

호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 액티그래피 측정 수면특성

강지연¹ · 권용빈²

¹ 동아대학교 간호학부

² 동아대학교병원 중환자실

Actigraphy-Based Assessment of Sleep Parameters in Intensive Care Unit Patients Receiving Respiratory Support Therapy

Kang, Jiyeon¹ · Kwon, Yongbin²

¹ Professor, College of Nursing, Dong-A University

² Staff Nurse, Intensive care unit, Dong-A University Medical Center

Purpose : This study aimed to investigate sleep parameters and to identify differences according to respiratory support therapy, sedation, and pain medication in intensive care unit (ICU) patients. **Methods :** In this observational study, sleep parameters were measured using actigraphy. We observed 45 sleep events in 30 ICU patients receiving respiratory support therapy. We measured the sleep parameters, time, efficiency, and wakefulness after sleep onset (WASO). The differences in sleep parameters according to the respiratory support therapy were analyzed using the Mann-Whitney U test. **Results :** The average daily sleep time of the participants was 776.66 ± 276.71 minutes, of which more than 60% accounted for daytime sleep. During night sleep, the duration of WASO was 156.93 ± 107.91 minutes, and the frequency of WASO was 26.02 ± 25.82 times. The high flow nasal cannula (HFNC) group had a significantly shorter night sleep time ($\chi^2=7.86, p=.049$), a greater number of WASO ($\chi^2=5.69, p=.128$), and a longer WASO duration ($\chi^2=8.75, p=.033$) than groups of other respiratory therapies. **Conclusion :** ICU patients on respiratory support therapy experienced sleep disturbances such as disrupted circadian rhythm and sleep fragmentation. Among respiratory support regimens, HFNC was associated with poor sleep parameters, which appears to be associated with the insufficient use of analgesics. The results of this study warrant the development of interventions that can improve sleep in ICU patients receiving respiratory support, including HFNC.

Key words : Actigraphy, Intensive Care Units, Patients, Sleep, Respiratory Therapy

투고일 : 2022. 8. 31 1차 수정일 : 2022. 10. 4 2차 수정일 : 2022. 10. 18 게재확정일 : 2022. 10. 20

주요어 : 액티그래피, 중환자실, 환자, 수면, 호흡지지요법

* 이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(과제번호-2022R1A2C1011917)

Address reprint requests to : Kwon, Yongbin <http://orcid.org/0000-0001-7634-3083>

College of Nursing, Dong-A University, 32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, South Korea

Tel : +82-01-5379-1876, Fax : 82-51-240-2920, E-mail : dydqlsrnjs@naver.com

I. 서론

1. 연구의 필요성

인간은 수면을 통하여 휴식을 취하고 정신·신체적 기능을 회복한다. 수면 과정은 ‘항상성(Process S)’과 ‘일주기(Procees C)’라는 두 가지의 독립된 과정의 상호작용으로 설명할 수 있다. 인간은 긴 시간 깨어있을수록 수면 욕구가 증가하고 일정 수준 이상 시 잠을 자게 된다. 이처럼 수면 욕구의 변화로 입면 시점이 결정되는 과정을 ‘항상성’ 과정이라고 한다. 한편 빛, 온도, 사회적 상호작용, 식습관 등의 다양한 요인들은 잠에서 깨어나는 각성에 영향을 미치며 이들에 의해 각성 시점이 결정되는 과정을 ‘일주기’ 과정이라고 한다. 건강한 성인의 경우 23시가 되면 수면 욕구가 최대로 증가하고 ‘일주기’ 과정에 영향을 미치는 요인들이 감소하여 잠을 자게 된다. 반대로 07시가 되면 인간의 수면 욕구는 가장 낮아지고 ‘일주기’ 과정의 영향요인이 각성을 유발하여 수면을 마치게 된다. 이러한 두 가지 과정들에 문제가 생길 때 인간은 수면장애를 경험할 수 있다 [1-3].

대부분의 중환자실 입원환자는 수면장애를 경험한다 [4,5]. 중환자실 입원환자의 수면장애에는 낮 수면의 증가로 초래되는 왜곡된 일주기 리듬, 수면 중 각성의 증가로 발생하는 분절된 수면, 깊은 수면과 빠른 눈 운동(Rapid eye movement, REM) 수면의 비율 감소 등이 포함된다[6-8]. 수면장애를 겪는 중환자는 면역기능이 저하되고 인공호흡기 적용 기간이 증가하며 원발 질환 이외의 합병증이 발생할 가능성도 증가한다[4,7,9]. 특히 중환자실 입원환자의 수면장애는 섬망의 위험요인으로 알려져 있다. 섬망은 사망률, 중환자실 재원 기간의 증가와 함께 장기적 인지능력 저하를 초래하여 중환자의 퇴원 이후 삶의 질에 영향을 미칠 수 있다[10].

중환자실 입원환자들은 다양한 호흡지지요법을 적용받고 있다. 이 중 인공호흡기, 고유량산소요법(Highflow oxygen therapy, HFOT)는 수면장애와 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 인공호흡기는 기관내관(Ventilator via endotracheal tube, VET) 혹은 기관절개관(Ventilator via tracheostomy tube, VTT)을 통하여 적용한다. 인공호흡기를 적용하고 있는 중환자가 기계호흡

과 자발호흡 사이의 부조화를 경험하거나 부적절한 인공호흡기 모드를 수면시간에 적용받을 때 그들의 수면 중 각성 횟수가 증가하여 분절된 수면을 겪을 수 있다 [11]. 최근 인공호흡기 조기 이탈 및 재삽관률을 낮추기 위하여 사용이 증가하고 있는 HFOT는 기관내관(HFOT via endotracheal tube, HFET), 기관절개관(HFOT via tracheostomy tube) 또는 비강캐놀라(HFOT via nasal cannula, HFNC)를 이용하여 적용한다[12,13]. 그러나 선행연구에서는 HFOT 기기 적용 중 발생하는 소음이 중환자의 수면을 방해할 수 있음을 보고하였다[14].

중환자에게 제공되는 적절한 진정 요법과 통증 중재는 중환자실 환경에서의 수면을 위하여 필요하다[7,10]. 그러나 일부 선행연구에서는 벤조다이아제핀계 진정제를 적용받은 환자들의 깊은 수면이 억제됨을 확인하였고 마약성 진통제를 투여받은 환자의 REM 수면이 변화되어 수면의 질이 저하될 수 있음을 보고하였다[4,7,10]. 이외에도 연령, 질병의 종류 및 중증도, 질병과 입원으로 인한 불안과 스트레스, 체질량지수 등의 환자 관련 요인과 소음, 조명, 야간에 제공되는 간호 등의 환경적 요인이 수면에 영향을 미칠 수 있다[4,15].

