

가정용 인공호흡기 관련 안전사고 특성 및 손상 영향 요인 분석: 상급종합병원 일반병동 환자 중심으로

김향숙¹⁾ · 최모나²⁾ · 양용숙³⁾

¹⁾세브란스병원 파트장 · 연세대학교 간호대학 박사과정생, ²⁾연세대학교 간호대학 · 김모임간호학연구소 교수,
³⁾연세대학교 간호대학 박사과정생

Factor Associated with Injury Related to Home Mechanical Ventilation in General Ward Patients: A Retrospective Study

Kim, Hyang Sook¹⁾ · Choi, Mona²⁾ · Yang, Yong Sook³⁾

¹⁾Unit Manager, Division of Nursing, Severance Hospital · Doctoral Student, College of Nursing, Yonsei University

²⁾Professor, College of Nursing · Mo-Im Kim Nursing Research Institute, Yonsei University

³⁾Doctoral Student, College of Nursing, Yonsei University

Purpose: This study aims to describe the characteristics of safety incidents and factors associated with injury for patients with Home Mechanical Ventilation (HMV) at the hospital. **Methods:** This is a retrospective study. Data were collected from the work log of respiratory home care nurses and the patients' electronic medical records were investigated. In order to compare group differences, independent t-test and χ^2 test were used. Associated factors with injury development were identified by generalized mixed modeling analysis controlling for age and gender. **Results:** A total of 304 patients on HMV were included in this study, among which 129 (42.4%) experienced 352 HMV-related incidents. Mean frequency of incidents for each patient was 5.11 ± 3.98 , ranged from 1 to 15 times. In 19.0% of the incidents, injury was developed. Types of incident and persons involved in the incidents were significantly associated with the patient's injury. In the case of the safety incidents, patient's injury was significantly higher in accidents caused by respiratory circuit problems compared to those caused by problems with the ventilator operation by the medical staff (coefficient=1.25, $p=.020$). In addition, in the case of those involved in the safety incidents, patient's injury was significantly higher in the accident caused by the patient family members or caregivers than that caused by the medical personnel (coefficient=1.25, $p=.019$). **Conclusion:** In order to minimize injury caused by incidents in patients with HMV, hospitals need to provide systemic education to their medical staff and caregivers to enhance awareness of the importance of reporting and safety management.

Key words: Home Mechanical Ventilation, Safety Incidents, General Ward

I. 서 론

1. 연구의 필요성

최근 치료 기술과 의료 장비의 발전으로 인하여 신경근육질 환이나 만성호흡부전 등을 가진 중증 환자의 생존율이 향상

되고 있으며, 호흡기능 유지를 위해 가정용 인공호흡기(Home Mechanical Ventilation, HMV)에 의존하는 환자들은 지속적으로 증가하고 있다[1,2]. 이동이 간편하고 성능이 뛰어난 HMV 보급의 증가는 환자들의 생존 기간을 연장시키고, 삶의 질에 영향을 미치며, 재원일수를 단축시켜 비용 효과적인 측면에서 장점이 있다[3-6]. 세계적으로 HMV에 의존하는 대상

주요어: 가정용 인공호흡기, 안전사고, 일반병동

Corresponding author: Choi, Mona

College of Nursing, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03772, Korea.
Tel: 82-2-2228-3341, Fax: 82-2-392-5440, E-mail: monachoi@yuhs.ac

* 대한결핵 및 호흡기학회 KATRD International Conference 2019 (2019.11.7) 구연발표(초록수록).

투고일: 2020년 3월 31일 / 심사외퇴일: 2020년 6월 4일 / 게재확정일: 2020년 6월 23일

자는 인구 10만 명당 6.6~23명으로 보고되고 있으며[7,8], 국내의 경우는 1990년대 초반부터 HMV 사용이 시작되어 국가 지원 질병의 확대로, 인구 10만 명당 9.3명으로 매년 적용 환자 수가 증가하고 있다[9].

대부분의 인공호흡기를 적용하는 많은 환자들이 중환자실에서의 치료를 필요로 하여 중환자실 침상 점유율은 40.0%를 차지하였고[10], 이로 인해 중환자실 침상부족과 장기재원에 따른 의료비용 부담을 초래하였다[3]. 이러한 의료환경의 변화와 가정에서 삶의 질을 유지하려는 요구가 증가하면서, 최근에는 만성 호흡기능부전으로 인해 인공호흡기 이탈이 어려운 환자 중 보존적 치료만 요구되는 경우에는 의료진의 판단에 따라 HMV로 전환하여 병동이나 가정에서 관리하는 경우가 점차 늘고 있다[11,12]. 그러나 HMV를 적용하는 환자들은 질병의 중증도와 돌봄제공자에 대한 의존도가 높아 병동에서 적절한 관리를 위해서는 환자의 기저 질환에 대한 충분한 이해 뿐만 아니라, 인공호흡기와 관련된 감염 관리 및 응급 상황에서 기관 절개관 튜브 교환이나 앰부백을 이용한 양압환기 기술과 같은 추가적인 지식과 기술이 요구된다[13]. 또한 안전한 장비 사용을 위해서는 전원차단, 기계 부전, 가스공급 장애 등과 같은 상황에 대한 이해가 매우 중요하며 복잡한 장비를 조작하고 관리하기 위한 정확한 지식과 적절한 작동기술이 필요하다[14]. 이처럼 HMV는 정교하고 관리가 복잡하여 다양한 안전사고가 발생하고 있으며, 부적절한 환기 설정 및 부정확한 알람 설정 등은 환자 상태에 영향을 줄 수 있어 안전한 치료와 환자 결과 향상을 위해서는 무엇보다도 훈련된 전문인력에 의한 관리가 중요하다[15,16].

병동에서 근무하는 간호사는 중환자실 간호사와는 달리 인공호흡기 장비를 접할 기회가 많지 않고 전문적인 교육을 받을 기회가 적기 때문에 장비 관리에 관련한 지식이 부족하고, 응급상황 발생 시 대처능력이 낮아 안전사고 발생이 중환자실보다 높은 것으로 나타났다[17]. 또한 HMV의 복잡한 관리업무 및 안전문제로 인하여 많은 스트레스를 받고 있다[18,19].

