

복부 수술 후 중환자실에 입원한 환자의 수면 특성

강지연¹ · 강정희²

¹ 동아대학교 간호학부 교수

² 동아대학교 간호학부 대학원생

Sleep Characteristics of Patients Admitted to Intensive Care Units after Major Abdominal Surgery

Kang, Jiyeon¹ · Kang, Jeonghee²

¹ Professor, College of Nursing, Dong-A University, Busan, South Korea

² Doctoral candidate, College of Nursing, Dong-A University, Busan, South Korea

Purpose : The aim of this study was to investigate sleep parameters and architecture in patients admitted to the intensive care unit (ICU) on the day of abdominal surgery. **Methods :** A total of ten patients who underwent laparotomy under general anesthesia at the hepatopancreatobiliary surgery department of a general hospital in Busan, South Korea participated in this observational study. We measured total sleep time (TST), sleep efficiency (SE), wake after sleep onset (WASO), and sleep stages on their first night in the ICU using the WatchPAT300. Furthermore, we used nonparametric statistics to examine differences in postoperative sleep based on sedative administration. **Results :** The Median (IQR) TST for the participants was 399.50(263.80) minutes; the SE was 75.1 (30.4)%; the WASO rate was 27.8(30.6)%; and the WASO frequency was 5.50(8.50) times. Patients' rapid eye movement (REM) sleep time was 114.31(87.88) minutes, with 55.8(11.9)% of N1, 18.2(5.3)% of N2, and 24.8 (11.7)% of N3 sleep stages. The sedation group had a longer TST ($Z=-2.619$, $p=.008$), higher SE ($Z=-2.611$, $p=.008$), lower WASO rate ($Z=-2.611$, $p=.008$), smaller number of WASOs ($Z=-2.627$, $p=.008$), and longer REM sleep ($Z=-2.617$, $p=.008$) compared to the non-sedation group. **Conclusion :** We observed a high rate of light sleep and awakenings during sleep in patients admitted to the ICU after surgery. Moreover, non-sedated patients lacked either deep or REM sleep. Sleep-improving interventions are needed for non-sedated surgical patients who are admitted to the ICU.

Key words : Hypnotics and sedatives, Intensive Care Units, Patients, Laparotomy, Sleep

투고일 : 2024. 2. 2 1차 수정일 : 2024. 2. 27 2차 수정일 : 2024. 5. 20 3차 수정일 : 2024. 6. 23 4차 수정일 : 2024. 9. 28
게재확정일 : 2024. 10. 4

주요어 : 수면제, 진정제, 중환자실, 환자, 복부수술, 수면

* 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1A2C1011917)

Correspondence : Kang, Jeonghee <https://orcid.org/0009-0007-4089-8598>

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

Tel : +82-55-225-0272, Fax : +82-55-225-0266 , E-mail : wjdgml1140@naver.com

I. 서론

1. 연구의 필요성

수면은 중요한 신체 활동 중 하나로써 정신적, 신체적 회복에 필수적이다[1]. 수면의 질과 양의 개선은 신체의 항상성 유지와 질병의 회복에 긍정적 영향을 미친다[2]. 수면은 비 급속 안구운동(Non-Rapid Eye Movement [NREM]) 1, 2, 3단계(N1, N2, N3)와 급속 안구운동 단계(Rapid Eye Movement [REM])로 구성된다. 정상인은 6~8시간 동안의 수면에서 N1, N2, N3 단계가 반복적으로 나타나는데 N1과 N2는 쉽게 각성되는 얇은 수면 단계이고, N3는 환경의 소음이나 활동에도 쉽게 깨지 않는 깊은 수면 상태이다. REM 수면은 N3 단계 이후에 나타나며, 전체 수면 동안 약 20% 정도 관찰된다[3].

수술 환자는 통증과 불안으로 인해 수면장애를 흔히 경험하고, 정상적인 수면과 차이를 보이는데, 수술 후 환자의 수면 구조를 관찰한 선행연구들은 전체 수면 중 깊은 수면인 N3와 REM 수면이 뚜렷하게 감소하였음을 보고하였다[4,5]. 이러한 수면 구조의 변화는 수술 후 통증 및 염증 반응과 관계가 있다고 알려져 있다[6,7]. 수술 후 중환자실(Intensive care unit [ICU])에 입원한 환자는 소음, 조명 및 의료장비 등 환경적 영향으로 여러 가지 추가적인 수면장애를 경험할 수 있는데 일주기 리듬이 왜곡되거나 수면 중 잦은 각성으로 분절된 수면 양상을 보이기도 한다[8,9]. 선행연구에서 전신마취 수술 후 중환자실에 입원한 첫 24~36시간 동안 수면다원검사(Polysomnography [PSG])를 적용하여 11명의 환자의 수면 구조를 관찰한 결과[5], 수면-각성 주기 장애를 포함한 비정상적 수면 구조를 보였으며, 3명의 환자에서는 REM 수면이 전혀 나타나지 않았다. 수술 후 수면장애는 회복을 지연시키고 각종 합병증에 대한 이환을 증가시키는 등 부정적인 영향을 미칠 수 있다[10-12].

수술 후 통증, 불안, 수술 후 입원환경, 수술 후 회복에 대한 불확실성 등 수면장애에 영향을 미치는 여러 가지 요인들이 보고되고 있다. Dolan 등은 수술 후 환자의 수면에 영향을 미치는 요인 중 가장 중요한 것은 통증이라고 하였다[13]. 특히 상복부 수술은 수술 후 합

병증 발생률이 하복부 수술에 비해 2배 가량 높고, 수술 후 통증을 더 심각하게 일으킨다고 보고되었다. 수술과 관련된 통증과 불안은 신경학적 변화와 호르몬 분비에 영향을 미쳐 수면시간을 감소시키고, 깊은 수면을 방해한다[15]. 수술 후 중환자실에서의 수면장애는 기억과 집중력 장애, 불안, 우울 등과 같은 인지·정신적 건강문제는 물론 당뇨와 심혈관계 질환 등 신체적 질환과도 관련이 있다고 보고되고 있다[12,16,17]. 이렇듯 주요 복부 개복 수술과 중환자실 입실은 수면장애 뿐만 아니라 이로 인한 수술 후 회복에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 복부 수술 후 중환자실에 입원한 환자의 수면에 대하여 이해하는 것은 향후 환자의 치료 및 간호 과정에서 중요하다고 할 수 있다.

