

의료프로세스 관리에 경영과학적 접근방법의 응용

김 태 현

연세대학교 보건대학원

〈Abstract〉

Application of Methods of Management Science in Care Process Management

Tae Hyun Kim

Graduate School of Public Health Yonsei University

In a situation where competition becomes intense, health care organizations constantly strive to provide more services with given personnel and time. While not only the 'quantity' of the services but also the 'quality' becomes increasingly important, various problems that can occur during the 'process' of service provision can be effectively managed by applying the methods of management science. In this study, we introduce the cases where the methods of management science can be applied for the management of health care organizations in Korea and abroad. There are many cases where various scenarios for improving the patients' accessibility to the services and for maximizing the efficient use of limited resources are established, and simulation or basic statistical analysis methods are used to solve the problems more systematically or to develop improvement plans. In this study, several exemplary cases, such as no-show of patients, crowding in the emergency room, prediction of the number of available beds in the intensive care units, nurse scheduling, delay of arrival of patients, and ordering of the proper amount of therapeutic materials, are introduced and discussed. From the perspective of administrators or clinicians, however, it may not be easy to master the methodology that requires considerable mathematical background or apply the theories to practice directly. Therefore, it is suggested that more practical and relatively simple analytical methods should be applied. Also, having a more positive attitude toward improving the current performance (e.g., a belief that 'we can always be better than now'), and paying attention to improving the job satisfaction by addressing problems, with experimental spirit and data-driven decision management.

I. 서 론

많은 의료기관들에게 진료실적 향상은 중요한 과제이다. 주어진 인력으로 정해진 시간 내에 많은 외래환자, 입원환자, 응급실 내원환자에 대한 서비스를 효과적으로 제공하려고 부단히 노력한다. 하지만 그렇게 열심히 노력하는 동안 자칫 진료실적을 일종의 '처리량(throughput)

개념으로만 다루게 되기도 한다[1,2]

그러나 서비스 '과정(process)'에서 발생할 수 있는 여러 가지 문제점을 어떻게 해결했느냐에 더 많은 관심을 기울일 필요가 있다. 과정 중심의 데이터는 잘 생성되지 않거나, 만들어지더라도 유의미한 정보로 변환되지 않는 경우가 많다. 경영과학적 접근방법을 적용할 경우 효과적인 정보생성이 가능하다[1]

* 투고일자 : 2016년 10월 24일, 수정일자 : 2016년 11월 28일, 게재확정일자 : 2016년 12월 1일

† 교신저자 : 김태현, 연세대학교 보건대학원, thkim@yuhs.ac

본 연구의 목적은 경영과학적 접근방법을 병원계에 접목시킨 국내외 사례 등을 소개하고, 몇 가지 대표적인 문제점들을 어떻게 분석해 볼 수 있을 것인지를 생각해 보는 기회를 제공하는 것이다. 본 연구는 주로 국내외에 출판된 논문과 보고서, 그리고 각종 웹사이트를 포함한 문헌을 고찰하여 진행하였고, 국내 의료기관 관계자들과의 심층면접도 병행하였다.

II. 경영과학적 접근방법

경영과학적 접근방법이 보건의료부문에 적용되기 시작한 것은 1952년부터이므로, 꽤 오랜 역사를 지닌다[3,4]. 보건의료부문에 적용된 경영과학적 접근방법 관련 논문은 Operations Research, Journal of the Operations Research Society, Management Science, Healthcare Management Science, British Medical Journal, Clinical and Investigative Medicine, Journal of Nursing Management와 같은 경영과학 저널이나 보건의료 저널에 게재되어 왔으며, 국내에도 병원경영학회지, 보건정보통계학회지, 대한보건연구 등에서 다루고 있다 [5-7].

위에 소개된 저널이나 각종 문헌에는 다양하고 폭 넓은 주제가 다루어져 왔다. 의료프로세스와 관련된 내용은 물론이고, 암환자 치료과정에서 IMRT(intensity modulated radiotherapy treatment)의 방사선 종류 선택과 같은 매우 구체적인 기술적인 부분, 공중보건을 위한 시뮬레이션, 병원내 자원이용과 병상관리 등과 같은 운영관리 등도 포함된다[8-10].

1. 최적화(Optimization)

다른 기업과 마찬가지로 병원도 주어진 자원을 활용하여 최대한의 성과를 내고자 노력한다. 의료서비스의 최적화란 “최적화 기법 및 방법론을 이용하여 의료서비스의 질과 효율성을 높이고자 하는 행위”로 정의될 수 있다. 여기서 최적화는 선형계획법으로 대변되는 협의의 의미뿐만 아니라 스케줄링, 시뮬레이션, 통계분석 및 데이터 마이닝 등의 경영과학 기법들과 식스시그마 등의 혁신기법들까지 포함하는 광의의 의미를 갖는다[11].

의료프로세스 최적화와 관련된 대표적인 이론 중 하나는 대기행렬이론(queueing theory)으로 에이전트 기반 모델링 및 시뮬레이션(Agent-Based Modeling and Simulation)을 이용하여 기존 시스템 수준에서의 시뮬레이션이 구현할 수 없는 에이전트의 세밀한 행동과 상호작용을 활용하여 시장이나 사회 현상의 모델링에 사용한다.

또, 더 나은 진료관련 의사결정(decision-making) 시스템을 구축하기 위한 데이터 마이닝, 환자동선 및 흐름의 최적화, 의료정보시스템 활용, Lean과 Six Sigma 프로젝트 향상을 위한 시스템 공학적 접근법 사용, 진료결과 분석, 간호사 스케줄링, 공급망 사슬 관리(supply chain management), 수술환자 스케줄링 및 수술실에서의 환자 안전과 질 향상, 예약시스템 개선, 예약부도 관리, 응급실 환자 대기관리, 진료재료 및 약품관리 등도 병원계에 적용 가능한 사례이다.

2. 문제인식의 중요성

의료프로세스 관리에 경영과학 접근방법을 적용하기 위해서는 우선 진료 및 진료지원 현장에서 발생하고 있는 여러 가지 문제점에 대해 인식할 필요가 있다. 의료기관에 근무하고 있는 직원의 머릿속에는 다양한 경험을 통해 어떤 것이 주요 문제점인지에 대한 지식이 들어있다. 의사소통과 정보교류를 위한 네트워크를 유지하고, 일반관리 및 특수목적의 정보시스템 소프트웨어를 관리하며, 다양한 자료를 통합하는 것이 필요하다.

그리고 그러한 문제가 유의미한 것인지에 대해 확인하기 위한 자료를 수집한다. 자료분석을 통해 정보를 생성한 후 믿을만한 정보인지를 확인하는 과정이 필요하다. 일단 신뢰성 있는 정보가 만들어지면 병원내의 관계자들에게 효과적으로 알려야 한다. 그렇게 공유된 정보가 전략적으로 성과향상으로 이어지게 해야 한다. 그 과정에서 물론 개인정보 보호도 해야 하고, 경영정보시스템의 현황과 문제점, 개선방향 등도 도출할 수 있을 것이다. 궁극적으로는 병원의 성과 향상과 환자의 만족도 및 경험 관리가 목표이다.

3. 의료기관 서비스의 접근성 문제

의료서비스의 접근성 문제는 수요는 많으나 공급이 충

분하지 않을 때 자연스럽게 발생하게 되고, 환자들은 진료를 받는 과정에서 지연을 경험하게 된다. 「2014 보건복지통계연보」에 따르면 응답자의 38.5%가 의로서비스 이용 시 긴 대기시간을 불만족한 사항으로 응답했다고 한다[12]. 대기시간은 의료기관 평가나 성과지표에 포함되어 있는 질 지표 중의 하나로 대기시간에 대한 모니터링과 다양한 개선노력을 추진하고 있다.

