

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 10 月 2 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23601012

研究課題名(和文) NICU高照度環境が及ぼす早産児の睡眠・覚醒リズム形成と心身発達の前方視的研究

研究課題名(英文) Prospective study of how NICU high illuminance environment influence the preterm infants' sleep-wake rhythm formation and physical, mental development

研究代表者

新小田 春美 (SHINKODA, HARUMI)

三重大学・医学部・教授

研究者番号：70187558

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000円

研究成果の概要(和文)：NICUにおける高照度・騒音の治療環境の基準や、developmental careへの示唆を得る目的で、睡眠・覚醒リズムや睡眠の質評価、生理的反応の日内変動の特徴などを明らかにした。子宮内模擬暗環境の介入観測も行い、暗環境(<50Lux)で活動量低下の傾向を認めたが、睡眠の質に有意差はなく、70-80dB以上の騒音には啼泣を認め、照度よりも騒音への刺激が覚醒に繋がっていることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The objective is to get suggestion to construct the optimal developmental care for premature infants in the NICU. We evaluate their quality of sleep, sleep-wake rhythm and revealed the characteristics of physiological daily variation. In addition, we carried out interventional observation for simulated intrauterine environment. As a result, we recognized decline trend in amount of activity within dark NICU environment (<50Lux). There are no clear differences in quality of sleep. By the frequency analysis of the noise, infants cried more when noise are above 70-80dB. This result meant that noise stimulate infants to awake rather than light.

研究分野：母性・助産学

キーワード：NICU環境 睡眠・覚醒リズム 成育環境 騒音・高照度 心身発達 アクチグラフ 早期産児 看護ケア

1. 研究開始当初の背景

NICU (Neonatal Intensive Care Unit ; 新生児集中治療室) や GCU の治療環境と発達影響の検討が進んできている。

NICU/GCU では高照度、騒音などの治療環境が児にもたらす外的ストレスをできる限り減らす developmental care が検討されてきた。NICU では昼夜差のある「明暗環境」が早産児の体重増加を促すことが報告され、また、行動段階 (Behavioral State) の観察を通じて、「明るさ」の制限など実施されているが、照度・音圧基準やこれらの調節方法は、医療施設によって異なる現状にある。

増加してきた早産児の出生に対し、NICU の治療環境 (高照度、騒音) がその後の環境適応にどのように反映し、生体リズム形成や心身発達にどう影響するのか、児の成長・発達の望ましい NICU の治療環境を探る意義は大きい。

2. 研究の目的

出生早期より 1 ヶ月以上に渡る昼夜高照度光や騒音曝露環境にあった NICU 早産児の成育環境適応の問題と睡眠・覚醒リズム形成と発達への影響を明らかにし、児にとって望ましい developmental care への示唆を得る。

3. 研究の方法

NICU/GCU の昼夜光曝露児の睡眠覚醒リズムの特徴を知るため、両親に口頭と書面による説明にて同意をとり (大学病院臨床試験倫理委員会承認 24-53, 23072)、連続 3 日間の Actigraph による活動量を測定し、同時計測中のモニター生体情報 (HR, R, SPO₂) を収集し、睡眠・覚醒判定を行った。

NICU 30 名、GCU 4 名、正期産 22 名の 56 名の対象児の協力を得た。NICU/GCU の早期産児は体重の未熟のみで特に他の医学的問題がない状態安定した修正在胎週齢 31-34 週児、コントロールとして、産科病棟で出生した正期産児に生後 1 日目から 3 日目まで装着し、

出生背景による違いをみた。研究段階として Stage1 は環境測定、Stage2 で、正期産と早期産による睡眠の質の特徴、Stage3 で、NICU の観察室での照度調整による介入観測を実施した。修正週齢 30-32 週齢の 7 名の児について、3 週間 (1 週間に 3 日間の 3 クール観測) の継続観察を実施した。1 クール (昼夜の明暗環境) 2 クール目 (子宮内模擬暗環境 : 30-50 ルクス程度) 3 クール (昼夜の明暗環境) とし、2 クール目の暗環境にする介入前後に 2 回/日のメラトニン測定を行った。評価は、睡眠質評価、生理的反応 (vital signs) 新版 K 式発達検査とした。