HMV와 관련된 안전사고는 장비의 결함이나 불능, 부적절한 사용, 설정의 임의 변경 및 환자 상태 변화로 인한 응급상황 등 다양한 상황에서 발생하며[20], 안전사고가 발생한 환자의 30.0%는 중대한 손상 및 생명을 위협하는 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 우리나라에서는 아직까지 HMV와 관련된 안전사고로 인한 사망 사례가 보고된 적은 없지만, 외국의 경우에는 환자 사망까지 발생한 사례가 보고되어 안전사고 발생 예방이 매우 중요하다[21,22].

호흡기 자체의 문제를 제외한 관리 전반의 안전문제는 가족을 포함한 돌봄제공자 또는 의료진이 주요한 관련 대상으로 나

타났다[23]. 따라서 HMV의 관리에 대한 환자와 가족은 물론 병동 의료진을 위한 교육이 중요하다[24]. 외국의 경우, 다양한 보고체계를 통해 자발적인 보고가 이루어지고 있으며, 의료기계 관련 안전사고 관련 정보를 수집하고 이를 분석하여 환자의 안전사고를 예방하고 관리하기 위한 연구가 진행되었다[24,25]. 반면에 국내의 경우는 병동에서의 안전한 관리를 위한 지침과 환자에게 발생한 안전사고에 대한 체계적인 보고가 매우 미흡한 실정으로 HMV의 적용 환자가 경험하는 안전사고에 대한 연구가 부족하여 안전사고의 현황에 대한 연구가 필요하다.

최근 국내에서도 병동에서 HMV를 적용하는 환자가 증가함에 따라, 병동에서의 HMV에 대한 전문적인 관리의 필요성이 대두되면서 일부 병원에서는 전문인력을 배치하여 독립적으로 운영하고 있다. 본병원에서도 HMV를 관리하는 전담간호사가 배치되어 환자 사정과 합병증 등을 관리하고 있으며, 장비 관리를 위한 일반간호사와 보호자 대상 교육, 호흡기 관련 안전사고 대처 및 유형 분석 등 다양한 간호 영역에서의 업무 역할과 범위가 확대되고 있다.

이에 본 연구는 HMV를 사용 중인 환자에게 발생하는 안전사고의 특성과 안전사고 발생으로 인한 손상의 정도를 확인하기 위해 전자의무기록(Electronic Medical Records, EMR) 자료와 HMV 관리전담간호사의 업무일지에 기록된 안전사고 관련 기록 자료를 분석하고, 이를 근거로 HMV 관리 지침과 교육내용을 개발하기 위한 기초자료를 제공하여 HMV 적용 환자의 간호 질 향상에 기여하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 일반병동에 입원한 HMV 적용 환자에게 발생한 안전사고로 인한 손상의 정도와 이와 관련한 영향요인을 조사하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성을 파악하고 이에 따른 안전사고의 발생 차이를 파악한다.
- 2) HMV 적용 환자의 안전사고 특성에 따른 손상발생 차이를 파악한다.
- 3) HMV 적용 환자의 손상 발생 정도를 파악하고 이에 영향을 미치는 요인을 확인한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 일 상급종합병원에서 HMV를 장착한 환자를 대

상으로 안전사고의 특성 및 손상 정도에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해 EMR 자료와 HMV 관리전담간호사의 업무 일지로 분석한 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구의 대상은 일 상급종합병원에 입원하여 2018년 8월 1일부터 2019년 12월 31일까지 HMV 관리전담간호사에 의해 관리를 받는 총 대상자 394명 중 가정용 인공호흡기 이탈 대상자 2명, 소아 88명을 제외한 성인 대상자 304명을 대상으로 조사하였다. 연구기간 중 호흡기 관련 안전사고가 발생한 대상자는 총 129명이었으며, 발생 건수는 총 352건이었다. 본 연구의 대상자, 안전사고 및 손상 발생 건수는 Figure 1과 같다.

3. 연구도구

본 연구의 자료수집을 위해 연구자는 선행연구[17] 문헌고찰을 통하여 호흡기 관련 안전사고 발생과 사고 후 손상 정도에 영향을 미치는 요인을 확인하였으며, 이를 근거로 일반적 특성, 안전사고 유형, 원인 및 특성, 그리고 손상의 정도 등 관련된 변수에 대한 자료수집 항목을 작성하였다. 자료수집을 위해서 병원의 EMR과 HMV 관리전담간호사가 관찰한 내용

을 작성한 업무일지에 기록된 안전사고 관련 자료를 이용하여 조사하였다. HMV 관리전담간호사는 3년 이상의 호흡기 관련 환자 간호의 경험과 인공호흡기 관리에 대한 교육 및 실습을 이수한 간호사로서 24시간 HMV를 적용한 환자의 전반적인 관리를 담당하며, 하루 2회 이상의 라운딩을 통하여 업무일지를 기록하고 있으며, 자료에 포함된 변수는 다음과 같다.

1) 일반적 특성 및 호흡기 관련 특성

일반적 특성으로는 성별, 연령, 진료과, 의식상태, 진단명, 입원병동으로 분류하였다. 호흡기 관련 특성으로는 가정용 인공호흡기 적용방법, 적용 시작 날짜, 종료 날짜를 조사하였으며, 적용방법은 기관절개관을 이용한 침습적 방법과 마스크를 이용한 비침습적 방법으로 구분하였고 EMR에서 확인하였다.

