

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19592548  
 研究課題名（和文） 母乳哺育時の生活リズムの基盤研究とそのリズム改善ケア  
 研究課題名（英文） The daily rhythm of breast-fed babies and the efficient intervention for the disorder of the rhythm.  
 研究代表者  
 田中 永一郎（TANAKA EIICHIRO）  
 久留米大学・医学部・教授  
 研究者番号：80188284

## 研究成果の概要：

新生児の覚醒周期は 40 分で、state 1 ノンレム睡眠周期は 70 分であった。足底皮下温は覚醒で低下し、哺乳時に最低値となり、哺乳後の state 1 ノンレム睡眠時に最高値となり、2 時間 20 分周期の ultradian rhythm を示した。哺乳前足底皮下温最高値と哺乳力に相関が認められ、最高足底皮下温 35℃以上の新生児は哺乳力も睡眠も良好であった。足部を靴下で保温し生活させると、哺乳後足底皮下温は 35℃以上に上昇、睡眠が深く、母親の育児への適応が促進されることが示唆された。

## 交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2008 年度	400,000	120,000	520,000
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

## 研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：看護学・臨床看護学

キーワード：新生児、母乳哺育、超日周期、皮膚温度、哺乳力、生活リズム、保温

## 1. 研究開始当初の背景

母親が新生児の生体リズムに適応することは円滑な哺乳を行なう第 1 ステップである。新生児および乳児において、睡眠-覚醒状態および体温の周期性は、脳の発達と共に有意に変化する 2 つの主なバイオリズムである(Thomas、1995 年)。母親がそのバイオリズムに適応できない場合、頭痛、身体的疲労、および不眠症等のストレス反応に悩まされることが多い。

現在までの研究によると、新生児において生後 3 週間における体温の概日リズムに関する証拠はなく、明らかな概日リズムは生後約 10 週齢に現れる(Guillemineault ら、1996 年、Waterhouse ら、2000 年、Mirmiran ら、2003 年)。対照的に、生後 2 日から 4 週間の新生児において、直腸温度および皮膚温度が非常に短い周期の概日リズムに関連するウルトラディアンリズムを主に示していることが過去に報告されている(Bollani ら、1994 年、Glotzbach ら、1994 年、Sitka ら、1994 年、Weinert ら、1994 年)。一方、睡眠-覚醒状態の概日リズムの発達は胎児期に開始する。静睡眠(ノンレム睡眠)および動睡眠(レム睡眠)は、妊娠の最後の 10 週間において区別可能である。新生児では、生後 1 ヶ月中であってもレム睡眠が優勢の状態であ

る。さらなる発達は、ノンレム睡眠中の除波および紡錘活動の増加によって特徴付けられ、概日リズムとの連結は、生後 6 ヶ月以内に起こる(Mirmiran ら、2003 年、Peirano ら、2003 年)。母親の哺乳経験によると、ちょうど入眠時に、新生児の四肢が温かくなることが分かる。さらに、足底皮下温度は、なかなか寝付かない新生児に比べて、ノンレム睡眠の新生児の方が有意に高い(Etoh、1998 年)。したがって、新生児の体温は、睡眠-覚醒状態に影響を及ぼしている。同様に、周期的な照明、哺乳スケジュール、および育児間隔等の介入によって、新生児の体温リズムおよび睡眠-覚醒パターンを操作することができる。というのは、これらのパターンにおけるリズムは、哺乳および関連の介入と同期するウルトラディアンリズム(超日周期性)によって支配されるからである(Guillemineault ら、1996 年)。実際、新生児の足底温度は、哺乳中および哺乳後にそれぞれ低下および上昇し始める(Yamazaki ら、1990、1991 年)。しかしながら、体温または睡眠-覚醒状態のリズムと、哺乳活動との間の相関関係は未だ研究されていない。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、正常新生児と疾病治癒後新生児において、体温と睡眠-覚醒状態のリズムおよび哺乳状態、哺乳速度、吸啜頻度の組み合わせから得られる哺乳活動の新指数との間の相関関係を調査することにある。また、この結果を臨床看護に応用することで、新生児の生活リズムを整え、新生児の育児ケアを改善する可能性を検討した。

### 3. 研究の方法

我々は、熊本保健科学大学・久留米大学・佐賀大学医学部附属病院・福田病院(熊本県)の倫理委員会から承認を得て研究を行った。調査に先立って、本研究の目的を対象者の両親へ説明し、新生児の体重、体温、哺乳状態、意識レベルを観察・測定することに対してインフォームド・コンセントを得、承諾書に署名していただいた。

