



간호사의 전원상담 효과 예측을 위한 시스템다이나믹스 모델 개발 및 분석

변혜민¹ · 윤은경²

¹경희대학교 간호과학대학, ²경희대학교 간호과학대학 · 동서간호학연구소

Development and Analysis of System Dynamics Model for Predicting on the Effect of Patient Transfer Counseling with Nurses

Byun, Hye Min¹ · Yun, Eun Kyoung²

¹College of Nursing Science, Kyung Hee University, Seoul

²College of Nursing Science · East-West Nursing Research Institute, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Purpose: This study aimed to construct a management model for patient transfer in a multilevel healthcare system and to predict the effect of counseling with nurses on the patient transfer process. **Methods:** Data were collected from the electronic medical records of 20,400 patients using the referral system in a tertiary hospital in Seoul from May 2015 to April 2017. The data were analyzed using system dynamics methodology. **Results:** The rates of patients who were referred to a tertiary hospital, continued treatment, and were terminated treatment at a tertiary hospital were affected by the management fee and nursing staffing in a referral center that provided patient transfer counseling. Nursing staffing in a referral center had direct influence on the range of increase or decrease in the rates, whereas the management fee had direct influence on time. They were nonlinear relations that converged the value within a certain period. **Conclusion:** The management fee and nursing staffing in a referral center affect patient transfer counseling, and can improve the patient transfer process. Our findings suggest that nurses play an important role in ensuring smooth transitions between clinics and hospitals.

Key words: Patient Transfer; Referral and Consultation; Counseling; Continuity of Patient Care

서 론

1. 연구의 필요성

의료보험제도의 보장범위 확대와 인구 고령화, 낮아진 발병연령으로 인한 만성질환의 증가 등에 따라 의료이용이 지속적으로 증가하고 있다. 국민의 의료이용 실태를 파악할 수 있는 Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)의 발표에 의하면,

우리나라 국민 1인당 연간 진료건수는 16.0회로 평균 6.9회 대비 2배 이상의 수준이다[1]. 국내 의료시스템은 민간 중심으로 운영되어 시장의 원리가 작용하고 있으며, 이로인해 병의원보다 경쟁우위에 있는 상급종합병원으로의 환자집중현상이 지속되고 있다[2]. 상급종합병원의 환자집중현상은 환자에게 적정 진료시점과 시간을 보장받기 어렵게 하며, 질병 중증도와 무관하게 환자를 돌봄으로써 본연의 역할을 다하지 못하는 경영의 비효율과 의료서비스의 질적 저하를 불

주요어: 전원, 진료의뢰와 회송, 전원상담, 진료 연속성

* 이 논문은 제1저자 변혜민의 석사학위논문을 수정하여 작성한 것임.

* This manuscript is a modified version of the first author's master's thesis from Kyung Hee University.

Address reprint requests to : Yun, Eun Kyoung

College of Nursing Science · East-West Nursing Research Institute, Kyung Hee University, 26 Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea

Tel: +82-2-961-2348 Fax: +82-2-961-9398 E-mail: ekyun@khu.ac.kr

Received: April 2, 2018 Revised: September 10, 2018 Accepted: September 11, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>)

If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

가파르게 일으킨다[3-6]. 그러나 의료기관은 환자의 생명을 다루는 공익성과 기관의 수익을 추구하는 양면적 특성이 있으므로[7,8], 이러한 다차원적인 목적을 추구하기 위해 수용능력(capacity) 내 적정 수준의 환자를 확보하고 관리하는 것이 중요하다.

상급종합병원의 환자집중현상이라는 국내 의료시스템 내 문제를 해결하기 위해 정부는 2016년부터 진료협력센터를 중심으로 ‘협력기관 간 진료의뢰 및 회송 시범사업’을 운영하고 있다. 시범사업은 지역 병의원과 상급종합병원 간 연속성 있는 의료서비스 제공을 위해, 진료의뢰 및 회송 시 협력체계를 통해 적절한 진료정보가 제공된 경우 건강보험 수가를 적용할 수 있도록 하였다[9]. 또한 의료 질 평가[10]와 상급종합병원 지정 평가[11] 기준에 진료협력센터 운영에 대한 항목을 추가하여 관리하고 있다. 2018년에 보고된 국내 의료시스템에 대한 인식조사에서 우리나라 국민은 상급종합병원 치료 종결 후 의원으로 회송하는 것에 대해 약 87.8%의 순응을 보였다. 이를 근거로 우리나라 상급종합병원의 환자집중현상을 개선하기 위해서는 기존의 진입규제(gate keeping system)보다는 회송제도를 활용한 의료이용 문화 개선 및 정책 설계가 시급함이 강조되었다[12].

Joint Commission International (JCI)에서는 급성단계 병원, 일차 의료, 가정 등 건강관리 환경(care setting)의 전환(transition) 시 불충분한 정보교환과 의사소통은 의료사고, 부작용, 재입원 및 의료비 상승 등을 가져올 수 있으므로 적절한 전환기 관리가 필요하다고 하였다[13]. 국외에서는 간호인력을 통한 전환기 관리 효과 평가 등 간호역할 확대를 위한 다양한 연구[14-16]가 진행되고 있으나, 아직까지 국내에서 전환기 간호에 관한 연구는 초기단계에 있다. 그러나 실제 간호현장에서는 환자의 질환이 점차 복잡해지고 있으며 건강관리 환경이 전문화되고 세분화됨에 따라 의료기관 간 전원이 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 전원은 환자의 치료와 간호의 연속성 측면에서 위험요인이 될 수 있으므로, 원활한 전환이 이루어질 수 있도록 하는 전문적인 전원상담이 필요하다. 이러한 요구에 따라 일부 상급종합병원 진료협력센터에서는 간호사의 전원상담이 시행되고 있으나, 역할 및 운영방식은 의료기관의 규모에 따라 차이를 보이고 있다. 일개 연구에 의하면 전원상담은 단순 일회성이 아닌 대부분 2~4회에 걸쳐 환자의 건강상태와 요구 등 복합적인 고려가 반영되어 이루어지고 있었다[17]. 건강보험심사평가원의 시범사업[9] 평가를 통해 전원과정은 환자를 평가하고 상담하는 단계와 전원기관을 선정하고 조정하는 단계로 구분되었다. 각 단계 별 필요인력은 전일제 환산 기준(Full Time Equivalent)으로 각각 외래회소 약 1.0명, 입원회소 약 1.3명이 요구되었으나, 실제 시범사업에 참여하는 상급종합병원 중 약 53.8%만이 전담인력을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 시범사업에 참여하지 않는 상급종합병원까지 고려한다면 간호인력 확보수준은 더 낮을 것으로 사료된다[18].

