

외래 환자의 임상특성이 예약 부도에 미치는 영향 분석

Analysis of the Effect of Patients' Clinical Conditions on No-Shows

이상복(Sangbok Lee)*, 박기택(Kitaek Park)**, 정광현(Kwanghun Chung)***

초 록

본 논문에서는 환자들의 임상특성이 예약 부도에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 미국의 한 보훈병원에 있는 7,055명 환자들의 진단 상병명과 그들의 예약 부도 데이터를 이용하여 진단 상병에 따른 예약 부도의 차이, 진단 상병의 개수에 따른 차이에 대해서 분석 및 비교를 실시하였다. 약물 중독, 우울증과 같은 정신질환과, 고혈압과 같은 만성 질환에서 예약 부도가 유의하게 높게 나타났다. 진단 상병의 개수가 증가할수록 예약 부도가 감소하는 것을 확인할 수 있으나, 진단 상병의 개수가 4개를 넘어서면 예약 부도가 통계적으로 유의하게 감소하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 통계적 분석 과정을 통해 의료 환경에서 수행하고 있는 진료 및 예약 부도 관리의 문제점을 식별하여 제시하였다. 본 논문의 결과는 병원의 예약 부도에 대한 해결책을 찾는 데 이용될 수 있다고 판단된다.

ABSTRACT

This study focuses on analyzing no-shows associated with patients' clinical characteristics described by diagnoses in their medical data. A dataset of 7,055 patient-records from a Veterans hospital in the United States was used to test if there is difference on no-shows along with each patient's diagnosed diseases and the number of diagnoses. Patients with mental diseases such as drug dependence abuse and major depression, and chronic diseases such as hypertension are more likely to no-show. In comparisons with the number of diagnoses, the no-show decreases as the number of diagnoses increases up to four and doesn't change significantly afterwards. We provide managerial insights on clinical operations problems from statistical analysis. We believe that our results can be used to develop appropriate solutions on no-shows in clinics.

키워드 : 예약 부도, 임상특성, 예약관리
no-show, Clinical Conditions, Appointment Management

This research was financially supported by Hansung University.

* First Author, Department of Industrial and Management Engineering, College of Engineering, Hansung University(slee@hansung.ac.kr)

** Co-Author, Department of Industrial and Management Engineering, College of Engineering, Hansung University(pgth6233@gmail.com)

*** Corresponding Author, College of Business Administration, Hongik University(khchung@hongik.ac.kr)

Received: 2017-10-13, Review completed: 2017-10-24, Accepted: 2017-11-06

1. 서 론

환자에게 적절하고 정확한 의료 서비스를 제공하고 병원 자원을 효율적으로 사용하기 위하여 대부분의 병원들은 예약 진료 시스템을 사용하고 있다. 그러나 사회가 고령화 되어감에 따라 의료 서비스 요구가 증가하고, 이는 곧 예약의 증가, 예약 대기의 증가, 그리고 예약 부도(no-show)의 증가로 이어지고 있다[16, 18]. 이러한 상황에서 환자들은 불필요하게 길어진 예약 대기 때문에 건강 상태의 불확실성이 증가하게 되며[6], 불필요한 응급 진료를 받는 경우가 발생하기도 한다[10]. 또한, 병원에서는 의료진들의 진료 효율성이 저하되고 병원 자원을 비효율적으로 운영하게 되어 병원의 수익성이 악화될 수 있다[6]. no-show로 인한 경제적 손실은 국가별 헬스케어 시스템에 따라 다르지만, 영국의 경우 매년 790만 파운드의 비용이 낭비된다고 추정하였으며[1], 미국의 Veterans Health Administration(VHA)에서는 2008년 약 18.0% 정도의 no-show가 발생하였고 이로 인한 비용을 564만 달러로 추정하였다[26]. 국내에서는 2016년 입원 및 수술 no-show로 인한 손실이 한 해 2조 5천 억 원에 달한다고 발표하였다[27]. 즉, 예약 진료 시스템은 no-show로 인해 원하는 효과를 얻지 못하고 오히려 역효과가 나타나고 있으며, 이를 해결하기 위해 병원의 서비스 혁신 노력 및 환자의 no-show에 대한 연구가 매우 다양하게 전개되고 있다.

no-show 관련 문헌을 살펴보면 크게 두 분야의 연구로 구분할 수 있는데, no-show를 줄일 수 있는 운영 방법과 관련된 연구와 no-show를 설명하고 예측하는 것에 초점을 맞춘 연구가 있다. 운영 방법과 관련된 연구의 목적은 주로 병원 예약 관리 시스템의 개선을 통하여 환

자의 예약 대기 시간을 시스템적으로 줄이고 그에 따라 no-show가 발생할 수 있는 가능성을 줄이는 것이다. 예를 들어, Daggy et al.[4], LaGanga and Lawrence[14], Lee et al.[17]은 많은 호텔, 항공사에서 쓰이는 오버부킹(over-booking)을 병원의 예약 관리 시스템에 적용하는 방법에 대해 연구하였다. 그들은 no-show로 예측되는 환자들 수와 walk-in 환자 수의 불확실성을 고려하여 추가로 진료 예약을 받아 예약 대기를 줄이고 결과적으로 no-show를 줄이는 선순환 과정을 만드는 방법에 대해 연구하였다. 이 가운데 Daggy et al.[4]은 실제 no-show 데이터를 가지고 로지스틱 회귀분석을 이용하여 no-show 예측 모형을 만들고 이 모형을 이용하여 예약 진료 시스템의 운영 개선 방법을 찾는데 이용하였다. 이 외에도 ‘당일 예약, 당일 진료’를 통해 예약 대기시간 감소 및 의사와 환자와의 신뢰성 획득을 꾀한 open access 예약 관리 방식도 많은 문헌에서 분석적 방법[3, 11, 16, 17] 혹은 사례 연구[2, 19, 21] 방식으로 연구되었다.

no-show를 설명하고 예측하는 연구는 실제 데이터를 이용하여 no-show에 영향을 줄 수 있는 요인들을 나열하고 통계적 분석 등의 방법을 통해 핵심 요소들을 찾는다. 그리고 이를 이용하여 병원 예약 관리에 시사점을 제시하거나, 대안을 제시한 뒤 적용 사례연구를 통해 대안의 효과에 대해 분석하고, 환자 별 no-show 확률에 대해서 예측하기도 한다. 많은 연구에서 환자의 연령, 보험 유형, 지역, 초/재진, 의사의 연차 등을 no-show를 설명할 수 있는 요인으로 보고 이들의 관계에 대해서 분석하였다[5, 12, 18, 23, 24, 25]. 그 가운데 Min and Koo[18]는 미국의 한 퇴역 군인 병원의 자료를 이용하여 인적특성, 임상특성, 예약특성으로 분류된

