

성형외과 예약 고객 데이터를 반영한 최적 예약 패턴 연구

최지연*, 정예림**†

*연세대학교 경영대학, **연세대학교 경영대학

〈Abstract〉

Study on Optimal Appointment Pattern using Plastic Surgery Appointment Data

Jiyeon Choi*, Yerim Chung**†

*Yonsei School of Business, Yonsei University, Seoul, Korea

**Yonsei School of Business, Yonsei University, Seoul, Korea

Purpose: This study investigates the best appointment pattern which can enhance customer's satisfaction and hospital's efficient management reflecting plastic surgery clinic's service characteristics.

Methodology: The data of this study is obtained from Plastic surgery Clinic which is located in the civic center. By collecting and analyzing the data, we build the simulation model using ARENA. Based on 5 appointment patterns that was suggested in formal appointment scheduling studies, we experiment 3 simulation models; 'Basic Appointment Pattern' that has no restriction, 'Restriction on Second Customer' that restricts the number of second customer's in each slot, 'Restriction on Process Time' that restricts the number of second customer who has long process time in each slot. We can check robustness of the appointment patterns by experimenting on off-peak day and peak day, during peak season.

Findings: This study confirms that these 2 restrictions can give a better result than 'Basic Appointment Pattern' that just simply distributes customers by number. Especially, the performance of Triangle-like pattern which is the best appointment pattern in the formal study has been improved by adding restrictions. Based on 'DET', 'Restriction on Second Customer' shows a better result. Meanwhile, based on 'E(WT)', 'Restriction on Process Time' shows a better result. Overall, based on 'DET+E(WT)', 'Restriction on Second Customer' shows a better result.

Practical Implications: The purpose of each hospital may alter as demand for plastic surgery grows increasingly. Thus, each hospital should be always prepared to introduce appointment pattern for changed purpose. In order to respond flexibly to these changes, it is necessary for medical personnel to improve the awareness or for hospital to create an environment by constructing appointment program so that medical personnel does not need to put more labor on work.

Key words: Simulation, ARENA, Appointment Pattern, Plastic Surgery Clinic

* 투고일자 : 2018년 7월 17일, 수정일자 : 2018년 9월 7일, 게재확정일자 : 2018년 9월 14일

† 교신저자 : 정예림, 연세대학교 경영대학, Tel: 010-8807-3675, Fax: 02-2123-8639, E-mail: yerimchung@yonsei.ac.kr

* 이 연구는 2017년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었습니다. (NRF-2017S1A3A2065831)

I. 서론

사회적으로 외적 아름다움에 대한 열망이 커지면서 성형외과와 피부과에 대한 수요가 지속적으로 늘어나고 있다. 최근에는 여성뿐만 아니라 남성들의 뷰티 산업에 대한 관심이 높아지면서, 남성들의 뷰티 산업 관련 소비는 빠르게 증가하고 있다. 박상현[1]에 따르면 성형수술을 받는 남성 환자의 비중이 2011년 8월 5%에서 2016년 8월에는 20%로 약 4배가량 증가하였다고 한다. 또한, 한국의 성형 의료기술이 발전하면서 미용, 성형 등을 목적으로 한국을 방문하는 해외환자들의 증가함[2]에 따라 성형외과와 피부과의 의료서비스에 대한 수요는 급격하게 증가하고 있다. 성형, 미용의료 서비스에 대한 수요가 급증함에 따라 뷰티 관련 의료기관의 수 또한 빠르게 늘어나고 있다. 통계청에 따르면 성형외과 의원 수는 2005년 대비 2015년에 52%, 피부과의 경우에는 45% 증가한 바 있다[3].

반면, 병원 관련한 연구는 아직까지는 대학병원[4]이나 치과[5],[6] 등을 대상으로 한 연구가 대부분이며, 성형외과나 피부과를 대상으로 한 연구들은 부족하다. 성형외과와 관련된 연구들이 있긴 하나[7], [8], 대부분이 의료 공급자의 입장에서 진행한 연구이기 때문에 성형외과를 방문하는 고객들의 만족도 향상에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 성형외과를 대상으로, 고객 만족도를 향상시키는 동시에 병원 의료진의 직무 효율성을 높일 수 있는 방안으로 병원 예약 시스템을 개선할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 성형외과의 고객 대기시간을 줄이고 병원 종료시간을 단축시키는데 가장 효과적인 예약 패턴을 제안하기 위해, 고객 예약 데이터를 적극적으로 활용, 특정한 전처리과정을 추가함으로써, 단순히 예약 건수로 예약을 분배하는 기존의 예약 패턴을 보완하고 예약 시스템의 성능을 향상시키고자 한다. 또한, 의료진과 고객의 입장을 모두 고려한 평가지표를 바탕으로 평가하여 의료 공급자와 의료 수요자에게 적합한 예약 패턴을 제시함으로써 앞으로 다가올 변화에 대비하고자 한다.

II. 선행연구

오늘날 대부분의 병원들은 특정 시간대에 고객들이 몰

려 대기시간이 급증하는 것을 방지하는 동시에 미리 시술과 진료를 준비하고 필요한 의료 인력을 예측하고 적절히 배치하여 병원을 효율적으로 운영하기 위해 사전 예약 제도를 도입하고 있다.

병원의 예약 스케줄링과 관련된 연구는 1950년대 초반부터 활발하게 진행되어 왔으며, 그에 관한 연구는 크게 두 가지 분야로 나눌 수 있다. 첫째는 수리적인 모델링을 통하여 최적 예약 패턴을 찾는 분석적 분야이며, 둘째는 시뮬레이션 모델 구축을 통해 최적 예약 패턴을 찾는 시뮬레이션 분야이다. 분석적 분야의 대표 연구로는 Lindley[9], Fries and Marathe[10], Wang[11] 등이 있으며, 이들은 대기행렬이론과 Mathematical Programming 등을 이용하여 예약 시스템을 수리적으로 풀어 최적 예약 패턴을 제시하였다. 둘째는 시뮬레이션 분야이다. Bailey[12]을 기점으로 많은 연구자들이 시뮬레이션을 활용하여 예약 시스템 관련 연구를 진행해 왔다[13], [14], [15], [16], [17]. 최근에는 의료진의 수가 늘고, 이전보다 다양한 시술을 제공함에 따라 병원의 시스템이 점차 복잡해지고 있다. 이렇게 복잡한 병원의 상황을 반영하여 다양한 시나리오를 효율적으로 실험하기 위해 시뮬레이션을 사용하여 최적 예약 패턴을 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다.

예약 시스템 관련 연구는 예약 패턴과 환자 분류 방식 뿐 아니라, 의료진 수, 진료 세션 길이 등의 환경적 요소를 어떻게 고려하는지에 따라 분류할 수 있다[18]. 초기의 선행 연구들은 하루 방문 환자 수가 30명 미만인 개인 병원을 대상으로 5분, 10분 정도의 짧은 간격을 가진 Individual-block/Fixed-interval 방식의 예약패턴을 연구했으며[13],[14],[15], 이후 초진/재진 혹은 예약/워킹인 환자 등의 환자 분류 개념을 도입한 연구[17],[19]와 다수의 의료진과 다양한 시술 종류를 고려한 연구[16],[19]로 발전되었다. 특히 최근에 진행된 Choi et al.[19]의 연구는 워킹인 고객 도착률, 그리고 초/재진 고객의 부도율과 대부분의 선행 연구들에서는 고려되지 않았던[12],[14],[15],[16] 워킹인 환자들의 초진/재진 분류 등을 반영한 시뮬레이션 모델을 제안하고, 9명의 의료진이 23종의 시술을 제공하고 있는 성형외과를 대상으로 Multiple-block/Fixed-interval 방식의 예약 패턴들을 비교 연구한 바 있다. Choi et al.[19]은 실제 성형외과를 대상으로 기존 선행연구들에서 제시되었던 최적 예약 패

턴이 성형외과에도 적합한지 그 효과성을 검증하고, 나아가 성형외과의 특수성에 적합한 예약 패턴을 제시하였다는 점에서 학문적 의의를 가진다고 할 수 있다. 한편, Choi et al.[19]의 연구는 고객들의 예약 관련 데이터를 시뮬레이션 모델을 구축하는 데에만 사용하고, 예약 패턴 자체에는 반영하지 못했다는 한계를 가진다.

본 논문은 Choi et al.[19]의 후속 연구로써, 주어진 고객 데이터를 보다 적극적으로 활용하여 선행 연구에서 제시되었던 예약 패턴들을 보완하고 그 성능을 향상시키는 것을 목적으로 한다. Choi et al.[19]의 연구에서는 생성된 예약을 처리하는 시점에 시술 종류나 시술 시간을 고려하지 않고 단순히 예약 생성 순서에 따라 차례로 예약을 배정하는 시스템을 설정하였다. 때문에 특정 시간대에 시술시간이 길거나 동일한 의료장비나 의료진을 요구로 하는 고객들이 몰리는 경우를 피할 수 없었으며, 이는 고객의 대기시간과 병원 종료시간을 늘리는 주요 원인으로 작동함을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구는 예약 생성, 분배 과정에서 특정한 제약을 추가한 전처리 과정을 도입할 때 예약패턴들의 성과가 개선되는지 살펴보고자 한다. 본 논문에서 도입한 전처리는 2가지 종류이다. 첫째는 예약 슬롯 별 재진 수를 제한하는 방법이며, 둘째는 시술시간이 긴 예약 건수를 제한하는 방법이다. 이 전처리 과정을 도입할 때 예약 고객들의 시술 종류와 시술시간 데이터를 활용하였다. 이들을 고객의 대기시간과 병원의 종료 시간을 동시에 고려하는 평가 지표를 사용하여 어떤 방법을 도입하였을 때 더 많이 개선되는지 확인하고자 한다.