세계보건기구(World Health Organization)에서 의료시스템은 구성요인 간 투입과 산출의 인과관계가 일방향의 단선적인 구조가 아닌, 시공간적으로 거리를 두고 나타날 수 있으며 시간에 따라 동적으로 변화하는 피드백 구조를 가지므로 문제 접근 시 시스템 사고의 중요성을 강조하였다[19]. 국내 의료시스템은 의료전달체계에 따라 진료의뢰 및 회송을 통해 환자가 순환되는 구조를 지향하고 있으며, 이를 강화하기 위한 전략으로 ‘협력기관 간 진료의뢰 및 회송 시범사업’[9]을 시행하였다. 이러한 특성을 반영하기 위해서는 기존의 통계적 연구방법론으로는 한계가 있으므로, 시스템 사고를 기반으로 현상을 이해하고 피드백 구조의 모델 설계와 시스템의 동적인 변화에 대한 시뮬레이션이 가능한 시스템다이나믹스(system dynamics) 연구방법론이 고려된다[20]. 시스템다이나믹스 연구방법론은 생리적[21,22], 심리사회적[23], 의료시스템 및 정책[24,25] 등 다양한 의료연구 분야에서 적용되고 있으며, 점차 복잡해지는 간호현상에 대한 분석 및 의사결정 도구로 활용될 수 있다[26]. 이에 본 연구는 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 모델을 개발하고 시뮬레이션을 통해 간호사의 전원상담 효과를 시스템의 동적인 변화로 예측 분석하는데 있으며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 모델을 개발하고 시뮬레이션을 통해 간호사의 전원상담 효과를 시스템의 동적인 변화로 예측 분석하는데 있으며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 시스템다이나믹스 모델을 개발한다.
- 2) 기본 시뮬레이션을 통해 연구모델의 목표변수인 상급종합병원 환자 전체 중 진료 의뢰된 환자, 치료지속 환자, 치료 종결된 환자로 각각 구성되는 비율에 대해 시간에 따른 변화를 확인한다.
- 3) 시나리오 시뮬레이션을 통해 연구모델의 정책변수인 전원상담을 지원하는 회송환자관리료와 진료협력센터 간호인력에 의한 목표변수의 시간에 따른 변화 확인 및 기본 시뮬레이션과의 비교를 통해 연구가설을 검증하고 영향을 규명한다.

3. 연구모델

본 연구는 문헌고찰을 통해 병의원과 상급종합병원 간 전원 및 의료이용에 영향을 미치는 요인과 그 관계를 규명하고, 전문가 집단을 구성하여 논리적 타당도 검증과 합의에 따라 최종 연구변수를 확정하였다. 전문가 집단은 Benner 이론의 Dreyfus 기술습득모형을 국내 임상환경에 맞게 수정 제시한 4단계의 임상등급 기준[27]에 따라

유능한 단계 및 숙련 단계에 해당되는 진료협력센터 경력 4년 이상의 간호사 3인과 의사 1인, 간호학과 교수 1인으로 구성하였다.

확정된 연구변수 간의 가설적 관계는 의료이용 결정 시 개인의 체계 내 내적, 외적요인이 상호 영향을 주며, 결정요인과 건강행동 결과 간 피드백 구조를 갖는다는 Andersen [28]의 의료이용모형을 기반으로 설정하였다. 내적요인은 개인의 조건이나 성향을 의미하는 선행요인, 환경적인 요소인 가능요인, 건강문제와 관련된 욕구요인으로 구성되며, 외적요인은 전체적인 보건의료시스템을 의미한다. 이에 진료의뢰 및 회송을 통해 환자가 순환되는 구조를 갖는 의료시스템 내에서 간호사의 전원상담이 환자의 의료이용 결정요인에 영향을 주고, 이로 인해 전체 시스템의 선순환을 강화할 것이라는 주요 연구가설을 중심으로 시스템다이나믹스 모델을 개발하였다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 모델을 개발하고, 시뮬레이션을 통해 간호사의 전원상담 효과를 시스템의 동적인 변화로 확인함으로써 연구가설을 검증하는 시스템다이나믹스 연구이다.

2. 연구대상

2016년 ‘협력기관 간 진료의뢰 및 회송 시범사업’[9]에서 제시된 협력진료 모형을 중심으로 본 연구모델의 시스템 경계를 설정하였다. 시뮬레이션을 위한 연구대상은 시범사업 수행기관 중 서울에 소재한 일개 상급종합병원의 시범사업 전 1년과 수행기간 1년을 포함하여 2015년 5월에서 2017년 4월까지 2년 간 내원한 환자로 하였다. 연구대상 선정기준은 병의원과 상급종합병원 간 진료의뢰 및 회송 절차에 의해 의료서비스를 이용한 환자이며, 의료진의 판단과 무관하게 치료사절서 작성 후 퇴원하였거나 사망으로 인해 치료가 종결된 환자는 제외되었다. 자료수집 기간 내 첫 내원과 다른 진단명, 진료과목 및 회송 이후 다시 진료 의뢰되어 내원하는 경우는 동일 환자라도 연구모델의 시스템 내로 새롭게 유입되는 것이므로 독립적인 환자수로 산정하였다. 이에 따라 연구모델 개발 및 검증에는 총 20,400건의 자료가 사용되었다.

3. 연구변수

시스템다이나믹스 모델은 목표변수(Objective Variable), 정책변수(Decision Variable), 환경변수(Exogenous Variable), 내부변수(Endogenous Variable)로 구성된다. 연구모델에서 환경변수는 의사결정자가 제어할 수 없는 값이며, 내부변수는 모델의 수식에 의해 결정된

다. 이에 의사결정을 위해서는 연구를 통해 궁극적으로 보고자 하는 목표변수와 그것의 변화를 발생시키는 정책변수를 구현하는 것이 중요하다[29].

1) 목표변수(Objective Variable)

목표변수는 연구모델을 통해 궁극적으로 변화하는 추이를 보고자 하는 변수이다[29]. 진료의뢰 및 회송의 용어는 모두 영문으로 referral, 즉 의료기관 측면에서 환자를 다른 의료기관으로 보낸다는 의미로 사용되고 있으며, 환자 측면에서는 다른 의료기관으로 옮겨간다는 의미로 전원을 사용한다. 본 연구에서는 ‘협력기관 간 진료의뢰 및 회송 시범사업’에 따라 병의원에서 상급종합병원으로 환자를 보내는 것을 진료의뢰, 상급종합병원에서 병의원으로 보내는 것을 회송으로 구분하여 사용하였다[9]. 연구가설 검증을 위해 개인의 내적요인 중 건강문제와 관련된 욕구요인의 변화가 있는 시점을 고려하여 상급종합병원의 환자를 진료 의뢰된 환자, 치료지속 환자, 치료종결된 환자로 구분하고 시간의 흐름에 따라 각각의 목표변수가 전체 환자수에서 차지하는 비율의 변화를 확인하였다. 진료 의뢰된 환자는 병의원에서 진료를 본 이후 의학적 소견에 의해 상급종합병원에서 진료를 볼 수 있도록 하는 절차에 따라 내원한 자로[9], 본 연구에서는 진료협력센터의 의뢰환자관리 전산프로그램 내 진료의뢰서가 등록되어 있는 월 평균 환자수를 사용하였다. 치료지속 환자는 전체 진료 의뢰된 환자수에서 월 평균 후속진료 취소 환자 비율과 타 의료기관 재 전원 비율을 이용하여 이탈되어 나가는 환자수를 제외하고 산출된 값을 사용하였다. 치료 종결된 환자는 의료기관 종별 표준업무규정에 따라 상급종합병원의 고난이도 치료기술 수준이 더 이상 필요하지 않는 자로, 산출된 치료지속 환자수 중 52개의 경증질환[11]에 해당되는 진단명을 갖는 환자수를 사용하였다.