국외에서는 진정제 투여에 따른 수면 구조의 변화, 기계환기를 적용한 환자에서 진정제 종류에 따른 수면에 대한 차이 등 수술 후 중환자실에 입원한 환자를 대상으로 한 수면관련 연구들이 보고되었다[18-21]. 그러나 수술 후 중환자실에 입원한 환자의 전체 수면 구조와 각 수면 단계별 특성을 객관적으로 관찰한 연구는 제한적이다. 국내에서도 수술 후 중환자실에 입원한 환자의 수면양상을 보고한 연구들이 있으나[22,23], 자가보고를 통한 주관적 수면 측정을 시행한 바 있고 객관적인 수면 지표를 제시하지는 않았다. 최근 Kang과 Kwon [24]이 국내 한 중환자실에서 호흡지료법을 적용받고 있는 환자의 객관적 수면 특성을 웨어러블 측정기인 액티그래피로 측정하여 분절된 수면 특성과 진통 및 진정제와 수면과의 관련성을 보고하였으나, 수면 단계를 포함한 수면 구조에 관한 정보는 포함되지 않았다.

일반적으로 수면을 객관적으로 측정하는 표준화된 방법은 수면다원검사이다. 그러나 수면다원검사 장비의 이동 및 준비가 까다롭고 중환자실의 여러 의료기기 및 장비로 인하여 정확한 검사가 어려우며 또한 결과에 대하여 전문적 해석이 필요하므로 활용이 제한적이다[25]. 이에 대한 대안으로 편리하게 부착하고 해석할 수 있는 수면 측정 웨어러블 디바이스 사용이 증가하고 있다. 일반적으로 많이 사용되고 있는 액티그래피는 가속도계를 이용해 신체 움직임을 측정하여 수면을 파악하는 단일 지표 장치로써, 수면상태에서 미세한 활동과 실제 각성을 구분하는 민감도가 떨어지고, 수면 구조를 파악하기 어렵다[26].

복부 수술 직후 환자들은 통증과 다양한 생리적 변화

를 경험하고, 이로 인해 수면의 질이 크게 저하될 수 있다. 체온, 호흡, 심박 변이와 같은 여러 생체 신호를 감지하고, 이를 정량화된 알고리즘을 통해 분석하는 다중 지표 기반 웨어러블 디바이스를 활용하여 환자의 수면 상태를 측정하는 것은 환자의 수술 후 상태를 반영하는 중요한 자료가 될 수 있다. 특히, 수면시간, 수면 효율, 입면 후 각성 등의 주요 수면 지표를 분석하고, N1, N2, N3 및 REM 수면 단계를 포함한 수면 구조를 평가하면 환자의 수면의 질을 정확하게 판단하는데 도움이 된다.

이에 본 연구에서는 복부 수술 후 중환자실에 입원한 환자의 수면을 객관적으로 정확하게 측정하여 파악해 보고자 하였다. 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면 지표와 수면 구조를 포함한 수면 특성에 관한 정보는 추후 관련 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것이며, 수면의 질이 환자의 회복 과정에 미치는 영향을 평가하는데에도 도움이 될 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 당일 밤 수면 특성을 파악하는 것으로 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 대상자의 총 수면시간(total sleep time [TST]), 수면효율(sleep efficiency [SE]), 입면 후 각성(wake after sleep onset [WASO])의 비율과 빈도를 포함한 수면 지표를 파악한다.

둘째, 대상자의 N1, N2, N3 단계 수면 비율과 NREM, REM 단계 수면 시간을 포함한 수면 구조를 파악한다.

셋째, 수술 후 진정제 투여 여부에 따른 수면 지표와 수면 구조의 차이를 파악한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면 지표와 구조를 파악하고자 하는 관찰연구이다.

2. 연구대상

본 연구는 2022년 3월부터 2023년 2월까지 부산광역시 소재 일개 종합병원인 좋은강안병원에서 복부 수술을 받은 후 중환자실에 입실한 환자 중 다음의 선정기준에 부합하고, 제외기준에 해당하지 않는 10명이 참여하였다.

선정기준은 첫째, 만 20세 이상 성인, 둘째, 복부 수술 직후 주치의가 혈액학적으로 안정(수축기혈압<160mmHg, 이완기혈압>90mmHg, 심박동수 60~100회/분, 호흡수 16~22회/분)되었다고 판단한 자이다. 제외기준은 첫째, 응급 수술 환자, 둘째, 인공호흡기를 적용 중인 자, 셋째, 수술 전 정신건강 문제(우울, 불안 등) 또는 수면 장애를 진단받았거나 관련 약물을 복용 중인 자, 넷째, 복부 수술 직후 섬망이 발생한 자, 다섯째, 주치에 의해 환자의 상태가 연구 참여에 적절하지 않다고 판단된 자이다.

본 연구의 주 목적이 관찰이었으므로 효과 크기를 바탕으로 예상 표본의 크기를 산출하는 대신 중환자실에서 수행하는 연구의 실현가능성과 선행 수면 관찰 연구의 표본 수를 참조하였다. 유사 선행연구들에서 연구대상자의 수면을 24~48시간 동안 지속적으로 관찰하기 위하여 소규모 그룹으로 시행되었으며, 대상자는 수는 5~20명 이내로 제시된 바 있음[5,27]을 참조하여, 본연구에서는 연구대상자를 10명으로 정하였다.

3. 측정도구

참여자들의 수면 지표와 수면 구조는 WatchPAT™300 (WP300: Itamar Medical, Caesarea Industry, Israel)로 측정하였다. 미국식품의약국으로부터 Class IIa medical device로 인증받은 WP300은 손목, 손가락, 흉부에 센서를 부착하는 웨어러블 장치로 독자적 소프트웨어 프로그램(zzzPAT)을 이용하여 TST, SE, WASO (n, %)는 물론 N1, N2, N3, REM 단계를 포함한 수면 구조에 대한 포괄적 정보를 제공한다(Figure 1). WP300에서 측정 및 분석되는 지표는 Respiratory Disturbance Index (RDI), Apnea-Hypopnea Index (AHI), PAT Apnea-Hypopnea Index (PAHI), Central Apnea-Hypopnea Index (PAHIC), Peripheral arterial ton-



Figure 1. WatchPAT™300 Device on A Patient's Hand and Respiratory Sensor Attachment
(출처: WatchPAT300 Operation Manual, Copyright © 2002 - 2020 by Itamar Medical Ltd.)

metry (PAT), PAT sleep staging identification (PSTAGES), percentage of total sleep time with Cheyne-Stokes Respiration pattern (%CSR), oxygen desaturation index (ODI), mean O₂ saturation, minimum O₂ saturation, Sleep duration, Sleep stage (WASO, Light sleep, REM, NREM), NREM sleep stages 1-2, 3 및 REM sleep (% , min)이다.

