

[報告]

## 早産児におけるカンガルーケアの心拍変動への影響

鈴木 麻友, 谷本 公重

香川大学医学部看護学科

### Effects of Kangaroo Care in Heart Rate Variability among Preterm Infants

Mayu Suzuki, Kimie Tanimoto

*School of Nursing, Faculty of Medicine, Kagawa University*

#### 要旨

**目的:** NICUに入院した早産児を対象に、母親によるカンガルーケア提供時の心拍変動への客観的影響を探索的に確認する。

**方法:** NICUに入院中の早産児7人を対象とし、NICUで児の修正週数32~34週の間に行われたカンガルーケアにおいて、まだカンガルーケアが開始されていない未実施時と初回、2回目、3回目のカンガルーケア実施中とその前1時間の、児の心拍データを抽出した。心拍データから心拍変動のスペクトル解析を行い、心拍数(Heart Rate, 以下HR)、Low Frequency(LF)、High Frequency(HF)、LF/HFを確認した。

**結果:** カンガルーケア実施前1時間に比べ、カンガルーケア実施中のHRが低下していた回数は11回中4回であり、カンガルーケア未実施時に比べ、カンガルーケア実施中のHRが低下していた回数は14回中8回であった。カンガルーケア実施前1時間に比べ、カンガルーケア実施中のLF/HFが低下していた回数は11回中6回であり、カンガルーケア未実施時に比べ、カンガルーケア実施中のLF/HFが低下していた回数は14回中6回であった。LF、HFのパワースペクトル図では、全ての児、全ての測定時期において、LFにのみピークを認め、LFよりHFの方が低い値を示した。カンガルーケア実施時のHRの平均値は $155.5 \pm 12.45$ 回/分、LF/HFの平均値は $6.16 \pm 1.78$ であった。

**結論:** 本研究結果では、早産児へのカンガルーケア提供時において、HR、LF/HFは一定の傾向を示さなかった。LF、HFのパワースペクトル図ではLFよりHFが低く、これは早産児の呼吸の未熟性を示唆する。また、HRやLF/HFの平均値は、本研究の対象となった早産児の約半数が、カンガルーケア中、自律神経の状態が睡眠に近い状態であったことを示唆する。

**キーワード:** カンガルーケア, 早産児, NICU, 心拍変動, LF/HF

#### Summary

**Aim:** To explore the effects of kangaroo care on heart rate variability among preterm infants in the neonatal intensive care unit.

**Methods:** We evaluated heart rate variability in preterm infants who received kangaroo care. This included heart rate (HR), low-frequency power (LF), high-frequency power (HF), and LF/HF ratio during the pre-kangaroo-care period (before 32 - 34 weeks of gestation), before kangaroo care, and while kangaroo care was being performed.

**Results:** HR during kangaroo care decreased 8 out of 14 times compared to that during the pre-kangaroo-care period and decreased 4 out of 11 times compared to that before kangaroo care was performed. LF/HF ratio during kangaroo care decreased 6 out of 14 times compared to that during the pre-kangaroo-care period and decreased 6 out of 11 times compared to that before kangaroo care was performed. The LF and HF power spectra only showed peaks in the LF

---

連絡先: 〒761-0793 香川県木田郡三木町池戸1750-1 香川大学医学部看護学科 鈴木 麻友

Correspondence to: Mayu Suzuki, School of Nursing, Faculty of Medicine, Kagawa University, 1750-1 Ikenobe, Miki-cho, Kita-gun, Kagawa 761-0793, Japan

power and lows in the HF power compared with the LF power. The mean HR value was  $155.5 \pm 12.45$  beats/min and the LF/HF ratio was  $6.16 \pm 1.78$ .

**Conclusions:** There were no high or low trends in the HR and LF/HF ratio between before kangaroo care and while kangaroo care was being performed. The HF power was lower than the LF power, suggestive of immature control of breathing in preterm infants. The mean values of HR and the LF/HF ratio while kangaroo care was being performed suggested that the sympathetic/parasympathetic balance was similar to that in a sleeping state in preterm infants.

**Key words:** Kangaroo care, Preterm infant, NICU, Heart rate variability, LF/HF ratio

## はじめに

近年、医療中心の新生児集中治療室 (NICU) において、低出生体重児・早産児のストレスを減らし、健やかな成長発達を目指すケアとして、ディベロップメンタルケアという概念が注目されている。

ディベロップメンタルケアとは、個々の児に目を向けて、より侵襲の少ないケアによって健やかな成長発達を目指すケアである。ディベロップメンタルケアには、NICUでの音環境・光環境の改善、早産児や低出生体重児へのストレスの少ない触り方であるミニマルハンドリング、神経行動発達の評価にもとづいたケア、マッサージのように触れてケアをするタッチケア、児の覚醒度に合わせたケアの提供、カンガルーケアなどが挙げられる (日本ディベロップメンタルケア (DC) 研究会, 2018a, 2018b)。

カンガルーケアとは、おむつのみ着用した児を母親の乳房の間に抱いて、裸の皮膚と皮膚を接触させるケア方法である (堀内ら, 2006)。カンガルーケアは、南米コロンビアで経済危機のため、NICUの器材やスタッフ不足からくる交差感染・新生児死亡、母子分離からくる母親への育児放棄対策として開始された。これにより、超低出生体重児 (1,000g未満で出生した児)・極低出生体重児 (1,500g未満で出生した児) における死亡率の低下や、直接母乳期間の延長が報告されている (Whitelaw, A. et al., 1998)。先進国においては、NICU入院により阻害される親子関係を補う目的で、家族面会時に短時間のカンガルーケアを行うかたちで導入され、普及している (日本DC研究会, 2018c)。カンガルーケアの児における効果として、早産児の死亡率や有病率を低下させ (Conde-Agudelo, A. et al., 2016)、体温や  $SpO_2$  値といった生理学パラメータを改善させる (Kadam, S. et al., 2005) ことが示されている。また、コットや保育器などの従来のケア群と比べて体重や頭囲・身長の有意味な増加 (Rao, S. et al., 2008) や、IQなどの発達面にも効果が確認

