

집중치료실 퇴실환자의 비계획성 재입실 예측 인자를 규명하기 위한 사례대조군 연구

박명옥¹ · 오현수²

¹ 인하대학교 간호학과 박사과정생, ² 인하대학교 간호학과 교수

Case Control Study Identifying the Predictors of Unplanned Intensive Care Unit Readmission After Discharge

Park, Myoung Ok¹ · Oh, Hyun Soo²

¹ Doctoral Candidate, Department of Nursing, Inha University, Incheon

² Professor, Department of Nursing, Inha University, Incheon

Purpose : This study was performed to identify the influencing factors of unplanned intensive care unit (ICU) readmission. **Methods :** The study adopted a Retrospective case control cohort design. Data were collected from the electronic medical records of 844 patients who had been discharged from the ICUs of a university hospital in Incheon from June 2014 to December 2014. **Results :** The study found the unplanned ICU readmission rate was to be 6.4%(n=54). From the univariate analysis revealed that, major symptoms at 1st ICU admission, severity at 1st ICU admission (CPSCS and APACHE II), duration of applying ventilator application during 1st ICU admission, severity at 1st discharge from ICU (CPSCS, APACHE II, and GCS), and application of FiO₂ with oxygen therapy, implementation of sputum expectoration methods, and length of stay of ICU at 1st ICU discharge were appeared to be significant; further, decision tree model analysis revealed that while only 4 variables (sputum expectoration methods, length of stay of ICU, FiO₂ with oxygen therapy at 1st ICU discharge, and major symptoms at 1st ICU admission) were shown to be significant. **Conclusions :** Since sputum expectoration method was the most important factor to predictor of unplanned ICU readmission, a assessment tool for the patients' capability of sputum expectoration needs to should be developed and implemented, and standardized ICU discharge criteria, including the factors identified from the by empirical evidences, might should be developed to decrease the unplanned ICU readmission rate.

Key words : Intensive care unit, Readmission, Decision tree model

투고일 : 2018. 8. 13 1차 수정일 : 2018. 9. 10 게재확정일 : 2018. 9. 17

주요어 : 집중치료실, 재입실, 의사결정 나무모형

Address reprint requests to : Park, Myoung Ok

Department of Nursing, Inha University, 110, Inha-ro, Nam-gu, Incheon 402-751, Korea

Tel : 82-32-890-3393, Fax : 82-32-890-3459, Email : poohgirl98@hanmail.net

I. 서론

1. 연구의 필요성

집중치료실은 특수 의료장비, 설비, 전문 인력 등 많은 자원이 필요로 되는 곳이며 이러한 자원은 무한정 투입될 수 있는 것이 아니기 때문에 집중치료실의 효율적인 이용은 현대 의료체계에서 매우 중요한 관심사가 되어 왔다(Kim, Y. & Kim, K., 2013). 그러나 단순히 집중치료실의 재원기간만 감축시켜 집중치료실의 효율성을 높이며 한다면 비계획성 재입실의 위험이 높아질 수 있다(Cho, 2014). 집중치료실로의 비계획성 재입실은 치료가 충분하지 않은 상태에서의 조기퇴실, 퇴실 후 일반병동에서의 불충분한 치료, 환자의 예기치 못한 합병증 발생이나 상태 악화 등 여러 요인에 의해 일어날 수 있으며 이러한 비계획성 재입실은 환자의 사망률, 집중치료실의 재원기간, 의료비용의 부담을 증가시키고 의료 서비스의 질적 저하를 초래하는 등 부정적인 결과를 초래하게 된다(Choi, 2006; Han, Koh, & Lee, 2003; Kramer, Higgins, & Zimmerman, 2013; Rosenberg & Watts, 2000).

이러한 이유로 외국에서는 집중치료실 재입실률을 의료기관의 질을 평가하는 공식적인 지표들 중 하나로 포함하는 등 국가적인 차원에서 관리하고 있으며(Rhodes et al., 2012), 국내의 경우도 2014년 이후 48시간 이내의 집중치료실 재입실률을 집중치료실의 적정성을 평가하는 항목 중 하나로 포함하고 있다(Health Insurance Review & Assessment Service, 2016). 그 외 비계획성 재입실을 예방하기 위해 집중치료실 연계간호사 제도를 도입하여 집중치료실로부터 일반병동으로 전실하는 환자들을 관리하고 일반병동 간호사들을 대상으로 교육을 실시하는 한편(Niven, Bastos, & Stelfox, 2014) 조기 대응팀 제도를 적용하여 급격히 상태가 악화되는 환자들을 조기에 발견하여 적절하게 치료 및 관리하는 전략들이 적용되고 있다(Linton, Grant, Pellegrini, & Davidson, 2009).

그러나 집중치료실의 비계획성 재입실을 예방하기 위해서 무엇보다 중요한 것은 비계획성 재입실을 일으킬 수 있는 위험인자들을 규명하여 그러한 인자들을 중심으로 집중치료실의 퇴실을 결정하고 관리하는 것이다. 이러한 배경 하에 비계획성 재입실의 영향요인들을

규명하고자 하는 연구들이 수행되었으며 그러한 연구들을 통해 다차원적인 영향요인들이 규명되었다. 즉 환자의 연령, 중증도, 수술여부, 인공호흡기 적용 기간, 집중치료실 일차 재원일수, 퇴실시의 생리적 요인(호흡수, 심박동수, 산소요구량, 의식상태), 구조적 요인(집중치료실과 일반병동 사이의 치료 및 간호의 연속성, 병동의 인력조건), 그리고 환자 및 가족의 전실에 대한 준비도 등이 비계획성 재입실의 영향요인들로 제시되었다(Elliott, 2006; Hosein et al., 2013; Kim, Y. & Kim, K., 2013; Lee, 2008; Ponzoni et al., 2017; Rosenberg, Hofer, Hayward, Strachan, & Watts, 2001; Wong, Parker, Leung, Brigham, & Arbaje, 2016).

그동안 수행된 집중치료실의 비계획성 재입실과 관련된 연구들을 고찰한 결과에 의하면 비계획성 재입실의 영향요인들을 규명한 연구들이 다수 수행되긴 하였으나 연구에 따라 포함된 요인들이 달라 연구결과를 종합하여 실무에 적용하기 어려운 점이 있었다. 또한 일부의 연구에서는 집중치료실 재입실 환자에 비계획성과 계획성 재입실을 모두 포함함으로써 비계획성 재입실의 영향요인을 분리하여 규명하기 어려운 제한점이 있었으며 또한 비재입실 환자에 집으로 퇴원한 환자와 사망한 환자를 모두 포함함으로써 상태가 안정되거나 회복되어 재입실하지 않은 환자와 재입실할 위험이 높았으나 사망으로 인해 재입실하지 않은 환자를 구분하기 어려운 문제점이 있었다(Elliott, 2006; Lee, 2008; Rosenberg & Watts, 2000; Song et al., 2003).