TST는 입면에서부터 각성까지 지속된 전체 수면시간을 의미하며 WP300는 말초동맥 맥파량, 파생된 맥박수, 액티그래피 신호에서 파생된 산소해모글로빈 포화도 및 손목 활동을 감지하여 기록한다. 수면 구조는 각성과 수면 사이를 구성하는 단계로 WP300는 신체의 웨이크 에포크(wake epochs)와 말초동맥 맥파의 진폭 및 맥박 간 시차를 이용하여 수면 에포크(sleep epochs)를 측정하여 고유의 알고리즘을 거쳐 NREM의 3가지 단계인 N1, N2, N3와 REM 수면을 구분한다. SE는 TST 중 깊은 수면인 N3와 REM 수면시간이 차지하는 비율이다. WASO는 입면 후 수면이 종료되기 전까지 각성한 비율과 횟수를 의미한다.

이상에서 살펴본 바와 같이 WP300은 13가지 다중 지표를 측정 및 분석하는 의료가기으로써 전문가의 조작 없이 쉽고 안전한 적용이 가능하며, 비침습적인 장비이다. 측정된 수면특성은 전문 소프트웨어 프로그램을 이용하여 각성, 얇은 수면, 깊은 수면, REM 수면의 각 단계적 수면 구조를 보여주어 수면의 질에 대한 포괄적인

정보를 제공한다[28]. 국외 다기관 연구에서 정상인과 폐쇄성 수면 무호흡증 중증도를 가진 환자에서 WP300과 수면다원검사를 적용하여 비교한 결과 수면 알고리즘의 정확도에 대한 데이터에 유의한 차이가 없었음을 제시하였고[28], 각성, 얇은 수면, 깊은 수면, REM 수면의 단계적 구조에 대한 정확한 분석을 제공하여, 수면다원검사와 비교하여 수면 지표 및 수면 구조 측정의 정확도에 유의한 차이가 없었음이 보고되었다[28-30]. 그러나 손목 또는 손가락에 상처, 부종, 기형 등의 신체적 이상이 있는 경우 착용이 불가능하고, 12세 미만의 어린이에게는 사용이 불가능한 것으로 알려져 있다. 부정맥이 있는 환자의 경우 장치의 자동화된 알고리즘이 유효한 수면시간을 감소하여 인지할 수 있어 심장질환이 있는 환자에게 유용하지 못하다는 단점이 있다. 또한 65파운드(30kg)이하의 체중에서는 장치가 인식하는 맥파량이 부정확할 수 있으며, 호흡 장애 지수(RDI) 또한 17세 이상에서 인식이 명확하므로 장치를 적용할 때 연령과 체중을 고려해야 한다. 장치 착용 중 probe를 분리하는 순간 모든 시스템이 정지되므로 불안정한 신체 활동을 보이는 환자에게는 적용하기 어렵다. 그럼에도 불구하고 WP300은 착용이 쉽고, 조작이 편리하여 간단한 교육을 통해 의료인은 누구나 사용할 수 있고, 소형 이동형 장비로써 환경적 제한이 적어 수면을 측정하는 일반적인 장비에 비하여 중환자실에서 적용하기 쉽다.

4. 연구절차

본 연구 계획에 관한 윤리위원회 승인을 득한 후 해당 병원 담당 부서의 허락을 받았다. 이후 모집공고문을 간담체외과 외래 대기실에 게시하는 한편 인쇄본을 비치하여 대상자를 공개적으로 모집하였다. 연구 참여 의사를 표시한 환자들을 대상으로 연구자 중 1인이 선정기준과 제외기준을 검토하여 최종 대상자를 선정하였다. 대상자가 수술을 위하여 입원하면 연구의 필요성 및 방법이 설명되어 있는 안내문을 제공하였으며 서면 동의를 받았다.

복부 수술 직후 대상자가 중환자실에 입실하면 연구 보조원 1인이 다음과 같은 절차로 수면을 측정하였다. WP300 본체는 환자에게 부착 전 소프트웨어 zzzPAT에 연결하여 환자의 수면 정보 기록을 위한 고유번호를 입력하여 준비한다. 수술 당일 20시(±1시간)에 수액 라인이 없고, 부종이 없는 한쪽 손목에 WP300 본체가 장착된 wrist strap을, 그리고 같은 쪽 검지 또는 중지에 일회용 probe를 부착하였으며, 스티커 부착형 호흡 센서는 흉부 쇄골 밑 중앙 부분에 고정하였다(Figure 1). 익일 오전 6시 이후 환자가 잠에서 깨어났을 때 혹은 오전 8시에 WP300 디바이스를 제거하기 위해 먼저 손가락의 probe를 탈착하고, wrist strap을 분리한 후 쇄골 호흡 센서를 떼어냈다. 손가락에서 probe가 분리되는 동시에 수면 기록이 정지되고 측정된 자료는 디바이스 본체 클라우드에 자동으로 저장된다. 제거된 기기 본체는 케이블을 통해 컴퓨터에 연결 후 전용 분석 소프트웨어인 zzzPAT를 이용하여 결과를 다운로드하였다.

5. 자료분석방법

수집된 자료는 IBM SPSS statistics 28.0 프로그램을 사용하여 다음과 같이 분석하였다.

첫째, 대상자의 특성과 TST, SE, WASO, N1, N2, N3, NREM 수면은 빈도와 백분율(%), 중위수와 사분위범위, 평균과 표준편차와 같은 기술통계로 제시하였다.

둘째, 진정제 사용 여부에 따른 수면 특성의 차이는 비모수 통계인 Mann-Whitney U test로 분석하였다.

6. 윤리적 고려

본 연구는 동아대학교의 생명윤리위원회(IRB)로부터 승인(No. 2-1040709-AB-N-01-202202- HR-014-02)을 받은 후 시행되었다. 자료 수집을 위해 연구 시작 전 모든 대상자에게 연구목적과 내용을 설명하고 서면 동의를 받았다.

연구대상자 선정 및 동의서 작성 시기부터 연구 종료 시점까지 대상자가 원하는 경우 언제든지 참여에 대한 철회가 가능함을 고지하였다. 또한 WP300 부착 부위에 불편감을 호소하는 경우 연구 지속을 강요하지 않고 즉시 중단할 것이며 대상자가 원할 때는 언제든지 연구 중단이 가능함을 동의서 획득 전 충분히 설명하였다.

