

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 27 日現在

機関番号：14501
 研究種目：挑戦的萌芽研究
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22659417
 研究課題名（和文）
 NICUにおける騒音の周波数変化に対する早産児のストレス反応に関する研究。
 研究課題名（英文）
 Spectral Analysis of Noise in the Neonatal Intensive Care Unit.
 研究代表者
 清水 彩（AYA SHIMIZU）
 神戸大学・大学院保健学研究科・助教
 研究者番号：90552430

研究成果の概要（和文）：

本研究により、新生児集中治療室や保育器内の音圧と周波数を明らかにした。総録音時間数は約 10 時間であった。音圧はアメリカ小児科学会の推奨値よりも高かった。また、音圧がほぼ同じでも、周波波数レベルの範囲は 1kHz 未満から約 6kHz と広く、高音圧で低周波の音に対して、児は反応を示していなかった。本研究結果より、周波数による音の評価は、早産児がストレスとなる新生児集中治療室内の騒音を低減する解決策を導く可能性があるとし唆された。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to investigate the sound level and frequency level in the neonatal intensive care unit and inside incubators. The total time for recording sound was almost 10 hours. The sound level was higher than that recommended by the American Academy of Pediatrics. The range of frequency levels was also relatively wide, from less than 1 kHz to approximately 6 kHz, even though the sound volume was almost the same. Premature infants did not react to low frequency sound. These results indicate that evaluation of frequency levels of sound may be useful for reducing stressful noise for premature infants in the intensive care nursery.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	0	1,100,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	300,000	2,400,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学・生涯発達看護学

キーワード：看護学，新生児，環境，音刺激，ストレス反応，周波数，新生児行動評価，
ディベロップメンタルケア

1 研究開始当初の背景

1980 年代に入り、騒音は早産児にとって害であると指摘され始めた (Thomas, 2007)。

胎児は、在胎 22～24 週から、250Hz～500Hz の低周波・低音圧な音を聞き始め、聴覚を徐々に獲得していくといわれている。しかし、早産児は未熟な聴覚機能で、過剰な音刺激に

適応せざるを得ない (Brandon et al, 2008)。そのため、早産児は過剰な音刺激により、血圧の変動、低酸素や脳圧上昇など生理学的に不安定な状態となったり、睡眠パターンが阻害されたりする (Kruger et al, 2005; Graven, 2000)。長期的発達予後として、過剰な音刺激は難聴や注意欠陥過活動性 (多動性) 障害 (ADHD; Attention-deficit Hyperactivity Disorder) のリスクも示唆されている (Lasky & Williams, 2009)。一方で、音刺激は早産児の発達についてよい刺激も与えていることが明らかになってきた (呉, 2009)。よって、早産児の発達を阻害しないことを前提とした音環境改善が課題となっている (Thomas, 2007)。

1997年にアメリカ小児科学会 (AAP; American Academy of Pediatrics) は、胎児/新生児への騒音の有害性に関する勧告で音圧レベルの目標値を設定した。また、NICU環境改善をめざす Recommended Standards for Newborn ICU Designにより、音圧の目標値を随時更新されている (平均音圧レベル: $L_{eq}[dBA] < 45$ 、時間率レベル: $L_{10}[dBA] < 50$ 、最大レベル: $L_{max}[dBA] < 70$)。

アメリカでは、NICUの騒音を客観的指標で評価する意識が高く、音圧レベルを下げるケア介入評価や強い音刺激に曝露されている対象者の背景要因 (ベッドの種類、呼吸器設定モードなど) も検証され始めている (Lasky & Williams, 2009; Brandon et al, 2008)。加えて、医療職のみならず、建築士等との協働により、遮音性能といった音響透過損失 (TL; transmission loss) 等を用いた新たな検討がされるようになった。しかし、先進国であるアメリカですら、16年前と比較しても保育器内の音圧レベルは低下していない現状がある (Thomas, 2007)。一方、日本における数少ない蜂屋ら (2001) の実態調査によると、医療職者の減音に対する心がけで保育器外の音刺激は低減したが、AAPの目標値達成には及んでいない。海外同様に日本においても、早産児を取り巻く音環境をモニタリングし適切に評価し、根拠に基づいた取り組みを検討する必要があると考えた。