의료기관은 진찰, 검사, 치료 등의 프로세스 중 진료지연을 야기하는 병목지점을 확인하고 시스템 개선을 통해 진료대기시간을 단축하는 것이 의료기관 측면에서 보다 쉽게 통제 가능한 방법이므로 많은 연구에서 제공자 측면에서 통제 가능한 대기시간 단축 활동을 제시하였다. 하지만 진료대기는 제공자 측면만의 문제로 발생하는 것은 아니다.

3.1. 적응행동모형(Models of Adaptive Behavior)

적응행동모형(Adaptive Behavior)은 환자와 의료진이 지체와 대기 경험을 통해 자신들의 행동을 변화시키게 된다는 것이다[13]. 적응행동(Adaptive Behavior)은 환자의 의로서비스 접근성, 운영 효율성, 그리고 임상적인 결과에 중요하게 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 진료를 받기 위해서 오래 기다려야 하는 환자가 마지막에 예약을 취소하거나 부도를 낼 수도 있고, 응급실에 온 환자가 너무 오래 대기해야 되어서 가 버리는 경우도 있다[14].

병원 응급실은 그래서 앰블런스를 다른 곳으로 돌려보내거나 함으로써 응급실 업무량을 줄여보려고 한다[15]. 환자들은 예약 대기가 길어질수록 예약부도율도 증가한다고 하였다[16]. 어떤 연구에서는 간호사들이 환자가 많을 걸로 예상될 때는 출근을 안 하는 경우도 있었다고 한다. ICU 공간이 부족하면 중환자실 환자들을 좀 더 빨리 퇴원시키기도 한다[13].

그렇다면, 적응행동(Adaptive Behavior)을 어떻게 의사결정에 반영할 것인가?

예를 들어, 진료 가능한 환자군 규모를 결정할 때 예약부도(No-Shows)를 반영할 수 있다. 수학적 확률이

론 분야의 하나인 대기행렬이론(queueing theory)에서 “M/D/1 queue”라는 것은 고객의 도착은 포아송과정(Poisson process)으로 정해지고, 서비스 제공 시간은 이미 결정되어있기 때문에 고정되어 있는 상황에서 서버는 하나만 있는 시스템에서의 대기시간을 의미한다[16]. 이 모델의 이름은 Kendall의 공식에서 쓰여졌으며, Agner Krarup Erlang이 이 모델을 1909년에 처음으로 발표하여 대기행렬이론(queueing theory)을 시작하였다. 둘 이상의 서버가 있는 이 모델의 확장형이 M/D/c queue이다.

환자예약 스케줄을 할 때 예약부도(No-Shows)를 감안하는 방법1)

이 경우 당일예약접수가 될 확률을 확인하기 위해서 휴리스틱 알고리즘(heuristic algorithms)을 개발한다[17]. 두 가지 단순한 휴리스틱은 1) Open access: 당일 접수, 2) Two-day: 당일 아니면 그 다음날 예약 접수를 하게 하는 것이다. 이와는 다르게, 정책개선 휴리스틱(Policy Improvement heuristics)은 다음과 같은 벤치마킹 대상들과 비교하는 것이다. 즉, 1) Threshold heuristic: 예약정원이 다 차지 않은 날 중 가장 빠른 날 예약을 잡아 주는 것, 2) Load balancing heuristic: 예약인원이 가장 작은 날로 잡는 것, 3) Random heuristic: 무작위로 예약일을 잡아 주는 것이다. 이와 같은 다양한 대안들의 Open access 대비 상대적 비용은 얼마이며, 효과는 어느 정도인지를 시뮬레이션해서 개선 방안을 도출할 수 있다.

적응행동(Adaptive Behavior)으로 인해 발생할 수 있는 결과들은 다음과 같다. 실제 서비스 요구량과 환자들의 도착률은 달라질 수도 있다. 또한 적응행동을 보이는 환자들이 늦게 오기 때문에 제 시간에 도착하는 환자들의 진료 및 대기시간에도 영향을 주는 ‘하류효과(Downstream effects)’와 발생할 수 있다는 점을 감안해야 한다[13]. 물론, 환자 유형의 이질성, 인간 행태가 운영에 미치는 영향에 대한 이해도 필요한데, 이 때 경영과학 방법론과 실제 환자 자료를 결합하여 분석할 필요가 발생하는 것이다.

1) Liu, N., Ziya, S., & Kulkarni, V. G. (2010). Dynamic scheduling of outpatient appointments under patient no-shows and cancellations. *Manufacturing & Service Operations Management*, 12(2), 347-364. 의 내용을 요약, 발췌한 것임.

III. 국내외 사례

1. 존스홉킨스대학병원의 이산형 이벤트 시뮬레이션 (discrete event simulation, DES) at Johns Hopkins ED 사례²⁾

존스홉킨스대학병원이 경영과학적 접근방법을 활용함으로써 달성하고자 하는 궁극적인 목적은 인텔리전트한 시스템을 만드는 것이고, 중점관리 대상들은 운영관리, 의료 의사결정, 정보기술, 보건의료 정책이다. 이를 위한 도구들이 시스템 분석, 시스템 디자인, 시스템 관리이다 [18].

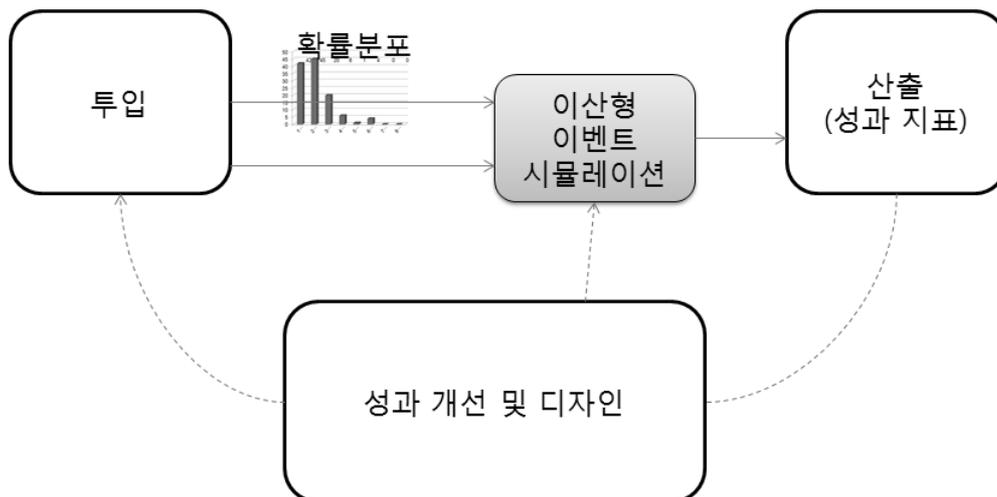
이산형 이벤트 시뮬레이션은 병원의 실제 현장에서 벌어지는 상황을 최대한 흉내를 내는 것이다. 그래서 그것을 컴퓨터로 재현한 후에, 가상의 시나리오에 따라 시뮬레이션을 돌려 본 다음에, 실제로 적용하기 전에 의사결정에 도움을 줄 수 있는 증거를 제공하는 것이 골자이다. 예를 들어 이 이산형 이벤트 시뮬레이션을 통해서 입원병상이 많이 차 있으면, 실제로 응급실에서 환자가 얼마나 더 많이 기다리게 되는지를 보여 줄 수 있다.

