Effect of Lights-Out at Night Time on Body Weight, Physiological Variables, and Behavioral Status in Premature Infants

Kyeong Nam Lee, MPH, Bo Min Seo, Ph.D.^{*}, Deog Hwan Moon, Ph.D.[†], Ga Won Jeon, M.D.[‡], and Jong Beom Sin, M.D.[‡]

Department of Nursing, Inje University Busan Paik Hospital, Busan, Korea

Department of Nursing^{*}, Haeundae Bumin Hospital, Busan, Korea

Graduate School of Public Health[†], Inje University, Busan, Korea

Department of Pediatrics[‡], Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study was conducted to assess the effects of lights-out at nighttime on body weight, physiological variables, and behavioral status in premature infants and to provide basic data for applying lights-out at night time in premature infants.

Methods: Premature infants of over 32 weeks' corrected age were included in this study (January 2015-June 2015), and were allocated to two groups according to the lights-out at night for 5 hours: study group and control group. Lights-out was applied to the study group from midnight for five hours in a quiet environment.

Results: Fifty-two infants were included in the study: 26 in the study group and 26 in the control group. Growth rates of body weight, height, and head circumference were higher in the study group compared to the control group, but there were no statistical differences. In the physiological variables, heart rate decreased by 6.9 beats per minute in the study group, but it increased by 2.7 beats per minute in the control group ($P<0.0001$) during applied 5 hours at night. Anderson Behavioral State Score decreased in the study group compared to the control group ($P=0.042$).

Conclusion: Lights-out at night decreased the heart rate and made the behavioral status more stable. To understand the effects of lights-out on long-term growth and development of premature infants at the highest risk of delayed growth and development, further studies with a larger number of premature infants are needed.

Key Words: Behavioral status, Circadian rhythm, Growth, Lights-out, Premature infants

서론

신생아중환자실의 환경은 각종 의료장비의 사용으로 24시간 지속적으로 밝은 빛을 적용

Received: 27 November 2015

Revised: 4 April 2016

Accepted: 6 April 2016

Correspondence to:

Ga Won Jeon

Department of Pediatrics, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 47392, Korea

Tel: 82-51-890-6497

Fax: 82-51-895-7785

E-mail: iamgawon@hammail.net

Copyright(c)

By Korean Society of Neonatology.

All right reserved.

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.

함에 따라 지난 20년 동안 조도(照度)가 5-10배 증가하였다¹⁾. 영국의 7개의 신생아중환자실의 조도는 하루 평균 348 lux (192-690 lux)이었고, 낮 평균 조도는 470 lux (236-905 lux)이었다¹⁾. 국내에서 신생아중환자실의 평균 조도는 낮 동안 178.7 lux, 덮개를 적용하는 실험군에서 밤 동안 9.2 lux 이었고, 다른 연구에서는 낮 평균 142.2 lux, 밤에는 67.8 lux 이었다²⁾.

광선치료와 의학적 응급처치가 자주 이루어지는 신생아중환자실에서 실내등 이외의 강한 보조 조명을 사용하는 일은 빈번하며, 해당 환자뿐만 아니라 주변의 미숙아들까지도 밤낮에 상관없이 무방비로 일상적인 실내등 이상의 밝은 광선에 노출되는 경우가 많다. 지속적인 빛에 노출된 미숙아는 임신 20주경 태내에서 이미 이루어진 수면·각성의 유형이 방해를 받아 주야의 구분이 어려울 뿐만 아니라 정상 수면까지도 방해 받게 되며 이러한 지속적인 빛 환경은 미숙아의 수면상태와 호르몬 주기에 영향을 주는 원인이 된다³⁾. 따라서 환경이 미숙아의 발달에 어떤 영향을 미치는지의 의문을 갖게 되었고 신생아중환자실에서의 환경적 자극의 잠재적인 해로운 결과에 대한 문제는 계속 제기되고 있다³⁻⁵⁾. 이렇게 과도하고 불필요한 자극을 완화하기 위한 시도로 빛을 차단하는 덮개(shielding)를 보육기 위에 덮거나 불필요한 전등을 소등하려는 노력 등이 이루어지고 있다^{6,7)}.