따라서 비계획성 재입실이 이루어진 환자들과 비계획성 재입실이 이루어지지 않은 환자들을 대상으로 그동안의 연구들을 통해 제시된 포괄적인 영향요인들을 포함하여 비계획성 재입실의 영향요인을 규명하는 연구가 수행될 필요가 있는 것으로 인식되었다. 본 연구에서는 의사결정 나무모형 분석을 통해 의료 현장에서 실질적으로 적용 가능한 집중치료실 재입실의 간명한 예측모형을 구축하는 한편, 재입실에 대한 예측변수들의 구체적인 기준점(cut-off)을 제시하고자 한다. 이러한 연구 결과는 집중치료실로부터의 안전한 퇴실기준 마련 및 비계획성 재입실 고위험 대상자를 위한 간호중재 방안을 수립하는데 있어 중요한 기초자료가 될 수 있을 것으로 생각된다.

2. 연구의 목적

본 연구는 집중치료실로부터 퇴실한 환자들 중 비계획성 재입실이 이루어진 환자들을 사례군으로, 그리고 비계획성 재입실이 이루어지지 않은 환자들을 대조군으로 하여 비계획성 재입실에 영향을 미치는 요인을 규명하고 비계획성 재입실 예측모형 및 유의한 예측변수들의 기준점(cut-off)을 제시하여 집중치료실로부터의 표준화된 퇴실기준 및 간호중재 방안의 기틀을 마련하고자 수행되었다.

3. 용어정의

1) 비계획성 집중치료실 재입실

집중치료실로부터 일차 퇴실 당시 집중치료실로 재입실할 계획이 없었으나 환자의 상태 악화 등으로 인해 재입실이 이루어진 경우를 말한다(Choi, 2006). 본 연구에서는 집중치료실로부터 일차 퇴실 당시 수술, 검사, 치료 등의 목적으로 재입실할 계획이 있었던 환자는 제외하고 재입실에 대한 계획이 전혀 없었으나 퇴실 후 일반병동에 전실하였다가 동일 입원 기간 동안 환자의 상태 악화로 다시 집중치료실에 입실한 경우를 의미한다.

우는 일차 재입실만 조사하였다. 환자의 상태나 집중치료실의 사정으로 인해 여러 집중치료실에 입원한 경우는 최종적으로 입원한 집중치료실로 포함하였다. 연구 대상자의 제외기준은 (1) 사망으로 인해 집중치료실로부터 일차 퇴실한 환자, (2) 수술 및 치료 등으로 사전에 계획된 재입실 환자, (3) 집중치료실에서 바로 퇴원이 이루어져 재입실할 가능성이 사전에 배제되어, 재입실이 일어날 수 있었으나 그렇지 않아 대조군으로 선정된 환자들과 구분되어야 하는 환자, (4) 집중치료실에서 일차 퇴실 후 자료수집 종료 시점까지 동일 병원의 일반병실에 계속 입원한 상태로 재입실의 가능성이 있어 대조군에서 사례군으로 변경될 수 있는 환자, (5) 집중치료실 재입 기간이 24시간 미만인 환자, (6) 연구 기간 동안 집중치료실에 입실 후 퇴실하지 않은 환자 등이었다. 연구기간 동안 기준에 따라 선정된 환자는 총 844명으로 이중 비계획성 재입실이 발생한 사례군은 54명, 비계획성 재입실이 이루어지지 않은 대조군은 790명이었다.

3. 연구도구

1) 대상자의 인구학적 특성 및 임상적 특성

집중치료실 비계획성 재입실과 관련된 문헌들(Hosein et al., 2013; Rosenberg et al., 2001; Lee, 2008; Kim, Y. & Kim, K., 2013; Wong et al., 2016; Ponzoni et al., 2017)을 통해 제시된 요인들 중 일관되게 유의한 것으로 제시된 요인들 즉 인구학적 특성, 일차 집중치료실 입실시의 주증상, 입실 사유, 중증도, 일차 집중치료실 재원 기간 및 퇴실시의 다양한 임상적 특성들을 중심으로(Figure 1) 자료수집 도구를 개발하였다. 자료수집 도구의 구체적인 항목은 대상자의 일반적 특성(성별, 연령), 일차 집중치료실 입실 당시의 주증상(호흡계, 심혈관계, 신경계 증상, 기타 증상) 및 입실 이유, 일차 집중치료실 입원 기간 동안의 임상적 특성(인공호흡기를 사용한 일수, 수술 유무, 수혈 유무, 욕창 유무), 일차 집중치료실 퇴실 당시의 임상적 특성(산소요법의 FiO₂, 객담배출 방법, 집중치료실 재원 일수), 집중치료실 입실 및 퇴실 당시의 중증도(병원간호사회 중증도, APACHE II, glasgow coma scale) 등의 자료로 구성되어 있다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 집중치료실에서 일차 퇴실한 이후 발생한 비계획성 재입실에 대한 영향요인을 규명하기 위해 후향적 코호트 연구설계를 적용한 사례대조군 연구이다.

2. 연구대상

본 연구는 2014년 6월 1일부터 2014년 12월 31일까지 인천 소재 900 병상 규모의 일개 대학병원 5개의 집중치료실(내과계 2개, 외과계 2개, 심혈관계)에 입실하였다가 퇴실하는 환자로 19세 이상의 성인 환자를 대상으로 하였다. 여러 차례 집중치료실에 재입실한 경

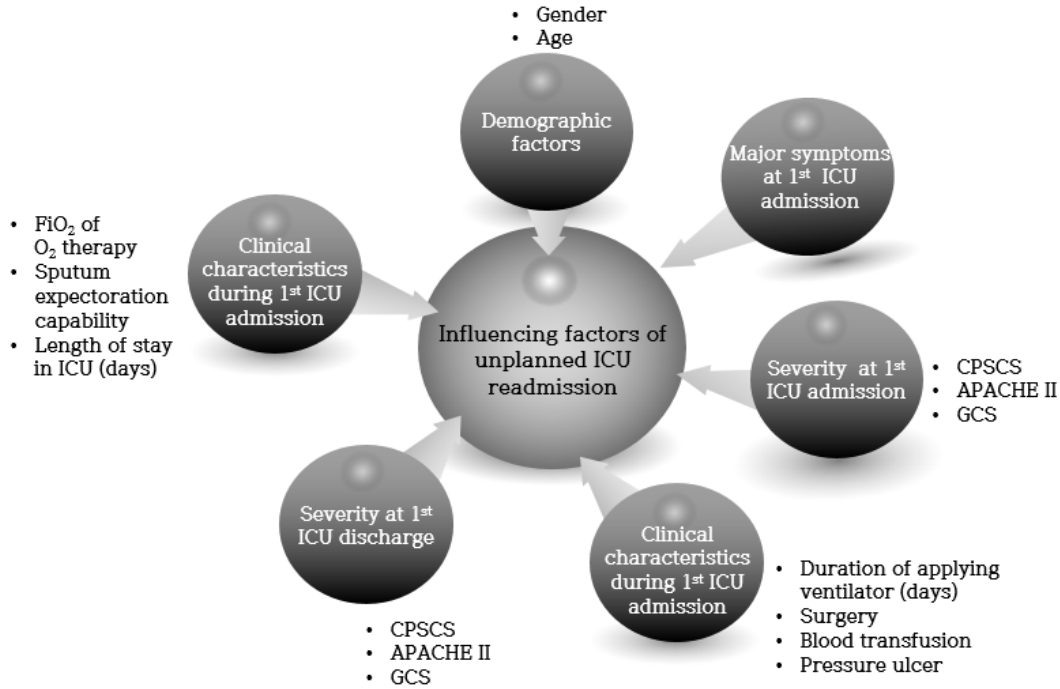


Figure 1. Influencing factors of unplanned ICU readmission derived from the studies