1.1. 시뮬레이션 수행단계의 예

첫째, 시뮬레이션의 목적을 결정한다. 시뮬레이션을 통해 너무 많은 것을 알려고 하면 안 된다. 1-2개 또는 2-3개가 목적으로 적당하다. 즉 초점을 좁혀야 한다. 예를 들어, “응급실에서 재원시간을 줄이면 병상점유율, 필요한 의료진 수, 환자 대기시간도 줄어들 것인가?”와 같이 정할 수 있다.

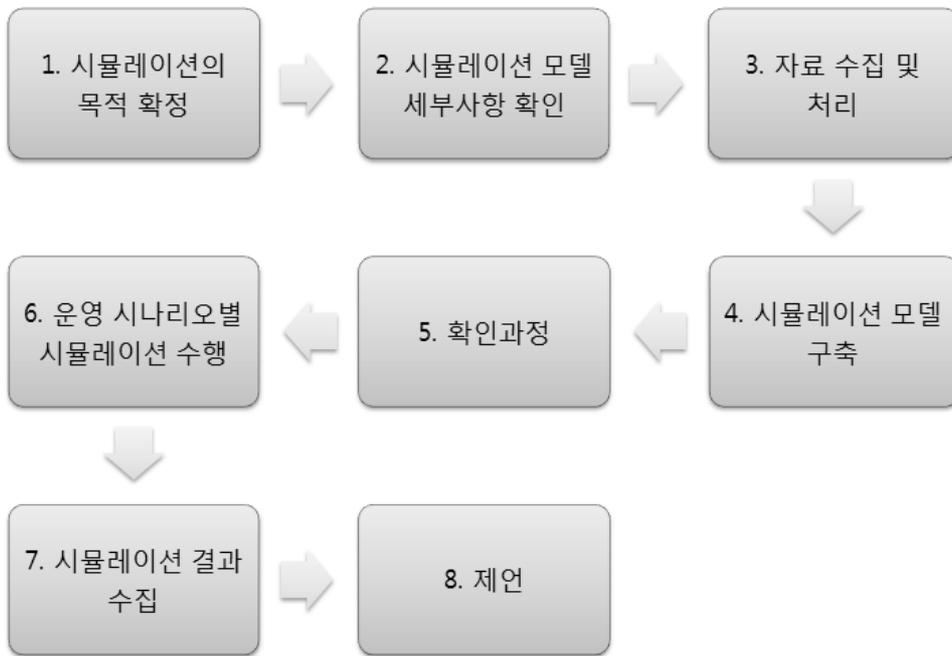


<그림 1> 경영과학적 접근방법을 활용하고 있는 Johns Hopkins Center for Systems Engineering in Health의 시스템 엔지니어링 다이어그램



<그림 2> 시뮬레이션 다이어그램

2) Hamrock E et al. Discrete event simulation for healthcare organizations: a tool for decision making. J Healthc Manag. 2013 Mar-Apr;58(2):110-24. 의 내용을 요약, 발췌한 것임.



<그림 3> 시뮬레이션 수행단계

두 번째로는 시뮬레이션 모형을 구체화하는 것으로 주요 산출물을 정해야 한다. 이 경우, 응급실 병상 점유율이 주요 변수이고, 환자 대기시간과 대기실 점유율에 2차적인 변수가 되겠다.

세 번째로는 자료수집 및 처리과정이다. 상세한 내용을 담은 데이터를 많이 모으면 좋지만, 너무 자세한 데이터를 모으기 위해서 한도 끝도 없이 자료를 수집할 수는 없다. 따라서 일정 부분은 가정을 하고 들어 갈 수밖에 없다. 데이터를 모은 후에는 자료정제(data cleaning)을 해야 되는데 이 작업에 시간이 많이 소요된다. 그리고 열외군(outlier)도 제거해야 한다. 위 아래 2.5% 정도?

네 번째는 시뮬레이션 모델을 수립하는 과정이다. 즉, 프로그래밍이다. 각종 평균 진료 경향이나 패턴을 모형에 투입. 예를 들어, 몇 %의 환자가 집으로 가는지, 몇 %의 환자가 입원하는지, 몇 %의 환자가 응급실 주 진료공간에서 치료를 받는지, 관찰 구역으로 배치되는지 등을 파악한다. 응급실에서 퇴원해서 집으로 간 환자의 평균 재원 시간과 분포는 얼마인지, 응급실에서 병동에 입원한 환자의 평균 재원시간은 얼마인지 등의 정보도 필요하다.

다섯 번째로 확인 및 검증작업이 필요하다. 각종 데이터와 가정들을 재확인하는 것이다.

여섯 번째는, 운영 시나리오별로 시뮬레이션을 수행한다. 응급실 환자의 재원시간을 10% 줄일 경우, 병상점유

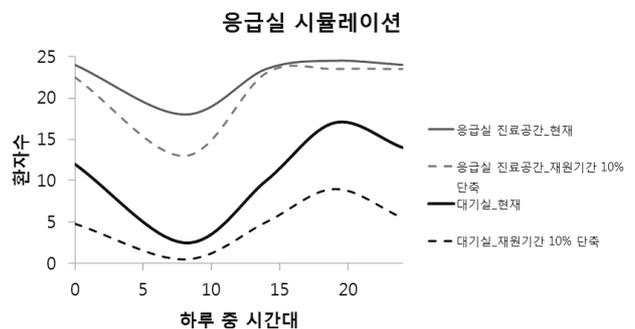
율, 환자 대기시간, 스테핑이 어떻게 변할 수 있는지를 시나리오로 구성해서 시뮬레이션 한다.

일곱 번째는 각종 시뮬레이션의 결과를 정리하는 작업이 필요하다.

최종적으로는 개선방안을 제시하는 것이다. 응급실 운영과 관련된 제언을 하는 과정으로 제언의 타당성을 평가하는 것이 필요하다. 예를 들어 심야 교대를 하는 동안 인력이 조정될 수 있다는 것이다.

1.2. 응급실 시뮬레이션 결과

위와 같은 시뮬레이션 수행단계를 거친 후, 시간대별 응급실 혼잡 감소 예상결과를 도식화해 낼 수 있다(그림 4).



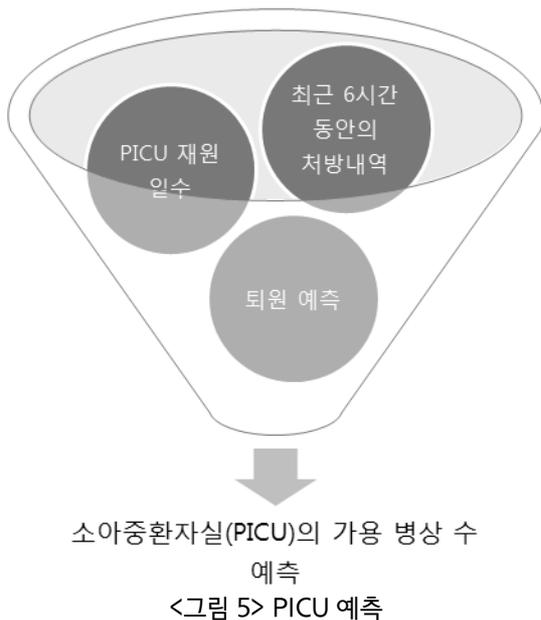
<그림 4> 응급실 시뮬레이션 과

이는 응급실 환자들의 재원기간을 10% 줄일 경우 발생 할 수 있는 효과는 응급실 주 진료공간과 대기실의 환자 흐름을 개선시킬 수 있고, 그 효과는 각기 다른 시간대에 나타날 수 있음을 보여 주는 것이다.