Actigraph 活動計を児の足首に装着し、照度と音圧測定器は児の頭上近くに設置し、それぞれ 1 分毎の値を同時計測した。観察項目は、Actigraph による活動量、新生児行動評価 (Brazelton)、呼吸心拍モニターによる呼吸数、心拍数、酸素飽和度、尿中メラトニン値である。治療環境 (照度・騒音の経時的変化) における、活動量や睡眠の質 (Sadeh 判定式¹⁾) への影響について昼夜別、正期産 vs 早期産、体重別など分散分析や相関による解析をおこなった。

4. 研究成果

(1) ステージ 1 : 環境測定と、児の反応

平成 23-24 年度は、NICU の照度環境と保育器内の騒音発生の音圧特性を明らかにし、児の養育環境と特に睡眠中の啼泣による覚醒の特徴を分析した。NICU では、昼帯 200Lux 内、夜帯 50Lux 前後の照度が保たれており、NICU での照度の平均は 155.7 ± 245.0 Lux であった。一方、新生児室では、1 日平均 266.3 ± 230.8 Lux で、NICU と新生児室とでは有意 ($P < 0.001$) に照度の差が確認された。治療環境場所の違い (表 1) で、明らかに照度に差があることが明らかとなったが、騒音については、NICU のみの測定であったので、新生児室との比較はできなかった。

表 1 . 入院場所別環境

治療環境場所別 照度・騒音の日内変化								
照度	0-3時	3-6時	6-9時	9-12時	12-15時	15-18時	18-21時	21-24時
NICU	27.3	23.9	113.7	171.7	181.5	193.4	161.3	72.5
GCU	14.1	19.9	52.7	134.2	92.3	120.6	114.6	15.3
新生児室	293.6	271.8	395.6	486.8	381.9	337.8	198.8	156.3
騒音	0-3時	3-6時	6-9時	9-12時	12-15時	15-18時	18-21時	21-24時
NICU	60.5	60.4	63.2	66.0	66.3	64.9	63.3	61.7
GCU	57.1	53.2	51.2	52.4	56.9	60.8	58.7	60.5
新生児室	50.8	49.5	50.2	54.1	55.4	54.7	53.3	51.6

NICUでの平均音圧は、 68.61 ± 10.22 dBであった。さらに、保育器内の騒音環境（図 1）は複数の周波数帯で、児の泣き声以外に人の会話や器械アラーム音、器械移動に伴う騒音が生じていることが確認された。

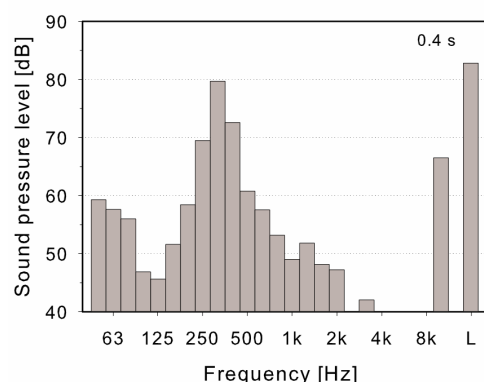


図 1 . 保育器内の騒音周波数レベル

騒音は、B & K 社マイクロフォン TYPE4935 に分析記録装置を接続してレベルおよび周波数特性を分析し、観測した。

騒音レベルと睡眠判定の時間変動の一部の解析で、定期的な看護処置の時間帯でないにもかかわらず、大きな騒音が発生し、この時の睡眠状態は動睡眠から覚醒に変化しており、これらの騒音が児の睡眠を妨げた可能性もあり、周波数特性は300Hzや10Kzといった特定の複数の周波数帯が示された（図2）。保育器内の1分ごとの騒音レベル $L_{Aeq;1\text{min}}$ の出現を見てみると、40 dB から85 dB の広い範囲に分布していた。