3가지 요인으로 no-show를 분석하였다. 인적 특성으로는 나이, 거주지부터 병원까지의 내원 거리, 성별 등을 이용하였고, 임상특성으로는 환자가 보유하고 있는 상병 12종을 고려하였으며, 예약특성은 예약요일, 재진여부, 예약 대기 시간을 요인으로 설정하였다. Min and Koo[18]는 예약대기시간, 나이 요인, 상병 요인들의 유의한 영향을 확인하였으며, 로지스틱 회귀분석을 이용하여 no-show 예측 모형을 개발하였다. Kwon et al.[12]은 2013년부터 2014년까지 서울 지역의 한 대학병원 외래진료 예약의 데이터베이스를 이용하여, 인구사회학적 요인, 예약 관련 요인, 진료 요인으로 나누어 no-show 발생 요인에 대한 원인을 규명하고, 각각의 요인별 no-show 비율이 높게 나타나는 그룹을 찾고 그 결과를 기존 문헌과 비교하였다. 이를 바탕으로 no-show 관리용 별도 데이터베이스 구축이 좋은 방법이 될 것이라고 제시하였다. 뿐만 아니라 분석 결과를 바탕으로 no-show가 높게 나타나는 환자 군의 정확한 정보 획득, 신뢰도를 기반으로 하는 충성심 획득, 병의 경중에 따른 no-show 관리군 설정 등의 방안을 제안하였다. 여기에서 언급한 Min and Koo[18]와 Kwon et al.[12]의 연구는 내원 환자들의 no-show를 설명하고 예측하는데 상병 요인도 영향력이 있음을 시사하여 상병의 영향에 대한 본 연구의 기반을 마련하였다.

본 논문에서는 환자 개개인이 가지고 있는 상병이 no-show에 미치는 영향에 대해 집중적으로 분석하고자 한다. Kwon et al.[12]은 연구의 한계점을 명시하면서 환자의 상병이 no-show에 미치는 영향이 있을 것이라는 가설을 제시하였고, 추후 상병군에 대한 no-show 연구가 필요할 것이라고 명시하였다. 이러한 결과를 바탕으로 본 논문은 주기적으로 방문하

는 환자들이 갖고 있는 15개 상병이 no-show에 미치는 영향력의 차이를 각 상병 별로, 그리고 종합적으로 분석하여, 환자의 병력 및 상병 특성과 no-show와의 관계를 규명한다. 이는 기존 관련 문헌에서 많이 다루어졌던 나이, 예약시간, 재진여부 등과 같은 요인에 상병이라는 요인을 추가하는 것으로써, no-show 원인 분석과 no-show 관리에 새로운 기여를 할 수 있으리라 기대된다. 또한, 본 논문은 환자의 상병과 no-show와의 관계 분석 결과와 상병의 특성을 결합하여 no-show를 줄일 수 있는 방법에 대한 시사점을 제공한다. 본 논문의 결과는 차후 no-show 관리 방법으로 쓰이고 있는 SMS와 해피콜과 같은 알림 서비스, 예약 방문 환자에게 주어지는 장려 우대책[13], no-show 예방 캠페인[7]과 같은 방법의 적용에 근간 정보로 이용될 수 있으며, 결과적으로 환자에게 정확하고 좋은 품질의 의료 서비스 제공과 병원 경영의 효율성 향상에 기여할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상

본 논문에서 사용한 데이터는 미국의 한 보훈병원 외래 진료에 대한 2년간의 기록을 정리한 것으로 총 32개의 속성(attribute)을 가지고 있으며, 환자 수를 기준으로 총 7,055명의 no-show 비율, 임상 특성, 연령 등이 기록되어 있다. 여기서 no-show 비율은 %no-show로 기록되어 있는데, no-show 발생 횟수를 총 예약 횟수로 나눈 값으로, 예약된 날짜 이전에 병원 측에 연락을 하지 않고 일방적으로 예약을 파기한 비율을 의미한다. 임상 특성은 환자의 상병 진단

여부를 의미하며 데이터에 기록된 상병은 다음과 같다.

- ① 고지혈증(HLD: Hyperlipidemia)
- ② 당뇨병(Diabetes)
- ③ 전이성고형종양(MST: Metastatic Solid Tumor)
- ④ 치매(Dementia)
- ⑤ 만성폐쇄성폐질환(COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease)
- ⑥ 고혈압(HTN: Hypertension)
- ⑦ 관상동맥질환(CAD: Coronary Artery Disease)
- ⑧ 심근경색(MI: Myocardial Infarction)
- ⑨ 울혈성심부전(CHF: Congestive Heart Failure)
- ⑩ 심방세동(Atrial Fibrillation)
- ⑪ 뇌졸중(Stroke)
- ⑫ 약물의존성남용(Drug Dependence Abuse)
- ⑬ 조현병(Schizophrenia)
- ⑭ 주요 우울증(Major Depression)
- ⑮ 만성통증(Chronic pain)

환자 개개인이 1회 특정 상병으로 진단되었더라도 이에 대한 기록이 남아있다. 즉, 뇌졸중(Stroke)나 심근경색(MI)과 같은 급성 질환으로 인해 병원에 1회 방문하더라도 해당 환자의 기록에는 해당 상병이 병력으로 남아있게 된다. 이는 급성으로 방문하여 기록이 남아있어도 동일 상병으로 인한 추가 예후나 추가 치료 등의 목적으로 병원에 꾸준히 방문을 할 수 있기 때문에 no-show 분석에는 포함될 수 있다.

본 연구 수행을 위해 데이터의 정제를 실시하였는데, 첫째 %no-show가 0.80 이상 데이터의 수가 52개로 매우 미비하여 이 구간에 속한 데이터를 제거하였다. 둘째, 본 데이터에는 남성 6939명, 여성 116명으로 성비가 매우 크게 되어 있어, 성별에 대한 구분은 하지 않고 분석을 실시하였다.

2.2 연구 방법

본 연구는 우선 앞에서 언급한 15가지 상병 간 상관관계 분석, 그리고 상병과 나이와의 상관관계 분석을 통해서 상병의 특성을 이해하고, no-show와 관련하여 다음과 같은 분석들을 실시한다. 첫째, 환자의 상병 병력이 no-show에 미치는 영향을 분석하고, 둘째, 상병 간 no-show 비율의 차이를 비교하며, 마지막으로 진단된 상병의 개수에 따른 no-show 분석을 수행한다. 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

상병 특성에 대한 이해를 위해서 환자들의 상병 진단 유무를 표시하는 이진 코드를 가지고 상병들 간 spearman 상관계수를 계산하여 상관 분석을 실시한다. 그리고 10년 단위로 구분된 환자의 연령대와 각각의 상병 사이의 상관 분석을 통해서 나이와 상병의 연관성을 파악한다.

상병 병력이 no-show에 미치는 영향을 확인하기 위하여 각각의 상병으로 진단되었던 환자와 상병에 해당되지 않았던 환자 사이의 %no-show를 비교한다. no-show를 0.10 단위 구간으로 나누어 모든 구간 도수 분포가 다른지 카이제곱 검정을 이용하여 검정한다. 상병 진단 여부와 no-show사이에 상호 관련성이 낮다면 모든 구간에 동일한 도수 분포를 보일 것이며, 상병 진단 여부에 따라 no-show 변동이 있다면 다른 도수 분포를 가지게 될 것이다. 이와 같은 카이제곱 검정을 통해 이후 no-show 연구에 사용되는 상병들을 추려내게 된다. no-show 비율이 상병 진단 여부에 따라 변하지 않는다면 이들은 no-show를 설명할 요인으로 미흡하다는 것이며, 이는 환자의 no-show가 해당 상병 보다는 다른 원인에 의해 더 크게 영향을 받는다는 것을 의미한다.