#### (1) 基礎的研究

調査対象は妊娠期間 37 週から 40 週で出生し、生後 3 日から 28 日齢の 56 人の健康な正常新生児である。新生児授乳室では、円滑な哺乳を確立するために、新生児への哺乳が積極的に行われ、眠りから覚めた新生児を前回の哺乳から 2 時間経過してから、哺乳するように促された。4 時間を経過しても新生児が眠っているときは、新生児を覚醒させ、哺乳させることが勧められた。全ての対象者について、体重、胸部深部体温および足底皮下温度、哺乳状態、意識レベルをモニターし、モニタリングの日にも哺乳は上記スケジュールで行なわれた。また、佐賀大学医学部附属病院新生児治療室に入院、治療が終了した 9 人の新生児についても上記方法で哺乳を行った。対象児 9 名は全員哺乳力が十分に発達する在胎 36 週以降に出生していた。対象児の入院時病名は低出生体重 5 名、新生児感染症 2 名、高ビリルビン血症 1 名、急性硬膜下血腫 1 名であった。対象児の疾病治癒後、退院直前にデータを採取した。データ採取日令は 4~28 日で、1 ヶ月未満の新生児であった。

#### (2) 臨床看護への応用

足底皮下温度の最高値が 35°C を超えない新生児に対して、靴下を着用させ、その効果を検討した。基礎的研究と同様のパラメーターのモニタリングを行い、また同様の方法で哺乳を行った。靴下着用は正常新生児のうち足底皮下温度の最高値が 35°C を超えない新生児 9 名を対象とした。靴下は EIZAI stocking 2 号を用い、両足の足先から大腿部まで装着した。

#### (3) モニタリング

対象新生児の哺乳活動、体温、意識状態は、新生児が病院から退院する前までモニタリングされた。モニタリングの時間は、10 時から 18 時までの 8 時間であった。正常な 56 人の新生児の出生時の平均体重は、2985 ± 102 g であった。疾病治癒後新生児の出生時 9 人の平均体重は 2706 ± 245 g であった。

表 1: 新生児の哺乳力スコア

因子	点数			
	1	2	3	4
哺乳状態	刺激すると吸い始めると	吸うが時々休憩する	一気に吸うが休憩する	吸い続ける
吸啜頻度 (回/分)	45 未満	45 以上~54 未満	55 以上~65 未満	65 以上
哺乳速度 (ml/分)	2 未満	2 以上~4 未満	4 以上~6 未満	6 以上

表 1 は、対象の正常新生児・疾病治癒後新生児の哺乳活動を数値化し、評価するために考案し、導入した新しい哺乳力スコアを示して

いる。

このスコアは、3 つの因子、すなわち、哺乳状態、哺乳速度、および吸啜頻度から構成されている。3 つの因子は、1 点から 4 点の 4 レベルで数値化され、これら 4 つの基準における点数が、哺乳力スコアを得るために合計される。最大および最小スコアは、それぞれ 12 点および 3 点である。各因子の測定方法を簡単に述べると、哺乳状態については、哺乳時一気に吸啜するか、あるいは休憩するか、吸わないかなど哺乳の様子を観察して判定記録する。哺乳速度は、1 分あたりの哺乳量で表し、哺乳前後の体重差を哺乳時間で除して計算した。また、吸啜頻度は、1 分あたりの吸啜回数で表し、吸啜を開始して 30 秒後に 1 分間の吸啜回数を測定して用いた。哺乳状態は、新生児の口渇感、空腹感のような哺乳欲求の大小、および意識レベルの影響を受けると考えられる。哺乳速度は、新生児の哺乳欲求、意識レベルおよび母親の乳汁分泌速度の影響を受けると考えられるが、少なくとも対象児の母親の乳汁分泌は良好またはやや良好であった。吸啜頻度は、児の哺乳欲求および児の口唇周囲の筋肉、頬筋、舌および咽頭の筋肉の運動能力、および児の意識レベルに影響を受けると考えられる。主観的判断がこのスコアに含まれるため、一人の経験豊富な記録員が哺乳力スコアを記録した。

