ORIGINAL ARTICLE

Child Health Nurs Res, Vol.26, No.2, April 2020: 296-308
https://doi.org/10.4094/chnr.2020.26.2.296

ISSN(Print) 2287-9110
ISSN(Online) 2287-9129

CHNR

신생아집중치료실 내 인큐베이터 간호를 받는 미숙아가 경험하는 소음 수준 및 빈도

주소현[1], 김태임[2]

[1]충남대학교병원 간호사, [2]대전대학교 간호학과 교수

Noise Level and Frequency Experienced by Premature Infants Receiving Incubator Care in the Neonatal Intensive Care Unit

So Hyun Joo[1], Tae Im Kim[2]

[1]Registered Nurse, Chungnam National University Hospital, Daejeon; [2]Professor, Department of Nursing, Daejeon University, Daejeon, Korea

Purpose: The purpose of this study was to identify the noise level and frequency experienced by premature infants receiving incubator care in the neonatal intensive care unit (NICU). **Methods:** The participants were 20 premature infants receiving incubator care in the NICU of a university hospital in Daejeon Metropolitan city. The noise level was measured using a professional sound-level meter (ET-958, FLUS, Shenzhen, China) based on a noise classification table developed by the author. The data were analyzed with descriptive statistics, the t-test, analysis of variance, and Pearson correlation coefficients using SPSS for Windows version 22.0. **Results:** The average noise level experienced by premature infants receiving incubator care in the NICU was 51.25 dB (range: 45.0~81.7 dB). The frequency of noises was highest for factors related to nursing activities (40.3%), followed by human factors (29.1%), machine alarm sounds (20.1%), incubator operation (6.6%), and internal environmental factors (3.9%). **Conclusion:** According to the above results, the noise level experienced by premature infants receiving incubator care in the NICU exceeded the recommendations of the American Academy of Pediatrics. Therefore, it is necessary to develop an interventional program to reduce noise in the NICU, and to conduct follow-up studies to verify its effectiveness.

Key words: Noises; Neonatal intensive care units (NICU); Premature infant

Corresponding author **Tae Im Kim**
https://orcid.org/0000-0002-2603-4597

Department of Nursing, Daejeon University,
62 Daehak-ro, Dong-gu, Daejeon 34520, Korea

TEL +82-42-280-2654 **FAX** +82-42-280-2785
E-MAIL ktim56@dju.kr

*이 논문은 주소현의 대전대학교 석사학위논문의 일부를 수정 및 축약하여 작성한 것임.

*This article was adapted from a thesis by So Hyun Joo in partial fulfillment of the requirements for the master's degree at Daejeon University.

Key words 소음, 신생아집중치료실, 미숙아

Received Mar 18, 2020 **Revised** Mar 30, 2020 **Accepted** Apr 2, 2020

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.

서 론

1. 연구의 필요성

최근 우리나라는 합계 출산율은 감소하는 반면, 초혼 연령 상승으로 인한 고령산모의 증가 및 보조 생식술의 발전으로 미숙아 출생률이 증가하고 있다. 우리나라 합계 출산율은 2018년 0.98명으로 전년도 1.05명보다 감소하였다. 그러나 37주 미만의 미숙아 구성비는 2018년 7.8%로 전년 대비 0.2% 증가하였고, 2008년 이후 지속적으로 증가 추세를 보이고 있다[1]. 미숙아는 생리적 미성숙으로 대부분 신생아집중치료실(neonatal intensive care unit, NICU)에 입원하여 장기간의 의학적 관리를 받게 된다. 특히 의학 및 신생아

Copyright © 2020 Korean Academy of Child Health Nursing

집중치료 기술의 발달은 미숙아의 사망률을 감소시킨 반면, NICU 입원기간의 연장 및 성장과정에서 성장장애, 신경학적 합병증 발생 등을 증가시키고 있어[2-4] 이러한 부정적 영향을 최소화하기 위한 적극적인 노력이 절실히 요구되고 있다.

NICU 환경은 어머니의 자궁 내와는 매우 다른 환경으로 생리적으로 미성숙한 미숙아는 이곳에서 과도한 소음과 빛, 통증 경험 그리고 과도한 취급 등과 같은 다양한 스트레스원에 노출된다. 이러한 스트레스원은 발달이 진행 중인 미숙아의 뇌 구조와 기능에 부정적인 영향을 미치고, 그 결과 성장과정에서 신경운동장애, 발달지연 등 다양한 신경계 합병증을 초래하는 원인이 되고 있다[2,3,5,6]. 이중에서도 소음은 미숙아의 생리적 안정에 부정적 영향을 미치는 자극으로 NICU 환경에서 미숙아가 가장 먼저, 그리고 가장 많이 노출되는 유해한 자극원이다[2,5].

내이의 구조는 재태기간 15주부터 존재하고, 재태기간 25~29주에 태아의 청각 시스템이 작동하기 시작하므로 이 시기 이후에 출생한 미숙아는 주변의 소음에 반응할 수 있는 능력이 있다. 또한 재태기간 30~32주의 미숙아는 주변 환경의 단순한 음악이나 소리를 들을 수 있으며, 재태기간 34~35주 태어난 미숙아는 변연계에서 청각기억으로 저장되는 어조, 음악 및 기분의 다양한 감정적 특성까지도 구분할 수 있다[7]. 이러한 미숙아가 소음에 지속적으로 노출되는 경우 무호흡, 서맥, 혈압의 변동, 산소포화도의 변화, 신경·내분비계 및 면역체계에 영향을 미칠 뿐만 아니라 청각장애, 언어발달 지연, 뇌실 내 출혈 등이 나타나는 것으로 보고되고 있다[3,8,9]. 또한 미숙아는 청각중추의 발달이 진행 중이기 때문에 고주파에 지속적으로 노출되는 경우 정상적인 청력발달을 기대할 수 없으며, 뇌의 청각중추는 언어중추와 인접해 있기 때문에 언어발달 지연, 주의력 결핍 등과 같은 장애를 초래할 수 있다[2,3]. 더욱이 미숙아가 고강도의 소음에 지속적으로 노출되는 경우 생리적 안정에도 영향을 미쳐 자율신경계 안정과 자기조절능력에 부정적 영향을 미치게 된다[5,10]. 미숙아의 생리적 안정이 행동 및 상태조직, 주의집중과 상호작용 및 자기조절 발달에 미치는 영향을 고려해 볼 때[11], NICU 환경의 소음을 조절하기 위한 전략이 절실히 필요하다.

선행 연구 보고에서 NICU의 주요 소음원은 아기 울음소리, 의료기구와 장비, 경보음, 인터콤 소리, 그리고 의료인의 대화소리 등으로 알려져 있으며[12,13], 이 중에서도 의료인의 대화소리는 NICU의 소음 수준과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다[14,15]. 미국 소아과학회(American Academy of Pediatrics, AAP)에서는 큰 소음은 미숙아의 성장과 발달에 부정적 영향을 미치므로 NICU의 전반적 소음 수준을 45dB 미만으로 유지할 것을 권고하였다[16]. 그러나 대부분의 NICU 소음은 45dB보다 훨씬 높은 것으로 보고되고 있어[14,17] 이에 대한 대책 마련이 시급한 실정이다.

NICU 내 소음에 대한 국외 선행 연구를 살펴보면, NICU의 소음 수준을 측정한 연구[2,4,9,15,17-19], 소음이 미숙아에게 미치는 영향[8,10,20,21] 및 소음 감소를 위한 중재효과 검증[12-14,22,23] 등 다각적인 연구가 진행되고 있다. 그러나 국내의 경우 NICU의 소음 원인과 소음 수준 및 NICU 소음이 미숙아의 생리적 반응과 행동상태에 미치는 영향에 대한 연구 보고[20], NICU 소음에 대한 간호사의 인식 및 수행 정도에 대한 연구 보고[24]만 있을 뿐 실제 NICU 내 인큐베이터 간호를 받는 미숙아가 경험하는 소음과 관련된 연구 보고는 매우 미흡한 실정이다.

인큐베이터는 외부의 공기를 여과하고 감염으로부터 미숙아를 보호하며, 온도와 습도를 조절하여 미숙아의 생리적 요구에 적절한 환경을 제공해주기 때문에 재태기간이 짧거나 생리적으로 미숙한 미숙아는 대부분 인큐베이터 간호를 제공 받는다[25]. 인큐베이터 외부에서 발생하는 소음은 인큐베이터 내부로 전달될 때 인큐베이터의 소리 완충효과에 의해 외부에 비해 낮은 수준으로 전달되지만[4,25] 인큐베이터와 관련하여 발생하는 소음은 미숙아에게 직접 전달되므로 각별한 주의가 필요하다[4,25]. 국외 선행 연구[17,25]에 의하면 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 수준이 AAP [16]의 권고 수준보다 높은 것으로 보고되고 있다. 또한 재태기간이 낮은 미숙아일수록 더 많은 처치와 소음에 노출되고, 인큐베이터 간호를 제공받는 기간이 증가됨을 고려해 볼 때[25] 국내 미숙아의 건강과 삶의 질을 제고하기 위해 이들이 인큐베이터 내에서 경험하는 소음 현황을 확인할 필요가 있다.