상병 별로 환자들의 no-show 비율 비교는 모임오류수준을 5.0%로 유지할 수 있도록 Tukey 방식을 사용한 다중비교로 하여, 상병에 따라 %no-show가 다르게 나타나는지 확인한다. 모든 쌍의 비교를 수행하여 no-show가 유의하게 낮은 상병과 높은 상병으로 분류하고 이를 바탕으로 해석한다. 그리고 no-show를 10.0% 단위로 나누어 각각의 no-show 구간에 환자들이 어떻게 분포되어 있는지 확인하고, no-show 비율 분포가 상병마다 다른지 확인한다.

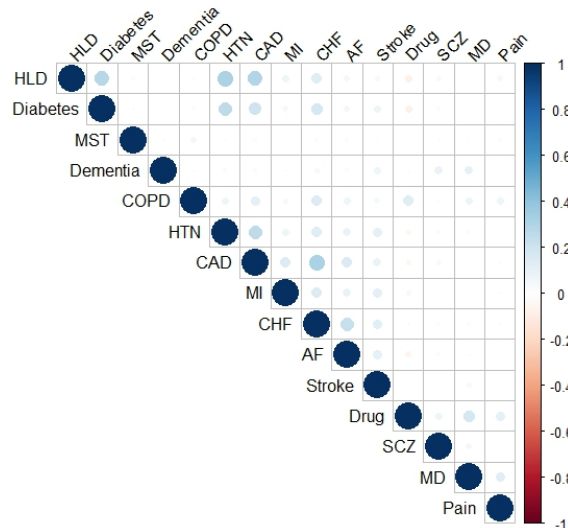
마지막으로 진단 상병의 개수에 따른 no-show 비율의 변화는 분산분석(Analysis of Variance)으로 ‘진단 상병 개수’가 no-show 비율 변화를 야기하는 요인인지 확인하고, 사후 분석으로 상병 개수 별 차이에 대한 검정을 실시한다. 이때도 역시 Tukey 방식을 이용하여 모임오류수준을 5.0%로 유지하도록 한다. 추가로 주로 다른 상병과 같이 진단되는 상병의

종류와 단독으로 진단되는 상병을 분류하여 no-show 관리에 대한 시사점을 도출한다.

3. 연구 결과

3.1 상병 특성 기본 분석

상병 특성과 %no-show와의 상관관계를 조사한 결과는 <Figure 1>에 요약되어 있다. <Figure 1>은 원의 크기와 색으로 상관 정도를 나타내고 있는데, 원이 클수록 색이 짙을수록 강한 상관관계를 의미한다. 예를 들면, HLD와 HLD가 만나는 곳은 매우 짙은 짙은 원이 있는데, 동일 변수간의 상관 계수는 1이므로 이와 같이 표현되어 있다. 각각의 상관계수는 상관계수가 1인 원의 크기와 색을 기준으로 상대적으로 확인할 수 있다.



*AF = Atrial Fibrillation; CAD = Coronary Artery Disease; CHF = Chronic Heart Failure; COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Drug = Drug Dependence Abuse; HLD = Hyperlipidemia; HTN = Hypertension; MD = Major Depression; MI = Myocardial Infarction; MST: Metastatic Solid Tumor; Pain = Chronic pain; SCZ = Schizophrenia.

<Figure 1> Correlation Matrix between Two Diseases

<Figure 1>에서 보면 고지혈증(HLD), 당뇨(Diabetes), 고혈압(HTN), 관상동맥질환(CAD) 사이의 상관 표시하는 원의 크기나 색이 다른 원에 비해서 더 크고 짙게 나타나고 있으며, 이들의 Spearman 상관계수는 모두 0.30 가량으로 나타났다. 추가적으로 관상동맥질환(CAD)과 울혈성심부전(CHF) 간에도 상관계수가 0.30 정도로 유의하게 나타났다.

상병과 %no-show의 상관관계가 상병의 특징이 아닌 나이에 의해 결정되는지 파악하기 위해 상병과 나이의 관계를 조사하였다. Davis et al.[5]을 비롯한 기존의 여러 연구에서 나이와 no-show 비율의 상관관계가 존재한다는 결과가 있었으며, 본 연구에서도 나이와 평균 %no-show를 분석했을 때, 나이가 증가할수록 %no-show가 통계적으로 유의하게 감소한다는 결과를 얻었다. 한편 각각의 상병과 연령 사이의 연관성을 확인하기 위해 상관 검정을 실시한 결과(<Table 1> 참조) 15개의 상병 모두

에서 유의한 상관관계($p\text{-value} < .001$)를 확인할 수 있었다. 다만 상관계수는 고혈압(Hypertension)에서 최대 0.33이 나왔고 심근경색(Myocardial Infarction), 전이성고형종양(Metastatic Solid Tumor), 조현병(Schizophrenia)에서 0.05 내외의 상대적으로 낮은 상관 계수가 나타났다.

3.2 환자의 상병 병력에 따른 no-show 비율의 변화

상병 병력에 따라 %no-show에 차이가 존재하는지 카이제곱 검정을 실시한 결과, 고지혈증, 당뇨, 만성폐쇄성폐질환, 고혈압, 관상동맥질환, 심근경색, 울혈성심부전, 심방세동, 뇌졸중, 약물의존성남용, 주요 우울증, 만성 통증에서 no-show에 유의한 차이가 나타났다. 이 가운데 약물의존성남용, 주요 우울증, 그리고 만성 통증으로 진단되었을 때, no-show 비율이 유의하게 증가하는 결과를 얻었다.

<Table 1> Correlation Analysis Between Age and Each Disease

Diseases/Symptoms	Correlation Coefficient	P-value
Hyperlipidemia(HLD)	0.19	< .001
Diabetes	0.18	< .001
Metastatic Solid Tumor(MST)	0.06	< .001
Dementia	0.09	< .001
Chronic Obstructive Pulmonary Disease(COPD)	0.11	< .001
Hypertension(HTN)	0.33	< .001
Coronary Artery Disease(CAD)	0.31	< .001
Myocardial Infarction(MI)	0.04	.001
Congestive Heart Failure(CHF)	0.19	< .001
Atrial Fibrillation	0.19	< .001
Stroke	0.10	< .001
Drug Dependence Abuse	-0.26	< .001
Schizophrenia(SCZ)	-0.05	< .001
Major Depression	-0.13	< .001
Chronic pain	-0.11	< .001

