	-3.00	<0.01
울혈성 심부전	19.80	38.65	12.72	23.64	-2.73	0.01
급성 뇌혈관 질환	29.39	59.34	12.41	22.37	-2.76	0.01
뇌혈관 질환의 후유증	25.18	63.88	12.12	19.61	-3.13	<0.01
기타 상부 호흡기 감염	8.97	8.14	12.79	23.82	1.56	0.12
만성 폐쇄성 폐질환	12.46	14.28	12.76	24.92	0.32	0.75
천식	11.45	16.58	12.78	23.92	0.84	0.40
흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴	19.76	31.83	12.07	22.64	-4.93	<0.01
호흡부전	25.63	35.97	12.45	23.24	-3.77	<0.01
기타 하부 호흡기 질환	15.03	23.32	12.57	23.65	-1.76	0.08
기타 상부 호흡기 질환	18.24	57.15	12.62	22.61	-0.93	0.35
식도 질환	19.00	43.23	12.56	22.94	-1.65	0.10
십이지장 궤양	19.89	48.76	12.59	22.96	-1.39	0.17
위염 및 십이지장염	12.74	10.49	12.72	23.94	-0.01	0.99
기타 간 질환	16.54	36.64	12.59	23.09	-1.37	0.17
신장염	17.28	21.13	12.64	23.67	-1.75	0.08
급성 신부전	25.76	45.29	12.33	22.57	-3.63	<0.01
만성 신부전	17.35	34.68	12.60	23.27	-1.57	0.12
요로감염	27.44	55.27	12.42	22.47	-2.74	0.01
전립선 비대증	13.99	16.46	12.67	23.84	-0.72	0.47



3. 중증도 보정 재원일수 모형 개발

1) 중증도 보정 재원일수 모형 개발 및 평가

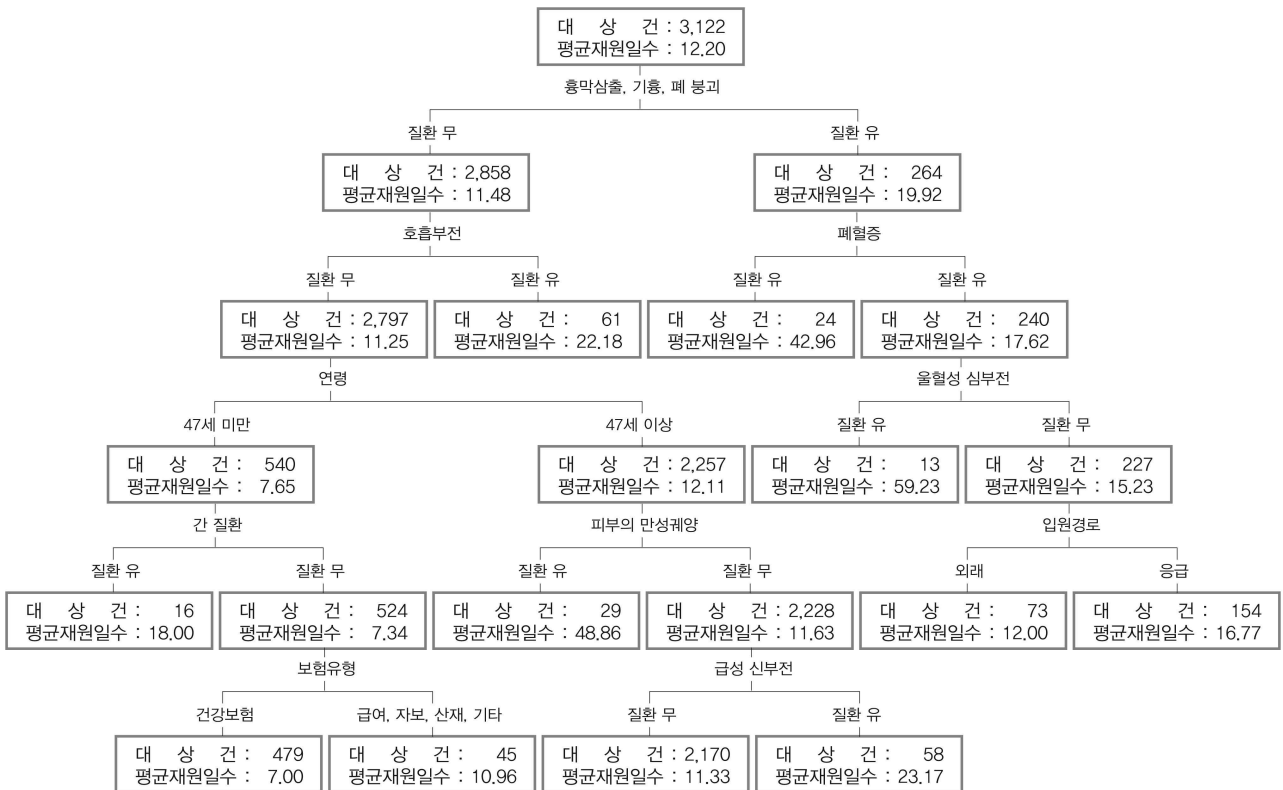
CCI, ECI, CCS진단군을 이용한 동반상병 보정 방법 및 다중회귀분석, 의사결정나무분석, 신경망분석 등 데이터마이닝의 분석기법에 따라 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도 보정 재원일수 모형 9가지를 개발하였다. 개발된 모형의 안정성 및 정확성 확보를 위해 퇴원환자 자료를 모형 개발용인 훈련용 60%와 모형의 내적 타당도 검증용인 검증용 40%로 나누어 분석하였다. Root ASE(adjusted standard error)를 통해 개발된 9개 모형의 모형평가를 실시한 결과 CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 개발된 중증도 보정 재원일수 모형의 Root ASE(adjusted standard error)값이 훈련용 12.383, 검증용 15.633으로 낮아 가장 우수한 모형임을 알 수 있었다<표 8>. 이에 본 연구에서는 CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 개발된 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도 보정 재원일수 모형을 가지고 지역별 재원일수를 비교하였다.