2) 가정용 인공호흡기 안전사고 특성 및 유형

HMV의 안전사고 관련 특성은 선행연구[17]를 통해 안전사고와 관련된 특성들을 확인하였으며, 이를 근거로 안전사고 유형, 발생 요인, 발생 근무조, 발생 시간, 발생 병동, 관련 대상자에 대해 조사하였다. 본 연구에서 호흡기 관련 안전사고 유형은 Pham 등[26]의 분류에 따라 호흡기 회로 손상 문제, 산소 및 가스 공급 문제, 전원 문제, 의료진 조작 문제, 호흡기기 오작동, 그리고 기타로 분류하였다. 의료진 조작 문제는 초기 연

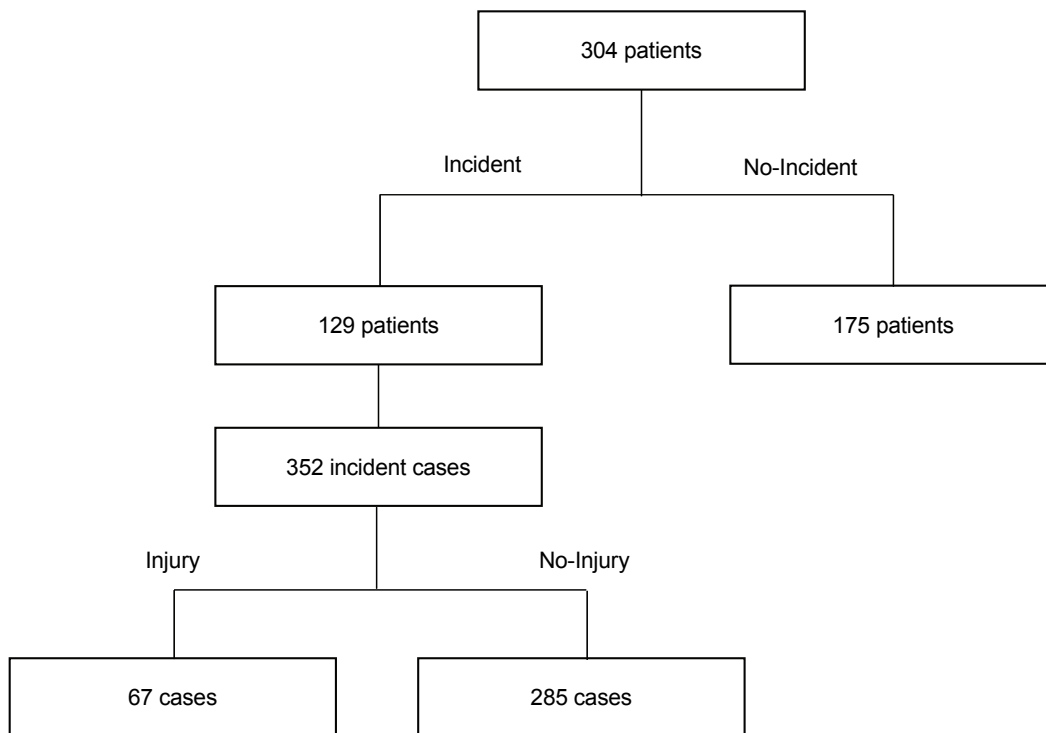


Figure 1. Number of patients, incidents, and injury cases.

결 시 부정확한 호흡기 회로 연결, 부적절한 호흡기 세팅 값 및 알람 설정, 가슴기 작동 오류 등 가정용 인공호흡기 세팅과 관련된 오류를 의미한다[26]. 안전사고 관련 대상자는 안전사고 기인 요인의 원인이 되거나 또는 안전사고 발생 원인과 관계된 사람을 의미하는 것으로 병동 간호사와 의사를 포함한 의료진, 보호자 및 간병인, 기타(환자 자신 또는 관련 대상자 불명확)로 분류하였고 HMV 관리전담간호사의 업무일지 분석을 통해서 확인하였다. 안전사고 관련 특성 중 진단명, 환자의 식 상태, 진료과, 입원병동 등은 EMR에서 확인하였다.

3) 손상 정도의 단계

본 연구에서 손상 정도는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 가이드라인[27]을 근거로 하여 4단계로 구분하였으며, 0단계는 손상 없음, 1단계는 경도의 손상, 2단계는 중등의 손상, 3단계는 중증의 손상, 그리고 4단계는 사망을 의미한다. 경도의 손상은 대상자의 증상이 경미하여 단기적이며 추가적인 처치(추가 관찰, 검사, 최소한의 치료)가 필요 없거나 최소한일 때를 나타내며, 중등의 손상은 추가 관찰을 위한 대상자 처치 또는 재원기간 증가, 경미한 장기적 또는 영구적 손상이나 기능 상실을 초래할 때를 나타낸다. 중증의 손상은 생명을 위협하는 상황이 발생하여 이를 위한 응급 중재, 중대한 수술 혹은 시술이 요구되며 기대 수명 단축, 심각한 영구적 또는 장기적 손상, 기능 상실을 초래할 때를 의미한다. 손상 정도 자료는 EMR에서 확인하였으며, 손상 발생 유무에 영향을 미치는 요인을 확인하기 위해서 손상이 발생하지 않은 환자군과 손상이 발생한 군으로 분류하여 분석하였다.

4. 자료수집방법

본 연구에서는 2018년 8월 1일부터 2019년 12월 31일까지 병동에 입원하여 HMV를 적용한 전체 환자들을 대상으로 EMR과 HMV 관리전담간호사의 업무일지에서 확인하였다. 입원 기간 동안 HMV 관련 안전사고가 발생한 대상자의 안전사고 유형, 발생 시간, 안전사고 발생에 관련된 대상자 등은 HMV 관리전담간호사의 업무일지를 통해 확인하였으며, 해당 대상자의 일반적 특성, 호흡기 특성, 그리고 손상의 정도와 관련된 자료는 EMR에서 자료를 수집하였다. EMR과 HMV 관리전담간호사의 업무일지를 통해 수집된 자료는 연구자 3인이 검토하여 사고 유형과 손상의 정도를 분류하였으며, 최종적으로 책임연구원이 확인하였다.