진단되었을 때 %no-show의 변동이 유의하지 않은 상병들로는 전이성고형종양, 치매, 조현병, 심근경색이 있었다. Min and Koo[18]는 로지스틱 회귀분석 모형에 들어가는 설명 변수를 선택하기 위해 의사결정나무(decision tree)를 이용하였는데, 전이성 고형종양과 치매가 no-show를 예측하는데 중요도가 떨어진다고 하였다. 본 연구의 데이터 분석 결과는 이와 일치한다. 즉, 분석 결과를 해석하면 no-show발생은 이들의 진단 여부와 연관성이 크지 않다고 할 수 있으나 이는 올바른 해석이 아니다. 데이터를 재검토한 결과, 전이성고형종양, 치매, 조현병, 심근경색이 있던 환자들의 no-show 발생 건수가 상대적으로 매우 적었기 때문에, 각 %no-show 구간 별 차이를 통계적으로 유의하게 보기 어려웠음이 드러났다. 전이성고형종양, 치매, 조현병, 심근경색을 병력으로 가진 환자 가운데 한 번이라도 no-show를

한 환자의 비율은 각각 1.5%, 1.3%, 1.7%, 4.4% 정도였다. 상기 상병은 급성 또는 중증도가 높은 병이며 이들을 병력으로 가지고 있던 환자들의 no-show 비율이 낮게 나타나는 것은 당연하다. 본 연구에서 이용한 데이터로는 위의 4가지 상병이 no-show 변동에 영향을 주지 못하므로, 이후 분석에서는 제외하였다.

3.3 상병들 간 no-show 비율 비교

no-show가 발생했을 때, 상병들 간 %no-show에 차이가 존재하는지 %no-show의 평균값을 다중 비교를 통해 확인하였다. 5%의 모임 오류수준으로 Tukey 방식을 이용한 분석결과는 <Table 2>에 정리하였다. <Table 2>의 값은 각각의 상병을 가진 환자들 가운데 no-show를 한번이라도 한 환자들의 %no-show 평균값을 이용하여 상병 간 비교를 실시한 결과다. 앞에서

<Table 2> Multiple Comparisons of no-show Rates Between Diseases

	HLD	Diabetes	COPD	HTN	CAD	CHF	AF	Stroke	Drug	MD	Pain
HLD			O -	O -					O -	O -	O -
Diabetes									O -		O -
COPD									O -		
HTN					O	O	O		O -		
CAD									O -	O -	O -
CHF									O -	O -	O -
AF									O -	O -	O -
Stroke									O -		
Drug										O	
MD											
Pain											

*AF = Atrial Fibrillation; CAD = Coronary Artery Disease; CHF = Chronic Heart Failure; COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Drug = Drug Dependence Abuse; HLD = Hyperlipidemia; HTN = Hypertension; MD = Major Depression; Pain = Chronic pain.

*O: Statistically significantly different.

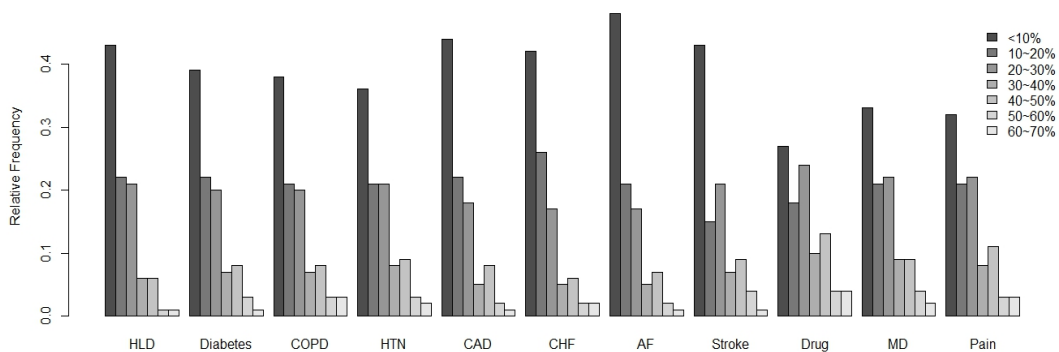
*-: (mean of the row's %no-show)-(mean of the column's %no-show) < 0.

연급한 것과 같이 전이성고형종양, 치매, 조현병, 심근경색은 분석대상에서 제외하였고, 총 11개의 상병들을 서로 비교하였다. <Table 2>에서 'O'로 표시한 곳은 두 상병들 사이에 평균 no-show 비율이 유의한 차이를 보이는 것을 의미하며, '-'로 표시한 곳은 (행에 있는 상병 환자들의 no-show 비율)보다 (열에 있는 상병 환자들의 no-show 비율)이 더 크다는 것을 의미한다. '-'는 차이가 유의한 경우에만 표시를 하였다.

<Table 2>를 보면, 고지혈증(HLD)과 유의한 차이를 보이는 상병들이 많으며 '-'로 표시되었기 때문에 고지혈증의 no-show 비율이 낮다고 볼 수 있다(즉, 고지혈증-나머지 상병 < 0). 자세히 살펴보면 약물남용, 주요 우울증, 통증보다 고지혈증의 no-show가 낮게 나타나고 있으며, 역시 만성폐쇄성폐질환과 고혈압보다 no-show가 낮게 나타나고 있다. 고혈압(HTN)은 약물의존성 남용(Drug Dependence Abuse)을 제외하고 관상동맥질환(CAD), 울혈성심부전(CHF), 심방세동(AF)에 비해서 no-show 비율이 상대적으로 높게 나타났다(즉, 고혈압-다른 상병 > 0). 약물의존성 남용과 주요 우울증

과 같은 정신 관련 상병과 만성 통증에서도 no-show 비율이 상대적으로 높게 나타났다.

지금까지는 상병에 따른 평균 %no-show의 차이와 그 원인에 대해서 논의하였는데, 상병별 %no-show의 분포에 대해서도 분석할 필요가 있다. <Figure 2>는 상병별 %no-show의 분포를 요약해서 보여주고 있다. %no-show를 10.0% 단위로 나누어 no-show 비율이 10.0% 미만인 범주부터 최대 70.0% no-show까지 각 범주 별 환자 수를 바탕으로 도표를 구성했다. 각각의 상병을 보유한 환자들의 수에 차이가 있기 때문에 <Figure 2>에서는 상대적 도수로 나타내어 각각의 상병마다 막대 값을 다 더하면 1이 되도록 표시하였다. <Figure 2>를 보면 대부분의 상병에서 10.0% 미만의 도수가 가장 높았고, 10.0~20.0%와 20~30% 구간은 도수가 유사하지만 10% 미만의 도수보다는 상대적으로 적게 나타났다. 50.0% 이상의 no-show 비율을 보이는 환자의 수는 매우 적었고, 30.0~40.0%의 no-show 비율을 보이는 환자 수는 40.0~50.0%의 환자 수와 비슷하지만 대부분 조금씩 적었다.



* AF = Atrial Fibrillation; CAD = Coronary Artery Disease; CHF = Chronic Heart Failure; COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Drug = Drug Dependence Abuse; HLD = Hyperlipidemia; HTN = Hypertension; MD = Major Depression; Pain = Chronic pain.