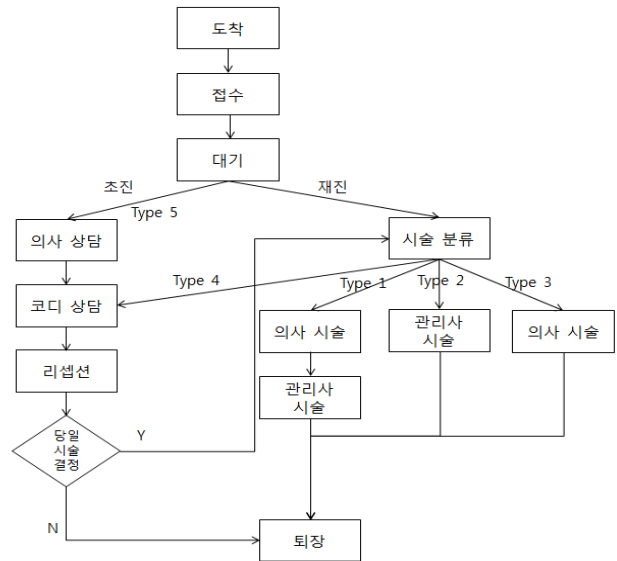
논문은 다음과 같은 구성으로 진행된다. III장에서는 본 연구에서 연구 대상으로 고려하고 있는 성형외과의 현황과 직면한 문제에 대해 설명한다. 더불어 사용한 시뮬레이션 모델들에 대해서 서술한다. IV장에서는 시뮬레이션 실험과 관련된 예약 패턴, 평가지표 등을 소개하고 실험 결과에 대해서 분석한다. 마지막 V장에서는 결론 및 추후 연구 과제에 대해서 논의한다.

III. 연구방법

1. 연구대상의 현황

도심에 위치한 F병원의 의료진들은 의사 3명, 관리사

4명, 간호사 4명, 그리고 2명의 코디네이터로 구성되어 있으며, 오후 1시부터 2시까지 점심시간을 제외하고 오전 10시부터 오후 7시 30분까지 30분 단위로 예약을 받고 있다. 하지만 30분 슬롯에 받을 수 있는 예약 건수가 제한되어 있지 않고, 고객들이 원하는 시간대에 모두 예약을 받고 있기 때문에 병원 시작 직후, 점심시간 직후, 퇴근 시간대 이후에 고객들이 몰려 대기시간이 길어지는 문제가 발생하고 있다. 예약 건수는 요일에 따라 차이가 있다. 보통 한적한 요일에는 평균 118건, 피크 요일에는 평균 135건의 예약을 받고 있으며, 요일에 상관없이 워크인 고객들은 하루 평균 22명 정도가 방문한다. 병원에 도착한 고객의 프로세스는 <그림 1>과 같다[8].



<그림 1> 고객 프로세스 흐름 [8]
(Patient Process Flow)

고객은 1차적으로 예약 고객, 워크인 고객으로 분류되며, 이후 이들은 다시 초진 고객과 재진 고객으로 분류된다. 이후 초진/재진 여부와 성형외과에서 현재 제공하는 시술들을 고려하여 필요한 의료 인력, 순서에 따라 5가지 타입으로 분류하였다. 재진 고객들은 시술에 따라 4가지 타입 중에 하나를 부여 받게 된다. Type 1은 의사 시술 후 관리사 시술을 받는 고객들이며, Type 2와 Type 3는 각각 관리사, 의사에게만 시술을 받는 고객들이다. 재진 고객들 중 병원에 방문하여 코디네이터 상담을 요청하는 경우가 있었기에 Type 4로 따로 분류하였고, 이들은 코디네이터 상담을 먼저 진행하고 시술을 진행한다. 마지

막으로 초진 고객들은 의사 상담과 코디네이터 상담을 필수적으로 필요로 하는 Type 5로 분류하였다[8]. 초진 고객들의 경우에는 우선 Type 5로 분류되며 상담을 마친 후에 당일 시술을 원하는 고객의 경우에만 Type 1,2,3 중 해당 시술에 맞는 타입으로 분류된다. 당일 시술을 원하지 않는 고객의 경우에는 바로 모델에서 퇴장한다.

예약 고객들 중 초진 고객과 재진 고객은 각각 약 21%, 79%를 차지한다. 재진 고객들 중 약 4%정도는 시술 전에 코디 상담을 원하며, 나머지 고객들은 각각 Type 1 19%, Type 2 5%, Type 3 76%을 차지한다. 의사를 먼저 만나야 하는 Type 1, 3 시술들에 대한 수요가 가장 많으며, 초진 고객의 경우에도 필수적으로 의사 상담을 받아야 한다. 이와 같이 의사에 대한 높은 수요로 인해 관리사보다도 의사를 기다리는 고객들에게서 대기시간이 주로 발생한다.

대기시간 증가 원인을 좀 더 자세하게 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째는 많은 예약 건수와 시술 시간이 긴 진료들 때문이다. 특히, 앞서 말했듯이 상당수의 예약 및 시술들이 의사에게 먼저 서비스를 받아야 하기 때문에 고객들이 계속해서 몰려 대기시간이 발생하게 된다. 이렇게 예약이 많은 와중에 시술시간이 긴 고객의 시술이 진행되고 있는 경우에는 뒤에 시술, 진료를 기다리는 고객들의 대기시간이 더욱 늘어나게 되어 대기시간이 급증하게 된다. 두 번째는 재진 고객의 담당의사 제도 때문이다. 재진 고객들의 경우에는 이전에 진료를 받았던 동일한 의사에게 진료를 받아야 하므로 담당의사가 정해져 있다. 그렇기 때문에 재진 고객이 병원에 방문하였을 때 다른 2명의 의사가 유희하더라도 자신의 담당의사가 다른 고객의 진료를 보고 있으면, 그 진료가 끝날 때까지 대기하여야 한다.

이와 같이 의사와 관련된 두 가지 이유 때문에 고객들의 대기시간이 발생하는 것으로 나타났다. 특히, 담당의사 제도로 인한 대기시간은 성형외과에서 많이 발생하는데, 이는 여러 번에 걸쳐 시술을 받는 패키지 상품으로 서비스를 제공하는 성형외과의 특성에 기인한다. 앞서 말한 2가지 대기시간 증가 원인 이외에도 다른 원인들이 있을 수 있다. 또한, 시뮬레이션은 다양한 시나리오를 효율적으로 실험해 상황을 파악할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 실험의 범위를 어디까지 넓힐지는 연구자의 판단에 달려있으며, 본 연구에서는 기존에 고객 특성을 고려하지 않고 건수로만 예약을 분배한 기본 예약 패턴과 비교해

최적 예약 패턴을 제시하기 용이하도록 2가지 제한으로 실험 범위를 한정하였다.

고객 예약이 발생하고 이 예약을 처리하는 단계에서 각 슬롯 당 배정되는 재진 예약 건수와 긴 시술시간 예약 건수를 제한할 경우, 위에서 제시한 문제들을 다소 해결할 수 있다. 본 연구는 첫 진료 및 서비스를 받기 이전까지의 대기시간을 줄이는 것이 목적이므로 대기시간 증가의 주요한 원인이 되는 Type 1과 Type 3의 재진 고객들을 대상으로 다음의 두 방법을 고려하고자 한다. 먼저, '재진 수 제한'은 30분 슬롯 당 의사 1명이 받을 수 있는 재진 고객의 예약 건수를 제한하는 방법으로, 이를 통해 동일한 담당 의사를 가진 고객들이 같은 슬롯에 몰리지 않도록 예약을 분배할 수 있다. 두 번째 '시술시간 제한'은 첫 번째 제한 대상이 되는 재진 고객들을 좀 더 구체적으로 분류하여 제한하는 것으로, 재진 고객들 중 시술 시간이 10분 이상인 예약 건수를 제한하는 것이다. 예를 들어, 모든 슬롯에 동일한 건수의 예약을 받는 Uniform Pattern에 '재진 수 제한'을 적용할 경우에는 한 슬롯에서 한 명의 의사가 받을 수 있는 재진 고객의 예약을 최대 3건으로 제한하게 되며, 마찬가지로 '시술시간 제한'의 경우에는 한 슬롯에서 한 명의 의사가 받을 수 있는 시술시간이 10분 이상인 재진 고객의 예약을 최대 2건으로 제한하는 것이다. 슬롯 별 제한 건수는 총 예약에서 제한 대상이 되는 시술들을 슬롯 당 받는 예약 건수에 최대한 비례하게끔 분배하였다. 예를 들어, Uniform Pattern은 하루 총 슬롯인 18개 슬롯에 최대한 동일하게 분배되도록 설정하였다. 첫 슬롯에 전체 예약의 22%을 받고 남은 시간대에는 동일한 건수의 예약을 받는 Flat Pattern의 경우에는 첫 슬롯에 예약을 많이 받는 만큼 첫 슬롯에서는 제한하는 환자 수를 늘리고, 남은 예약들은 나머지 슬롯에 동일하게 분배하였다.

2. 시뮬레이션 모델링

시뮬레이션 모델은 상용 패키지인 ARENA 14.0을 사용하여 구현하였으며, 연구 대상 병원의 데이터베이스를 통해 수집된 데이터를 이용하여 앞서 설명한 예약/워크인 고객 비율, 초진/재진 고객 비율, 시술 종류 및 비율, 워크인 고객의 시간당 도착률, 부도율 등을 설정하였다. 특히, 다른 진료 과목의 병원들과 달리 시술시간이 서로 다

른 많은 시술들을 진행하는 성형외과의 특성에 맞게 23개의 시술을 선정하였고, 병원 의료진의 조언을 바탕으로 각 시술들의 진료 시간을 선정하였다. 또한, 예약 패턴에 제한을 주기 위하여 실제 병원 데이터를 분석하여 선정된 23개 시술에 비율을 할당하고 이를 사용해 재진 고객들의 예약을 분류하였다.