2) 중증도 보정 재원일수 모형 결과

<그림 1>은 CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 재원일수를 분석한 결과를 나타내고 있다. 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 재원일수에 영향을 미치는 요인은 연령, 입원경로, 보험유형, 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴의 동반 유무, 호흡부전 동반 유무, 패혈증

<표 8> Root ASE를 이용한 모형평가

모형		Train(60%) Root ASE	Validation (40%) Root ASE
Charlson comrbidity index	Regression	13.802	16.436
	Tree	13.624	16.006
	Neural Network	13.524	15.945
Elixhauser comrbidity index	Regression	13.520	16.045
	Tree	13.555	16.075
	Neural Network	13.445	15.985
CCS진단군	Regression	12.922	15.771
	Tree	12.383	15.633
	Neural Network	13.076	15.750



<그림 1> 상세불명 병원체 폐렴의 중증도 보정 재원일수 예측 모형 (의사결정나무)

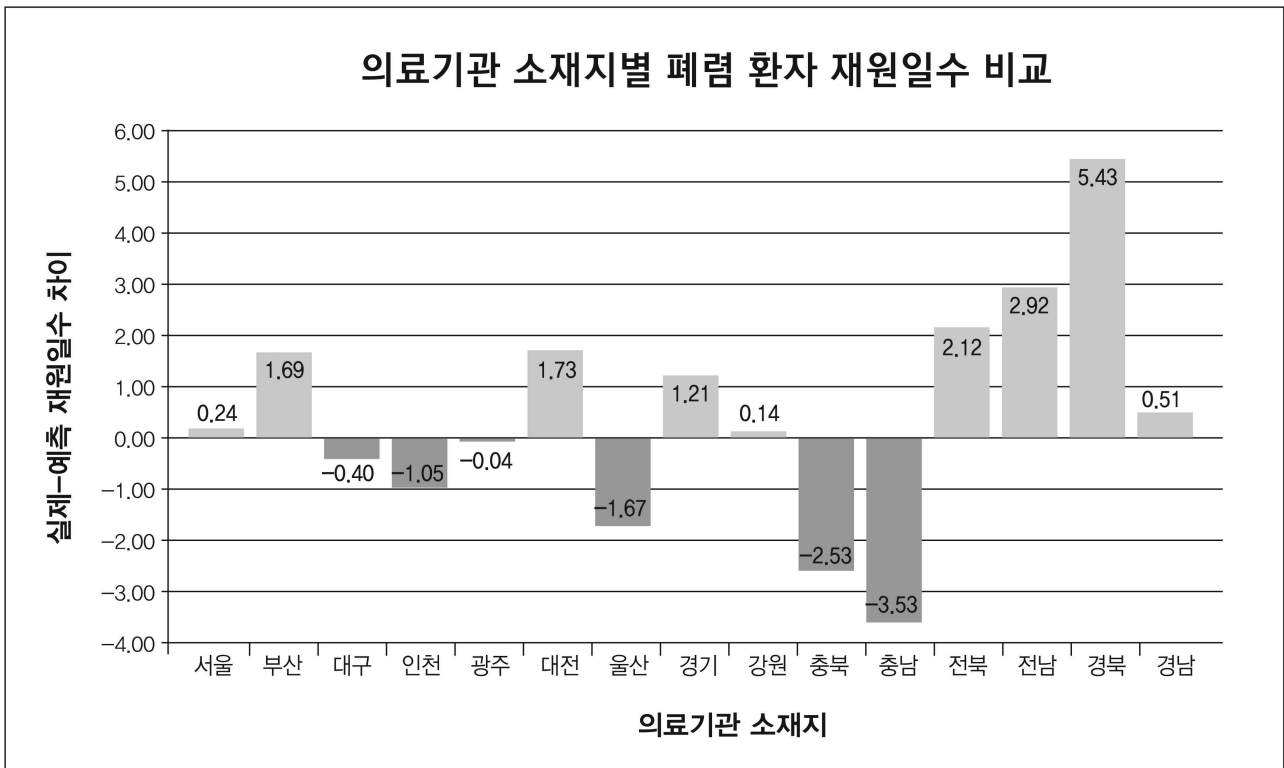
<표 9> 의료기관 소재지별 상세불명 병원체 폐렴의  
재원일수 비교

구 분	N	실제 재원일수 평균	예측 재원일수 평균	실제-예측 재원일수 차이 평균	p
서울	1,338	12.31	12.08	0.24	0.026
부산	339	14.67	12.98	1.69	
대구	336	12.52	12.91	-0.40	
인천	348	11.04	12.09	-1.05	
광주	101	11.59	11.60	-0.01	
대전	213	13.34	11.61	1.73	
울산	101	9.87	11.54	-1.67	
경기	1,109	12.72	11.51	1.21	
강원	275	12.78	12.65	0.14	
충북	73	8.34	10.87	-2.53	
충남	205	9.14	12.67	-3.53	
전북	268	14.12	12.01	2.12	
전남	86	13.95	11.03	2.92	
경북	212	18.08	12.65	5.43	