5. 자료분석방법

자료는 SPSS/WIN 25.0 프로그램(IBM SPSS)과 STATA SE 14.0 (Stata Corp., College Station, TX)를 이용하여 분석하였으며, 구체적인 자료분석방법은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성은 실수와 백분율, 평균과 표준편차를 이용하고, 손상 발생군과 미발생군의 특성 차이는 χ^2 test을 이용하여 분석하였다.
- 2) 안전사고 특성에 따른 손상 발생의 차이는 Independent t-test와 χ^2 test을 이용하여 분석하였다.
- 3) 발생 정도는 실수와 백분율을 이용하여 분석하였으며, 손상 발생에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해서 동일 대상자에서 발생한 여러 건의 안전사고가 포함됨에 따라 개인 내 상관성이 있는 자료의 구조를 반영하여 일반화 혼합모형으로 분석하였다. 혼합모형의 효과 설명은 Wald χ^2 값의 유의성 검정을 통해 평가하였으며, 모형 적합도는 Akaike Information Criteria (AIC)를 통해 분석 비교하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 연구자 소속기관 생명윤리심의위원회 승인(No. 4-2019-1290)을 받은 후 수행하였다. 본 연구는 이차 자료를 이용한 조사연구로서 대상자 동의서는 면제를 받았으며, EMR에서 정보를 추출할 때 대상자를 식별할 수 있는 성명, 등록번호 등의 정보는 모두 제거한 후 데이터를 구축하였다.

7. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 첫째, 단일기관에서 수행된 연구로 다른 대상자에게 연구결과를 일반화하는데 제한점이 있으며, 둘째, 손상 정도 확인을 위해 EMR과 HMV 관리전담간호사가 작성한 업무일지에 기록된 안전사고 내용을 근거로 분석하였기 때문에 안전사고 발생과 관련된 환자와 돌봄제공자 측면의 영향 요인 확인이 제한적이다.

III. 연구결과

1. 대상자의 일반적 특성에 따른 손상 발생군과 미발생군 간 차이

본 연구의 대상자 304명 중 안전사고를 경험한 군은 129

명(42.4%)이었으며, 안전사고를 경험하지 않은 군은 175명(57.6%)으로 나타났다. HMV 관련 안전사고의 경험군은 남자가 78명(60.5%)이었으며, 20~59세 40명(31.0%), 60대 38명(29.5%), 70대 35명(27.1%)이었다. 진료과는 호흡기계 33명(25.6%), 신경계 30명(23.3%), 외과계 25명(19.4%), 심장혈관계 23명(17.8%), 혈액종양계 14명(10.9%), 기타 4명(3.0%) 순이었다. 안전사고 경험군에서 사고 후 환자 손상 발생 건수는 총 67건(19.0%)으로 나타났다. 일반적 특성 중 성별, 나이에 따라서는 안전사고 경험군과 미경험군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 진료과에 따라 안전사고 발생군과 미발생군 간의 차이는 수술 후 HMV를 적용한 환자의 안전사고 발생이 많았으며, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2=17.55, p=.004$). 안전사고 발생군의 안전사고 발생은 총 352건으로 환자 당 발생 빈도는 평균 5.11 ± 3.98 건이었으며 범위는 1~15건으로 나타났다(Table 1).

2. 안전사고 특성에 따른 손상 발생군과 미발생군 간 차이

안전사고가 발생한 129명에서 총 352건의 안전사고가 발생하였으며, 그중 손상이 발생한 안전사고는 67건이었다. 손상이 발생한 안전사고 중 35건(52.2%)은 호흡기 병동에서 발생하였고, 적용방법으로는 침습적 방법이 61건(91.0%)이었으며, 진료과는 호흡기내과에서 26건(38.8%)으로 가장 높게 나타났다. 손상이 발생한 요일은 주중에 41건(61.2%)이 발생

하였으며, 근무 조별로는 오후 시간대가 34건(50.8%)이었다. 환자의 의식이 명료한 상태에서 발생한 손상은 47건(70.1%)이었으며, HMV의 적용기간은 평균 62.73 ± 84.29 일이었다. 안전사고가 발생한 병동, HMV의 적용방법, 진료과, 발생 요일, 발생 근무조, 환자의 의식상태, 적용기간과 같은 안전사고 특성은 손상 발생군과 미발생군간 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 반면, 호흡기 관련 안전사고 유형은 그룹간 차이가 나타났다. 손상 발생군에서 안전사고 유형은 호흡기 회로 문제가 29건(43.3%)으로 가장 많았고, 의료진의 조작 문제 15건(22.4%), 산소 및 가스 공급 문제 12건(17.9%), 전원문제 3건(4.5%)으로 나타났으며, 손상 미발생군과 통계적으로 유의한 차이가 있었다($\chi^2=35.49, p<.001$). 안전사고 발생과 관련된 대상자의 경우 손상 발생군에서는 의료진이 26건(38.8%)으로 가장 많았고, 기타 26건(38.8%), 보호자 및 간병인 15건(22.4%)이었으며, 손상 발생군과 손상 미발생군에서 유의한 차이가 있었다($\chi^2=22.05, p<.001$)(Table 2).

3. 손상의 정도 및 손상 발생에 영향을 미치는 요인

1) 손상의 정도

총 352건 중 285건(81.0%)에서는 손상이 발생하지 않았으며, 51건(14.5%)에서 경도의 손상, 그리고 16건(4.5%)에서 중도의 손상이 발생하였으며, 중증 손상이나 사망은 한 건도 발생하지 않았다. 안전사고로 인해 발생한 손상의 정도는 Table 3과 같다.