さらに、保育器内の音環境情報の計測を 16 週間実施した期間における児の啼泣中の騒音を分析した。

介入有効 4 症例全体では、アクチ活動量平均 50.03 ± 66.88 に対して、音圧 68.61 ± 10.11

dB で、両者の相関は $r=0.372$ ($P<0.001$) であったため、騒音刺激によって覚醒したことが推察された。

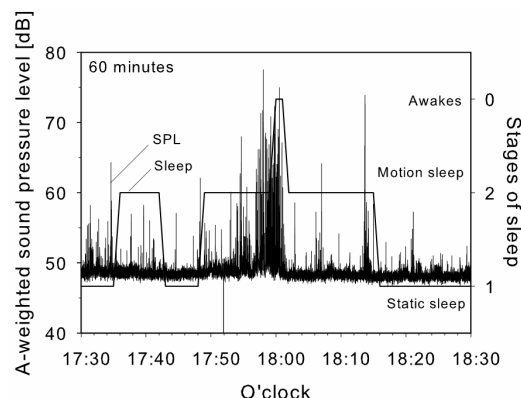


図 2 大きな騒音と睡眠判定の時間変動

（2）ステージ 2 : 昼夜の治療環境における児の生理的反応と睡眠

測定協力児の属性

有効データによる被験者 NICU 32 名 (88.8%) GCU 4 名(11.1%)の早産児 36 名。新生児室の正期産児 16 名について分析を行った。早期産児の出生時の在胎週齢は 31.5 ± 2.5 週で、観測開始週齢の修正週齢 36.2 ± 2.0 週であった。出生時の平均体重 1567 ± 469.2 g であった。AP1 分後 7.3 ± 2.0 点、5 分後 8.4 ± 1.3 点であった。

昼夜別の環境（照度、騒音）によるバイタルサインとアクチ活動量

昼夜における環境の変化と、アクチ活動量の同時測定結果をみると（図 3）、照度は有意に昼間が明るく、音圧は昼夜の差はなかった。

昼間の活動量の方が 3 日間とも有意に夜帯よりも大きく、日による変動は小さかった。バイタルサイン (HR, R, SpO₂) の昼夜による差を見ると（表 2）、HR, R に昼夜による有意差を認め、同時間帯に測定した活動量は、昼帯で高かった。さらに、睡眠の質評価として、睡眠の深度別割合をみると（図 4）、昼帯で S1 静睡眠 22.3%、S2 動睡眠 50.4%であったのに対し、夜帯で S1 静睡眠 24.5%、S2 動睡眠 54.1%であり、昼夜に大差はなかった。いずれも、昼夜ともに、2-3 時間のリズムを

認め、覚醒は2-3時間毎の授乳リズムと同期を認めた。

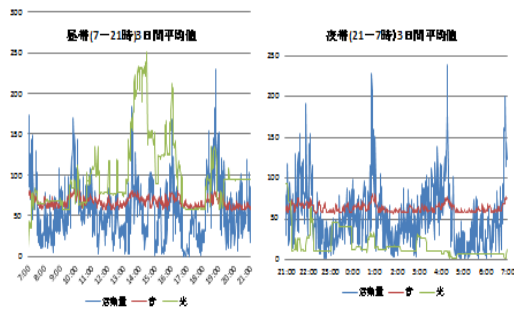


図 環境条件(光・音刺激)と活動量の同期の変化

図 3. 昼夜の環境照度、騒音と Activity

表 2 3日間の環境とバイタルの継続観察

観察項目	昼夜別	平均値	SD	N	F値	p
light	昼帯	144.9	33.4	759	53.8	0.001
	夜帯	116.6	102.5	979		
Sound	昼帯	57.2	8	759	1.2	0.284
	夜帯	56.8	8.7	979		
HR	昼帯	145.5	19.3	759	19.2	0.001
	夜帯	149.8	20.7	979		
SpO2	昼帯	97.9	5.7	759	0	0.853
	夜帯	97.9	2.4	979		
Resp	昼帯	53.5	13.9	759	22.9	0.001
	夜帯	50.3	14.3	979		
Activity	昼帯	63.7	0.4	6760	26.2	0.001
	夜帯	50.1	0.5	4230		

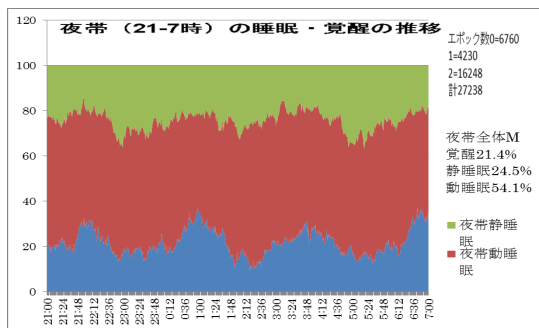
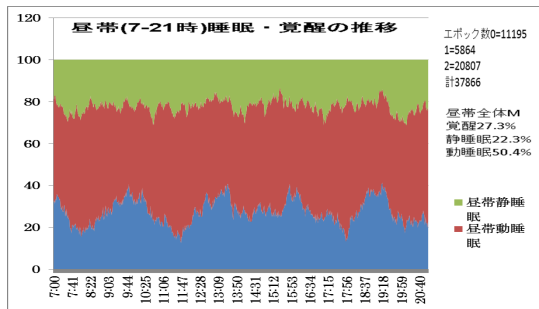


