



# 내과계중환자실에서 인공호흡기관 관련 폐렴 번들 적용의 효과

유송이<sup>1,2</sup> · 정재심<sup>1</sup> · 최상호<sup>3</sup> · 김미나<sup>4</sup>

<sup>1</sup>울산대학교 산업대학원 임상전문간호학, <sup>2</sup>서울아산병원 간호부, <sup>3</sup>울산대학교 의과대학 서울아산병원 감염내과, <sup>4</sup>울산대학교 의과대학 서울아산병원 진단검사의학과

## Impact of the Ventilator-associated Pneumonia Bundle in a Medical Intensive Care Unit

Yoo, Song Yi<sup>1,2</sup> · Jeong, Jae Sim<sup>1</sup> · Choi, Sang Ho<sup>3</sup> · Kim, Mi Na<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Clinical Nursing, University of Ulsan Graduate School of Industrial Technology, Ulsan; <sup>2</sup>Department of Nursing, Asan Medical Center, Seoul;

<sup>3</sup>Department of Infectious Diseases, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul; <sup>4</sup>Department of Diagnostic Medicine, University of Ulsan College of Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to confirm the compliance of the application of a ventilator-associated pneumonia bundle and understand its effects on the decrease in the incidence of ventilator-associated pneumonia. **Methods:** This was a retrospective observational study with history control group design. Subjects were selected from January to June 2014, prior to the intervention using the ventilator-associated pneumonia bundle. Subjects were also selected from October 2014 to March 2015, 3 months after the intervention. The number of subjects was 112 before the intervention, and 107 after the intervention. **Results:** The number of nurses who followed the bundles increased from 8 out of 29 (27.6%) before the intervention to 19 out of 29 (65.5%) after the intervention (odd ratio = 4.99, confidence interval = 1.63-15.25,  $p = .004$ ). There were 3 cases of ventilator-associated pneumonia before the intervention and 1 case after the intervention. The ventilator days were 2,143 days before the intervention and 2,232 days after the intervention. The ventilator-associated pneumonia rate of the 1,000 ventilator days was 1.40 before the intervention and decreased to 0.45 after the intervention. **Conclusion:** This study is meaningful, as there has been little research conducted regarding the application of the ventilator-associated pneumonia bundle in South Korea.

**Key Words:** Ventilator-associated pneumonia; Ventilator bundle; Infection control; Intensive care units

국문주요어: 인공호흡기관 관련 폐렴, 인공호흡기관 관련 폐렴 번들, 감염관리, 중환자실

## 서론

### 1. 연구의 필요성

인공호흡기 사용을 위한 인공기도 삽관이나 중심 정맥관, 도노관 등의 다양한 종류의 카테터 사용은 방어기전의 손상을 초래하

여 의료관련감염의 위험을 가중시키고 있다[1]. 중환자실에서 의료 관련감염이 발생할 경우 환자의 재원기간을 증가시켜 질병 상태와 경과에 심각한 영향을 주고 의료비용을 증가시킨다[2]. 그중 인공호흡기는 급·만성 호흡부전과 급성 호흡곤란증후군 환자의 치료에 기본적인 처치임에도 불구하고 기계 환기 자체로 인한 인공호흡기

Corresponding author: Jeong, Jae Sim

Department of Clinical Nursing, University of Ulsan, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea

Tel: +82-2-3010-5311 Fax: +82-2-3010-5312 E-mail: jsjeong@amc.seoul.kr, jsejongicp@ulsan.ac.kr

\* 본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 축약한 것임.

\* This study was a research project for a master's thesis of the first author.

Received: April 24, 2018 Revised: October 2, 2018 Accepted: October 21, 2018

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

관련 폐렴이 동반될 수 있다[3]. 인공호흡기를 적용한 환자의 8-28%에서 인공호흡기관련 폐렴이 발생하고 인공호흡기를 적용하지 않는 환자에 비해 3-10배 많은 폐렴이 발생한다[4]. 인공호흡기관련 폐렴은 가장 흔한 의료관련감염으로 중환자실 내 전체 사망률에 영향을 미치며 인공호흡기를 사용하는 환자들의 사망률에 8-15% 기여하고 있다[5].

2013년에 국내에서 실시한 전국 병원 감염 감시체계 Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS)의 조사에 의하면 중환자실에서의 삽입기구별 병원 감염은 총 2,476건으로 이 중 인공호흡기관련 폐렴이 498건(21%)으로 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 1,000기구일수 당 1.64건이었다. 이는 중심 정맥관 관련 혈류감염의 1,000기구일수 당 2.57건에 이어 두 번째로 높은 감염률이었다[6]. 최근 3년 동안 혈류감염과 요로감염이 감소추세인 반면 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 크게 변화가 없었다.

인공호흡기관련 폐렴 발생과 관련된 인자로는 인공기도 삽관, 제산제 사용, 항생제 사용, 구강 인두 및 하부기도 내 분비물, 위장 내균의 집락화, 인공호흡기 사용기간이 대표적이다[1,7]. 특히 인공기도 삽관은 기침과 점막 섬모의 청정 작용과 같은 숙주 방어 기전을 막기 때문에 장기간 사용은 병원폐렴의 주요인이 될 수 있다. Hamishekar 등[8]의 연구에서는 위궤양 예방 약물이 인공호흡기관련 폐렴 발생률에 크게 영향을 미쳤으며 Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) II score가 높을수록, 기관 절개관과 부비동염을 가지고 있는 환자일수록, 인공호흡기관련 폐렴이 발생할 위험이 높다고 하였다. 또한 개방형 흡인보다 폐쇄형 흡인이 인공호흡기관련 폐렴 발생 예방에 효과가 있었다.