対象の新生児の体温は、体温計 (CTM-205、テルモ株式会社、東京) を使用してモニタリングを行った。胸部の深部体温の測定には、体表面から深さ 1.5cm における組織温度を検出するプローブ PC-31 (直径 25mm、テルモ株式会社) を用いた。足底皮下温度の測定には体表面から深さ 6mm における組織温度を検出するプローブ PC-71 (直径 15mm、テルモ株式会社) を用いた。対象新生児は室温 26°C に管理された室内で、通常はバスタオルと毛布を広げた新生児用ベッドに寝かされた状態で、哺乳中は、バスタオルに包まれ、母親に抱かれた状態で胸部の深部体温および足底皮下温度のモニタリングを行われた。

表 2 は、Prechtl (1974 年) が新生児の睡眠・覚醒について研究を行い、報告した新生児の意識レベルの分類を記したものである。この分類は、自発的な四肢の動き、眼の開閉、および呼吸パターン等、新生児の外観の観察に由来している。EEG のみでは新生児の意識レベルを判断するのは難しいため、我々は、新生児の睡眠-覚醒状態を評価するために、Prechtl の分類を採用した。1 ヶ月齢以内の新生児の EEG は、ノンレム睡眠中は、比較的高い振動を伴う徐波および低い振動を伴う速波が、交互に現れるのに対して、覚醒中およびレム睡眠中は、低い振動を伴う不規則な速波を示す (Kleitman, 1963)。

表 2: 新生児意識レベルの Prechtl による分類

State 1	目は閉じており、四肢は動いていない。
State 2	目は閉じており、四肢の動きを認める。
State 3	目を開けており、四肢は動いていない。
State 4	目を開け、四肢を活発に動かしている。
State 5	泣いている。

新生児の外観および EEG パターンの両方から、Prechtl 分類の state 1 と 2 は、それぞれ、ノンレム睡眠およびレム睡眠に相当し、また、state 3

から5は覚醒であり、数字が大きな状態ほど、より覚醒した活動的な状態を示していると一般的に考えられている(Prechtl, 1974; 渡辺, 2002)。Prechtl の意識状態は体温モニタリングの時間帯に、継続的に評価された。

#### (4) 統計的分析

統計的分析には、スタットビュー (アバカス・コンセプト社、バークレー、カリフォルニア州) を用い、単純線形回帰分析およびノンパラメトリック検定法 (Mann-Whitney's U-test または Kruskal-Wallis test) が実施された。すべてのデータは、平均±SE で表された。有意水準は、5%とした。

#### 4. 研究成果

56人の正常新生児と9人の疾病治癒後の新生児において、哺乳活動と、睡眠-覚醒状態および体温リズム、妊娠期間および生後年齢、体重、に統計的有意差はなかった。

##### (1) 正常新生児の母乳哺育における足底皮下温度変化と睡眠・覚醒および哺乳力の関係

図1-1は、睡眠および覚醒中の胸部深部体温と足底皮下温度の変化を記録した典型例である。胸部の深部体温は、 $37.1 \pm 0.1^\circ\text{C}$  でほぼ一定に維持され、周期性変化は観察されなかった。一方、足底皮下温度には、約2時間周期の $2.5^\circ\text{C}$ 前後の上昇下降がみられた。図1-2は、Prechtl の分類 (1974年) による意識レベルを図1-1と同一個体で観察した例である。

表3: 正常新生児と以上新生児の項目による分類

	正常新生児	疾病治癒後新
人数(n=人)	56	9
在胎週数(週)	$38.4 \pm 0.4$	$38.4 \pm 0.5$
出生時体重(g)	$2985 \pm 102\text{g}$	$2706 \pm 245\text{g}$
測定時の生後日数(日)	$10 \pm 1.2$	$11.2 \pm 2.6$
測定時の体重(g)	$3080 \pm 145$	$2795.4 \pm 200$
母乳測定回数(回数) (n=1人)	56	9
靴下測定 (回数)	11	
最高皮下温度	$35.1 \pm 0.17^\circ\text{C}$	$34.9 \pm 0.3$
最高皮下温度の周期	2時間 20分 ± 7分	2時間 39分 ± 20分
最低皮下温度	$31.7 \pm 0.28^\circ\text{C}$	$31.7 \pm 0.4$
最低皮下温度の周期	2時間 10分 ± 7分	2時間 18分 ± 24分
平均哺乳間隔	2時間 19分 ± 8分	2時間 27分 ± 22分
覚醒状態の平均周期	46分 ± 4分 (n=56)	47分 ± 9分 (n=9)
ノンレム睡眠の平均周期	69分 ± 6分 (n=56)	70分 ± 8分 (n=9)