경남	200	13.75	13.23	0.51	
전체	5,204	12.72	12.11	0.60	

동반 유무, 울혈성 심부전 동반 유무, 간질환 동반 유무, 피부의 만성궤양 동반 유무, 급성 신부전의 동반 유무로 나타났다. 이 중 재원일수에 영향을 미치는 가장 중요한 요인은 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴의 동반 유무였다. 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 재원일수 평균은 12.2일이었으며, 환자가 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴와 호흡부전을 동반하지 않고, 연령이 47세 미만, 간질환을 동반하지 않으며, 보험유형이 건강보험인 경우 재원일수 평균은 7일로 가장 낮았다. 이에 반해 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴와 패혈증을 동반한 경우 재원일수 평균이 42.96일로 높아졌으며, 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴를 동반한 환자가 패혈증을 동반하지 않더라도 울혈성 심부전을 동반하는 경우 재원일수 평균이 59.23일로 월등히 높아졌다.

4. 의료기관 소재지별 상세불명 병원체 폐렴  
재원일수 비교

<표 9>는 CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 개발한 모형을 이용하여 전국 500 병상 이상 의료기관의 소재지별 상세불명 병원체 폐렴



<그림 2> 의료기관 소재지별 상세불명 병원체 폐렴의 재원일수 비교

재원일수의 예측치와 실제치를 비교한 결과이다. 실제-예측 재원일수 차이 평균이 0 이상인 지역 즉, 상세불명 병원체 폐렴의 재원일수 관리가 효율적으로 이루어지지 못하고 있는 지역은 서울, 부산, 대전, 경기, 강원, 전북, 전남, 경북, 경남 등이 있었으며, 이중 경북이 5.43으로 재원일수의 관리가 가장 필요한 지역이었다(그림 2). 실제-예측 재원일수 차이 평균이 0 이하인 지역 즉, 상세불명 병원체 폐렴의 재원일수 관리가 효율적으로 이루어지고 있는 지역은 대구, 인천, 광주, 울산, 충북, 충남 등이 있었으며, 이중 충남이 -3.53으로 재원일수의 관리가 가장 효율적으로 이루어지고 있는 지역이었다.