한편 중환자실 입원환자의 수면을 측정하는 방법은 다양하다. 뇌파, 안전도, 근전도를 통합하여 수면을 객관적으로 평가하는 수면다원검사는 가장 신뢰도 높은 표준 측정 방법이지만 장비의 부피가 커 불편하고 결과를 해석하기가 어렵다[4]. 이에 비해 웨어러블 수면 측정기구인 액티그래피는 주로 측정 대상자의 비우세 손목에 부착하여 설정된 시간마다 내부 가속도계를 통하여 다양한 방향의 신체 움직임을 감지하고 이를 바탕으로 수면을 측정한다[16-18]. 액티그래피를 이용하여 움직임이 과다하게 적은 중환자의 수면을 측정했을 때 수면량이 과다하게 기록된다는 일부 의견도 있었다[18,19]. 하지만 참여자들의 불편함을 최소화하여 수면을 측정할 수 있고 해석이 쉬우며[16] 중환자실 입원환자에게 적용했을 때 수면다원검사와 비교하여 입면 각성 주기에서 큰 차이를 보이지 않아[19,20] 중환자의 수면을 측정하기에 적절한 객관적 수면 측정 도구로 간주되고 있다. 최근에는 액티그래피 자료를 정량 분석할 수 있는 방법론의 개발과 수면장애 진단을 위한 보조 표지로 사용을 위한 연구도 제시되었다[21].

중환자의 수면에 관한 연구를 살펴보면 국외에서는 다양한 측정 방법을 이용하여 수면장애의 영향요인 및

합병증을 보고하였고[4,5,9], 수면 중재의 효과를 확인하였으며[22,23], 체계적 문헌 고찰연구[18,20]를 시행하였다. 이에 비해 중환자 수면에 대한 국내 연구는 제한적이다. 몇몇 연구들에서 중환자의 수면을 보고하였으나 관찰 기록지[24], 구조화된 질문지[25], 수면일지[26] 등의 주관적 측정만을 사용하였다. 이마에 부착하는 센서를 통하여 측정된 뇌파를 이용하여 객관적으로 수면을 측정하는 Bispectral Index를 활용한 국내 연구도 있었으나 전체 대상자 92명 중 단 7명에게만 적용하였다[27]. 이에 본 연구에서는 액티그래피를 이용하여 인공호흡기, HFOT를 포함한 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면을 측정하여 이들의 수면 증진을 위한 간호 중재 프로그램 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면특성을 확인하는 것으로 구체적 목적은 다음과 같다.

첫째, 참여자의 액티그래피 측정 수면특성(총 수면시간, 낮 수면시간, 밤 수면시간, 수면효율, 입면 후 각성 시간, 각성 횟수를 관찰한다.

둘째, 참여자의 인구사회학적, 임상적 특성에 따른 수면특성의 차이를 파악한다.

셋째, 참여자의 호흡지지요법에 따른 수면특성의 차이를 파악한다.

넷째, 호흡지지요법에 따른 마약성 진통제와 진정제의 투여 여부 및 용량의 차이를 파악한다.

II. 연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면특성을 액티그래피로 측정한 관찰연구이다.

2. 연구 참여

본 연구의 참여자는 B 광역시 D 대학병원 중환자실

에 입실한 만 19세 이상의 환자이다. D 대학병원 중환자실은 6개 구역으로 구분되어 있고 총 27병상이며 개방형 병상 20개, 일반격리병상 4개, 음압 격리병상 3개로 구성되어 있다.

참여자 선정기준은 다음과 같다. 첫째, 호흡지지요법(VET, VTT, HFET, HFNC)을 적용받고 있는 자. 둘째, 연구자의 구두지시에 적절하게 반응하는 자. 셋째, 연구의 목적을 이해하고 참여에 동의한 자이다.

제외기준은 첫째, 신경근 차단제를 지속 주입 중인 자. 둘째, 수면장애의 과거병력이 있는 자. 셋째, 연구기간 중 섬망이 발생한 자. 넷째, 담당의가 연구 참여에 적절하지 않다고 판단한 자이다. 중환자실 입원환자의 경우 연구 참여자 모집이 어려운 특성이 있어 일반적인 표본크기 산출 방법 대신 중환자실 입원환자의 수면을 액티그래피로 관찰한 선행연구들의 표본크기를 참고하였다. 문헌분석 결과 최소 5명에서 30명 내외에서 자료 수집이 이루어진 것을 참고하여[17,19] 총 30명의 참여자를 모집하였다.

3. 연구 도구

본 연구에서는 Actiwatch spectrum plus (Philips Respironics, USA)로 수면을 측정하였다. 연구 참여에 동의 후 연구자는 참여자의 비우세 손목에 해당 기기를 부착하였다. 비우세 손목에 도관이 삽관되어 있거나 기기 부착이 어려운 경우 반대쪽 손목에 기기를 부착하였다. 기기 부착 후 다음날 오전 6시부터의 24시간 동안 수면을 측정하였고 3일 동안 측정을 반복하여 참여자 1인당 최대 3건의 수면을 측정하였다. 액티그래피를 이용하여 중환자의 수면을 측정한 체계적 문헌 고찰연구에서 제시된 '밤 수면시간'과[18] 본 연구 실시기관의 밤번 근무 시간을 고려하여 '낮 수면시간'과 '밤 수면시간'은 각각 오전 6시부터 오후 10시까지, 오후 10시부터 다음날 오전 6시까지의 수면시간으로 정의하였다. 측정된 액티그래피 자료는 연구자의 컴퓨터에 설치한 Philips Respironics사에서 Actiwatch 전용 소프트웨어로 제공하는 Philips Actiware 6.1.0를 활용하여 분석하였다. 우선 Philips Actiware 6.1.0에 연구자가 로그인 후 데이터베이스를 구성하여 30명의 데이터를 전송하였다. 이후 본 연구에서 정의한 낮 수면시간과 밤 수면시간으로 분석 시각을 설정하고 개별데이터를 분석

하여 '총 수면시간', '낮 수면시간', '밤 수면시간'과 밤 수면시간의 '수면 효율', '입면 후 각성 시간', '각성 횟수'를 확인하였다. 본 연구에서 '수면 효율'은 침상에 있는 시간과 실제 잠든 시간의 비율을 나타내고 '입면 후 각성 시간'은 입면 후부터 기상 전까지 시간 중 잠에서 깬 시간(분)의 총량을 의미하며 '각성 횟수'는 입면 후부터 기상 전까지 잠에서 깬 횟수를 의미한다.

4. 자료수집 방법 및 절차

본 연구의 자료수집은 2021년 12월 25일부터 2022년 3월 1일까지 B 광역시 D 대학병원 중환자실에서 진행되었다. 해당 중환자실의 입원환자를 대상으로 진행하였으며, 참여자의 인구사회학적, 임상적 특성은 D 대학병원 전자의무기록을 이용하여 수집하였다.

참여자의 수면특성은 연구 중 상태악화 3명, 전실 6명의 이유로 9명이 중도 탈락하여 74건의 수면 자료를 수집하였다. Philips Actiware 6.1.0 소프트웨어로 확인한 결과 이 중 29건의 자료는 수면특성이 측정되지 않았거나 일부만 측정되어 연구에 사용이 불가능하였다. 이에 최종 45건의 수면특성을 분석에 활용하였다.

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 IBM SPSS statistics 26.0 program을 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 참여자의 특성은 빈도와 백분율 또는 평균과 표준편차로, 호흡지지요법에 따른 마약성 진통제와 진정제의 투여 여부는 빈도와 백분율로 제시하였다.