인공호흡기관련 폐렴을 예방하고 관리하기 위해서 다양한 감염 관리 방법이 적용되고 있다. Resar 등[9]은 상체 거상 체위 유지, 소화성 궤양 예방 약물사용, 심부정맥혈전증 예방을 포함한 중재를 적용하여 인공호흡기관련 폐렴을 예방하였다. 이후 메사추세츠 주 보스턴의 비영리 단체(Institute for Healthcare Improvement)에서는 2010년 chlorhexidine을 이용하여 매일 구강간호를 시행하는 것을 포함한 5단계 인공호흡기관련 폐렴 예방 번들(Ventilator-associated Pneumonia Bundle, 이하 Bundle)을 소개하였다[10]. Bundle은 인공호흡기관련 폐렴을 예방하기 위한 포괄적이고 통합적인 환자관리 방법으로 상체 거상 체위 유지, 소화성 궤양 예방 약물사용, 심부정맥혈전증 예방, 매일 진정과 기계환기 이탈 시도, chlorhexidine을 이용한 구강간호를 포함하였다[11,12]. 이러한 Bundle 적용으로 인공호흡기관련 폐렴 발생률이 15.5% (23/149 cases)에서 11.7% (104/885 cases)로 감소하였다. 또한 중환자실의 재원기간은 평균 10일에서 6일로 감소하였으며, 인공호흡기 적용기간은 8일에서 4일로 감소하였다[13].

하지만 국내의 경우에는 인공호흡기관련 폐렴에 대한 연구는 감염률과 위험요인을 연구한 Lee 등[1]의 연구와, Choi와 Yeon [7]의 폐렴 감소를 위한 부분적 중재를 적용한 연구가 이루어졌을 뿐 총체적인 개념이 포함된 Bundle 적용을 통하여 인공호흡기관련 폐렴의 감소에 미치는 영향을 확인한 연구결과들은 찾아보기 어려웠다.

따라서, 이 연구에서 일개 상급종합병원 내과계중환자실에서 인공호흡기관련 폐렴 예방을 위한 Bundle 적용이 인공호흡기관련 폐렴 발생률 감소에 효과적인지 확인하고자 하였다.

## 2. 연구의 목적

인공호흡기관련 폐렴 예방을 위한 Bundle을 내과계중환자실에 적용하여 그 효과를 검증하고자 하였으며 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 인공호흡기관련 폐렴 예방을 위한 Bundle 적용의 이행도를 확인한다.
- 2) 인공호흡기관련 폐렴 예방을 위한 Bundle 적용 전후 폐렴 발생률의 차이를 규명한다.

## 연구 방법

### 1. 연구 설계

내과계중환자실에서 Bundle 적용이 인공호흡기관련 폐렴 발생률에 미치는 효과가 있는지를 분석하기 위한 과거 대조군을 활용한 코호트 연구이다.

### 2. 연구 대상 및 기간

서울 시내에 소재하고 있는 상급종합병원인 A병원 내과계중환자실에 입실한 18세 이상 성인환자 중 인공호흡기를 적용한 환자 387명을 대상으로 시행하였다. 그중 인공호흡기 적용 48시간 미만 환자 101명, 타 중환자실에서 인공호흡기를 적용한 후 전실 온 환자 64명, 비침습적인 인공호흡기를 적용한 환자 3명을 제외하였다. Bundle 적용 전 2014년 1월부터 6월까지 112명, Bundle 적용 후 2014년 10월부터 2015년 3월까지 107명을 대상으로 하였다.

### 3. 연구 도구

#### 1) 인공호흡기관련 폐렴 발생 위험 요인 평가

인공호흡기관련 폐렴 발생과 관련된 요인 평가 항목으로는 Hamishekar 등[8]의 연구를 참고하여 중환자실 재원기간, 인공호흡기 사용 기간, 중환자실 입실 당일 APACHE II 점수를 이용하여 중증도를 평가하였다. 중환자실 입실 이후 기관 절개관·중심 정맥관·

유치 도뇨관·비위관 삽입 여부와 삽입일수를 포함하였으며 기관지 내시경 검사·혈액 투석·수혈·수술 시행 여부에 대해 조사하였다.

2) 인공호흡기관 관련 폐렴 진단

‘인공호흡기관 관련 폐렴’ 정의는 2014년 KONIS에서 정한 정의를 적용하였다[14]. 폐렴(Pneumonia, PNEU)이 발생한 환자가 감염일로부터 48시간 이내에 기관 내 삽관(endotracheal intubation) 또는 기관지루(tracheostomy)를 통해 지속적인 호흡보조기를 이용하고 있었던 경우를 말한다. 코나 입에 마스크를 대고 하는 비침습적 인공호흡기는 제외하였다. 폐렴은 병원 감염의 진단 기준에 근거하여 분류하였다. 첫째, 임상적으로 정의한 폐렴(PNEU1)은 둘 또는 그 이상의 연속 흉부 방사선 사진에서 새로운 또는 진행되는 지속적 침윤(infiltrate), 경화(consolidation), 공동(cavitation) 중 하나 이상이 보여야 한다. 증상/징후로는 확인된 다른 원인이 없는 열(>38.0°C), 백혈구 감소(<4,000/mm<sup>3</sup>) 또는 백혈구 증가(≥12,000/mm<sup>3</sup>), 70세 이상 시 확인된 다른 원인이 없는 의식변화가 하나 이상이 있다. 그리고 새로운 농성객담, 객담양상의 변화, 호흡기 분비물의 증가, 새롭게 발생하거나 악화되는 기침, 호흡곤란, 빈호흡, 수포음 또는 기관지 호흡음, 가스교환악화, 산소 요구량의 증가 중 둘 이상이 있는 경우를 말한다. 둘째, 특이적 검사소견으로 정의한 폐렴(PNEU2)은 PNEU1의 방사선 검사 특징을 가지면서 증상/징후 중 다른 원인이 없는 열, 백혈구 감소 혹은 증가, 70세 이상 시 확인된 다른 원인이 없는 의식 변화 중에서 하나 이상을 가져야 한다. 그리고 새로운 농성 객담, 새롭게 발생하거나 악화되는 기침, 수포음, 가스교환 악화에서 하나 이상의 증상을 가져야 한다. 진단 검사 중 다른 부위의 감염과 관련이 없으면서 혈액 배양 양성, 흉수 배양 양성, 최소한으로 오염된 하부 호흡기 검체에서 정량 배양 양성 중에서 하나 이상을 가지고 있는 경우를 말한다. 셋째, 면역저하환자의 폐렴(PNEU3)은 PNEU1의 방사선 검사 특징을 가지면서 면역저하환자에게 증상/징후 중 확인된 다른 원인이 없는 열, 70세 이상 시 확인된 다른 원인이 없는 의식 변화, 새로운 농성 객담, 새롭게 발생하거나 악화되는 기침, 수포음, 가스교환 악화, 객혈에서 하나 이상이 있다. 그리고 진단 검사에서 *Candida spp.*가 혈액과 객담 배양에서 일치하게 양성이거나 PNEU2의 진단 검사 기준 중 하나 이상이 있는 경우이다. 인공호흡기 관련 폐렴 감염감시 기록은 KONIS [10]의 감염감시 기록지를 이용하여 환자의 전자의무기록을 검토하여 인공호흡기관 관련 폐렴 발생 여부를 조사하였다.