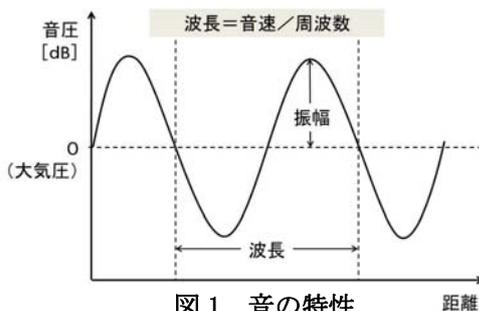


図1 音の特性

2. 研究の目的

新生児集中治療室 (NICU) 内において、クベース内に収容されている早産児が日常聞いている音刺激を録音し、「音圧」ならびに「周波数」等を解析し明らかにすることによって、早産児のストレスとなり得る音の特性を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 研究対象

総合周産期母子医療センター1 施設

(2) 音圧と周波数レベルの測定と解析

NICU内に発生している音をサウンドレコーディング機能付高機能積分形騒音計 (検定済み) で録音するとともに、発生源を把握するためにビデオ撮影も同時に実施した。録音された音源はOscope (小野測器) を用いて、周波数解析を実施し、周波数 ($f [Hz]$) とともに音圧レベルを算出した (図1)。クベース内の音圧レベルについては、時間率騒音レベルを算出した (表1)。

保育器内の騒音を録音する際には、早産児が収容されていないクベースを使用して、サウンドレコーディング機能付高機能積分形騒音計 (検定済み) を用いて測定した (Oscopeは使用せず)。同時に、音のデータと発生源を把握するために、その場面をビデオ (もしくはカメラ) 撮影した。

なお、測定する音源については、先行研究ならびにNICU臨床看護師ならびに新生児看護学の研究者から助言を得ながら選定する。また、音測定の方法ならびに周波数解析については、周波数解析を得意とする技術者の助言を得ながら進めた。

表1: 音の概要

測定値	時間率騒音レベル名	
L_{eq}	等価騒音レベル	時間的に騒音レベルが変動している場合、測定時間内にこれと等しいエネルギーをもつ定常騒音の騒音レベル
L_E	単発騒音暴露レベル	単発的に発生する騒音の1回の発生毎にA特性で重みづけられたエネルギーと等しいエネルギーを持つ継続時間1秒の定常音の騒音レベル
L_{MX}	最大騒音レベル	測定時間内の最大レベル
L_{MN}	最小騒音レベル	測定時間内の最小レベル
L_{PK}	ピークレベル	波形の最大値をレベル化して求められる値
L_N	時間率騒音レベル	Percentile Level: $L_N (L_{N(T)})$
L_{05}	L_N の5%	
L_{10}	L_N の10%	時間率騒音レベルとは、ある測定時間内に騒音レベルが変動した場合、あるレベルを超えている時間が実測時間のNパーセントを占める時、そのレベルを L_N の記号表示で示したもの
L_{50}	L_N の50%	
L_{90}	L_N の90%	
L_{95}	L_N の95%	
L_{LO}	L_N サンプリングの最小値	
L_{HI}	L_N サンプリングの最大値	
L_{AV}	L_N サンプリングの平均値	
L_{NI}		任意の値 N=01~99のいずれか

早産児の個別性を明らかにするデモグラフィックデータ（照度などの環境要因含む）、心拍数、呼吸数、酸素飽和度といった生理学的指標、そして、AIsの行動指標に基づく37項目とThomanの睡眠覚醒状態の7分類を用いた行動学的指標を用いて測定することとした。生理学的指標について、あらかじめ装着している呼吸心拍モニタリングの測定値を記録する。また、行動学的指標に関しては、微細な動きも記録するために、顔、躯幹の動きに焦点を絞った定点（2時点）ビデオカメラ（低照度撮影可）で撮影・録画をする（研究に伴う介入は一切なかった）。

（3）分析

分析は、SPSS（IBM）を使用し、記述統計ならびに各種検定を行った。

（4）倫理的配慮

研究に伴い過剰な騒音に患児が暴露されることはない。しかし、研究に関連して、患児が過剰な騒音に暴露されることが予測される場合や、保育器内の騒音が想定以上に大きくストレスを児に与えることが推定される場合には、患児の安楽を優先するため、研究は中止することとした。

撮影データはDVDに移動し、鍵がかかるロッカーで保管する。データの確認はインターネット接続していないPCで確認する。また、研究により、録画・撮影をしている旨を入院する患児の家族へアナウンスし、不都合な場合も対応することとした。