Table 1. Patients' Characteristics in Incident Group and No-Incident Group

(N=304)

Characteristics	Categories	Incident group (n=129)	No-incident group (n=175)	χ^2	p
		n (%) or M \pm SD	n (%) or M \pm SD		
Gender	M	78 (60.5)	108 (61.7)	0.05	.825
	F	51 (39.5)	67 (38.3)		
Age (yr)		63.9 \pm 15.1	64.6 \pm 14.5	-0.41	.686
	20~59	40 (31.0)	54 (30.9)	0.33	.954
	60~69	38 (29.5)	47 (26.9)		
	70~79	35 (27.1)	50 (28.6)		
	\geq 80	16 (12.4)	24 (13.6)		
Department	Post-surgery	25 (19.4)	18 (10.3)	17.55	.004
	Pulmonology	33 (25.6)	65 (37.1)		
	Hemato-oncology	14 (10.9)	29 (16.6)		
	Cardiology	23 (17.8)	17 (9.7)		
	Neurology	30 (23.3)	31 (17.7)		
	Others	4 (3.0)	15 (8.6)		
Incident frequency	(Range: 1~15)	5.11 \pm 3.98	N/A	N/A	N/A
Injury*	Yes	67 (19.0)	N/A	N/A	N/A
	No	285 (81.0)	N/A	N/A	N/A

*n=352 cases; N/A=not applicable.

Table 2. Incidents Characteristics in the Injury Group and No-Injury Group (N=352)

Characteristics	Categories	Injury group	No- Injury group	χ^2 or t	p
		(n=67)	(n=285)		
		n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Ward	Respiratory ward	35 (52.2)	180 (63.2)	2.72	.099
	Non-respiratory ward	32 (47.8)	105 (36.8)		
Method	Invasive	61 (91.0)	274 (96.1)	3.06	.080
	Noninvasive	6 (9.0)	11 (3.9)		
Department	Post-surgery	9 (13.4)	73 (25.6)	10.77	.056
	Pulmonology	26 (38.8)	81 (28.4)		
	Hemato-oncology	5 (7.5)	23 (8.1)		
	Cardiology	13 (19.4)	32 (11.2)		
	Neurology	10 (14.9)	66 (23.2)		
	Others	4 (6.0)	10 (3.5)		
Day of the week	Weekdays	41 (61.2)	206 (72.3)	3.19	.074
	Weekend	26 (38.8)	79 (27.7)		
Shift	Day	21 (31.3)	103 (36.1)	1.65	.438
	Evening	34 (50.8)	147 (51.6)		
	Night	12 (17.9)	35 (12.3)		
Incident type*	Inappropriate operation	15 (22.4)	100 (35.1)	35.49	< .001
	Gas supply problem	12 (17.9)	36 (12.6)		
	Power source problem	3 (4.5)	77 (27.0)		
	Ventilator malfunction	0 (0.0)	4 (1.4)		
	Circuit problem	29 (43.3)	49 (17.2)		
	Others (Humidity, tube problem)	8 (11.9)	19 (6.7)		
Person related to incident	Healthcare provider	26 (38.8)	192 (67.4)	22.05	< .001
	Caregiver/family	15 (22.4)	22 (7.7)		
	Other (unknown, patient)	26 (38.8)	71 (24.9)		
Mental status	Alert	47 (70.1)	181 (63.5)	2.03	.917
	Not alert	20 (29.9)	104 (36.5)		
Ventilator application period (day)		62.73±84.29	73.04±106.98	0.74	.462

*Fisher's exact test.

Table 3. Degree of Injury of Patients with Incidents (N=352)

Degree of injury	n (%)
Level 0	285 (81.0)
Level 1	51 (14.5)
Level 2	16 (4.5)

2) 손상 발생 영향요인

손상 발생 영향 요인 확인을 위하여 0단계의 손상 미발생군과 경증인 1단계와 중등인 2단계를 통합한 손상 발생군으로 분류하였으며, 개인내 상관성을 고려한 일반화 혼합모형 분석 방법을 이용하여, 개인의 연령과 성별을 보정하고 영향 요인을 확인하였다.

분석 결과 HMV 관련 안전사고 유형과 안전사고 발생에 관련된 대상자가 안전사고로 인한 환자의 손상 발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 안전사고 유형의 경우 의

료진의 인공호흡기 조작 문제로 인한 사고에 비해 호흡기 회로 문제로 인해 발생한 사고에서 환자의 손상 발생이 유의하게 높게 나타났다(coefficient=1.25, p=.020). 또한 안전사고 발생에 관련된 대상자의 경우, 의료인으로 인해 발생한 사고에 비해 간병인 또는 보호자로 인해 발생한 사고에서 환자의 손상 발생이 유의하게 높은 것으로 나타났다(coefficient=1.25, p=.019). 안전사고 후 환자의 손상 발생에 영향을 미치는 요인 분석 결과는 Table 4와 같다.

IV. 논 의

본 연구는 일 종합병원에 입원하여 HMV를 사용 중인 성인 환자에게 발생하는 호흡기 관련 안전사고의 특성과 안전사고로 인한 손상의 정도를 분석하고, 손상 발생과 관련된 요인을 분석하기 위해 시행되었다. 본 연구에서 안전사고 발생률은

Table 4. Factors Associated with Injury after Incidents by Generalized Mixed Modelling Analysis

(N=352)

Variables	Categories	Coef. (SE)	z	p
Ward (ref: Respiratory ward)	Non-respiratory ward	0.50 (0.42)	1.18	.239
Ventilator method (ref: Invasive)	Non-invasive method	1.03 (0.70)	1.47	.142
Department (ref: Post surgery)	Pulmonology	0.57 (0.61)	0.93	.350
	Hemato-oncology	0.32 (0.77)	0.42	.671
	Cardiology	1.07 (0.72)	1.49	.136
	Neurology	0.13 (0.72)	0.19	.850
	Others	1.52 (0.95)	1.59	.111
Shift (ref: Day)	Evening	0.20 (0.37)	0.55	.585
	Night	-0.07 (0.59)	-0.12	.902
Incident type (ref: Inappropriate operation)	Gas supply problem	0.98 (0.53)	1.84	.066
	Power source problem	-0.32 (0.70)	-1.88	.060
	Ventilator malfunction	-17.3 (6,501.04)	-0.00	.998
	Circuit problem	1.25 (0.54)	2.33	.020
	Others (Humidity, tube problem)	1.12 (0.63)	1.81	.071
Person related to incident (ref: Healthcare provide)	Caregiver/family	1.25 (0.53)	2.34	.019
	Others (unknown, patient)	0.13 (0.49)	0.27	.787
Mental status (ref: Alert)	Not alert	0.58 (0.40)	1.44	.149
Application period		0.00 (0.00)	0.12	.907

Note: Age, sex adjusted; Wald chi square=33.85 ($p=.006$); AIC=324.61

Ref=reference; Coef=coefficient.