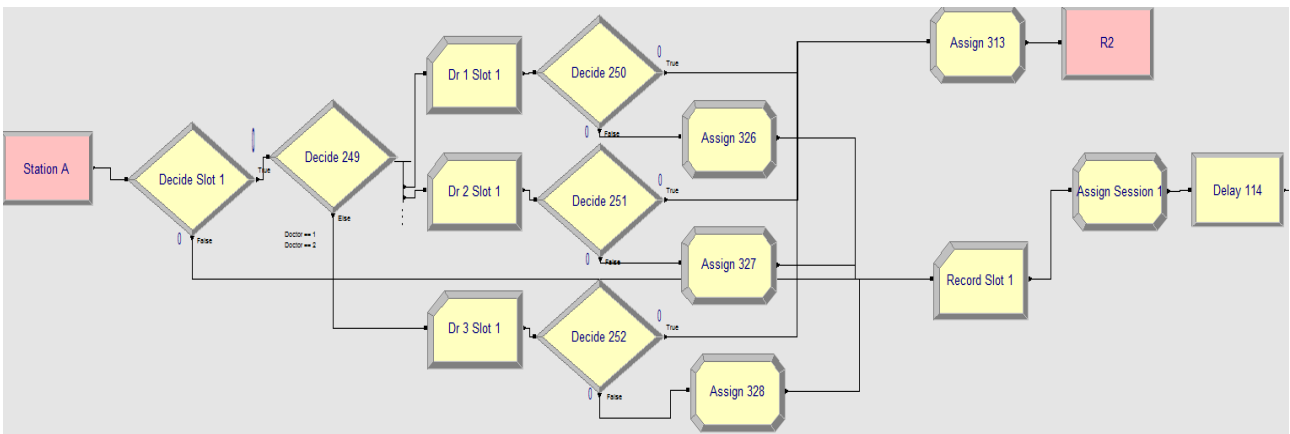
병원의 상황은 크게 ‘예약’, ‘병원 도착’, ‘시술 및 진료’, ‘퇴장’의 단계로 구분할 수 있다. 이러한 병원의 상황과 본 연구에서 주목하고자 하는 대기시간을 고려하면 시뮬레이션 모델은 크게 ‘고객 생성’, ‘예약 처리’, ‘병원 도착’, ‘대기’, ‘시술 및 진료’, 그리고 ‘퇴장’의 단계로 구성할 수 있다 [19]. ‘고객 생성’ 단계에서는 예약 고객들에게 속성이 부여되며, 초진/재진, 시술 타입 및 시술 종류, 실제 도착 시간 등이 예약 고객들이 가지는 속성들이다. ‘예약 처리’ 단계에서 병원이 설정해놓은 제한에 맞게 고객들의 예약이 분배 및 확정된다. 본 연구에서는 병원이 정해주는 예약 시간에 따라 고객들이 방문한다고 가정하였다. 이후 예약이 확정된 고객들은 초진 고객은 10%, 재진 고객은 22%의 부도율에 따라 실제 병원 도착 여부가 결정된다. 워크인 고객의 경우에는 현재 병원의 워크인 고객들의 시간대 별 도착률을 반영한 스케줄에 따라 병원에 방문하게 되며, 생성되는 동시에 예약 고객들과 마찬가지로 초진/재진, 시술 종류 등과 관련된 속성이 부여된다. 이후 ‘병원 도착’ 단계에서 고객들이 실제로 병원에 도착한 시간이 기록되며 이 시간부터 고객의 첫 진료 혹은 시술을 받기 이전까지의 ‘대기’ 시간이 측정되게 된다. 시술 및 진료에 들어간 고객은 개인에게 할당된 시술 시간에 따라 ‘시술 및 진료’를 받고 아레나 모델에서 ‘퇴장’하게 된다.

추가적으로 병원 점심시간에 도착한 고객의 경우에는 대기시간이 발생할 것임을 인지하고 방문하였다고 가정하였다. 예를 들어, 2시 예약 고객이 1시 30분에 도착해 2시 10분에 시술을 시작한 경우에는 오후 진료 시작 시간인 2시부터 대기시간을 측정하였다. 또한, 담당 의사가 있는 재진 고객의 경우에는 의사의 능력이 동일하다고 가정하고 3명의 의사가 1/3의 확률로 동일하게 고객들을 담당한다고 가정하였다[20].

1) 재진 수 제한 모델

슬롯 별로 재진 고객의 예약을 제한하는 ‘재진 수 제한’ 아레나 모델은 <그림 2>와 같다. 병원은 현재 점심시간인 오후 1시부터 오후 2시까지를 제외하고, 오전 10시부터 오후 7시 30분까지 30분 단위로 예약을 받고 있으므로, 총 18개의 예약 슬롯이 있다. 예약 고객들의 이동을 위해 예약 슬롯 별로 18개의 Station을 생성하였다. 각 의사들의 슬롯 별 제한 수 역시 아레나 변수로 설정해놓았으며, 의사들의 슬롯 별 예약 제한 수는 모든 의사들이 동일한 값을 가진다.

예약 패턴에 따라 각 슬롯에 해당하는 예약 수만큼 차례대로 고객이 들어오며, 예약이 발생하는 순서대로 예약이 기록된다. 이 때 들어오는 고객들은 생성됨과 동시에 이미 시술 타입, 시술 종류, 초진/재진, 재진 고객의 경우에는 담당의사 등의 속성이 정해져 있다. 제한 대상이 아닌 초진, Type 2, Type 4 고객인 경우에는 곧바로 해당 예약 슬롯에 예약이 확정된다. 반면, 제한 대상인 Type 1, Type 3 고객의 경우에는 먼저 고객들의 담당의사에



<그림 2> 재진 수 제한 모델(Restriction on Second Customer Model)

따라 분류한다. 이후, 해당 슬롯에 담당의사의 예약을 살펴보고 재진 고객의 제한을 넘지 않은 경우에는 해당 예약 슬롯에 예약이 확정된다. 제한을 넘은 경우, 즉 이미 재진 고객의 예약이 꽉 찬 경우에는 다음 예약 슬롯으로 고객을 보내게 된다. 이렇게 바로 다음 슬롯으로 예약을 이동시킬 때 다음과 같은 두 가지 변경을 한다. 먼저, 첫 번째 슬롯에서는 초진 혹은 Type 2, Type 4인 고객을 1명 더 받을 수 있게끔 변경한다. 그 다음, 두 번째 슬롯에서는 이미 1명의 고객이 예약 완료되었기 때문에 1명의 고객을 덜 받을 수 있도록 변경한다. 추가적으로 맨 마지막 예약인 오후 7시 30분 슬롯에서 해당 의사의 슬롯 별 제한을 초과하였을 때는 이전 17개의 슬롯들 중 제한을 초과하지 않은 슬롯으로 보내지게 된다.

2) 시술시간 제한 모델

슬롯 별로 재진 고객 중 시술시간이 10분 이상인 예약을 제한하는 ‘시술시간 제한’ 아레나 모델은 <그림 3>과 같다. ‘시술시간 제한’ 모델은 ‘재진 수 제한’ 모델과 기본 구조는 동일하지만, 추가적으로 재진 고객들의 시술시간을 확인하는 모듈이 들어간다는 차이점이 있다. 재진 수 제한 모델과 동일하게 18개의 Station을 예약 슬롯 별로 생성하였고, 각 의사의 슬롯 별 제한 수 역시 동일하게 아레나 변수로 설정하였다.

재진 수 제한 모델과 동일하게 고객이 해당 슬롯 Station에 도착하면 제한 대상이 되는지 확인한다. 마찬가지로 재진 고객이면 Type 1 혹은 Type 3인 고객이 제한 대상이 된다. 제한 대상이 아닌 경우에는 재진 수 제

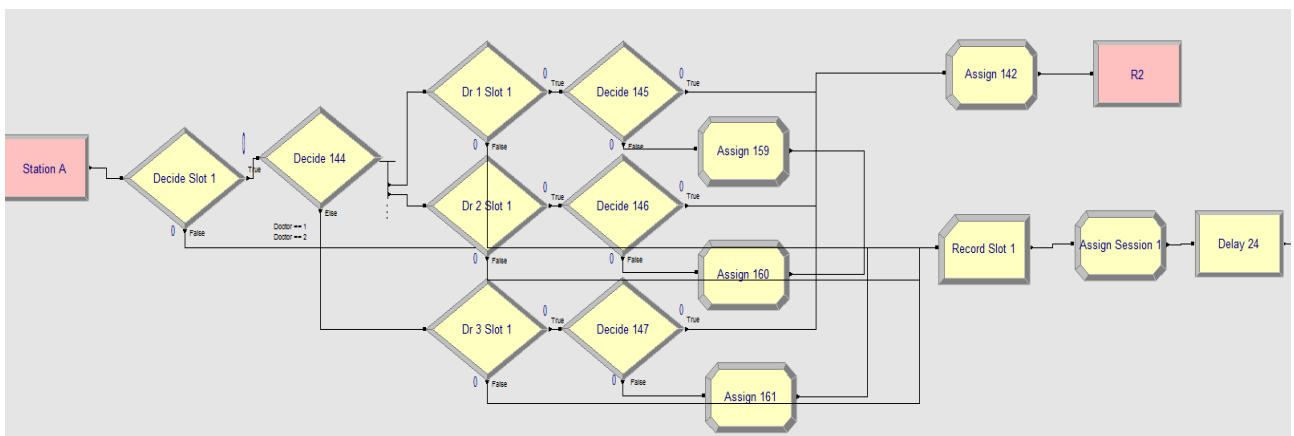
한 모델과 동일하게 곧바로 해당 예약 슬롯으로 예약이 확정된다. 제한 대상인 경우 담당의사에 따라 고객을 분류하고, 고객의 시술시간이 10분 이상인지 확인한다. 이후 현재까지 확정된 예약 중 시술시간이 10분 이상인 재진 고객의 예약 건수가 미리 설정해놓은 제한을 넘었는지 확인한다. 제한을 초과하지 않은 경우에는 해당 슬롯으로 예약이 완료되며, 제한을 초과한 경우에는 다음 슬롯으로 넘어가게 된다. 제한을 초과하는 경우와 그렇지 않은 경우에 ‘재진 수 제한’ 모델과 동일하게 두 가지 변경을 진행한다. 오후 7시 30분 예약 슬롯에서 예약이 초과한 경우에는 ‘재진 수 제한’ 모델과 동일하게 이전 슬롯들 중 제한을 초과하지 않은 슬롯들로 보내지게 된다.