4. 자료수집 절차

본 연구의 자료는 연구자들이 소속되어 있는 대학교의 기관생명 윤리 위원회의 승인을 받은 후 해당 병원의 기관장 및 부서장의 허락을 받고 2016년 6월 1일부터 2016년 7월 30일까지 환자의 전자 의무기록을 통해 후향적으로 수집하였다. 수집된 자료는 인구학적 특성(성별, 연령), 일차 집중치료실 입실시의 주증상 및 입실 사유, 일차 집중치료실 재원 기간 동안의 임상적 특성(인공호흡기를 사용한 일수, 수술 유무, 수혈 유무, 욕창 유무), 일차 집중치료실 퇴실시의 임상적 특성(산소요법의 FiO₂, 객담배출 방법, 집중치료실 재원 일수) 등이었다. 또한 일차 집중치료실 입실시의 중증도 및 퇴실시의 중증도(중환자 분류도구 점수, APACHE II 점수, GCS 점수)에 대한 자료도 수집하였는데 중환자 분류도구 점수 및 APACHE II 점수는 입실 및 퇴실 24시간 이내의 사정된 자료를 수집하였으며 GCS 점수는 입실 및 퇴실 당시에 측정된 자료를 수집하였다. 자료 수집은 연구자를 포함한 간호사 5인에 의해 이루어졌으며 연구보조원들을 대상으로 자료수집 절차에 대한 사전 교육을 시행하였다. 환자 15명을 대상으로 사전 조

사를 통해 실제로 자료를 수집해봄으로써 자료를 수집하는데 있어서의 문제점을 파악하여 보완하였고, 자료 수집 방식이 연구자와 연구보조원 사이에 일관되게 이루어질 수 있도록 조정하였다.

5. 자료분석

수집된 자료는 SPSS version 20 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성, 비계획성 집중치료실 재입실률, 재입실 사유, ICU 일차 퇴실 후 비계획성 재입실까지의 기간 등에 대한 분석은 기술적 통계 분석으로 이루어졌으며 사례군과 대조군 사이의 주요 변수들에 대한 차이 검정은 단변량 분석인 독립 t-test와 비모수 분석인 χ^2 -test와 Fisher exact test로 분석하였다.

비계획성 재입실의 영향요인을 규명하기 위해 Answer Tree 3.0 프로그램을 사용하여 의사결정 나무모형 분석을 수행하였다. 의사결정 나무모형 분석은 데이터 마이닝 기법 중 하나로 의사결정 규칙을 도표화하여 관심의 대상이 되는 집단을 소집단으로 분류하거나 예측하는 분석방법이다(Kim & Kim, 2010). Answer Tree 3.0

프로그램에서 의사결정나무를 형성하기 위한 알고리즘으로 주로 사용되는 것은 CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector), CART (Classification and Regression Trees), QUEST (Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree) 등인데 본 연구에서는 CHAID 알고리즘을 선택하였다. 분석을 통해 구축된 모형의 평가는 위험차트의 오분류률을 참고하여 이루어졌다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 2016년 4월 25일 I 대학교 기관생명윤리위원회 심의를 통과한 후 진행하였으며(IRB no: 160414-1A) 모든 자료는 전자의무기록을 통해 수집하였다. 자료 수집은 모두 익명으로 이루어졌으며, 수집된 자료는 개인정보를 식별할 수 있는 사항들을 제외하고 각 개인에게 부여된 번호로만 입력하여 보안 관리를 하였다. 그리고 분석된 자료는 개인별 점수가 아니라 전체 대상자들의 평균값으로만 보고되기 때문에 개인 정보가 노출될 위험이 없었다. 수집된 자료는 연구책임자의 연구실에 보관하여 연구책임자만이 열람할 수 있도록 하였으며 연구가 마무리 되는 시점에서 개인정보 유출을 막기 위해 파쇄기를 이용하여 폐기하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성, 질환 및 상태 관련 특성에 대한 서술적 통계

연구에 포함된 대상자 중 남성이 60.8%(513명), 여성은 39.2%(331명)이었으며 대상자의 평균 연령은 62.34세(± 14.56)였다. 집중치료실에 입실한 주증상은 호흡기계 증상 8.6%(73명), 심혈관계 증상 26.2%(221명), 신경계 증상 23.2%(196명), 위장관계 증상 13.6%(115명), 기타 증상(폐혈증 및 신비뇨기계 증상) 28.3%(239명)이었다.

일차 집중치료실 입실시의 중증도는 중증도 분류도구는 평균 84.28 \pm 24.09점, APACHE II 16.09 \pm 6.08점, GCS 12.33 \pm 3.99점이었다. 일차 집중치료실 재입실 기간 동안의 임상적 특성의 경우 인공호흡기 사용 일수 평균 1.42 \pm 3.90(range 0-37)일이었으며, 수술을 받

은 환자는 27.8%(235명), 수혈을 받은 환자는 26.2%(221명), 욕창이 있었던 환자는 5.6%(47명)이었다. 일차 집중치료실 퇴실시의 중증도는 중증도 분류도구 평균 75.49 \pm 19.70점, APACHE II 7.98 \pm 4.03, GCS 14.26 \pm 1.57인 것으로 나타났다.

일차 집중치료실 퇴실시 임상적 특성으로 산소요법을 위한 FiO₂는 0.26 \pm 0.08이었고, 객담 배출 방법은 자가-배출이 87.7%(740명), 구강-인두 흡인이 요구되는 비율은 9.8%(83명), 기관내 흡인이 요구되는 비율은 2.5%(21명)를 차지하였다. 일차 집중치료실 재입실 기간은 5.20 \pm 5.83일인 것으로 나타났다(Table 1).

2. 비계획성 집중치료실 재입실률 및 재입실 사유

연구 기간 내 집중치료실에 입실하였다가 퇴실한 환자 중 대상자 선정 기준에 부합되어 연구에 최종 포함된 대상자는 총 844명 이었으며 그 중 비계획성 재입실이 이루어진 환자가 54명이므로 비계획성 집중치료실 재입실율은 6.4%에 해당하였다. 비계획성 재입실이 이루어진 환자의 집중치료실 일차 퇴실과 재입실 사이의 기간은 평균 10.3 \pm 11.0일(range 0-53)이었고 중앙값은 6.5일이었다. 재입실 간격의 4분위수 범위는 8일이었다(1사분위수 4일, 3사분위수 12일). 비계획성 재입실이 일어난 사유로는 일차 입실의 사유가 되었던 주요 증상이 재발 및 악화된 사례가 51.9%(58명), 새로운 증상이 발생하거나 악화된 사례가 48.1%(26명)이었다. 비계획성 재입실 환자의 일차 입실 당시의 주증상은 신경계 증상이 33.3%(18명)로 가장 많았고, 기타 증상(폐혈증 및 신비뇨기계 증상) 27.8%(15명), 호흡기계 증상 20.4%(11명), 위장관계 증상 11.1%(6명) 순이었으며 심혈관계 증상 7.4%(4명)였다.