이에 본 연구는 NICU의 소음원에 따른 NICU 내 인큐베이터 간호를 받는 미숙아가 경험하는 소음 수준 및 빈도를 파악함으로써 향후 미숙아의 생리적 안정과 성장발달을 지지할 수 있는 소음 중재 프로그램 개발을 위한 기초를 마련하고자 시도하였다.

2. 연구 목적

본 연구는 NICU 내 인큐베이터 간호를 받는 미숙아가 NICU의 소음원에 따라 경험하는 소음 수준 및 빈도를 파악하기 위한 연구로써 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

- 대상자의 일반적인 특성을 파악한다.
- NICU의 인적, 물리적 환경 특성을 파악한다.
- 대상자가 NICU의 소음원에 따라 경험하는 소음 수준, 소음 빈도를 확인한다.
- 대상자가 NICU의 인적, 물리적 환경 특성에 따라 경험하는 소음 수준 및 소음 빈도의 차이를 파악한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 NICU 내 인큐베이터 간호를 받는 미숙아가 경험하는 소음의 수준 및 빈도를 파악하기 위한 서술적 조사연구이다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상자는 대전광역시 소재 일 대학병원의 NICU에 입원하여 인큐베이터 간호를 받고 있는 미숙아(재태기간 37주 미만 또는 몸무게 2,500g 미만) 중 출생 후 응급상황에서 벗어나 회복기에 있고, 특이한 병적 소견(신생아가사, 경련, 호흡장애, 패혈증, 수유장애 및 선천성 기형)이 없으며, 부모가 본 연구 참여를 수락하고 서면동의한 준 NICU에 있는 미숙아 20명 전수를 대상으로 자료를 수집하였다.

3. 연구 도구

1) 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 성별, 재태기간, 출생 시 체중, 입원기간, 1분 아프가 점수, 5분 아프가 점수, 산소요법 적용 여부로 조사하였다.

2) 신생아집중치료실의 인적, 물리적 환경 특성

NICU의 인적, 물리적 환경 특성은 선행 연구[12,13,17,22,25]에서 NICU의 인큐베이터 내 미숙아의 소음 수준에 영향을 주는 요소로 보고된 환자 수, 의료인 수, 방문객 수, 모니터 수, 호흡기 수, 수액펌프 수, 간호사 스테이션과의 거리를 조사하였다.

3) 소음 측정기

소음 수준은 소음 측정기(ET-958, FLUS, Shenzhen, China)를 사용하여 측정하였다. ET-958 소음 측정기는 정확도±1.5dB, 초당 2회, 30~130dB까지 측정 가능한 기기이다. A-가중치 데시벨(A-weighted decibel)은 사람의 귀로 들을 수 있는 음의 크기를 주파수에 대한 가중치 필터를 적용하여 상대적 단위(dB)로 나타낸 값으로, 본 연구에서는 A-가중치 데시벨로 측정하였다.

4) 소음 원인 분류표

본 연구자는 NICU의 소음 원인과 소음 수준을 구체적으로 기록한 예비조사 결과와 선행 연구[20] 및 본 자료 수집 병원의 특성을 고려하여 NICU에서 소음을 유발하는 원인을 분류하는 소음 원인 분류표를 개발하였다.

소음 원인 분류표는 소음 유발 원인에 따라 인적 요인, 기계알람 요인, 인큐베이터 작동 관련 요인, 간호활동 관련 요인, 내부 환경 요인 등 총 5개 요인으로 분류되어 있으며, 각 요인은 구체적인 소음 유발원인에 따라 각각 하부 요인으로 구성되어 있다. 즉, 인적 요인의 경우 의료진 요인, 방문객 관련 요인 및 다른 아기 울음소리로 구성되어 있으며, 기계알람 요인은 호흡기 알람, 모니터 알람, 수액펌프 알람, 인큐베이터 알람으로 구성되어 있다. 인큐베이터 작동 관련 요인에는 문 여닫기, 두드리기, 물 보충 시의 소음으로 구성되어 있으며, 간호활동 관련 요인은 직접간호활동 관련 요인 및 기타로 구분되어 있다. 내부 환경 요인에는 전화벨 소리와 인터콤 소리가 포함되어 있다. 소음 원인 분류표는 아동간호학 교수 1인, 소아과 전문의 1인, 수간호사 1인 및 경력 5년 이상의 NICU 간호사 2인에게 의뢰하여 분류 및 내용의 적절성에 대한 타당도를 확인한 뒤 본 조사에 사용하였다. 소음 원인 분류표의 분류 및 내용의 적절성에 대한 타당도 content validity index (CVI)는 각각 .94, .97이었다.

4. 자료 수집 방법

1) 예비조사

소음 원인과 수준을 구체적으로 확인하기 위해 2017년 9월 1일~15일까지 5명을 대상으로 예비조사를 실시하였다. 의료인의 대화소리는 미숙아에게 가장 큰 불편감을 제공하며, NICU의 소음 수준과 밀접한 관련이 있다는 선행 연구[14,15] 보고에 근거하여 NICU에서 간호활동이 가장 활발하고 병동 내에 의료진 수가 많은 시간인 인계시간을 포함하여 각각 교대 근무별 2시간씩 소음 측정기와 기록지를 이용하여 지속적으로 소음 수준을 측정하였고, 소음 원인도 함께 구체적으로 기록하였다. 수집된 자료는 소음을 유발한 직접적인 원인에 따라 분류하여 소음 원인 분류표를 만들었다. 소음 기록 시 AAP [16]에서 권고한 NICU 소음 기준인 45dB 미만의 소음은 자료에서 제외하였다. 또한 동시에 발생하는 소음의 경우 가장 큰 소음을 주된 소음원으로 분류하기 위해 분류표에 따른 각 소음원의 강도를 각 3회 측정하여 평균값을 기록한 후 이를 근거로 동시 발생하는 소음에서 가장 큰 소음을 분류함으로써 연구자의 주관이 개입되는 것을 최소화하였다.

2) 본 조사

자료 수집은 2018년 9월 11일부터 2018년 11월 4일까지의 기간 동안 대전광역시 소재 대학병원 NICU에서 수집하였다. 연구 대상

자 선정기준에 부합된 대상자를 임의표출법에 의해 선택한 후 대상자의 보호자에게 연구의 목적과 취지를 설명하고 연구 참여에 대한 서면동의를 받은 후 자료 수집하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 전자의무기록을 통해 수집하였으며, NICU의 인적, 물리적 환경 특성은 소음 측정 시 연구자가 함께 조사하여 기록하였다. NICU의 인적, 물리적 환경 특성 중 의료인 수, 방문객 수는 소음 측정 시점에서 가장 많은 인원수를 기록하였다.

선행 연구에서 대상자의 소음 측정거리는 대상자의 귀 옆 10~30 cm 이내[4,20,25], 인큐베이터 옆[26] 등으로 다양하였다. 본 연구에서는 인큐베이터의 크기와 대상자의 움직임을 방해하지 않는 범위를 고려하였고, 해당 병원의 환자 주변 허용 범위에 따라 소음 측정기의 마이크가 대상자의 귀 주위 20 cm 이내에 위치하도록 설치하고, 병동 내 소음이 발생하였을 때 소음 측정기에 나타나는 수치를 dB (A) 단위로 측정하였다. 연구자는 간호활동에 방해가 되지 않도록 연구 대상자의 침상 옆에 앉아 인계시간을 포함한 교대 근무별 2시간씩(7~9시, 15~17시, 22시 30분~00시 30분) 자료를 수집하였다. 관찰의 신뢰성을 높이기 위해 관찰 시간 동안 관찰자 1인이 계속 측정하였다. 또한 측정이 진행되는 시간 동안 대상자 옆에 카메라를 설치하여 소음 측정기에 표시되는 dB와 소음을 함께 촬영·녹음하여 관찰로 인해 누락될 수 있는 부분을 최소화하고자 노력하였다. 소음 측정기로 인한 대상자 간 감염전파를 예방하기 위해 해당 병원의 감염관리실의 권고에 따라 측정 전 기기를 알코올 소독솜으로 닦고, 닦기 어려운 마이크 팁 부분의 스티로폼은 산화에텔렌(ethylene oxide, EO) 가스로 소독하여 대상자마다 교체하여 사용하였다. 소음 기록 시 채택 및 제외 기준은 다음과 같다.