IV. 실험 설계 및 결과 분석

본 장에서는 성형외과 관련 기존 선행연구에서 제시한 [19],[20] 예약 패턴과 비교하여 제한을 주는 것이 더 좋은 효과를 주는지 확인하고, 이와 관련된 사항들에 대해서 자세하게 설명하고자 한다. 모든 실험 결과들은 100번의 Replication을 통해 얻은 결과의 평균값과 표준편차이며, 표준편차는 괄호 안에 표기하였다.

1. 예약 패턴

시뮬레이션 연구에서 주로 사용한 예약 패턴은 크게 7가지로 나눌 수 있다[18]. 첫째, Single-block 패턴으로 하루 전체를 하나의 슬롯으로 보고 특정한 N개의 예약만

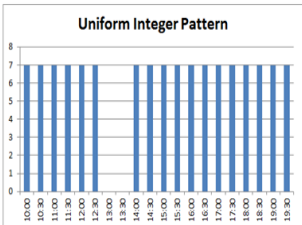
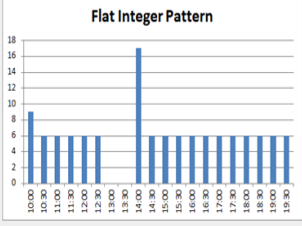
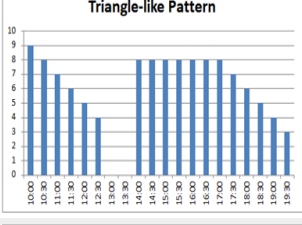
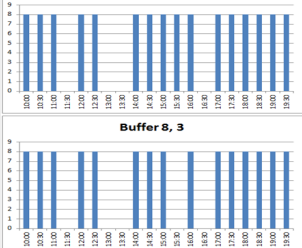
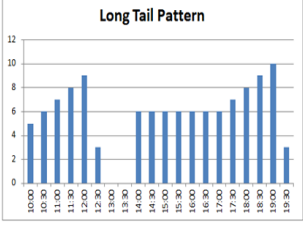


<그림 3> 시술시간 제한 모델('Restriction on Process Time Model')

받는 패턴이다. 둘째, Individual-block/Fixed-interval 패턴으로 고정된 간격으로 예약을 1개씩 받는 패턴이다. 셋째, Individual-block/Fixed-interval with an initial block 패턴으로 처음 슬롯에만 2개 이상의 예약을 받으며 나머지는 두 번째 패턴과 동일하게 예약을 받는 패턴이다. 넷째, Multiple-block/Fixed-interval 패턴으로 고정된 간격으로 한번에 2개 이상의 예약을 받는 패턴이다. 다섯째, Multiple-block/Fixed-interval with an initial block 패턴으로 첫 슬롯에만 다른 슬롯들보다 많은

예약을 받고 나머지는 네 번째 패턴과 동일하게 예약을 받는 패턴이다. 여섯째, Variable-block/Fixed-interval 패턴으로 고정된 간격으로 예약을 받으며 각 슬롯의 예약 건수는 슬롯마다 다르게 설정하는 패턴이다. 마지막으로, Individual-block/Variable-interval 패턴으로 다양한 간격으로 서로 다른 건수의 예약을 받는 패턴이다. 본 연구에서는 현재 병원의 상황과 가장 비슷한 4번 패턴을 기준으로 변화를 최소화해 병원에 실제로 도입하기 쉬운 5번, 6번 패턴을 병원의 상황에 맞게 변형하여 실험하였다.

<표 1> 예약 패턴 (Appointment Patterns)

예약 패턴	패턴	패턴 설명 및 선정 이유
1. Uniform Pattern		슬롯 별로 차이 없이 동일한 수의 예약을 받는 가장 기본적인 예약 패턴으로 현재 병원의 예약 패턴과 가장 유사한 패턴
2. Flat 22% Pattern [21]		선행연구에서 최적으로 제시된 패턴이 성형외과에도 적합한지 검증하기 위해 도입한 패턴으로, 첫 번째 슬롯에 전체 예약의 22%를 받고, 나머지는 동일한 수의 예약을 받는 패턴
3. Triangle-like Pattern		현재 병원의 문제 상황을 반영해 고안한 패턴으로 Uniform Pattern처럼 일정하게 예약을 받다가 점심 시간과 종료 시간이 다가올수록 예약을 점차 줄여서 받는 예약 패턴
4. Buffer Pattern [15], [16]		오전과 오후에 예약을 받지 않는 슬롯을 만들어 대기시간의 누적을 방지하는 예약 패턴으로, 본 연구에서는 버퍼가 2개 있는 패턴과 3개 있는 패턴 2가지로 나누어 실험을 진행하였음. 예약을 받지 않는 슬롯을 제외한 나머지 슬롯들에서는 동일한 수의 예약을 받는 예약 패턴
5. Long Tail Pattern		점심 시간과 종료 시간이 다가올수록 예약이 많아지는 현재 병원 고객들의 수요를 반영해 고안한 패턴으로, 점심 시간과 종료 시간이 늦어지는 것을 방지하기 위하여 오전, 오후 마지막 슬롯에서는 예약을 적게 받는 예약 패턴

2. 실험 설계

예약 패턴의 성능은 부도율, 워크인 고객의 수 등 다양한 요소들의 영향을 받으며[13], 앞서 설명하였듯이 일일 발생 예약 건수 역시 예약 패턴의 성능에 영향을 미친다. 때문에 많은 시뮬레이션 연구들은 다양한 시나리오를 가정하여 실험을 한다. 연구 대상 병원의 여름 성수기 데이터 분석 결과, 한적한 날에는 평균 118건, 피크 요일에는 평균 135건의 예약이 발생하는 것으로 확인되었으며, 이를 반영하여 피크 요일과 한적한 요일, 2가지 요일을 대상으로 실험하였다. 이 실험을 통해 예약 건수와 무관하게 특정 예약 패턴이 최적의 상태를 제공하는지 해당 예약 패턴의 강건성을 확인해 볼 수 있으며, 현 병원의 성수기 시즌의 피크 요일과 한적한 요일에 적합한 예약 패턴을 확인할 수 있다.

3. 평가 지표

본 연구에서 예약 패턴들을 비교하는 주요한 평가지표는 'E(WT)+DET'이며, 세부적인 비교를 위해 'E(WT)'와 'DET' 각각을 부수적인 평가지표로 선정하였다. 'E(WT)'는 예약 고객들의 1인당 하루 평균 대기시간(cwt_i)을 의미하며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E(WT) = E\left(\sum_{i=1}^n cwt_i\right), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

본 연구에서 평가 대상이 되는 대기시간(cwt_i)은 고객들이 병원에 도착하여 첫 시술 혹은 진료를 받기 직전까

지의 대기시간을 의미한다. Maister[22]에 따르면, 같은 대기시간이더라도 고객들은 서비스 제공 중간에 있는 대기시간보다 서비스 시작 전에 있는 대기시간을 더 길게 인식한다고 하고 있다. 따라서 고객들이 더 길게 체감하는 대기시간을 감소시킴으로써 고객 만족도를 높이고자 한다. 한편, DET(Day End Time)은 오후 7시 30분 이후 방문한 고객들을 모두 처리하고 병원 진료가 종료되는 시간을 의미한다. 일반적으로 병원의 이익과 고객들의 이익은 상충되기 마련이므로, 병원과 고객의 입장을 동시에 고려하였을 때 최적인 예약 패턴을 제시해주고자 이와 같은 평가지표를 선정하였다. 더불어 주요한 평가지표를 세분화하여 'E(WT)'와 'DET', 각각을 추가적인 평가지표로 선정하였다. 본 연구에서 사용하는 평가지표는 선행연구들에서도 기본적으로 가장 많이 사용한 평가지표로 선행연구들에서 사용한 평가지표를 정리하면 <표 2>와 같다.

더불어 선행연구에서 사용한 평가지표는 크게 비용 기반 평가지표와 시간 기반 평가지표로 두 가지로 나눌 수 있다[18]. 시간 기반 평가지표는 본 연구에서 사용하는 평가지표이며, 비용 기반 평가지표는 시간 기반 평가지표에 π, ω, δ 과 같은 비용 관련 계수를 곱해 나타낸 것이다. 일반적으로 비용 관련 계수는 병원의 상황에 따라 주관적으로 결정되는 것이므로, 본 연구에서는 시간 기반 평가지표를 사용하고자 한다.