3. 주요 변수들에 대한 사례군과 대조군 사이의 단변량 차이검정

두 집단은 성별($\chi^2=1.21$, $p=.271$)과 연령($t=1.20$, $p=.228$)에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 한편 일차 집중치료실 입실시 사례군과 대조군의 주증상의 비율은 호흡기계 20.4%(11명)와 7.8%(62명), 심혈관계 7.4%(4명)와 27.5%(217명), 신경계 33.3%(18명)와 22.5%(178명), 위장관계 11.1%(6명)와 13.8%(109명), 기타

Table 1. Descriptive Statistics for Characteristics of Participants

(N=844)

Variables	Categories	n(%) or Mean±SD	
Demographics	Gender	Male	513(60.8)
		Female	331(39.2)
	Age		62.34±14.56
Major symptoms at 1 st ICU admission	Respiratory symptoms	73(8.6)	
	Cardiovascular symptoms	221(26.2)	
	Neurological symptoms	196(23.2)	
	Gastrointestinal symptoms	115(13.6)	
	Else(Sepsis, Kidney symptom)	239(28.3)	
Severity at 1 st ICU admission	CPPS score	84.28±24.09	
	APACHE II score	16.09±6.08	
	GCS score	12.33±3.99	
Clinical characteristics during 1 st ICU admission	Duration of applying ventilators (days)	1.42±3.90	
	Surgery	Yes	235(27.8)
		No	609(72.2)
	Blood transfusion	Yes	221(26.2)
		No	623(73.8)
	Pressure ulcer	Yes	47(5.6)
No		797(94.4)	
Severity at 1 st ICU discharge	CPPS score	75.49±19.70	
	APACHE II score	7.98±4.03	
	GCS score	14.26±1.57	
Clinical characteristics at 1 st ICU discharge	FiO ₂ of O ₂ therapy	0.26±0.08	
	Sputum expectoration	Self-discharge	740(87.7)
		Oropharyngeal suction	83(9.8)
		Tracheal suction	21(2.5)
	Length of stay in ICU (days)	5.20±5.83	

ICU=intensive care unit; CPPS=critical patients' severity classification system; APACHE II=acute physiologic assessment and chronic health evaluation; GCS score=glasgow coma scale; FiO₂=fraction of inspired oxygen

증상 27.8%(15명)와 28.4%(224명)이었으며 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다($\chi^2=19.74, p<.001$). 사례군은 호흡기계 증상, 대조군은 심혈관계 증상을 특히 많이 보였으나 두 집단 모두 공통적으로 신경계 증상을 많이 보인 것으로 나타났다(Table 2).

일차 집중치료실 입실시의 중증도는 중증도 분류도구 점수와 APACHE II 점수에서는 두 집단간에 유의한 차이가 있는 반면, GCS 점수는 유의한 차이가 없었다. 즉 중환자 분류도구 점수는 사례군 95.80±23.86점, 대조군 83.49±23.92점으로 사례군이 유의하게 더 높았고($t=3.66, p<.001$) 일차 집중치료실 입실시의 APACHE II 점수는 사례군 18.39±6.95점, 대조군 15.94±5.99

점으로 역시 사례군이 유의하게 더 높았다($t=2.88, p=.004$)(Table 2). 일차 집중치료실 재실 기간 동안의 임상적 특성의 경우는 인공호흡기 사용 일수만 사례군 3.69±7.18일, 대조군 1.27±3.53일로 사례군이 유의하게 더 길었으며($t=2.45, p=.017$) 수술 여부, 수혈여부, 욕창 유무에서는 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

일차 집중치료실 퇴실시 중증도는 중증도 분류도구 점수, APACHE II와 GCS 점수에서 두 집단 간에 유의한 차이를 보였다. 즉 중환자 분류도구 점수는 사례군 86.02±18.48점, 대조군 74.77±19.58점으로 사례군이 유의하게 더 높았으며($t=4.10, p<.001$), APACHE

Table 2. Univariate Analysis of Influencing Factors of Unplanned ICU Readmission Between Case and Control Groups (N=844)

Variables	Categories	Case (n=54)	Control (n=790)	t or χ^2	p	
		n(%) or Mean±SD	n(%) or Mean±SD			
Demographics	Gender	Male	29(53.7)	1.21	.271	
		Female	25(46.3)			
	Age	64.65±13.61	62.18±14.61	1.20	.228	
Major symptoms at 1 st ICU admission	Respiratory symptoms		11(20.4)	62(7.8)	19.74	<.001
	Cardiovascular symptoms		4(7.4)	217(27.5)		
	Neurological symptoms		18(33.3)	178(22.5)		
	Gastrointestinal symptoms		6(11.1)	109(13.8)		
	Else(Sepsis, Kidney symptom)		15(27.8)	224(28.4)		
Severity at 1 st ICU admission	CPSCS score		95.80±23.86	83.49±23.92	3.66	<.001
	APACHE II score		18.39±6.95	15.94±5.99	2.88	.004
	GCS score		11.31±4.41	12.40±3.95	-1.94	.053
	Duration of applying ventilators (days)		3.69±7.18	1.27±3.53	2.45	.017
Clinical characteristics during 1 st ICU admission	Surgery	Yes	14(25.9)	221(28.0)	0.11	.745
		No	40(74.1)	569(72.0)		
	Blood transfusion	Yes	17(31.5)	204(25.8)	-0.914	.361
		No	37(68.5)	586(74.2)		
Pressure ulcer	Yes	6(11.1)	41(5.2)	-1.837	.067	
	No	48(88.9)	749(94.8)			
Severity at 1 st ICU discharge	CPSCS score		86.02±18.48	74.77±19.58	4.10	<.001
	APACHE II score		10.39±4.24	7.81±3.97	4.59	<.001
	GCS score		13.74±1.81	14.30±1.54	-2.20	.031
Clinical characteristics at 1 st ICU discharge	FiO ₂ of O ₂ therapy		0.28±0.08	0.26±0.07	2.43	.015
	Sputum expectoration	Self-discharge	36(66.6)	704(89.1)	5.102	<.001
		Oropharyngeal suction	13(24.1)	70(8.9)		
		Tracheal suction	5(9.3)	16(2.0)		
	Length of stay in ICU (days)		8.28±8.45	4.98±5.54	2.82	.007

ICU=intensive care unit; CPSCS=critical patients'everity classification system; APACHE II=acute physiologic assessment and chronic health evaluation; GCS score=glasgow coma scale; FiO₂=fraction of inspired oxygen

II점수도 사례군 10.39±4.24점, 대조군 7.81±3.97점으로 사례군이 유의하게 더 높았고(t=4.59, p<.001), GCS 점수는 사례군 13.74점±1.81, 대조군 14.30±1.54으로 사례군이 유의하게 더 낮았다(t=-2.20, p=.031). 즉 일차 퇴실시 중증도 역시 사례군이 대조군에 비해 더 높았다(Table 2).

일차 집중치료실 퇴실시 임상적 특성은 사례군과 대조군 간에 유의한 차이를 보였다. 즉 산소요법을 위한 FiO₂는 사례군 0.28±0.08, 대조군 0.26±0.07로 사례군이 유의하게 더 높았으며(t=2.43, p=.015) 객담

배출 방법은 사례군의 경우 자가-배출 66.6%(36명), 대조군은 89.1%(704명)이었으며 구강-인두 흡인이 요구되는 사례군의 비율 24.1%(13명), 대조군 8.9%(70명)이었고 기관내 흡인이 요구되는 사례군의 비율 9.3%(5명), 대조군 2.0%(16명)이었는데 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다($\chi^2=5.102, p<.001$). 즉 서술적 통계분석 결과를 통해 볼 때 사례군이 스스로 객담을 배출하지 못하여 인위적인 방식, 즉 구강-인두 흡인 또는 기관내 흡인을 적용해야 하는 비율이 대조군에 비해 더 높은 것을 볼 수 있었다. 한편, 일차 집중치료실 체류

기간 역시 사례군 8.28±8.45일, 대조군 4.98±5.54일로 사례군이 유의하게 더 길었다($t=2.82, p=.007$) (Table2).