<Figure 2> no-show Rate Distributions of Diseases

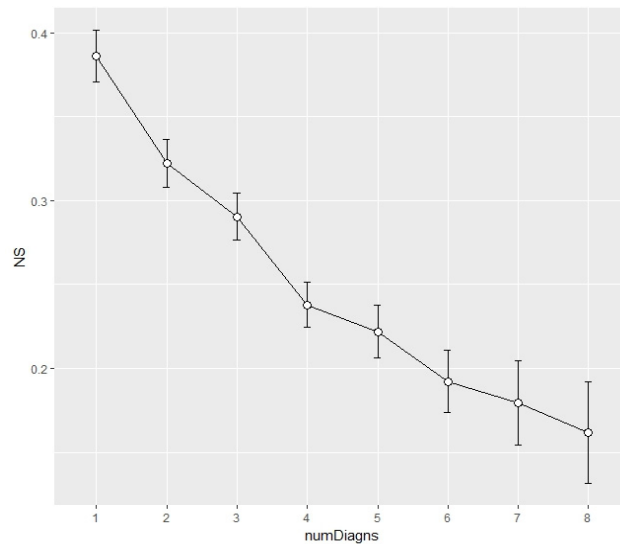
<Figure 2>에서 주목할 점은, 대부분의 분포가 동일하지 않지만 유사한 형태를 보이고 있다는 것이다. 앞에서 고지혈증, 고혈압, 약물 의존성남용, 주요 우울증, 그리고 만성 통증과 같은 특정 상병들의 평균 %no-show가 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인했으나, 각각의 %no-show 분포는 대개 일정한 형태를 보이고 있다. 다만 약물의존성남용, 주요 우울증, 통증에서 10.0% 미만의 no-show 비율을 보이는 환자의 수가 10.0~20.0%나 20.0~30.0% 구간의 수에 비해 적거나 압도적으로 많지 않은 모습을 보이고 있는데, 이는 이러한 상병에서 환자들의 no-show가 상대적으로 많이 발생하고 있다는 점을 설명하고 있다.

3.4 환자의 진단 상병의 개수에 따른 no-show 비율 변화

마지막으로 본 절에서는 환자가 보유한 상

병의 개수와 no-show와의 관계에 대해서 살펴해보도록 한다. 본 논문에서는 단독 상병으로 진단받은 환자부터 총 8개까지 다중 진단을 받은 환자의 데이터를 분석하였다. 9개부터 최대 11개까지도 존재했으나, 그 수가 총 38명(9개 28명, 10개 8명, 11개 2명)으로 매우 적어 통계적 분석에 적합하지 않아서 제외하였다.

<Figure 3>은 진단된 상병의 개수 별 환자의 %no-show 평균과 개별 95.0% 신뢰구간을 표시한 것으로, 진단 상병의 개수(numDiagns)가 많아질수록 no-show가 감소하고 있음을 보여주고 있다. 단일 상병으로 진단받은 환자의 평균 %no-show는 37.8%인데, 상병의 개수가 8개인 환자의 평균 %no-show는 16.2%로 55.8% 가량 감소하였다. 진단 상병의 개수를 요인으로 하여 ANOVA를 수행한 결과, 진단 상병의 개수는 %no-show에 통계적으로 유의한(p-value < .001) 영향을 미치고 있다고 결론 지을 수 있다.



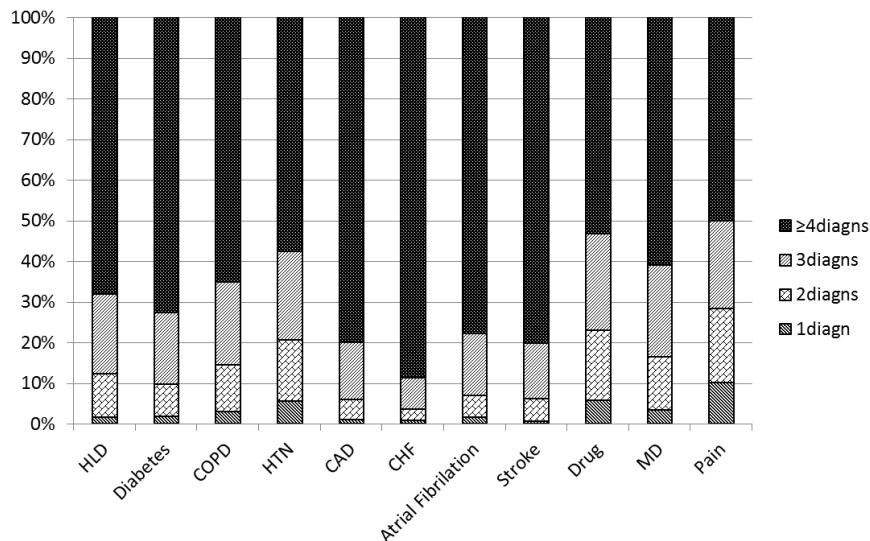
<Figure 3> %no-show(NS) Against the Number of Diagnoses(numDiagns) with 95% Individual Confidence Interval

ANOVA 사후 분석으로 상병의 개수 별 차이를 판별하기 위해 8개 진단명 개수의 모든 쌍에 대한 다중 비교를 수행하였다. 전체 유의수준을 5.0%로 하여 Tukey 방식을 적용한 결과 1, 2, 3개까지는 %no-show가 모두 다르며, 4개 이상으로 다중 진단을 받은 환자의 no-show 비율의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 즉, 환자의 상병의 개수가 증가할수록 평균 no-show 비율은 감소하나, 4개 이상의 상병을 병력으로 가지게 되면 no-show의 감소폭은 유의하지 않다는 의미이다.

상병을 포함한 진단 상병 개수 별 no-show의 변동도 대체적으로 <Figure 3>과 유사한 형태를 보인다. 예를 들면, 고혈압을 포함한 상병 개수에 따른 no-show 변동을 조사해보면, 진단된 상병의 수가 증가할수록 no-show 비율이 유의하게 감소하고 있다. 이러한 형태는

대부분의 상병에서 발견되었으나, 뇌졸중, 울혈성심부전, 관상동맥질환, 심방세동과 같은 상병에서는 단독으로 진단된 환자가 매우 적거나 거의 없어 진단 상병의 개수가 2개 이상이 되는 경우부터 no-show 분석이 가능했다. 이들은 고지혈증, 당뇨, 고혈압, 폐질환과 같은 상병을 위험 요인으로 가지고 있으며, 단독 발생의 가능성이 낮은 상병으로 알려져 있다.