고객들의 대기시간과 더불어 의사들의 평균 유희시간과 병원의 종료 시간을 모두 고려한 선행연구들과는 달리 [13],[17], 본 연구는 병원의 이익과 관련된 평가지표인 병원 종료 시간과 의사들의 유희시간 두 가지 중에서 병원 종료 시간 한 가지만 반영하였다. 의사들의 유희시간은 환자들을 보는 바쁜 일정 속에서 잠시 휴식을 가짐으

<표 2> 선행연구 평가지표(Performance Measure of Formal Studies)

논문 저자	평가지표
1. Fries & Marathe [10]	$\pi \cdot E(WT) + \omega \cdot E(IT) + \delta \cdot E(OT)$
2. Ho & Lau [14]	$\pi \cdot E(WT) + \omega \cdot E(IT)$
3. Klassen & Rohleder [15]	$\pi \cdot E(WT) + \omega \cdot E(IT)$
4. Klassen & Rohleder [16]	$\sum_{i=1}^n WT_i + \Pi$
5. Cayirli et al. [13]	$\pi \cdot E(WT) + \omega \cdot (E(IT) + 1.5 \cdot E(OT))$
6. Cayirli et al. [17]	$\pi \cdot E(WT) + \omega \cdot (E(IT) + 1.5 \cdot E(OT))$

* E(WT): 예약 고객 1인당 평균 대기시간, E(IT): 의사의 하루 평균 유희시간, π : 고객들의 시간당 대기 비용, ω : 의사들의 시간당 유희시간 비용, δ : 추가근무에 대한 시간당 비용, E(OT): 병원 평균 초과 근무 시간, DET: 병원 종료 시간

로써 일의 효율을 높여줄 수 있는 시간이 될 수도 있으며 [23], 환자를 보는 것 이외에 차트 정리 등 추가적으로 해야 할 행정 업무 등을 처리할 수 있는 시간이 되기 때문에 단순히 유휴시간을 최소화하는 것은 적절치 못하다고 판단하여 제외하였다. 또한, 병원 운영의 측면에서는 의사들의 유휴시간을 최소화하는 것보다 초과 근무 시간을 최소화하여 병원의 종료 시간을 앞당기는 것이 초과 근무로 인한 추가비용을 줄이고 의사들의 일에 대한 만족도와 근무의 질을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결과 분석

1) 한적한 요일

현재 상황을 기준으로 ‘기본 예약 패턴’, ‘재진 수 제한’, ‘기술시간 제한’ 실험을 비교한 결과가 <표 3>에 나와 있다. 결과 분석을 위하여 ‘병원의 종료시간(DET)’, ‘예약 고

객 1인당 평균 대기시간E(WT)’과 이 두 가지 평가지표를 합친 ‘E(WT)+DET’을 이용하여 비교, 분석하도록 하였다. <표 3>에 나와 있는 ‘DET 편차’는 각 실험 결과와 현 상황의 DET인 667.9와의 편차를 의미한다. ‘E(WT) 편차’ 역시 마찬가지로 각 실험 결과와 현재 예약 고객들의 일 평균 대기시간인 5.31과의 편차를 의미한다. 마지막으로 ‘DET+E(WT)’는 앞서 설명한 본 연구의 평가지표로 DET 편차와 E(WT) 편차를 더한 값이다. 참고로 좀 더 정확한 수치로 병원 종료 시간을 표현하기 위해 실험 결과의 DET가 ARENA 시뮬레이션 시간으로 기록되어 있는데, 시뮬레이션 시간 660은 오후 8시를 의미한다. 예를 들어, 현재 상황의 DET인 667.9는 대략 오후 8시 8분으로 계산된다.

먼저 ‘기본 예약 패턴’의 실험 결과에서 ‘E(WT)’의 결과 값들을 살펴보면, Long Tail Pattern이 고객들의 대기시간을 줄이는데 가장 좋은 효과가 있었음을 알 수 있다. Long Tail Pattern의 특징은 다음과 같다. 병원 진료가

<표 3> 한적한 요일 현재상황과 비교 (Comparing Result with Current Situation on Off-peak Day)

(단위: 분)

한적한 요일					
현재 상황	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
	667.90	5.31(7.75)	-	-	-
기본	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	665.40	4.78(7.44)	-2.5	-0.52	-3.02
Flat 22	665.30	5.95(8.79)	-2.6	0.65	-1.95
Triangle-like	651.50	5.59(8.07)	-16.4	0.29	-16.11
Buffer 1	670.13	4.76(7.40)	2.23	-0.55	1.68
Buffer 2	670.93	4.83(7.42)	3.03	-0.47	2.56
Long Tail	667.46	4.70(7.16)	-0.44	-0.61	-1.05
재진 수 제한	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	658.72	4.53(6.88)	-9.18	-0.78	-9.96
Flat 22	657.39	6.11(9.13)	-10.51	0.80	-9.71
Triangle-like	648.48	5.45(7.85)	-19.42	0.15	-19.27
Buffer 1	659.14	4.66(7.41)	-8.76	-0.64	-9.40
Buffer 2	663.55	4.59(7.07)	-4.35	-0.71	-5.06
Long Tail	663.48	4.57(7.04)	-4.42	-0.73	-5.15
기술시간 제한	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	659.43	4.36(6.77)	-8.47	-0.95	-9.65
Flat 22	658.11	5.75(8.48)	-9.79	0.44	-10.07
Triangle-like	649.98	5.32(7.53)	-17.92	0.01	-19.41
Buffer 1	661.97	4.26(6.52)	-5.93	-1.05	-9.81
Buffer 2	666.08	4.55(7.00)	-1.82	-0.75	-5.10
Long Tail	666.82	4.40(6.83)	-1.08	-0.91	-1.99

* DET 편차: 현재 상황 결과 값인 '667.9'와 실험 결과 값들의 차이, E(WT) 편차: 현재 상황 결과 값인 '5.31'과 실험 결과 값들의 차이

시작되는 첫 슬롯들에는 다른 패턴들에 비해 비교적 적은 수의 예약을 받으며, 피크 시간이 될수록 예약을 점차 늘리다가 오전 세션 마지막, 오후 세션 마지막 슬롯의 예약만 확 줄여서 받는 것이다. 이러한 Long Tail Pattern의 특징으로 인하여 다른 예약 패턴들에 비해 앞 쪽 슬롯들에서 처리되지 못하고 뒤로 밀리는 고객들이 줄어들기 때문에 대기시간의 급증을 막을 수 있었던 것으로 보인다. 특히, 예약이 적은 날에 이러한 효과가 두드러지는 것으로 나타났다. 'DET' 측면에서는 Triangle-like Pattern이 가장 좋은 효과를 보여주었다. 병원의 종료시간 측면에서는 종료 시간이 임박할수록 예약을 줄여서 받는 것이 당연히 가장 좋은 결과를 나타내는 것이다.

주요한 평가지표인 'E(WT)+DET'를 기준으로 살펴보면, DET 감소의 효과가 가장 컸던 Triangle-like Pattern이 가장 우수한 것으로 나타났다. 종료 시간이 다가올수록 예약을 적게 받기 위해서는 다른 예약 패턴들에 비해 이전 슬롯들에서 예약을 조금 더 많이 처리해야 하기 때문에 1인당 평균 대기시간인 E(WT)는 다소 증가하지만, 30초 정도로 짧기 때문에 인지할 수 있는 수준은 아니다.

하지만, Triangle-like Pattern의 'E(WT)'가 현 상황보다 다소 증가하는 부분을 간과해서는 안 된다. 1인당 대기시간을 기준으로 본다면 차이가 많이 나지 않는 것처럼 보이지만, 병원에 방문하는 고객들 모두의 대기시간을 합친 총 대기시간 증가량은 기존보다 다소 많이 증가하기 때문이다. 대기시간 총합을 비교해 본 결과, 예약 고객들의 대기시간이 대략 30분정도 증가하였음을 확인하였다. 이에 본 논문은 병원은 물론이고 돈을 지불하고 서비스를 제공받는 고객들에게 좀 더 나은 상황을 제공하고자 '기본 예약 패턴'에 제한을 추가하는 방법을 고안해냈다.

제한을 도입한 후 실험결과를 살펴보도록 하자. 먼저, 가장 문제가 되었던 Triangle-like Pattern의 'E(WT)' 및 'E(WT) 편차'의 결과를 살펴보면, '기본 예약 패턴'의 결과보다 증가량이 감소되었음을 확인할 수 있다. 즉, '재진 수 제한'의 경우에는 1인당 약 9초 정도 증가하였으며, '시술시간 제한'의 경우에는 1인당 대기시간이 거의 증가하지 않았다. 이를 통해 Triangle-like Pattern은 제한 종류에 상관없이 제한을 주는 경우가 단순히 예약 패턴을 도입하는 것보다 더욱 좋은 결과를 보임을 알 수 있다. '기본 예약 패턴'에서 'E(WT)'를 기준으로 보았을 때 가장 좋

았던 Long Tail Pattern 역시 종류에 상관없이 제한을 추가할수록 더욱 좋은 결과를 보여주었다. 또한, 두 번째로 좋은 결과를 보여준 Buffer 1 Pattern 역시 제한을 추가할수록 효과가 좋아졌고, 특히 '시술시간 제한'을 추가하였을 때는 평균 대기시간을 가장 많이 감소시키는 것을 확인할 수 있었다.

'DET' 측면에서 살펴보면 Triangle-like Pattern이 여전히 가장 좋은 효과를 보여주고 있으며, '기본 예약 패턴'과 비교해보아도 제한을 도입하였을 때 DET 감소 효과가 더 크게 나타남을 확인할 수 있다.

마지막으로 주요한 평가지표인 'DET+E(WT)' 측면에서는 제한 종류에 상관없이 두 제한 모두 여전히 Triangle-like Pattern이 가장 우수한 결과를 보여줄 수 있다. 또한, Triangle-like Pattern 뿐만 아니라 모든 예약 패턴들이 '기본 예약 패턴'의 실험 결과보다 제한을 주었을 때 DET+E(WT) 값을 더욱 최소화 시켰음을 확인할 수 있다. 특히, '기본 예약 패턴'을 도입하였을 때 Buffer Pattern의 경우에는 기존보다 좋지 못한 결과를 보여주었다. 버퍼 슬롯 이후에 다른 예약 패턴들에 비해 다소 많은 예약을 처리함에 따라 마지막으로 진료를 보는 고객들이 늦게까지 남아있기 때문인 것으로 보인다. 반면, '재진 수 제한'과 '시술시간 제한'의 경우에는 모두 현 상황보다 좋은 결과를 나타낸 것은 물론이고, '기본 예약 패턴'을 도입하였을 때보다도 더욱 좋은 결과를 보여주었다. 즉, 제한을 넣음으로써 버퍼의 효과가 더욱 증대되는 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 단순히 예약 수로 고객들을 분배하는 예약 패턴을 도입하는 것보다 예약 패턴에 고객들의 속성에 따른 제한을 두어 예약을 받는 것이 병원과 고객 모두에게 보다 더 좋은 결과를 가져다주는 것을 확인할 수 있다.