2) 정책변수(Decision Variable)

정책변수는 연구모델에서 연구자에 의해 값이 변화됨으로써 연구가설 내 중재 효과 및 영향력을 확인하고 의사결정을 지원하는 변수[29]로, 본 연구에서는 전원상담, 회송환자관리료, 진료협력센터 간 호인력이다. 전원상담은 환자 및 보호자에게 현 건강수준을 설명하고 처음 진료를 의뢰해주었던 병의원으로 되돌아가거나 혹은 요구되는 의료서비스의 변화가 있다면 적절한 의료기관을 선정 및 안내하며, 의료기관 간에는 전산 기반으로 환자의 진료정보를 공유하는 과정이다[9]. 본 연구에서는 시범사업 이전 의료기관 전원 시 환자에게 소견서를 서면으로만 제공하는 방법이 아닌, 진료협력센터 간호사에게 의뢰되어 전원상담 과정을 통해 진행된 진료협력센터의 전원상담 기록지 월 평균 작성건수를 사용하였다. 회송환자관리료는 상급종합병원에서 환자의 연속성 있는 의료서비스가 이루어질 수 있도록 전

산을 통한 진료정보 제공과 함께 이루어진 회송 시 적용되는 건강보험 수가이다[9]. 본 연구에서는 시범사업 시행 전 수가인 회송료와 시범사업에서 적용한 수가인 회송환자관리료를 각각 사용하였으며, 진료협력센터 간호사 수는 전체 인력이 아닌 실제 회송업무를 전담하고 있는 간호사 수를 사용하였다.

4. 자료수집방법

본 연구는 연구대상 의료기관의 학술연구를 위한 자료사용 승인을 받은 후 전산프로그램을 이용하여 개인식별이 불가능한 전산프로그램 내에서 통계 처리된 값을 사용하였다. 2015년 5월에서 2017년 4월까지 2년 간 내원한 의료기관의 전체 월 평균 환자수(3,650명), 진료의뢰서 등록건수(2,400건), 회송소견서 작성건수(1,408건), 전원기관 확정건수(957건), 전원상담기록지 작성건수(181건), 후속진료 취소 비율(23.0%), 타 의료기관 재 전원 비율(7.0%), 경증환자 비율(16.0%)을 수집하였다. 병원의 진료의뢰율과 전원상담 소요시간에 대한 자료수집은 협력기관 간 진료의뢰 및 회송 수가 시범사업과 관련하여 시행된 연구대상 의료기관과 건강보험심사평가원에서 각각 수행한 설문조사의 결과분석보고서에서 수집하였다. 진료의뢰율은 연구대상 의료기관에서 시범사업 전 협력병의원 50개 기관을 대상으로 시행한 예비조사의 설문문항 중 최근 1년간 상급종합병원으로 진료 의뢰하는 환자의 비율 문항의 평균값(10.0%)을 사용하였다. 전원상담 소요시간은 건강보험심사평가원에서 시범사업 수행기관인 13개 상급종합병원을 대상으로 시행한 설문조사 중 회송 1건을 기준으로 소요되는 시간 문항의 평균값(0.9시간)을 사용하였다[18].



5. 윤리적 고려


본 연구는 개인식별정보를 수집 또는 기록하지 않는 인간대상 연구이며, 기존의 자료와 문서를 사용함에 따라 연구대상 의료기관의 임상시험심사위원회(Institutional Review Board)에서 면제 심의(KMC IRB 1612-03)를 받은 후 수행되었다.

6. 자료분석방법

본 연구에서 수집된 자료는 Vensim DSS 6.3D소프트웨어[30,31]를 사용하여 분석하였다.

1) 시스템다이나믹스 모델 설계

시스템다이나믹스 연구방법론[29]에 따라 본 연구모델은 구조적으로 저장 유량 흐름도(Stock Flow Diagram)를 이용하여 설계되었다. 저장 유량 흐름도에서는 모델 내 역할에 따라 목표변수, 정책변수, 환경변수, 내부변수로 구분하였던 연구변수를 다시 구조적인 의미에 따라 저장변수(Stock, ) , 유량변수(Flow, ) , 보조변

수(Auxiliary)로 구분하여 표기한다. 저장변수는 축적되어 저장되는 변수로, 유량변수에 의해 유입되거나 유출됨으로써 값이 변화한다. 보조변수는 유량변수를 결정하는데 영향을 주는 변수로, 보조변수의 변화에 따라 유량변수와 저장변수가 변화할 수 있으므로 연구모델 설계 시 주요 보조변수는 정책변수로 역할을 할 수 있다. 저장 유량 흐름도는 기본적으로 저장변수와 유량변수로 구성되며 이에 대한 보조변수와 관계에 의해 시스템이 구성된다. 이때 연구모델에서 설정하고 있는 시스템의 경계로 유입되는 첫 시점과 시스템의 구조에서 완전히 유출되는 시점에 대해서는 소스(source, )로 표현한다. 설정된 시스템의 경계 내에서 연구모델의 모든 변수는 하나의 시스템 구조로 연결되어 영향을 주며 순환적인 인과관계인 피드백 구조로 모델이 설계된다.

2) 시스템다이나믹스 모델 시뮬레이션

연구모델에서 저장변수인 병의원의 환자, 상급종합병원의 진료 의뢰된 환자, 치료지속 환자, 치료 종결된 환자는 Vensim 소프트웨어 내 자체적으로 수식이 제공되는 내장함수인 INTEG (inflow-outflow, initial value)에 의해 적분 처리되었다. 유량변수인 내원, 진료 의뢰, 치료지속, 치료종결, 회복, 회송, 이탈은 영향을 주는 변수와의 관계에 의해 정의된 수식에 의해 계산되었다. 보조변수에서 회복률, 치료기간, 진료의뢰율, 후속진료 취소율, 환자 수용력, 진료의뢰 절차없이 내원한 환자, 전원상담 요청 비율, 회송결정 비율은 시간에 관계없이 일정한 값이 유지되는 상수(constant)로 처리되었다. 회송에 대한 담당의사의 결정은 본 연구모델에서 시간지연이 발생하는 구간으로, 시뮬레이션의 동적인 변화에 중요한 의미를 갖는 시간지연에 대한 개념을 사용하여 시나리오 설정으로 적용하기 위해 내장함수 Delay (input, delayed time)로 처리하였다. 또한 타 의료기관으로 재전원되는 환자와 전원상담은 내장함수 IF Then Else (condition, on true, on false), 상급종합병원의 회송의도는 회송환자관리료에 따른 의도변화에 대한 그래프함수(Look up)에 의해 처리되었다. 회송환자관리료와 진료협력센터 간호사는 상수이지만 모델 시뮬레이션 시 정책변수로 사용하여 시나리오 설정에 따라 값을 다르게 입력하여 전원상담과 상급종합병원의 회송의도에 대한 함수값이 변화되어 처리되었다.

모델의 시뮬레이션 기간은 0에서 24개월로 하였으며, 시뮬레이션에서는 연속성 있는 현실에서의 시간개념과 최대한 유사한 환경을 만들기 위해 시스템의 시간단위인 월(month)에서 시뮬레이션의 주기를 의미하는 Time step을 0.25로 분절하여 시행하도록 설정하였다. 시뮬레이션 그래프는 설정된 Time step에 따라 각 변수의 입력된 값과 수식을 반복 계산함으로써 도출되었다.

3) 시스템다이나믹스 모델 검증

시스템다이나믹스 연구방법론은 상대주의, 전체론적 과학철학의 사상을 기반으로, 논리 실증주의에 입각한 전통적인 통계적 검증방법은 유용하지 않다. 시스템다이나믹스 모델의 검증은 연구모델의 전체적인 구조와 그 구조로부터 기인된 행태변화 및 패턴 양상이 타당한지를 확인한다[32]. 이에 개발된 모델은 변수와 수식 간의 논리적 오류 여부를 확인하기 위해 Vensim 소프트웨어 내 검증방법인 Check syntax와 Check model을 수행하였다. 시스템의 주기 변동에 대한 시뮬레이션의 변화 여부를 확인하기 위해 Time step에 대한 민감도 분석방법에 따라 연구모델에서 설정된 Time step 값(0.25)의 2배 수준(0.5)과 1/2배 수준(0.125)으로 변화하여 시뮬레이션을 수행하고 비교하였다. 이를 통해 시간단위를 늘리거나 단축하는 시스템의 주기 변동에도 시뮬레이션이 구조적으로 변하지 않고 안정적인지를 확인함으로써 연구모델의 타당도를 검증하게 된다[29].