이 결과를 보면, 대기실의 대기시간은 17시에서 22시 사이에 크게 줄어 들 수 있고, 응급실 주 진료공간은 오전 2시~8시 사이가 되어야 재원시간이 감소될 수 있고, 잠정적으로 그 시간대에 의료진 수를 줄여 볼 수 있는 여지가 있다.

1.3. 소아중환자실 시뮬레이션 결과³⁾

또 하나의 예로 소아중환자실(집중치료실)의 이용가능한 병상수를 예측하기 위해서 소아중환이 언제쯤 (몇 시간 내에) 퇴원하게 될 것인지를 예측하는 실시간 프로그램을 도입하였다. 특히 이 실시간 예측 프로그램은 지난 6시간 동안의 처방내역과 패턴을 분석해서 PICU 재원일수와 퇴원시점을 예측하는 것이다. 즉, 처방 기록은 실시간에 쌓이기 때문에, 이 기록을 바탕으로 어떤 환자가 곧 퇴원해서 병상이 비게 되는지를 모니터 할 수 있다.



2. 수술 과정에서의 질 향상 활동 사례⁴⁾

수술 후 환자의 몸 속에 남겨지는 수술재료들(Retained surgical items)은 수술실에서 일어나는 사고 중 대표적인 예이다. Data-Matrix-Coded Sponge는 수술실에서 사용하는 스폰지 및 타올에 바코드를 부여해서 환자의 몸에 들어가는 것을 방지하기 위한 것이다. 이 방법을 통하여 수술 중에 환자의 몸에 스폰지 등이 들어가는 실수가 3년간 일어나지 않았다[19]고 하며 환자의 안전을 보장함과 동시에, 의료진의 만족도도 높아졌다고 한다(그림 6).

3. 간호사 스케줄링의 최적화⁵⁾

간호사 스케줄링 문제는 까다로운 일이다. 충분한 쉬프트를 확보해야 하고, 각종 제약조건을 만족시켜야 한다. 병원에는 간호사들을 24시간 일주일 내내, 낮근무, 밤근무, 주말근무를 섞어서 배치해야 한다. 간호사의 경력과 숙련도도 고려하여 배치해야 한다. 쉬프트 타입을 2교대, 3교대, 4교대로 할 것인지도 결정해야 할 것이다. 따라서, 간호사 스케줄링은 긴 스케줄링 기간과 많은 수의 인력 때문에 최적화가 어려운 영역 중 하나이다.

영국의 노팅엄대학교 컴퓨터과학과의 자동화 스케줄링, 최적화 및 기획 연구단(The Automated Scheduling, Optimization and Planning (ASAP) research group School of Computer Science, University of Nottingham, UK.)은 이러한 간호사 스케줄링을 어떻게 하면 최적화하는지에 대해서 연구한다. 여기서는 간단한 개념만 소개한다.

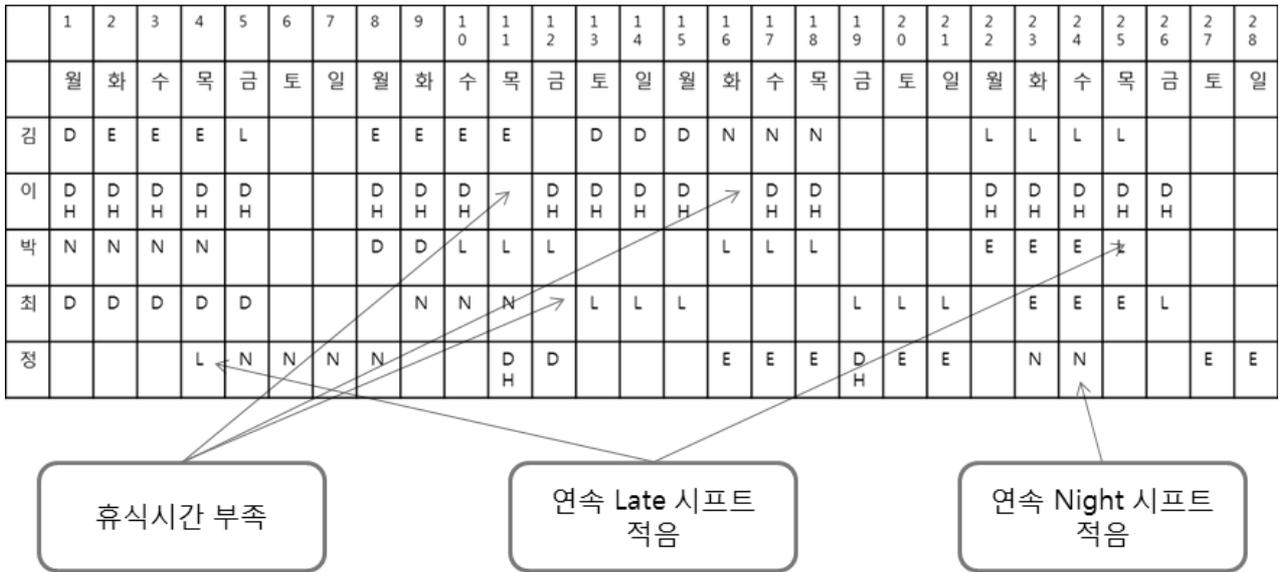


<그림 6> Data-Matrix-Coded Sponge

3) 자료: http://www.hopkinsmedicine.org/center_systems_engineering/project_areas/health_opt_research.html

4) Cima, R. R., Kollengode, A., Clark, J., Pool, S., Weisbrod, C., Amstutz, G. J., & Deschamps, C. (2011). Using a data-matrix-coded sponge counting system across a surgical practice: impact after 18 months. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 37(2), 51-51.의 내용을 요약, 발췌한 것임.

5) 자료: Qu, R. Recent Research on Nurse Rostering at ASAP Group. The University of Nottingham. <http://www.cs.nott.ac.uk/~pszrq/files/Atoss.pdf>



<그림 7> 간호사별 가상의 스케줄과 문제점

간호사 스케줄링 자동화를 하기 위해서는 간호사별 요청과 선호를 최대한 만족시킬 뿐만 아니라, 간호사들이 여가시간을 효과적으로 계획할 수 있게 해야 한다. 어떤 간호사는 연속으로 근무해야 하는 날 중간에 충분한 휴식시간이 확보되지 않을 수도 있고, 연속으로 늦은 시간대에 근무를 하거나 한밤 중에 근무를 하는 날이 적어서 그에 따른 보상이나 휴가가 적은 간호사들이 있을 수 있다 (그림 7). 따라서, 이런 여러 가지 고려사항을 감안하여 간호사 스케줄링을 하기 위해서는 먼저, 문제를 기술한다. 그리고, 제약조건은 모든 해가 만족해야 하는 강력한 제약식(Hard constraints)과 가능하면 만족시키는 것이 바람직한 제약식(Soft constraints)으로 구분한다. 가장치는 휴리스틱 알고리즘 (heuristic algorithm)을 통해 가능한 스케줄을 도출한다.