3) 인공호흡기관 관련 폐렴 Bundle 이행도 체크리스트

Bundle 이행도 체크리스트(이하 체크리스트)는 A병원 중환자간

호팀에서 2014년 인공호흡기관 관련 폐렴 예방 활동을 위해 만든 것이다. 체크리스트 항목은 다음과 같으며 이행 여부는 예, 아니오, 미해당으로 평가하였다. 체크리스트는 인공호흡기 필요성 검토, 위궤양 예방약 투약, 심부정맥 혈전증 예방약 투약, 흡인예방을 위한 중재 여부, 구강간호 시행 등 5가지 항목으로 구성되었다. 인공호흡기 필요성 검토 여부는 회진 시 인공호흡기 이탈 범주에 포함되어 담당 의와 인공호흡기 이탈에 대해 의사소통을 시행하였으면 ‘예’로 평가하였다. 단, 인공호흡기 이탈 범주에 포함되지 않는 경우는 미해당으로 평가하였다. 진정제 감량 및 인공호흡기 제거 여부에 대한 평가는 인공호흡기가 지속적으로 필요하지 않는 범주에 포함된 경우 시행하도록 하였으며 그렇지 않은 경우에는 미해당으로 평가하였다. 위궤양 예방약 투약은 하루 한 번 투약한 경우 예로 평가하였으며 위 전절제술을 한 경우는 미해당으로 평가하였다. 심부정맥 혈전증 예방은 하루 한 번 심부정맥 혈전증 예방약을 투약하였거나, 투약할 수 없을 경우 혈전예방 스타킹 혹은 간헐적 공기 압박 장치 Intermittent Pneumatic Compression device (IPC)를 착용한 경우는 예로 평가하였다. 단 출혈 위험성이 매우 높아 혈전예방 스타킹 혹은 IPC를 못하는 경우는 미해당으로 평가하였다. 흡인예방을 위한 중재로는 상체 거상 30° 이상 시행 여부, 인공기도의 적절한 기관 내 커프 압력 유지, 흡인 시 인공 기도의 성문하 흡인을 시행한 경우 예로 평가하였다. 단 성문하 흡인이 불가능한 인공기도의 경우에는 미해당으로 평가하였다. 구강간호는 0.12% chlorhexidine을 이용하여 근무조당 한 번 이상 시행한 경우 예로 평가하였다.

4. 연구 중재

1) 인공호흡기관 관련 폐렴 Bundle 적용

A병원 내과계중환자실에서는 연구 중재 이전에 Bundle이 도입되지 않은 상태에서 폐렴 발생을 줄이기 위한 30° 상체 거상 체위, 위궤양 예방 약물 투약, 심부정맥 혈전증 예방 약물 투약, chlorhexidine을 이용한 구강간호가 개별적으로 시행되고 있었다. 하지만 의료진의 Bundle 개념과 이해가 부족한 상황에서 개별 항목 이행도와 정확도가 미흡하였다. 그중 인공호흡기 필요성 검토는 인지는 하고 있으나 의료진 간의 의사소통이 거의 이루어지지 않아 이번 중재를 통해 Bundle교육을 통한 폐렴 예방 활동 이행도를 높이고자 하였다. 인공호흡기 이탈 범주에 포함이 된 경우 회진 시 담당 의료진 간 의 상의를 통해 인공호흡기의 조기 이탈이 될 수 있도록 하였다.

흡인 예방을 위해 체위변경 후 침대의 각도기를 이용하여 상체 거상 30° 이상 유지하도록 하였으며, 인공기도의 적절한 기관 내 커프 압력 유지, 흡인 시 인공 기도의 성문하 흡인을 누락하지 않고 정확하게 시행할 수 있도록 하였다. 심부정맥 혈전증 예방 약물은 하

루 한 번 이상 투약하도록 하였으며 출혈 등의 이유로 투약을 하지 못할 경우 혈전예방 스타킹 혹은 IPC를 착용하도록 하였다. 또한 인공호흡기 적용 중인 경우 위궤양 예방 약물을 투약하도록 하였다. 마지막으로 0.12% chlorhexidine을 이용한 구강간호를 하루 3번 근무조당 한 번 이상 누락 없이 시행하도록 하였다.