연구 결과

1. 시스템다이나믹스 모델의 개발 및 검증

본 연구에서는 병의원과 상급종합병원 간 전원으로 인한 환자 이동을 보조변수의 간접적인 영향과 유량변수를 통한 저장변수 간 직접적인 유입과 유출이 반복되는 피드백 구조로 도식한 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 시스템다이나믹스 모델을 개발하였다 (Figure 1). 개발된 모델은 Vensim의 시스템 구조 오류(Check syntax), 명령어 및 함수관계 오류 검증(Check model)을 시행하여 모델에서 사용한 변수와 수식 간의 논리적 오류가 없음을 확인하였다. Time step에 대한 민감도 분석은 시간의 연속선 상에서 발생하는 현상을 단절된 시뮬레이션 환경으로 수행하는 과정에서 시스템의 주기 변동에 따라 시뮬레이션 결과에 변화가 없는지를 확인하는 시스템다이나믹스 연구방법론에서의 모델 검증 과정이다. 본 연구모델은 목표변수인 상급종합병원의 진료 의뢰된 환자, 치료지속 환자, 치료종결된 환자에 대해 전체 환자수에서 차지하는 각각의 비율로 시뮬레이션을 수행하였다. 이때 전체 환자수는 다시 목표변수의 영향을

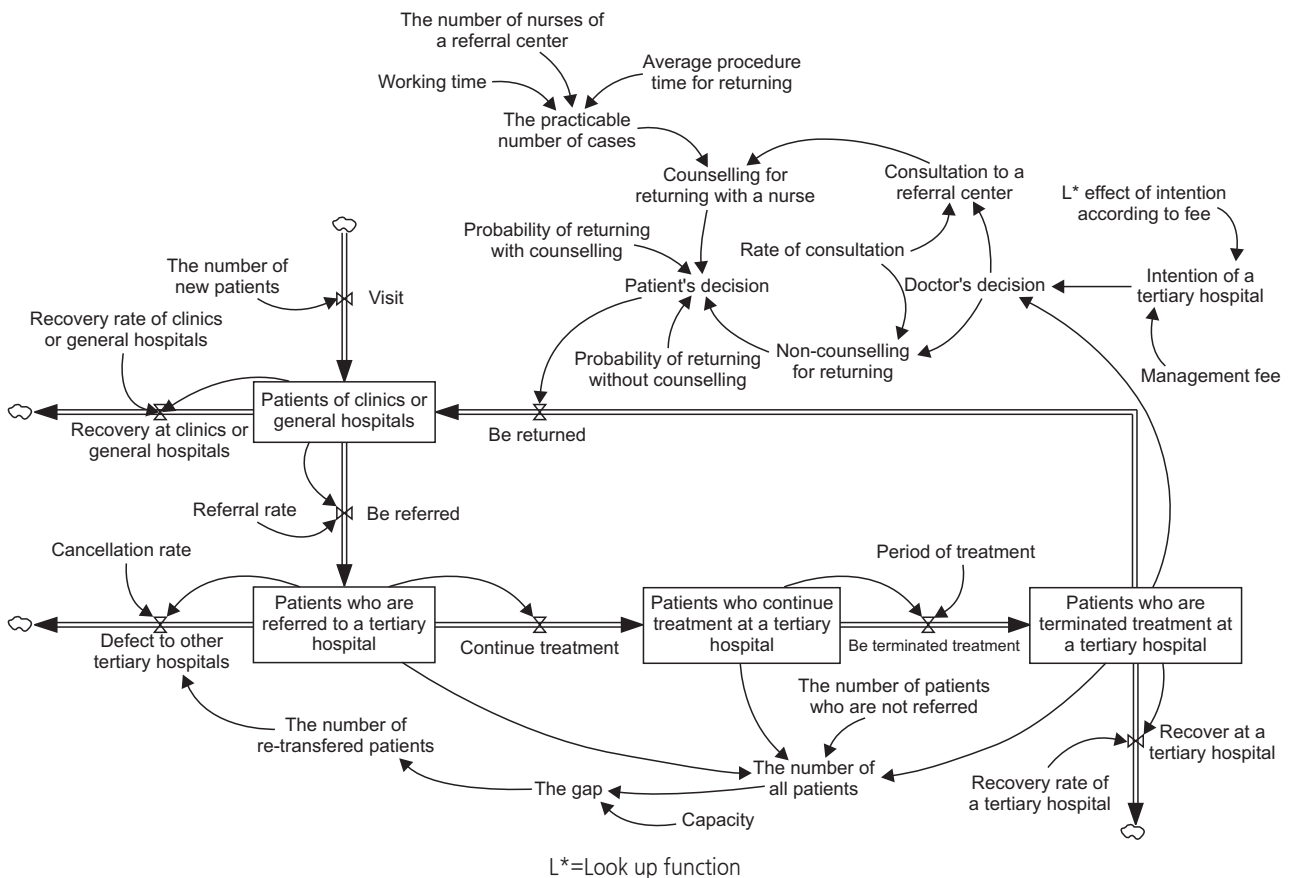


Figure 1. Management model of patients being transferred.

받아 각 주기마다 변화하는 값이므로, 시스템의 주기 변동 시 시물레이션의 결과가 기본 설정된 주기와 동일하게 나오는 경우 안정적임을 확인할 수 있다. 이에 본 연구모델의 기본 설정된 주기인 Time step=0.25 month 기준으로 Time step=0.125 month, Time step=0.5 month 변화에 대해 동일한 시물레이션 결과가 나타남을 확인함으로써 적합한 시스템다이나믹스 모델임이 검증되었다.

2. 기본 시물레이션

기본 시물레이션은 정책적 전략이 적용되지 않은 상태에서 목표변수의 시간에 따른 변화 양상을 확인하기 위해 시행되었다(Figure 2). 시물레이션 시 상급종합병원 환자의 각 목표변수로의 분포 변화를 파악하기 위해 환자수에서 백분율로 전환된 값으로 설정하여 분석하였다. 연구모델의 목표변수인 진료 의뢰된 환자 비율은 1.25개월까지 초기값 12.8%에서 11.1%로 감소하다가 이후 지속적으로 증가되어 12.75개월에서 12.7% 수준으로 값이 수렴되었다. 치료지속 환자 비율은 초기값 58.8%에서 지속적으로 감소하다가 20개월에서 54.1% 수준으로 값이 수렴되었다. 치료 종결된 환자는 3개월까지 초기값 14.7%에서 18.7%로 증가되었다가 이후 지속적으로 감소되어 14.25개월에서 17.9% 수준으로 값이 수렴되었다.