図 4 昼夜別の環境(照度、騒音)による睡眠・覚醒リズムと睡眠深度

(3) Stage 3 : 介入観測 (子宮内模擬の暗環境 1週間を挟む 3週間の継続観測からみた特徴

在胎週齢 31 ~ 33 週齢の早産児 7 例について、子宮内模擬環境として 1 週間にわたる暗環境の介入観測を行った。1 クール目は昼夜リズムで昼帯は 400Lux 程度,夜帯は 70-80 Lux (明暗環境) 2 クール目は 50 Lux 程度(暗環境)で、3 クールはもとの昼夜リズムに戻した。治療に伴う一定環境の保持が難しく、特に活動量に有意差は認められなかったが、睡眠時の酸素飽和度は昼間より夜間の方が有意に高く、動睡眠の割合の経時的変化では昼間と夜間で異なる変化を示した。ここで在胎 31 週齢、生後 15 日目から介入観測を行った症例を紹介する(図 5)。児の夜帯の活動は体動が少なくなっていく傾向にあった。メラトニンの分泌は 3 クール目に多くなっていた。

睡眠効率は、1 クール目 94.3%であったが、3 クール目は、夜間の覚醒時間が長かったためか、睡眠効率は 71.4%であった。

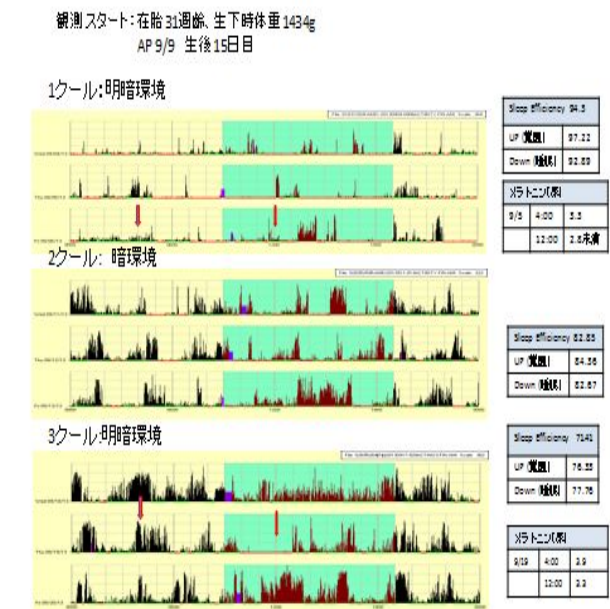


図 5 . 介入 (1 週間の暗環境) 前後の睡眠

まとめ

高照度・騒音の児に対するストレス状況の解明のため、NICUの治療環境の観察を早産児の睡眠・覚醒リズムや睡眠の質評価より考察した。子宮内模擬環境の介入観測では、3クール(3週間)継続観測の2クール目を暗環境に設定して観測を行ったが、治療処置のための一時的な点灯や処置内容により条件を一定にすることが困難であったこと、症例数が十分確保できなかったことなど、統計的に処理する段階には至らなかった。そのため、症例ごとの分析によって、児への侵襲の状況を推察した。3週間の継続観察によって、早期産に伴う成長・発達の未熟性の問題が解決するための影響か、つまり加齢による呼吸循環の一般状態の安定化に伴う環境適応の生理的改善の要因と、環境調整による影響との区別がつけがたかった。さらに、照度や音圧による基準化は、症例数が確保できず今回分析結果報告まで至らなかった。しかし、保育器内において約80%の時間で米國小児学会推奨値45dBの維持を確認できた。

周期的に大きな騒音が約3時間ごとに発生し、それは医療処置・ケアと一致していたことや、授乳や清拭などの看護ケア後の静睡眠に至る過程を継続的にモニターでき、developmental careには、児の睡眠・覚醒の1日の生理的リズムを考慮したケアのタイミングの検討の必要性を確認した。また、昼帯と夜帯の明暗環境は睡眠時の酸素飽和度および睡眠の質に影響及ぼす傾向が示された。

以上より、NICUでの光・音曝露による環境適応基準と、睡眠・覚醒リズムを中心とした脳機能の発達影響について、今後も更なる継続観察が課題となった。

参考文献：

1) Sadeh, A., Alster, J., Urbach, D., and Lavie, P. (1989). Actigraphically based automatic bedtime sleep-wake scoring:

validity and clinical applications. Journal of Ambulatory Monitoring, 2, (3), 209-216.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5件)