둘째, 참여자의 특성, 호흡지지요법에 따른 수면특성의 차이, 호흡지지요법에 따른 마약성 진통제와 진정제 주입용량의 차이는 Mann-Whitney U test 또는 Kruskal-Wallis test를 이용하여 분석하였다. 사후분석은 Mann-Whitney U test를 시행하고 Bonferroni's method로 제1종 오류를 보정하였다.

6. 윤리적으로

본 연구는 D 대학병원 생명윤리위원회의 심의 및 승인 이후 (DAUHIRB-21-239) 진행하였다. 자료수집 전 참여자에게 연구의 목적과 방법을 설명하였으며 서면동

의를 구하였다. 참여자가 서면동의가 불가능한 경우 보호자에게 연구목적과 방법을 설명 후 동의를 구하였다. 연구 참여자의 모든 개인정보는 제거된 상태로 자료 분석을 진행하였다.

III. 연구 결과

1. 참여자의 인구사회학적, 임상적 특성

연구 참여자의 평균 나이는 66.43 ± 12.23 세였으며, 21명(70.0%)이 남성이었다. 이들의 평균 체질량 지수는 $24.35 \pm 6.61 \text{ kg/m}^2$ 이었다. 평균 Acute physiology and chronic health evaluation II 점수는 25.2 ± 5.30 점이었다. 10명(33.3%)이 폐렴 환자였으며 응급실을 통해 입실한 경우가 18명(60.0%)으로 가장 많았다. 연구 참여 시작일 기준 참여자가 적용하고 있던 호흡지지요법을 살펴보면 VET 9명(30.0%), VTT 5명(16.7%), HFET 13명(43.3%), HFNC 3명(3.3%)이었다. 수집된 총 45건의 자료 중 18건(40%)에서 마약성 진통제와 진정제를 병용 투여받았다(Table 1).

2. 참여자의 인구사회학적, 임상적 특성에 따른 수면 특성의 차이

참여자들의 일일 '총 수면시간'은 776.66 ± 276.71 분으로 나이, 진단명, 입원 경로에 따라 유의한 차이가 있었다. 65세 이상의 '총 수면시간'은 835.26 ± 255.47 분으로 65세 미만의 616.52 ± 278.90 분에 비해 길었다 ($U=106.00, p=.017$). COVID-19 환자의 '총 수면시간'이 1029.48 ± 188.59 분으로 가장 길었으며, 암 환자가 610.33 ± 148.64 분으로 가장 짧았다($\chi^2=11.92, p=.018$). 응급실 및 기타 중환자실을 통해 입실 시 '총 수면시간'은 833.29 ± 276.27 분으로 병동에서 입실한 554.15 ± 132.58 분에 비해 길었다($U=56.00, p=.002$).

'낮 수면시간'은 496.77 ± 217.16 분으로 나이, 진단명, 입원 경로에 따라 유의한 차이가 있었다. 65세 이상의 '낮 수면시간'은 535.33 ± 215.54 분으로 65세 미만의 390.73 ± 191.73 분에 비해 길었다($U=110.00, p=.023$). COVID-19 환자의 '낮 수면시간'이 717.75 ± 95.55 분으로 가장 길었고, 암 환자가 351.29 ± 187.24 분으로

Table 1. General characteristics of the Study Participants

(N=30)

Characteristics	Categories	n (%) or M ± SD
Age (yrs)		66.43 ± 12.23
Sex	Male	21 (70.0)
	Female	9 (30.0)
Body Mass Index (kg/m ²)		24.35±6.61
APACHE II * score		25.20±5.30
Reason for ICU admission	Pneumonia	10 (33.3)
	Cancer	7 (23.3)
	Sepsis	6 (20.0)
	COVID-19	2 (6.7)
	Other	5 (16.7)
Admission route (n)	Emergency room	18 (60.0)
	General ward	10 (33.3)
	Other ICU	2 (6.7)
Respiratory support at baseline (n)	VET	9 (30.0)
	VTT	5 (16.7)
	HFET	13 (43.3)
	HFNC	3 (3.3)
Opioids / Sedatives * (n)	Opioids only	26 (57.8) [†]
	Opioids + Sedatives	18 (40.0) [†]
	none	1 (2.2) [†]

APACHE II= Acute physiology and chronic health evaluation II; COVID-19 = Coronavirus - 19; ICU = Intensive care unit; VET = Ventilator via Endotracheal tube; VTT = Ventilator via Tracheostomy tube; HFET = Highflow oxygen therapy via Endotracheal tube; HFNC = Highflow oxygen therapy via nasal cannula; M=Mean; SD=Standard deviation;

*Sedatives contain fresofol, dexmedetomidine, ketamine.

[†]This category is anlysis data's opioids & sedatives use status, not participants

가장 짧았다($\chi^2=11.75, p=.020$). 응급실 및 기타 중환자실을 통해 입실 시 '낮 수면시간'은 530.04 ± 222.33 분으로 병동에서 입실 시의 363.70 ± 134.94 분에 비해 길었다($U=84.00, p=.026$).

'밤 수면시간'은 279.89 ± 106.10 분으로 나이, 입원 경로에 따라 유의한 차이가 있었다. 65세 이상의 '밤 수면시간'은 299.93 ± 97.47 분으로 65세 미만의 224.78 ± 113.46 분에 비해 길었다($U=119.00, p=.043$). 응급실 및 기타 중환자실을 통해 입실 시 밤 수면시간은 302.55 ± 97.22 분으로 병동에서 입실 시의 190.45 ± 96.52 분에 비해 길었다($U=67.00, p=.006$).

밤 수면시간의 '수면 효율'은 $58.38 \pm 22.07\%$ 로 입원 경로에 따라 유의한 차이가 있었는데 응급실 및 기타 중환자실을 통해 입실 시 '수면 효율'은 $63.03 \pm 20.22\%$ 로 병동에서 입실 시의 $39.75 \pm 20.06\%$ 에 비해 길었다

($U=68.00, p=.006$).

참여자들의 밤 수면시간 중 '입면 후 각성 시간'은 156.93 ± 107.91 분이었고 '각성 횟수'는 26.02 ± 25.82 회였다. 참여자의 특성에 따른 '입면 후 각성 시간', '각성 횟수'의 차이는 유의하지 않았다(Table 2).