(Ropars, S. et al., 2018) されている。以上のように、カンガルーケアの早産児における様々な効果が報告されている。しかし、多くは児の成長発達や生理学的パラメータの改善に焦点をあてたものである。実際にNICUで母親によりカンガルーケアが行われているとき、児はリラックスした様子が見られるが、カンガルーケアにおける早産児へのリラックス効果を検討した研究は確認できなかった。

リラックスやストレスの反応は自律神経系と密接に関連している。心拍数は、洞結節に分布する交感神経と副交感神経の調節を受けている。交感神経と副交感神経は、安静時であっても、ともにある程度の緊張状態を維持しながら心拍数を調節している。交感神経活動の上昇は心拍数を増加させ、副交感神経活動の上昇は心拍数を減少させる。このように、心拍数は、交感神経系と副交感神経系のバランスによって調節されている (仁志田, 2018c)。

自律神経の働きを評価する方法として、心拍数をもとにした心拍変動解析がある。心拍のRR間隔の1拍ごとの間隔を連続して観察すると、一定の周期的変動があり、この変動を心拍変動という (林, 1999)。この解析は、簡便で安全な方法として多く利用されている (Ravenswaaij-Arts, C. M. A. et al., 1993)。心拍変動解析には高速フーリエ変換とスペクトル解析が用いられる。フーリエ変換は、時間または空間でサンプリングされた信号を、周波数でサンプリングされた同じ信号に関連づける公式である。フーリエ変換により、信号の重要な特性、つまり周波数成分が明らかになる (The MathWorks<sup>®</sup>)。この周波数成分の大きさをスペクトルと言う (日本機械学会)。

心拍変動解析により、成人では主に低周波帯 (0.04~0.15Hz) にパワースペクトル値 ( $s^2/Hz$ ) のピークが得られる部分 (Low Frequency: LF) と、高周波帯 (0.15~0.4Hz) にパワースペクトル値のピークが得られる部分 (High Frequency: HF) がある。このLFは副交感神経活動と交感神経活動を反映し、血

圧変動に影響を受ける。HFは副交感神経活動を反映し (Javorka, K. et al., 2017), 呼吸変動の影響を受ける。両者の比であるLF/HFは交感神経活動の指標であり, ストレス負荷時に上昇し (Moriguchi, A. et al., 1992), 安静時に低下する (Malik, M. et al., 1996)。成人においては, 心拍変動は心臓病や糖尿病といった疾患における予後と関連している (Stein, K. M. et al., 1993)。また, 心拍変動は自律神経機能異常を伴う疾患すべての重症度の判定にも応用されている (Mølgaard, H. et al., 1991)。更に, 心拍変動は精神的ストレスの指標となるとされている (林, 1999)。新生児領域においても, 心拍変動解析は, 新生児・早産児における発達の指標や心機能の調節不全などの評価で利用されている (Javorka, K. et al., 2017)。また, 木原ら (2007) は, 修正32週以降の早産児においても, LF/HFによる自律神経活動の評価が可能としている。NICUに入院する児のカンガルーケアによる, 児へのリラクスの有無や程度を心拍変動解析により確認することは, カンガルーケアの効果に関してエビデンスを与え, ディベロップメンタルケアを進めていく上で重要であるといえる。

## 目的

NICUに入院した早産児を対象に, 母親によるカンガルーケア提供時の心拍変動への客観的影響を探索的に確認する。

## 用語の定義

### 1. カンガルーケア

児を母親の乳房の間に抱いて裸の皮膚と皮膚を接触させて抱くケア方法である (堀内ら, 2006)。WHO (2003) ではカンガルー・マザー・ケアが使用されているが, 本研究では日本において広く使用されているカンガルーケアを使用する。

カンガルーケアと称されるケアには, NICUで早産児を対象に行われるケアと, 正期産新生児を対象に出生直後に分娩室で行われる母子の早期接触の2種類がある。前者を一般的にカンガルーケアと呼び, 後者をskin-to-skinと呼ぶことが多い (日本周産期・新生児医学会理事会内「早期母子接触」ワーキンググループ, 2012)。本研究においてはNICUにて, 主治医の許可後, 直接母乳が始まる前までの間, 母親が実施するカンガルーケアを意味する。

### 2. 早産児

在胎週数22週から37週未満で出生した児をいう (仁志田, 2018a)。

### 3. 修正週数

出生時の在胎週数に出生後の週数と日数を加えた週数であり, 母親の最終月経からの計算より1週間少なくした, 28日型の月経に修正した週数をいう (仁志田, 2018b)。

## 方法

### 1. 研究デザイン

前方視的観察研究

### 2. データ収集期間

2020年4月～2021年3月

### 3. データ収集施設

A 大学医学部附属病院 NICU

### 4. 研究対象者

本研究は, A 大学医学部附属病院のNICUに入院し, カンガルーケアを行った早産児とその母親を対象とした。

当初の予定では, G\*Power上で検出力80%, 有意水準5%で算出した上で, 実現可能性を考慮し, 必要症例数を20組に設定していた。

早産児と母親の選択基準は,

- 1) 在胎週数36週6日以下で生まれた児とその母親
- 2) NICUに入院している児とその母親
- 3) カンガルーケアを行う予定の児とその母親とした。

なお, 対象施設でのカンガルーケア導入基準は, 以下のとおりである。

- 1) 修正週数32週である (開始時期: 修正週数32～34週未満)
  - 2) 重度の先天異常・呼吸器疾患・代謝疾患・感染症がない
  - 3) 人工呼吸器離脱後72時間以上経過している
  - 4) 無呼吸発作は刺激にて容易に回復できる
  - 5) カンガルーケアについて看護師 (または医師) が両親に対して十分に説明を行った後, 両親の希望がある
- 除外基準は,
- 1) NICU入院中に医師により直接母乳の許可が出た児とその母親
  - 2) 重度の先天異常・呼吸器疾患・代謝疾患・感染症がある児とその母親
  - 3) 精神疾患をもつ母親とその児