- 대상자의 울음으로 인한 소음과 기저귀 교환하기, 수유하기 등과 같이 간호사의 직접적인 접촉으로 인한 소리는 소음에서 제외하였다.
- 다른 아기 울음소리는 소음으로 채택하였다.
- 모니터의 알람소리와 같이 알람의 원인이 된 문제를 해결하지 않아 여러 번 반복해서 발생하는 소음은 가장 높은 소음 하나만 채택하여 인정하였다.
- 여러 가지의 원인에 의해 동시에 발생하는 혼합된 소음은 예비조사 결과 소음 분류표에 의거하여 소음 수준이 가장 높았던 소음을 소음 원인으로 분류하여 기록하였다.

자료 수집이 이루어진 NICU의 구조 및 장비를 살펴보면 다음과 같다.

- NICU는 총 34병상으로 NICU 전면에 간호사 스테이션이 일자로 배치되어 있다. 간호사 스테이션을 중심으로 정면에 두 개의 큰 방이 있고 각 방의 출입문은 각각 분리되어 있다. 간호사 스테이션을 중심으로 좌측 방은 중증 NICU로 큰 개방형 공간(88.20 m^2)과 3개의 1인 1실의 격리실(9.53~11.98 m^2)로 이루어져 있다. 우측 방은 준 NICU로 큰 개방형 공간(79.35 m^2)과 코호트 격리 공간(31.73 m^2)으로 나뉘어져 있다. 본 연구에서 인큐베이터 내 미숙아의 소음 노출 정도는 준 NICU의 개방형 공간에서 측정하였다.
- NICU 각 구역의 벽면은 콘크리트와 전면 유리로 이루어져, 각 방에서 발생한 소음은 반대 편 방으로 거의 전달되지 않도록 설계되어 있다. 바닥은 polyvinyl chloride (PVC) 재질로 가연성이 낮고, 충격에 대한 내구성과 탄력성이 있는 재질로 이루어져 있으나 물건이 떨어지는 경우 소음을 거의 흡수하지 못한다.
- NICU에서 사용하고 있는 인큐베이터는 Giraffe OmniBed (Giraffe OmniBed Carestation, GE Healthcare, Boston, United States), Giraffe Incubator (Giraffe Incubator Carestation, GE Healthcare, Boston, United States), Rabee Incu i (Rabee Incu i, Atom Medical Cooperation, Pennsylvania, United States), ATOM Neonatal Incubator (ATOM V-2100G, Atom Medical Cooperation, Pennsylvania, United States) 등이 있고, 인큐베이터 윗부분에는 소리와 빛 자극을 감소시키기 위해 천으로 된 덮개를 사용하고 있다.
- NICU에서 자주 사용하는 호흡장비는 Sophie (Sophie, Fritz Stephan GmbH, Gackenbach, Germany), Infant Flow nCPAP system (Infant Flow SiPAP, Vyaire Medical, California, United States), Nasal High Flow(Optiflow Junior Nasal Cannula, Fisher and Paykel Healthcare, California, United States) 등이 있다.

5. 연구의 윤리적 측면

본 연구를 수행하기 전에 충남대학교 병원 의학연구 윤리심의위원회의 승인(CNUH-2018-08-017)을 받았으며, 병원 간호부와 NICU 주치의에게 연구 목적과 방법을 설명한 후 자료 수집에 대한 허락과 협조를 얻었다. 대상 환아의 어머니에게 연구의 목적과 방법, 절차에 대해 직접 설명한 후 연구 참여에 동의하는 경우 서면동의서에 자필서명을 받았다. 연구 기간 동안 언제든지 대상 환아 어머니가 원치 않는 경우 연구 참여를 철회할 수 있음을 알리고, 수집된 자료는 연구 목적으로만 사용되며 비밀이 보장됨을 설명하였다.

6. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS/WIN 22.0 통계 프로그램을 이용하여 분

석하였다. 대상자의 일반적 특성은 실수, 백분율, 평균, 표준편차를 이용하여 분석하였고, NICU의 인적, 물리적 환경 특성은 평균, 표준편차를 이용하여 분석하였다. 소음 수준은 소음원에 따라 평균, 표준편차 및 범위를 이용하여 분석하였고, 근무시간대에 따른 소음 요인별 소음 수준은 ANOVA, 사후 분석은 Scheffé test로 분석하였다. 소음 빈도는 소음원에 따라 빈도와 백분율을 이용하여 분석하였다. NICU의 인적, 물리적 환경 특성에 따른 소음 수준과 소음 빈도의 상관관계는 상관분석인 Pearson correlation coefficients를 이용하여 분석하였다.

연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 성별은 남아가 55.0%, 여아가 45.0%였고, 평균 재태기간은 33.1±2.8주였다. 대상자의 출생 시 체중은 평균 1728.0±363.0 g이었으며, 평균 입원기간은 19.5±11.9일이었다. 1분 아프가 점수는 평균 7.0±1.8점, 5분 아프가 점수는 9.0±1.1점이었으며, 산소요법을 적용한 환아는 15.0%였다(Table 1).

2. 신생아집중치료실의 인적, 물리적 환경 특성

NICU의 입원 환아 수는 평균 11.50±2.31명이고, 평균 의료진의 수는 12.88±3.78명이었다. 일일 방문자 수는 평균 1.54±2.09명이며, 오후(evening) 근무시간이 평균 2.95±2.74명으로 가장 많이 방문하였다. 작동하고 있는 모니터 수는 평균 13.06±2.86대이었으며, 호흡기 수는 평균 1.56±1.32대, 수액펌프의 수는 평균 7.60±6.82대이었다. 조사 대상 미숙아의 인큐베이터와 간호사 스테이션과의 거리는 평균 7.91±1.95m이었다(Table 2).

3. NICU 소음원에 따른 소음 수준

인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 전체 소음 수준은 평균 51.25±2.33dB이었고, 범위는 45.0~81.7dB이었다. 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음원을 소음 요인별로 살펴본 결과, 인큐베이터 작동 관련 요인이 평균 52.50±3.92dB로 가장 강한 소음 수준을 나타내었고, 그 다음으로 내부 환경 요인 52.37±4.57dB, 기계알람 요인 51.57±3.08dB, 인적 요인 51.45±2.77dB, 간호활동 관련 요인 50.72±2.41dB의 순으로 나타났다. 소음원에 따른 평균 소음 수준은 '물건 옮기는 소리'는 55.22±4.85dB로 가장 강한 소음 수준을 나타내었고, 그 다음으로 '수액펌프 알람' 54.64±4.59dB, '의료인의 웃음소리' 54.57±4.40dB, 'X선 촬영 및 준비 소리' 53.04±4.36 dB의 순으로 나타났다(Table 3).

소음원에 따른 최대소음을 살펴본 결과는 다음과 같다. AAP [16]에서 제시한 NICU 최대소음 권고 수준인 65dB 이상의 소음을 보인 항목은 '물건이 부딪치거나 떨어질 때 나는 소리(81.7dB)'가 가장 강한 소음 수준을 나타내었으며, 그 다음으로 '인큐베이터 여닫는 소리(73.3dB)', '물건 옮기는 소리(67.9dB)', '수액이나 주사기 포장 벗기는 소리(67.6dB)', '수액펌프 알람 소리(67.4dB)', '인큐베이터 두드리는 소리(66.10dB)', '의료인의 대화소리(65.7dB)', '신생아용 개방침상(Crib) 이동소리(65.2dB)', 'X선 촬영 및 준비소리(65.2dB)', '전화벨 소리(65.0dB)'의 순으로 나타났다(Table 3).

근무시간대별 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 평균 소음 수준을 살펴본 결과, 주간(day) 근무시간은 52.12±2.54dB로 가장

Table 1. General Characteristics of Participants (*N*=20)

Characteristics	Categories	n (%)	M±SD	Min~Max
Sex	Male	11 (55.0)		
	Female	9 (45.0)		
Gestational age (week)	<32	7 (35.0)	33.1±2.8	28.9~36.7
	≥32	13 (65.0)		
Birth weight (g)	<1,500	6 (30.0)	1728.0±363.0	1,230.0~2,490.0
	≥1,500	14 (70.0)		
Hospital day (day)	<14	9 (45.0)	19.5±11.9	2.0~42.0
	≥14	11 (55.0)		
Apgar score	1 minute		7.0±1.8	4.0~9.0
	5 minutes		9.0±1.1	7.0~10.0
O_2 inhalation	Yes	3 (15.0)		
	No	17 (85.0)		

O_2=Oxygen.