3. 정책 시나리오 시물레이션

정책 시나리오 시물레이션은 연구모델에 적용되는 정책의 효과를 예측하기 위한 정책변수와 의사결정이나 정책도입의 소요시간에 대한 개념으로 시간이 지체된 경우와 지체되지 않은 경우의 효과 차이를 보는 시간지연(time delay)을 적용하여 시행하였다. 이에 따라 회송환자관리료 수가 상승 시나리오, 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오, 시간지연 시나리오를 각각 구성하고 시물레이션을 수행하여 목표변수인 상급종합병원 환자의 분포 동태성을 확인하였다. 회송환

자관리료 수가 상승 시나리오는 기본 모델에서의 시범사업 전 기존 수가인 10,600원 대비 2016년 시범사업 수가 기준인 43,000원으로 상승된 값을 적용하여 시물레이션을 시행하였다. 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오는 실제 회송업무를 전담하고 있는 인력을 기준으로, 기본 모델에서의 현 인력 2명 대비 전원상담 의뢰건수와 실제 1회 회송에 소요되는 평균 시간을 고려하여 5명으로 보강한 값을 적용하여 시물레이션을 시행하였다. 시간지연 시나리오는 상급종합병원의 치료가 종결된 환자에 대해 담당사가 회송을 결정하는데 소요되는 시간에 대한 것이다. 회송환자관리료와 진료협력센터 간호인력을 모두 상승시킨 조건상태에서, 기본 시물레이션 대비 시간지연이 없는 수식과 2배로 시간지연이 되는 Vensim 내장함수인 Delay 수식을 적용하여 시물레이션을 시행하였다. 각 시나리오는 목표변수에 대한 정책변수의 영향력을 비교하기 위해 진료 의뢰된 환자 비율, 치료지속 환자 비율, 치료 종결된 환자 비율로 나누어 시물레이션 결과를 분석하였다.

1) 진료 의뢰된 환자 비율에 대한 변화 예측

기본 시물레이션(Line 1)과 비교하여 정책변수가 적용되었을 때 목표변수 중 진료 의뢰된 환자 비율의 시간에 따른 변화 양상을 확인하기 위해 시물레이션을 수행하였다(Figure 3). 진료 의뢰된 환자 비율은 회송환자관리료 상승 시나리오 시물레이션(Line 2) 시 1.25개월까지 초기값 12.8%에서 11.2%로 감소하다가 이후 지속적으로 증가되어 14.5개월에서 13.0% 수준으로 값이 수렴되었다. 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오(Line 3)에서는 1개월까지 초기값 12.8%에서 11.1%로 감소하다가 이후 지속적으로 증가되어 15.5개월에서 13.5% 수준으로 값이 수렴되었다. 정책 시나리오가 동일하게

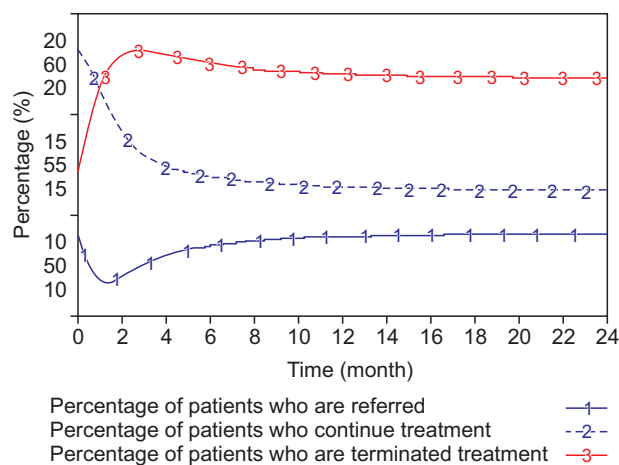


Figure 2. Basic simulation of model.

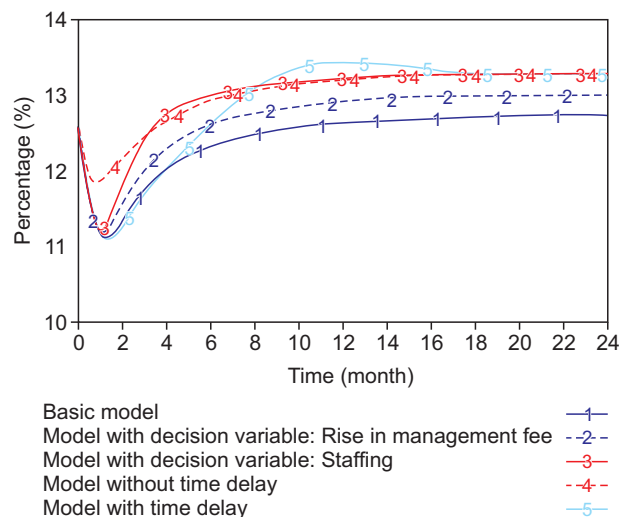


Figure 3. Scenario simulation: percentage of patients who are referred to a tertiary hospital.

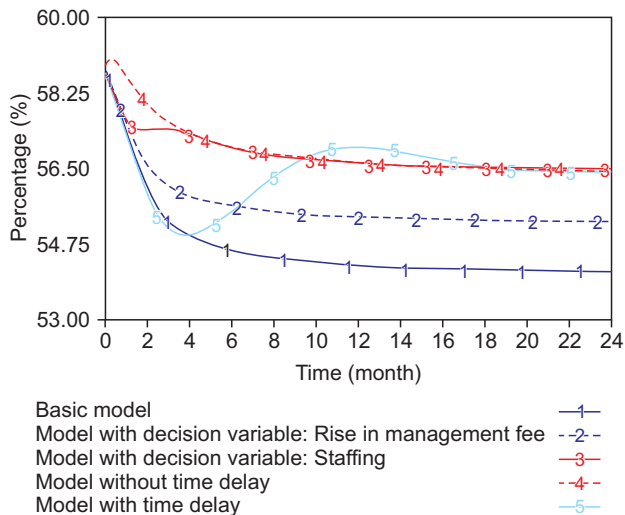


Figure 4. Scenario simulation: percentage of patients who continue treatment at a tertiary hospital.

적용된 상태에서 시간지연이 없는 시나리오(Line 4)에서는 0.75개월까지 초기값 12.8%에서 11.8%로 감소하다가 이후 지속적으로 증가되어 16.25개월에서 13.5% 수준으로 값이 수렴되었다. 시간지연이 있는 시나리오(Line 5)에서는 1.50개월까지 11.1%로 감소한 이후 13.75개월까지 13.4%로 증가하였다가 19개월까지 다시 감소하여 13.2% 수준으로 값이 수렴하였다.

2) 치료지속 환자 비율에 대한 변화 예측

기본 시뮬레이션(Line 1)과 비교하여 정책변수가 적용되었을 때 목표변수 중 치료지속 환자 비율의 시간에 따른 변화 양상을 확인하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다(Figure 4). 치료지속 환자 비율은 회송환자관리료 상승 시나리오(Line 2) 시뮬레이션 시 초기값 58.8%에서 지속적으로 감소하다가 20개월에서 54.1% 수준으로 값이 수렴되었다. 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오(Line 3)에서는 초기값 58.8%에서 지속적으로 감소하다가 14.5개월에서 56.5% 수준으로 값이 수렴되었다. 정책 시나리오가 동일하게 적용된 상태에서 시간지연이 없는 시나리오(Line 4)에서는 초기값 58.8%에서 지속적으로 감소하다가 14.75개월에서 56.5% 수준으로 값이 수렴되었다. 시간지연이 있는 시나리오(Line 5)에서는 초기값 58.8%에서 4개월까지 55.0%로 감소한 이후 12개월까지 57.0%로 증가하였다가 20.25개월까지 다시 감소하여 56.4% 수준으로 값이 수렴하였다.