とした。

なお、除外基準3)に関しては、電子カルテシステムより情報を得て判断した。上記を設定した理由は、直接母乳や児の重度な疾患が、カンガルーケア以外の影響を児に及ぼす可能性があることと、母親に精神疾患がある場合、研究参加の依頼により母親に心理的負担を与える可能性があることと判断したためである。

カンガルーケアは、対象施設NICU内で児の保育器横に設置した椅子に母親が深く腰掛けた状態で、カーテンによって区切られた空間で行われた。NICUは、室温25℃、湿度50%に保たれた空間であった。母親は衣服の前を開け、おむつのみ装着した児を、母親の肌と児の肌とを接触させて抱いた。児の背部からは体温低下予防のために温められたバスタオルがかけられた。状態観察のために、児は心電図モニターの電極および酸素飽和度のプローブが貼付されたままカンガルーケアが行われていた。カンガルーケアは、児に負担が少なく、1時間ほど連続して実施できるタイミングで行われた。カンガルーケア中は常に医師または看護師が児の状態をモニタリングしていた。

## 5. データ収集方法

### 1) 対象者選定と同意取得

対象施設の病棟医長と師長には、研究計画書を用いて、研究の目的、方法、参加同意取得方法、利用する診療情報、個人情報の保護などについて説明し、研究協力の同意を得た。研究者がNICUのスタッフに選択基準・除外基準を示し、対象者の選定を行った。母親の面会の日時に合わせて、研究者が説明文書を用いて研究の内容等を母親に説明し、母親が説明内容を十分に理解したことを確認した上で、本研究への参加について本人の自由意思による同意を文書で取得した。同意に際して、対象者に説明した研究者が同意書に署名し、説明日を記入した。

### 2) データ取得

#### ①児と母親の属性

電子カルテより、児については性別、出生週数、出生体重、カンガルーケア未実施時・カンガルーケア実施時の修正週数と体重、合併症を取得した。母親については、年齢、家族構成、分娩回数、分娩形態、既往歴を取得した。

#### ②児の心拍データ

心拍データは、児の状態観察のために、既に装着されている心電図モニターから得られるデータを使用した。児の心拍データは、モニタリング(LifeScope<sup>®</sup> BSM-6501, NIHON KOHDEN)され、4ミリ秒で電子カルテシステム(PrimeGaia<sup>®</sup> PRM-7400 ver.03-

053, NIHON KOHDEN)に送信されていた。電子カルテシステムから上記心拍データを抽出した。データ抽出のタイミングは、以下のとおりであった(図1, 2)。

#### i) 未実施時

医師からのカンガルーケアの許可がない時期の母親面会時

#### ii) 初回カンガルーケア実施時

医師によりカンガルーケアの許可が出てからの初回カンガルーケア時

#### iii) 2回目カンガルーケア実施時

#### iv) 3回目カンガルーケア実施時

各時期(未実施時・各カンガルーケア実施時)において、面会あるいはカンガルーケア実施前1時間と実施中の心拍データを抽出した。なお、この「カンガルーケア実施時」は、児にとっての初回、2回目、3回目というタイミングのことである。カンガルーケア実施前1時間の測定データを分析に用いる理由は、カンガルーケア実施中とカンガルーケアを行っていない状態の児の心拍変動を比較するにあたり、測定条件をコントロールしたためである。

なお、研究開始段階ではカンガルーケア未実施時と対象者にとっての初回カンガルーケア実施時のデータを取得する予定であったが、新型コロナウイルス感染拡大下で、母親の面会制限に伴い対象者が限定される中で、カンガルーケアの影響を確認するため、同一母子から複数回の心拍データを取得した。

カンガルーケア開始前のデータについては、研究者がKubios<sup>®</sup>ソフト上でR-R波形を目視にて確認し、安定した30分間のデータを分析に用いた。

カンガルーケア開始直後は児を保育器から移動させた影響があること、母親が体勢を安定させるのに時間を要することを考慮し(Kommers, D. R. et al., 2017)、心拍データは、カンガルーケア開始10分から40分を選択した(図2)。

なお、カンガルーケア中の児の状態(無呼吸発作や徐脈の有無)などは電子カルテ上で確認した。

### 3) データ分析

心拍変動解析は、HRDI-001<sup>®</sup> Ver. 5.00(株式会社クリオテック)と、Kubios HRV Standard<sup>®</sup> version 3.4.3(Kubios), Matlab Runtime version R2020a<sup>®</sup> (Math Works)を用いて行った(Israeli-Mendlovic, H. et al., 2020)。