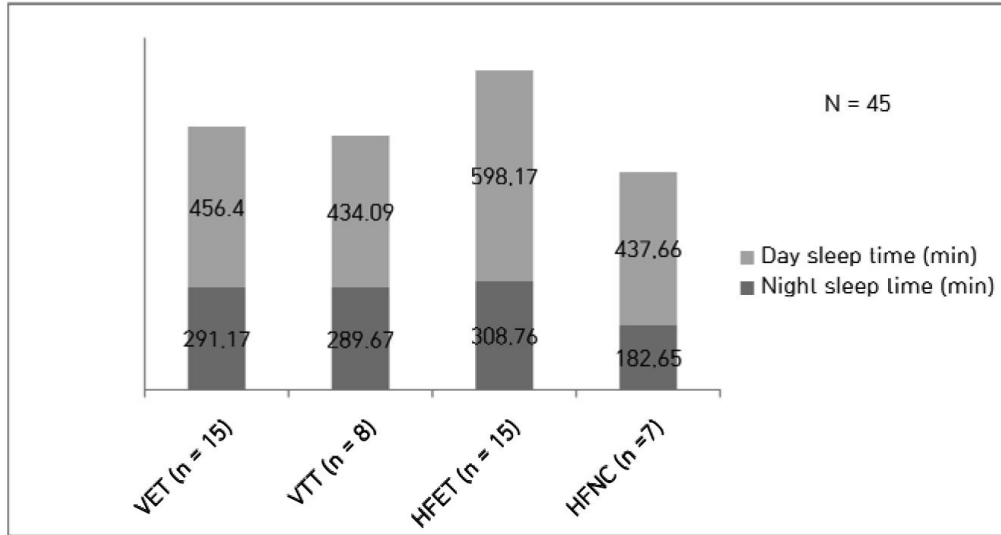
3. 호흡지지요법에 따른 수면특성의 차이

'총 수면시간'과 '낮 수면시간'은 호흡지지요법에 따라 유의한 차이가 없었다. '밤 수면시간'은 호흡지지요법에 따라 유의한 차이가 있었는데 HFET 군에서 308.76 ± 126.28 분으로 가장 길었고, HFNC 군에서 182.65 ± 74.28 분으로 가장 짧았다($\chi^2=7.86, p=.049$). 사후분석 결과 VTT 군이 289.67 ± 55.79 분으로 HFNC 군의 182.65 ± 74.28 분에 비해 길었다($U=5.00, p=.006$)

Table 2. Differences in General characteristics of the Study Participants according to Sleep characteristics of the actigraphy (N=45)

Characteristics	Categories (n)	Sleep Characteristics of the Actigraphy											
		Total Sleep Time (min)		Day Sleep Time* (min)		Night Sleep Time+ (min)		Sleep Efficiency (%)		Wake After Sleep Onset (min)		Awakenings (n)	
		M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)†	M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)	M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)	M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)	M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)	M±SD	U(ρ) or χ²(ρ)
Total		776.66±276.71		496.77±217.16		279.89±106.10		58.38±22.07		156.93±107.91		26.02±25.82	
Age	<65 (12)	616.52±278.90		390.73±191.73		224.78±113.46		47.21±23.79		193.38±123.73		32.92±34.46	
	≥65 (33)	835.26±255.47	(.017)	535.33±215.54	(.023)	299.93±97.47	(.043)	62.44±20.29	(.059)	143.68±101.60	(.198)	23.52±22.00	
Reason for ICU admission	Pneumonia (12)	710.56±349.63		432.97±253.20		277.59±111.09		57.67±23.06		139.83±83.50		17.83±18.29	
	Cancer (8)	610.33±148.64		351.29±187.24		259.04±93.76		54.05±19.41		186.40±112.86		26.88±35.87	
	Sepsis (14)	880.30±252.86	(.018)	573.28±191.32	(.020)	307.02±113.14	(.293)	63.97±23.56	(.338)	146.98±118.12	(.821)	18.71±13.80	
	COVID19 (5)	1029.48±188.59		717.75±95.55		314.73±111.00		65.57±23.13		151.97±109.56		35.20±32.87	
Admission route	Other (6)	678.15±137.34		458.20±114.36		219.94±90.38		46.52±19.44		179.23±142.98		50.67±29.04	
	ER or ICU(36)	833.29±276.27		530.04±222.33		302.25±97.22		63.03±20.22		146.40±95.08		24.28±22.47	
	GW (9)	554.15±132.58	(.002)	363.70±134.94	(.026)	190.45±96.52	(.006)	39.75±20.06	(.006)	199.05±148.33	(.348)	33.00±37.26	
Respiratory support	VET(15)	747.57±253.20		456.40±217.47		291.17±98.49		60.67±20.50		171.83±95.88		17.87±10.66	
	VTT(15)	723.76±129.77		434.09±119.27		289.67±55.79		60.14±11.44		111.08±78.24		31.63±29.62	
	HFET(8)	906.93±322.36	(.119)	598.17±236.70	(.150)	308.76±126.28	(.049)	64.33±26.31	(.069)	123.47±116.76	(.033)	13.87±10.64	
	HFNC(7)	620.31±270.22		437.66±221.50		182.65±74.28		38.69±16.29		249.13±94.48		63.14±33.90	

M= Mean; SD= Standard deviation; ICU= Intensive care unit; ER= Emergency room; GW= General ward; VET= Ventilator via Endotracheal tube; VTT= Ventilator via Tracheostomy tube; HFET= Highflow oxygen therapy via Endotracheal tube; HFNC= Highflow oxygen therapy via nasal cannula
 * 06 : 00 AM ~ 10 : 00 PM, † 10 : 00 PM ~ 06:00 AM, ‡ Kruskal wallis χ² (p)



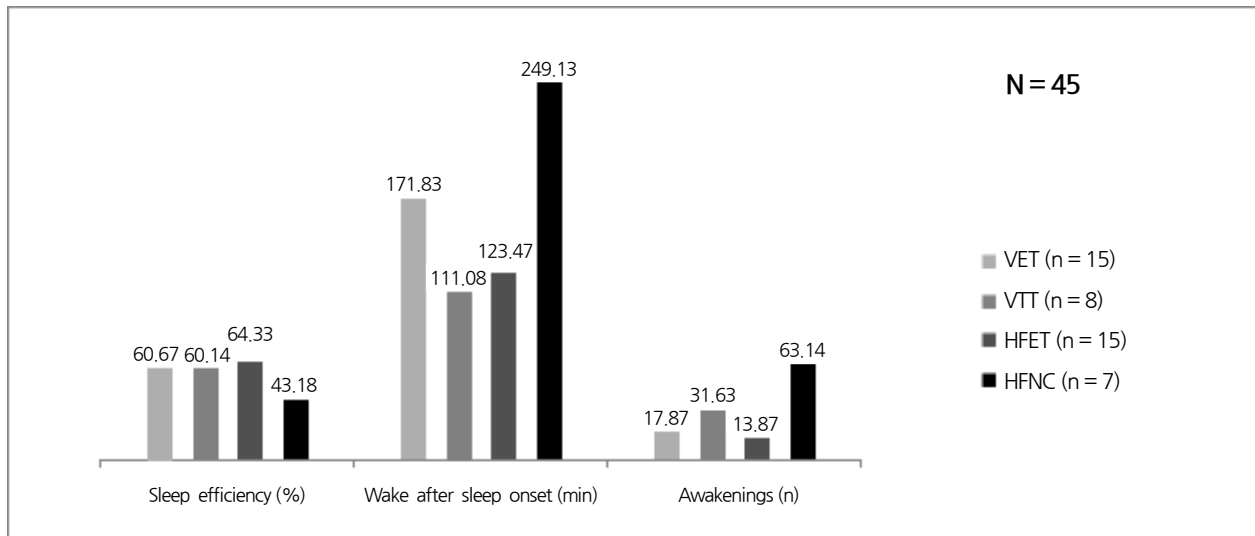
VET= Ventilator via Endotracheal tube; VTT= Ventilator via Tracheostomy tube; HFET= Highflow oxygen therapy via Endotracheal tube; HFNC = High flow nasal cannula

Figure 1. Sleep time according to Type of Respiratory support

(Figure 1).