<Figure 4>는 각각의 상병들이 다중 진단의 경우에서 얼마만큼 나타나는지 설명하고 있다. <Figure 4>에서 보면 뇌졸중, 울혈성심부전, 관상동맥질환, 심방세동의 단독 발생(1 diagn)은 매우 적고, 4개 이상의 상병으로 다중 진단되었을 때(≥ 4 diagns)의 비율이 매우 크게 나타난다. 반면 고지혈증, 당뇨, 고혈압, 만성폐쇄성폐질환과 같이 타 상병의 위험 요인에 속하는 상병들은 복합 발생 비율이 상대



*CAD = Coronary Artery Disease; CHF = Chronic Heart Failure; COPD = Chronic Obstructive Pulmonary Disease; Drug = Drug Dependence Abuse; HLD = Hyperlipidemia; HTN = Hypertension; MD = Major Depression; Pain = Chronic pain

<Figure 4> Proportion of the Number of Diagnoses (diagns) Corresponding to Each Disease

적으로 작게 나타나고 있다. <Figure 4>를 보면 약물의존성남용, 주요 우울증과 같은 정신 관련 상병과 만성 통증에서 역시 복합적으로 진단되는 비율이 매우 낮았으며 단독 진단 비율은 상대적으로 높게 나타났다. 이들은 다른 상병보다 높은 no-show 비율을 나타내고 있으며(제 3.3절 참조), 본 연구에서 고려된 타 상병과의 관련성이 상당히 적은 편이다(<Figure 1> 참조). 이러한 상병의 단독 진단의 경우 no-show는 앞에서 언급한 것과 같이 상당히 높은 편에 속하며, 이들을 포함한 다중 진단의 경우에도 다른 상병을 포함한 다중 진단의 경우보다 전반적으로 no-show 비율이 높게 나타났다. 다만 진단 상병의 개수가 많아질수록 이러한 특이점은 점차 감소하는데, 이는 다른 상병과 동일 데이터를 공유하는 경우가 많기 때문이다.

4. 논 의

본 논문에서는 환자의 의료 데이터를 이용하여 환자의 임상특성에 따른 no-show의 변동에 대해서 분석하였다. 환자의 no-show에 대한 관리는 환자에게 지속적이고 안정적인 의료 서비스를 제공하는데 도움이 될 뿐만 아니라, 병원 자원의 효율적 운용에도 매우 밀접한 관계가 있다. 이러한 이유로 병원에 내원하는 환자들의 no-show에 대한 연구는 꾸준히 있어왔으며, 기존 문헌들은 주로 환자의 나이, 성별, 예약 기간, 병원까지의 거리 등으로 no-show를 분석하고 예측하였다. 몇몇 문헌들[4, 18]이 환자의 임상 특성을 기록한 데이터를 no-show 예측에 적용하였으나, 임상 특성과

의 연관성을 집중적으로 분석함에 있어 미흡함이 있었다. 따라서, 본 연구에서는 환자가 보유하고 있는 상병 데이터와 no-show 기록을 이용하여, 상병의 특성, 상병의 유무에 따른 no-show 변동, 상병 별 no-show 비교, 그리고 진단되었던 상병의 개수와 no-show 변동에 대해 분석하여 임상 특성이 no-show에 미치는 영향에 대해 다각도로 분석하였다.

환자가 가지고 있는 상병 목록을 가지고 상병들 간 발병 빈도의 상관관계를 분석한 결과 일반적으로 연관성이 있다고 알려져 있는 상병들 간에는 유의한 상관관계가 나타났다. 예를 들면, 고지혈증을 가진 환자가 고혈압도 같이 가지고 있는 경우가 많았으며, 고지혈증, 당뇨, 고혈압, 관상동맥질환 사이에는 이러한 상관관계가 유의하게 나타났다. 또한, 만성폐쇄성폐질환과 울혈성심부전 사이에도 유의한 상관관계가 발견되었다. 이들의 상관 정도를 나타내는 상관계수는 최대 0.30정도로 매우 크지는 않았으나, 여러 의학 논문에서 나온 결과와 유사한 수준이었다. 추가적으로 본 논문에서는 환자의 나이와 상병 간의 상관 관계를 살펴보았는데, 데이터에 있는 모든 상병에서 나이와의 상관관계가 유의하게 나타났다. 즉, 나이가 많을수록 각각의 상병 발생률이 유의하게 높아진다는 의미이다. 여기에서도 역시 상관 계수가 0.33 정도에 머물렀는데, 이는 본 연구에서 분석한 환자들의 연령대가 50대 이후가 상대적으로 많기 때문에 나이와의 상관 정도가 더 크게 나타나지 않았다고 생각된다.

상병의 유무에 따른 no-show 변동을 살펴본 결과, 데이터에 기록된 15가지 상병들 가운데 8종에서 no-show 비율이 유의하게 낮게 나타났다. 정신적 상태와 연관된 상병인 약물

의존성남용이나 주요 우울증에서 그리고 만성적 질환인 만성 통증에서 no-show 비율이 유의하게 높아졌고, 이는 곧 이러한 상병으로 진단받을 경우 환자는 병원에 더 내원하지 않는다는 것을 의미한다. 주요 우울증, 약물중독과 같은 증세는 쉽게 호전되기 어렵지만 꾸준한 치료를 통해 해결해야 한다. 그럼에도 불구하고 정신 관련 상병을 가진 환자들은 no-show 비율이 매우 높다고 익히 알려져 있다. 병원에서는 환자의 만족도 조사 및 진료 환경 개선을 통해 환자들과의 신뢰성을 구축하는 전략이 필요할 것이다[20, 22]. 한편 만성 통증의 no-show가 유의하게 높아진 이유는 만성이지만 원인 불명인 경우 내원을 통해서 쉽게 완화되지 않기 때문이라고 추정할 수 있다. 그러나 통증의 종류가 매우 다양하기 때문에 이에 대한 일반적 해석은 어렵다. no-show 변동이 유의하게 변화하지 않은 4개 상병들은 전이성고형종양, 치매, 심근경색, 조현병이었다. 이들은 no-show 변동과 영향이 없는 상병으로 해석하기 보다는, 전체적으로 상당히 낮은 no-show를 기록하는 상병이었기 때문에, 상대적 차이를 보는 통계 검정에서는 유의하지 않게 나왔다고 판단하는 것이 옳다. 즉, 이와 같은 상병이 발견되었을 때나 이후에도 환자들은 병원에 예약한 대로 내원했던 것을 의미한다.

상병 별 no-show 비율의 비교에서는 앞에서 언급한, 발생시 no-show가 유의하게 증가한 상병들(약물중독, 주요 우울증, 만성통증)의 no-show 비율이 타 상병보다 유의하게 높았다. 또한 고혈압이나 만성폐쇄성폐질환에서 유의하게 높은 no-show 비율을 보였는데, 이들은 장기적이고 지속적인 관리가 필요하며 한 두 번의 내원으로 치료가 쉽게 이루어지지 않

는다는 특성을 가지고 있다. 환자 입장에서도 꾸준한 복약과 자기 관리가 필요한 상병으로 이해하고 있으며 그에 따라 no-show가 상대적으로 유의하게 많이 발생한다고 볼 수 있는 것이다. 그런데, 고혈압과 유의하게 높은 상관 관계를 갖는(<Figure 1> 참조) 고지혈증의 no-show는 분석했던 상병들 가운데 유의하게 가장 낮은 편에 속한다는 특징이 있었다. 고지혈증은 고혈압, 당뇨와 같은 상병과 밀접한 관련이 있으며 고지혈증 역시 꾸준한 관리가 요구됨에도 불구하고 유의하게 낮게 나타난 것이다. 이는 환자들이 고지혈증에 대해 올바르게 이해하고 있지 못하기 때문이라고 유추할 수 있다. 고지혈증이라는 상병을 단기 내원 치료와 진료를 통해서 쉽게 완화시킬 수 있을 것이라고 생각할 수 있으며, 고지혈증과 뇌졸중의 관련성을, 고혈압 혹은 당뇨와 뇌졸중과의 관련성보다 더 크게 인지하고 있을 가능성이 있다. 이러한 가정은 병원에서 재검토할 필요가 있으며, 고지혈증 환자들이 자신의 진단 상병에 대해 명확히 이해할 수 있도록 노력할 필요가 있다. 이 외에 울혈성심부전, 관상동맥질환, 심방세동의 병력을 가지고 있는 환자들의 %no-show는 유의하게 낮게 나왔다. 이들 모두 심장과 관련된 상병이며 상대적으로 중증도가 높고 재발의 가능성도 높기 때문에 나타난 결과라고 볼 수 있다.