カンガルーケア未実施時・カンガルーケア実施時(初回、2回目、3回目)と、それぞれにおける直前1時間の児の心拍変動(心拍数, LF, HF)を確認した。

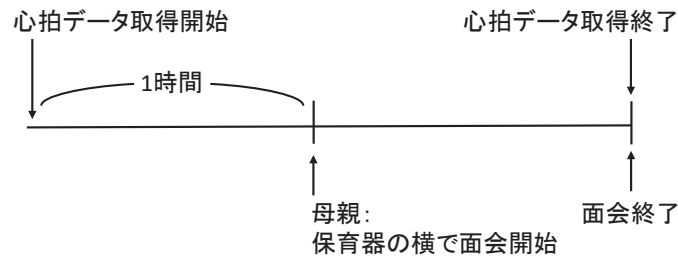


図1 カンガルーケア未実施時 データ取得時期

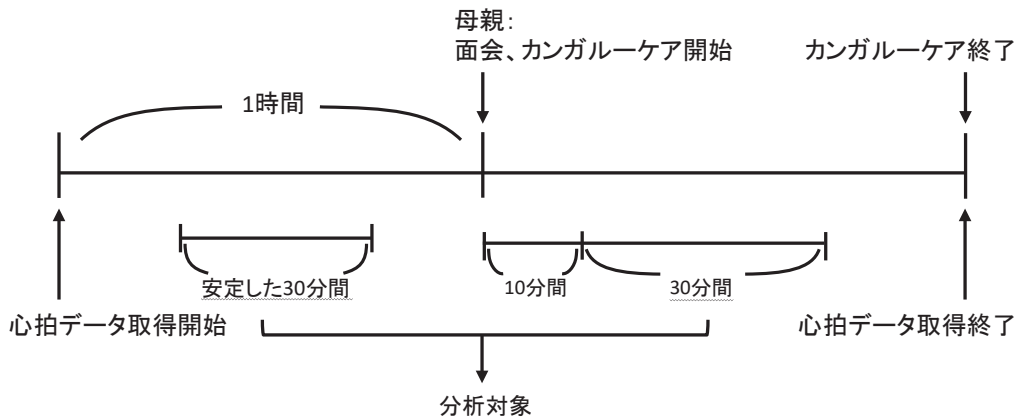


図2 カンガルーケア実施時 データ取得時期・分析対象

なお、LF、HFの周波数帯域に関しては、本研究と同様に修正週数32週以降の心拍変動を確認している木原ら(2007)の研究にもとづき、LF(0.04~0.15Hz)、HF(0.15~0.4Hz)の周波数帯域を使用した。得られたLF、HFの比(LF/HF)を算出し、LF/HFを交感神経活動の指標として、カンガルーケアが児の自律神経活動に及ぼす影響を検討した。なお、Kubios HRV Standard<sup>®</sup>ソフト上にてアーチファクトの補正を閾値very strong(0.05sec)で行った。

## 6. 倫理的配慮

本研究は、香川大学医学部倫理委員会にて審議を受け、承認を得た(受付番号:平成28-158)。同意取得にあたっては、研究者が説明文書を用いて研究の内容等を母親に説明した。研究対象者には新生児も含まれており、本人から同意を得るのが困難なため、母親を代諾者とし、研究参加の説明を行った。母親には、研究の意義・目的・方法、研究への協力は任意であること、途中辞退ができること、それによって不利益を被らないこと、プライバシーおよび個人情報保護の方法、データの管理、結果は学会誌等に公表する可能性があるが、その際には個人が特定されないこと、またカンガルーケアは通常NICUで行われるケアであり、児および母親は看護師によって身体状況を確認されな

がら実施され、異常が確認されればすぐに中止し、適切な対処を行うことについて口頭と書面にて説明を行い、文書による同意を得た。

## 結果

### 1. 対象の属性とデータ抽出状況

心拍データを取得した7組の児と母親の属性を表1-1、1-2に示す。在胎週数は中央値26週(範囲25~29週)で、出生時体重は中央値819g(範囲492~1428g)であった。母親の年齢は中央値29歳(範囲21~31歳)であった。

カンガルーケアは対象施設の基準に沿って開始され、32週から開始したのは3人、34週から開始したのは2人、36週から開始したのは2人であった。なお、ID1~3に関しては、研究計画変更に伴い、カンガルーケア未実施時の母親面会中と、初回カンガルーケア実施時の心拍データのみ取得した。ID4の児は、2回目カンガルーケア終了後直接母乳に移行したため、3回目カンガルーケアのデータはなかった。本研究で対象としたカンガルーケア中、児の無呼吸発作や徐脈などは見られず、医師または看護師による医療的介入は無かった。

表1-1 対象(児)の概要(週数/体重)

ID	出生時	未実施時	初回カンガルーケア	2回目カンガルーケア	3回目カンガルーケア
	在胎週数/体重	修正週数/体重	修正週数/体重	修正週数/体重	修正週数/体重
1	26/750	32/964	32/985	-	-
2	26/819	32/1094	32/1114	-	-
3	25/720	36/1478	36/1478	-	-
4	29/1428	36/1730	36/1773	37/1904	-
5	29/1085	34/1310	34/1328	35/1433	35/1472
6	27/966	32/1086	32/1179	32/1218	33/1280
7	25/492	34/1175	34/1273	34/1331	34/1350

体重: グラム

表1-2 対象(母)の概要

ID	年齢(歳)	妊娠・分娩回数	分娩形態
1	21	1G0P	帝王切開
2	21	1G0P	帝王切開
3	29	3G2P	経膈分娩
4	31	2G1P	帝王切開
5	31	2G1P	帝王切開
6	28	1G0P	経膈分娩
7	29	2G0P	帝王切開

表2 各時期における心拍数(回/分)

ID	カンガルーケア未実施時		初回カンガルーケア		2回目カンガルーケア		3回目カンガルーケア	
	面会1時間前 Mean SD	母親面会中 Mean SD	実施1時間前 Mean SD	実施中 Mean SD	実施1時間前 Mean SD	実施中 Mean SD	実施1時間前 Mean SD	実施中 Mean SD
1	-	152.3 ± 2.21	-	151.7* ± 4.22	-	-	-	-
2	-	148.5 ± 6.46	-	145.0* ± 3.72	-	-	-	-
3	-	136.3 ± 2.40	-	139.68 ± 2.96	-	-	-	-
4	156.2 ± 4.21	152.3 ± 4.37	160.4 ± 3.97	165.4 ± 3.86	134.8 ± 4.46	135.9* ± 5.55	-	-
5	161.9 ± 5.66	159.3 ± 2.17	149.0 ± 2.35	177.8 ± 3.12	155.3 ± 4.83	166.2 ± 4.75	147.9 ± 3.76	167.8 ± 4.71
6	151.1 ± 2.36	171.5 ± 2.92	151.7 ± 1.96	149.3* ± 2.75	152.2 ± 1.93	158.5* ± 2.43	144.5 ± 2.27	143.8* ± 3.15
7	170.9 ± 4.66	166.7 ± 4.35	162.1 ± 4.60	150.0* ± 5.08	155.9 ± 3.91	169.4 ± 5.47	161.5 ± 5.17	155.2* ± 4.87

\*…カンガルーケア未実施時母親面会中と比較して、各回カンガルーケア中低下したHR

□ …各回カンガルーケア実施1時間前と比較して、カンガルーケア中低下したHR

SD: 標準偏差

## 2. 心拍数

各時期における心拍数(Heart Rate, 以下HR)の平均値について、表2に示す。サンプルサイズが小さいので、記述統計量のみ算出した。カンガルーケア実施中の児のHR(初回, 2回目, 3回目の合計)の平均値は155.5 ± 12.45回/分(中央値153.5回/分)であった。