42.4%였으며, 안전사고로 인한 손상 발생률은 19.0%로 나타났다.

1. 안전사고 특성

지속적인 의학기술의 발달과 호흡부전 환자들의 치료기술이 향상되면서 인공호흡기를 이용하여 장기간의 기계환기를 요하는 호흡기질환 대상자의 수가 빠른 속도로 증가하고 있다 [21]. 본 연구에서 발생한 가정용 인공호흡기 관련 안전사고는 호흡기계 질환 환자에서 25.6%로 가장 많이 발생하였다. 선행 연구[28]에서 근이양증(muscular dystrophy), 근위축성 측삭경화증(Amyotrophic Lateral Sclerosis, ALS)을 포함한 신경근육질환 환자가 44.0%로 높았던 것과는 다른 결과이며, 병동과 중환자실에서의 안전사고를 분석한 선행연구[17]의 결과와는 동일한 결과이다. 이와 같은 차이는 국내의 가정용 인공호흡기 현황에 대한 연구[9]에서 신경근육질환 대상자가 많아 전체 가정에서의 관리를 포함한 대상자수와 병원에서의 질환별 대상자수는 차이가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 호흡기계 질환의 환자가 주로 입원하는 병동과 호흡기계 환자를 많이 관리하지 않은 병동 간의 손상 발생 차이를 비교 분석한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 최근 외국에서 수행된 연구에서는 일반병동과 중환자실

에서 발생한 손상 발생 정도를 비교한 결과, 병동에서 발생한 경우 손상 발생이 더 많은 것으로 보고하였다[17]. 외국의 경우 HMV를 주로 중환자실이나 준중환자실에서 적용하기 때문에 중환자실 간 손상 발생 차이를 비교한 반면, 우리나라에서는 중환자실보다는 병동에서 HMV 적용환자를 많이 관리하기 때문에 호흡기 주병동과 기타 병동과의 차이를 비교하고자 하였으나, 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 병동 간 손상 발생의 차이를 보이지 않은 것은 교육 경험과 간호 경험이 HMV와 관련한 응급 대처 능력과는 유의한 관계가 없었고, 전반적인 간호지식 점수가 낮았던 연구의 결과[29]에서 나타난 바와 같이 의료진의 전반적인 가정용 인공호흡기 관련 지식이 간호경험과 관련 없이 낮은 이유는 의료진을 대상으로 한 교육제공의 기회가 부족하기 때문으로 생각된다. 따라서 HMV의 안전한 관리 및 HMV 관리로 인한 병동 간호사의 스트레스를 줄이기 위해서는 체계적인 이론 교육과 함께 임상현장교육이 이루어져야 하며, 전문적인 관리를 담당하는 전문인력의 배치를 통한 개별화된 교육이 제공되어야 한다.

2. 손상 발생군과 미발생군의 특성 차이

본 연구결과 안전사고 후 손상을 나타낸 환자의 43.3%가 호

흡기 회로와 연관되어 나타났으며, 부적절한 작동에 의한 것이 22.4%, 가스공급문제가 17.9% 순으로 손상을 초래한 주요 안전사고 유형이었고, 이와 같은 안전사고는 외국의 선행연구 [26]와 동일한 경향을 보였다. 반면, 손상을 보이지 않았던 환자의 35.1%에서 안전사고 유형은 의료진 조작과 관련한 것이었고, 이러한 결과는 Kamio와 Masamune [17]의 연구에서 발생한 74.0%보다는 낮은 수치이나 동일한 경향을 보였다. 본 연구에서는 HMV 관리전담간호사에 의해 전적으로 확인되고 보고된 자료로써 사고 보고 주체가 동일해서 소수의 유형으로 나타났지만, 본 연구와는 달리 선행연구[26]에서는 안전사고 보고자가 제조업자, 수입업자, 의료진, 소비자 또는 환자로 구성되어 있어 보고된 안전사고 유형이 다양하다. 또한 안전사고에 대한 보고 시스템이 마련되지 않아 사고 발생 보고가 신속하게 이루어지지 않고 있기 때문에 안전사고에 대한 구체적인 개념과 안전사고의 유형에 대한 실질적인 교육을 통하여 안전사고에 대한 신속한 보고 및 안전사고 발생의 중요성을 인식하고 조기에 보고하게 하는 것이 중요하다.

안전사고 발생 요인 분석 결과 평일에 61.2%가 발생하였고 오후 시간에 50.8%가 발생하였다. 이 결과는 오전에서 오후 시간에 걸쳐 안전사고가 주로 발생한다고 보고한 선행연구 [17,30]와 비슷하게 나타났다. 이와 같이 안전사고가 주로 평일 오후 시간에 발생하는 이유는 오후에 환자가 이동하여 검사나 처치 및 치료를 받는 경우가 많아 이와 관련한 안전사고가 발생하는 것으로 보인다. 이는 HMV 관련 안전사고와 관련하여 병동 간호사 및 상주하는 돌봄 제공자가 환자 이동 후 사고 발생이 가능하다는 사실에 대해 인지하지 못하는 경우도 있고, 대상자에게 중대한 영향을 줄 수 있다는 인식이 부족한 상황임을 보여준다. 이러한 문제는 대부분 관리에 대한 교육 강화를 통하여 개선이 가능한 문제로 이후 안전관리의 지침 개발 및 사례기반 교육 프로그램을 통한 교육이 필요할 것으로 생각된다.