환자가 가지고 있는 진단 상병의 개수가 적을수록 병원에서는 no-show를 줄일 수 있는 다양한 방법을 더 적극적으로 모색할 필요가 있다. 한 가지 상병 진단을 가진 환자들의 no-show 비율은 0.37정도로 비교적 크게 나타났고, 수가 많아질수록 no-show는 유의하게 감소하는 모습을 보였다. 환자의 상병 악화와 추가

발병 가능성을 줄이기 위해서 no-show 관리가 필요하다고 볼 때, 비교적 경증에 속하는 단일 상병을 가지고 있지만 그것이 중증도가 높은 상병의 위험 요인에 속한다면, 이러한 환자들에게는 더 집중적으로 병원 내원의 당위성과 경각심을 부여해야 할 필요가 있다[8, 15]. 예를 들면, 고지혈증, 고혈압, 당뇨, 폐질환과 같이 단독 발생 비율이 상대적으로 높은 상병들은 뇌졸중, 심부전증, 심장세동과 같이 복합 발생 비율이 높고 중증도가 높은 상병의 위험 요인이다. 그럼에도 불구하고 환자들이 고혈압, 당뇨, 폐질환과 같은 진단을 받았을 때 no-show가 잦아 충분한 예방 관리가 이루어지지 않게 되면, 이와 같은 상병이 중증도가 높은 상병으로 이어질 가능성이 높아질 수 있다. 그러므로, 환자들에게 예약 알림과 같은 적극적 방법을 통해 no-show를 줄일 수 있도록 해야 한다. 한편, 진단 상병이 1개에서 4개까지는 no-show 비율이 유의하게 꾸준히 감소했던 반면, 4개 이상을 가진 환자군의 no-show 비율 차이는 평균은 감소했으나 유의한 수준은 아니었다. 즉, 단순히 진단명의 수를 이용해서 no-show 가능성에 차이를 두어 환자군을 구분하고 이에 따른 적절한 no-show 관리를 수행할 수도 있을 것이다.

본 논문의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 연구에 쓰인 데이터가 상대적으로 고령인 미국 남성의 기록이 대부분을 차지하고 있다. 미국 환자들의 식습관이나 생활 특성이 국내 환자들과 차이가 있으며 그에 따라 상병의 종류나 상병 관련 특성에 차이가 존재한다. 뿐만 아니라 주로 50대 이상 장년층의 데이터이므로 국내 종합병원의 일반적 형상을 대표하기에 미흡할 수 있다. 둘째, 하나의 보훈 병원 데이터를 이

용했으므로 본 연구 결과를 일반화하기에는 부족한 점이 있다. 보훈병원, 공공병원, 영리병원과 같은 병원 분류 별로 그리고 각 분류 내의 여러 병원마다 환자의 구성, 상병의 종류가 다를 수 있고, 의료 서비스 전달 체계도 다를 수 있다. 그러므로, 본 연구의 활용성을 높이기 위해서는 여러 지역의 다양한 병원 데이터를 분석하여 유사성 있는 결과는 일반화 시키고 차이점에 대해서 추가 연구를 실시하는 것이 필요하다.

5. 결 론

인구의 고령화, 병원 경쟁의 심화가 가속됨에 따라, 환자에게 개개인에 대한 지속적 관리와 정확하고 빠른 치료를 제공하는 것이 병원 운영 효율성 향상의 매우 중요한 전제조건이 되고 있다. 대한민국이 고령화 사회로 접어들면서 노인인구의 증가 속도가 다른 국가에 비해 월등히 빠른 상황을 고려해볼 때, 환자와 의료진 사이의 신뢰성을 쌓고 지속적인 내원을 유도하여 환자에 대한 예방관리 수준을 높이는 것은 새로운 기술과 서비스의 도입, 병원의 질적, 양적 확장만큼 중요한 일이다. 한편 많은 의료 데이터의 활용가능성이 높아짐에 따라 이를 활용하여 병원을 효율적으로 운영하고 환자들에게 지속적이고 최적의 의료 서비스를 제공하려는 다양한 노력들이 전개되고 있다[9]

본 연구에서는 의료 데이터를 활용하여 no-show와 환자 상병 특성과의 관계를 분석했고, 상병의 종류, 진단되었던 상병의 개수에 따라 no-show가 유의미하게 변화함을 확인할 수 있었다. 이는 곧 상병의 특성에 따라 환자

no-show 관리의 집중도를 다르게 하는 것이 필요함을 시사한다. no-show 관리에 있어서 no-show를 많이 하는 특정 환자군, 예를 들면 정신관련 상병, 만성 상병 환자들의 예약에 더 많은 노력을 기울여 상병이 중증으로 가는 것을 예방하고 신뢰성을 바탕으로 한 충성도를 높여가는 것이 효율적이고 효과적인 방법이라고 할 수 있다. 이에 더불어 본 연구는 상병들 간 no-show 비율의 차이를 살펴보면서 환자 입장에서의 의료 정보 이해와 병원의 의료 서비스 전달 간의 차이가 있을 수도 있다는 가설을 도출하였다. 추가 분석으로 이에 대한 검정을 실시하여 가설 타당성이 입증된다면 의료 서비스 전달 체계의 적절한 개선 및 조정이 필요할 것이다.

다양한 의료 데이터 활용 가능성이 높아지는 것은 의료 서비스의 품질 향상에 새로운 기여를 할 수 있는 연구의 기회가 많아진다는 것을 의미한다. 본 연구 결과의 적용 및 확장을 위해서 공공병원, 영리병원 등 다양한 종류의 여러 병원 데이터를 이용하여 본 연구 결과를 일반화시키고 다양한 상병에 대해 유사한 분석을 실시하는 것이 필요하다. 추가로 no-show가 환자의 예방/건강관리에 끼치는 영향에 대한 연구를 제안한다. 예를 들면, no-show를 했던 환자의 방문주기 안에 급성 증상이 발생하여 walk-in을 한다거나 응급방문을 하는 경우가 유의하게 있다면 no-show가 환자의 예방 관리를 위해서 지양되어야 함을 실증적으로 보여주는 결과가 될 것이다. 특히 만성 상병이 있는 고령 환자들은 정기적 검진을 통해 예방 관리를 실시해야 하는데, no-show를 함으로써 증상이 악화되는 일이 유의하게 나타난다면, 이는 no-show를 줄이는 것이 병원 운영의 효율성을 넘어 환자의

치료 및 건강관리에 매우 중요한 역할을 한다는 주장의 근거가 될 수 있을 것이다.