지금까지 현 병원의 상황을 기준으로 '기본 예약 패턴', '재진 수 제한' 예약 패턴, '시술시간 제한' 예약 패턴을 비교하였다면, 좀 더 상세한 비교를 위하여 지금부터는 '기본 예약 패턴'을 기준으로 두 가지 제한을 준 예약 패턴의 결과를 비교해 보도록 하자. <표 4>는 앞서 말한 듯이 '기본 예약 패턴'을 기준으로 '재진 수 제한'과 '시술시간 제한'의 실험결과를 비교한 결과이다. <표 4>는 전체 예약 고객들의 1인당 평균 대기시간과 더불어 예약 고객들 중 재진 고객의 1인당 평균 대기시간을 추가적으로 표시하였다. <표 3>의 결과를 통해 이미 확인하였지만, <표 4>의

‘DET + E(WT)’ 열의 결과 값들을 통해 ‘재진 수 제한’과 ‘시술시간 제한’, 두 경우 모두 ‘기본 예약 패턴’의 실험 결과보다 더 좋은 결과들을 보여주고 있음을 다시 한 번 확인할 수 있다.

먼저, 두 가지 제한을 주요 평가지표인 ‘DET+E(WT)’를 기준으로 비교해본 결과, ‘재진 수 제한’이 ‘시술시간 제한’에 비해 더 좋은 결과를 보여주었다. ‘E(WT)’를 기준으로 살펴보면, ‘시술시간 제한’을 주는 것이 예약 고객 및 재진 고객들의 대기시간을 더 많이 감소시킨 것을 알 수 있다. ‘시술시간 제한’은 재진 고객들의 시술시간으로 예약을 배분하기 때문에 ‘재진 수 제한’에 비해 대기시간 감소에 더욱 직접적인 효과가 있기 때문이다. 또한, ‘시술시간 제한’은 ‘재진 수 제한’에서 사용하는 제한에 ‘시술시간’이라는 제한을 한 번 더 주어 예약을 조정하는 것이기 때

문에 대기시간 측면에서는 더욱 효과가 좋은 것으로 판단된다. 한편, ‘DET’의 경우에는 ‘재진 수 제한’을 주는 것이 더 좋은 효과를 보였다. 이는 30분 단위의 슬롯 별로 10분 이상의 시술시간을 가진 고객이 배치된 것을 비교해본 결과, ‘재진 수 제한’을 도입할 때 병원 종료 직전 마지막 슬롯에서 시술시간이 긴 고객들이 상대적으로 적게 배치되었기 때문이다. 즉, ‘시술시간 제한’의 경우에는 시술시간이 긴 고객들이 모든 슬롯들에 적절하게 분배되어 평균 대기시간은 ‘재진 수 제한’에 비해 줄어드는 반면, 마지막 슬롯에 있는 시술시간이 긴 고객들로 인하여 ‘DET’가 ‘재진 수 제한’에 비해 길어지게 된다. 반면, ‘재진 수 제한’은 시술시간이 긴 고객들이 적절하게 분배되지 못하여 ‘시술시간 제한’에 비해 평균 대기시간이 길어지지만, 마지막 슬롯에서는 시술시간이 긴 고객이 다른 슬롯들에 비해 적

<표 4> 한적한 요일 ‘기본 예약 패턴’ 과 비교
(Comparing Result with Basic Appointment Pattern on Off-peak Day)

(단위: 분)

한적한 요일							
재진 수 제한	DET	E(WT)	E(재진WT)	DET 편차	E(WT) 편차	E(재진WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	658.72	4.53 (6.88)	5.47 (7.46)	-6.68	-0.25	-0.33	-6.93
Flat 22	657.39	6.11 (9.13)	7.18 (9.89)	-7.91	0.16	0.18	-7.75
Triangle-like	648.48	5.45 (7.85)	6.53 (8.50)	-3.02	-0.14	-0.11	-3.16
Buffer 1	659.14	4.66 (7.41)	5.61 (8.08)	-10.99	-0.10	-0.16	-11.09
Buffer 2	663.55	4.59 (7.07)	5.53 (7.70)	-7.38	-0.24	-0.32	-7.62
Long Tail	663.48	4.57 (7.04)	5.55 (7.66)	-3.98	-0.12	-0.11	-4.10
시술시간 제한	DET	E(WT)	E(재진WT)	DET 편차	E(WT) 편차	E(재진WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	659.43	4.36 (6.77)	5.26 (7.36)	-5.97	-0.43	-0.54	-6.40
Flat 22	658.11	5.75 (8.48)	6.77 (9.15)	-7.19	-0.20	-0.23	-7.39
Triangle-like	649.98	5.32 (7.53)	6.26 (8.14)	-1.52	-0.28	-0.38	-1.80
Buffer 1	661.97	4.26 (6.52)	5.11 (7.09)	-8.16	-0.50	-0.66	-8.66
Buffer 2	666.08	4.55 (7.00)	5.48 (7.62)	-4.85	-0.28	-0.37	-5.13
Long Tail	666.82	4.40 (6.83)	5.30 (7.41)	-0.64	-0.30	-0.37	-0.94

게 배치됨으로써 DET가 ‘시술시간 제한’에 비해 감소되는 것이다. 또한, 마지막 슬롯에서 ‘재진 수 제한’의 제한 개수가 ‘시술시간 제한’ 제한 개수에 비해 많더라도, ‘시술시간 제한’의 경우에는 고정적으로 시술시간이 긴 고객이 마지막 슬롯에 배치되는 반면, ‘재진 수 제한’의 경우에는 시술시간이 긴 고객이 배치될 확률은 42%로 낮기 때문에 이와 같은 결과가 나오는 것으로 보인다. 이렇게 ‘재진 수 제한’의 DET 감소 효과가 ‘시술시간 제한’의 대기시간 감소효과보다 더 크기 때문에 ‘재진 수 제한’이 ‘시술시간 제한’에 비해서 큰 효과를 보여주고 있음을 확인할 수 있다.

추가적으로 E(WT)가 E(재진WT)보다 짧은 것을 확인할 수 있다. 즉, 초진 예약 환자의 대기시간인 E(초진WT)는 상대적으로 짧다. 이는 E(재진WT)의 경우에는 Type 1,2,3,4의 예약환자가 다 포함된 대기시간인 반면, E(초진WT)는 Type 5, 한 가지만 포함된 대기시간이기 때문이다. 즉, 의사, 관리자, 코디네이터를 처음으로 필요로 하는 모든 예약 고객들의 대기시간을 합한 것이기 때문에 당연히 E(초진WT)보다 길 수 밖에 없다. 여기서 주목해

야할 점은 ‘E(재진WT) 편차’이다. Type 1,3 고객들에게 제한을 준 이후에는 오히려 초진고객들의 대기시간 감소 효과보다도 재진고객의 대기시간이 기존보다 더 많이 줄어든 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 제한의 효과를 확인할 수 있다.

2) 피크 요일

피크 요일에서 현재 상황을 기준으로 ‘기본 예약 패턴’, ‘재진 수 제한’, ‘시술시간 제한’ 실험결과를 비교한 결과가 <표 5>에 나와 있다.

먼저 ‘기본 예약 패턴’의 ‘E(WT)’실험 결과를 살펴보면, Uniform Pattern이 가장 좋은 효과를 보여주었다. 단순히 예약 건수로만 예약들을 분배할 때에는 오히려 하루 종일 동일한 수의 예약을 받는 것이 특정 시간대의 대기시간이 급증하는 것을 방지해 이와 같은 결과가 나타나는 것으로 드러났다. 즉, 다른 예약 패턴들은 대기시간을 줄이고자 버퍼나 예약을 점차 줄여서 받는 등의 수법을 쓰

<표 5> 피크 요일 현재상황과 비교 (Comparing Result with Current Situation on Peak Day)

(단위: 분)

피크 요일					
현재 상황	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
	671.85	6.69(9.07)	-	-	-
기본	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	671.93	5.91(8.31)	0.08	-0.78	-0.70
Flat 22	663.42	7.66(10.23)	-8.43	0.97	-7.46
Triangle-like	660.18	7.01(9.23)	-11.67	0.32	-11.35
Buffer 1	672.78	6.11(8.49)	0.93	-0.57	0.36
Buffer 2	677.03	6.15(8.62)	5.18	-0.53	4.65
Long Tail	672.67	6.19(8.89)	0.82	-0.50	0.32
재진 수 제한	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	667.30	5.85(7.95)	-4.55	-0.84	-5.39
Flat 22	661.33	7.54(10.00)	-10.52	0.85	-9.67
Triangle-like	651.44	7.17(9.28)	-20.41	0.49	-19.92
Buffer 1	665.10	5.68(8.01)	-6.75	-1.01	-7.76
Buffer 2	670.31	5.94(8.27)	-1.54	-0.74	-2.28
Long Tail	669.21	6.14(8.72)	-2.64	-0.54	-3.18
시술시간 제한	DET	E(WT)	DET 편차	E(WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	662.90	5.73(7.76)	-8.95	-0.95	-9.90
Flat 22	662.76	8.11(10.74)	-9.09	1.42	-7.67
Triangle-like	652.27	6.90(8.95)	-19.58	0.21	-19.37
Buffer 1	670.68	5.68(7.85)	-1.17	-1.01	-2.18
Buffer 2	671.10	5.91(8.05)	-0.75	-0.77	-1.52
Long Tail	670.96	5.69(7.94)	-0.89	-1.00	-1.89

는데, 예약이 많아질수록 이런 것들의 효과가 크게 나타나지 못했다. ‘DET’의 측면에서는 마찬가지로 Triangle-like Pattern이 가장 좋은 효과가 있는 것으로 나타났다. Triangle-like Pattern의 DET 감소 효과가 다른 것들에 비해 많이 크기 때문에 ‘E(WT)+DET’역시 Triangle-like Pattern이 가장 좋은 결과를 보여주었다.