Table 2. Relationships between Personal and Physical Environmental Characteristics in the Neonatal Intensive Care Unit and Noise Levels and Frequencies (*N*=20)

Characteristics	Total	Day shift	Evening shift	Night shift	Noise level	Noise frequency
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	r (*p*)	r (*p*)
Number of patients	11.50±2.31	11.80±1.93	11.53±2.29	11.22±2.97	.13 (.347)	-.03 (.820)
Number of staff members	12.88±3.78	15.67±3.35	13.95±3.39	9.44±0.92	.36 (.009)	.38 (.005)
Number of visitors	1.54±2.09	0.93±0.96	2.95±2.74	0.56±0.92	.17 (.234)	.08 (.573)
Number of monitors	13.06±2.86	13.46±2.07	13.21±2.76	12.56±3.54	-.01 (.952)	.08 (.580)
Number of ventilators	1.56±1.32	1.33±1.18	1.74±1.28	1.56±1.50	.15 (.287)	.21 (.134)
Number of infusion pumps	7.60±6.82	5.40±2.59	9.00±7.33	7.94±8.40	.34 (.013)	.36 (.008)
Distance between incubator and nursing station (meter)	7.91±1.95	8.01±2.01	7.81±2.00	7.93±1.95	-.31 (.026)	-.02 (.867)

강한 소음 수준을 보였고, 그 다음으로 오후(evening) 근무시간이 51.32±2.34dB, 야간(night) 근무시간 50.44±1.96dB의 순으로 나타났다(Table 3).

근무시간대별 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 요인 별 평균 소음 수준을 살펴본 결과, 주간 근무 중 가장 높은 소음 수준을 나타낸 요인은 인적 요인으로 52.80±2.90dB이었고, 오후, 야간 근무에서는 모두 내부 환경 요인으로 각각 52.68±4.87dB, 52.71±4.99 dB이었다(Table 3).

인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 근무시간대에 따른 소음 요인별 소음 수준의 차이는 인적 요인에서 주간 근무시간에 인적 요인으로 인한 소음 수준이 야간 근무시간 인적 요인으로 인한 소음 수준보다 유의하게 강한 것으로 나타났다(F=4.33, p=.018) (Table 3).

4. 신생아집중치료실 소음원에 따른 소음 빈도

연구 기간 동안 누적된 NICU 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 총 소음 빈도는 6,120회였다. 이 중 간호활동 관련 요인이 2,465회(40.3%)로 가장 높은 빈도를 나타내었고, 그 다음이 인적 요인 1,780회(29.1%), 기계알람 요인 1,232회(20.1%), 인큐베이터 관련 요인 406회(6.6%), 내부 환경 요인 237회(3.9%)의 순으로 나타났다(Table 4).

NICU 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음원에 따른 소음 빈도를 살펴본 결과, '의료인의 대화소리'가 1,112회(18.2%)로 가장 많았고, 그 다음으로 '모니터 알람소리' 683회(11.2%), '쓰레기통 사용소리' 541회(8.8%), '수액펌프 알람소리' 446회(7.3%)', '물건이 부딪치거나 떨어질 때 나는 소리' 417회(6.8%), '드레싱카 사용소리' 380회(6.2%), '인큐베이터 열고 닫는 소리' 360회(5.9%)의 순으로 나타났다(Table 4).

근무시간대별 신생아 집중 치료실 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 평균 소음 빈도를 살펴본 결과, 오후 근무시간이 2,448회(40.0%)로 가장 많았고, 그 다음으로 주간 근무시간이 1,968회(32.2%), 야간 근무시간이 1,704회(27.8%)의 빈도를 나타내었다(Table 4).

근무시간대별 NICU 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 요인별 평균 소음 빈도를 살펴본 결과, 주간 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 소음 요인은 간호활동 관련 요인(815회, 41.4%)이었으며 그 다음이 인적 요인(596회, 30.3%), 기계알람 요인(362회, 18.4%), 인큐베이터 작동 관련 요인(115회, 5.8%), 내부 환경 요인(80회, 4.1%)의 순이었다. 오후 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 소음 요인은 간호활동 관련 요인(959회, 39.2%)이었으며, 그 다음이 인적 요인(743회, 30.3%), 기계알람 요인(448회, 18.3%), 인큐베이터 작동 관련 요인(171회, 7.0%), 내부 환경 요인(127회, 5.2%)의 순이었다. 야간 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 소음 요인은 간호활동 관련 요인(691회, 40.5%)이었으며, 그 다음이 인적 요인(441회, 25.9%), 기계알람 요인(422회, 24.8%), 인큐베이터 작동 관련 요인(120회, 7.0%), 내부 환경 요인(30회, 1.8%)의 순으로 나타났다(Table 4).

근무시간대별 NICU 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음원에 따른 평균 소음 빈도를 살펴본 결과, 주간 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 항목은 '의료인의 대화소리'가 358회(18.2%)로 가장 높은 빈도를 보였고, 그 다음으로 '모니터 알람 소리' 216회(11.0%), '쓰레기통 사용 소리' 167회(8.5%), '수액펌프 알람소리' 126회(6.3%)의 순이었다. 오후 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 항목은 '의료인의 대화소리'가 460회(18.8%)로 가장 높은 빈도를 보였고, 그 다음으로 '모니터 알람소리' 235회(9.6%), '쓰레기통 사용소리' 192회(7.9%), '물건 부딪치거나 떨어트리는 소리' 175회(7.1%)의 순이었다. 야간 근무 중 가장 높은 빈도를 나타낸 항목은 '의료진의

Table 3. Noise Levels (dB) According to Noise Sources in the Neonatal Intensive Care Unit (*N*=6,120)

Sources of noise	Total			Day shift	Evening shift	Night shift	F (*p*)
	M±SD	Min	Max	M±SD	M±SD	M±SD	
Human factors	51.45±2.77	45.2	65.7	52.80±2.90[a]	51.61±2.87[b]	50.14±1.98[c]	4.33 (.018) c < a*
Staff-related factors	51.97±3.22	45.3	65.7	53.22±2.91	52.19±3.69	50.70±2.57	
Conversation	51.46±2.85	45.5	65.7	52.14±2.78	51.66±3.22	50.67±2.44	
Laughter	54.57±4.40	45.6	64.5	55.92±4.45	55.58±4.52	52.31±3.50	
Coughing	51.23±3.96	46.0	61.9	51.34±2.60	51.36±4.60	51.10±4.68	
Rounding	52.64±6.64	45.3	49.8	55.90±6.95	47.75±0.21	-	
Footsteps	48.86±3.45	45.4	63.2	50.44±5.11	48.38±2.08	47.51±1.37	
Visitor-related factors	48.78±2.04	45.8	49.2	-	49.20±2.09	47.10±0.14	
Crying sound of other babies	50.53±3.22	45.2	64.6	51.63±3.57	51.55±3.35	48.37±1.12	
Machine alarm sound factors	51.57±3.08	45.0	67.4	52.76±3.91	51.42±2.76	50.73±2.37	1.89 (.162)
Ventilator alarm	51.15±5.54	46.1	62.5	50.00	49.17±2.38	53.01±7.32	
Monitor alarm	49.44±2.24	45.0	62.8	49.69±3.14	49.59±1.77	49.07±1.83	
Infusion pump alarm and operation	54.64±4.59	45.3	67.4	57.09±6.28	54.16±3.74	53.07±2.68	
Incubator alarm	49.59±3.60	45.0	63.5	48.94±2.24	51.01±4.95	48.77±2.80	
Factors related to incubator operation	52.50±3.92	45.0	73.3	52.72±3.31	52.58±4.17	52.23±4.30	0.07 (.935)
Opening and closing	52.62±3.99	45.0	73.3	52.30±3.93	53.11±4.24	52.42±3.94	
Knocking	52.82±5.06	46.5	66.1	54.56±5.01	50.53±2.20	52.79±6.53	
Water refilling	52.60±4.24	48.4	49.8	55.60	49.60	-	
Factors related to nursing activities	50.72±2.41	45.0	81.7	51.62±2.61	50.85±2.34	49.83±2.12	2.43 (.099)
Sounds related to direct nursing activities	50.11±2.70	45.0	67.6	50.92±2.73	50.29±2.68	49.25±2.61	
Using a dressing cart	50.06±2.71	45.1	62.0	51.16±2.69	50.19±2.74	48.99±2.42	
Using a dressing set	49.83±4.42	45.3	62.3	-	48.28±2.41	52.95±7.14	
Moving (crib)	52.13±5.51	46.7	65.2	53.21±5.89	49.20	48.20±1.13	
Hand-washing sound	48.53±2.62	45.0	59.3	48.57±1.90	48.33±3.15	48.87±2.83	
Removing the packaging of IV fluids and syringe	49.35±3.16	45.1	67.6	49.90±4.10	49.09±2.68	49.13±2.87	
Examination or preparation to take an X-ray	53.04±4.36	45.3	65.2	50.31±1.45	54.48±5.05	54.27±4.58	
Other	51.04±2.41	45.1	81.7	52.12±2.62	51.10±2.36	50.09±1.98	
Using computers	50.69±4.05	45.2	56.6	47.60±0.85	51.88±4.09	50.20±5.94	
Using the trash can	50.23±2.82	42.6	62.5	51.19±3.02	50.46±3.23	49.18±1.81	
Sounds of moving chairs	49.81±2.97	45.1	62.9	50.07±3.22	50.44±3.53	48.88±1.77	
Door-opening sounds	48.30±2.19	45.2	50.7	50.33±3.26	47.95±1.96	47.58±0.95	
Drawer-opening and closing sounds	49.72±2.66	45.1	60.4	50.30±2.62	49.57±2.72	49.41±2.74	
Sounds when things bump together or fall down	52.68±2.67	45.4	81.7	54.13±3.14	52.70±2.28	51.45±2.06	
Sounds of moving things	55.22±4.85	46.1	67.9	55.27±4.72	54.73±4.17	55.99±6.54	
Factors related to the internal environment	52.37±4.57	45.6	65.0	51.72±4.07	52.68±4.87	52.71±4.99	0.22 (.805)
Sound of telephone ringing	52.31±4.74	46.2	65.0	52.20±5.06	52.03±4.47	53.06±5.26	
Intercom sound	52.69±5.43	45.6	62.0	52.15±6.29	53.14±5.44	52.48±4.95	
Total	51.25±2.33	45.0	81.7	52.12±2.54	51.32±2.34	50.44±1.96	2.22 (.119)

*Scheffé test, $p < .050$; IV=intravenous.