야간 빛 차단 적용시작 시기에 관한 연구에서 시각계통의 성숙이 재태기간 32주가 되어야 이루어져 동공이 빛 자극에 반응할 수 있다는 연구에 근거하여 야간 빛 차단을 적용한 결과, 교정나이 32주와 출생 시부터 야간 빛 차단을 받은 군이 교정나이 36주 이후부터 받은 군보다 유의한 체중증가가 있었다고 보고하였다^{1,8)}.

그러나 현재 다양한 방법으로 미숙아에게 적용된 조명이 신생아 혹은 미숙아의 생물학적 리듬 발달에 어떤 영향을 미치는가는 정확하게 밝혀져 있지 않다⁹⁾. 미숙아에 대한 빛 조절이 수면-활동 패턴에 미치는 영향에 관한 연구와 체중증가, 인공호흡기 치료 일수, 입원기간, 청력 및 미숙아 망막증 발생비율 등과의 관련성에 관한 몇몇 연구들이 있으나 신생아중환자실의 조명과 빛의 사용에 대한 적절한 기준은 아직까지 명확한 기준 없이 논쟁 중이다^{7,8,10)}. 국내에서 미숙아를 대상으로 한 빛에 관한 연구는 교정나이 32주 이상의 미숙아 30명을 대상으로 낮과 밤의 주기적 빛 조절을 제공하는 그룹과 지속적으로 덮개를 적용한 그룹으로 나누어 체중, 입원기간, 총 비경구적 영양 주입기간, 신경행동학적 발달 점수, 수면 활동양상을 비교한 연구와, 교정나이 32주 이상인 저체중출생아 20명을 대상으로 빛을 차단하여 체중, 생리적 변수(심박동수, 호흡수, 산소포화도), 행동상태를 비교한 연구가 있으며, 32주 이상, 체중 2,000 g 미만의 미숙아 30명을 대상으로 빛을 차단한 그룹과 어머니의 노래 소리를 녹음하여 들려준 그룹으로 나누어 적용한 연구가 보고되었을 뿐 야간에 조명만을 소등한 연구는 미흡한 실정이다^{2,11,12)}.

본 연구는 신생아중환자실에서 야간소등을 적용하는 것이 미숙아의 체중, 생리적 변수 및 행동상태에 미치는 효과를 규명하여 신생아중환자실에 입원한 미숙아에게 야간소등을 적용할 수 있는 근거를 제공하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 인제대학교 부산백병원 의생명연구윤리심의위원회의 심의를 통과하였다(IJUBPH No.14-0218). 2015년 1월부터 2015년 6월까지 인제대학교 부산백병원의 신생아중환자실에 입원한 미숙아 중 재태기간 37주 미만으로 출생하여 교정나이 32주 이상이며, 보육기 또는 조도 10 lux 이하로 유지 가능한 개방형보육기에서 치료 중인 미숙아 중 보호자가 동의한 경우에 한하여 연구 대상으로 하였다. 광선치료를 하는 미숙아, 심각한 의학적 문제가 발생하거나 금식하는 미숙아는 제외하였다.

2. 실험방법

대조군은 신생아중환자실에서 눈에 바로 조사되는 빛을 가리기 위해 보육기 위쪽만 린넨으로 가려놓은 상태로 야간에도 소등하지 않아 빛을 차단하지 않았다. 실험군은 야간(자정부터 오전 5시)에 병실의 등을 모두 소등하고 인큐베이터 덮개로 빛을 차단하여 10 lux 이하(KS 기준 심야의 병동 조도 범위 3-6 lux, 낮 시간 병동 60-150 lux 참조)로 유지하는 야간소등을 적용하였다. 야간소등(lights-out)은, 본원에서 적용되는 업무 일정을 최대한 고려하여 가장 방해가 적은 시간인 자정부터 오전 5시에 병실의 등을 모두 소등하고 인큐베이터 덮개로 빛을 차단하여 조도를 10 lux 이하로 유지하는 것으로 자체 정의하였다. 외국과 국내의 선행 연구에서 적용한 오후 6-7시부터 다음날 오전 6-7시까지 12시간의 야간 소등은 임상적으로 적용하기 어려워 실제 적용 가능한 시간을 고려하여 5시간으로 정하였다.