피크 요일에서도 한적한 요일과 마찬가지로 Triangle-like Pattern의 ‘E(WT)’가 다소 증가하였는데, 제한을 도입한 후의 결과를 보도록 하자. 한적한 요일에서는 두 가지 제한을 도입하였을 때 모두 ‘E(WT)’ 값이 줄어든 반면, 피크 요일에서는 ‘시술시간 제한’을 도입하였을 때만 ‘E(WT)’가 줄어든 것을 볼 수 있다. 이는 예약이 늘어날수록 고객들의 1인당 평균 대기시간을 줄이는 것에는 ‘시술시간 제한’을 통해 대기시간과 관련하여 좀 더 직접적인 제한을 주는 것이 더욱 효과적임을 시사한다. 한편, ‘재진 수 제한’을 도입하였을 때 Triangle-like

Pattern의 ‘E(WT)’는 ‘기본 예약 패턴’보다 조금 증가하였지만, 나머지 예약 패턴들의 ‘E(WT)’, ‘DET’, 그리고 본 연구의 주요한 평가지표인 ‘E(WT)+DET’는 모두 ‘기본 예약 패턴’보다 더 좋은 결과를 보여주었다. ‘시술시간 제한’도 마찬가지로 Flat Pattern의 ‘E(WT)’를 제외하고는 모두 제한을 주었을 때 ‘기본 예약 패턴’보다 더 좋은 결과를 보여주었다.

먼저 ‘E(WT)’를 기준으로 실험 결과들을 좀 더 자세하게 살펴보면, ‘기본 예약 패턴’에서 가장 좋은 결과를 보여주었던 Uniform Pattern의 경우 두 가지 제한을 추가하였을 때 기존보다 조금 더 향상된 결과를 보여줌을 확인할 수 있다. Uniform Pattern 다음으로 Buffer Pattern들이 ‘E(WT)’ 감소에 효과적이었는데, 이 패턴들 역시 두 가지 제한이 추가될수록 향상된 결과를 보여주었고, 제한 추가의 효과는 비슷했다. 또한, 한적한 요일과 마찬가지로 고객들의 대기시간 감소에는 ‘시술시간 제한’이 더 탁

<표 6> 피크 요일 ‘기본 예약 패턴’ 과 비교 (Comparing Result with Basic Appointment Pattern on Peak Day)

(단위: 분)

피크 요일							
재진 수 제한	DET	E(WT)	E(재진WT)	DET 편차	E(WT) 편차	E(재진WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	667.30	5.85 (7.95)	6.91 (8.56)	-4.63	-0.06	-0.11	-4.69
Flat 22	661.33	7.54 (10.00)	8.60 (10.67)	-2.09	-0.12	-0.21	-2.21
Triangle-like	651.44	7.17 (9.28)	8.39 (10.00)	-8.74	0.17	0.09	-8.57
Buffer 1	665.10	5.68 (8.01)	6.71 (8.65)	-7.68	-0.44	-0.54	-8.12
Buffer 2	670.31	5.94 (8.27)	7.03 (8.94)	-6.72	-0.21	-0.32	-6.93
Long Tail	669.21	6.14 (8.72)	7.28 (9.43)	-3.46	-0.05	-0.05	-3.51
시술시간 제한	DET	E(WT)	E(재진WT)	DET 편차	E(WT) 편차	E(재진WT) 편차	DET+E(WT)
Uniform	662.90	5.73 (7.76)	6.79 (8.35)	-9.03	-0.18	-0.23	-9.21
Flat 22	662.76	8.11 (10.74)	9.23 (11.43)	-0.66	0.45	0.43	-0.21
Triangle-like	652.27	6.90 (8.95)	8.03 (9.64)	-7.91	-0.11	-0.27	-8.02
Buffer 1	670.68	5.68 (7.85)	6.70 (8.46)	-2.10	-0.44	-0.55	-2.54
Buffer 2	671.10	5.91 (8.05)	6.97 (8.64)	-5.93	-0.24	-0.38	-6.17
Long Tail	670.96	5.69 (7.94)	6.75 (8.56)	-1.71	-0.50	-0.59	-2.21

월한 효과가 있는 것으로 나타났다. 다만, Flat Pattern의 경우 피크 요일에는 ‘재진 수 제한’을 주는 것이 더 좋은 결과를 보여주었다. 이는 예약이 많아질수록 Flat Pattern의 첫 슬롯에서 받는 예약 수가 증가하며, 이에 따라 다른 슬롯들에 비해 시술시간이 긴 고객들 역시 더 받게 되기 때문이다. 또한, ‘시술시간 제한’의 경우에는 시술시간이 긴 고객들이 고정적으로 더 많이 생기기 때문에 ‘재진 수 제한’에 비해 대기시간이 더 많이 늘어남을 확인하였다. 예약이 가장 많은 오후 2시를 예로 들어 설명하면, 오후 2시 슬롯에 예약한 고객들이 다 처리되지 못하고 오후 2시 30분 이후까지 넘어가게 되기 때문에 기존보다 더 많은 대기시간이 발생하게 되고, 더불어 앞서 말했듯이 ‘시술시간 제한’의 경우에는 10분 이상인 고객들이 더 많기 때문에 더욱 늦어지게 되는 것이다.

‘DET’를 기준으로 살펴보면, ‘기본 예약 패턴’에서 가장 효과가 좋았던 Triangle-like Pattern에 제한을 줄수록 훨씬 더 효과가 커지는 것을 볼 수 있었다. 여기서 좀 더 살펴볼 것은 Uniform Pattern이다. 다른 예약 패턴들은 한적한 요일과 동일하게 ‘재진 수 제한’이 더 좋은 결과를 보여주는 반면, Uniform Pattern은 ‘시술시간 제한’을 하는 경우 DET가 더 많이 감소된 것을 확인할 수 있다.

DET+E(WT)를 기준으로 살펴보았을 때 역시 유일하게 Uniform Pattern만 ‘시술시간 제한’이 더 좋은 결과를 보여주는 것을 <표 6>에서 확인할 수 있다. Uniform Pattern의 경우에는 시간대와 상관없이 고객들의 예약을 슬롯 별로 동일하게 분배시키는 예약 패턴이다. 이로 인해 다른 예약 패턴들에 비해 종료 시간 직전 슬롯들에 예약이 많은 편이다. 또한, 다른 예약 패턴들과 다르게 중간에 고객들의 대기시간을 상쇄시켜줄 수 있는 것이 없다. 때문에 예약이 증가할수록 대기시간이 길어지고 이로 인해 병원 종료 시간 역시 늦어지는 것이다. 즉, 예약이 많아질수록 재진 고객 역시 많아지는 상황에서 시술시간이 긴 재진 고객들이 ‘시술시간 제한’에 비하여 상대적으로 잘 분배되지 않아 대기시간 감소효과가 크지 않다. 또한, 마지막 슬롯들에 시술시간이 긴 환자들과 더불어 처리해야 할 환자들이 많기 때문에 오히려 DET가 ‘시술시간 제한’보다 더 길어지는 것으로 나타났다.

V. 고찰 및 결론

본 연구는 도심에 위치한 실제 성형외과 데이터를 활용하여 시뮬레이션 모델을 설계하고, 이 모델을 활용하여 성형외과에 적합한 예약 패턴을 확인하였다. 특히, 단순히 예약 건수로만 예약을 분배하는 예약 패턴을 제시하는 것이 아니라, 이미 축적되고 있는 데이터를 효율적으로 활용하여 기존보다 좀 더 효과적이고, 대기시간의 불확실성을 줄이는 예약 패턴을 제시하고자 했다.

최근 Choi et al.[19]가 처음으로 성형외과의 다양한 시술들 및 예약 건수 등을 반영하여 예약 패턴 연구를 진행한 바 있지만, 성형외과의 서비스 특성을 많이 반영하지 못했다는 아쉬움이 있다. 이에 본 논문은 방문할 고객의 진료 종류 및 진료 시간을 미리 예측할 수 있는 데이터를 활용하여 기존 연구보다 성형외과의 서비스 특성을 좀 더 반영한 최적 예약 패턴을 제시하고자 했다. 고객 만족도 제고를 고려하기 위해 예약 고객들의 대기시간인 E(WT)와 더불어 효율적인 병원 운영을 고려하기 위해 병원 종료시간인 DET를 평가지표로 삼았다. 이후 기존의 ‘기본 예약 패턴’에 ‘재진 수 제한’과 ‘시술시간 제한’을 도입함으로써 제한의 효과를 확인하는 것과 더불어 각 제한을 도입하였을 때의 최적 예약 패턴에 대해서 확인하고 제안하였다.

위와 같이 여러 개의 평가지표를 기준으로 실험 결과를 평가한 이유는 평가지표에 따라, 혹은 병원이 추구하는 목적에 따라 최적 예약 패턴이 달라질 수 있기에 각 병원이 추구하는 목적에 따라 최적 예약 패턴을 선택할 수 있는 가이드를 주기 위함이다. 특히, 병원 운영에 있어 의료진들은 환자들의 진료가 끝난 이후에도 차트 정리, 재고 확인 등과 같은 행정 처리들이 남아있기 때문에 예정된 종료 시간 이후 추가 근무하는 시간 대신 병원 진료 종료 시간인 DET를 고려하였다.