4. 의사결정 나무모형 분석을 통한 비계획성 재입실 영향요인

대상자의 인구학적 특성(성별, 연령), 일차 집중치료실 입실시의 중증도(중환자 분류도구 점수, APACHE II 점수, GCS 점수), 일차 집중치료실 재입 기간 동안의 임상적 특성(인공호흡기 적용 기간, 수술여부, 수혈 여부, 욕창 유무), 일차 집중치료실 퇴실시의 중증도(중환자 분류도구 점수, APACHE II 점수, GCS 점수), 일차 집중치료실 퇴실시의 임상적 특성(산소요법의 FiO₂, 객담배출 방식, 집중치료실 입실 기간) 등 총 15개의 영향요인을 포함하여 시행된 의사결정나무 분석(CHAIID 알고리즘 적용)을 시행하였다. 우선 비계획성 집중치료실 재입실을 결정하는데 가장 중요한 예측변수는 일차 집중치료실 퇴실시의 객담 배출 방식이었다($\chi^2=22.68, p<.001$). 즉 구강-인두 흡인이나 기관내 흡인을 통해 인위적으로 객담을 배출하는 환자에서 비계획성 재입실 일어날 가능성이 가장 높았는데 이러한 조건을 가진 환

자는 총 18명이었으며 그 중 17.5%가 재입실한 것으로 나타났다(Figure 2).

한편, 객담의 자가-배출이 가능했던 환자들의 경우는 집중치료실 재원 기간에 따라 비계획성 집중치료실 재입실 여부가 결정되었는데($\chi^2=11.21, p=.004$) 이때 재원 기간에 대한 기준은 6일이었다. 객담을 자가-배출을 하면서 집중치료실 재원 기간이 6일 이상인 환자들은 다시 집중치료실 퇴실시 제공받은 산소요법의 FiO₂ 수준에 따라 재입실 여부가 결정되었으며($\chi^2=9.53, p=.008$) 이때 FiO₂의 기준은 0.21이었다. 즉 객담 자가-배출이 가능하나 재원 기간이 6일 이상, 집중치료실 퇴실시 FiO₂>0.21의 산소요법을 받은 환자가 두 번째로 비계획성 재입실의 위험이 높았다. 이러한 조건을 가진 환자는 총 9명이었고 그 중 17.0%가 집중치료실에 재입실하였다.

다음으로 객담 자가-배출을 하면서 집중치료실 재원 기간이 6일 미만인 환자들의 경우는 일차 집중치료실 입실시의 주증상이 무엇인지에 따라 재입실 여부가 결정되었다($\chi^2=14.82, p=.002$). 즉 객담 자가-배출하면서 재원 기간이 6일 이하이나 주증상이 신경계 증상이었던 환자가 세 번째로 재입실 위험이 높았는데 이러한 조건을 가진 환자는 총 12명이었으며 그 중 9.4%가 재

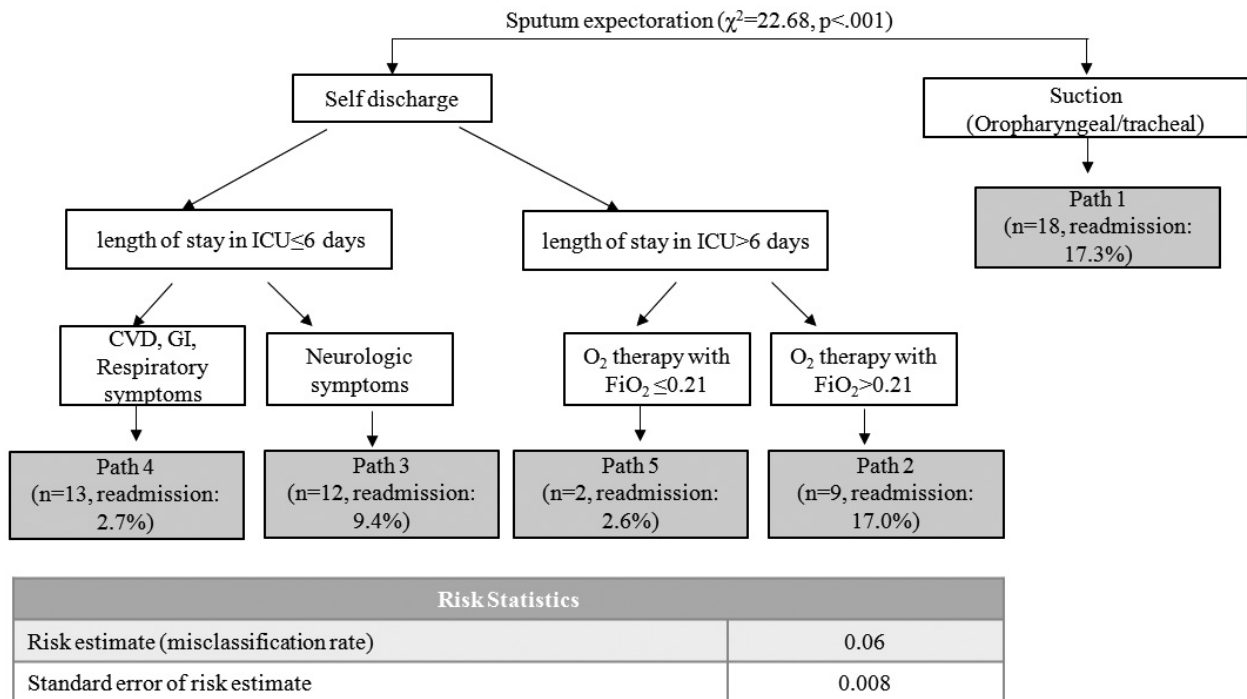


Figure 2. Predictive tree model of influencing factors of unplanned ICU readmission

입실한 것으로 나타났다(Figure 2).

마지막으로 객담 자가-배출, 재원 기간이 6일 미만, 일차 집중치료실 퇴실시 $FiO_2 \leq 0.21$ 의 산소요법을 받은 환자(2명)와 객담 자가-배출, 재원 기간이 6일 미만, 일차 집중치료실 입원시 신경계 외의 다른 증상(심혈관계, 위장계, 호흡계 및 기타 증상)을 보인 환자들이(13명) 거의 비슷한 수준의 재입실 위험을 보였는데 해당 조건을 가진 환자의 2.6~2.7%에서 재입실이 일어났다.

그리고 본 연구 결과를 통해 도출된 비계획성 집중치료실 재입실 예측모형의 오분류률(misclassification rate)은 0.06이었다. 즉 잘못된 예측을 할 확률이 6%라는 의미인데 오분류률에 대한 기준점은 제시된 바가 없으나 오분류률이 낮을수록 최적의 모형임을 나타낸다. 즉 본 연구에서 도출된 예측모형으로 재입실/비재입실 환자를 올바르게 판별할 확률이 94%임을 의미하며 이는 무작위로 예측할 때 예상되는 기대 확률 50%를 훨씬 상회하는 매우 우수한 판별도인 것으로 해석될 수 있다(Figure 2).