관찰 연구의 특성상 대상자의 동의하에 이름, 병원 등록번호를 수집하였으며, 연구자만 접근 가능한 컴퓨터(로그인 패스워드 설정)에 보관하였다. 이후 자료 분석 시에는 소프트웨어 zzzPAT 프로그램에 등록된 대상자 고유번호와 이니셜만으로 구분하였다. 수집된 대상자의 개인적 정보(인구학적 특성)는 병원 등록번호와 함께 코드화하여 컴퓨터에 파일로 저장하였으며, 파일 접근 폴더에 패스워드를 설정하여 연구자 이외의 타인은 접근할 수 없도록 하였다. 모든 수집된 자료는 연구종료 3년 후 지면자료는 파쇄, 컴퓨터 파일 삭제를 통해 모두 폐기처분 할 것이다.

III. 연구결과

1. 대상자의 특성

본 연구의 대상자는 총 10명으로 남성과 여성이 각각 5명이었다. 연령의 중앙값(interquartile range [IQR])은 51.5(13.0)세였으며 체중은 60.2(22.2)kg, 신장은 165.0(13.5)cm이었다. 이들 중 2명은 간이식 공여자였으며 나머지 8명은 간담체 계통의 악성종양 환자들로 전신마취 하에 개복으로 간절제술, 췌십이지장절제술 혹은 췌장절제술을 받았다. 수술시간의 중앙값은 198.0(105.0)분이었다.

모든 대상자들은 복부 수술 직후 Demerol 50mg을 정맥으로 투여받았고 이후 동일 약물을 이용한 자기통증

조절장치로 통증을 조절하였다. 대상자 1~5번까지 5명의 환자들은 집도의를 판단 하에 수술 당일 중환자실에서 진정치료를 받았다. 진정 치료는 Dexmedetomidine 약물을 단독으로 정맥 투여하였으며, 체중에 맞추어 조절하여 주입하면서 Richmond Agitation and Sedation Scale level -1부터 -2 단계 사이의 진정 상태를 유지하였다. 전체 대상자 중 1명을 제외하고 나머지 9명의 대상자들은 수술 후 중환자실 입실 시각으로부터 24시간 이내에 중환자실에서 일반 병실로 이동하였다(Table 1).

2. 대상자의 수면 특성

대상자 10명의 수면 지표와 구조는 다음과 같다. TST

의 Median (IQR)은 399.50(263.80)분이었고, SE는 75.1(30.4)%였다. WASO는 24.8(30.6)%, 빈도는 5.5(8.5)회였다. 전체 수면 중 얇은 수면 단계인 N1과 N2의 비율은 각각 55.8(11.9)%, 18.2(5.2)%였고, 깊은 수면에 해당하는 N3 단계의 비율은 24.8(11.7)%였으며 REM 수면은 114.31(87.88)분이었다(Table 2).

3. 진정제 사용 여부에 따른 대상자의 수면 특성의 차이

진정제 사용 유무에 따른 대상자의 수면 특성의 차이를 분석한 결과 진정제군과 비진정제군 간의 총 TST, SE, WASO 비율과 빈도, REM 수면 시간에 유의한 차

Table 1. General Characteristics of the Study Participants

(N=10)

Characteristics	Category	n	%	Median (IQR)
Sex	Male	5	50.0	-
	Female	5	50.0	
Age (years)	25~44	2	20.0	51.5
	45~64	6	60.0	(13.0)
	65~84	2	20.0	
Body weight (kg)	35~44	2	20.0	60.2
	45~54	2	20.0	(22.2)
	55~64	2	20.0	
	65~74	2	20.0	
	75~84	2	20.0	
Height (cm)	151~160	3	30.0	165.0
	161~170	3	30.0	(13.5)
	171~180	4	40.0	
Medical diagnosis	Hepatopancreatobiliary cancer	8	80.0	-
	Liver donor	2	20.0	
Surgery name	Hepatectomy	6	60.0	-
	Pancreatectomy	4	40.0	
Operation time (min)	<100	1	10.0	198.0
	100~199	4	40.0	(105.0)
	200~299	4	40.0	
	≥300	1	10.0	
Type of anesthesia	General	10	100.0	-
Sedative use in ICU (dexmedetomidine IV)	No	5	50.0	-
	Yes	5	50.0	
ICU length of stay (hrs)	≤24	9	90.0	21.5
	>24	1	10.0	(3.0)

ICU=Intensive care unit; IQR=Interquartile range; IV=Intravenous

Table 2. Sleep Parameters and Sleep Architecture of the Study Participants

(N=10)

ID	TST (min)	SE (%)	WASO		NREM			REM (min)
			(%)	(n)	N1(%)	N2(%)	N3(%)	
1	593	95.9	3.9	0	61.3	17.3	21.3	126.37
2	593	96.5	3.4	0	52.0	18.6	29.3	173.99
3	540	90.3	9.6	4	52.8	22.2	24.9	134.89
4	568	95.6	4.2	1	56.1	13.6	30.2	171.59
5	403	78.5	21.3	4	51.6	19.1	29.1	117.60
6	396	71.6	28.4	7	64.0	24.1	11.8	47.01
7	336	71.6	28.2	8	55.4	19.7	24.8	83.33
8	348	70.1	29.9	14	50.2	17.8	31.9	111.01
9	234	50.5	49.3	9	67.4	14.4	18.1	42.35
10	227	48.9	51.0	10	77.8	5.0	17.1	38.89
Mean±SD	423.80 ±141.80	77.00 ±17.80	23.00 ±17.80	5.70 ±4.69	58.90 ±8.70	17.20 ±5.30	23.90 ±6.60	104.70 ±50.40
Median	399.50	75.10	24.80	5.50	55.80	18.20	24.80	114.31
IQR	263.80	30.40	30.60	8.50	11.90	5.20	11.70	87.88

IQR=Interquartile range; NREM=Non-Rapid Eye Movement; REM=Rapid Eye Movement; SD=Standard deviation; SE=Sleep efficiency; TST=Total sleep time; WASO=Wake after sleep onset.

이가 있었다. 먼저 진정제군의 TST는 568.00(121.50)분으로 비진정제군의 336.00(141.50)분 보다 유의하게 길었다($Z=-2.619$, $p=.008$). 진정제군의 SE는 95.60(11.8)%로 비진정제군의 70.16(21.8)%에 비하여 유의하게 높았다($Z=-2.611$, $p=.008$). WASO 비율은 진정제군에서는 4.20(11.7)%였으나 비진정제군에서는 29.90(21.8)%로 비진정제군에서 유의하게 높았고, WASO 빈도 역시 진정제군 1.00(4.00)회, 비진정제군 9.00(4.50)회로 비진정제군이 유의하게 높았다($Z=-2.627$, $p=.008$).