足底皮下温度が最高値に達した所で覚醒し、覚醒した時点から新生児の活動と共に低下する。覚醒中に哺乳を終えると足底皮下温度が最低値を取り、その後、意識レベルの低下と伴って足底皮下温度は上昇し、次の覚醒で足底皮下温度は最高値に達する。すなわち、足底皮下温度は、約2時間周期のウルトラディアンリズムを示した。正常な新生児56人の足底皮下温度の最高値およびその周期は、それぞれ、 $35.1 \pm 0.17^\circ\text{C}$  および2時間20分 ± 7分 (n=56) であり、最低足底皮下温度のそれは、それぞれ、 $31.7 \pm 0.28^\circ\text{C}$  および2時間10分 ± 7分 (n=56) であった。また、平均哺乳間隔は、2時間19分 ± 8分 (n=56) であった。すなわち、最高皮下温度、最低皮下温度の周期性と哺乳間隔は、類似していた。図1-2に示されるように、state 3以上の意識レベル(覚醒)は、約2時間30分の間に5回現れ、State 1の睡眠(ノンレム睡眠)は、ほぼ一定の周期性を持って出現したが、state 2の睡眠(レム睡眠)は不定期に現れ、周期性はみられなかった。正常新生児において、覚醒状態の平均周期は、46分 ± 4分 (n=56)、ノンレム睡眠の平均周期

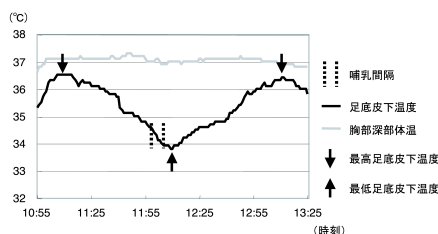


図1-1: 新生児の深部体温・足底皮下温度変化と哺乳タイミング この図は図2-2と対応している(本文参照)。

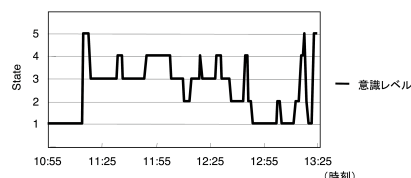


図1-2: 新生児の意識レベル 足底皮下温度の低下が覚醒時に、上昇がstate 1(ノンレム睡眠)に生じている点に注目。

は、 $69 \text{分} \pm 6 \text{分}$  (n=56) であった。また、睡眠の状態では、state 2のレム睡眠が睡眠の早い段階で発生し、それからstate 1のノンレム睡眠に移行した(図1-2参照)。

##### A. 足底皮下温度変化と哺乳力スコアの関係

図2は、哺乳中の足底皮下温度の変化と哺乳力スコアの関係を示す。通常、哺乳は足底皮下温度のさらなる低下をもたらし、哺乳後、足底皮下温度は上昇に転じた。我々は、哺乳中の足底皮下温度の変化に注目し、哺乳中に足底皮下温度が上昇する足底温上昇群、変化のみられない足底温水平群、下降する足底温下降群に分けて哺乳力スコアとの関係を検討した。足底温下降群において、哺乳力スコア ( $8.64 \pm 0.41$ , n=36) は足底温水平群 ( $6.27 \pm 0.91$ , n=11,  $p < 0.01$ ) および、足底温上昇群 ( $4.00 \pm 0.44$ , n=9,  $p < 0.01$ ) のそれよりも高いスコアを記録した。この結果は、哺乳中に足底皮下温度が下降するものは哺乳力スコアが高い、あるいは覚醒し活動性の高い新生児は哺乳力スコアが高いことを示唆している。

##### B. 哺乳中の足底皮下温度変化と哺乳後の足底皮下温度上昇との関係

新生児における哺乳中の足底皮下温度変化と哺乳後の足底皮下温度上昇との関係を検討するために、前記3群において哺乳後の足底皮下温度の上昇速度を比較した。図3は、各群における、哺乳中の最低足底皮下温度から、哺乳後最高温度に達するまでの足底皮下温度の平均上昇速度を比較した結果である。