두 군 모두 체중, 행동상태 점수, 심박동수, 산소포화도, 조도를 측정하고 오전 5시에 행동상태 점수, 심박동수, 산소포화도를 측정하였다. 실험은 10일간 시행하였다.

야간소등 중에는 기저귀 교환, 오전 2시 1회의 활력징후 측정 및 수유를 시행하였고 추가적인 간호행위가 금지되지는 않았으나 꼭 필요한 경우에만 시행하였다.

행동상태란 수면에서 울음까지 신생아의 생리적, 행동적 유형의 범주를 의미한다¹³⁾. 본 연구에서 사용한 Anderson 등¹⁴⁾이 개발한 신생아의 행동상태를 측정하는 평가도구인 Anderson Behavioral State Scoring (ABSS)은 신생아의 행동상태를 매우 조용한 상태에서 매우 심한 울음까지 수면상태는 4가지, 각성상태는 5가지, 그

리고 울음상태는 3가지로 총 12가지로 분류하여 수면상태는 1-5 점, 조용히 깨어있는 상태는 6-7점, 활동적이고 불안정한 상태는 8-12점으로 점수화 한 것이다. 이것은 미숙아의 행동상태를 거의 정확하게 표현해내는 매우 섬세한 분류 기준이다^{14,15)}.

조도는 신생아중환자실 내의 신생아 침상에 직접 비추이는 빛의 양을 조도기(Illumination meter [IM-2D, TOPCON Corp., Tokyo, Japan])를 사용하여 눈 옆에서 lux 단위로 측정하였다. 소음은 지시 소음계 (Integrating sound level meter [NL-01A, RION CO., LTD, Tokyo, Japan])를 이용하여 매일 자정에서 오전 1시 사이에 1시간 평균 소음을 측정하였다. 소등과 함께 소음까지 줄여주는 조용한 시간을 적용하고자 하였으나, 감염관리 등의 문제로 인큐베이터 내에서 아기가 듣는 것과 같은 소음을 직접 측정할 수는 없었으며, 신생아중환자실의 특성상 아기의 울음소리가 섞여 정확한 외부의 소음만을 측정할 수는 없었다. 다만 대조군과 실험군 사이에 비슷한 환경이 조성되었는지를 확인하기 위해서 두 군 모두 병실의 1시간 평균소음을 측정하였다.

대상자 수의 선정은 G*power version 3.1.9.2 (Heinrich-Heine-University Düsseldorf, German)를 이용하였으며 양측 검정으로 두 그룹 간 비교에 필요한 대상자 수는 유의수준 0.05, 효과크기 0.80, 검정력 0.08일 때 그룹별로 26명으로 총 52명이 필요하나 탈락율 10%를 고려하여 총 58명의 대상자를 임의추출 하였다. 대조군은 실험 시작일부터 약 3개월간 연구기준에 해당하는 미숙아로 하였고, 실험군은 대조군 29명이 모두 완료된 이후 약 3개월간 연구기준에 해당하는 미숙아로 하였다. 대상자 중 대조군에서 조기퇴원과 금식, 광선요법의 적용으로 각각 1명씩 총 3명이 제외되었고, 실험군에서 광선요법의 적용으로 3명이 제외되어, 대조군 26명, 실험군 26명 최종 52명을 연구 대상자로 하였다.

3. 통계분석

MedCalc Version 15.4 (MedCalc Software, Mariakerke, Belgium)와 SPSS Version 19 (IBM, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 분석하였다. 두 군 간의 일반적 특성 검정은 카이제곱검정, 독립표본 *t*-검정을 사용하였고, 가설 검정을 위한 실험군과 대조군의 처치 전후 체중, 생리적 변수, 행동상태는 독립표본 *t*-검정, 대응표본 *t*-검정을 사용하였으며, 10일간의 변화를 비교하기 위해서 반복측정 분산분석(Repeated measures analysis of variance [RM ANOVA])을 사용하였다.