REM 수면시간의 경우 진정제군이 134.89(50.81)분

으로 비진정제군 47.01(56.55)분에 비하여 유의하게 길었다($Z=-2.617$, $p=.008$). 진정제군과 비진정제군 간의 N1($Z=-1.149$, $p=.310$), N2($Z=-1.147$, $p=.310$), N3($Z=-0.104$, $p=1.000$) 비율 차이는 유의하지 않았다(Table 3).

진정제군과 비진정제군 환자의 개인별 수면 구조 그래프는 Figure 2에 제시되어 있다. 각 그래프의 X축은 시간을 나타내고 Y축은 수면의 깊이를 보여준다. Y축의 가장 상단은 Wake(각성)이고 그 아래로 L sleep(얕은 수면)과 D sleep(깊은 수면)이 표시되어 있다. REM

Table 3. Differences in Sleep Characteristics based on Sedative Administration

(N=10)

Variables	Sedation group	Non-sedation group	Z	p
	Median (IQR)	Median (IQR)		
TST (min)	568 (121.50)	336 (141.50)	-2.619	.008
SE (%)	95.6 (11.8)	70.2 (21.8)	-2.611	.008
WASO (n)	1 (4.0)	9 (4.5)	-2.627	.008
WASO (%)	4.2 (11.7)	29.9 (21.8)	-2.611	.008
REM (min)	134.89 (50.81)	47.01 (56.55)	-2.617	.008
N1 (%)	52.8 (6.9)	64.0 (19.7)	-1.149	.310
N2 (%)	18.6 (5.2)	17.8 (12.1)	-1.147	.310
N3 (%)	29.1 (6.6)	18.1 (13.8)	-.104	1.000

IQR=Interquartile range; REM=Rapid Eye Movement; SE=Sleep efficiency; TST=Total sleep time; WASO=Wake after sleep onset

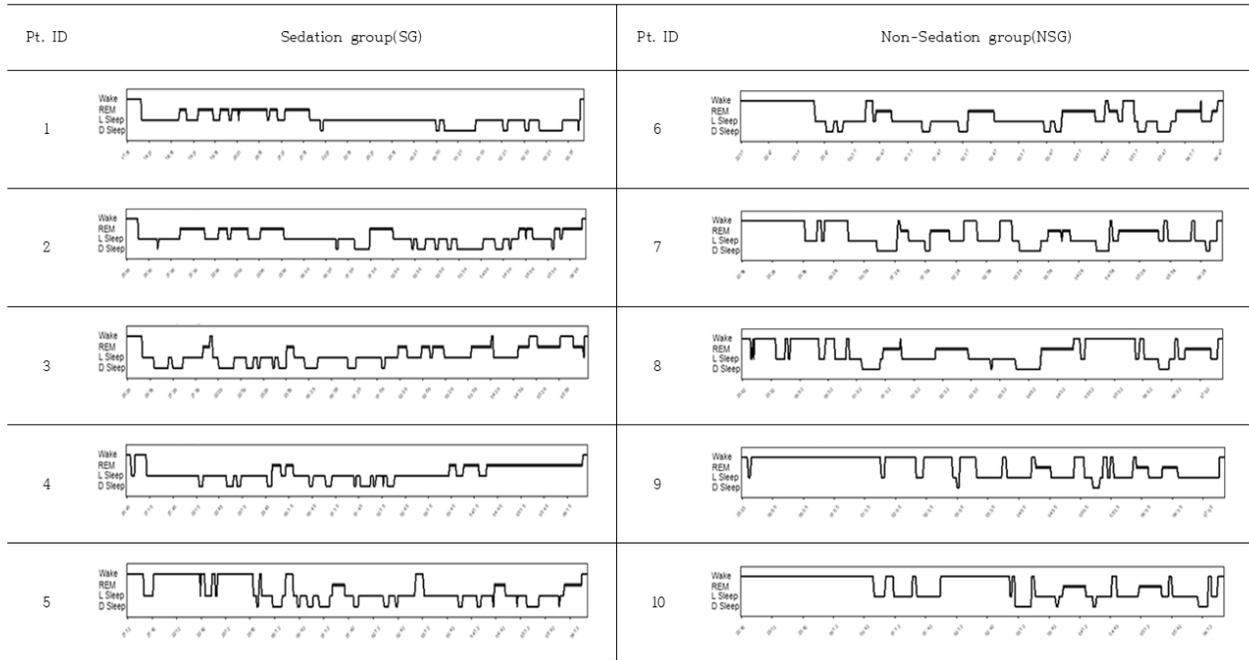


Figure 2. Sleep Architecture of the Participants

수면은 각성과 얇은 수면 사이에 위치하고 굵은 실선으로 강조되어 있다. 진정제군의 수면 그래프들은 깊은 수면을 의미하는 아래쪽 수면 기록이 상대적으로 많은 반면, 비진정제군의 그래프들은 각성을 의미하는 위쪽 수면 기록이 상대적으로 많고 REM 수면의 빈도가 상대적으로 적은 것을 확인할 수 있다.

IV. 논 의

본 연구는 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면 특성을 파악하고자 하는 연구로써 이들의 수면 지표 및 구조를 비침습적이며 객관적인 방법으로 관찰하여 분석 제시하였다. 연구결과를 토대로 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면 특성을 논의하고자 한다.

일반인의 정상 수면은 NREM 수면과 REM 수면으로 나눌 수 있고, NREM 수면은 각성 상태 전환이 쉬운 얇은 수면인 N1에서 더 깊은 수면 단계로 나아가는 N2, N3로 구분된다[27]. 2011년 미국 수면학회에서 제시한 수면 단계에 대한 정의를 살펴보면, N1 수면은 각성이 쉬운 단계로 전체 수면시간의 2~5%, N2 수면은

45~55%, N3 수면은 5~15%를 차지한다. REM 수면은 정상인에서 8시간의 수면시간 중 20~25% 정도를 차지하며, NREM 수면과 REM 수면은 약 90~120분의 주기로 보통 4~5회 정도 반복된다[31]. 본 연구에서 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면은 정상 수면과 차이를 보였다. 대상자 10명의 전체 수면시간은 중 얇은 수면 단계인 N1은 평균 11.9%로 일반인의 정상 수면에 비해 길었으나, 총 수면 시간 중 얇은 수면인 N1과 N2 수면이 약 75.0%, 깊은 수면이 약 25.0% 정도로 전체 수면 구조에서 NREM 수면과 REM의 비율은 일반적인 수면과 유사한 결과를 보였다.