## V. 고찰 및 제언

본 연구는 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도 보정 재원일수 예측 모형을 개발하고 이를 적용하여 지역별 의료기관의 재원일수를 비교, 평가할 목적으로 수행되었다. 이를 위하여 CCI, ECI, CCS 진단군을 이용한 동반상병 보정 방법별로 다중회귀분석, 의사결정나무분석, 신경망 분석 등 데이터마이닝의 3가지 분석기법을 적용하여 재원일수 예측 모형 9개를 개발한 후 Root ASE(adjusted standard error) 값을 이용하여 평가한 결과 CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 개발된 재원일수 예측 모형이 가장 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 각 국가의 퇴원환자 자료로 별도의 동반상병 중증도 보정 방법을 개발하여 이를 CCI, ECI와 비교한 결과 별도의 동반상병 중증도 보정 방법 예측력이 더 우수하였다는 미국의 AHRQ(2007), 캐나다의 CIHI(2007), 호주의 AIHW(2009) 및 국내의 질병관리본부(2012), 강성홍 등(2013)의 결과와 동일한 결과이다. 이는 퇴원환자의 동반상병을 이용한 진료결과의 중증도 보정 시 일반적으로 사용하는 CCI, ECI 이외 별도의 보정 방법 개발의 필요성을 시사한다. 객관적이고 신뢰성 있는 중증도 보정 모형 개발을 위해서는 본 연구에서 사용한 CCS 진단군 뿐 아니라 다양한 동반상병 보정 방법을 활용하여 중증도 보정 모형의 예측력을 높일 수 있는 방안을 마련하는 것이 필요하며 이에 대한 후속연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서 모형의 평가를 위해 사용한 데이터마이닝

기법 중 의사결정나무 분석을 이용한 재원일수 모형의 Root ASE 값이 가장 낮았던 것은 김유미 등(2011)의 결과와 일치한다. 또한 질환은 다르지만 급성심근경색증, 급성뇌졸중, 머리 내 손상 퇴원환자에 대해 중증도 보정 재원일수 모형을 비교한 결과 의사결정나무 기법으로 개발한 중증도 보정 재원일수 모형의 모형 예측력이 가장 높았다는 질병관리본부(2012), 강성홍 등(2013)의 연구 결과와도 맥락을 같이한다. 이와 같은 결과는 신뢰성 높은 퇴원환자 진료결과의 중증도 보정 모형을 개발하기 위해 전통적으로 사용되는 통계기법인 다중회귀분석 기법 뿐 아니라 의사결정나무, 신경망 분석 등의 기법이 보다 적극적으로 활용되어야 함을 시사한다. 따라서 후속연구에서는 데이터마이닝 기법 뿐 아니라 프로세스마이닝 등 빅데이터 분석에 적용되는 다양한 분석 기법들을 활용할 필요가 있다.

CCS 진단군 동반상병 보정방법을 이용하여 의사결정나무분석으로 상세불명 병원체 폐렴(J18)의 중증도를 분석한 결과 실제 평균재원일수는 12.2일이었다. 이와 같은 결과는 김유미 등(2011)의 9.1일보다 높은 것이었으며, 이재승 등(2005)의 15.0일보다는 낮은 결과였다. 이는 본 연구의 경우 500병상 이상 의료기관을 이용한 환자의 재원일수 변이요인을 규명하고자 한 것임에 비해 김유미 등(2011)의 경우 100병상 이상 의료기관을 이용한 전체 폐렴환자를 대상으로 수행하였고, 이재승 등(2005)은 중증 폐렴환자의 평균 재원일수를 산출한 연구로 연구대상이 상이하여 나타나는 차이로 판단된다.

상세불명 병원체 폐렴(J18) 환자의 재원일수에 영향을 미치는 요인을 보면 연령이 높은 군, 입원경로가 응급인 군, 보험유형이 건강보험 이외인 군의 평균 재원일수가 높았으며, 흉막삼출, 기흉, 폐 붕괴, 호흡부전, 패혈증, 울혈성 심부전, 간질환, 피부의 만성궤양, 급성 신부전 등을 동반한 군에서 평균 재원일수가 높았다. 이와 같은 결과는 연령이 높은 군, 입원경로가 응급인 군, 흉막삼출, 만성폐쇄성 폐질환, 신장 질환을 동반한 군, 동반질환 건수가 높은 군에서 평균 재원일수가 높았다는 국내 선행연구 결과와 일치하는 결과였으며(김유미 등, 2011), 연령이 65세 이상인 군, 호흡부전, 울혈성 심부전, 흉막삼출, 패혈증 등을 동반한 군일수록 재원일수가 높았다는 외국의 선행연구 결과와도 일치하는 결과다(CHSRAUW-Madison, 2013). 보험유형에 따라서는 건강보험 환자보

다 의료급여, 자동차보험, 산재보험 환자의 재원일수가 더 높았으며, 이는 의료급여, 자동차보험, 산재보험 환자는 건강보험 환자보다 의료비 지불에 대한 부담이 적기 때문으로 유추할 수 있다는 선행연구 결과와 일치하는 결과이다(남문희 등, 2011; 강성홍 등, 2013; 김원중 등, 2013).