## 2) 간호사 대상 인공호흡기 관련 폐렴 Bundle 교육

교육은 2014년 7월부터 9월까지 3개월 동안 실시하였으며 Bundle의 개념과 내용을 동영상 이용하여 근무 시작 전 30분간, 총 6회 시행하여 모든 간호사가 받을 수 있도록 하였다. 교육을 시행한 후에는 이행을 높이기 위해 포스터와 주의표지(reminder)를 게시하였다. 인공호흡기 관련 폐렴 예방을 위한 포스터는 중환자 감염관리 팀에서 직접 도안하여 중환자실 수간호사, 감염관리 간호사의 의견을 수렴하여 만든 것을 사용하였으며 포스터의 크기는 A3로 제작하여 중환자실 입구와 중환자실 게시판에 2곳에 부착하였다. 주의표지(reminder)는 가로 10 cm, 세로 10 cm로 제작하여 내과계중환자실 전체 침대와 침상 발치에 부착하여 간호 활동 중 시야에 잘 보이도록 하였다. Bundle 교육 시행 후 2014년 9월 둘째 주부터 넷째 주까지 Bundle 이행도에 대한 직접 관찰을 시행하여 관찰 도중 잘못된 부분을 즉각적으로 알려줌으로써 개별적인 피드백을 제공하였다. 3주 동안 매일 하루 3번씩 관찰한 결과 총 57회 중에서 바람직하지 않은 19회의 이행도가 피드백을 받았다.

## 5. 자료 수집

인공호흡기 관련 Bundle 적용은 인공호흡기 폐렴 예방을 위해 quality improvement 활동으로 중환자 간호팀에서 계획하고 간호실무 개선활동으로 2014년 7월부터 실시되었다. 자료 수집은 2015년 4월 한 달 동안 연구자가 대상자의 일반적 특성 및 인공호흡기 관련 폐렴 발생 위험 요인 평가와 인공호흡기 관련 폐렴 여부를 전자의무기록을 통해 후향적으로 조사하였다. 인공호흡기 관련 폐렴 진단은 연구자가 의무기록을 통해 확인 후 감염관리실과 상의 후 확정하였다. Bundle 이행도 조사는 체크리스트를 이용하여 내과계중환자실의 간호사 중 수간호사와 책임간호사를 제외한 29명의 간호사를 연구자가 근무 중 한 시점에 1명 당 1회씩 30분 동안 직접 관찰하여 조사하였다. 전체 이행도는 각 간호사가 Bundle 한 가지 항목이라도 이행하지 않았으면 불이행으로 간주하였다.

## 6. 자료 분석

수집된 자료는 SPSS 18.0 for Windows (IBM, U.S.A) 프로그램을 이용하여 분석하였으며  $p < .05$ 일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였

다. 중재 전후 두 군 간의 특성 중 연속형 변수는 평균과 표준편차, t-test 또는 Mann-Whitney U test로 분석하고 범주형 변수는 chi-square 또는 Fisher's exact test를 이용하여 동질성을 검증하였다. 인공호흡기 관련 폐렴 발생률은 1,000 인공호흡기일 당 감염 건수로 분석하고 인공호흡기 관련 폐렴 발생률의 차이는 odds ratio를 이용하여 비교하였다. Bundle 이행도에 대해서는 빈도와 백분율을 이용하여 분석하였다.

## 7. 윤리적 고려

본 연구는 자료 수집 전에 A병원 임상연구심의위원회(Institutional Review Board)의 승인(과제 번호: 2015-0366)을 받고 실시하였다. 연구를 위해 수집된 모든 자료와 개인정보는 익명으로 처리하여 철저히 비밀을 보장하였으며 개인정보 보호를 위하여 실명이 없는 코드를 부여하여 대상자의 정보를 식별하였다. 수집된 자료는 자료 유출 방지를 위하여 비밀번호가 부과된 연구 자료 파일에 따로 저장하여 관리하였다.

## 연구 결과

### 1. 중재 전후 대상자 특성 비교

#### 1) 임상적 특성

인공호흡기 관련 Bundle 중재 전 대상자 112명 중 남자는 78명(69.6%), 여자는 34명(30.4%)이었으며 중재 후 대상자 107명 중 남자는 70명(65.4%), 여자는 37명(34.6%)이었다(Table 1). 평균 연령은 중재 전  $64.69 \pm 15.34$ 세, 중재 후  $63.16 \pm 15.99$ 세, 평균 몸무게는 중재 전  $57.69 \pm 10.94$  kg, 중재 후  $58.31 \pm 12.17$  kg, 평균 키는 중재 전  $163.26 \pm 9.45$  cm, 중재 후  $164.43 \pm 8.49$  cm로 두 군 간의 유의한 차이는 없었다. 진료과는 중재 전 호흡기내과가 57명(50.9%)으로 가장 많았고 중앙내과, 소화기내과 순이었으며 중재 후에는 호흡기내과 57명(53.3%), 그 다음으로 중앙내과, 혈액종양내과 순이었다. 기저질환이 있는 대상자는 중재 전 86명(76.8%), 중재 후 76명(71.0%)으로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 입실하게 된 주 진단명은 중재 전 폐렴이 35명(31.3%)으로 가장 많았으며 이어서 간질성 폐질환, 폐암, 만성 폐쇄성 폐질환, 패혈증, 간경화 순이었다. 중재 후에는 폐렴 36명(33.6%), 림프종, 백혈병, 폐암, 간질성 폐질환 순으로 많았다. 퇴실 경로는 중재 전 전동이 65명(58.0%)으로 가장 많았으며 이어 사망 34명(30.4%), 전원 13명(11.6%) 순이었으며 중재 후에는 전동 69명(65.5%), 사망 27명(25.2%), 전원 11명(10.3%)으로 두 군의 의미 있는 차이가 없었다.