References

- [1] Atun, A. R., Sittampalam S. R., and Mohan, A., "Uses and Benefits of SMS in Health-care Delivery," Centre for Health Management, Imperial College London, UK, 2005.
- [2] Belardi, F. G., Weir S., and Craig F. W., "A controlled trial of an advanced access appointment system in a residency family medicine center," *Family Medicine*, Vol. 36, No. 5, pp. 341-345, 2004.
- [3] Chung, K. and Min, D., "Staffing a service system with appointment-based customer arrivals," *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 65, No. 10, pp. 1533-1543, 2014.
- [4] Daggy et al., "Using no-show modeling to improve clinic performance," *Health Informatics Journal*, Vol. 16, No. 4, pp. 246-259, 2010.
- [5] Davis et al., "Large-scale no-show patterns and distributions for clinic operational research," *Healthcare*, Vol. 4, No. 1, p. 15, 2016.
- [6] George, A. and Rubin, G., "Non-attendance in general practice: A systematic review and its implications for access to primary health care," *Family Practice*, Vol. 20, No. 2, pp. 178-184, 2003.

- [7] Hamilton, W., Round, A., and Sharp, D., "Patient, hospital, and general practitioner characteristics associated with non-attendance: A cohort study," *British Journal of General Practice*, Vol. 52, No. 477, pp. 317-319, 2002.
- [8] Hwang, J. I., "Factors influencing consultation time and waiting time of ambulatory patients in a tertiary teaching hospital," *Quality Improvement in Health Care*, Vol. 12, No. 1, pp. 6-16, 2006.
- [9] Kang, H. J., "National-level use of health care big data and its policy implications," *Health and Welfare Policy Forum*, Vol. 8, pp. 55-71, 2016.
- [10] Kim, S. and Giachetti, R., "A stochastic mathematical appointment overbooking model for healthcare providers to improve profits," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans*, Vol. 36, No. 6, pp. 1211-1219, 2006.
- [11] Kopach et al., "Effect of clinical characteristics on successful open access scheduling," *Health Care Management Science*, Vol. 10, No. 2, pp. 111-124, 2007.
- [12] Kwon, S. T., Lee, Y. S., Han, E., and Kim, T. H., "Factors associated with no-show in an academic medical center," *Korean Public Health Research*, Vol. 41, No. 2, pp. 29-46, 2015.
- [13] Lacy, N. L., Paulman, A., Reuter, M. D., and Lovejoy, B., "Why we don't come: Patient perceptions on no-shows," *Annals of Family Medicine*, Vol. 2, No. 6, pp. 541-545, 2004.
- [14] LaGanga L. and Lawrence S., "Appointment overbooking in health care clinics to improve patient service and clinic performance," *Production and Operations Management*, Vol. 21, No. 5, pp. 874-888, 2012.
- [15] Lasser, K. E., Mintzer, I. L., Lambert, A., Cabral, H., and Bor, D. H., "Missed appointment rates in primary care: the importance of site of care," *Journal of Health Care for the Poor and Underserved*, Vol. 16, No. 3, pp. 475-486, 2005.
- [16] Lee, S. and Yih, Y., "Analysis of an open access scheduling system in outpatient clinics: A simulation study," *Simulation: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International*, Vol. 86, No. 8-9, pp. 503-518, 2010.
- [17] Lee, S., Min, D., Ryu, J., and Yih, Y., "A simulation study of appointment scheduling in outpatient clinics: open access and overbooking," *Simulation: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International*, Vol. 89, No. 12, pp. 1459-1473, 2013.
- [18] Min, D. and Koo, H., "no-show related factors for outpatients at a hospital," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 22, No. 1, pp. 37-49, 2017.
- [19] Murray, M. and Tantau, C., "Same-day appointments: Exploding the access paradigm," *Family Practice Management*, Vol.

- 7, No. 8, pp. 45-50, 2000.
- [20] Nguyen, D. L., Dejesus, R. S., and Wieland, M. L., "Missed appointments in resident continuity clinic: Patient characteristics and health care outcomes," *Journal of Graduate Medical Education*, Vol. 3, No. 3, pp. 350-355, 2011.
- [21] O'Hare C. D. and Corlett, J., "The outcomes of open-access scheduling," *Family Practice Management*, Vol. 11, No. 2, pp. 35-38, 2004.
- [22] Parikh et al., "The effectiveness of outpatient appointment reminder systems in reducing no-show rates," *American Journal of Medicine*, Vol. 123, No. 6, pp. 542-548, 2010.
- [23] Paul, J. and Hanna, J. B., "Applying the marketing concept in health care: the no-show problem," *Health Marketing Quarterly*, Vol. 14, No. 3, pp. 3-17, 1997.
- [24] Peeters, F. P. and Bayer, H., "no-show for initial screening at a community mental health centre: Rate, reasons, and further help-seeking," *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, Vol. 34, No. 6, pp. 323-327, 1999.
- [25] Samuels et al., "Missed appointments factors contributing to high no-show rates in an urban pediatrics primary care clinic," *Clinic Pediatrics*, Vol. 54, No. 10, pp. 976-982, 2015.
- [26] United States Department of Veterans Affairs, "Audit of Veterans Health Administration's Efforts to Reduce Unused Outpatient Appointments," U.S. Department of Veterans Affairs Office of Inspector General, Washington, DC, USA, 2008.
- [27] Yoon, J., "Waste of the worth of 2.5 trillion KRW in clinical resources by no-shows," *The Hospital Newspaper*, April 27, 2016.

저 자 소 개



이상복 (E-mail: slee@hansung.ac.kr)
 2003년 고려대학교 산업공학과 (학사)
 2006년 Purdue University, Industrial Engineering (MSIE)
 2012년 Purdue University, Industrial Engineering (PhD)
 2012년~2014년 Non-tenure track Assistant Professor, University of California, Merced(UCMerced), E&J Gallo Management Program
 2014년~2015년 Assistant Professor, University of New Haven, Department of Industrial Engineering
 2015년~현재 한성대학교 산업경영공학과 조교수
 관심분야 Service Engineering, Reliability, Stochastic Process, Simulation



박기택 (E-mail: pgth6233@gmail.com)
 2018년 예정 한성대학교 산업경영공학과 (학사)
 2018년 예정 한성대학교 경제학과 부전공
 관심분야 Big Data, Data Mining, Behavioral Economics, Financial Engineering



정광현 (E-mail: khchung@hongik.ac.kr)
 1997년 서울대학교 산업공학과 (학사)
 1999년 서울대학교 산업공학과 (석사)
 2010년 University of Florida, Industrial and Systems Engineering (Ph.D.)
 1999년~2004년 삼성 SDS
 2010년~2011년 Post-Doctoral Fellow, Center for Operations Research and Econometrics(CORE), Belgium
 2011년~현재 홍익대학교 경영학부 조교수
 관심분야 Optimization, SCM, Energy, Healthcare Service