개발된 상세불명 병원체 폐렴(J18) 환자의 중증도 보정 재원일수 예측 모형에 따라 전국 500병상 이상 의료기관의 소재지별 재원일수를 비교한 결과 예측 재원일수보다 실제 재원일수가 가장 높은 지역은 경북이었으며, 전남, 전북, 대전, 부산 등의 순으로 예측 재원일수보다 실제 재원일수가 높은 것으로 나타났다. 이는 경북, 전남, 전북, 대전, 부산 지역 등의 의료기관은 보다 효율적인 재원일수 관리를 통해 평균재원일수를 단축할 필요가 있음을 의미한다. 보건복지부(2013)에 따르면 인구대비 병상수가 상대적으로 많은 전남, 부산, 전북지역은 재원일수가 길었고, 당일 입퇴원 환자가 차지하는 비율이 높은 서울지역의 경우 재원일수가 상대적으로 짧았다. 따라서 재원일수의 많은 부분이 순수한 임상적 필요에 의해서 뿐 아니라 지역 입원서비스 시장의 상황이나 진료패턴의 차이에 의해서 결정된다고 볼 때 이들 평균 이상의 재원일수를 갖는 지역 의료기관들은 보다 적극적인 재원일수 관리로 재원일수를 단축할 여지가 많다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발된 상세불명 병원체 폐렴(J18) 환자의 중증도 보정 재원일수 예측 모형을 근거로 한 전국 500병상 이상 의료기관의 소재지별 재원일수 비교결과는 지역 의료기관의 재원일수 관리를 위한 기초자료로 활용되어야 한다.

본 연구의 제한점을 간단히 언급하면 다음과 같다. 먼저 재원일수에 영향을 미친다고 볼 수 있는 의료기관의 인력구성, 장비, 시설, 진료행태 등의 변수를 모형개발에 포함하지 않은 점이다. 또한 환자 표본을 500병상 이상 의료기관에서만 추출한 점도 연구의 제한점으로 언급할 필요가 있다. 대형병원의 환자는 중소형 병원 환자보다 중증도는 더 높아 재원일수 증가요인이 있었고, 반면에 대형병원의 인력, 시설, 장비 등의 요인은 재원일수 감소요인으로 작용할 수 있을 것이다. 또한 병원의 규모에 따라 재원일수 관리에 대한 동기요인도 각각 다를 것이라고 볼 때 본 연구에서 제시하는 결과는 대형병원의 경우로 제한하여 해석할 필요가 있다. 이러한 한계점은 본 연구

가 사용한 퇴원손상심층조사 자료에서 수집하는 변수가 제한적이었기 때문이다. 전국적인 표본을 가진 자료로서 퇴원손상심층조사자료가 재원일수 연구에 중요한 자료이지만 향후 연구는 퇴원손상심층조사자료와 함께 병원의 특성을 조사한 자료를 연계하여 재원일수관련 연구를 보다 포괄적으로 접근할 필요가 있다고 하겠다.

### <참고문헌>

강성홍, 석향숙, 김원중(2013). 급성 뇌졸중 환자의 중증도 보정 재원일수 변이에 관한 연구, 디지털정책연구 11(6), pp.221-233

건강보험심사평가원, 서울대학교 의학연구원 의료관리학연구소(2010). 요양급여 적정성 평가 발전방안에 관한 연구: 적정성 평가결과 종합화 방안 및 진료성과 평가지표 개발

건강보험심사평가원(2013). 2013년 관상동맥우회술 적정성 평가 결과

국민건강보험공단, 건강보험심사평가원(2013). 2012 건강보험통계연보

김상미, 황성원(2013). 재원일수 상위 열외군에 영향을 주는 요인, 보건경제와 정책연구, 19(2), pp.81-96

김선자, 강성홍, 김원중, 김유미(2011). 관상동맥우회술 시행환자의 중증도 보정 재원일수 변이에 관한 연구, 품질경영학회지, 39(3), pp.391-399