결과

연구 대상자의 평균 재태연령은 대조군 32.3주, 실험군은 31.3주로 차이가 없었으며($P=0.171$) 출생 시 평균 체중은 대조군이

1,540 g으로 실험군의 1,401 g보다 많았으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P=0.136$). 출생 시 키, 머리둘레, 연구 시작 시 재원 일수, 교정나이 모두 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 소음에서도 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($P=0.366$) (Table 1).

대조군의 평균 조도는 234.7 lux 이었고, 실험군의 평균 조도는 4.4 lux로 실험군은 모두 10 lux 이하로 유지되었다. 총 체중증가는 대조군이 280 g, 실험군 293 g으로 실험군의 체중이 더 많이 늘었으나 통계적으로 유의하지 않았다($P=0.466$). 평균체중, 키, 머리둘레도 실험군에서 더 많이 증가했으나 통계적으로 유의하지는 않았다(각각 $P=0.466, 0.085, 0.179$) (Table 2).

생리적 변수로 심박동수와 산소포화도를 비교하였다. 심박동수는 대조군이 자정보다 오전 5시에서 1분에 2.7회 유의하게 증가한 반면($P=0.019$), 실험군은 야간소등의 적용 후에 1분에 6.9회 유의하게 감소하였으며($P<0.0001$) 두 군간의 차이도 통계적으로 유의하였다($P<0.0001$) (Table 3). 10일 동안 심박동수의 차이를 RM ANOVA를 사용하여 비교하였을 때 실험군과 대조군 간에 유의한 차이를 보였으며($P<0.001$), 각 그룹 내에서 시간의 흐름에 따라서는 유의한 차이가 없었다($P=0.390$). 시점과 집단간의 교호작용은 없었다($P=0.659$) (Figure 1).

Table 1. General Characteristics

Variables	Control group (N=26)	Study group (N=26)	P-value*
Male, n (%)	14 (53.8)	17 (65.4)	0.407
Gestational age (wks)	32.3±2.3	31.3±2.7	0.171
Birth weight (g)	1,540±299	1,401±359	0.136
Birth height (cm)	40.5±2.8	39.0±3.3	0.088
Birth head circumference (cm)	29.0±1.9	28.4±2.5	0.305
Hospital day at start (d)	17.7±11.6	20.7±14.3	0.415
Corrected age at start (wks)	34.7±1.4	34.1±1.7	0.226
Body weight at start (g)	1,642±173	1,523±225	0.038
Sound level (dB)	56.1±2.6	56.8±2.5	0.366

*P-value by independent *t*-test.
Plus-minus values are mean±SD.

Table 2. Illumination, Gain of Body Weight, Height, and Head Circumference between Two Groups

Variables	Control group (N=26)	Study group (N=26)	P-value*
Illumination (lux)	234.7±90.0	4.4±1.3	<0.0001
Total Body weight gain (g)	280±57	293±67	0.466
Mean Body weight gain (g)	28±6	29±7	0.466
Height gain (cm)	1.6±0.8	2.0±1.0	0.085
Head circumference gain (cm)	1.4±0.7	1.7±0.8	0.179

*P-value by independent *t*-test.
Plus-minus values are mean±SD.

Table 3. Heart Rate (beat/min) Difference between Two Groups

Group	0AM	5AM	mean diff.	P-value [†]
Control (N=26)	147.0±10.0	149.7±7.4	2.654	0.019
Study (N=26)	158.3±7.5	151.4±8.2	-6.885	<0.0001
difference	11.315	1.777	-9.539	
P-value*	<0.0001	0.415	<0.0001	

*P-value by independent *t*-test.

[†]P-value by paired *t*-test.

Plus-minus values are mean±SD.

Figure 1. Comparison of heart rate differences over 10 days between the control and study groups by repeated-measures analysis of variance (ANOVA). According to repeated-measures ANOVA, heart rate difference over 10 days between the two groups (Between-Subjects Effects), significantly decreased in the study group ($P<0.001$). According to results of repeated-measures ANOVA and of tests assessed by Greenhouse-Geisser statistics, between-subject effects $P<0.001$, within-subjects effects $P=0.390$, group×factor interaction $P=0.659$.