3) 치료 종결된 환자 비율에 대한 변화 예측

기본 시뮬레이션(Line 1)과 비교하여 정책변수가 적용되었을 때 목표변수 중 치료 종결된 환자 비율의 시간에 따른 변화 양상을 확인하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다(Figure 5). 치료 종결된 환자

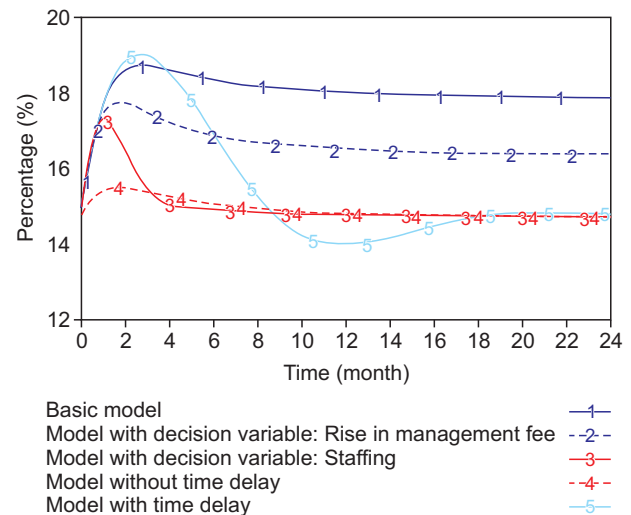


Figure 5. Scenario simulation: percentage of patients who are terminated treatment at a tertiary hospital.

비율은 회송환자관리료 상승 시나리오 시뮬레이션(Line 2) 시 1.75개월까지 초기값 14.7%에서 17.7%로 증가하다가 이후 지속적으로 감소되어 13.5개월에서 16.4% 수준으로 값이 수렴되었다. 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오(Line 3)에서는 1개월까지 초기값 14.7%에서 17.3%로 증가하다가 이후 지속적으로 감소하여 15.75개월에서 14.7% 수준으로 값이 수렴되었다. 정책 시나리오가 동일하게 적용된 상태에서 시간지연이 없는 시나리오(Line 4)에서는 1.75개월까지 초기값 14.7%에서 15.5%로 증가하다가 이후 지속적으로 감소하여 17.5개월에서 14.7% 수준으로 값이 수렴되었다. 시간지연이 있는 시나리오(Line 5)에서는 2.75개월까지 초기값 14.7%에서 19.0%로 증가한 이후 12개월까지 14.0%로 감소하였다가 18.75개월까지 다시 증가하여 14.8% 수준으로 값이 수렴하였다.

논 의

본 연구는 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 모델 개발 및 시뮬레이션 분석으로, 간호사의 전원상담 효과를 시스템의 동적인 변화로 예측 분석하기 위해 시도되었다. 이에 통계적 분석방법이 갖는 단선적인 사고의 한계를 보완하고, 시스템의 특성을 통찰하는데 유용한 시스템 사고 기반의 시스템다이나믹스 연구방법론을 적용하였다[20]. 시스템다이나믹스 연구방법론을 적용한 정책 결정 관련 모델은 간호관리나 보건정책문제 등의 의사결정 시 중요한 도구가 될 수 있는데[26], Chung 등[33]은 국내 의료전달체계의 위기와 개선방안에 대해 시스템 사고로 접근하여 현상을 분석함으로써 의료기관 간 구체화된 협력이 시급함을 제안한 바 있다.

본 연구에서 개발된 모델의 기본 시뮬레이션과 정책 시나리오 시

물레이션에서 모두 일정수준의 시기가 지나면 값이 수렴되는 양상을 보였으나 수렴되는 시기와 값은 각각 달랐다. 이는 시스템 초반에는 강화작용에 의한 지수적 성장을 나타내지만 일정 수준 이후에는 점차적으로 0에 수렴하는 로그함수적 형태가 나타나게 되는 시스템 사고의 '성장의 한계' 원형구조(system archetype)로 설명될 수 있다 [34]. 상급종합병원의 환자집중현상 혹은 치료가 종결된 환자의 회송 증감에 따라 전체 환자수가 기하급수적으로 증가하거나 감소되지 않는다. 의료기관의 수용능력(capacity) 수준 내에서 진료 의뢰된 환자, 치료지속 환자, 치료 종결된 환자의 비율에서 차이가 나타나게 된다. 즉, 시물레이션을 통해 일정 수준의 시간에서 값이 수렴되는 결과를 통해 양적인 성장에는 한계가 있으므로, 의료기관의 수용능력 내에서 어떤 환자의 비율을 가감할 것인가에 대한 고려가 필요하다. 본 연구모델의 시물레이션에서 진료 의뢰된 환자 비율과 치료 종결된 환자 비율의 시간에 따른 행태(Behavior of Time)가 상반되게 나타났으며, 치료지속 환자 비율이 함께 변화하면서 일정 수준의 값으로 수렴되는 것을 확인하였다. 이에 국내 의료시스템의 의료전달 체계에 따라 상대적 중증도가 높은 진료 의뢰된 환자와 치료지속 환자의 비율을 높이고, 치료 종결된 환자의 비율을 낮추는 것이 중요함을 시사한다. 전원상담을 통한 치료 종결된 환자의 회송은 상급종합병원의 수용능력을 증가시켜 진료 의뢰된 환자가 이탈되지 않고 치료를 지속할 수 있도록 함으로써 의료의 연속성을 유지하여 시스템의 선순환을 강화하는데 중요한 역할로 작용하는 효과를 기대할 수 있다.

정책적 전략이 적용되지 않은 기본 시물레이션에서는 낮은 회송으로 치료가 종결된 환자의 비율이 상대적으로 증가되어 있다. 이는 Kim 등[35]의 연구에서 상급종합병원의 외래 환자 중 약 16%가 의원에서 진료 가능한 52개의 경증 질환이었으나, 이 중 약 0.2% 미만의 수준만 병의원으로 회송된다는 결과와 유사하다. 또한 진료협력센터 간호사의 업무분석 연구에서 회송에 대한 수행이 낮다는 Yang [36]과 Kim [37]의 연구를 지지하는 결과이다. JCI 규정에 의하면, 의료기관에서는 환자 및 보호자에게 의료의 연속성을 제공하기 위해 후속진료에 대한 정보를 제공하고 의사결정 과정에 참여하도록 지원해야 한다고 하였다[13]. 의료기관 간 전원 시 전원과정에 대한 책임자를 두고 입원 초기부터 퇴원 이후 전원까지 연속성 있는 연계가 적절하게 이루어져야 하는 규정[13]에도 불구하고, 국내 의료기관에서는 이에 대한 적절한 전담인력이 확보되지 못하고 있는 실정을 보여준다. 본 연구모델의 시물레이션에서 치료 종결된 환자의 비율은 정책이 적용되지 않은 기본모델에서 상대적으로 높았으나, 요구되는 필요 수준만큼 전원상담의 양적 수준을 지원할 수 있는 정책 시나리오가 적용되었을 때에는 감소되는 양상을 보였다. 이는 전원상담의 양적 수준이 필요 수준에 미치지 못함에 따라 상급종합병원

의 치료 종결된 환자가 정체하게 되고, 연구모델 내에서 저장변수 간 이동하지 못하여 전체 시스템의 순환을 방해하고 있다는 것을 의미한다. 이를 통해 상급종합병원의 치료 종결된 환자가 지속적으로 상급종합병원에서 치료를 받는 비효율적인 의료이용의 양상 원인으로 후속진료에 대한 상담이나 안내가 적절하게 이루어지지 못하고 있음이 예측된다. 이는 경증 환자로 인한 중증 환자 치료에 대한 상대적 가능성이 줄어드는 비효율을 가져오게 된다는 Shim 등[6]의 연구를 지지하는 결과이다.