IV. 논 의

본 연구 결과 비계획성 집중치료실 재입실율은 6.4%였는데 이는 다른 연구들에서 보고된 5.7%~10%와 크게 다르지 않았다(Ponzoni et al., 2017; Rosenberg & Watts, 2000; Wong et al., 2016). 다만 본 연구에서는 계획성 재입실과 반복적인 재입실을 제외하고 진정한 의미의 비계획성 재입실만을 포함하여 재입실율을 산정하였다는 점에서 정확도가 높은 것으로 사료된다. 집중치료실의 비계획성 재입실을 경계해야 하는 이유는 재입실 환자가 비재입실 환자에 비해 사망률이 7배 정도 높고 집중치료실 재원 일수 및 병원 입원 일수가 약 2~3배 정도 높기 때문이다(Kramer et al., 2013). 따라서 비계획성 재입실을 예방하기 위한 노력이 중요한데 이를 위해 비계획성 재입실의 영향요인 및 위험요인들을 규명하는 연구가 많이 이루어져야 하며 이러한 경험적 결과들을 기반으로 집중치료실 퇴실 기준이 마련될 필요가 있다.

연구 결과에 따르면 일차 집중치료실 퇴실로부터 비계획성 재입실이 일어난 기간은 6.5일(중앙값)이었다. 본 연구에서는 재입실이 발생한 기간을 일정한 시간으

로 한정하지 않아 퇴실 당일에 재입실이 발생한 환자부터 53일만에 재입실이 발생한 환자도 있어 평균값이 아닌 중앙값을 도출하였다. 다른 연구들에서는 3~4일(중앙값)인 것으로 보고되었고(Brown, Ratcliffe, Kahn, & Halpern, 2012; Kim, Y. & Kim, K., 2013), Ponzoni 등(2017)의 연구에서는 중환자실 퇴실 후 72시간 이후에 재입실 한 환자의 비율이 70.7%로 72시간 이내에 재입실 한 환자 29.3%보다 2배 이상 높은 것으로 나타났다. 집중치료실을 평가하는 항목으로 재입실에 대한 항목이 포함되어 있는데 국내의 경우는 일차 퇴실 후 48시간 이내의 재입실률을 평가하며(Health Insurance Review & Assessment Service, 2016), 국외의 경우는 24~72시간 후의 재입실률을 평가하고 있어(Rhodes et al., 2012) 재입실이 실제적으로 많이 일어나는 기간 보다 다소 이른 시점의 재입실률을 평가하는 것을 볼 수 있다. 집중치료실 재입실을 평가하는 기준이 연구결과들을 기반으로 하여 근거 중심적으로 설정된다면 정확한 평가가 이루어지는데 도움이 될 것으로 생각된다. 그리고 집중치료실로부터 퇴실 후 일주일 사이에 재입실이 일어날 위험이 높으므로 이 기간 동안 집중치료실로부터 일반병동으로 전실한 환자들에 대해 집중적으로 감찰하고 관리하는 특별 프로그램을 개발하여 적용한다면 재입실을 예방하는데 도움이 될 뿐 아니라 재입실이 필요한 환자에 대해 조기에 적절하게 대처하는데도 유용할 것으로 본다. 따라서 집중치료실에서 일반병실로 전실한 환자들의 재입실율 및 사망률 감소를 위한 연계프로그램의 운영을 고려할 필요가 있겠다(Linton, Grant, Pellegrini, & Davidson, 2009; Niven et al., 2014).

의사결정 나무모형 분석 결과에 따르면 비계획성 집중치료실 재입실을 예측하는데 가장 중요한 변수는 일차 집중치료실 퇴실시의 객담 배출 방법이었으며 그 외 일차 집중치료실 재실 기간, 일차 집중치료실 퇴실시 산소요법의 FiO_2 , 일차 집중치료실 입실시의 주증상 등이 유의한 예측변수인 것으로 제시되었다. 선행연구들을 통해서도 다양한 예측변수가 제시되었는데 일차 집중치료실 입실 및 퇴실시의 중증도(APACHE 점수 혹은 SAPS 점수), 일차 집중치료실 재실 기간, 일차 집중치료실 재실 기간 동안의 수술여부 및 승압제 사용여부 등 이었다(Hosein et al., 2013; Kim, Y. & Kim, K., 2013; Lee, 2008; Ponzoni et al., 2017; Rosenberg

et al., 2001; Wong et al., 2016). 본 연구 결과와 선행연구 결과를 비교해 보면 일차 집중치료실 재실 기간만이 동일할 뿐 나머지 예측변수들은 다르게 나타났다.

본 연구에서 제시된 예측변수들은 의사결정 나무모형 분석을 통해 도출되었다. 의사결정 나무모형 분석은 다변량적 접근을 적용하는 데이터마이닝 기법의 통계분석 방법이다(Choi et al., 2002). 단변량 분석을 통한 결과는 다른 교란변수들(confounders)이 종속변수에 미치는 영향을 배제하지 않은 상태에서 각 영향요인과 종속변수 사이의 상관관계를 검정하는 반면, 의사결정 나무모형 분석과 같은 다변량적 분석방법은 다른 변수들이 종속변수에 미치는 영향이 모두 개입되어 있는 상태에서 각 영향요인이 종속변수에 미치는 영향력이 유의한가를 검정한다는 점에서 강점을 가진 분석 방법이다(Huh & Lee, 2008). 또한 대표적인 다변량 분석인 회귀분석과 달리 특별한 통계적 가정이 필요하지 않다는 장점을 가지고 있을 뿐만 아니라(Kim, 2015), 본 연구에서 적용된 CHAID 알고리즘은 적은 개수의 예측 변수를 사용하여 높은 예측 정확도를 갖추는 간명함으로 임상 현장에서 즉각적인 판단으로 실질적으로 적용하기에 좋은 예측모형을 제시해준다(Kim, S. & Kim, S., 2013).

다변량 분석의 결과는 단변량 분석 결과와 매우 다른 양상을 보일 수 있다. 본 연구의 경우도 단변량 차이검정에서는 일차 집중치료실 입실시 주증상, 일차 집중치료실 입실시 중증도(중환자 분류도구, APACHE II), 일차 집중치료실 재원 기간 동안 인공호흡기 적용 기간, 일차 집중치료실 퇴실시 중증도(중환자 분류도구, APACHE II, GCS), 일차 집중치료실 퇴실시 산소요법의 FiO_2 , 객담배출 방법, 집중치료실 재원 기간 등 총 10개의 변수에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나 의사결정 나무모형 분석 결과에서는 그 중 4개의 변수만 유의한 것으로 제시되었다(일차 집중치료실 퇴실시의 객담배출 방법, 일차 집중치료실 재원 기간, 일차 집중치료실 입원시 주증상, 일차 집중치료실 퇴실시의 산소요법 FiO_2). 즉 본 연구 결과에서 집중치료실 재입실에 대한 유의한 예측변수로 제시된 것은 다른 변수들이 종속변수에 미치는 영향력이 개입된 상태에서 유의한 영향을 보인 변수라는 점에서 의미가 있다. 본 연구에서는 집중치료실 재입실을 위한 간명한 예측모형을 제시하였으며 아울러 재입실에 대한 유의한 예측변수들의 기준점

(cut-off)을 제시하였다는 점에서 의미가 있다.