대개 중환자실 환자들은 통증과 불안 등으로 인한 수면 부족, 기계 소음이나 밝은 조명과 같은 환경적인 요인으로 발생하는 수면 방해 등으로 인해 흔히 비정상적인 수면 구조를 보인다[17,32]. 급성기의 중환자실 환자의 경우, GABA성 신경세포와 콜린성 신경 활성 감소, 도파민 전달 증가 등으로 인해 수면-각성 주기의 불균형을 보이며, 지속적으로 밝은 조명에 노출됨으로써 멜라토닌과 같은 호르몬 분비에 이상이 생긴다고 하였다[9]. Pandharipande와 Ely [2]는 건강한 성인에서 mirtazapine, noradrenaline, serotonin 등이 수면 효율성을 향상시키는데 영향을 주고, 수면 중 각성을 감소시

키는 것으로 보고하였으며, NREM 1단계 수면 감소, REM 수면에는 유의미한 영향이 없었다고 보고하였다. 그러나 이러한 생체 호르몬 분비는 전신마취, 수술, 통증 등에 영향을 받을 수 있어 수술 후 수면에 미치는 영향에 대해 정확한 관계를 규명하기는 어렵다. 본 연구대상자의 수면 구조 그래프를 살펴보면 수술 후 환자는 NREM 수면에서 REM 수면에 이르는 과정에서 각성이 일어나 분절된 수면을 보임으로써 수술 후 불안정한 수면 양상이 정상인의 수면 구조와 차이를 보였다. 앞서 살펴본 바와 같이 이는 단순히 개별적 요인에 의한 결과가 아니며, 수술 후 환자의 심리적, 신체적 변화 상태 및 그에 따른 호르몬 분비의 변화, 수술 전후 합병증 유무, 마취 유형, 외과적 외상의 심각성, 통증 민감도 증가, 환경적 스트레스 등 다양한 요인이 복합적으로 관련되어 있다고 보여진다.

호주 Royal North Shore Hospital에서 수면다원 검사를 통한 중환자실 환자의 수면을 관찰한 결과, N1 수면이 약 20%, N2 수면은 약 70%였고, 깊은 수면과 REM 수면은 5% 미만으로 상실되어, 얇은 수면단계인 N1과 N2 수면이 약 90%를 차지하였음이 보고된 바 있다. 또한 짧은 수면시간 동안 잦은 각성을 뚜렷하게 보여 건강한 성인에 비해 수면의 질이 좋지 않음을 보여주었다[33]. 특히 수술은 대부분 환자에서 심각한 통증을 유발하고, 염증 반응을 증가시킴으로써 수면장애를 일으키는 주요 요인으로 알려져 있으며[7], 선행연구에서 주요 수술 후 대부분 환자는 N3의 깊은 수면과 REM 수면이 없거나 뚜렷하게 감소하였고, 수술 전날 밤에 비교하여 유의하게 감소하였음이 보고되었다[4,5]. 수술 전후 수면 특성을 평가하기 위해 주관적 방법(St Mary's Hospital Sleep Questionnaire [SMHSQ]) 및 객관적 방법(WatchPAT)을 사용한 In 등[34]의 연구에서 전신마취를 받은 수술 환자들이 다른 유형의 마취를 받은 환자에 비해 수면 단편화가 적게 발생했으며, 수술 후 총 밤 수면시간에는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 환자가 보고한 주관적 측정 결과로써 수면시간이 감소했다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 대상자 10명의 수면 구조 중 얇은수면 단계인 N1은 $58.9 \pm 8.7\%$ 로 전체 수면 중 높은 비율을 보였으며, REM 수면은 $23.9 \pm 6.6\%$ 로 정상 수면과 유사한 비율을 보였다. 이는 전체 대상자의 수면에 진정제를 사용한 군과 진정제를 사용하지 않는 군을 모두 포함하여 평균 비율을 확

인했기 때문인 것으로 생각된다. 실제 비진정제군의 수면 구조를 확인한 결과 N1 수면이 전체 수면의 64.0%, N2 수면은 17.8%를 차지하여 얇은 수면이 총 약 80%를 보임으로써 선행연구와 유사한 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 다양한 선행 연구에서 수술 후 REM 수면의 감소 또는 상실을 보여주었고[35,36], 낮 시간 동안 현저하게 REM 수면이 증가했음을 보고하였으나[10], 선행연구 결과에 반해 본 연구에서는 진정제를 사용하지 않은 군에서도 REM 수면이 18.0%로 비교적 길게 나타났는데, 이는 수술 후 환자 상태, 당시 중환자실 환경 등 다양한 요인에 의한 영향일 것으로 생각된다. 수술 직후 모든 대상자에게 정맥투여된 Demerol 50mg은 초기 진통을 완화시켜주는 역할을 했으며, 대부분의 대상자는 수술 후 중환자실 입원기간 동안 안정적인 생체 징후를 보였다. 특히 중환자실 환경, 환자의 정신 상태와 같은 요인도 수술 후 수면의 질에 영향을 미치며, 수술 전 불안이나 우울증을 겪는 환자들은 수술 후 나쁜 수면을 경험할 가능성이 더 높으나[37], 본 연구 대상자는 수술 전 우울증, 수면장애에 대한 진단 및 치료 이력이 없어(제외기준) 진정제를 사용하지 않는 환자군에서도 수술 직후 회복과정에 안정적인 심리적 상태를 통해 수면에 도움이 되었을 것으로 생각된다.

Chen 등[20]의 연구에서 Sufentanil 단독 주입군(대조군)과 Sufentanil with Dexmedetomidine 주입군(실험군) 간의 수술 후 진통 및 수면을 비교 분석한 결과, 초기 48시간 동안 Dexmedetomidine을 보조적으로 함께 주입한 군(실험군)에서 더 효과적인 진통 효과 및 Sufentanil 보존 효과가 있음이 확인되었고, 수면 구조에서 1단계 수면이 감소되고, 2단계 수면이 늘어나 수술 후 수면의 질이 개선되었다고 하였다. Nelson 등[27]은 Dexmedetomidine은 진정, 진통에 모두 효과가 있는 선택적 α_2 아드레날린 수용체 작용제로써 다른 진정제와 달리 내인성 수면 촉진 경로를 통해 진정 효과를 발휘하고 진정 상태에서 N2 수면과 유사 상태를 유발한다고 하였다. 또한 중환자실에서 야간 시간 동안 Dexmedetomidine 주입은 가벼운 진정 효과를 보이며, 수면 효율 2단계를 증가시켜 수면의 질을 향상시킬 수 있다고 보고하였다[38]. 그러나 본 연구에서 진정제를 투여한 군과 그렇지 않은 군에서 각각 N1 52.8%, 64.0%, N2 18.6%, 17.8%로 수면 구조 중 얇은 수면 단계에서 유의한 차이를 보이지 않았고, N3는 각각 29.1%,

18.1%로 깊은 수면 단계에서 차이를 보였다. REM 수면에서는 진정군이 134.89분, 비진정군이 47.01분으로 유의한 시간차를 보여 진정제를 사용한 군에서 수면의 질이 개선되었음을 확인할 수 있었다.