밤 수면시간의 '수면 효율'은 호흡지지요법에 따라 유의한 차이가 없었다. 밤 수면시간 중 '입면 후 각성 시간'과 '각성 횟수'는 호흡지지요법에 따라 유의한 차이가 있었다. '입면 후 각성 시간'은 HFNC 군에서 249.13 ± 94.48분으로 가장 길었으며 VTT 군에서 111.08 ± 78.24분으로 가장 짧았으나($\chi^2=8.75, p=.033$) 사후분

석 결과는 유의하지 않았다. '각성 횟수'는 HFNC 군에서 63.14 ± 33.90회로 가장 많았으며 HFET 군에서 13.87 ± 10.64회로 가장 적었다($\chi^2=5.69, p=.128$). 사후분석 결과 HFNC 군이 63.14 ± 33.90회로 VET 군의 17.87 ± 10.66회($U=15.00, p=.007$)와 HFET 군의 13.87 ± 10.64회에 비해 유의하게 많았다($U=13.50, p=.004$) (Figure 2)(Table 2).



VET= Ventilator via Endotracheal tube; VTT= Ventilator via Tracheostomy tube; HFET= Highflow oxygen therapy via Endotracheal tube; HFNC = High flow nasal cannula

Figure 2. Sleep characteristics according to Type of Respiratory support at Night time

4. 호흡지지요법에 따른 마약성 진통제, 진정제 투여 여부 및 용량의 차이

본 연구에서 수면을 관찰하는 동안 마약성 진통제 단독 투여 횟수는 총 26건(57.8%)이었으며 마약성 진통제와 진정제를 병용 투여한 횟수는 18건(40.0%)이었다. 1건(2.2%)은 진통제와 진정제를 모두 투여하지 않았다. 호흡지지요법 별로는 VET 군에서 마약성 진통제 단독 투여는 6건(40%)이었으며, 마약성 진통제와 진정제를 병용 투여한 횟수는 9건(60%)이었다. VTT 군에서 단독 투여는 4건(50%)이었으며 병용 투여는 4건(50%)이었다. HFET 군에서 단독 투여는 11건(73.3%)이었으며 병용 투여는 4건(26.6%)이었다. HFNC 군에서 단독 투여는 4건(71.4%)이었으며 병용 투여는 1건(13.3%), 모두 투여하지 않은 횟수가 1건(3.3%)이었다(Table 3).

마약성 진통제인 Remifentanil의 평균 투여용량은 115.13 ± 69.58 mcg/kg/day였다. 각 호흡지지요법 별 Remifentanil 투여용량은 VET 군에서 150.68 ± 64.96 mcg/kg/day으로 가장 많았으며, HFNC 군에서 61.71 ± 58.05 mcg/kg/day으로 가장 적었다($\chi^2=10.27$, $p=.016$). 사후분석 결과 VET 군의 Remifentanil 투여용량이 HFNC 군에 비해 많았다($U=15.00$, $p=.007$)(Table 3).

호흡지지요법 별 진정제 투여용량을 확인해 본 결과 총 11건의 평균 Propofol 투여용량은 18068 ± 10549.46 mcg/kg/day였으며 호흡지지요법에 따른 유의한 차이는 없었다. 총 9건의 평균 Dexmedetomidine 투여용량은 8.07 ± 4.00 mcg/kg/day였으며 호흡지지요법에 따른 유의한 차이는 없었다. Ketamine의 투여는 VET 군에서 1건, VTT 군에서 1건 있었으며 각각의 투여용량은 10860 mcg/kg/day, 7200 mcg/kg/day였다. 타 호흡지지요법 군에서 Ketamine은 투여되지 않았다(Table 3).

IV. 논 의

본 연구에서는 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면을 액티그래피를 이용하여 측정하였다. 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면특성은 낮 수면이 전체 수면의 절반 이상을 차지하였으며 밤 수면시간 중 '입면 후 각성 시간'이 길고 '각성 횟수'가 많았다. 나이가 많을수록, COVID-19 환자, 응급실 및 타 중환자실을 통해 입실했을 때 '총 수면시간'이 길었다. 호흡지지요법 중 HFNC를 적용한 군의 '밤 수면시

Table 3. Opioids & Sedatives use status and dose according to Respiratory support

(N=45)

Categories	Respiratory support type					$\chi^2(p)^*$	
	Total	VET	VTT	HFET	HFNC		
	M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD	n (%) or M±SD		
Opioids / Opioids only	26 (57.8)	6 (40.0)	4 (50.0)	11 (73.3)	5 (71.4)		
Sedatives use status	Opioids & Sedatives	18 (40.0)	9 (60.0)	4 (50.0)	4 (26.7)	1 (14.3)	
	none	1 (2.2)	-	-	-	1 (14.3)	
Opioids / Sedatives dose	Remifentanil dose (mcg/kg/day)	115.13 ± 69.58	150.68 ± 64.96	133.05 ± 50.28	94.96 ± 72.98	61.71 ± 58.05	10.27(.016)
	Propofol dose (mcg/kg/day)	18068 ± 10549.46	16725 ± 6240.97	18600^\dagger	23400 ± 19365.69	9600^\dagger	1.20(.752)
	Dexmedetomidine dose (mcg/kg/day)	8.07 ± 4.00	7.58 ± 4.41	6.95 ± 2.37	13.90^\dagger	-	2.44(.296)
	Ketamine dose (mcg/kg/day)	9030 ± 2588.01	10860^\dagger	7200^\dagger	-	-	1.00(.317)

M= Mean; SD= Standard deviation; VET= Ventilator via Endotracheal tube; VTT= Ventilator via Tracheostomy tube; HFET= Highflow oxygen therapy via Endotracheal tube; HFNC = High flow oxygen therapy via nasal cannula

*Kruskal wallis $\chi^2(p)$, † Total number of subjects were 1

간'이 유의하게 짧았고 '입면 후 각성 시간'이 길었으며 '각성 횟수'가 많았다. HFNC 군 다른 호흡지지요법에 비하여 마약성 진통제의 투여용량이 유의하게 적었다.