본 연구 결과 집중치료실 재입실을 예측하는데 가장 중요한 변수는 환자의 객담 배출 방법이었다. 즉 자가배출이 어려워 흡인과 같은 인위적인 배출이 필요한 환자인 경우 재입실할 위험이 가장 높은 것으로 나타났다. 객담 배출 기능은 기도를 청결하게 하는 한편, 기도 개방성을 유지하게 함으로써 가스교환이 정상적으로 일어나게 하는 매우 중대한 생리적 보호기전이다(Hardy et al., 1994). 객담 배출이 어려운 환자는 가스교환 장애가 초래되거나 흡인으로 인한 폐렴이 발생하여 환자의 전반적인 상태가 악화될 위험이 높아지게 되며 그런 이유에서 집중치료실에 재입실할 위험이 높을 뿐 아니라 사망률이 높은 환자군이라 볼 수 있다(Lin et al., 2018).

Lee (2008)의 연구를 제외한 선행연구들에서 환자의 객담 배출 능력이 재입실의 위험요인으로 제시된 바는 거의 없으나, 비계획성 재입실 위험요인 및 재입실 사유로 제시한 호흡기계 증상에 포괄적으로 환자들의 객담 배출 능력이 포함되어 있을 것이라 추론된다(Kim, Y. & Kim, K., 2013; Lin, et al., 2018; Rosenberg & Watts, 2000; Rosenberg et al., 2001). 임상 현장에서의 경험을 비추어 환자들의 호흡기계 증상을 일으키는 주요 요인들을 고려하였고, 객담배출 능력을 변수로 선정한 결과 도출된 예측 모형이라고 하겠다. 도출된 구체적이고 간명한 예측요인을 적용한 연구가 더 많이 이루어져야 할 것으로 판단되며 더 나아가 환자를 집중치료실로부터 전실시키기에 앞서 환자의 객담 배출 능력을 파악할 수 있는 임상 프로토콜을 개발 및 적용해야 할 필요가 있는 것으로 사료된다. 한편, 본 연구에서 일차 집중치료실 퇴실시 환자가 제공받은 산소요법의 FiO_2 가 재입실의 예측인자인 것으로 나타난 결과도 가스교환 상태나 능력이 집중치료실 재입실과 긴밀하게 연관되어 있음을 보여주는 결과로 추론되었다.

재입실을 예측하는 또 다른 변수로 도출된 일차 집중치료실 재원 기간은 6일이었다. 선행 연구에서도 집중치료실에 장기간 입실한 환자들의 재입실 경향이 유의하게 높게 나타났으며(Lee, 2008; Kim, Y. & Kim, K., 2013), Hosein 등(2013)의 체계적 문헌고찰에서도 집중치료실 재원 기간은 집중치료실로의 재입실 위험을 예측하는 주요 변수로 보고되었다. 뿐만 아니라 집중치료실 재실 기간은 집중치료실 비계획적 재입실

평가 도구 중의 하나인 Workload Index for Transfer score (SWIFT)의 구성 변수로, SWIFT 도구는 여러 연구를 통해 집중치료실로의 비계획적 재입실을 예측하는 도구로 그 타당도가 검증되었다(Gajic et al., 2008; Ofoma et al., 2014). 국내에서도 집중치료실에 6일 이상 재원한 환자들을 일반병실 전실 이후 집중적으로 관리하는 프로그램의 개발에 포함하게 된다면 재입실을 예방하는데 도움이 될 수 있을 것이라 여겨진다.

본 연구 결과를 통해 일차 집중치료실 입실시의 주증상이 비계획성 재입실을 예측하는데 유의한 변수로 제시되었는데 특히 주증상이 신경계 증상인 경우 비계획성 재입실의 위험이 비교적 높은 것으로 나타났다. 많은 연구들은 재입실 당시의 주증상이 비계획성 재입실의 주요 예측인자인 것으로 보고하였으며 특히 비계획성 재입실이 이루어진 환자들의 재입실시의 주요 증상은 호흡계 증상인 것으로 제시하였으나(Kim, Y. & Kim, K., 2013; Lin et al., 2018; Rosenberg & Watts, 2000), 본 연구와 같이 일차 집중치료실 입실 당시의 주증상이 비계획성 재입실에 미치는 영향을 보고한 연구는 찾아보기 어려웠다. 일차 집중치료실 입실시의 주증상이 신경계 증상인 환자들에서 비계획성 재입실이 일어날 위험이 높은 것은 신경계 손상을 가지고 있는 환자의 경우 일시적 또는 장기적으로 자발성 호흡이 어려움과 동시에 자발적인 객담 배출이 어렵기 때문일 것으로 추론되었다.

현재 의료기관마다 공식적인 집중치료실 퇴실기준이 마련되어 있으나 진료과의 판단과 집중치료실의 침상 여건 및 인력과 같은 구조적 상황에 따라 퇴실 기준이 변화되는 경우가 흔히 발생한다. 이처럼 환자의 상태를 우선적으로 고려하지 않은 퇴실기준이 적용될 경우 비계획성 재입실 위험 및 사망률이 높아질 수 있으며 이로 인한 윤리적 문제가 발생할 소지가 있다. 따라서 비계획성 재입실의 위험요인 및 영향요인들을 규명하는 연구들을 통해 경험적 근거들이 축적되고 이를 기반으로 재입실 예측 도구 및 집중치료실 퇴실 기준이 개발되어 적용된다면 비계획성 재입실을 감소시키는데 기여하는 바가 크리라 본다. 물론 이러한 근거 기반 퇴실 기준을 적용하도록 하는 제도적 장치 또한 필요할 것으로 생각한다. 아울러 집중치료실에서 일반병실로 전실한 환자들에 대한 연계간호 프로그램을 체계화하여 적용하고 그 효과를 검증하는 연구들이 많이 이루어진다면 비

계획성 재입실이 일어나는 위험을 더욱 감소시킬 수 있을 것이다.

한편, 본 연구는 일개 대학병원 집중치료실을 대상으로 6개월간의 비교적 단기간의 추적 결과를 바탕으로 분석되었다는 제한점을 가지고 있다. 따라서 향후 장기간의 추적을 통해 비계획성 재입실의 영향요인이 규명될 필요가 있는 것으로 사료된다. 또한 본 연구는 일개 대학병원 집중치료실을 대상으로 수행된 결과이기 때문에 연구 결과를 임상 상황 전반에 일반화하기에 제한점이 있다. 따라서 다기관을 포함하여 반복 연구가 수행된다면 비계획성 재입실과 관련된 지식체를 구축하는데 도움이 될 것으로 생각한다. 마지막으로 후향적 연구 설계의 경우 의무기록에 포함되어 있는 변수들만 수집할 수 있다는 점과 missing data가 많을 수 있다는 제한점을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 장기간 축적된 자료들을 중심으로 관심 대상이 되는 사례들을 편향되지 않게 충분히 포함시킬 수 있다는 점과 비교적 큰 표본의 대상자를 포함시킬 수 있다는 장점 때문에 임상 및 건강 관련 분야에서 후향적 연구 설계를 적용한 연구들이 많이 이루어지고 있으며(Anthonisen, 2009), 그러한 이유로 본 연구에서도 후향적 설계를 적용하였다.