カンガルーケア未実施時の、面会前1時間と母親面会中のHRでは、4人中ID4, 5とID7の3人が面会前より面会中の方が低下していた。初回カンガルーケアの実施前1時間と実施中のHRでは、4人中ID6

とID7の2人が実施前より実施中の方が低下していた。2回目カンガルーケアの、実施前1時間と実施中のHRでは、ID4~ID7の4人も実施前より実施中の方が上昇していた。3回目カンガルーケアの、実施前1時間と実施中のHRでは、3人中ID6とID7の2人が実施前より実施中の方が低下していた。

また、カンガルーケア未実施時と、初回カンガルーケアのHRでは、7人中ID1, 2, 6, 7の4人がカンガルーケア未実施時より実施中の方が低下していた。カンガルーケア未実施時と、2回目カンガルーケアのHRでは、4人中ID4, 6の2人がカンガルーケア未

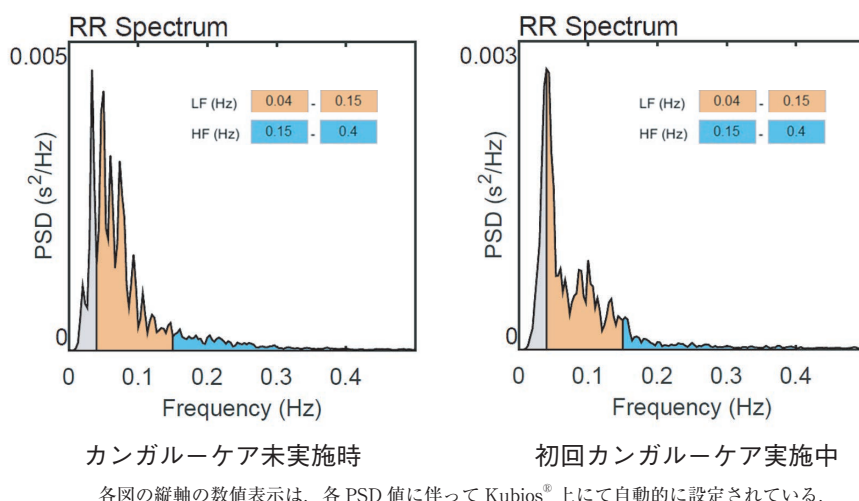


図3 心拍変動の周期的成分のパワースペクトル図 (ID2)

表3 各時期における LF/HF

ID	カンガルーケア未実施時		初回カンガルーケア		2回目カンガルーケア		3回目カンガルーケア	
	面会1時間前	母親面会中	実施1時間前	実施中	実施1時間前	実施中	実施1時間前	実施中
1	-	5.480	-	4.568*	-	-	-	-
2	-	5.701	-	5.979	-	-	-	-
3	-	4.624	-	5.643	-	-	-	-
4	6.836	5.348	6.807	4.353*	3.098	2.986*	-	-
5	7.565	6.527	5.114	7.616	9.395	5.243*	5.617	6.445*
6	4.527	4.403	6.872	5.517	6.203	4.898	5.693	8.567
7	12.660	7.288	8.271	6.875*	6.584	8.915	5.944	8.594

\*...カンガルーケア未実施時母親面会中と比較して、各回カンガルーケア中低下した LF/HF  
 □ ...各回カンガルーケア実施1時間前と比較して、カンガルーケア中低下した LF/HF  
 LF/HF: Low Frequency/High Frequency

実施時より実施中の方が低下していた。カンガルーケア未実施時と、3回目カンガルーケアのHRでは、3人中ID6、7の2人がカンガルーケア未実施時より実施中の方が低下していた。

### 3. パワースペクトル図

対象児における分析対象とした HF, LF のパワースペクトル図の一部 (ID2) を示す (図3)。全ての児において、カンガルーケアの実施、未実施に関わらず、HF は LF より低い値を示した。

### 4. LF/HF

各時期における LF/HF について、表3に示す。HRと同様に、記述統計量のみ算出した。カンガルーケア実施中 (初回、2回目、3回目の合計) の平均値は  $6.16 \pm 1.78$  (中央値 5.81) であった。カンガルーケア未実施時の、母親面会中と面会前1時間の LF/HF では、ID4~7の4人全員が面会前より面会中の方が

低下していた。初回カンガルーケアの、実施前1時間と実施中の LF/HF では、4人中ID4、6、7の3人が実施前より実施中の方が低下していた。2回目カンガルーケアの、実施前1時間と実施中の LF/HF では、4人中ID4、5、6の3人が実施前より実施中の方が低下していた。3回目カンガルーケアの、実施前1時間と実施中の LF/HF では、3人全員が実施前より実施中の方が上昇していた。

また、カンガルーケア未実施時 (母親面会中) と、初回カンガルーケア実施中の LF/HF では、7人中ID4、7の2人がカンガルーケア未実施時より実施中の方が低下していた。カンガルーケア未実施時と、2回目カンガルーケアの LF/HF では、4人中ID4,5の2人がカンガルーケア未実施時より実施中の方が低下していた。カンガルーケア未実施時と、3回目カンガルーケアの LF/HF では、3人中ID5の1人がカンガ

ルーケア未実施時より実施中の方が低下していた。

## 考察

カンガルーケア提供時における早産児への心拍変動の客観的影響を確認するために、カンガルーケア未実施時とカンガルーケア実施時(初回, 2回目, 3回目), それぞれ直前1時間の児の心拍変動を確認した。