행동상태 점수는 실험군에서 유의하게 감소하여 야간소동 적용 후에 안정된 상태를 보였다($P=0.042$) (Table 4). 10일 동안 행동상태의 차이를 RM ANOVA를 사용하여 비교했을 때 실험군과 대조군 간에 유의한 차이를 보였으며($P=0.042$), 각 그룹 내에서 시간의 흐름에 따라서는 유의한 차이가 없었다($P=0.350$). 시점과 집단간의 교호작용은 없었다($P=0.403$) (Figure 2).

고찰

신생아중환자실에서는 미국아들에게 24시간 주어지는 강한 빛을 줄이기 위해 보육기 덮개를 사용하고 있다. 이는 눈에 바로 비추어지는 조명만을 차단하는 것으로 빛을 완전히 차단했다고 볼 수는 없으며 본 연구에서는 야간에 조명을 꺼서 빛을 차단하는 야간소등을 제공하고, 야간소등이 미국아의 체중, 생리적 변수 및

Table 4. Anderson Behavioral State Scoring (ABSS) Difference between Two Groups

Group	0AM	5AM	mean diff.	P-value [†]
Control (N=26)	4.4±1.2	3.0±0.8	-1.331	<0.0001
Study (N=26)	4.6±1.2	2.6±0.9	-2.027	<0.0001
difference	0.242	-0.454	-0.696	
P-value*	0.476	0.060	0.042	

*P-value by independent *t*-test.

[†]P-value by paired *t*-test.

Plus-minus values are mean±SD.

Figure 2. Comparison of Anderson Behavioral State Scoring (ABSS) difference over 10 days between control and study groups by repeated-measures analysis of variance (ANOVA). According to repeated-measures ANOVA, ABSS difference over 10 days between two groups (Between-Subjects Effects) significantly decreased in study group ($P=0.042$). According to the results of repeated-measures ANOVA and of tests assessed by Greenhouse-Geisser statistics, between-subject effects $P=0.042$, within-subjects effects $P=0.350$, group×factor interaction $P=0.403$.

행동상태에 미치는 효과를 알아보려고 하였다.

연구 기간 동안 측정된 조도는, 보육기 덮개를 사용한 경우 120-300 lux 정도였고, 개방형 보육기의 경우 300-450 lux 이상 측정되기도 하였다. 하지만 야간소등을 제공하기 위해 조명을 끄고 보육기 덮개를 내려서 완전히 덮은 경우에는 조도가 10 lux 이하로 유지되었다. 또한 소음의 영향을 배제하기 위하여 소음을 측정하여 두 군 간에 소음의 크기는 차이가 없음을 확인하였다.

야간소등을 적용한 실험군이 야간소등을 하지 않은 대조군보다 체중 증가율이 더 높았으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 교정나이 32주 이상인 저체중출생아에게 하루에 12시간 동안 안대와 보육기 덮개를 적용하여 10일간 빛을 차단한 Jung의 연구에서도 실험군과 대조군의 체중 증가율에 유의한 차이가 없었으며¹¹⁾, 교정나이 32주 미만의 미국아에게 낮과 밤의 주기적 빛 조절을 시

행했던 연구에서도 실험군과 대조군의 체중 증가율에는 유의한 차이가 없었다²⁾. 하지만 Jung과 Bae의 연구에서는 하루에 12시간의 빛차단을 한 실험군에서 체중이 유의하게 증가하였다고 보고하였다¹²⁾. 이는 빛에 의해 생성된 세로토닌이 빛을 차단할 때 멜라토닌으로 전환되며 이 멜라토닌이 수면을 유도하고 이에 의해 성장호르몬 분비가 자극되어 체중 증가 등의 성장을 촉진하는 것으로 설명된다. 또한 멜라토닌은 성장호르몬에 길항작용을 하는 코티솔을 억제하며 프로스타글란딘 E₂를 억제하여 성장을 촉진한다¹⁶⁾.