#### 2) 인공호흡기 관련 폐렴 발생 위험요인

Bundle 중재 전 112명의 중환자실 평균 재실일수는  $16.04 \pm 20.62$ 일

**Table 1.** General and Clinical Characteristics of Participants

(N = 219)

Variables	Categories	Control group (n = 112)	Experimental group (n = 107)	t or $\chi^2$	p
		Mean $\pm$ SD or n (%)			
Age (yr)		64.69 $\pm$ 15.34	63.16 $\pm$ 15.99	0.73	.465
Gender	Male	78 (69.6)	70 (65.4)	0.45	.505
	Female	34 (30.4)	37 (34.6)		
Body weight (kg)		57.69 $\pm$ 10.94	58.31 $\pm$ 12.17	-0.35	.730
Height (cm)		163.26 $\pm$ 9.45	164.43 $\pm$ 8.49	-0.97	.336
Service	Pulmonology	57 (50.9)	57 (53.3)	3.12	.539
	Hematology	10 (8.9)	11 (10.3)		
	Oncology	20 (17.9)	14 (13.1)		
	Gastrointestinal	12 (10.7)	7 (6.5)		
	Others	13 (11.6)	18 (16.8)		
Underlying diseases		86 (76.8)	76 (71.0)	0.94	.332
Diagnosis at ICU admission	Pneumonia	35 (31.3)	36 (33.6)	15.52	.107
	Liver cirrhosis	8 (7.1)	2 (1.9)		
	Lung cancer	10 (8.9)	6 (5.6)		
	Leukemia	5 (4.5)	7 (6.5)		
	Sepsis	8 (7.1)	5 (4.7)		
	End stage renal disease	2 (1.8)	4 (3.7)		
	Hepatitis	5 (4.5)	2 (1.9)		
	COPD	9 (8.0)	5 (4.7)		
	Lymphoma	6 (5.4)	9 (8.4)		
	IPF	11 (9.8)	5 (4.7)		
Route of discharge	Expired	34 (30.4)	27 (25.2)	0.98	.614
	Transferred to general wards	65 (58.0)	69 (64.5)		
	Transferred to other hospitals	13 (11.6)	11 (10.3)		

ICU = Intensive care unit; COPD = Chronic obstructive pulmonary disease; IPF = Idiopathic pulmonary fibrosis; SD = standard deviation.

**Table 2.** Comparison of Risk Factors for Ventilator-associated Pneumonia

(N = 219)

Variables	Control group (n = 112)	Experimental group (n = 107)	t or $\chi^2$	p
	Mean $\pm$ SD or n (%)			
ICU days	16.04 $\pm$ 20.62	15.07 $\pm$ 15.47	0.39	.698
APACHE II score	19.48 $\pm$ 6.87	19.81 $\pm$ 6.46	-0.37	.714
Ventilator days	14.54 $\pm$ 20.89	13.24 $\pm$ 15.54	0.52	.603
Central line	100 (89.3)	95 (88.8)	0.01	.906
Central line days	21.97 $\pm$ 58.65	16.43 $\pm$ 16.79	0.89	.377
Tracheostomy	36 (32.1)	46 (43.0)	2.75	.097
Tracheostomy days	21.83 $\pm$ 30.16	18.24 $\pm$ 20.47	0.64	.526
Foley catheter	107 (95.5)	99 (92.5)	0.89	.346
Foley catheter days	18.00 $\pm$ 22.28	15.82 $\pm$ 13.07	0.85	.397
Nasogastric tube	107 (95.5)	102 (95.3)	0.01	.941
Bronchoscopy	38 (33.9)	34 (31.8)	0.12	.735
Transfusion	89 (79.5)	84 (78.5)	0.03	.862
Hemodialysis	37 (33.0)	42 (39.3)	0.92	.338
Surgery	7 (6.3)	6 (5.6)	0.04	.841

ICU = Intensive care unit; APACHE = Acute physiology and chronic health evaluation; SD = standard deviation.

이였으며 중재 후 15.07  $\pm$  15.47일로 차이가 없었다(Table 2). 중재 전 APACHE II 점수는 19.48  $\pm$  6.87로 중재 후 19.81  $\pm$  6.46과 유의한 차이가 없었다. 또한 인공호흡기 적용일수는 중재 전 평균 14.54  $\pm$  20.89일이었으며 중재 후 13.24  $\pm$  15.54일로 약간 적었지만 통계적으로 유의한 차이

는 보이지 않았다. 그 외에 중심 정맥관 삽입, 중심 정맥관 삽입일수, 기관 절개관 시술 경험 유무, 기관 절개관 삽입일수, 유치 도뇨관, 유치 도뇨관 삽입일수, 비위관, 기관지 내시경 검사, 수혈 경험, 투석 유무, 수술 경험유무도 중재 전후 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.

**Table 3.** Ventilator-associated Pneumonia Bundle Compliance of Nurses in a Medical Intensive Care Unit

Variables	Control group n (%)	Experimental group n (%)	OR (95% CI)	p
Total compliance <sup>†</sup>	8/29 (27.6)	19/29 (65.5)	4.99 (1.63-15.25)	.004
Assessment of readiness to extubate	10/21 (47.6)	7/8 (87.5)	7.70 (0.80-74.05)	.093
Sedative interruption and extubation in no need	5/13 (38.5)	4/6 (66.7)	3.20 (0.42-24.42)	.350
PUD prophylaxis	29/29 (100.0)	29/29 (100.0)		
DVT prophylaxis	25/29 (86.2)	28/29 (96.6)	4.48 (0.47-42.80)	.352
Head of bed 30°	19/28 (67.9)	22/27 (81.5)	2.08 (0.60-7.30)	.246
Intra-cuff pressure control	22/28 (78.6)	19/24 (79.2)	1.04 (0.27-3.94)	.958
Subglottic suction	11/12 (91.7)	18/18 (100.0)		.400
Daily oral care with chlorhexidine	27/28 (96.4)	29/29 (100.0)		.491

<sup>†</sup>All the bundle variables were fulfilled by nurses.

PUD = Peptic ulcer disease; DVT = Deep vein thrombosis; OR = Odds ratio; CI = Confidence interval.

**Table 4.** Incidences of Ventilator-associated Pneumonia

(N = 219)

Variables	Control group Jan-Jun 2014	Experimental group Oct 2014 - Mar 2015	$\chi^2$	p	OR (95% CI)
Number of patients	112	107			
Ventilator days	2,143	2,232			
Number of VAP	3	1			
Incidence of VAP <sup>†</sup>	2.68	0.93	0.93	.622	0.34 (0.04-3.35)
Incidence of VAP <sup>‡</sup> (1,000 ventilator-days)	1.40	0.45	1.08	.365	0.32 (0.03-3.08)

<sup>†</sup>Number of VAP/Number of patients  $\times$  100; <sup>‡</sup>Number of VAP/Ventilator days  $\times$  1,000.