V. 결론

본 연구는 집중치료실에서 퇴실한 환자의 비계획적 재입실 위험 요인을 확인하기 위해 후향적으로 시행한 코호트연구로, 2014년 6월 1일부터 2014년 12월 31일까지 인천 소재 900 병상 규모의 일개 대학병원 5개 집중치료실(내과계 2개, 외과계 2개, 심혈관계)에 입실하여 퇴실하는 19세 이상의 성인 환자를 대상으로 전자의무기록을 통해 자료를 수집하였으며 의사결정 나무 모형을 적용하여 수집된 자료를 분석함으로써 비계획성 재입실 예측 인자를 도출하였다. 분석 결과 일차 집중치료실 퇴실시의 객담 배출 방법, 일차 집중치료실 재입실 기간, 일차 집중치료실 퇴실시 산소요법의 FiO₂, 일차 집중치료실 입실시의 주증상 등이 비계획성 집중치료실 재입실을 예측하는데 유의하였으며 특히 일차 퇴실시의 객담배출 방법이 가장 중요한 예측변수인 것으로 나타났다. 이는 환자의 객담 배출 상태를 파악할 수

있는 구체적이고 표준화된 프로토콜 개발 및 적용과 동시에 경험적 근거를 통해 제시된 영향요인들을 반영한 체계적이고 표준화된 퇴실 지침의 개발 및 운영이 필요함을 시사하는 결과로 생각된다.

REFERENCES

- Anthonisen, N. R. (2009). Retrospective studies. *Canadian Respiratory Journal*, 16(4), 117–118.
- Brown, S. E., Ratcliffe, S. J., Kahn, J. M., & Halpern, S. D. (2012). The epidemiology of intensive care unit readmissions in the United States. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 185(9), 955–964.
- Cho, J. (2014). What intensive care unit readmission means. *Allergy, Asthma & Respiratory Disease*, 2(2), 83–84.
- Choi, E. Y. (2006). *A study on the related factors of readmission to intensive care unit* (Unpublished master's thesis). Seoul National University, Seoul, Korea.
- Choi, J. H., Kang, H. C., Kim, E. S., Lee, S. K., Han, S. T., & Kim, M. K. (2002). *Prediction and excess of data mining using decision tree analysis*. Seoul: SPSS Academy.
- Elliott, M. (2006). Readmission to intensive care: A review of the literature. *Australian Critical Care*, 19(3), 96–104.
- Gajic, O., Malinchoc, M., Comfere, T. B., Harris, M. R., Achouiti, A., Yilmaz, M., & Farmer, J. C. (2008). The stability and workload index for transfer score predicts unplanned intensive care unit patient readmission: Initial development and validation. *Critical Care Medicine*, 36(3), 676–682.
- Han, D. W., Koh, S. O., & Lee, M. W. (2003). Clinical features and risk factors of patients readmission to ICU. *Korean Journal of Anesthesiology*, 44(1), 78–83.
- Hardy, K. A., Bach, J. R., Stoller, J. K., Hill, N. S., Make, B., Celli, B. R., & Leger, P. (1994). A review of airway clearance: New techniques, indications, and recommendations. *Respiratory Care*, 39(5), 440–455.
- Health Insurance Review & Assessment Service data. (2016). The quality assessment of ICU. Retrieved May 16, 2016, from https://www.hira.or.kr/download.do?src...14.pdf&fnm=2016_14.pdf.pdf
- Hosein, F. S., Bobrovitz, N., Berthelot, S., Zygun, D., Ghali, W. A., & Stelfox, H. T. (2013). A systematic review of tools for predicting severe adverse events following patient discharge from intensive care units. *Critical Care*, 17(3), R102.
- Huh, M. H., & Lee, Y. G. (2008). *Data mining modeling and case* (2nd ed.). Seoul: Hannarae.
- Kim, K. S., & Kim, K. H. (2010). A prediction model for internet game addiction in adolescents: Using a decision tree analysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 40(3), 378–388.
- Kim, S. E., & Kim, S. A. (2013). A predictive model of depression in rural elders—decision tree analysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 43(3), 442–451.
- Kim, Y. J., & Kim, K. S. (2013). Risk factors of unplanned readmission to intensive care unit. *Journal of Korea Clinical Nursing Research*, 19(2), 265–274.
- Kim, B. Y. (2015). Predictors of protective factors for depression in adolescent using decision making tree analysis. *The Journal of the Korea Contents Association*, 15(5), 375–385.
- Kramer, A. A., Higgins, T. L., & Zimmerman, J. E. (2013). The association between ICU readmission rate and outcomes. *Critical Care Medicine*, 41(1), 24–33.
- Lee, J. Y. (2008). *Development of a prediction model for ICU readmission as a quality indicator* (Unpublished master's thesis). Seoul National University, Seoul, Korea.
- Linton, S., Grant, C., Pellegrini, J., & Davidson, A. (2009). The development of a clinical markers score to predict readmission to pediatric intensive care. *Intensive and Critical Care Nursing*, 25(6), 283–293.
- Lin, W. T., Chen, W. L., Chao, C. M., & Lai, C. C. (2018). The outcomes and prognostic factors of the patients with unplanned intensive care unit readmissions. *Medicine*, 97(26), e11124.
- Niven, D. J., Bastos, J. F., & Stelfox, H. T. (2014). Critical care transition programs and the risk of readmission or death after discharge from an ICU: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care Medicine*, 42(1), 179–187.
- Ofoma, U. R., Chandra, S., Kashyap, R., Herasevich, V., Ahmed, A., Gajic, O., & Farmer, C. J. (2014). Findings from the implementation of a validated readmission predictive tool in the discharge workflow of a medical intensive care unit. *Annals of the*

- American Thoracic Society*, 11(5), 737-743.
- Ponzoni, C. R., Corrêa, T. D., Filho, R. R., Serpa Neto, A., Assunção, M. S., Pardini, A., & Schettino, G. P. (2017). Readmission to the intensive care unit: Incidence, risk factors, resource use, and outcomes. A retrospective cohort study. *Annals of the American Thoracic Society*, 14(8), 1312-1319.
- Rhodes, A., Moreno, R. P., Azoulay, E., Capuzzo, M., Chiche, J. D., Eddleston, J., & Kuhlen, R. (2012). Prospectively defined indicators to improve the safety and quality of care for critically ill patients: A report from the task force on safety and quality of the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Intensive Care Medicine*, 38(4), 598-605.
- Rosenberg, A. L., & Watts, C. (2000). Patients Readmission to ICUs: A systematic review of risk factors and outcomes. *Chest*, 118(2), 492-502.
- Rosenberg, A. L., Hofer, T. P., Hayward, R. A., Strachan, C., & Watts, C. M. (2001). Who bounces back? Physiologic and other predictors of intensive care unit readmission. *Critical Care Medicine*, 29(3), 511-518.
- Song, D. H., Lee, S. G., Kim, C. G., Choi, D. J., Lee, S. I., & Park, S. K. (2003). Unplanned readmission to intensive care unit during the same hospitalization at a teaching hospital. *Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care*, 10(1), 28-41.
- Wong, E. G., Parker, A. M., Leung, D. G., Brigham, E. P., & Arbaje, A. I. (2016). Association of severity of illness and intensive care unit readmission: A systematic review. *Heart & Lung*, 45(1), 3-9.