본 연구 참여자의 '총 수면시간'은 건강한 성인의 수면시간인 7-8시간[28]에 비해 길었으나 '낮 수면시간'이 전체 수면시간의 60% 이상을 차지하였다. 본 연구 참여자들의 낮 수면시간은 인공호흡기를 적용하지 않은 중환자의 수면을 측정된 선행연구 결과에 비해 길었다 [29]. 액티그래피로 수면을 측정된 선행연구들[18,30]과 비교하였을 때 본 연구 참여자의 밤 수면시간 중 '입면 후 각성 시간'은 길었으며 '각성 횟수'가 많았다. 이러한 결과를 바탕으로 호흡지지요법을 적용 중인 중환자 실 입원환자의 수면은 낮에 수면이 집중되는 왜곡된 일주기 리듬과 분절 수면이 두드러지는 것을 알 수 있었다. 인공호흡기, HFOT 등 호흡지지요법의 적용은 환자의 건강 회복을 위한 필수적 중재이지만 왜곡된 일주기 리듬, 분절 수면과 같은 수면장애의 위험요인일 수 있다[12,13]. 중환자실 입원환자의 수면장애는 부정적 예후와 함께 그들의 퇴원 후 삶의 질에도 영향을 미칠 수 있어[4,9,31] 호흡지지요법을 적용 중인 중환자의 수면에 지속적인 관심을 가지고 이들의 수면 증진을 위한 적극적인 중재 방안을 모색하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 나이가 많을수록, COVID-19 환자, 응급실 및 타 중환자실을 경유하여 입원하였을 때 '총 수면시간'이 증가하였다. 그러나 이러한 특성들에 따른 밤 수면 중 '입면 후 각성 시간', '각성 횟수'에서는 유의한 차이를 확인할 수 없었다. 연구 결과가 일관적이지 않았던 이유는 표본의 수가 적고 수면에 영향을 미칠 수 있는 다른 위험요인을 적극적으로 통제하지 않았기 때문일 수 있다. 추후 나이, 진단명, 입원경로와 같은 인구사회학적, 임상적 특성들이 중환자실 입원환자의 수면에 미치는 영향을 확인하기 위하여 수면의 위험요인을 적극적으로 통제할 엄격한 관찰연구가 필요하다.

국내의 중환자의학회에서는 중환자실 입원환자를 대상으로 수면 증진 프로토콜을 적용할 것을 권고하고 있다. 수면 증진 프로토콜은 소음 감소, 수면에 적절한 조명 유지, 야간 치료의 3가지 영역으로 구성되어 있다. 세부 내용을 살펴보면 소음 감소를 위한 방법으로는 문닫기, 알람 줄이기, 의료진 간 대화 소리 줄이기, 귀마개 적용하기가 포함된다. 적절한 조명 유지를 위한 방법으로는 중앙등 소등, 안대 착용, 침상 조명 활용이 포

함된다. 야간 치료 영역에는 야간 시간에 불필요한 검사와 채혈 금지, 적절한 진정상태 유지, 통증 사정 및 적절한 통증 중재 등이 포함된다[7,10]. 이상을 살펴본 결과 중환자실 입원환자의 수면 증진을 위해서는 다양한 환경적 중재와 더불어 밤 수면시간에 중환자의 통증과 진정상태에 대한 지속적 사정과 적절한 중재가 필요함을 알 수 있었다.

또한 밤 수면시간의 증진을 위한 다양한 방법에 비해 낮에 각성을 유지하기 위한 중재들은 제한적이다. 선행 연구에서는 낮에 중환자에게 제공할 수 있는 수면 증진 중재로는 채광을 위한 커튼 열기, 낮잠 제한, 운동 격려 등을 제시하였다[31]. 이외에도 진통제와 진정제의 투여용량 감량, 다양한 재활치료의 제공, 라디오와 음악과 같은 청각적 자극 부여 등 낮에 각성을 유지할 수 있는 다양한 방법들이 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 추후 해당 중재들의 적용에 따른 일주기 리듬 유지 및 수면 증진 효과를 확인하는 연구가 필요하다.

한편 VET, VTT, HFET, HFNC 적용군의 수면특성을 비교하였을 때 HFNC 군의 '밤 수면시간'은 다른 호흡지지요법 군들에 비해 가장 적었고 '입면 후 각성 시간'은 가장 적은 VTT 군과 비교하여 2배 이상 길었으며 '각성 횟수'는 가장 적은 HFET 군과 비교하여 4배 이상 많았다. 호흡지지요법에 따른 마약성 진통제의 투여용량을 확인해 본 결과 HFNC 군에서 가장 적은 양이 투여되었다. HFNC 적용환자는 캐놀라 접촉 부위의 피부 손상, 과다한 분비물 발생, 코피, 운동범위의 제한으로 인한 불편감을 느낄 수 있는데[32,33], 불충분한 진통제 투여는 HFNC 적용으로 유발되는 불편감의 증가와 이들의 수면에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

본 연구에서 HFNC 적용군의 마약성 진통제 투여량이 타 호흡지지요법에 비해 적었던 이유는 HFNC의 적용이 주로 기계환기 이탈과정의 마지막인 기관 내관 발관 이후 적용[14]되기 때문으로 생각된다. 일반적으로 중환자의 비 신경병증 통증 조절을 위하여 마약성 진통제를 1차 약제로 사용하고 있으나[34] 마약성 진통제의 투여는 환자의 호흡을 억제하여[35] HFNC 적용환자의 재삽관 가능성을 증가시킬 수 있다. 이러한 이유로 마약성 진통제의 투여로 유발되는 호흡억제의 가능성을 줄이기 위하여 HFNC 군의 마약성 진통제 투여량이 타 호흡지지요법에 비해 적었을 것으로 생각되며 HFNC 군의 불편감 감소를 위하여 마약성 진통제 이외의 다른

약물적 증재의 적용을 모색할 필요가 있다.

비스테로이드성 소염진통제는 마약성 진통제와 비교하여 호흡억제 부작용이 적기 때문에[36] HFNC 적용 중환자의 불편감 감소를 위한 사용이 가능할 것으로 생각된다. 2세대 항정신성 약물인 Quetiapine은 최근 불면증 치료를 위해 사용되는 빈도가 증가하고 있어 중환자의 수면 증진을 위하여 사용을 고려해 볼 수 있겠다[37]. 그러나 중환자에게 비스테로이드성 소염진통제 투여 시 수면 효율의 감소와 각성 횟수의 증가가 유발될 수 있으며[38,39], Quetiapine은 과도한 진정 작용, 대사증후군, 부정맥 등의 다양한 부작용이 발생할 가능성이 있다[37]. 향후 마약성 진통제, 비스테로이드성 소염진통제, Quetiapine의 수면 증진 효과와 부작용을 비교하는 엄격한 실험연구가 필요하다.

본 연구에서 사용되었던 진정제 중 하나인 Dexmedetomidine은 중추신경계 α -2 수용체 작용제으로써 진정 효과와 진통 효과를 동시에 유발할 수 있다. 다른 진정제에 비해 상대적으로 호흡억제 부작용이 적어 기관내관 발관 이후 진정, 진통이 필요한 경우 사용이 가능하다[34]. 선행연구에서는 수술 후의 환자들에게 Dexmedetomidine 투여 시 수면의 질이 상승함[40]을 확인하였으며 한 예비 연구에서는 중환자에게 Dexmedetomidine 투여 시 그들의 NREM 2단계 수면이 증가하였고 일주기 리듬이 보존됨을 확인하였다[41]. 선행연구들의 결과를 바탕으로 Dexmedetomidine은 중환자의 수면 증진을 위한 약물 증재로 사용이 가능할 것으로 생각된다. 그러나 국내외 중환자의학회에서는 해당 약물이 비싸고 서맥, 혈압 저하와 같은 혈액동학적 부작용을 일으킬 수 있어 수면 증진을 위한 단독 목적으로서 사용은 권고하지 않았다[7,10]. 추후 Dexmedetomidine을 수면 증진 효과를 확인하기 위한 엄격한 실험연구가 수행될 필요가 있다.