### 1. 早産児のカンガルーケアにおけるHRへの影響

カンガルーケアの実施前1時間とその後の実施中における延べ11回で、HRの低下が4回、上昇が7回確認された。カンガルーケア未実施時(母親面会中)とその後のカンガルーケアにおいて、延べ14回中、HRの低下が8回、上昇が6回確認された。今回の研究では、カンガルーケアの実施によりHRの低下もしくは上昇の傾向は確認できなかった。早産児におけるカンガルーケアのHRに対する影響については、低下(Parmar, V. R. et al., 2009; Boju, S. L. et al., 2012), 上昇(Bera, A. et al., 2014), また従来のケアと比較して、有意な差は無い(Ali, S. M. et al., 2009)といった報告があり、本研究結果を含めて一定の見解は得られていない。これは、対象とするHRを抽出するタイミングの影響があるかもしれない。カンガルーケアにより、HRが上昇したと報告したBeraら(2014)は、カンガルーケアの直前や直後に測定している。カンガルーケア直後に測定した場合、母親の胸元から保育器内へ児を移動させたために、HRが上昇した可能性がある。本研究では保育器内からの移動の影響を考慮し、カンガルーケア中のデータは、ケア開始後10分以降の30分を分析対象とした。実際に本研究では、カンガルーケア開始後10分間ほど経過してから、おおむね安定した心拍データが記録されていたが、今回一定の傾向を認めなかった。

臨床で早産児を含む新生児の状態を表す指標として、Brazelton(1991)のstate6段階評価が使用されている。これは、「state1: 深睡眠, 自発運動なし, 規則的呼吸」, 「state2: 浅睡眠, 閉眼, わずかな自発運動」, 「state3: まどろみ, 開眼または閉眼」, 「state4: 覚醒, 開眼, 最小限の自発運動」, 「state5: はっきりと覚醒, 活発な自発運動」, 「state6: 啼泣」を表す。木原ら(2007)は、修正週数32~36週の児を対象に、state1~2のHRを測定しており、32週の児はHR 158回/分、33~36週の児ではHR 150回台/分となっているのを確認している。本研究結果でも、半数以上の児はカンガルーケア中にHR 150回台/分以下で経過しており、state1~2の睡眠時と同様

のHRを認めた。

ネルソン小児科学(Behrman, R. E. et al., 2003/2005)では、早産児のHRの基準値は120~170回/分と示されている。今回、対象児のHRもほぼ全員がこの基準値内で経過していた。早産児は、その未熟性から、無呼吸発作を起こし、その際にHRと呼吸数を低下させることがあるが、本研究では極端なHRの低下は見られなかった。このことから、本研究の対象児7人において、対象施設におけるカンガルーケア導入基準では、安全にカンガルーケアを行えることが示唆された。早産児のHR基準値内(Behrman, R. E. et al., 2003/2005)ではあるが、カンガルーケア中にHRが160回台/分や170回台/分に上昇する児がいた。この理由に関しては不明である。今後の研究では、ケア実施場面で録画を行い、児の状態や環境などから総合的に判断する必要がある。

カンガルーケアによる早産児の心拍への影響については、まだ一定の見解が得られていない。また各研究(Kommers, D. R. et al., 2017)(Arnon, S. et al., 2014)(Cong, X. et al., 2012)において、カンガルーケア導入基準はあきらかにされていない。本研究の対象となった児という限定的な結果ではあるが、カンガルーケア実施中の無呼吸発作や徐脈は認められなかったことから、対象施設におけるカンガルーケア導入基準では、安全にカンガルーケアが行えることが示唆される。

### 2. 早産児の心拍変動の特徴

今回の研究では、カンガルーケアを実施する、しないに関わらず、全ての児においてLFに比べてHFが低いパワースペクトル値を示した。LF, HFを示したパワースペクトル図では、通常、成人では、LFとHFにピークを示すことが報告されている(Furlan, R. et al., 1990)。しかし、本研究ではLFのピークのみが認められた。福崎ら(1998)は、新生児・乳児においては、LFが優勢であり、HFが微少であるか、ほとんど見られないのが特徴であることを示している。LFは副交感神経活動と交感神経活動を反映し、血圧変動に影響を受ける。HFは副交感神経活動を反映し(Javorka, K. et al., 2017)、呼吸変動の影響を受ける。彼らは考察のなかで、新生児・乳児のHFが微少であった理由として、新生児・乳児の呼吸数が多く、呼吸数が多いほど呼吸性のパワーが小さくなる(Brown, T. E. et al., 1993)ことや、心拍変動は呼吸のリズムよりも一回換気量の変化に影響(Giddens, D. P. et al., 1985)を受けやすいことなどを述べている。本研究で対象となった早産児も、成人に比較すると呼吸数が



多く、一回換気量は少ない。そのため、HFが微少となっていた可能性がある。早産児を含む新生児を対象とした心拍変動に関する先行研究では、パワースペクトル図において成人と比較して考察している研究は福崎の研究(福崎ら, 1998)しか確認できなかった。今後、早産児の心拍変動の解析に際しては、呼吸数や一回換気量、呼吸リズム、無呼吸発作の程度とともに解析することが必要である。

### 3. 早産児のカンガルーケアにおけるLF/HFへの影響

早産児のカンガルーケア実施中のLF/HFは、カンガルーケア未実施時や実施前1時間と比較して、低下あるいは上昇の傾向は確認できなかった。

LF/HFは交感神経活動の指標であるとされている(Javorka, K. et al., 2017)。LF/HFが低下することは、交感神経活動が抑制され、副交感神経活動が優位となることを示す(Malik, M. et al., 1996)。先行研究では、1件、早産児のカンガルーケア実施中のLF/HFは、実施前に比べて有意に高くなっていることが報告されている(Kommers, D. R. et al., 2017)。この理由として、Kommersら(2017)は、呼吸の影響を受けるHFが全体に占める割合が少なかったためであると考察している。しかしKommersら(2017)の対象は28週の児であり、本研究対象となった32週以降の児と比べて修正週数が早く、比較するのは困難である。その他は、カンガルーケア実施前と実施中でLF/HFに有意差が無いとするもの(Arnon, S. et al., 2014)や、2人の早産児を対象とし、痛み刺激後のカンガルーケアによりLF/HFが低下したという報告(Cong, X. et al., 2012)のみであり、カンガルーケアによる心拍変動への影響については本研究結果を含めて一定の見解は得られていない。