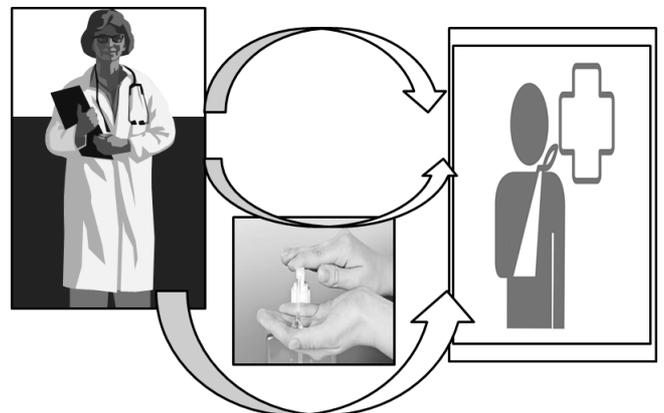
탄력적인 스케줄은 신규 간호사 채용과 기존 간호사 만족도 제고에 도움을 줄 수 있다. 한편, 근로조건과 관련된 각종 법적 요구사항도 준수해야 한다. 물론 각종 보고서 생성, 인적자원관리 프로그램과 연동가능하도록 하는 것은 덤이다.

4. 최적의 손 세정제(Hand Sanitizer) 위치

의료의 질 향상 측면에서도 경영과학적 접근방법이 활용될 수 있다. 병원내 감염예방을 위해 가장 많이 강조하고 있는 것 중의 하나가 바로 손 위생을 실천하는 것이다.

병원에서는 손 위생 실천을 잘 하는 의료진들에 대한 수상도 하고 있으며, 관련된 실천을 통계도 내고 있다. 의료진들에게 손 위생의 중요성에 대한 교육을 철저히 하고, 이를 잘 따르지 않는 직원들에게는 징계를 하는 등의 조치를 취할 수도 있겠으나, 어떻게 하면 손 세정제가 의료진의 눈에 잘 띄게 해서, 환자 진료를 할 때 잊지 않고 손 위생을 할 수 있게 할 것인지를 고민해 볼 수 있을 것이다. 손 위생 실천률을 높이기 위해 손 세정제의 최적 위치를 찾자 하는 노력도 경영과학적 접근방법과 접목할 수 있다.

한 연구에서는 입원 병실내의 업무 흐름 및 링크를 분석하고, 손 세정제의 현재 위치와 최적위치간의 실제 사용도 및 예상 사용도를 비교하였다[20]. 즉 의료진의 동선 중에서 업무 흐름이 자주 발생하는 부분을 파악하여 그곳에 손 세정제를 비치하면 보다 효과적일 것이라는 것이다.



<그림 8> 병실 내 의료진의 동선과 세정제 위치

5. 시뮬레이션 이외의 접근방법 활용 사례

병원계에 경영과학적 접근방법이 적용되어온 지는 꽤 오래되었고, 앞에서 외국의 사례도 소개를 했지만 실제로 현장에서 그러한 접근방법을 보다 많이 적용하기 어려운 이유도 엄연히 존재한다. 선행연구에서는 그 이유를 다음의 다섯 가지로 꼽았다[4, 21-22].

즉, 낮은 수준의 공학적/수학적 배경지식, 경영과학 전문가들을 위해 쓰여진 경영과학 논문들과 분석방법, 전문화되고 기술적인 주제들 위주, 보건의료인들을 위한 논문 부족, 모델링을 위한 과정 중심의 데이터 부족, 의료기관 내부의 경영과학 전문가 부족, 외부 경영과학 전문가 참여시 비용 부담이 크다는 것 등이다.

실제로 국내의 모 의료기관에서도 늘 봄비는 응급실의 진료절차에 대한 문제점을 인식하고, 경영과학을 전공한 박사급 인력과 응급의학과 전문의, 예방의학 전공의 등이 응급실 과밀화와 프로세스 상에서의 병목현상 진단 및 개선방안 등을 연구하기 위해 2년간의 시간을 투자했다. 그러나 정작 방대한 자료를 처리하고 분석하는데 어려움을 겪었을 뿐만 아니라, 시뮬레이션 모델을 수립하고, 그 모델이 실제 상황을 얼마나 잘 반영하는지를 검토하는 작업에 난항을 겪었다. 또, 시뮬레이션을 통해 도출된 결과에 오류가 발생했을 경우, 이를 바로 잡아 나가는 작업에 많은 시간을 할애했으나 가시적인 성과를 내지 못한 사례가 있다.

하지만 다소 고차원적인 분석방법을 통해서만 우리가 달성하고자 목적을 이룰 수 있는 것은 아닐 것이다. 따라서 아래의 몇 가지 사례는 비교적 단기간에 흔히 사용할 수 있는 자료분석방법을 적용하거나, 간단한 기술통계 정도만으로도 문제점을 파악하고 이를 조금이라도 해결해 나가기 위한 나름의 제언을 해 본 경우에 해당된다.

5.1. 신환 환자 중 No-Show 비율 관리 사례⁶⁾

문제점의 인식

예약부도관리는 고객들한테 더 편리한 예약시스템을 제공하여 당일 내원환자의 대기시간을 줄이고, 예약을 활성화함으로써 보다 많은 환자에게 서비스를 제공할 수 있다는 점에서 중요하다.

병원의 성장성 및 대외인지도 평가에 있어서 병원을 처음 방문하는 환자인 신환의 비중은 중요한 지표이다. 예약부도관리를 실시한 병원은 신환의 추이가 소폭의 감소 또는 정체를 보이고 있었다. 이에 진료예약된 환자를 철저히 관리하는 것이 필요하나, 기존에는 신환의 경우라 해도 적극적으로 관리하지 않았다.

이러한 연구는 기존에도 종종 진행되어 왔기 때문에, 기존 연구에서 제시한 주요 결과들에 바탕을 두되, 성인 및 소아환자를 포함한 모든 진료과를 대상으로 최대한 많은 환자 표본을 이용하여 예약부도 요인을 분석하였다.

연구대상 기관은 서울 시내에 소재한 일개 대학병원으로 상급종합병원이다. 이 연구에서 사용한 자료는 외래진료예약에 관한 원무팀 자료로서 2013년 3월 1일부터 2014년 2월 28일까지 1년간의 외래진료 예약을 한 환자들 전수의 예약준수, 예약취소, 예약부도에 관한 데이터이다. 전체 데이터 중에서 외래진료예약이 불가능한 응급의학과 방문 환자와 일요일에 예약한 환자, 예약시간 표기오류인 환자들의 데이터는 연구 분석에서 제외하였다. 예약일의 날씨관련 정보는 기상청의 데이터를 요청하여 이를 원무팀 자료와 병합(merge)하였다.

예약부도에 대한 정의를 내리는 것도 필요하다. 예약준수는 예약당일에 진료를 받기 위해 내원한 환자로 외래간호팀에서 등원확인을 한 경우로 예약시간보다 늦게 도착한 예약지연 환자도 포함한다. 예약시간 이전에 예약을 취소한 환자는 분석에서 제외하였다. 예약부도 여부는 예약 당일 등원하지 않은 환자로 외래간호팀에서 미등원으로 체크한 경우이다.

동시에 외래진료예약유형을 1)진찰, 2)검사, 처치 및 수술로 구분하여 각각에 대해서도 부도 여부를 확인하였다. 독립변수는 환자의 인구사회학적 요인, 예약관련 요인, 진료관련 요인으로 구분하였다.

예약을 준수한 환자와 미준수한 환자(예약부도환자)의 특성을 Chi-square test를 통해 비교하였다. 최종결과는 다변량 로지스틱 회귀분석을 통해 예약부도와 관련된 유의한 요인을 추정하였다.