Table 4. Noise Frequencies According to Noise Sources in the Neonatal Intensive Care Unit (*N*=6,120)

Sources of noise	Total	Day shift	Evening shift	Night shift
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Human factors	1,780 (29.1)	596 (30.3)	743 (30.3)	441 (25.9)
Staff-related factors	1,484 (24.3)	478 (24.3)	610 (24.9)	396 (23.2)
Conversation	1,112 (18.2)	358 (18.2)	460 (18.8)	294 (17.2)
Laughter	234 (3.8)	68 (3.5)	106 (4.3)	60 (3.5)
Coughing	66 (1.1)	31 (1.5)	10 (0.4)	25 (1.5)
Rounding	11 (0.2)	7 (0.4)	4 (0.2)	0 (0.0)
Footsteps	61 (1.0)	14 (0.7)	30 (1.2)	17 (1.0)
Visitor-related factors	21 (0.3)	0 (0.0)	20 (0.8)	1 (0.1)
Crying sound of other babies	275 (4.5)	118 (6.0)	113 (4.6)	44 (2.6)
Machine alarm sound factors	1,232 (20.1)	362 (18.4)	448 (18.3)	422 (24.8)
Ventilator alarm	19 (0.3)	3 (0.2)	6 (0.2)	10 (0.6)
Monitor alarm	683 (11.1)	216 (11.0)	235 (9.6)	232 (13.6)
Infusion pump alarm and operation	446 (7.3)	126 (6.3)	173 (7.1)	147 (8.7)
Incubator alarm	84 (1.4)	17 (0.9)	34 (1.4)	33 (1.9)
Factors related to incubator operation	406 (6.6)	115 (5.8)	171 (7.0)	120 (7.0)
Opening and closing	360 (5.9)	101 (5.1)	151 (6.2)	108 (6.3)
Knocking	40 (0.6)	12 (0.6)	16 (0.6)	12 (0.7)
Water refilling	6 (0.1)	2 (0.1)	4 (0.2)	0 (0.0)
Factors related to nursing activities	2,465 (40.3)	815 (41.4)	959 (39.2)	691 (40.5)
Sounds related to direct nursing activities	762 (12.5)	270 (13.7)	277 (11.3)	215 (12.6)
Using a dressing cart	380 (6.3)	115 (5.8)	142 (5.8)	123 (7.2)
Using a dressing set	20 (0.3)	0 (0.0)	8 (0.3)	12 (0.7)
Moving (crib)	37 (0.6)	33 (1.7)	2 (0.1)	2 (0.1)
Hand-washing sound	64 (1.0)	25 (1.3)	24 (1.0)	15 (0.9)
Removing the packaging of IV fluids and syringe	175 (2.9)	48 (2.4)	78 (3.2)	49 (2.9)
Examination or preparation to take an X-ray	86 (1.4)	49 (2.5)	23 (0.9)	14 (0.8)
Other	1,703 (27.8)	545 (27.7)	682 (27.9)	476 (27.9)
Using computers	19 (0.3)	2 (0.1)	14 (0.6)	3 (0.2)
Using the trash can	541 (8.8)	167 (8.5)	192 (7.9)	182 (10.7)
Sounds of moving chairs	284 (4.6)	87 (4.4)	108 (4.4)	89 (5.2)
Door-opening sounds	138 (2.3)	29 (1.5)	76 (3.2)	33 (1.9)
Drawer-opening and closing sounds	165 (2.7)	59 (3.0)	67 (2.7)	39 (2.3)
Sounds when things bump together or fall down	417 (6.8)	126 (6.4)	175 (7.1)	116 (6.8)
Sounds of moving things	139 (2.3)	75 (3.8)	50 (2.0)	14 (0.8)
Internal environmental factors	237 (3.9)	80 (4.1)	127 (5.2)	30 (1.8)
Sound of telephone ringing	135 (2.2)	58 (2.9)	65 (2.7)	12 (0.7)
Intercom sound	102 (1.7)	22 (1.2)	62 (2.5)	18 (1.1)
Total	6,120 (100.0)	1,968 (100.0)	2,448 (100.0)	1,704 (100.0)

IV=intravenous.

대화소리'가 294회(17.2%)로 가장 높은 빈도를 보였고, 그 다음으로 '모니터 알람소리' 232회(13.6%), '쓰레기통 사용소리' 182회(10.7%), '수액펌프 알람소리' 147회(8.7%)의 순으로 나타났다(Table 4).

5. 신생아집중치료실의 인적, 물리적 환경 특성에 따른 소음 수준과 빈도

NICU의 인적, 물리적 환경 특성 중 소음 수준과 '의료진의 수(r=.36, p=.009)', '수액펌프의 수(r=.34, p=.013)'는 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났고, 소음 수준과 '인큐베이터와 간호 스테이션과의 거리(r=-.31, p=.026)'는 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. NICU 특성 중 소음 빈도와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타난 특성은 '의료진의 수(r=.38, p=.005)', '수액펌프의 수(r=.36, p=.008)'이었다(Table 2).

논 의

소음은 미숙아의 생리적 안정에 부정적 영향을 미치는 자극으로, NICU 환경에서 미숙아가 가장 먼저, 그리고 가장 많이 노출되는 유해한 자극원으로 보고되고 있다[8,21]. 미숙아의 생리적 안정은 행동 및 상태조직, 주의집중과 상호작용 및 자기조절 발달에 기초가 되기 때문에[11] NICU의 소음을 낮추기 위한 전략이 필요하다. 그러나 NICU에서 발생하는 소음 수준과 빈도에 대해 국내에서 보고된 경험적 근거가 충분치 않은 실정이다. 이에 본 연구는 NICU의 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 원인과 소음 수준 및 빈도를 파악함으로써 향후 미숙아의 생리적 안정과 성장발달을 지지할 수 있는 소음 중재 프로그램 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 시도하였다. 본 연구에서 도출된 주요 결과를 중심으로 논의하고자 한다.

AAP [16]에서는 NICU 소음 수준이 45dB을 초과하는 경우 미숙아의 청신경을 손상시키거나 정상적인 성장과 발달을 저해할 수 있으므로 NICU 소음 수준을 45dB 미만으로 유지할 것과, 최대 65dB을 초과하지 않을 것을 권고하였다. 이를 고려해 볼 때 본 연구에서 NICU 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음이 평균 51.25dB로 나타나 AAP의 권고 수준을 초과하였음을 알 수 있다. 더욱이 최대 소음 수준은 81.7dB로 AAP [16]의 최대 권고 수준인 65dB보다 높아 이에 대한 각별한 주의를 기울일 필요성이 있음을 시사한다. Lee [20]의 연구에서 NICU의 평균 소음 수준은 72.10dB로 나타나 본 연구 결과와 차이가 있었다. 이는 Lee [20]의 연구에서는 인큐베이터와 개방침상에서 측정한 소음 수준을 모두 포함하고 있는 반면, 본 연구에서는 인큐베이터 내의 미숙아가 경험하는 소음 수준을 인큐베이터 내부에서 측정하여 소음 수준이 낮게 나타났다고 생각한다. 즉, 인큐베이터 외부에서 발생하는 소음은 인큐베이터의 소리 완충효과에 의해 인큐베이터 내부로 전달될 때 외부에 비해 낮은 수준으로 전달되기 때문이다[4,25]. 이 외에도 NICU의 물리적 환경이 시대의 변화에 따라 많이 개선된 점 또한 소음 수준이 본 연구 결과와 현저하게 차이가 나타난 것에 영향을 미쳤을 것으로 생각한다.