정책 시나리오 시물레이션에서는 전원상담이 필요시점에 지연없이 제공될 수 있도록 하는 회송환자관리료 상승과 진료협력센터 간 호인력 보강이 함께 적용되면서 담당의사가 회송을 결정하는데 시간 지연이 없는 경우 가장 효과적으로 시스템의 선순환을 강화하였다. 이를 통해 서울소재 일개 상급종합병원 진료협력센터에서의 전원상담 현황을 분석한 Han 등[17]과 협력기관 간 진료의뢰 및 회송 수가 시범사업 전후 회송환자 실태를 분석한 Choi [38]의 연구 결과와 같이 간호사의 전원상담 효과를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 간호사의 전원상담을 지원하는 정책적 변수에 대해 수가와 인력, 시간적인 측면에서의 접근을 통해 비선형적 동태적인 변화를 확인할 수 있었다. 회송환자관리료 상승과 진료협력센터 간호인력 보강의 단독 적용 시, 연구모델의 시물레이션 결과 진료협력센터 간호인력 보강 시나리오에서는 치료 종결된 환자의 비율 수치를 일정수준까지 상승시키는 직접적인 효과가 있었다. 간호인력이 동일한 조건에서는 회송환자관리료 상승이 치료 종결된 환자의 비율 수치에는 영향을 주지 않지만, 값이 수렴되는 시점이 짧아짐에 따라 시기를 단축시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 회송환자관리료가 의료기관의 회송의도를 높여주는데 기여하지만, 실제 전원상담을 진행할 간호인력이 충분하지 않으면 상담 지연으로 인한 정체가 발생할 수 있음을 의미한다. 진료협력센터 간호사의 전원상담은 환자의 건강상태와 요구에 대한 통합적인 과정이다. 치료과정의 연속선 상 내에서 전문적인 지식을 기반으로 하는 간호사의 전원상담 역할의 범위와 중요성이 강조되는 바이다[17,38]. 또한 정책적 요인이 모두 작용하더라도 담당의사가 회송을 결정하는데 시간지연이 있는 경우에는 특징적인 파동 양상을 나타내며 시스템의 불안정을 야기하게 된다. 이에 환자의 상급종합병원 치료가 종결되는 시점에 적절하게 담당의사가 회송을 결정하고 안내할 수 있는 교육과 의료기관의 행정 시스템을 지원할 필요가 있다.

본 연구결과를 통해, 회송환자관리료와 진료협력센터의 간호인력에 의한 전원상담 지원 정책은 상급종합병원으로 진료 의뢰된 환자의 치료유지와 치료 종결된 환자의 회송으로 효율적이고 연속적인 의료시스템을 구현하는데 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 의료의 연속성을 보장하기 위해서는 환자의 특정한 임상적 요구를 충족시키

기 앞서 상담 서비스가 제공되는 것이 중요하며, 이때 의료서비스를 조정하고 의료기관을 안내하는 간호사의 역할이 강조된다[39].

본 연구모델은 변수 설정 및 수식에서 진료의뢰 및 회송에 대한 국가 수준의 통계자료가 체계화 되어있지 않아 일개 상급종합병원의 통계 및 필요에 의한 추정 값을 사용하고, 전원상담의 양적인 부분 외 전원상담 수준과 같은 질적인 측면이 포함되지 못한 제한점이 있다. 연구현상을 바라보는데 일반적으로 통계적 연구방법론은 점추정과 구간추정을 통한 정태적인 분석으로 수치적 정확성을 추구하는 반면, 시스템다이나믹스 연구방법론에서는 동태적인 행태가 일어나게 된 시스템의 구조가 분석의 대상으로, 구조적 정확성을 추구한다[40]. 연구모델이 현상을 완벽하게 재현할 수는 없지만, 현상에 영향을 주는 다양한 요인 간의 순환적인 상호작용과 역동성을 고려하여 환원주의적 관점이 아닌 복잡계(complexity of system) 수준인 실제 현상을 최대한 반영하고자 한다[41]. 실제 현상의 관측치를 사용한 과거의 경향 분석으로 개발된 연구모델의 시뮬레이션을 통해 미래를 예측하게 된다[20]. 따라서 시스템다이나믹스 연구방법론을 적용한 본 연구모델을 통해 시스템의 동태적인 변화를 예측하고 분석함으로써, 정책과 관련된 의사결정의 근거로 활용될 수 있다. 간호학문의 발전을 위해서는 다양한 철학적, 이론적, 방법론적 관점에서 상호 보완적인 지식을 생성할 수 있는 과학적 다원주의 측면에서의 새로운 대안적 연계에 대한 지속적인 연구가 필요하다[42]. 본 연구는 복잡성을 갖는 의료시스템 내에서 간호사의 전원상담 효과를 시스템의 동적인 변화로 확인할 수 있는 시스템다이나믹스 연구방법론을 적용함으로써 간호 지식체의 다양화 측면에서 의의가 있다. 또한 상급종합병원 진료협력센터 간호사의 전원상담 효과가 확인됨에 따라, 전원환자 및 전환기 시기에 대한 환자관리에서 간호학적 중재 개발 및 전략 등 간호사의 역할 확대 가능성을 시사하고 있다.

결론

본 연구에서 병의원과 상급종합병원 간 전원환자 관리 모델 시뮬레이션 결과, 상급종합병원 치료가 종결된 환자의 전원상담을 통한 회송은 연속적인 의료시스템의 선순환을 강화하는 정책적 지렛대(leverage) 역할을 하였다. 이에 진료협력센터 간호사의 전원상담을 지원할 수 있는 수가 및 인력 등의 지원체계 강화가 중요할 것으로 사료된다. 향후 수가체계 정립으로 국가 차원의 정확한 진료의뢰 및 회송에 대한 데이터 수집 시 시스템다이나믹스와 통계적 연구방법론을 접목한 시스템의 구조와 계량적 분석으로 모델의 정교성을 높이는 연구가 필요하다. 또한 간호사의 전원상담을 양적으로 지원하였을 때의 효과에 대한 본 연구결과를 기초로, 질적 수준까지 포함하는 모델의 확장 및 한국형 전환기 간호 수립을 위한 후속연구를 제안한다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Health at a glance 2017: OECD indicators [Internet]. Paris: OECD Publishing; c2017 [revised 2018 Feb; cited 2018 Sep 10]. Available from: https://doi.org/10.1787/health_glance-2017-en.
2. Yoon KJ, Ha SI, Yeo JY, Kim JH, Shin YS, Lee SH. Trends and issues for improvement of Korea healthcare delivery system. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2014 Aug. Report No.:2014-08-3.
3. Kang HJ. Policy direction for decreasing the concentration of patients to extra-large hospitals. Health and Welfare Policy Forum. 2014; (210):65-76.
4. Kim YK, Kim JS. A study on healthcare institution selection of healthcare consumers using theory of consumption values: Focusing on relations among clinics or small sized hospitals, general hospitals, and large-sized hospitals. Journal of the Korean Society for Quality Management. 2009;37(4):71-86.
5. Lim JD, Jang HK, An MJ. Research on cooperative relationships between a university hospital and other medium-sized hospitals. The Journal of the Korea Contents Association. 2009;9(10):196-205. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2009.9.10.196>
6. Shim GH, Moon KJ, Lee KS. Managerial efficiency & productivity growth analysis of tertiary and general hospitals in Korea: DEA & Malmquist productivity index model approach. The Korean Journal of Health Service Management. 2015;9(3):43-55. <https://doi.org/10.12811/kshsm.2015.9.3.043>
7. Anderson S. Public, private, neither, both? Publicness theory and the analysis of healthcare organisations. Social Science & Medicine. 2012;74(3):313-322. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2011.07.021>
8. Goldstein SM, Naor M. Linking publicness to operations management practices: A study of quality management practices in hospitals. Journal of Operations Management. 2005;23(2):209-228. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2004.07.007>
9. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA). The pilot project of referral in and out between hospitals built co-operative system [Internet]. Wonju: HIRA; c2017 [cited 2018 Sep 10]. Available from: <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020002000100&brdScnBltno=4&brdBltno=6606>.
10. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA). 2016 The evaluation of healthcare quality [Internet]. Wonju: Health