이 연구에서 전체적으로 예약부도율은 5.0%였는데, 검사, 처치 및 수술의 예약부도율이 8.0%로 진찰 예약부도율 4.7%보다 높았다. 18세 이하 환자 및 의료급여 수급자의 예약부도율이 대체로 더 높은 것으로 나타났다. 마

6) 권성탁, 이예슬, 한은아, 김태현. 일개 대학병원 외래환자의 예약부도(No-Show) 관련요인. 대한보건연구 41권 2호 pp. 29~46(2015. 5)

찬가지로 오후 예약과 토요일 예약환자 군에서도 예약부도율이 더 높았다. 또한, 안과 및 이비인후과의 예약환자 군과 담당의가 강사, 레지던트인 환자군의 예약부도율이 높았다. 세부적으로 진료예약을 두 그룹으로 나누어 분석했을 때는 유의한 변수가 다소 달랐다.

이 연구의 결과는 의료기관이 예약부도와 유의하게 관련이 있는 요인을 파악할 경우 예약부도 관리를 체계적으로 실시하기 위한 우선순위 설정에 도움이 될 것이다. 또한 예약부도 관리를 할 때에도 예약을 진찰, 검사, 처치 및 수술로 구분하여 접근할 필요가 있음을 시사한다. 향후 연구에서는 예약부도와 관련된 질적인 정보를 추가하면 보다 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다[5].

개선방안 도출

신환 환자 중 No-Show 비율을 관리하기 위해 원무팀, 외래간호팀, 예약센터, 의료정보팀으로 태스크포스팀을 구성하여 자료를 수집하고, No-Show 사유별 분석, 전일 신환 중, 진료를 받으러 오지 않은 환자 확인, 환자 연락(유선통화, 통계작업), 재예약 요청 환자 관리(사유분석, 불만사항 점검 등), 재예약 성공 건수 :512건(전체 No-Show 발생건수의 12.8%), 적극적인 해피콜을 통한 신환 확보(재예약 처리) 등이 제안되었다.

이 연구는 신환이 병원에 내원하지 못하는 사유에 대한 구체적인 원인과 객관적인 자료 확보가 중요함을 시사한다. 나아가, 이러한 연구를 진행함으로써 환자와의 유대감 강화로 환자친화적인 병원 이미지 구축의 계기가 마련될 수 있을 것이며 병원 수익증대에도 기여할 수 있을 것이다.

5.2. 정신건강의학과 외래 사례7)

모 대학병원의 정신건강의학과 외래간호팀에 근무하고 있는 한 간호사는 유독 특정 요일의 특정 세션에서는 다른 요일이나 다른 세션보다 혼잡하다는 점을 느꼈다. “왜 그럴까?” 곰곰이 문제점의 원인을 생각하던 이 간호사는 혹시 외래 진료시 특정 상병을 가진 환자들을 위한 클리닉을 개설하였더니, 특정 상병군 환자들이 다른 환자들보다 대체로 예약된 시간보다 늦게 등원하는 경향이 있는 것은 아닐까 하고 생각하게 되었다.

만약 환자가 예약 시간에 맞춰 도착하지 않으면 의사가 환자를 기다리게 되는 등 의사의 유희시간(doctor's idle time)이 생기게 되고 그 시간을 활용하기 위해 당일접수 환자를 우선 진료하게 될 것이다. 결국 외래시간 중 늦게 도착한 환자들이 외래 세션의 후반부에 집중되어 예약환자들의 진료지연을 야기하고, 시간을 준수한 환자와 늦게 왔지만 일찍 진료를 보고자 하는 환자들 사이의 갈등이 발생하고 이를 중재하려는 직원의 스트레스도 가중될 수 있다[6].

뿐만 아니라 진료가 늦게 끝나 시간외 근무로 인한 추가 인건비용이 발생하게 된다. 즉, 예약시간 도착지연은 프로세스의 흐름을 방해 하여 대기시간 지연과 고객만족 저하를 가져오고, 의료기관의 소중한 시간과 인력을 낭비하여 의료기관의 효율적인 운영을 저하시키게 되는 것이다.

기존의 연구는 예약시간 미준수는 의료기관이 개입하여 개선하기에는 어려운 환자측의 요인이라고 간주하여 분석에 포함시키지 못했다. 그러나 예약시간 도착지연 가능성이 높은 환자의 특성을 보다 자세히 파악한다면 도착지연을 예측하여 예약시스템을 개선하거나 도착지연 가능성이 높은 환자 군을 관리함으로써 도착지연율을 감소시킬 수 있을 것이다.

이 연구에서는 2012년 11월 1일부터 2014년 10월 30일까지 약 2년간에 걸쳐 서울시내 소재 한 일개 대학병원의 정신건강의학과 외래를 내원하는 환자들의 예약일 관련 전자의료기록(electronic medical record, EMR) 데이터를 분석하여 연구대상의 개인 특성과 도착지연과의 관계를 조사하는 조사연구로 설계하였다.

이 연구의 종속변수는 도착지연인데, 도착지연을 정의하는 것도 간단한 일은 아니었다. 예약시간 미준수(unpunctuality)를 환자의 약속 시간과 실제 도달 시간사이의 차이로 정의할 것인지, 도착시간을 환자가 진료실에 도착한 시간으로 정의하여 예약된 시간에 환자가 진료실에 도착하지 못했을 때를 도착지연이라고 할 것인지도 결정해야 했다. 이 연구에서는 도착지연을 예약시간 미준수 중 환자의 약속 시간보다 실제 도착시간이 늦는 경우로 정의하였다.

연구 대상 병원에서는 외래 진료과에 환자가 내원하면 환자가 직접 등록카드를 간호사실 접수에 비치된 도착 확

7) 심정화, 이예슬, 이상규, 박소희, 김태현. 정신건강의학과 외래 환자들의 도착지연 관련요인 분석: 일개 대학병원 사례. 보건정보통계학회지 제40권 제3호, 2015;40(3):85-99.

인 단말기에 인식시키거나, 원무과나 접수 담당 간호사에게 도착 여부를 알려 담당자가 수동으로 EMR에 체크하는 두 가지 방법으로 환자의 도착 여부와 도착시간이 EMR에 표기된다. 실제 진료시간을 예약시간으로 한다면 예약시간 10분 전에 내원하는 것이 연구대상병원의 진료과 도착확인시스템에서 가장 이상적인 예약시간 준수라 할 수 있다.

하지만 EMR 시스템 상 환자가 예약시간 5분이 지나서 내원할 경우를 도착지연으로 인식하여 해당 환자 예약시간이 하늘색으로 표시되고 있으며, 예약관리 체계의 느슨한 일반적 사회인식을 감안하여 이 연구에서는 예약시간 5분이 지나서도 간호사실 접수나 원무과에 도착확인을 하지 않는 것을 도착지연으로 정의하였다. 즉, 예약 시간 5분 이내는 예약시간을 준수한 것으로 간주하고 5분 초과 시부터 도착지연을 한 것으로 정의하였다.

예약시간보다 늦게 등원하는 것으로 의심되는 특정 상병 환자군(이 연구에서는 강박증 진단을 받은 환자군)과 다른 환자군의 예약 관련 데이터를 추출하였고, 성, 연령, 진단명, 거주지, 보험, 초/재진 등을 구분하여 비교하였다.

자료를 분석한 결과 실제로 특정 상병 환자군들이 다른 환자군들보다 유의하게 늦게 도착하는 경향을 확인하였다. 또, 이전 진료에서 늦게 도착한 환자들 다음번 진료에서도 늦게 도착하는 경향이 있다는 것을 확인하였다.

문제를 알아냈지만 당장 개선으로 이어질 수 있는 것은 아닐 수 있다.