3. 손상 발생 영향요인

손상 발생 영향요인 분석 결과 호흡기 관련 안전사고 유형에서 의료진 조작 문제로 인한 사고에 비해 호흡기 회로 문제로 인해 발생한 안전사고에서 환자의 손상 발생이 유의하게 높았다. 국내의 경우는 가정용 인공호흡기와 관련한 안전사고가 보고된 사례가 부족하여 비교하기는 어렵지만, 외국의 경우 호흡기 회로 분리와 관련한 사망에 관한 사례 보고[21,22]가 있어 다른 유형보다는 환자에게 중대한 영향을 미치는 요인임을 짐작할 수 있다. 또한 안전사고 발생에 관련된 대상자

에 따라 환자의 손상 발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 의료인과 관련되어 발생한 안전사고에 비해 간병인 및 보호자와 관련된 안전사고에서 손상 발생이 유의하게 높게 발생하였다. 이는 안전사고로 인한 환자 손상 발생의 위험을 증가시키는 요인으로 보호자의 기본 지식과 인식이 관련된다. 이는 선행연구[28]와 비슷한 결과이다. 이러한 결과는 보호자와 간병인에 대한 교육이 중요함을 시사한다. 그러나 국내의 경우, 의료진 및 병동의 가족을 포함한 돌봄 제공자에게 가정용 인공호흡기의 관리 및 간호에 대한 정확한 정보가 제공되어야 하지만 교육에는 한계가 있는 실정이다. 일반병동을 포함한 다양한 장소에서 가정용 인공호흡기 환자 간호의 지속성을 유지하기 위해서는 가정용 인공호흡기 관리 매뉴얼과 가이드라인 개발이 필요하며, 호흡기 관리에 대한 전문성을 갖춘 전담 간호사에 의한 의료인 및 보호자 대상의 이론 교육 및 실무교육이 중요하다.

가정용 인공호흡기는 병동에서 사용이 증가하고 있는 의료장비로서 안전사고 발생시 환자에게 중대한 손상을 유발하여 환자 상태 및 임상 결과에 중대한 영향을 미칠 수 있는 고위험 의료장비이다[23]. 그러나 주로 특정 진료과에 제한되어 사용하기 때문에 근무 부서에 따라 가정용 인공호흡기 관리에 유의한 차이를 보이고, 선행연구[19]에서 가정용 인공호흡기 관리에 대한 교육 요구도와 스트레스가 높게 나타났지만, 이와 관련된 병동 간호사의 교육경험은 14.0%에 불과하고 지식정도도 낮은 것으로 나타났다[29]. 병동에서의 관리의 부담감을 줄이고 관리 미숙으로 인한 호흡기 관련 안전사고를 예방하기 위해서는 가정용 인공호흡기를 사용하는 환자들을 관리할 수 있는 특수 병동 운영 및 전문인력에 의한 관리가 필요함을 알 수 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 일 종합병원에 입원한 대상자 중 가정용 인공호흡기 사용과 관련하여 발생한 안전사고의 특성을 파악하고, 손상 발생에 영향을 미치는 요인을 조사하였다. 연구결과 가정용 인공호흡기 관련 안전사고 중 심각한 손상을 유발하는 사고는 없었지만, 호흡기 회로 분리의 문제를 포함한 관리 미숙은 환자의 손상 발생에 영향을 주는 것으로 확인되었다.

본 연구에서는 EMR과 HMV 관리전담간호사가 작성한 업무일지를 근거로 안전사고 발생과 손상 정도를 평가하였으나, 향후 표준화된 안전사고 보고 프로세스를 개발하고 이를 근거로 대상자 안전사고의 손상 정도에 대한 추후 연구가 필요하다. 또한 HMV를 사용하는 대상자가 입원한 일반병동의 의료

진과 돌봄 제공자를 대상으로 안전사고에 대한 인식수준에 대한 조사가 필요하며, 이를 근거로 가정용 인공호흡기 사용 대상자 관리를 위한 지침을 개발하고 교육하여 그 효과를 검증하는 연구가 필요하다. 마지막으로 본 연구는 연구 기관의 일반병동에서 가정용 인공호흡기를 적용한 전체 환자를 대상으로 국내에서 거의 다뤄지지 않았던 인공호흡기 관련 안전사고 특성과 사고 후 손상 발생에 영향을 미치는 영향요인을 조사한 것에 의의가 있으며, 향후 가정용 인공호흡기 환자의 안전한 관리를 위한 간호제공자 대상의 교육 프로그램에 대한 연구가 이어지기를 기대한다.

본 연구결과를 근거로 안전사고로 인한 손상 발생을 최소화하기 위해서는 가정용 인공호흡기 적용 시작 시기부터 의료를 비롯한 보호자와 돌봄 제공자를 대상으로 적절한 가정용 인공호흡기 관리 교육이 필요하며, 이와 더불어 안전사고의 조기 발견과 즉각적인 보고의 중요성을 교육해야 할 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENT

We appreciate ventilator management nurses in the wards who cared patients and recorded work-log.