- Insurance Review & Assessment service; c2016 [cited 2018 Sep 10]. Available from: <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020002000100&brdScnBltno=4&brdBltno=5989>.
11. Ministry of Government Legislation (MOLEG). The criteria for designation of tertiary hospitals [Internet]. Sejong: MOLEG; c2017 [cited 2018 Sep 10]. Available from: <http://www.law.go.kr/법령/상급종합병원의 지정 및 평가에 관한 규칙>.
 12. Kwon YJ. The plan of estimating medical fee based on patient's severity on tertiary hospitals [Internet]. Seoul: Seoul National University Hospital; c2018 [cited 2018 Sep 10]. Available from: http://bktimes.net/data/board_notice/1525078125-89.pdf.
 13. Joint Commission International (JCI). Joint Commission International accreditation standards for hospitals [Internet]. Version 4.0. Oakbrook Terrace (IL): Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations. c2011 [cited 2018 Sep 10]. Available from: https://www.mintie.com/assets/pdf/education/JSI_4th_edition_standards.pdf.
 14. Nosbusch JM, Weiss ME, Bobay KL. An integrated review of the literature on challenges confronting the acute care staff nurse in discharge planning. *Journal of Clinical Nursing*. 2011; 20(5-6):754-774. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2702.2010.03257.x>
 15. Donald F, Kilpatrick K, Reid K, Carter N, Bryant-Lukosius D, Martin-Misener R, et al. Hospital to community transitional care by nurse practitioners: A systematic review of cost-effectiveness. *International Journal of Nursing Studies*. 2015; 52(1):436-451. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2014.07.011>
 16. Ashley C, Halcomb E, Brown A. Transitioning from acute to primary health care nursing: An integrative review of the literature. *Journal of Clinical Nursing*. 2016;25(15-16):2114-2125. <https://doi.org/10.1111/jocn.13185>
 17. Han LL, Choi SM, Kim HJ, Kim SY, Kim HJ, Kang KJ. Transfer status analysis of referral center in a tertiary hospital. *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*. 2017;7(11):537-551. <https://doi.org/10.14257/ajmahs.2017.11.37>
 18. Health Insurance Review & Assessment Service (HIRA). The evaluation of the pilot project of referral in and out between hospitals built cooperative system [Internet]. Wonju: HIRA; c2016 [cited 2018 Sep 10]. Available from: <http://www.alio.go.kr/download.do?fileNo=2231837>.
 19. World Health Organization (WHO), Alliance for Health Policy and Systems Research. Systems thinking for health systems strengthening [Internet]. Geneva: WHO; c2009 [cited 2018 Sep 10]. Available from: <http://www.who.int/alliance-hpsr/resources/9789241563895/en/>.
 20. Marshall DA, Burgos-Liz L, IJerman MJ, Osgood ND, Padula WV, Higashi MK, et al. Applying dynamic simulation modeling methods in health care delivery research—the SIMULATE checklist: Report of the ISPOR simulation modeling emerging good practices task force. *Value in Health*. 2015;18(1):5-16. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2014.12.001>
 21. Lee HN, Park ES, Yu JK, Yun EK. Non-linear system dynamics simulation modeling of adolescent obesity: Using Korea youth risk behavior web-based survey. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2015;45(5):723-732. <https://doi.org/10.4040/jkan.2015.45.5.723>
 22. Jones AP, Homer JB, Murphy DL, Essien JD, Milstein B, Seville DA. Understanding diabetes population dynamics through simulation modeling and experimentation. *American Journal of Public Health*. 2006;96(3):488-494. <https://doi.org/10.2105/ajph.2005.063529>
 23. Choi YH. Dynamic analysis of mindfulness and therapeutic relationship using system dynamics. *Korean System Dynamics Review*. 2016;17(3):121-143.
 24. Rashwan W, Abo-Hamad W, Arisha A. A system dynamics view of the acute bed blockage problem in the Irish health-care system. *European Journal of Operational Research*. 2015; 247(1):276-293. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.043>
 25. Ansah JP, Eberlein RL, Love SR, Bautista MA, Thompson JP, Malhotra R, et al. Implications of long-term care capacity response policies for an aging population: A simulation analysis. *Health Policy*. 2014;116(1):105-113. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2014.01.006>
 26. Kwak CY. Application of system dynamics in nursing research. *Korean System Dynamics Review*. 2009;10(4):73-83.
 27. Jang KS. A study on establishment of clinical career development model of nurses [dissertation]. Seoul: Yonsei University; 2000. p. 1-201.
 28. Andersen RM. National health surveys and the behavioral model of health services use. *Medical Care*. 2008;46(7):647-653. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e31817a835d>
 29. Gwak SM, You JG. System dynamics modeling and simulation. Seongnam: Book Korea; 2016. p.73-79.
 30. Ventana Systems. Vensim Software [computer Program]. Version 6.3D. Harvard (MA): Ventana Systems; 2015. Available from: <http://vensim.com/vensim-6-3d-released/>.
 31. Eberlein RL, Peterson DW. Understanding models with Vensim™. *European Journal of Operational Research*. 1992;59(1): 216-219. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90018-5](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90018-5)
 32. Barlas Y. Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*. 1996;12(3):183-210. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1727\(199623\)12:3<183::AID-SDR103>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1727(199623)12:3<183::AID-SDR103>3.0.CO;2-4)
 33. Chung Y, Lim JM, Lee KJ. Systems thinking for the crisis and improvements of healthcare delivery system. *Korean System Dynamics Review*. 2016;17(1):5-24.

34. Kim SW. System thinking and scenario planning. 3rd ed. Cheongju: Publishing department of Chungbuk National University; 2013. p.249-279.
35. Kim KH, Lee JC, Seo KH, Kim SY, Lee JS. The analysis of trend and improvement of healthcare delivery system. Seoul: Research Institute for Healthcare Policy; 2015 Sep. Report No.: 2015-2.
36. Yang JW. A study on the effective process of health care delivery system through the fortified role of the referral center [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2006. p. 1-82.
37. Kim KK. A study on the role identification of referral center nurses [master's thesis]. Suwon: Ajou University; 2015. p. 1-57.
38. Choi JS. Present situation of returned patients in a tertiary general hospital before and after commencement of the pilot project on referred and returned patients [master's thesis]. Seoul: Chung-Ang University; 2018. p. 1-84.
39. Wilkes L, Doull M, Paterson J, Cornu KL, Chok HN. The role of the general practice liaison nurse as integrated care coordinator: A Delphi study. *Clinical Nursing Studies*. 2016;4(3):67-77. <https://doi.org/10.5430/cns.v4n3p67>
40. Kim DH, Moon TH, Kim DH. System dynamics. 2nd ed. Seoul: Daeyoung; 2001. p. 52-54.
41. Chaffee MW, McNeil MM. A model of nursing as a complex adaptive system. *Nursing Outlook*. 2007;55(5):232-241. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2007.04.003>
42. Shin HS, Sung KM, Jeong SH, Kim DR. Trends of doctoral dissertations in nursing science: Focused on studies submitted since 2000. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2008; 38(1):74-82. <https://doi.org/10.4040/jkan.2008.38.1.74>