이러한 분석결과를 얻었다고 해서 개선방안을 도출하는 것은 쉬운 일이 아니다. 잠정적인 개선안으로는 강박증이 있는 환자들을 다른 환자군들과 섞어서 같은 진료실에서 예약을 받는 걸로 변경하는 것, 또는 환자 당 진료시간이 비교적 짧은 의사와 매칭하는 것을 검토하거나, 예약마감 시각을 좀 더 앞당기는 방안 등도 고려해 볼 수 있겠다.

5.3. 성형외과 외래 사례

아마 병원현장에 근무하는 간호사들이라면 많이 느끼는 문제점일 것이다. 병원에는 많은 진료재료를 사용하게 되는데, 그 경우 언제, 얼마 만큼 주문을 하는 것이 적정인지 고민하게 된다. 최근 하버드 비즈니스 리뷰에서도 의료기관이 비용을 절감하는 노력을 기울일 때 자칫 지나

치게 되는 것이 각종 진료재료의 주문량과 사용량을 관리하는 것이라고 지적하였다.

모 병원 성형외과 외래간호사는 특정 진료재료를 평균 2주 간격으로 주문하고 있다. 의사마다 선호하는 진료재료가 달라서 다양한 진료재료가 필요하며, 주문량과 재고량에 변동이 자주 발생하여 재고량이 갑자기 부족해지거나, 오랜 기간 재고로 보유하고 있던 진료재료의 유효기간이 지나 못 쓰게 되는 경우가 발생한다. 따라서 의료진 특성, 환자 특성 등을 고려한 적정 주문량을 예측하는 것이 필요한 상황이다.

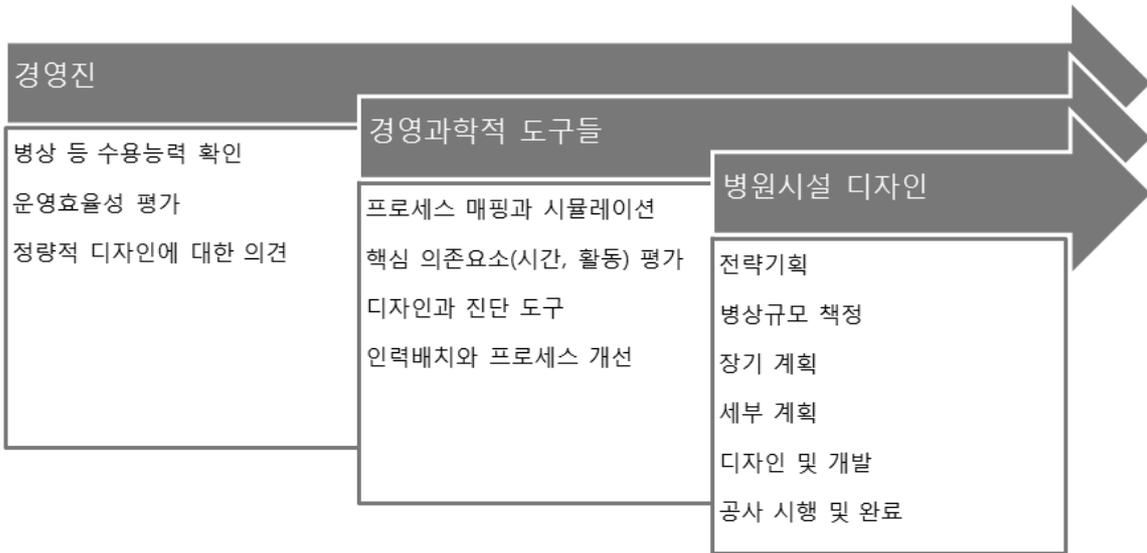
이러한 문제점은 수요관리, 주문량관리, 납품업체관리, 로지스틱스 관리, 재고관리가 같이 연계되어야 해결이 가능한 부분이다. 하지만, 의료기관들이 이런 부분에 대해서는 많은 관심을 쏟지 못하고 있는 상황이다.

문제를 알아냈다고 해서 개선방안을 도출하는 것은 쉬운 일이 아니다.

진료재료관리를 통해 단 1%의 순이익률만 증가시켜도 병원경영에는 큰 도움이 될 수 있을 것이다. 위와 같은 문제점을 개선하기 위한 단 하나의 방법을 꼽기는 어려울 것이다. 기존의 '정기발주'방식 대신 '정량발주'방식으로 바꾸면 어떻게 될까? 적정재고 밑으로 줄어들면 자동주문할 수 있도록 전산화 유도할 필요가 있을까? 유효기간이 짧은 진료재료는 정기적으로 확인해 그 때까지 유효기간이 남은 재료는 반품하는 방안, 다빈도 처방품목과 고가 치료재료 리스트를 작성하여 적정하게 재고관리를 해 볼 필요가 있겠다.

IV. 시사점

병원에 경영과학적 접근방법을 적용하기 위해서는 다음과 같은 점에 주목할 필요가 있겠다. 이론을 현장에 옮기는 것이 때론 쉽지 않다는 점, 경영과학은 상당한 수학적 배경 지식이 요구되지만, 한편으로 '상식적인 차원(common sense)'에서의 접근이 필요하다는 것, 쉽게 적용할 수 있고 응용할 수 있는 부분들(low-hanging fruits)에 적용해 보려는 자세가 무엇보다 중요하다는 점, 그리고 그 과정에서 실용적이면서 비교적 단순한 분석방법을 적용해 보는 것도 좋다는 것을 기억해 둘 필요가 있겠다.



<그림 9> “시스템적 사고”의 접목

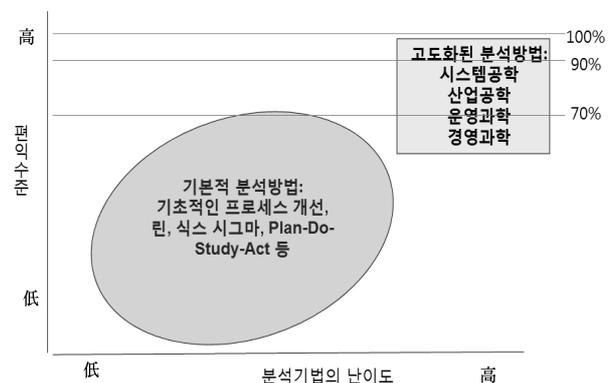
경영과학적 접근방법을 실천하는 조직의 문화와 특성⁸⁾ 병원에 경영과학을 실천하기 위해 필요한 사항들에 관해 메이요 클리닉의 스티브 해거돈(Dr. Steve Hagedorn)은 다음의 5가지를 제안하였다[23]. 첫째, 경영과학을 접목시킬 수 있는 각종 인프라를 지속적으로 개발한다. 둘째, 다학제 팀(multidisciplinary team)을 구성한다. 셋째, 변화를 추구하고 모니터링할 수 있는 척도를 개발한다. 넷째, 환자중심의 사고를 한다. 다섯째, 팀의 역할과 권한을 극대화 한다.

아울러, 콜로라도주 덴버의 정신건강센터 최고경영자인 칼 클락(Carl Clark)은 의료기관이 지속적으로 운영성과를 향상시키기 위해 노력해야 한다는 점을 강조하면서, “사람들은 당신이 얼마나 많은 것을 알고 있는지에 대해 관심이 있는 것이 아니라, 얼마나 많이 배려하는지에 대해 관심을 갖는다(... people do not care how much you know; it is how much you care)” 라고 하였다.