본 연구에서는 야간소등을 한 실험군에서 심박동수가 분당 6.9회 감소하였으며, Jung의 연구에서도 빛차단을 한 실험군에서 대조군에 비해 심박동수가 유의하게 감소하였다¹¹⁾. 빛을 차단하고 어머니의 노래로 청각자극을 제공한 연구에서도 처치 전후 심박동수가 통계적으로 유의하게 감소하였으며¹²⁾ 소등에 의해 심박동수가 감소하는 기전은 빛 차단으로 인해 증가한 멜라토닌이 아드레날린과 길항작용을 하여 교감신경계 활동을 억제해서 심박동수가 낮아지는 것으로 설명되고 있다¹⁷⁾. 심박동수는 대사율과 밀접한 관계가 있으며 에너지 소모의 직접적인 지수가 된다. 따라서 빛차단에 의해 심박동수를 낮추면 에너지 소모를 감소시킬 수 있으며 에너지 소모의 감소는 결과적으로 체중증가율을 향상시키는 것으로 Reiter 등¹⁶⁾과 Gill 등¹⁸⁾은 설명하고 있다.

야간소등을 적용한 실험군에서 대조군에 비해 산소포화도가 유의하게 증가하지는 않았다. 하지만 실험 전의 산소포화도가 실험군, 대조군 각각 96.5%와 97.0%로 낮지 않았기 때문에 통계적인 차이가 없었을 것으로 생각된다. 이는 수면중인 저체중출생아에게 빛 자극을 주는 것이 스트레스의 원인이 될 수는 있으나 산소포화도와 빛자극, 즉 조명 사이의 통계적으로 유의한 관련성은 없었다는 연구결과와 유사하였다¹⁹⁾. Slevin 등에 의한 연구에서도 인공호흡기 치료를 하고 있는 저체중출생아에게 모든 전등을 꺼주어 254 lux의 일상조도를 3 lux로 감소시켜서 1시간씩, 하루 2회 빛자극을 차단했을 때 산소포화도의 변화는 실험군에서 대조군과 유의한 차이가 없었다²⁰⁾. 하루에 12시간 동안 안대와 보육기 덮개를 적용하여 10일간 빛을 차단한 다른 연구에서는 실험군에서 산소포화도가 유의하게 증가하였다¹¹⁾.

야간소등을 적용한 실험군에서 행동상태 점수가 감소하여 환자가 안정되었다. 이것은 실험군에서 환자 상태가 더 안정되어 불필요한 에너지 소모를 줄일 수 있으며 수면상태에 있는 빈도가 더 높다고 볼 수 있다. 인공호흡기 치료 중인 미숙아에게 신생아중환자실의 모든 조명을 끄고 집중치료기의 알람소리와 근무자들의 대화 소리를 포함한 모든 소음을 줄인 한 연구에서도 실험군의 심박동수와 혈압이 감소하였으며 행동상태 점수와 신체 움직임이 감소하여 전반적으로 환자가 안정되었다²⁰⁾. 다른 연구에서도 빛차단을 한 실험군에서 긍정적인 상태로의 행동전환 빈도가 더 높았

다고 보고하였다¹¹⁾.

신생아중환자실에서 미숙아들과 밀접하게 접촉하는 의료진들은 환경적인 요소를 인지하여 미숙아에게 과도한 빛자극을 줄이고 여러 집중치료기의 알람 소리, 근무자들의 대화 소리, 신생아들의 울음 소리를 포함한 소음을 최소화 해야 함을 인지하고 있어야 한다. 또한 야간소등은 특별한 기술이 필요 없고 미숙아에게 접촉하지 않으며 부작용 없이 쉽게 적용할 수 있는 중재라는 점에서 임상에 적극 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

성장지연과 발달지연의 고위험군인 미숙아의 장기적인 성장과 발달에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 미숙아에 대한 야간소등의 적용을 검토할 필요가 있다고 판단된다. 이를 위해서는 더 많은 미숙아를 대상으로 하는 추가적인 연구가 필요하다.