VAP = Ventilator-associated pneumonia; OR = Odds ratio; CI = confidence interval.

**Table 5.** Characteristics of Ventilator-associated Pneumonia Patients

(N = 4)

Variables	Categories	Control group (n = 3) n or Mean $\pm$ SD	Experimental group (n = 1) n or Mean $\pm$ SD	Total (n = 4) n or Mean $\pm$ SD
Gender	Male	1	1	2
	Female	2	0	2
Age (yr)		74.00 $\pm$ 11.53	70	73.00 $\pm$ 9.62
Service	Pulmonology	3	0	3
	Oncology	0	1	1
Intensive care unit days		35.00 $\pm$ 39.00	5	27.50 $\pm$ 35.19
Ventilator days		34.33 $\pm$ 39.55	3	26.50 $\pm$ 35.89
VAP onset days after ventilation		14.67 $\pm$ 9.29	2	11.50 $\pm$ 9.88
Causative organism	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	0	1
	<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	0	2
	MRSA	1	0	1
	<i>Streptococcus pneumoniae</i>	0	1	1

VAP = Ventilator-associated pneumonia; MRSA = Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; SD = Standard deviation.

## 2. 중재 전후의 Bundle 이행도

중재 전후 각각 관찰된 이행도 조사 결과 모든 Bundle을 준수한 경우는 중재 전 간호사 29명 중 8명(27.6%)에서 중재 후 29명 중 19명(65.5%)으로 오즈비 4.99 (confidence interval = 1.63-15.25,  $p = .004$ )로 유의하게 증가하였다(Table 3). 세부 항목별로 담당의와 extubation 필요성을 검토한 경우는 중재 전 21명 중 10명(47.6%)에서 중재 후 8명 중 7명(87.5%)으로, 진정제 중단과 필요하지 않은 인공호흡기를 제거한 경우가 13명 중 5명(38.5%)에서 중재 후 6명 중 4명(66.7%)으

로, 심부정맥 혈전증 예방은 중재 전 29명 중 25명(86.2%)에서 중재 후 29명 중 28명(96.6%)으로, 상체 거상 30° 이상 시행은 중재 전 28명 중 19명(67.9%)에서 중재 후 27명 중 22명(81.5%)으로 모두 이행도가 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로는 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 그 외 위궤양 예방약 투여, 적절한 기관 내 커프 압력 유지, 흡인 시 인공기도 성문하 흡인 시행, 0.12% chlorhexidine을 이용한 구강간호 시행은 중재 전후 모두 이행도가 매우 높았다.

### 3. Bundle 적용에 따른 인공호흡기관련 폐렴 발생률

연구 대상자의 인공호흡기 총 삽입일수는 중재 전 6개월 동안 2,143일, 중재 후 6개월 동안 2,232일이었고 인공호흡기관련 폐렴 환자 발생 건수는 중재 전 3건, 중재 후 1건이었다(Table 4). 인공호흡기 관련 폐렴 발생률은 환자 100명 당 2.68건에서 적용 후 0.93건으로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 인공호흡기 삽입일수 1,000일 당 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 Bundle 적용 전 1.40건에서 적용 후 0.45건으로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

### 4. 인공호흡기관련 폐렴 발생 환자의 특성

인공호흡기관련 폐렴 환자의 성별은 남성 2명, 여성 2명이었고 연령은 평균  $73.00 \pm 9.62$ 세, 진료과는 호흡기내과 3명, 중앙내과 1명이었다(Table 5). 환자 재원일수는 평균  $27.50 \pm 35.19$ 일이며 인공호흡기 적용기간은 평균  $26.50 \pm 35.89$ 일이었다. 인공호흡기 폐렴 발생까지 기간은 평균  $11.50 \pm 9.88$ 일이었으며, 객담에서 분리된 균주는 *Acinetobacter baumannii*, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*이었다.

## 논 의

본 연구는 내과계중환자실에서 인공호흡기관련 폐렴 예방을 위한 Bundle을 적용하고 Bundle 이행도와 인공호흡기관련 폐렴 발생률에 미치는 효과를 평가하였다. 2014년 7월부터 9월까지 3개월간 Bundle 교육 및 중재를 실시한 이후 Bundle 전체 항목을 준수한 이행도가 27.6%에서 중재 후 65.5%로 증가하였다. 체위변경 후 간호사들이 쉽게 눈에 띄도록 침상 난간에 상기물을 부착한 결과 상체 거상 30° 이상 시행과 인공호흡기 필요성 검토가 가장 많이 증가하였다. 중재 전후 세부 Bundle 항목별로 이행도 증가가 통계적으로 유의하지 않았지만, 모든 Bundle을 준수해야 하는 전체 이행도는 유의하게 증가하였다. 이는 모든 Bundle 항목이 누락하지 않도록 이행해야 하는 Bundle의 개념과 중요성, 이에 따른 체크리스트의 필요성을 교육하고 이행도 증가를 위한 중재 활동으로 인한 결과라 여겨진다. 하지만 중재 후 전체 이행도 65.5%는 Bundle 각 항목별 평균 이행도인 88.9%보다 낮은 결과로 추후 지속적으로 정기적인 Bundle 교육과 체크리스트를 통한 피드백을 시행함으로써 전체 이행도를 높이는 것이 필요하다.

이 연구의 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 인공호흡기 삽입일수 1,000일 당 중재 전 1.40건에서 중재 후 0.45건으로 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이는 국내 연구와 비교하여 Lee 등

[1]의 연구에서의 인공호흡기 1,000기구일수 당 19건, Ban [15] 연구에서의 11건보다 낮았다. 하지만 2014년 KONIS의 조사에 따르면 국내의 전국적인 연구 결과 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 1,000삽입일수 당 병원 감염 건수는 1.46건으로 본 연구 결과와 유사한 발생률을 나타내었다[6].