NICU의 소음 수준을 측정한 국외 선행 연구를 살펴보면, 극소저체중아의 재원기간 동안 NICU의 소음과 빛의 노출 정도를 측정한 Lasky와 Williams [25]의 연구에서 인큐베이터 내부 소음 수준은 56.44dB, Parra 등[17]의 연구에서 60.4dB로 나타났다. 이들 선행 연구 보고와 비교해 볼 때 본 연구에서의 소음 강도는 국외 선행 연구 보고에 비해 낮은 수준이다. 비록 측정시기와 방법 및 NICU의 물리적 환경의 차이로 인해 선행 연구 결과와 소음 수준을 직접 비교하는 데에 제한이 있으나, 본 연구 결과가 국외 선행 연구 보고와 차이가 나타난 것은 산소 보조치료 여부, NICU의 물리적 환경 및 소음 수준을 측정한 장소의 차이로 인해 나타난 결과로 해석할 수 있다. 즉, 산소보조치료를 받는 환아는 호흡장비의 종류와 무관하게 45dB 이상의 소음에 노출되며, 산소의 유속이 증가할수록 소음 수준이 증가한다[4]. 기계적 환기나 지속적인 양압호흡은 고강도의 소음을 유발하며, 미숙아의 재태기간이 증가할수록 생리적으로 안정되어 산소요법에 노출되는 빈도가 감소하기 때문에 고강도 소음에의 노출이 감소한다[25,27]. 또한 인큐베이터는 외부소음을 완충시켜주는 효과가 있기 때문에 인큐베이터 내부가 외부에 비해 소음 수준이 낮은 것으로 알려져 있다[4,25]. 이를 고려해 볼 때, 본 연구 대상 환아 중 산소보조치료를 받는 미숙아가 15.6%인데 반해, 선행 연구[17,25]에서는 70.6~80.5%로 본 연구 대상자보다 산소요법을 제공받는 미숙아가 많았고, 본 연구 대상 미숙아의 재태기간은 평균 33.1주인데 반해 선행 연구[25]의 대상자는 평균 27.0주로 본 연구 대상자보다 평균 재태기간이 낮아 국외 선행 연구 보고와 차이가 나타난 것으로 해석할 수 있다. 아울러 구형 인큐베이터보다는 최근에 개발된 신형 인큐베이터의 소음 수준이 더 낮은 것으로 보고되고 있는데[25], 본 연구의 자료 수집이 이루어진 NICU 인큐베이터 중 신형 인큐베이터가 62.2%였던 점 또한 인큐베이터 내부의 소음 수준이 선행 연구에 비해 낮게 나타난 것에 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 재태기간이 낮은 미숙아일수록 호흡보조 치료로 인해 더 큰 소음에 지속적으로 노출될 수 있으며[25,27], 이들의 생리적 미숙으로 인해 소음으로 인한 부정적 결과가 초래될 확률이 커질 수 있음을 고려해 볼 때 이들이 경험하는 소음 수준을 규명하는 후속 연구의 필요성이 제기된다.

NICU 소음 요인별 소음 수준 중 인큐베이터 작동 관련 요인(52.50dB)이 가장 강한 소음 수준으로 나타났다. 인큐베이터 외부의 소음은 인큐베이터의 소리 완충효과에 의해 인큐베이터 내부로 전달될 때 외부에 비해 낮은 강도로 전달된다. 그러나 인큐베이터와 직접 관련하여 발생하는 소음은 있는 그대로 미숙아에게 직접 전달되므로 각별한 주의가 필요하다[4,25]. 본 연구에서 '인큐베이터 문 여닫는 소리'는 최대 73.3dB로 전체 소음원 중 '물건이 부딪치거나 떨어질 때 나는 소리'의 최대 강도인 81.7dB 다음으로 소음 수준이 높았으며, '인큐베이터 두드리는 소리' 역시 최대 66.1dB로 높게 나타났다. 소음 원인별 빈도측정 결과 인큐베이터 작동 관련 요인은 전체 빈도의 6.6%로 다른 소음원에 비해 발생빈도는 낮았다. 그러나 미숙아는 코르티기관이 미성숙하여 강한 소음에 특히 민감하고, 고주파와 같은 단위 시간 당 진동수가 많은 소리에 노출되는 경우 발달이 진행 중인 청신경을 손상시켜 청력발달에 부정적인 영향을 미치므로 고강도의 소음에 노출되지 않도록 해야 한다[10,28]. 특히 NICU의 소음은 대부분 고주파이고[28], 65dB 이상의 소음은 미숙아의 수면과 생리적 안정에 부정적 영향을 미침을 고려할 때[20] 인큐베이터 작동으로 인해 야기되는 소음 수준 감소를 위한 의료인의 노력이 필요하다. 특히 본 연구에서 소리의 강도가 높았던 '인큐베이터 문 여닫는 소리', '인큐베이터 두드리는 소리' 등과 같은 소음은 NICU에 근무하는 의료인이 미숙아의 성장과 발달에 미치는 소음의 영향을 충분히 이해하고, 주의를 기울인다면 소음 수준을 낮출 수 있는 부분이다. Kim [24]의 연구에서 소음에 대한 주의를 기울이는 간호사가 30.0% 밖에 되지 않았던 점과 실제 의료인을 대상으로 소음 조절에 대한 교육을 제공하는 것이 NICU의 소음 수준 감소에 매우 효과적이라는 선행 연구 보고[12-14,22,23,26]를 통해 의료인의 소음 감소행위 증진을 위한 교육 프로그램 개발이 필요하다고 생각된다.

NICU 소음 요인별 소음 수준 중 두 번째로 강한 소음 수준을 나타낸 요인은 내부 환경 요인(52.37dB)이었다. 세부 항목에서 '전화벨 소리'는 최대 65.0dB이었고, '인터콤 소리'는 최대 62.0dB로 높았다. 비록 소음 원인별 빈도측정 결과 내부 환경 요인은 전체 빈도의 3.9%로 다른 소음 원인에 비해 발생빈도는 낮은 것으로 나타났으나, 소음을 감소시키기 위한 의료인과 병원의 정책적 노력을 통해 충분히 감소시킬 수 있는 부분이다. 실제 NICU에 근무하는 의료인 교육을 통한 인식개선활동과 병원의 정책적 노력 및 NICU의 물리적 환경 개선을 통해 소음 감소 효과를 유도한 선행 연구 결과를 고려해 볼 때[6,12,22] 내부 환경 요인으로 인해 발생하는 소음은 이와 같은 다각적 노력을 통해 충분히 예방할 수 있을 것이다.

NICU 소음 요인별 소음 수준 중 세 번째로 강한 소음 수준을 나타낸 요인은 기계알람 요인(51.57dB)이었으며, 기계알람 요인 세부 항목에서 '수액펌프 알람소리'가 평균 54.64dB로 가장 높은 강도를 보였고, 소음 최대 강도는 67.4dB로 나타났다. 기계알람 요인은 NICU 소음원에 따른 소음 빈도 중 20.1%를 차지하고 있어 비교적 자주 발생하는 소음원이다. 본 연구에서는 비교적 생리적 상태가 안정되어 있는 미숙아를 대상으로 하였기 때문에 이와 같은 기계알람으로 인한 소음은 대부분 인큐베이터 밖에서 나는 소리이다. 그럼에도 불구하고 '인큐베이터 알람소리(49.59dB)', '모니터 알람소리(49.44dB)'에 비해 '인공호흡기 알람소리(51.15dB)'와 '수액펌프 알람소리(54.64dB)'가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 기계알람 요인은 동일한 NICU에 있는 모든 미숙아에게 영향을 미치는 소음이다. 또한 모니터나 인공호흡기는 미숙아의 생명을 유지하기 위해 필요한 기계적 장치이기 때문에 이로 인해 발생하는 소음을 완전히 차단하기는 어렵다. 선행 연구에서 이러한 소음을 완화시키기 위해 교대근무시마다 'Quiet time' 수행하기, 경보음을 줄이거나 진동모드로 두기, 혹은 눈으로 볼 수 있는 경보시스템 사용[6] 및 필터를 사용하여 미숙아에게 직접 전달되는 소음의 강도를 감소시키기[19] 등과 같은 노력을 통해 소음 감소 효과를 유도할 수 있었다. 따라서 이와 같은 중재전략을 적용하고 그 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다.