カンガルーケアにおける副交感神経の優位性の変化は、LF/HFの変化として、本研究では一定の傾向が示されなかった。この理由として、カンガルーケア前は保育器内で安静が保てている状態と、カンガルーケア中の自律神経活動で差が無かった可能性がある。本研究のカンガルーケア中におけるLF/HFの平均値は6.16であった。木原ら(2007)の研究で、修正32週の児の睡眠中(state2:浅い睡眠)に測定されたLF/HFは6.01であった。また、Smithら(2013)の研究でも、睡眠時の早産児のLF/HFは5前後~6であると報告されている。今回の研究において、カンガルーケア中の約半数は、先行研究における睡眠時に近い自律神経の反応を得られていた。カンガルーケアが早産児の自律神経系に及ぼす影響をLF/HFで確認した先行研究は乏しく、一定の見解は得られておらず、

カンガルーケアのどの時点のデータを分析対象とするかも様々であった。早産児の未熟性(Als, H. et al., 1986)のために、カンガルーケア時に児を移動させた際の易刺激性や、状態が安定するまでに時間を要する(Kommers, D. R. et al., 2017)ことなどを考慮すると、カンガルーケアの早産児への効果を正しくとらえるためには分析対象とするデータ取得条件を適切に設定する必要がある。

今回の研究の限界として、当初予定していた症例数を確保できなかったために検定に至らず、延べ回数のデータを示す基礎的資料にとどまったことが挙げられる。また、HFは呼吸の影響を受けるため、呼吸状態の未熟な早産児においては特に、LF/HFを指標として使用するにあたって、呼吸数、SpO<sub>2</sub>、肺サーファクタント投与の有無、呼吸管理方法や修正週数などの情報も考慮する必要がある。また、睡眠や覚醒を表すstateも心拍数に影響を与えることや、体位によってもLF、HFは変化するため、症例数を増やした上で適切な検定処理を行う必要が示唆された。その上で、早産児としての、安静時やストレス時の心拍変動に関する基準値や適切なLF、HFの周波数帯域を検討する事が重要となるであろう。

### 結論

NICUにおいて低出生体重児に行われる、より効果的なカンガルーケア、またディベロップメンタルケアのプログラムを開発する基礎的資料を得るために、7人の早産児に延べ14回のカンガルーケア提供時の心拍変動への客観的影響を探索的に調査し、以下の結果が得られた。

1. カンガルーケア実施前1時間に比べ、カンガルーケア実施中のHRが低下していた回数は11回中4回であった。また、カンガルーケア未実施時に比べ、カンガルーケア実施中のHRが低下していた回数は14回中8回であり、一定の傾向は確認できなかった。
2. 本研究の対象になった児では、カンガルーケア実施中の無呼吸発作や徐脈は認められなかった。このことは、対象施設におけるカンガルーケア導入基準では、限定的な結果ではあるが、安全にカンガルーケアが行えることを示唆する。
3. LF、HFのパワースペクトル図では、全ての児、全ての測定時期において、LFにのみピークを認め、LFよりHFの方が低い値を示した。これは、早産児の呼吸の未熟性からHFが微小となっている可能

性を示唆する。

4. カンガルーケア実施前1時間に比べ、カンガルーケア実施中のLF/HFが低下していた回数は11回中6回であった。また、カンガルーケア未実施時に比べ、カンガルーケア実施中のLF/HFが低下していた回数は14回中6回であり、一定の傾向は確認できなかった。
5. 本研究の対象となった児から得られたLF/HFの値は、カンガルーケアは睡眠中の自律神経系の状態と近いものであったことを示唆する。

## 謝辞

本研究の趣旨を理解し参加して下さった新生児とご家族の皆様、またご協力を賜った香川大学医学部附属病院新生児集中治療室のスタッフの皆様に深く感謝いたします。

## 利益相反

本研究における利益相反は無い。

## 著者資格

MSは、研究の統括、着想およびデザイン、データ収集、分析、原稿作成を実施し、全過程においてKTから論文の指導を受けた。すべての著者は最終原稿を読み、承認した。

## 文献

- Ali, S. M., Sharma, J., Sharma, R., et al. (2009): Kangaroo Mother Care as compared to conventional care for low birth weight babies. *Dicle Medical Journal*, 36(3), 155-160.
- Als, H., Lawhon, G., Brown, E., et al. (1986): Individualized Behavioral and Environmental Care for the Very Low Birth Weight Preterm Infant at High Risk for Bronchopulmonary Dysplasia: Neonatal Intensive Care Unit and Developmental Outcome. *Pediatrics*, 78(6), 1123-1132.
- Arnon, S., Diamant, C., Bauer, S., et al. (2014): Maternal singing during kangaroo care led to autonomic stability in preterm infants and reduced maternal anxiety. *Acta Paediatr.*, 103(10), 1039-1044.
- Behrman, R. E., Kliegman, R. M., Jenson, H. B. (2003) / 衛藤義勝監修 (2005): *ネルソン小児科学第17版*, エルゼビア・ジャパン, 東京.
- Bera, A., Ghosh, J., Singh, A. K., et al. (2014): Effect of Kangaroo Mother Care on Vital Physiological Parameters of the Low Birth Weight Newborn. *Indian J Community Med.*, 39(4), 245-249.
- Brazelton, T. B., Cramer, B. G. (1991): *The Earliest Relationship Parents, Infants and the Drama of Early Attachment*. Routledge, UK.
- Boju, S. L., Krishana, M. G., Uppala, R., et al. (2012): Short Spell Kangaroo Mother Care and Its Differential Physiological Influence in Subgroups of Preterm Babies. *J Trop Pediatr.*, 58(3), 189-193.
- Brown, T. E., Beightol, L. A., Koh, J., et al. (1993): Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. *J Appl Physiol.*, 75(5), 2310-2317.
- Conde-Agudelo, A., Diaz-Rossello, J. L. (2016): Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews 2016* (8), doi: 10.1002/14651858.CD002771.pub4. (閲覧日: 2021年6月14日)
- Cong, X., Cusson, R. M., Hussain, N., et al. (2012): Kangaroo Care and Behavioral and Physiologic Pain Responses in Very-Low-Birth-Weight Twins: A Case Study. *Pain Manag Nurs.*, 13(3), 127-138.
- 福崎千穂, 山本義春, 宮下充正 (1998): 心拍変動からみた乳幼児の自律神経系の発達. *Bio Medical Engineering*, 12(7), 79-88.
- Furlan, R., Guzzetti, S., Crivellaro, W., et al. (1990): Continuous 24-Hour Assessment of the Neural Regulation of Systemic Arterial Pressure and RR Variabilities in Ambulant Subjects. *Circulation*, 81(2), 537-547.
- Giddens, D. P., Kitney, R. I. (1985): Neonatal Heart Rate Variability and its Relation to Respiration. *J Theor Biol.*, 113(4), 759-780.
- 林博史 (1999): Introduction, 林博史, 心拍変動の臨床応用—生理的意義, 病態評価, 予後予測, 1-27, 34-35, 医学書院, 東京.
- 堀内勁, 飯田ゆみ子, 橋本洋子 (2006): 改訂2版カンガルーケア—ぬくもりの子育て—小さな赤ちゃんと家族のスタート—, 第2章 カンガルーケア