결론적으로 야간소등은 성장과 발달이 취약하여 성장지연과 발달지연의 고위험군인 미숙아에게 불필요한 물리적 환경의 자극을 감소시키며 멜라토닌을 증가시켜서 미숙아의 성장을 촉진시킬 수 있으며, 심박동수와 행동상태를 안정시키는 등 미숙아를 전반적으로 안정시켜 장기적인 미숙아의 발달에도 도움이 될 것으로 생각된다. 따라서 미숙아에 대한 야간소등을 적극 검토할 필요가 있다고 생각되며 이를 위해서 많은 미숙아를 대상으로 하는 추가적인 전향적, 무작위 대조군 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 빛자극 뿐 아니라 소음이 미숙아의 성장과 발달에 미치는 영향에 대한 추가 연구도 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Robinson J, Moseley MJ, Fielder AR. Illuminance of neonatal units. *Arch Dis Child* 1990;65:679-82.
- 2) Lee SJ, Han KJ, Bang KS. Effects of cycled lighting on circadian rhythms of premature infants. *J Korean Acad Child Health Nurs* 2012;18:85-94.
- 3) Majid M, Simone L. Perinatal development of human circadian rhythms. In: Buijs RM, Kalsbeek A, Romijn HJ, Pennartz CMA, Mirmiran M, editors. *Hypothalamic integration of circadian rhythms*. Amsterdam: Elsevier, 1996:217-26.
- 4) Warren I. Facilitating infant adaptation: the nursery environment. *Semin Neonatol* 2002;7:459-67.
- 5) Kent WD, Tan AK, Clarke MC, Bardell T. Excessive noise levels in the neonatal ICU: potential effects on auditory system development. *J Otolaryngol* 2002;31:355-60.
- 6) Han KJ. A study on the environment for lowbirth weight infants in neonatal intensive care unit in the United States. *Korean J Child Health Nurs* 1998;4:159-76.
- 7) Rivkees SA, Mayes L, Jacobs H, Gross I. Rest-activity patterns of premature infants are regulated by cycled lighting. *Pedia-*

- 8) Brandon DH, Holditch-Davis D, Belyea M. Preterm infants born at less than 31 weeks' gestation have improved growth in cycled light compared with continuous near darkness. *J Pediatrics* 2002;140:192-9.
- 9) Mirmiran M, Ariagno RL. Influence of light in the NICU on the development of circadian rhythms in preterm infants. *Semin Perinatol* 2000;24:247-57.
- 10) Rivkees SA. Developing circadian rhythmicity in infants. *Pediatrics* 2003;112:373-81.
- 11) Jung IS. Effects of cycled lighting on body weight, physiological variables and behavioral states in low birth weight infants. *J Korean Acad Nurs* 2005;35:143-53.
- 12) Jung IS, Bae CW. Effect of cycled lighting and auditory stimulation on body weight, physiological variables and behavioral states in low birth weight infants. *J Korean Soc Neonatol* 2007;14:11-21.
- 13) McCain GC. Facilitating inactive awake states in preterm infants: a study of three interventions. *Nurs Res* 1992;41:157-60.
- 14) Anderson GC, Behnke M, Gill NE, Conlon M, Measel CP, McDonie TE. Self-regulatory gavage to bottle feeding for preterm infants: effects of behavioral state, energy expenditure, and weight gain. In: Funk SG, Tornquist EM, Champagne MT, Coop LA, Wiese RA, editors. *Key aspects of recovery: improving nutrition, rest, and mobility*. New York: Springer, 1990:83-97.
- 15) Medoff-Cooper B, McGrath JM, Bilker W. Nutritive sucking and neurobehavioral development in preterm infants from 34 weeks PCA to term. *MCN Am J Matern Child Nurs* 2000;25:64-70.
- 16) Reiter RJ, Robinson J. *Melatonin*. Seoul, Taeil publishing Co., 1996; 23-41, 241-54.
- 17) Nedley N. Melatonin: agent for rest and rejuvenation. In: DeRose D, editor. *Proof positive: how to reliably combat disease and achieve optimal health through nutrition and lifestyle*. New York: Nedley Publishing, 1999:193-210.
- 18) Gill NE, Behnke M, Conlon M, McNeely JB, Anderson GC. Effect of nonnutritive sucking on behavioral state in preterm infants before feeding. *Nurs Res* 1988;37:347-50.
- 19) Shogan MG, Schumann LL. The effect of environmental lighting on the oxygen saturation of preterm infants in the NICU. *Neonatal Netw* 1993;12:7-13.
- 20) Slevin M, Farrington N, Duffy F, Daly L, Murphy JF. Altering the NICU and measuring infants' responses. *Acta Paediatr* 2000;89:577-81.