4. 研究成果

（1）クベース外の音圧と周波数レベル

①録音した音の概要

日勤帯に録音された音は70データのうち56データ（平均218.72±280.33[秒]）が測定条件を満たしていた。そのデータの中から、のべ409場面が抽出され、総測定時間は4時間18分49秒（15,529[秒]）に及んだ。

なお、本研究では、録音した全体を「データ」、特徴的な周波数の波動を「場面」と称することとした（図2）。

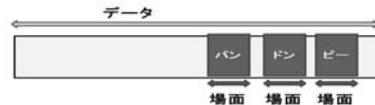


図2 データ／場面の定義

②クベース外の音圧と周波数レベルの概要

NICU病棟内（クベース外）で録音した56データの「平均音圧レベル」は51.39±10.16[dBA]であった。各データにおいて最も高い周波数レベルをさす「ピーク周波数レベル」の平均は1.07[Hz]（範囲：0.05～5.38[Hz]）であり、その「ピーク周波数レベル」の音圧レベルである「ピーク音圧レベル」は43.45[dB]（範囲：20.75～59.46[dB]）であった（表1）。

表2 音の特性

	オーバー オール [dBA]	ピーク 周波数 レベル [Hz]	ピーク 音圧 レベル [dB]	
度数	56	56	56	
平均値	51.39	1.07	43.45	
中央値	54.18	0.66	47.80	
最頻値	55.31	0.25	48.99	
標準偏差	10.16	1.25	11.62	
範囲	32.63	5.33	38.72	
最小値	32.44	0.05	20.75	
最大値	65.06	5.38	59.46	
20	35.06	0.25	25.62	
パーセン タイル	40	53.06	0.44	45.85
60	55.38	0.75	48.73	
80	59.06	1.51	52.46	

③クベース外の音の特性

日勤帯に録音されたのべ409場面において、「ピーク周波数」における「ピーク音圧レベル」は、全体の音圧レベルの約8割以上を占めていた。また、ピーク音圧レベルが同程度であっても、周波数レベルは非常に広範囲であることも明らかになった（図3）。

加えて、周波数レベルは、呼吸器が発生する空気が流れる音等は、1kHz未満の<A群：低周波群>に集中した。一方、医療機器のアラーム音等は、1kHz以上の<B群：高周波群>に集中した。よって、新生児集中治療室（クベース外）における音圧レベルは大きく2群に分類された。

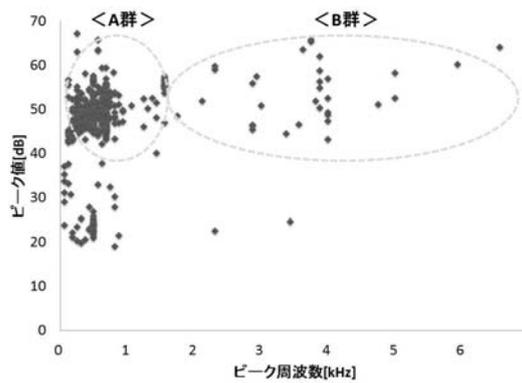


図3 ピークの音圧レベルと周波数

④考察

クベース外の音圧レベルはAPPの推奨値よりも高い傾向にあった。周波数レベル1 [kHz]未満～6[kHz]と幅広い周波数レベルに渡っていた。そのため、これまで音圧レベルのみの1指標では同室とみなされていた音は、周波数レベルを用いることによって、異質なものと分類することができるようになったといえる。一方、高い音圧レベルでも、児はストレスサインを出していないことが撮影したビデオ画像からも明らかになった。

児は胎内においても、APPの推奨値以上の音圧レベルの音を聞いているともいわれている。また、早産児が胎内で聞いていた音と比較して、高周波数かつ高音圧レベルのものもあり、ストレスフルである可能性は否めない。今後は、周波数レベルをも考慮して分類した音の特性別に、早産児のストレス反応の違いを検証する必要性がある。今回は、その基礎データを得ることができた。

(2) 児未収用時のクベース内の音圧の変化

①録音した音の概要

日勤帯に、呼吸器が稼働せず児が収容されていないクベースを用いて、クベース内(ク窓を閉めている時・開いている時)とクベース外の音(クベース窓の高さ)を約90分ずつ測定した平均を示す(図4)。