경영과학적인 접근방법은 새 병원을 디자인하거나 기존 시설을 재디자인하는 단계에서부터 접목시킬 수 있을 것이다[24]. 그 과정에서 경영진은 병상 등 시설의 수용능력을 확인하고, 운영효율성을 평가하며, 정량적 디자인에 대한 주요의견을 준다. 그 후 경영과학적 도구들은 프로세스 매핑과 시뮬레이션, 핵심 의존요소(시간, 활동) 평

가, 디자인과 진단 도구, 인력배치와 프로세스 개선 등에서 활용될 수 있다. 그 후 병원시설 디자인, 전략기획, 병상규모 책정, 장기 계획, 세부 계획, 디자인 및 개발, 공사 시행 및 완공 단계로 연결될 수 있을 것이다(그림 9).

프로세스 개선을 위한 기본적인 접근방법과 경영과학적 분석방법을 활용한 접근방법의 조화 역시 필요하다[23]. 기본적인 분석방법만으로도 70% 이상의 편익을 얻을 수 있을 것이며, 상대적으로 복잡하고 고도화된 경영과학적인 접근방법을 추가하면 보다 높은 수준의 편익을 달성할 수 있을 것이나, 분석기법의 난이도가 높다는 점을 감안하여야 한다(그림 10).



<그림 10> 기본적 분석방법과 고도화된 분석방법의 접목

8) Dankbar, G. C., & Hayward, M. J. (2012). Highlights of the 2011 Mayo Clinic systems engineering and operations research conference. Operations Research for Health Care, 1(1), 16-19.의 내용을 요약, 발췌한 것임.

V. 결 론

본 연구에서는 의료기관의 프로세스 관리를 보다 효율적으로 하기 위해 노력하는 과정에서 경영과학 접근방법을 응용한 사례를 고찰해 보았다. 의료기관 입장에서 진료예약을 관리할 때는 환자의 적응행동을 고려해야 할 필요가 있고, 진료인력을 최대한 효율적으로 배치하기 위해서 응급실의 혼잡도를 반영한 의사결정을 할 수 있을 것이다. 제한된 병상과 간호사 인력을 효과적으로 활용하고 배치하는 데에도 경영과학 접근방법이 활용될 수 있다. 진료재료 등의 물류관리에도 응용될 수 있음은 이미 잘 알려져 있다. 이러한 사례들의 공통점은 바로 최적화, 문제인식, 환자와 의료진의 적응행동을 경영의사결정에 반영해야 한다는 것이다.

다양한 시뮬레이션 기법은 이미 많이 개발되어 있다. 그러한 기법을 이해하기 위해서는 수학적 배경지식이 다소 필요하며, 프로그래밍 과정에서 전문가가 투입되어야 하기도 한다. 그러나 반드시 고차원적인 방법을 써야만 문제가 파악되거나 해결되는 것은 아니다. 시뮬레이션이나 기술적인 문제 등을 고민하기 이전에 항상 ‘지금 보다 더 나아질 수 있다’는 인식, 비효율적인 부분을 개선함으로써 얻는 직무만족도 향상, 실험정신, 데이터 축적과 분석을 생활화할 필요가 있다.

앞으로 국내에서 더 많은 연구가 이루어져야 한다. 어떤 시뮬레이션 프로그램을 사용하는 것이 더 편리하고 좋은지, 의료기관에서는 프로세스 관리를 향상시키기 위해서는 어떤 데이터가 축적되어야 하는지에 대한 지속적인 논의가 필요하다. 무엇이 문제이고, 어떻게 분석할 것이며, 어떤 대안을 제시할 것인가를 명확히 해야 한다. 의료기관과 경영과학 연구자들의 활발한 협동연구가 이루어질 것 기대한다.

<참고문헌>

1. Denton BT. Handbook of healthcare operations management: Springer; 2013.
2. Baker SJ, Esbenshade A. Partnering Effectively With Inpatient Leaders for Improved Emergency Department Throughput. *Adv Emerg Nurs J* 2015 02/02;37(1):65-71.
3. Flagle CD. Some origins of operations research in the health services. *Oper Res* 2002;50(1):52-60.
4. Brailsford S. Overcoming the barriers to implementation of operations research simulation models in healthcare. *Clin Invest Med* 2005;28(6):312-315.
5. Kwon ST, Lee YS, Han E, Kim TH. Factors Associated with No-show in an Academic Medical Center. *Korean Public Health Res* 2015;41(2):29-46.
6. Shim JH, Lee YS, Lee SG, Park SH, Kim TH. An Analysis of Factors Related to Delayed Arrival of Appointment Time among Outpatients of the Department of Psychiatry. *J Health Info Stat* 2015;40(3):85-99.
7. Ha BH. Evaluation of Appointment Policy and Scheduling Rule for a Dental Clinic Based on Computer Simulation. *Korean J of Hosp Manage* 2011;16(4):161-182.
8. Beliën J, Demeulemeester E. Building cyclic master surgery schedules with leveled resulting bed occupancy. *Eur J Oper Res* 2007;176(2):1185-1204.
9. Harper PR, Shahani A. Modelling for the planning and management of bed capacities in hospitals. *J Oper Res Soc* 2002;53(1):11-18.
10. Shmueli A, Sprung CL, Kaplan EH. Optimizing admissions to an intensive care unit. *Health Care Manag SC* 2003;6(3):131-136.
11. Kang SH, Kim BI, Jun CH, Choi BK, Lee SH. Healthcare optimization: current status and vitalization suggestions. *J Korean Inst Ind Eng* 2013;39(4):313-324.
12. Ministry of Health and Welfare. (2015). 2014 Yearbook of Health and Welfare Statistics. Ministry of Health and Welfare, Sejong.
13. Chan CW, Green LV. Improving Access to Healthcare: Models of Adaptive Behavior. *Handbook of Healthcare Operations Management: Springer; 2013. p. 1-18.*
14. Green RA, Wyer PC, Giglio J. ED walkout rate correlated with ED length of stay but not with ED volume or hospital census. *Acad Emerg Med*

- 2002;9(5):514.
15. McManus ML, Long MC, Cooper A, Mandell J, Berwick DM, Pagano M, et al. Variability in surgical caseload and access to intensive care services. *Anesthesiology* 2003;98(6):1491-1496.
 16. Green LV, Savin S. Reducing delays for medical appointments: A queueing approach. *Oper Res* 2008;56(6):1526-1538.
 17. Liu N, Ziya S, Kulkarni VG. Dynamic scheduling of outpatient appointments under patient no-shows and cancellations. *Manuf Serv Oper Manag* 2010;12(2):347-364.
 18. Hamrock E, Parks J, Scheulen J, Bradbury FJ. Discrete event simulation for healthcare organizations: a tool for decision making. *J Healthc Manag* 2013;58(2):110.
 19. Cima RR, Kollengode A, Clark J, Pool S, Weisbrod C, Amstutz GJ, et al. Using a data-matrix-coded sponge counting system across a surgical practice: impact after 18 months. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2011;37(2):51-58.
 20. Cure L, Van Enk R, Tiong E. A systematic approach for the location of hand sanitizer dispensers in hospitals. *Health Care Manag SC* 2014;17(3):245-258.
 21. Proudlove N, Black S, Fletcher A. OR and the challenge to improve the NHS: modelling for insight and improvement in in-patient flows. *J Oper Res Soc* 2007;58(2):145-158.
 22. Teow KL. Practical operations research applications for healthcare managers. *Ann Acad Med* 2009;38(6):564-573.
 23. Dankbar GC, Hayward MJ. Highlights of the 2011 Mayo Clinic systems engineering and operations research conference. *Oper Res Health Care* 2012;1(1):16-19.
 24. Kamath JR, Osborn JB, Roger VL, Rohleder TR, editors. Highlights from the third annual mayo clinic conference on systems engineering and operations research in health care. *Mayo Clin Proc* 2011: Elsevier.