인공호흡기관련 폐렴 발생의 원인 균주로는 *Acinetobacter baumannii*, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*이었다. 이는 원인 균주의 대부분이 KONIS의 인공호흡기관련 폐렴 발생 주된 원인 미생물과 유사하였다. 2013년 7월부터 2014년 6월까지 전국 300병상 이상의 종합병원의 감염감시 결과에 따르면 인공호흡기관련 폐렴의 원인 균주로 주로 그람 양성균이 24.9%로 *Staphylococcus aureus*에 이어 *Streptococcus pneumoniae*가 가장 많았고, 그람 음성균으로는 *Acinetobacter baumannii*가 37.2%로 가장 많았으며 다음으로는 *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* 순으로 많았다[6].

Bundle 중재를 통한 이행도 향상으로 인공호흡기관련 폐렴 발생률은 감소하였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고 이 부분은 여러 가지로 해석할 수 있다.

첫째, 중재 전후 인공호흡기관련 폐렴 발생률의 결과를 확인하기에는 1년 3개월이라는 연구기간이 짧고 대상자 수가 적어 의미 있는 폐렴 발생률의 변화가 나타나지 못했을 것이다. 선행연구 중 Bundle 및 인공호흡기관련 폐렴 예방 활동의 효과를 보기 위한 여러 연구의 기간은 Marra 등[11]은 7년 6개월, Caserta 등[12]은 2년 2개월, Resar 등[9]은 2년으로 모두 이 연구보다 길었다.

둘째, 이 연구는 임상에서 계속 수행 중인 중재를 중간에 일차 분석한 것으로 연구 시작 이전에 연구의 검정력에 따른 대상자 수를 산출하지 못하였다. 보고서 작성 시점에 연구 결과에 따라 중재의 검정력을 확인하였다. 중재효과의 크기는 Mayr 등[16]에서 제시한 방법에 따라 계산한 결과 0.097이었다. 연구 대상자 219명으로 G-power 3.1 프로그램으로 계산한 결과 통계적 유의수준을 .05로 하면 검정력은 .30, 유의수준을 .10로 하면 검정력은 .42으로 계산되었다. 역으로 필요한 연구대상자 수를 계산해 보면 유의수준 .05, 검정력 .80로 하면 841명이 필요한 것으로 나타났다. 연구대상 병원에서 Bundle 중재를 지속적으로 수행중이므로 충분한 수의 연구대상자가 확보되는 시점에 다시 한 번 추가 분석을 시행하여 Bundle의 효과를 명확하게 확인하는 것이 필요하다.

셋째, 인공호흡기관련 폐렴을 정확하게 진단하기 어렵기 때문인 것으로 추측된다. 특히 중환자실에서는 다른 교차 감염과 구분하기 어려울 뿐만 아니라 진단자의 주관적인 진단 방법의 개입이 영향을 미칠 수 있기 때문이다[3]. 이 연구에서 인공호흡기관련 폐렴

발생 건수는 흉부 방사선 소견, 임상적 증상 및 징후, 그리고 미생물 검사를 바탕으로 4건이 확인되었다. 하지만 이 연구에 적용된 KONIS 정의는 인공호흡기관련 폐렴 진단 기준이 엄격하여 실제로 발생한 인공호흡기관련 폐렴의 진단을 반영하지 못한 것으로 사료된다. 또한 폐렴을 진단하는 데 있어 감염 소견과 비감염 소견의 판단이 영상 의학 검사에서 모호한 경우가 많다. 또한 감염감시의 목적을 위해 임상 증상과 징후는 신뢰하기 어려울 뿐 아니라 미생물학 근거 또한 집락과 감염을 구별하기 어렵다. 이러한 단점을 보완하고자 2014년 미국 질병관리본부에서는 의료기구 관련 감염감시를 위하여 Ventilator Associated Event (VAE)라는 새로운 정의를 제시하였다[17]. 새로운 VAE 정의는 미국 전역의 모든 병원 내에서 일정하고 일관된 방식으로 감시, 감독을 진행시키기 위해 만들어졌으며 호흡 상태의 악화가 진단의 중요한 조건이 된다.

넷째, 연구 대상 병원의 중환자실에서는 중재 이전에 이미 Bundle을 개별적으로 적용하고 있던 상태이어서 이 연구를 적용하기 전에 이미 인공호흡기 관련 폐렴 발생률이 낮아진 상태라고 가정할 수 있다.

다섯째, 인공호흡기관련 폐렴 Bundle 이행도의 증가 여부에 대해 의문점을 가질 수 있다. 본 연구에서는 이행도 평가를 매일 Bundle 체크리스트를 이용한 자가 보고하는 것이 아닌 연구자가 전체 간호사를 대상으로 간호 행위 중 한 시점의 현장 관찰로 평가를 시행하였다. 연구자가 피평가자 모르게 직접 현장 관찰로 이루어졌기 때문에 이행도의 정확도가 높지만 Bundle 이행도 평가가 매일 시행되지 못했기에 이행도 관찰 건수가 적었다. 그에 따라 결과의 신뢰도가 낮아 측정된 이행도 결과보다 실제 더 낮을 수 있는 가능성을 배제하기 어렵다.

인공호흡기관련 폐렴 발생률이 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으나, Bundle 적용을 통한 중재는 이행도를 향상시켰으며 인공호흡기관련 폐렴 발생률과의 관련성이 있음을 유추할 수 있었다. 더욱이 국내에서 인공호흡기관련 폐렴 Bundle의 적용과 관련된 연구가 미흡한 상황에서 Bundle 이행도를 향상시키는 중재 연구를 진행하였다는 점에서 그 의의가 있다. 중환자실에 입실한 환자에게 인공호흡기관련 폐렴이 발생하면 환자에게 치명적이다. 인공호흡기 관련 폐렴 감소를 위해 직원들에게 Bundle의 교육과 동기화를 부여하고 질 관리 향상 활동을 통해 Bundle 적용을 지속적으로 유지하는 것이 필요할 것이다. 국내 중환자실은 1인실과 함께 개방병상이 있어 이로 인한 비말과 접촉 전파의 가능성이 매우 높다. 하지만 현재 적용되는 인공호흡기관련 폐렴 Bundle은 국외 병원의 실정을 고려한 항목들로 비말과 접촉전파의 가능성이 배제된 상태로 이루어진 항목들이므로 생각한다. 이에 확실한 Bundle의 효과를 얻기

가 어려울 수 있으므로 기존 Bundle의 효과를 검증하고 국내 고유의 Bundle을 개발하는 것이 필요하다.