참고문헌

1. Simonds AK. Home mechanical ventilation: An overview. *Annals of the American Thoracic Society*. 2016;13(11):2035-2044. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201606-454FR>
2. Hazenberg A, Kerstjens HA, Prins SC, Vermeulen KM, Wijkstra PJ. Initiation of home mechanical ventilation at home: A randomised controlled trial of efficacy, feasibility and costs. *Respiratory Medicine*. 2014;108(9):1387-1395. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.07.008>
3. López-Campos JL, Failde I, Masa JF, Benítez-Moya JM, Barrot E, Ayerbe R, et al. Factors related to quality of life in patients receiving home mechanical ventilation. *Respiratory Medicine*. 2008;102(4):605-612. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.11.005>
4. Sison SM, Sivakumar GK, Caufield-Noll C, Greenough WB, Galiatsatos P. Survival outcomes of chronic mechanical ventilation based on venues of care: A systematic review. Poster session presented at: American Thoracic Society 2019 International Conference; 2019 May 17-22; Dallas, TX. https://doi.org/10.1164/ajrccm-conference.2019.199.1_MeetingAbstracts.A1636
5. Murphy PB, Douiri A. Patients, caregivers and health system costs of home ventilation. *Thorax*. 2018;73(7):601-602. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-211659>
6. Nonoyama M, Katz S, Amin R, Mckim D, Guerriere D, Coyte P, et al. Healthcare utilization and costs of pediatric home mechanical ventilation in Canada. *European Respiratory Society*. 2019;54(suppl 63):PA1043. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2019.PA1043>
7. Lloyd-Owen SJ, Donaldson GC, Ambrosino N, Escarabill J, Farre R, Fauroux B, et al. Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: Results from the Eurovent survey. *European Respiratory Journal*. 2005;25(6):1025-1031. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00066704>
8. Rose L, McKim DA, Katz SL, Leasa D, Nonoyama M, Pedersen C, et al. Home mechanical ventilation in Canada: A national survey. *Respiratory Care*. 2015;60(5):695-704. <https://doi.org/10.4187/respcare.036093>
9. Kim HI, Cho JH, Park SY, Lee YS, Chang Y, Choi WI, et al. Home mechanical ventilation use in South Korea based on National Health Insurance Service data. *Respiratory Care*. 2019;64(5):528-535. <https://doi.org/10.4187/respcare.06310>
10. Brar N, Spiegler P. Can we reduce ventilator-associated pneumonia by performing early tracheostomy? *Clinical Pulmonary Medicine*. 2011;18(3):148. <https://doi.org/10.1097/CPM.0b013e3182189eca>
11. Lewarski JS, Gay PC. Current issues in home mechanical ventilation. *Chest*. 2007;132(2):671-676. <https://doi.org/10.1378/chest.07-0558>
12. Povitz M, Rose L, Shariff SZ, Leonard S, Welk B, Jenkyn KB, et al. Home mechanical ventilation: A 12-year population-based retrospective cohort study. *Respiratory Care*. 2018;63(4):380-387. <https://doi.org/10.4187/respcare.05689>
13. Bagnasco A, Zanini M, Aleo G, Catania G, Sasso L. Simulation skill labs to support informal caregivers who care for patients requiring mechanical ventilation at home. *European Respiratory Journal*. 2018;52(suppl 62):PA3145. <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2018.PA3145>
14. Aloush SM. Nurses' implementation of ventilator-associated pneumonia prevention guidelines: An observational study in Jordan. *Nursing in Critical Care*. 2018;23(3):147-151. <https://doi.org/10.1111/nicc.12323>
15. Williams LM, Sharma S. Ventilator safety. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; c2019 [updated 2020 Jan 30; cited 2020 May 7]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526044/>.
16. Baid H. Patient safety: Identifying and managing complications of mechanical ventilation. *Critical Care Nursing Clinics of North America*. 2016;28(4):451-462. <https://doi.org/10.1016/j.cnc.2016.07.005>
17. Kamio T, Masamune K. Mechanical ventilation-related safety incidents in general care wards and ICU settings. *Respiratory Care*. 2018;63(10):1246-1252. <https://doi.org/10.4187/respcare.06109>
18. Cho SH, Go MG, Jung JH, Won SY, Lee HO, Nam JM, et al. A survey on nurses' and physicians' knowledge and educa-

- tional needs on home ventilator. *Journal of Korean Critical Care Nursing*. 2012;5(1):56-66.
19. Min HJ, Kwon HY, Shin CW, Ha YJ, Kim HJ. Factors influencing stress of nurse who care for patients using a home mechanical ventilator in general ward. *Journal of Korean Academic Society of Home Health Care Nursing*. 2019;26(1):91-101. <https://doi.org/10.22705/jkashcn.2019.26.1.91>
 20. Stuban SL. Home mechanical ventilation. *American Journal of Nursing*. 2010;110(5):63-67. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000372080.63145.13>
 21. King AC. Long-term home mechanical ventilation in the United States. *Respiratory Care*. 2012;57(6):921-932. <https://doi.org/10.4187/respcare.01741>
 22. Lowery WS. Ventilator-disconnect and death: A case study and a safety device. *Respiratory Care*. 2010;55(6):774-776.
 23. Thomas AN, Galvin I. Patient safety incidents associated with equipment in critical care: A review of reports to the UK National Patient Safety Agency. *Anaesthesia*. 2008;63(11):1193-1197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2008.05607.x>
 24. Joyner MK, Afolabi FC, Payne TL, Hueckel RM. Structured documentation of home ventilator settings in children: A quality improvement project. *Journal of Pediatric Health Care*. 2017;31(1):111-121. <https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2016.05.005>
 25. Clemente F, Faiella G, Rutoli G, Bifulco P, Romano M, Cesarelli M. Critical failures in the use of home ventilation medical equipment. *Heliyon*. 2019;5(12):e03034. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03034>
 26. Pham JC, Williams TL, Sparnon EM, Cillie TK, Scharen HF, Marella WM. Ventilator-related adverse events: A taxonomy and findings from 3 incident reporting systems. *Respiratory Care*. 2016;61(5):621-631. <https://doi.org/10.4187/respcare.04151>
 27. World Health Organization, WHO Patient Safety. The conceptual framework for the International Classification for Patient Safety: Final technical report [Internet]. Version 1.1. Geneva: World Health Organization; 2010[cited 2020 May 7]. Report No.:WHO/IER/PSP/2010.2. Available from: <https://www.who.int/patientsafety/implementation/taxonomy/ICPS-report/en/>.
 28. Yang L, Nonoyama M, Pizzuti R, Bwititi P, John G. Home mechanical ventilation: A retrospective review of safety incidents using the World Health Organization International Patient Safety Event classification. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*. 2016;52(3):85-91.
 29. Jang MS, Hwang MS. Comparison of hospital nurses' knowledge, emergency coping ability and educational need according to nursing care experience for patient applied the home mechanical ventilator. *Journal of Korean Academic Society of Home Health Care Nursing*. 2017;24(2):121-132. <https://doi.org/10.22705/jkashcn.2017.24.2.121>
 30. Kun SS, Deavenport-Saman AD, Keens TG, Ward SL, Takata GS. Rapid response and code events in hospitalized children on home mechanical ventilation. *Respiratory Care*. 2019;64(12):1461-1468. <https://doi.org/10.4187/respcare.06402>