또한 Oto 등[39]의 연구결과 Dexmedetomidine의 야간 주입은 REM 수면을 박탈하여 수면 구조를 방해함으로써 심각한 수면장애를 유발한다고 하였으며, O'Gara 등[40]의 체계적 문헌고찰에 따르면 Dexmedetomidine을 사용한 환자는 위약 그룹에 비해 수면 효율이 향상되고 각성 지수가 감소되었으며, NREM 수면의 각 단계 지속 시간에 변화가 있었지만 총 수면 시간이나 REM 수면에서는 유의한 차이가 관찰되지 않았다. 그러나 본 연구에서 진정제를 사용한 군에서 REM 수면이 유의하게 증가되어 선행연구와 다소 차이를 보였다.

본 연구는 수술 후 중환자실에 입실한 환자의 수면 지표와 구조를 관찰하여 수면 특성을 파악하고자 하였다. 중환자실에서 복부 수술 직후 환자의 수면 개선을 위해서는 우선적으로 환자의 수면 특성을 정확하게 분석하는 것이 중요하며, 이는 수면의 질을 높이기 위한 다각적 측면의 수면 중재를 개발하는데 유용한 기초 자료가 될 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 복부 수술 직후 중환자실에 입원한 환자의 수면 특성을 파악한 결과, 이들의 수면은 정상 수면과 유의한 차이가 있었다. 또한 진정제를 사용한 그룹에서 증가된 총 수면시간, 감소된 각성 시간 및 각성 횟수, 높은 수면 효율을 보였다. 이에 적절한 진정제 투여 중재가 복부 수술 직후 수면의 질을 개선하는 데에 도움이 되었음을 확인할 수 있었다. 복부 수술 직후 중환자실 입원 환자들의 수면을 향상시키기 위해서는, 먼저 이들의 수면 지표와 수면 구조를 정확하게 측정하여 수면 특성에 따른 적절한 중재 전략의 마련이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 본 연구는 복부 수술 후 중환자실에 입실한 환자의 수면의 특성(총 수면 시간, 수면 단계, 수면 효율, 입면 후 각성)을 단일 진정제를 사용한 환자군과 그렇지 않은 환자군에 대해 비교 관찰한 연구로써, 진정제 사용과 수술 후 수면구조의

연관성을 단편적으로 분석하여, 인과관계를 확립하는데 한계가 있다. 또한 수면에 영향을 미치는 중환자실의 환경을 포함한 모든 혼란 요인을 통제할 수 없었으며, 수술 후 중환자실에 입실한 환자라는 특정 집단에서 수행된 관찰 연구로써 결과를 일반화하는데 한계가 있다. 본 연구를 토대로 다음과 같이 제언하고자 한다. 첫째, 대상자 규모를 확대하여 수술 후 중환자실 환자의 수면 특성을 파악하는 반복 연구를 제안한다. 둘째, 중환자실에서 사용되는 다양한 진정제의 효과에 대해 수면 특성과의 관련성을 좀 더 면밀하게 파악해 볼 필요가 있다. 셋째, 복부 수술 직후 중환자실에서 사용되는 다양한 수면 중재에 따른 대상자의 수면 특성에 대한 효과를 확인하기 위한 전향적 연구를 수행할 것을 제안한다.

Conflict of interest

Jiyeon Kang has been the auditor of the Korean Society of Critical Care Nursing since February 2024. She was not involved in the review process. Otherwise, no potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Funding

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2022R1A2C1011917).

ORCID

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

Kang, Jeonghee : <https://orcid.org/0009-0007-4089-8598>

REFERENCES

- Romagnoli S, Villa G, Fontanarosa L, Tofani L, Pinelli F, De Gaudio AR, et al. Sleep duration and architecture in non-intubated intensive care unit patients: an observational study. *Sleep Medicine*. 2020;70:79-87. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2019.11.1265>
- Pandharipande P, Ely EW. Sedative and analgesic medications: risk factors for delirium and sleep disturbances in the critically ill. *Critical Care Clinics*.