NICU 소음 요인별 소음 수준 중 네 번째로 강한 소음 수준을 나타낸 요인은 인적 요인(51.45dB)이었다. 인적 요인 중에서 '의료인 관련 요인(51.97dB)'이 가장 높은 강도를 나타내었고, 그 다음으로 '다른 아기 울음소리(50.53dB)', '방문객 관련 요인(48.78dB)'의 순이었다. 특히 의료인 관련 요인 중 '의료인의 대화소리(65.7dB)'와 '의료인의 웃음소리(64.5dB)'가 강한 소음으로 나타났다. 또한 본 연구 결과, 인적 요인은 NICU 소음원에 따른 소음 빈도 중 29.1%의 분포를 보여, 간호활동 관련 요인(40.3%)에 이어 두 번째로 많이 발생하는 소음임을 알 수 있다. 이는 의료진의 대화나 웃음소리가 NICU의 가장 큰 소음원이 된다는 선행 연구 보고[15,20]를 뒷받침하고 있다. 선행 연구에서 간호사는 주로 의료장비나 아기 우는 소리가 가장 큰 소음원으로 인지하는 반면, 의료진의 대화나 웃음소리로 인해 유발되는 소음은 제대로 인식하고 있지 못하고 있음을 고려할 때[15,24], 본 연구 결과는 의료인에 의해 유발되는 소음의 강도가 크다는 것을 인식시키기 위한 의료인 교육의 필요성에 대한 경험적 근거를 제시한 점에서 의의가 있다. 소음의 빈도가 잦고 소음 수준이 강할수록 미숙아의 생리적 안정에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 가능성이 증가한다[29]. 본 연구에서 인적 요인에 의해 발생하는 소음 수준이 강하고, 빈도가 잦은 것으로 나타난 결과는 인적 요인에 의해 유발되는 소음을 줄이기 위한 적극적인 중재전략 개발의 필요성을 시사한다. 선행 연구에서 NICU의 인적 요인 교육을 통해 NICU 소음 수준이 감소되었고[6,12,22,26], 소음

관련 교육 경험이 있는 간호사일수록 소음 조절행위를 많이 하는 것으로 나타났다[24]. 이를 종합해 보면, 의료인에 의한 소음 관련 요인을 감소시키기 위해서는 의료인 스스로 소음이 미숙아의 생리적 안정에 미치는 부정적 영향을 인식하고, 이들의 행동변화를 유도하기 위한 다양한 중재전략이 필요함을 알 수 있다.

본 연구 결과, NICU 소음 요인별 소음 수준 중 간호활동 관련 요인(50.72dB)은 가장 낮은 소음 수준을 나타내었다. 간호활동 관련 요인 중 '물건이 부딪치거나 떨어질 때 나는 소리(81.7dB)'가 가장 강한 수준을 나타내었고, 그 다음으로 '물건 옮기는 소리(67.9dB)', '정맥수액 및 주사기 포장 벗기는 소리(67.6dB)', 'Crib 이동소리(65.2dB)', 'X선 촬영 및 준비 소리(65.2dB)' 등의 순으로 나타났다. 본 연구 결과 간호활동 관련 요인은 NICU 소음원에 따른 소음 빈도 중 40.3%로 가장 많은 분포를 보여 선행 연구[20]와 일치하는 결과이다. 즉, 본 연구에서 간호활동 관련 요인으로 인해 발생되는 소음은 전체 소음원 중에서 가장 낮은 수준의 소음을 나타냈음에도 불구하고, 최대 강도의 소음(81.7dB)이 포함되어 있고, 고강도의 소음이 많이 포함되어 있으며, 소음 발생빈도가 가장 많았다. 따라서 간호활동 관련 요인으로 인한 소음을 줄이기 위한 적극적인 노력이 필요함을 알 수 있다.

한편 본 연구에서 간호활동 관련 요인 중 '물건이 부딪치거나 떨어질 때 나는 소리', '물건을 옮기는 소리', 'Crib 이동 소리', 'X선 촬영 및 준비 소리' 등은 NICU의 물리적 환경 요소와 밀접한 관련이 있는 것으로 여겨진다. White, Smith와 Shepley [30]는 NICU의 물리적 환경을 설계 단계부터 고려해야 함을 강조하였는데, 기기 이동을 최소화할 수 있는 침상 배치와, 특히 바닥재는 청소가 용이하며 내구성이 강하고 소음을 흡수할 수 있는 재질을 선택할 것을 권고하였다. 이를 고려해 볼 때 본 연구에서 바닥과의 마찰을 필요로 하는 간호활동에서 소음 수준이 높게 나타난 것은 자료 수집이 이루어진 NICU의 바닥재 및 바닥의 상태에 의해 나타난 결과임을 추정해 볼 수 있겠다. 즉, 자료 수집이 이루어진 NICU의 경우 바닥재가 소음을 거의 흡수하지 못하는 재질로 되어 있고, 바닥 표면이 고르지 않아 요철이 있는 곳에서 기기 이동 시 덜컹거림이 있었는데 이것이 소음 수준을 높이는 데에 영향을 미친 것으로 사료된다. 추후 NICU의 바닥재의 종류 및 바닥의 상태에 따른 소음 수준의 차이를 비교 검증하는 연구를 통해 이를 규명할 필요가 있다. 아울러 이동기기 바퀴의 노화로 인해 소음이 발생하는 것도 배제할 수 없기 때문에 이 부분도 후속 연구에서 포함하여 조사해야 할 것이다. 특히 본 연구 결과 간호활동 관련 요인 중 강한 소음 수준을 나타낸 소음원은 대부분 간호활동 시 주의를 기울인다면 소음 수준을 낮출 수 있는 소음이다. 이를 종합해 보면, 간호활동 관련 요인으로 인해 발생되는 소음을 감소시키기 위해 의료인을 대상으로 NICU 소음이 미숙아에게 미치는 부정적 영향에 대한 인식증진 교육을 통해 의료인의 행동수정을 유도하고, 조용한 NICU 분위기를 조성하며, NICU의 물리적 환경개선을 위한 노력, 근무시간대별 'quiet time' 제도의 도입, NICU의 소음 감소를 위한 질 향상 프로그램의 운영 등과 같은 병원의 소음 감소를 위한 정책적 지원이 복합적으로 이루어져야 할 것이다[12,22,30].

본 연구에서 의료진의 수가 많을수록 소음 수준 및 소음 빈도가 증가한 것으로 나타난 결과는 선행 연구에서 주간 근무시간은 의료진의 숫자와 의료행위가 증가하여 소음 수치가 높은 것으로 나타난 결과[24]와 관련성이 있으며, 실제 본 연구에서도 주간 근무시간의 소음 수준이 타 근무시간 대에 비해 높게 나타났다. 특히 의료진의 대화나 웃음소리가 NICU의 가장 큰 소음원이 된다는 선행 연구 보고[14,15]를 고려해 볼 때, 주간 근무시간과 같이 의료진의 수가 많아질수록 소음 수준이 강해지고 소음 빈도가 증가함을 인식하고, 의료진으로 인한 소음 수준 및 빈도를 감소시키기 위한 주의와 노력이 필요하다. 또한 본 연구 결과 인큐베이터와 스테이션과의 거리가 가까울수록 소음 수준이 높은 것으로 나타났는데, 스테이션은 의료진이 많이 상주하고 있는 곳이기 때문에 의료진의 수와 소음 수준이 밀접한 관련성이 있음을 뒷받침해 주고 있다.

본 연구 결과 수액펌프의 수가 증가할수록 소음 수준 및 소음 빈도가 증가하는 것으로 나타났다. 특히 본 연구에서 '수액펌프 알람소리'는 기계알람 요인 중 가장 강한 소음 수준을 보였고, 소음 빈도에서도 '모니터 알람소리' 다음으로 높은 빈도를 보였다. 수액펌프 제조사에 따라 알람 크기가 다르겠지만 수액펌프 알람의 크기를 낮추거나, 수액펌프를 사용하는 환아와 거리를 두는 방법을 도입하여 소음 감소에 미치는 효과를 검증해 볼 필요가 있다. 또한 최신형 인큐베이터가 외부의 소음을 차단하는 완충효과가 큼을 고려할 때[4,25] 최신형 인큐베이터로 교체하여 사용하는 중재전략도 고려할 수 있다.

이상의 논의를 통해 NICU의 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 수준은 AAP [16]의 권고 수준을 초과하고 있었다. 따라서 미숙아의 생리적 안정과 성장발달에 대한 예후를 긍정적으로 유도하기 위해 NICU의 소음 수준을 낮추기 위한 중재 프로그램의 개발이 시급함을 확인하였다. NICU의 소음 수준을 낮추기 위해서는 소음 수준 감소를 위한 의료인의 인식개선과 적극적인 참여 유도, 그리고 NICU의 물리적 환경 개선을 위한 노력이 함께 이루어져야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 대전광역시 소재 일 대학병원 NICU에 입원한 인큐베이터 내 미숙아를 대상으로 자료 수집하였고, 대상자 수가 적어 본 연구 결과를 전체 NICU에 확대 해석하는 데에 제한이 있다. 또한 본 연구에서 소음 측정시간을 각 근무주기별로 2시

간씩으로 국한하여 자료 수집하였고, 동시에 발생한 소음의 경우 가장 큰 소음원을 선택하여 측정하였는데, 다른 소음 소리가 합해져 실제보다 소음 수준이 더 강하게 측정되었을 가능성이 있다. 따라서 본 연구 결과를 NICU의 전체 소음 실태로 확대해석하는 데에 신중을 기해야 한다.