본 연구의 의의는 HFOT를 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면을 액티그래피로 측정하여 호흡지지요법의 적용과 중환자실 입원환자의 수면장애 사이에 관련이 있을 수 있음을 관찰하였다는 데에 있다. 특히 HFNC 적용군의 경우 타 호흡지지요법 군에 비해서 불량한 수면특성을 보여 이들의 수면 증진을 위한 증재가 필요함을 알 수 있었다. 이러한 본 연구의 결과는 추후 수면 증진 간호 증재 프로그램 개발연구에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에는 몇 가지의 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 관찰연구로서 호흡지지요법을 적용 중인 중환자의 수면에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인들을 적극적으로 통제하지 않았다. 특히 각 호흡지지요법 별 진정상태의 차이는 환자의 움직임에 영향을 미쳐 액티그래피로 수면 측정 시 과다하게 기록될 가능성이 있어 추후 참여자들의 진정 수준을 포함한 수면에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 적극적으로 통제한 상태에서 호흡지지요법에 따른 수면을 평가하는 연구가 필요하다. 둘째, 본 연구는 일 상급종합병원 중환자실에서 이루어진 연구로 결과를 일반화하기에 어려움이 있다. 수면에 영향을 미칠 수 있는 환경적 요인들은 각 기관마다 차이가 있을 수 있어 다기관 연구를 통해 호흡지지요법을 적용 중인 중환자의 수면특성을 확인할 필요가 있다. 셋째, 본 연구에서는 90건의 자료를 분석하는 것을 목표로 하였으나 액티그래피 기기에 수집된 자료 중 38.1%가 불완전하게 측정되었다. 액티그래피 기기 별 수면을 판정하는 알고리즘은 차이가 있어 다양한 액티그래피를 이용한 반복 연구를 통하여 불완전한 수면 측정을 최소화 할 수 있는 적절한 액티그래피 기기를 선별할 필요가 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구 기간은 COVID-19로 인한 팬데믹 상황으로 연구 참여자를 추가 모집하는데 어려움이 있어 목표했던 90건의 절반에 해당하는 45건의 자료만을 분석하였다. 향후 적절한 크기의 표본을 확보하여 호흡지지요법에 따른 중환자실 입원환자의 수면을 확인하는 관찰연구가 수행될 필요가 있다. 참여자를 확대하고 수면에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인을 엄격하게 통제하는 한편 적절한 액티그래피 기기를 활용한 전향적 코호트 연구를 설계하여 호흡지지요법과 수면의 관계를 확인할 것을 제안한다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 호흡지지요법을 적용 중인 중환자실 입원환자의 수면을 관찰한 결과 ‘총 수면시간’ 중 낮에 취하는 수면이 절반 이상의 비중을 차지하여 왜곡된 일주기 리듬을 보였고, 밤 시간 중 ‘입면 후 각성시간’과 ‘각성횟수’가 많은 분절된 수면이 두드러졌다. 이들은 나이가 많을수록, COVID-19 환자, 응급실 및 타 중환자실을 경유하여 입원하였을 때 수면시간이 길었다. 본

연구에서 참여자에게 적용되었던 4가지 호흡지표법 중 HFNC를 적용중인 참여자들의 '밤 수면시간'이 가장 적었고 밤 수면시간 중 '입면 후 각성시간'은 길었으며 '각성횟수'가 많았다. 이들의 짧은 '밤 수면시간'과 밤 수면시간 중 '입면 후 각성시간'과 '각성횟수'의 증가는 마약성 진통제 투여량과 관계가 있어 보인다. 추후 HFNC를 적용 중인 중환자의 수면을 증진하기 위해서 마약성 진통제 투여량과 관련된 불편감을 완화할 수 있는 다양한 중재를 모색할 필요가 있다. 또한 호흡지표법과 수면 사이의 명확한 관계를 확인하기 위한 대규모 전향적 코호트 연구를 수행할 것을 제안한다.

ORCID

Kang, Jiyeon : <https://orcid.org/0000-0002-8938-7656>

Kwon, Yongbin : <http://orcid.org/0000-0001-7634-3083>

REFERENCES

- Rowley JA., Badr MS. Normal sleep. In: Badr MS, editor. *Essentials of sleep medicine*. Totowa: Humana Press; 2012. p. 3–19. https://doi.org/10.1007/978-1-60761-735-8_1.
- Borbely AA. A two process model of sleep regulation. *Human Neurology*, 1980;1(3):195–204.
- Goel N, Basner M, Rao H, Dinges DF. Circadian rhythms, sleep deprivation, and human performance. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 2013;119:155–90. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-396971-2.00007-5>.
- Pisani MA, Friese RS, Gehlbach BK, Schwab RJ, Weinhouse GL, Jones SF. Sleep in the intensive care unit. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2015;191(7):731–8. <http://doi.org/10.1164/rccm.201411-2099CI>.
- Elliott R, McKinley S, Cistulli P, Fien M. Characterisation of sleep in intensive care using 24-hour polysomnography: an observational study. *Critical Care*. 2013;17(2):R46. <http://doi.org/10.1186/cc12565>.
- Kamdar BB, Knauert MP, Jones SF, Parsons EC, Parthasarathy S, Pisani MA. Perceptions and practices regarding sleep in the intensive care unit. a survey of 1,223 critical care providers. *Annals of the American Thoracic Society*. 2016;13(8):1370–7. <http://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201601-087OC>.
- Devlin JW, Skrobik Y, Gélinas C, Needham DM, Slooter AJC, Pandharipande PP, et al. Clinical practice guidelines for the prevention and management of pain, agitation/sedation, delirium, immobility, and sleep disruption in adult patients in the icu. *Critical Care Medicine*. 2018;46(9):e825–73. <http://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003299>.
- Dines-Kalinowski CM. Nature's nurse: promoting sleep in the icu. *Dimensions of Critical Care Nursing*. 2002;21(1):32–4. <http://doi.org/10.1097/00003465-200201000-00010>.
- Daou M, Telias I, Younes M, Brochard L, Wilcox ME. Abnormal sleep, circadian rhythm disruption, and delirium in the icu: are they related?. *Frontiers in Neurology* 2020;11:549908. <http://doi.org/10.3389/fneur.2020.549908>.
- Seo YJ, Lee HJ, Ha EJ, Ha TS. 2021 KSCCM clinical practice guidelines for pain, agitation, delirium, immobility, and sleep disturbance in the intensive care unit. *Acute Critical Care*. 2022;37(1):1–25. <http://doi.org/10.4266/acc.2022.00094>.
- Telias I, Wilcox ME. Sleep and circadian rhythm in critical illness. *Critical Care*. 2019;23(1):82. <http://doi.org/10.1186/s13054-019-2366-0>.
- Liu F, Shao Q, Jiang R, Zeng Z, Liu Y, Li Y, et al. High-flow oxygen therapy to speed weaning from mechanical ventilation: a prospective randomized study. *American Journal Critical Care*. 2019;28(5):370–6. <http://doi.org/10.4037/ajcc2019130>.
- Hernández G, Vaquero C, González P, Subira C, Frutos-Vivar F, Rialp G, et al. Effect of postextubation high-flow nasal cannula vs conventional oxygen therapy on reintubation in low-risk patients: a randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association*. 2016;315(13):1354–61. <http://doi.org/10.1001/jama.2016.2711>.
- Kubo T, Nakajima H, Shimoda R, Seo T, Kanno Y, Kondo T, et al. Noise exposure from high-flow nasal cannula oxygen therapy: a bench study on noise reduction. *Respiratory Care*. 2018;63(3):267–73. <http://doi.org/10.4187/respcare.05668>.
- Freedman NS, Kotzer N, Schwab RJ. Patient perception of sleep quality and etiology of sleep disruption in the intensive care unit. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1999;159(4 Pt 1):1155–62. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.159.4.9806141>.
- Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi C, Chambers M, Moorcroft W, Pollak CP. The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep*. 2003;