②クベース内音圧レベルの概要

医療機器を稼働せず、患児を収用していない状況下で、クベース内(閉窓時・開窓時)、クベース外の音を測定した。全般的には、閉窓時のクベース内<開窓時のクベース内<クベース外の順に明らかに大きくなっていった。

音圧レベルは、クベース内の音圧レベル(クベース窓が閉じている時・クベース窓が開いている時)・クベース外の順で、44.06・44.71・50.77[dBA]であり、クベース内外で差が開く結果となった。一方、LPKは、55.87・64.43・93.00[dBA]であり、クベース窓の開閉によっても差が開いていた。また、時間率騒音レベルも、種類によって差が大きかったことが明らかとなった。

③考察

閉窓時のクベース内音圧レベルは、APPの推奨値を満たしていたが、開窓時のクベース内やクベース外の音圧レベルは、APPの推奨値を満たしていなかった。児がクベース内に収容されておらず、呼吸器を稼働していないことが影響要因と考えられる。しかし、NICUの環境自体は、APPの推奨値をクリアしているといえることが明らかになった。

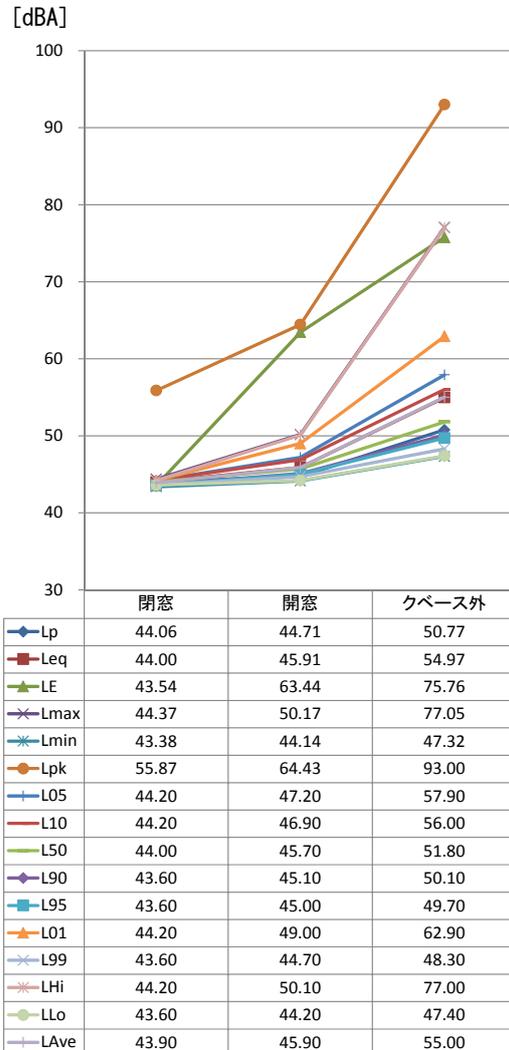


図4 ピークの音圧レベルと周波数

しかし、ほとんどの早産児は、出生直後、呼吸器を使用し、モニターや輸液管理が必須となる。医療機器は高い周波数レベルを発生しており、クベース窓を閉めている状況下でも吸収しきれないことも明らかである。そのため、これらの影響を加味して、今後、対策（介入）による音の低減を図る必要がある。

（3）今後の研究への示唆

本研究では、クベース内外の音を測定し、特性を明らかにすることができた。しかし、早産児の生理学的指標ならびに行動学的指標を用いた評価を行うには、症例数が少ない。

今後は、やみくもに音の発生を控える努力のみならず、高い周波数レベルの音に対する早産時の反応等についてストレス反応の違いを検証していく必要がある。また、高い周波数音の発生源を特定した介入研究を進めていく必要があると考える。

発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔論文〕（計1件）

①近藤好枝, 清水彩; 【周産期医療がめざすディベロップメンタルケア 胎児期からはじめる発達支援】 早産児に対するポジショニング, 査読有, 周産期医学, 40(5), 643-647, 2010.

〔学会発表〕（計1件）

①清水彩; 新生児集中治療室における音の周波数レベルに関する実態調査, 査読有, 日本新生児看護学会学術集会（熊本）, 2012.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清水 彩 (AYA SHIMIZU)
神戸大学・大学院保健学研究科・助教
研究者番号：90552430

(2) 研究分担者

近藤 好枝 (YOSHIE KONDOH)
慶應義塾大学・
大学院健康マネジメント研究科・教授
研究者番号：90234955
(H21→H22：連携研究者)