본 연구는 NICU의 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 수준과 빈도를 조사하여 NICU의 소음 완화를 위한 중재 프로그램 개발의 필요성에 대한 경험적 근거를 제시함으로써 미숙아 간호실무의 방향을 안내한 점에서 의의가 있다. 앞으로 본 연구 결과는 NICU의 소음 수준을 낮추기 위한 의료인 교육 프로그램 개발에 적극 활용할 것을 기대한다.

결 론

본 연구는 NICU의 소음원과 소음 수준 및 빈도를 파악하고자 시도된 서술적 조사연구이다. 본 연구를 통해 NICU에 입원한 미숙아의 생리적 안정을 도모하고 성장발달을 증진시킬 수 있는 소음 중재 프로그램 개발의 기초자료를 제공하고자 시도하였다.

본 연구 결과, NICU의 인큐베이터 내 미숙아가 경험하는 소음 수준은 AAP [16]에서 권고한 NICU의 소음 수준 기준인 45dB을 초과하여 미숙아의 생리적 안정과 성장발달 예후에 부정적 영향을 미칠 수 있는 가능성이 있음을 확인하였다. 따라서 NICU의 소음 수준을 낮추기 위한 적극적인 중재전략이 필요하므로 의료인을 대상으로 NICU의 소음 수준을 낮추기 위한 교육 및 중재 프로그램 개발과 적용뿐 아니라 그 효과를 지속적으로 평가, 검증하는 후속 연구를 제언한다. 또한 소음이 미숙아에게 미치는 장기적 영향에 대한 종단적 연구를 실시할 것을 제언한다.

Conflict of interest

No existing or potential conflict of interest relevant to this article was reported.

REFERENCES

1. Statistics Korea. 2018 annual report on live births and deaths statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2019 [cited 2020 February 10]. Available from: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=373361&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=0
2. Olejnik BK, Lehman I. Inadvertent noise in neonatal intensive care unit and its impact on prematurely born infants. Biomedical Journal of Scientific and Technical Research. 2018;11(2):8346-8350. https://doi.org/10.26717/BJSTR.2018.11.002063
3. Pineda RG, Tjoeng TH, Vavasseur C, Kidokoro H, Neil JJ, Inder T. Patterns of altered neurobehavior in preterm infants within the neonatal intensive care unit. The Journal of Pediatrics. 2013;162(3):470-476. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.08.011
4. Sa MM, Azevedo R, Neves J, Machado O, Tavares J. Noise in an intensive care nursery/newborn unit. Journal of Health Education Research and Development. 2018;6(2):265. https://doi.org/10.4172/2380-5439.1000265
5. Wachman EM, Lahav A. The effects of noise on preterm infants in the NICU. Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition. 2011;96(4):F305-F309. https://doi.org/10.1136/adc.2009.182014
6. Wang D, Aubertin C, Barrowman N, Moreau K, Dunn S, Harrold J. Examining the effects of a targeted noise reduction program in a neonatal intensive care unit. Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition. 2014;99(3):F203-F208. https://doi.org/ 10.1136/archdischild-2013-304928
7. Graven SN, Browne JV. Auditory development in the fetus and infant. Newborn and Infant Nursing Reviews. 2008;8(4):187-193. https://doi.org/10.1053/j.nainr.2008.10.010
8. Cardoso SM, Kozlowski Lde C, Lacerda AB, Marques JM, Ribas A. Newborn physiological responses to noise in the neonatal unit. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2015;81(6):583-588. https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.11.008
9. Shimizu A, Matsuo H. Sound environments surrounding preterm infants within an occupied closed incubator. Journal of Pediatric Nursing. 2016;31(2):e149-e154. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2015.10.011
10. Beken S, Önal E, Gündüz B, Çakir U, Karagöz İ, Kemaloğlu YK. Negative effects of noise on NICU graduates' cochlear functions. Fetal and Pediatric Pathology. 2020;25:1-10. https://doi.org/10.1080/15513815.2019.1710788
11. Als H. Toward a synactive theory of development: Promese for the assessment and support of infant individuality. Infant Mental Health Journal. 1982;3(4):229-243. https://doi.org/10.1002/1097-0355(198224)3:4%3C229::AID-IMHJ2280030405%3E3.0.CO;2-H
12. Calikusu Incekar M, Balci S. The effect of training on noise reduction in neonatal intensive care units. Journal for Specialists in Pediatric Nursing. 2017;22(3):e12181. https://doi.org/10.1111/jspn.12181
13. Carvalhais C, Santos J, da Silva MV, Xavier A. Is there sufficient training of health care staff on noise reduction in neonatal intensive care units? A pilot study from neonoise project. Journal of Toxicology and Environmental Health. 2015;78(13-14):897-903. https://doi.org/10.1080/15287394.2015.1051204
14. Casavant SG, Bernier K, Andrews S, Bourgoin A. Noise in the neonatal intensive care unit: What does the evidence tell us? Advances

in Neonatal Care. 2017;17(4):265-273. https://doi.org/10.1097/ANC.0000000000000402
15. Jayamanne C, Kumara S. Determinants of noise level in the neonatal intensive care unit at Castle Street Hospital for Women, Colombo, a level III tertiary care facility. Sri Lanka Journal of Child Health. 2019;48(4):312-315. https://doi.org/10.4038/sljch.v48i4.8824
16. Committee on Environmental Health. Noise: A hazard for the fetus and newborn. Pediatrics. 1997;100(4):724-727. https://doi.org/10.1542/peds.100.4.724
17. Parra J, de Suremain A, Berne Audeoud F, Ego A, Debillon T. Sound levels in a neonatal intensive care unit significantly exceeded recommendations, especially inside incubators. Acta Paediatrica. 2017;106(12):1909-1914. https://doi.org/10.1111/apa.13906
18. Susilaningsih F, Fitri SYR, Mardhiyah A, Hermayanti Y. Lighting and noise levels in the neonatal intensive care unit (NICU). Indian Journal of Public Health Research and Development. 2019;10(9): 878-882. https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.02548.8
19. Hernandez-Molina R, Fernandez-Zacarias F, Benavente-Fernandez I, Jimenez-Gomez G, Lubian-Lopez S. Effect of filters on the noise generated by continuous positive airway pressure delivered via a helmet. Noise and Health. 2017;19(86):20-23. https://doi.org/10.4103/1463-1741.199237
20. Lee HJ. The effects of NICU noises on the physiological responses and behavioral state of premature babies [master's thesis]. Seoul: Yonsei University; 1997. p. 1-58.
21. Cheong JLY, Burnett AC, Treyvaud K, Spittle AJ. Early environment and long-term outcomes of preterm infants. Journal of Neural Transmission. 2020;127(1):1-8. https://doi.org/10.1007/s00702-019-02121-w
22. Ahamed MF, Campbell D, Horan S, Rosen O. Noise reduction in the neonatal intensive care unit: A quality improvement initiative. American Journal of Medical Quality. 2018;33(2):177-184. https://doi.org/10.1177/1062860617711563
23. Weis J, Haaber J. Reducing noise through awareness in the NICU. Developmental Observer. 2019;12(1):13. https://doi.org/10.14434/do.v12i1.27843
24. Kim EK. NICU nurses' perception on noise and noise control behaviors [master's thesis]. Seoul: Seoul National University; 2008. p. 1-54.
25. Lasky RE, Williams AL. Noise and light exposures for extremely low birth weight newborns during their stay in the neonatal intensive care unit. Pediatrics. 2009;123(2):540-546. https://doi.org/10.1542/peds.2007-3418
26. Biabanakigoortani A, Namnabati M, Abdeyazdan Z, Badii Z. Effect of peer education on the noise management in Iranian neonatal intensive care unit. Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research. 2016;21(3):317-321. https://doi.org/10.4103/1735-9066.180392
27. Goldstein J, Laliberte A, Keszler M. Ambient noise production by high-frequency neonatal ventilators. The Journal of pediatrics. 2019; 204:157-161. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.08.029
28. Lahav A, Skoe E. An acoustic gap between the NICU and womb: A potential risk for compromised neuroplasticity of the auditory system in preterm infants. Frontiers in Neuroscience. 2014;8:381. https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00381
29. Smith SW, Ortmann AJ, Clark WW. Noise in the neonatal intensive care unit: A new approach to examining acoustic events. Noise and Health. 2018;20(95):121-130. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_53_17
30. White RD, Smith JA, Shepley MM. Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Recommended standards for newborn ICU design, eighth edition. Journal of Perinatology. 2013;33(Suppl 1):S2-S16. https://doi.org/10.1038/jp.2013.10