1. 白水雅子、新小田春美: 早産児にとってよりよい光環境のパイロットスタディーアクチグラフによる活動量と生理学的反応の分析: 三重看護学誌 第18巻(査読有) 15-21, 2016.3

2. 新小田春美, 木下義晶, 光武玲子, 上野ふじ美, 荒田弘樹, 清原千賀子, 末次美子, 古賀靖子, 穴井謙, 白水雅子, 落合正行, 加来恒壽: NICU環境(照度・音刺激)における早産児の睡眠と身体活動生理学的反応への影響 - 日内変動と昼夜別比較から -, 三重看護学誌 第17巻(査読有) 35-44, 2015.3

3. 穴井謙, 西森亜弥, 新小田春美: 保育器の音環境改善のための微細穿孔板の適用効果に関する基礎的検討, 日本音響学会 建築音響研究会資料, AA2014-47, (査読無), 1-8, 2014

4. 穴井謙, 新小田春美, 周産期医療空間における騒音レベルと早期産児の反応に関する研究 保育器内音環境の24時間連続調査 日本建築学会, 2013年度大会学術講演概集 40094, (査読無) 195-196. 2013

〔学会発表〕(計 6件)

1. 昼夜の新生児の睡眠・覚醒リズムと養育環境(照度、音刺激)の関連分析; 新小田春美・賤川葉子・光武玲子・永井真由美 第11回 ICM アジア太平洋地域会議・助産学術集会 2015年7月21日(火)・22日(水) パシフィコ横浜 (神奈川県・横浜市)

2. 明暗環境と早産児の行動学的・生理学的反応の分析～アクチグラフに基づいた睡眠覚醒評価を用いて～; 白水雅子, 新小田春美 第29回日本助産学会 2015年3月28日

(土)・29日(日) きゅりあん(品川区立総合区民会館)(東京都・品川区)

3. アクチグラフを用いた早産児の睡眠・覚醒評価と看護介入の検討;白水雅子, 新小田春美 第33回日本看護科学学会学術集会 2013年12月7日(土) 大阪国際会議場(大阪府・大阪市)

4. 光環境が早産児に及ぼす影響 - 明暗環境と生理学的反応 - ;白水雅子, 新小田春美 第54回日本母性衛生学会学術集会 2013年10月4日(金) 大宮ソニックシティ(埼玉県・大宮市)

5. 明暗環境と早産児の行動学的・生理学的反応の分析-アクチグラフに基づいた睡眠覚醒評価を用いて-; 白水雅子, 新小田春美 第27回日本助産学会学術集会 2013年5月2日(木) 金沢演劇座, 金沢21世紀美術館(石川県・金沢市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

新小田春美 (SHINKODA Harumi)
三重大学・医学部・教授
研究者番号: 70187558

(2)研究分担者

加来恒壽 (KAKU Tunehisa)
九州大学・医学研究院
教授・研究者番号: 60185717

木下義晶 (KINOSHITA Yoshiaki)
九州大学病院・准教授・
研究者番号: 80345529

末次美子 (SUETHUGU Yoshiko)
九州大学・医学研究院
助教・研究者番号: 70437789

清原 千香子 (KIYOHARA Chikako)
九州大学・医学研究院

講師 研究者番号: 00169963

古賀 靖子 (KOGA Yasuko)
九州大学・人間・環境学研究科(研究院)
准教授、研究者番号: 60225399

浅見恵梨子 (ASAMI Eriko)
千里金蘭大学・看護学部・教授
研究者番号: 80369751

松本一弥 (MATHUMOTO Kazuya)
広島文教女子大学・人間科学部・教授
研究者番号: 80086602

(3)連携研究者

落合正行 (OCHIAI Masayuki)
九州大学病院 周産期総合センター NICU
講師 研究者番号 90507782

湯元 康夫 (YUMOTO Yasuo)
九州大学病院 産婦人科教室 特別教員
研究者番号 452772

(4) 研究協力者

穴井謙 (ANAI Ken)
九州工業大学 大学院工学研究院 建設社会
工学研究系 建築環境研究室 准教授
研究者番号: 10325467

白水雅子 (SHIRAMIZU Masako)
九州大学病院臨床研究推進部門・学術研究員
研究者番号: 30735212

NICU 看護チーム

光武玲子 (MITHUTAKE Reiko)

上野ふじ美 (UENO Fujimi)

荒田弘樹 (ARATA Hiroki)

稲垣志保 (INAGAKI Shiho)

上段清美 (UEDAN Kiyomi)

大田亜由子 (OTA Ayuko)