- 26(3):342-92. <http://doi.org/10.1093/sleep/26.3.342>.
17. Madsen MT, Rosenberg J, Gögenur I. Actigraphy for measurement of sleep and sleep-wake rhythms in relation to surgery. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2013;9(4):387-94. <http://doi.org/10.5664/jcsm.2598>.
 18. Schwab KE, Ronish B, Needham DM, To AQ, Martin JL, Kamdar BB. Actigraphy to evaluate sleep in the intensive care unit. a systematic review. *Annals of the American Thoracic Society*. 2018;15(9):1075-82. <http://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201801-004 OC>.
 19. Delaney LJ, Litton E, Melehan KL, Huang HC, Lopez V, Van Haren F. The feasibility and reliability of actigraphy to monitor sleep in intensive care patients: an observational study. *Critical Care*. 2021;25(1):42. <http://doi.org/10.1186/s13054-020-03447-8>.
 20. Richards KC, Wang YY, Jun J, Ye L. A systematic review of sleep measurement in critically ill patients. *Frontier Neurology*. 2020;11:542529. <http://doi.org/10.3389/fneur.2020.542529>.
 21. Kim JW. Quantitative analysis of actigraphy in sleep research. *Sleep Medicine and Psychophysiology*. 2016;23(1):10-5. <http://dx.doi.org/10.14401/KASMED.2016.23.1.10>
 22. Van Rompaey B, Elseviers MM, Van Drom W, Fromont V, Jorens PG. The effect of earplugs during the night on the onset of delirium and sleep perception: a randomized controlled trial in intensive care patients. *Critical Care*. 2012;16(3):R73. <http://doi.org/10.1186/cc11330>.
 23. Patel J, Baldwin J, Bunting P, Laha S. The effect of a multicomponent multidisciplinary bundle of interventions on sleep and delirium in medical and surgical intensive care patients. *Anaesthesia*. 2014;69(6):540-9. <http://doi.org/10.1111/anae.12638>.
 24. Kim MA, Seo MJ. A study on the sleep amount of patient and environmental factors influencing to the sleep amount in intensive care unit. *Korean Journal of Adult Nursing*. 1992;4(1):30-42.
 25. Son YJ. The relationship between noise and sleep pattern in intensive care units. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2000;13(2):209-22.
 26. Lee JM, Kim NH. Sleep patterns and factors related to sleep disturbance in mechanically ventilated patients. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 2011; 17(3):421-32.
 27. Lee YJ. Assessment of patients' sleep in the intensive care unit [master's thesis]. Busan: Pusan National University; 2012. p. 1-73.
 28. Watson NF, Badr MS, Belenky G, Bliwise DL, Buxton OM, Buysse D, et al. Recommended amount of sleep for a healthy adult: a joint consensus statement of the american academy of sleep medicine and sleep research society. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2015;11(6):591-2. <http://doi.org/10.5664/jcsm.4758>.
 29. Kim SK. Effect of virtual reality meditation on sleep and delirium in intensive care unit [dissertation]. Busan: Dong-A University; 2021.
 30. Jeon BM, Choi S. Factors influencing sleep disturbances among older adults living within a community. *Korean Journal of Adult Nursing*. 2017;29(3):235-45. <http://doi.org/10.7475/kjan.2017.29.3.235>.
 31. Park J. Sleep in intensive care unit patients. *Journal of Sleep Medicine* 2021;18(2):66-71. <http://doi.org/10.13078/jsm.210016>.
 32. Kamdar BB, King LM, Collop NA, Sakamuri S, Colantuoni E, Neufeld KJ, et al. The effect of a quality improvement intervention on perceived sleep quality and cognition in a medical icu. *Critical Care Medicine*. 2013;41(3):800-9. <http://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3182746442>.
 33. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: physiological benefits, indication, clinical benefits, and adverse effects. *Respiratory Care*. 2016;61(4):529-41. <http://doi.org/10.4187/respcare.04577>.
 34. Sotello D, Rivas M, Mulkey Z, Nugent K. High-flow nasal cannula oxygen in adult patients: a narrative review. *American Journal of the medical sciences*. 2015;349(2):179-85. <http://doi.org/10.1097/MAJ.0000000000000345>.
 35. Kim YS, Lee HJ, Jean SB. Management of pain and agitation for patients in the intensive care unit. *Journal of Neurocritical Care*. 2015;8(2):53-65. <http://doi.org/10.18700/jnc.2015.8.2.53>.
 36. Yamanaka T, Sadikot RT. Opioid effect on lungs. *Respirology*. 2018;18(2):255-62. <http://doi.org/10.1111/j.1440-1843.2012.02307.x>.
 37. Schug SA, Garrett WR, Gillespie G. Opioid and non-opioid analgesics. *Best Practice & Research. Clinical anaesthesiology*. 2003;17(1):91-110. <http://doi.org/10.1053/bean.2003.0267>.
 38. Modesto-Lowe V, Harabasz AK, Walker SA. Quetiapine for primary insomnia: Consider the risks. *Cleveland Clinical Journal*. 2021;88(5):286-294. <http://doi.org/10.3949/ccjm.88a.20031>.

39. Murphy PJ, Badia P, Myers BL, Boecker MR, Wright KP Jr. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs affect normal sleep patterns in humans. *Physiology & Behavior*. 1994;55(6):1063-6. [http://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)90388-3](http://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90388-3).
40. Murphy PJ, Myers BL, Badia P. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs alter body temperature and suppress melatonin in humans. *Physiology & Behavior*. 1996;59(1):133-9. [http://doi.org/10.1016/0031-9384\(95\)02036-5](http://doi.org/10.1016/0031-9384(95)02036-5).
41. Huang X, Lin D, Sun Y, Wu A, Wei C. Effect of dexmedetomidine on postoperative sleep quality: a systematic review. *Drug design, development and therapy*. 2021;15:2161-70. <http://doi.org/10.2147/DDDT.S304162>.
42. Alexopoulou C, Kondili E, Diamantaki E, Psarologakis C, Kokkini S, Bolaki M, et al. Effects of dexmedetomidine on sleep quality in critically ill patients: a pilot study. *Anesthesiology*. 2014;121:801-7. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000361>.