## 결론

인공호흡기관련 폐렴 예방을 위해 Bundle을 적용하고 이행도를 높이기 위한 중재를 시행함으로써 인공호흡기관련 폐렴 감소 효과를 입증하기 위해 과거 대조군 코호트 연구를 시행하였다. 그러나 인공호흡기관련 폐렴 예방 Bundle의 폐렴 예방 효과가 명확하게 나타나지 않았는데 이는 단일기관에서 짧은 기간 동안 수행된 연구이고, 인공호흡기관련 폐렴 진단 기준이 엄격하여 인공호흡기관련 폐렴 발생을 명확히 반영하지 못했기 때문인 것으로 추측된다. 하지만 국내에서 인공호흡기관련 폐렴 Bundle의 적용과 관련된 연구가 미흡한 상황에서 Bundle 이행도를 향상시키는 코호트연구를 수행하였다는 점에서 의의가 있다. 향후 인공호흡기 관련 폐렴 예방을 위한 지속적인 반복적인 연구가 필요하며 더 나아가 인공호흡기관련 폐렴을 진단하는 데 있어 새로운 정의와 국내 실정에 맞는 고유의 인공호흡기관련 폐렴 Bundle 개발이 필요하다.

## CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

## REFERENCES

1. Lee J, Kim S, Kim K, Lee J. Incidence and risk factors for ventilator-associated pneumonia in and intensive care unit of a tertiary hospital. *Korean Journal of Nosocomial Infection Control*. 2008;13(2):105-112.
2. Chen YY, Chou YC, Chou P. Impact of nosocomial infection on cost of illness and length of stay in intensive care units. *Infection Control and Hospital Epidemiology*. 2005;26(3):281-287. <http://doi.org/10.1086/502540>
3. Park SY, Lee HB. Prevention and management of ventilator-associated pneumonia. *The Korean Journal of Medicine*. 2014;86(5):537-545. <http://doi.org/10.3904/kjm.2014.86.5.537>
4. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;165(7):867-903. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.165.7.2105078>
5. Ashraf M, Ostrosky-Zeichner L. Ventilator-associated pneumonia: A review. *Hospital Practice*. 2012;40(1):93-105. <http://doi.org/10.3810/hp.2012.02.950>
6. Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention. Korean Nosocomial Infections Surveillance System (KONIS) Report: Data Summary from July 2013 through Jun 2014 [Internet]. Seoul: Korea Centers For Disease Control & Prevention; 2014 [cited 2015 Jun 26]. Available from: <http://konis.cdc.go.kr/>
7. Choi JS, Yeon JH. Ventilator-associated pneumonia with circuit changes every 7



- days versus every 14 days. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2010;40(6):799-807. <http://doi.org/10.4040/jkan.2010.40.6.799>
8. Hamishekar H, Shadvar K, Taghizadeh M, Golzari SE, Mojtahedzadeh M, Soleimanpour H, et al. Ventilator-associated pneumonia in patients admitted to intensive care units, using open or closed endotracheal suctioning. *Anesthesiology and Pain Medicine*. 2014;4(5):e21649. <https://dx.doi.org/10.5812%2Faapm.21649>
  9. Resar R, Pronovost P, Haraden C, Simmonds T, Rainey T, Nolan T. Using a bundle approach to improve ventilator care processes and reduce ventilator-associated pneumonia. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*. 2005;31(5):243-248. <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2009.03.009>
  10. Institute for Healthcare Improvement. How-to Guide Prevent Ventilator-associated Pneumonia [Internet]. Cambridge: Institute for Healthcare Improvement; 2012 [cited 2015 Jun 26]. Available from: <http://www.ihl.org/resources/Pages/Tools/HowtoGuidePreventVAP.aspx>
  11. Marra AR, Cal RG, Silva CV, Caserta RA, Paes AT, Moura DF, et al. Successful prevention of ventilator-associated pneumonia in an intensive care setting. *American Journal of Infection Control*. 2009;37(8):619-625. <http://doi.org/10.1016/j.ajic.2009.03.009>
  12. Caserta RA, Marra AR, Duraõ MS, Silva CV, Pavao dos Santos OF, Neves HS, et al. A program for sustained improvement in preventing ventilator associated pneumonia in an intensive care setting. *Biomed Central Infectious Diseases*. 2012;12:234. <http://doi.org/10.1186/1471-2334-12-234>
  13. Rello J, Afonso E, Lisboa T, Ricart M, Balsera B, Rovira A, et al. A care bundle approach for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Clinical Microbiology and Infection*. 2013;19(4):363-369. <http://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03808.x>
  14. Korean Society for Healthcare-associated Infection Control and Prevention. KONIS MANUAL 2014 [Internet]. Seoul: Korea Centers For Disease Control & Prevention; 2014 Jun 25 [cited 2015 Jun 26]. Available from: <http://konis.cdc.go.kr/>
  15. Ban KO. The Development and effectiveness of a program to prevent ventilator associated pneumonia in the ICU. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2009; 21(2):155-166.
  16. Mayr S, Erdfelderm E, Buchner A, Faul F. A short tutorial of GPower. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*. 2007;3(2):51-59.
  17. Raouf S, Baumann MH. Ventilator-associated events: The new definition. *American Journal of Critical Care*. 2014;23(1):7-9. <http://doi.org/10.4037/ajcc2014469>