- 2006;22(2):313-27,
<https://doi.org/10.1016/j.ccc.2006.02.010>
3. Slaven JE, Andrew ME, Violanti JM, Burchfiel CM, Mnatsakanova A, Vila BJ. Dimensional analysis of actigraphic derived sleep data. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences*. 2008;12(2):153-61.
 4. Rosenberg J. Sleep disturbances after non-cardiac surgery. *Sleep Medicine Reviews*. 2001;5(2):129-37.
<https://doi.org/10.1053/smr.2000.0121>
 5. Gögenur I, Wildschütz G, Rosenberg J. Circadian distribution of sleep phases after major abdominal surgery. *British Journal of Anaesthesia*. 2008;100(1):45-9.
<https://doi.org/10.1093/bja/aem340>
 6. Onen SH, Onen F, Courpron P, Dubray C. How pain and analgesics disturb sleep. *The Clinical Journal of Pain*. 2005;21(5):422-31.
<https://doi.org/10.1097/01.ajp.0000129757.31856.f7>
 7. Krenk L, Jennum P, Kehlet H. Sleep disturbances after fast-track hip and knee arthroplasty. *British Journal of Anaesthesia*. 2012;109(5):769-75.
<https://doi.org/10.1093/bja/aes252>
 8. Kamdar BB, Martin JL, Needham DM, Ong MK. Promoting Sleep to Improve Delirium in the ICU. *Critical Care Medicine*. 2016;44(12):2290-1.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001982>
 9. 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.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2020.549908>
 10. Gögenur I, Bisgaard T, Burgdorf S, van Someren E, Rosenberg J. Disturbances in the circadian pattern of activity and sleep after laparoscopic versus open abdominal surgery. *Surgical Endoscopy*. 2009;23(5):1026-31.
<https://doi.org/10.1007/s00464-008-0112-9>
 11. Ghorbani A, Hajizadeh F, Sheykhi MR, Mohammad Poor asl A. The effects of deep-breathing exercises on postoperative sleep duration and quality in patients undergoing coronary artery bypass graft (CABG): a randomized clinical trial. *Journal of Caring Sciences*. 2018;8(4):219-24.
<https://doi.org/10.15171/jcs.2019.031>
 12. Su X, Wang DX. Improve postoperative sleep: what can we do? *Current Opinion in Anesthesiology*. 2018;31(1):83-8.
<https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000538>
 13. Dolan R, Huh J, Tiwari N, Sproat T, Camilleri-Brennan J. A prospective analysis of sleep deprivation and disturbance in surgical patients. *Annals of Medicine and Surgery*. 2016;6:1-5.
<https://doi.org/10.1016/j.amsu.2015.12.046>
 14. Garcia-Miguel FJ, Serrano-Aguilar PG, Lipez-Bastida J. Preoperative assessment. *The Lancet*. 2003;362(9397):1749-57.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)14857-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14857-X)
 15. Dianatkah M, Ghaeli P, Hajhossein Talasaz A, Karimi A, Salehiomran A, Bina P. et al. Evaluating the potential effect of melatonin on the post-cardiac surgery sleep disorder. *Journal of Tehran University Heart Center*. 2015;10(3):122-8.
 16. Naiman R. Dreamless: the silent epidemic of REM sleep loss. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2017;1406(1):77-85.
<https://doi.org/10.1111/nyas.13447>
 17. Altman MT, Knauert MP, Pisani MA. Sleep disturbance after hospitalization and critical illness: A systematic review. *Annals of the American Thoracic Society*. 2017;14(9):1457-68.
<https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201702-148SR>
 18. Mo Y, Zimmermann AE. Role of dexmedetomidine for the prevention and treatment of delirium in intensive care unit patients. *Annals of Pharmacotherapy*. 2013;47(6):869-76.
<https://doi.org/10.1345/aph.1AR708>
 19. Reardon DP, Anger KE, Adams CD, Szumita PM. Role of dexmedetomidine in adults in the intensive care unit: an update. *American Journal of Health-System Pharmacy*. 2013;70(9):767-77.
<https://doi.org/10.2146/ajhp120211>
 20. Chen Z, Tang R, Zhang R, Jiang Y, Liu Y. Effects of dexmedetomidine administered for postoperative analgesia on sleep quality in patients undergoing abdominal hysterectomy. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2017;36:118-22.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.10.022>
 21. Weerink MAS, Struys MMRF, Hannivoort LN, Barends CRM, Absalom AR, Colin P. Clinical pharmacokinetics and pharmacodynamics of dexmedetomidine. *Clinical Pharmacokinetics*. 2017;56(8):893-913.
<https://doi.org/10.1007/s40262-017-0507-7>
 22. Koh CK. Perception of sleep among patients at intensive care units and its related factors. *Clinical Nursing Research*. 2007;13(2):149-58.
 23. Jang JI, Park EH. The experiences of patients in intensive care units (ICU). *Korea Society for Wellness*.

- 2020;15(3):135-44.
<https://doi.org/10.21097/ksw.2020.08.15.3.135>
24. Kang JY, Kwon YB. Actigraphy-based assessment of sleep parameters in intensive care unit patients receiving respiratory support therapy. *Journal of Korean Critical Care Nursing*. 2022;15(3):115-27.
<https://doi.org/10.34250/jkccn.2022.15.3.115>
 25. Park J. Sleep in intensive care unit patients. *Journal of Sleep Medicine*. 2021;18(2):66-71.
<https://doi.org/10.13078/jsm.210016>
 26. Kim JW. Quantitative analysis of actigraphy in sleep research. *Sleep Medicine and Psychophysiology*. 2016;23(1):10-5.
<https://doi.org/10.14401/KASMED.2016.23.1.10>
 27. Nelson LE, Lu J, Guo T, Saper CB, Franks NP, Maze M. The alpha2-adrenoceptor agonist dexmedetomidine converges on an endogenous sleep-promoting pathway to exert its sedative effects. *Anesthesiology*. 2003;98(2):428-36.
<https://doi.org/10.1097/00000542-200302000-00024>
 28. Zhang Z, Sowho M, Otvos T, Sperandio LS, East J, Sgambati F, et al. A comparison of automated and manual sleep staging and respiratory event recognition in a portable sleep diagnostic device with in-lab sleep study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2020;16(4):563-73.
<https://doi.org/10.5664/jcsm.8278>
 29. Hedner J, White DP, Malhotra A, Herscovici S, Pittman SD, Zou D, et al. Sleep staging based on autonomic signals: a multi-center validation study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*. 2011;7(3):301-6.
<https://doi.org/10.5664/JCSM.1078>
 30. Bresler M, Sheffy K, Pillar G, Preiszler M, Herscovici S. Differentiating between light and deep sleep stages using an ambulatory device based on peripheral arterial tonometry. *Physiological Measurement*. 2008;29(5):571-84.
<https://doi.org/10.1088/0967-3334/29/5/004>
 31. Carskadon MA, Dement WC. Normal human sleep: An overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 5th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2011. p. 16-26.
 32. Orwelius L, Nordlund A, Nordlund P, Edéll-Gustafsson U, Sjöberg F. Prevalence of sleep disturbances and long-term reduced health-related quality of life after critical care: a prospective multicenter cohort study. *Critical Care*. 2008;12(4):R97.
<https://doi.org/10.1186/cc6973>
 33. 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.
<https://doi.org/10.1186/cc12565>
 34. In J, Lim E, Kinjo S. Assessment of perioperative sleep characteristics using subjective and objective methods: A secondary analysis of prospective cohort study. *Sleep Disorders*. 2023;2023:9633764.
<https://doi.org/10.1155/2023/9633764>
 35. Elliott R, McKinley S, Cistulli P. The quality and duration of sleep in the intensive care setting: an integrative review. *International Journal of Nursing Studies*. 2011;48(3):384-400.
<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2010.11.006>
 36. Chung F, Liao P, Yegneswaran B, Shapiro CM, Kang W. Postoperative changes in sleep-disordered breathing and sleep architecture in patients with obstructive sleep apnea. *Anesthesiology*. 2014;120(2):287-98.
<https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000040>
 37. Lin D, Huang X, Sun Y, Wei C, Wu A. Perioperative sleep disorder: A review. *Frontiers in Medicine*. 2021;8:640416.
<http://doi.org/10.3389/fmed.2021.640416>
 38. 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(4):801-7.
<https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000361>
 39. Oto J, Yamamoto K, Koike S, Onodera M, Imanaka H, Nishimura M. Sleep quality of mechanically ventilated patients sedated with dexmedetomidine. *Intensive Care Medicine*. 2012;38(12):1982-9.
<https://doi.org/10.1007/s00134-012-2685-y>
 40. O'Gara BP, Gao L, Marcantonio ER, Subramaniam B. Sleep, pain, and cognition: modifiable targets for optimal perioperative brain health. *Anesthesiology*. 2021;135(6):1132-52.
<https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000004046>