실험 결과, 기존의 연구들과 마찬가지로 예약 패턴을 도입하였을 때 병원의 현재 상황보다 더 나은 결과를 보여줌을 확인하였다. 주요한 평가지표는 요일 별 특성과 상관없이 Choi et al.[19]의 연구와 마찬가지로 병원의 종료 시간을 줄이는데 효과가 탁월한 Triangle-like Pattern이 가장 좋은 결과를 보여주었다. ‘재진 수 제한’과 ‘시술시간 제한’의 경우에도 마찬가지로 Triangle-like Pattern이 최적 예약 패턴임을 확인할 수 있었다. 또

한, 실험 결과들을 통해 두 가지 제한을 줄 때 ‘기본 예약 패턴’ 결과보다 더 좋은 결과를 보여줌을 확인하였다. 대부분의 예약 패턴들이 고객의 1인당 평균 대기시간인 ‘E(WT)’ 측면에서는 ‘시술시간 제한’이 ‘재진 수 제한’에 비해 더 좋은 결과를 보여주었고, 병원의 종료시간인 ‘DET’ 측면에서는 ‘재진 수 제한’이 더 좋은 결과를 보여주었다. 이를 통해 단순히 숫자로 고객들의 예약을 분배시키는 것보다 예약 패턴과 더불어서 슬롯 별로 받을 수 있는 예약에 제한을 두는 것이 더욱 효과적인 예약 패턴이 될 수 있음을 시사한다. 더불어 고객들의 대기시간만 보면 ‘시술시간 제한’이 더 좋은 효과를 보여주었으나, 이보다 ‘재진 수 제한’을 통한 DET 감소 효과가 더 큰 영향을 미친다는 것을 추론할 수 있다.

이와 같이 예약에 제한을 주는 예약 패턴을 도입하기 위해서는 병원 의료진들의 인식 개선이 필요하다. 시스템 개발 없이 의료진들의 노동력을 사용하여 위와 같은 예약 시스템을 도입한다면 시스템 마련을 위한 비용이 지출되지 않을 수 있지만, 높아진 노동 강도로 인하여 의료진들의 반발이 있을 수 있다. 또한, O'keefe[24]의 연구 결과처럼 분명 더 좋은 결과를 주는 예약 패턴임에도 불구하고 일이 복잡해지는 것을 원치 않거나 기존의 습관을 그대로 유지하고 싶어 하는 의료진들의 반발로 인해 예약 패턴이 도입되지 않을 수도 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해 의료진들의 인식 개선이 필요하다. 혹은 현재 병원의 CRM을 만드는 소프트웨어 기업들이 예약 시스템 개발을 통해 추가적인 인력이 필요하지 않도록 도와주어야 한다.

성형외과, 피부과의 공급이 적어 서비스를 제공해주기만 해도 병원 경영이 이루어지던 예전과 달리, 앞으로는 증대되는 수요에 맞추어 공급 역시 더욱 증가할 것이다. 이러한 상황에서 각 병원은 고객 만족을 최우선으로 하는 것에서 더 나아가 고객 맞춤 서비스를 제공해야 하는 시대로 나아가야 한다. 이렇게 변화하는 시대에는 대기시간 관리가 더욱 중요해질 것이며 이에 맞게 각 병원들 역시 시대의 흐름에 맞는 목표를 설정하고, 그 목표에 적합한 예약 패턴을 도입해야 한다.

본 연구는 진료 위주의 일반 병원들과 성격이 다른 성형외과를 대상으로 예약 스케줄링 연구를 진행하였으며, 병원에서 활용할 수 있는 데이터를 이용하여 제한을 주는 예약 패턴을 제시하였다. 그렇기 때문에 병원에 실제로

도입하였을 때 기본 예약 패턴보다 개선된 효과를 줄 수 있는 실용적인 연구라는 점에서 의의가 있다.

하지만 본 연구는 다음과 같은 제한점들이 있다. 첫째, 병원의 예약이 다 채워지지 않는 경우에 대한 추가적인 분석이 필요하다. 현실에서 본 논문과 같이 고객들이 병원에서 제시하는 시간에 무조건 예약을 하는 것은 매우 어렵다. 특히, 오전 시간대나 오후 2시부터 오후 4시 사이에는 직장인들이 방문하지 못하는 시간대이므로 해당 시간대에는 예약이 다 차지 못하는 경우도 있다. 따라서 이와 관련된 추가적인 분석이 이루어진다면 더욱 발전된 연구가 될 것이다. 둘째, 진료시간을 분포로 지정하여 실험하지 못했다는 한계점이 있다. 본 연구의 경우에는 고객들의 진료시간을 상수로 고정하였는데, 같은 시술이라도 고객들에 따라 시술시간이 차이가 있을 수 있다. 이에 특정 시술에 대한 고객들의 시술시간 데이터를 수집하여 해당 분포를 시술시간으로 넣거나 혹은 기존 선행연구들에서 많이 사용하는 lognormal 분포 등을 사용한다면 [15], 더 많은 시사점을 제공해 줄 것이라고 생각된다. 셋째, 고객들의 대기시간 증가에 따른 만족도 감소의 관계에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 둘의 관계가 선형이라고 가정하였으나, 실제로는 지금까지 기다린 시간에 따라 물리적으로는 동일한 시간만큼을 더 기다리는 것이라도 고객들이 심리적으로 체감하는 대기시간은 확연한 차이가 있을 수 있기 때문이다. 예를 들어, 5분 기다린 사람이 5분 더 기다리는 것과 30분 기다린 사람이 5분 더 기다리는 것을 비교해 보았을 때, 각 고객들이 체감하는 대기시간은 차이가 있으므로 이와 관련된 연구가 진행된다면 더욱 의미 있는 연구가 될 것이라 생각한다. 넷째, 실험 결과들의 통계적 검정이 추가되었다면 해당 실험 결과의 신뢰성이 더욱 높아졌을 것이다. 마지막으로 본 연구의 연구 대상이 된 병원보다 긴 대기가 발생하는 다른 성형외과의 데이터를 수집할 수 없어 이를 활용하여 추가적인 성과 분석을 하지 못했다는 한계점이 있다.

<참고문헌>

1. Park SH. 94 Job interviews, 94 defeats. Appearance is the last qualification? [Internet]. Seoul: Premium Chosun; 2016 Oct 12 [cited 2018 Sept 4]. Available from <http://premium.chosun.com/>

- site/data/html_dir/2016/10/11/2016101101129.html
2. Kim K. Globalization of Healthcare Services in Korea: Trends and Challenges. *Korean Society of Hospital Management* 2016;21(2):63-72
 3. National Statistical Office (2016) "Current state of the number of hospitals by departments", Available at http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=350&tblId=TX_35001_A016 (Accessed October 26, 2017)
 4. Lim J, Lee S, Kim T, Kim J. Reducing Appointment No-Shows in Hospitals. *Korean Society of Hospital Management* 2017;22(4):50-60
 5. Lee J, Cho Y. Survey on Grade System and Job Types of Dental Hygienists in Dental Hospital. *Korean Society of Hospital Management* 2017;22(4):24-32
 6. Lee H, Jang H. Original Articles:Quantitative Evaluation of Appointment System for Outpatients in Dental Clinic. *Korean Society of Hospital Management* 2003;8(2):49-69
 7. Cho Y, An S. Influence of Website Attributes on the Visit to Plastic Surgery Websites, *The Korea Society of Information Technology Applications* 2007;14(3):137-149
 8. Park U, Lee J. A Study on Hospital Experiences of Plastic Surgery Patients. *Journal of Korean Academy of Psychiatric and Mental Health Nursing* ;9(1):64-78
 9. Lindley D. The Theory of Queues with a Single Server. *Proceedings Cambridge Philosophy Society* 1952;48(2):277-289
 10. Fries B, Marathe V. Determination of Optimal Variable-Sized Multiple-Block Appointment Systems. *Operations Research* 1981;29(2): 324-345
 11. Wang P. Static and Dynamic Scheduling of Customer Arrivals to a Single-server System. *Naval Research Logistics* 1993;40:345-360
 12. Bailey, N. A study of queues and appointment systems in hospital out-patient departments, with special reference to waiting-times. *Journal of the Royal Statistical Society* 1952; Series B (Methodological):185-199.
 13. Cayirli T, Veral E, Rosen H. Designing appointment scheduling systems for ambulatory care services. *Health Care Management Science* 2006; 9(1): 47-58.
 14. Ho C, Lau H. Minimizing total cost in scheduling outpatient appointments. *Management Science* 1992; 38(12): 1750-1764.
 15. Klassen K, Rohleder T. Scheduling outpatient appointments in a dynamic environment. *Journal of Operations Management* 1996; 14(2): 83-101.
 16. Klassen K, Rohleder T. Outpatient appointment scheduling with urgent clients in a dynamic, multi-period environment. *International Journal of Service Industry Management* 2004; 15(2): 167-186.
 17. Cayirli T, Veral E, Rosen H. Assessment of patient classification in appointment system design. *Production and Operations Management* 2008; 17(3): 338-353.
 18. Cayirli T, Veral E. Outpatient scheduling in health care: A review of literature. *Production and Operations Management* 2003; 12(4): 519-549.
 19. Choi J, Chung Y, Park S, Chung S. Comparing Appointment Scheduling Pattern Reflecting Plastic Surgery Clinic's Characteristics. *The Korea Society for Simulation* 2018; 27(1): 75-90.
 20. Choi JY. Comparing Appointment Scheduling Patterns Reflecting Plastic Surgery Clinic's Service Characteristic: Using Arena [dissertation]. Seoul: Yonsei University;2018
 21. Li J, Zhou Y, Ishino F. Using simulation to improve outpatient appointment system with minimum change. Paper presented at the Proceedings of the 2008 Spring Simulation Multiconference; 2008 pp. 507-512.
 22. Maister D. *The psychology of waiting lines* Harvard Business School Boston, MA; 1984
 23. Jang H. A study on generating and evaluating of outpatient appointment rule using simulation based optimization[dissertation]. Daejeon: KAIST; 2009

24. O'Keefe R. Investigating Outpatient Departments: implementable policies and qualitative approaches, *Journal of the Operational Research Society* 1985;36: 70-712. Cited from Cayirli T, Veral E.

Outpatient scheduling in health care: A review of literature, *Production and Operations Management* 2003; 12(4): 519-549.