- の歴史と世界のカンガルーケア, 30, メディカ出版, 大阪.
- Israeli-Mendlovic, H., Mendlovic, J., Zuk, L., et al. (2020): Reproducibility of 24-h heart rate variability measures in preterm infants born at 28-32 weeks of gestation. *Early Hum Dev.*, 148, 1-4.
- Javorka, K., Lehotska, Z., Kozar, M., et al. (2017): Heart Rate Variability in Newborns. *Physiol Res.*, 66(Suppl. 2), S203-S214.
- Kadam, S., Binoy, S., Kanbur, W., et al. (2005): Feasibility of Kangaroo Mother Care in Mumbai. *Indian J Pediatr.*, 72(1), 35-38.
- 木原秀樹, 廣間武彦, 中村友彦, 他 (2007): 早産児における安静時の自律神経活動の経時的変化, 日本周産期・新生児医学会誌, 43(4), 1074-1078.
- Kommers, D. R., Joshi, R., Pul, C., et al. (2017): Features of Heart Rate Variability Capture Regulatory Changes During Kangaroo Care in Preterm Infants. *J Pediatr.*, 182, 92-98.
- Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., et al. (1996): Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.*, 17(3), 354-381.
- Mølgaard, H., Sørensen, K. E., Bjerregaard, P. (1991): Attenuated 24-h heart rate variability in apparently healthy subjects, subsequently suffering sudden cardiac death. *Clin Auton Res.*, 1(3), 233-237.
- Moriguchi, A., Otsuka, K., Kohara, K., et al. (1992): Spectral change in heart rate variability in response to mental arithmetic before and after the beta-adrenoceptor blocker, carteolol. *Clin Auton Res.*, 2(4), 267-270.
- 日本ディベロップメンタルケア (DC) 研究会 (2018a): 標準ディベロップメンタルケア (第2版), 10-14, メディカ出版, 大阪.
- 日本ディベロップメンタルケア (DC) 研究会 (2018b): 標準ディベロップメンタルケア (第2版), 60-76, メディカ出版, 大阪.
- 日本ディベロップメンタルケア (DC) 研究会 (2018c): 標準ディベロップメンタルケア (第2版), 257-262, メディカ出版, 大阪.
- 日本機械学会: 機械工学事典, <https://www.jsme.or.jp/jsme-medwiki/13:1006549> (閲覧日: 2021年11月5日)
- 日本周産期・新生児医学会理事会内「早期母子接触」ワーキンググループ (2012): [https://www.jspnm.com/sbsv13\\_8.pdf](https://www.jspnm.com/sbsv13_8.pdf) (閲覧日: 2021年11月8日)
- 仁志田博司 (2018a): 新生児学入門 (第5版), 6-7, 医学書院, 東京.
- 仁志田博司 (2018b): 新生児学入門 (第5版), 33, 医学書院, 東京.
- 仁志田博司 (2018c): 新生児学入門 (第5版), 196-198, 医学書院, 東京.
- Parmar, V. R., Kumar, A., Kaur, R., et al. (2009): Experience with Kangaroo Mother Care in a Neonatal Intensive Care Unit (NICU) in Chandigarh, India. *Indian J Pediatr.*, 76(1), 25-28.
- Rao, S., Udani, R., Nanavati, R. (2008): Kangaroo Mother Care for Low Birth Weight Infants: A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatr.*, 45(1), 17-23.
- Ravenswaaij-Arts, C. M. A., Kollee, L. A. A., Hopman, J. C. W., et al. (1993): Heart Rate Variability. *Ann Intern Med.*, 118(6), 436-447.
- Ropars, S., Tessier, R., Charpak, N., et al. (2018): The long-term effects of the Kangaroo Mother Care intervention on cognitive functioning: Results from a longitudinal study. *Dev Neuropsychol.*, 43(1), 82-91.
- Smith, S. L., Haley, S., Slater, H., et al. (2013): Heart rate variability during caregiving and sleep after massage therapy in preterm infants. *Early Hum Dev.*, 89(8), 525-529.
- Stein, K. M., Borer, J. S., Hochreiter, C., et al. (1993): Prognostic Value and Physiological Correlates of Heart Rate Variability in Chronic Severe Mitral Regurgitation. *Circulation*, 88(1), 127-135.
- The MathWorks®: フーリエ変換, <https://jp.mathworks.com/help/matlab/math/fourier-transforms.html> (閲覧日: 2021年11月5日)
- Whitelaw, A., Heisterkamp, G., Sleath, K., et al. (1998): Skin to skin contact for very low birthweight infants and their mothers. *Arch Dis Child.*, 63(11), 1377-1381.
- WHO (2003): Kangaroo mother care: a practical guide, <https://www.who.int/publications/item/9241590351> (閲覧日: 2021年6月14日)