김원중, 김성수, 김은주, 강성홍(2013). 퇴원손상심층조사 자료를 기반으로 한 급성심근경색환자 재원일수의 중증도 보정 모형 개발, 한국산학기술학회논문지, 14(10), pp.4910-4918

김유미, 최윤경, 강성홍, 김원중(2011). 지역사회획득 폐렴 환자의 중증도 보정 재원일수 분석, 한국산학기술학회논문지, 12(3), pp.1234-1243

김은정(2011). 동반질환 및 동반상병 지수와 수술한 암의 질병부담 간의 관련성, 박사학위논문, 고려대학교 대학원

남문희, 강성홍, 임지혜(2011). 관상동맥중재술 환자의 재원일수 중증도 보정 모형 개발, 한국콘텐츠학회논문지, 11(9), pp.372-383

문경준, 이광수(2013). 입원환자의 집중도 수준에 따른 재원일수 변이 분석 : 분만환자를 중심으로, 한국콘

- 텐츠학회논문지, 13(8), pp.314-323
- 박종호, 김유미, 김성수, 김원중, 강성홍(2012). 퇴원손상심층조사 자료를 이용한 의료기관 중증도 보정 사망비 비교, 한국산학기술학회논문지, 13(4), pp.1739-1750
- 보건복지부, 한국보건사회연구원(2013). 2012년도 환자조사 심층분석
- 이재승, 정주원, 고윤석, 임채만, 정영주, 오연목, 심태선, 이상도, 김우성, 김동순, 김원동, 홍상범(2005). 국내 한 3차 병원 중환자실에 입원한 중증지역획득 폐렴 환자의 원인 미생물과 경험적 항균제 치료 성적의 고찰, Tuberculosis and Respiratory Diseases, 59(5), pp.522-529
- 임지혜, 남문희(2012). 급성심근경색증 환자 중증도 보정 사망 모형 개발, 한국산학기술학회논문지, 13(6), pp.2672-2679
- 질병관리본부(2012). 퇴원손상심층조사 표본 병원 의료정보 질 평가를 위한 중증보정 병원통계 생성모형 개발, 질병관리본부
- 최희선, 임지혜, 김원중, 강성홍(2012). 디지털 병원시대의 급성심근경색증 환자 재원일수의 효율적 관리 방안, 디지털정책연구, 10(1), pp.413-422
- OECD, Korea Policy Centre. (2012). 한눈에 보는 OECD 보건지표 2011
- Agency for Healthcare Research and Quality(2007). National health care Quality Report
- Australian Institute of Health and Welfare(2009). Measuring and reporting mortality in hospital patients
- Canadian Institute for Health Information(2007). HSMR : A New Approach for Measuring Hospital Mortality Trend in Canada
- Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR (1987). A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation, J Chronic Dis, 40(5), pp.373-383
- dr foster intelligence(2011). Inside your hospital, Dr foster hospital guide, 2001-2011
- dr foster intelligence(2013). Real Time Monitoring (RTM) Enabling providers and commissioners to benchmark and monitor clinical outcomes
- Rosenthal GE, Harper DL, Quinn LM, Cooper GS(1997). Severity-Adjusted Mortality and Length of Stay in Teaching and Nonteaching Hospitals: Results of a Regional Study, JAMA, 278(6), pp.485-490
- Borghans I, Heijink R, Kool T, Lagoe RJ, Westert GP(2008). Benchmarking and reducing length of stay in Dutch hospitals. BMC Health Services Research, 8(220), pp.1-9
- Niskanen M, Reinikainen M, Pettila V(2009). Case-mix-adjusted length of stay and mortality in 23 Finnish ICUs, Intensive Care Med, 35, pp.1060-1067
- OECD(2011). Average length of stay in hospitals. Health at a Glance 2011: OECD Indicators, OECD Publishing
- The Center for Health Systems Research and Analysis University of Wisconsin -Madison(2008). Development of Severity-Adjustment Models for Hospital Efficiency Data
- The Center for Health Systems Research and Analysis University of Wisconsin -Madison(2013). Update of Severity-Adjustment Models for Hospital Efficiency Data
- Truven Health Analytics(2013). 50 Top cardiovascular hospitals, 2013 A national benchmark report
- Rifkin WD, Holmboe E, Scherer H, Sierra H(2004). Comparison of Hospitalists and Nonhospitalists in Inpatient Length of Stay Adjusting for Patient and Physician Characteristics, J GEN INTERN MED, 19, pp.1127-1132