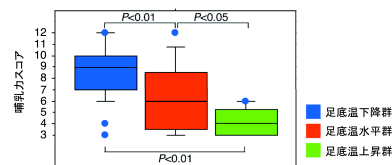


図2: 哺乳時の各足底皮下温度変化群における哺乳力スコア この図はBox Plot(箱ヒゲ図)を示し、box内の横線は中央値(50パーセンタイル)を示す。哺乳時足底皮下温度が下降する群が上昇する群よりも哺乳力スコアが有意に高いことに注目

足底温下降群の哺乳後の足底皮下温度の平均上昇速度 ( $0.047 \pm 0.004^\circ\text{C}/\text{min}$ , n=36) は、足底温水平群 ( $0.023 \pm 0.003^\circ\text{C}/\text{min}$ , n=11,  $p < 0.01$ ) および、足底温上昇群 ( $0.029 \pm 0.004^\circ\text{C}/\text{min}$ , n=9,  $p < 0.05$ ) のそれより速かった。

##### C. 足底皮下温度と意識レベルの関係

図4は、哺乳後の最高足底皮下温度と意識レベルの関係を示している。哺乳後の最高足



底皮下温度が 35°C を超える 35 例のうち、31 例は、state 1 のノンレム睡眠であり、残りの 4 例は、state 2 のレム睡眠または覚醒状態のいずれかであった。最高温度が 35°C を下回る 21 例においては、意識レベルは、state 1 から 5 と広く分布しているものの、state 2 のレム睡眠が主に認められた (13 例)。

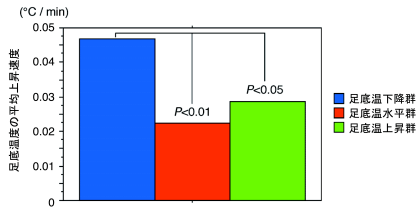


図 3: 哺乳時の各足底皮下温度変化群における哺乳後の復温速度

哺乳後の最高足底皮下温度と意識レベルの間には、有意 ( $p<0.01$ ) な相関関係が認められ、その相関係数は、 $-0.53$  であった。一方、哺乳直後の最低足底皮下温度と意識レベルの間に有意な相関関係はなかった (相関係数  $=-0.15$ )。この結果は、新生児において哺乳後の最高足底皮下温度が上昇するほど意識レベルが低い状態にある傾向を示唆している。

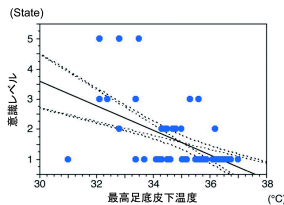


図 4: 哺乳後の最高足底皮下温度と意識水準との関係

#### D. 足底皮下温度と哺乳カスコアの関係

図 5 は、哺乳前の最高足底皮下温度と哺乳カスコアの関係を示す。最高足底皮下温度が 35°C を超える 35 例のうち、哺乳カスコアは、12 例を除いて、8 点を上回っていた。最高温度が 35°C を下回る 21 例においては、スコアは 6 例を除いて、8 点を下回っていた。哺乳前の最高足底皮下温度と哺乳カスコアの間には有意な相関関係 ( $p<0.01$ ) があり、その相関係数は  $0.43$  であった。哺乳直後の最低足底皮下温度と哺乳カスコアの間には相関関係はなかった (相関係数  $=0.21$ )。この結果は、哺乳前の最高足底皮下温度が上昇するにつれ、哺乳力が高まる傾向があることを示唆している。

### (2) 疾病治癒後の新生児の母乳哺育における足底皮下温度変化と睡眠・覚醒および、哺乳力との関係

対象 9 名の最高足底皮下温度および、その周期は  $35.0\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  および 2 時間 39 分  $\pm 20$  分 ( $n=9$ ) で、最低足底皮下温度および、その周期は  $31.3\pm 0.4^{\circ}\text{C}$  および 2 時間 18 分  $\pm 24$  分 ( $n=9$ ) で、哺乳間隔は 2 時間 27 分  $\pm 22$  分 ( $n=9$ ) であった。疾病治癒後の新生児でも最高皮下温度、最低皮下温度の周期性と哺乳間隔は、類似していた。測定した疾病治癒後の新生児 9 名の覚醒周期は 47 分  $\pm 9$  分 ( $n=9$ )、state 1 のノンレム睡眠周期は 70 分  $\pm 8$  分 ( $n=9$ ) であった。

#### A. 足底皮下温度の変化と哺乳カスコアの関係

疾病治癒後の新生児 9 名においては正常新生児で見られたような哺乳中の足底皮下温度の変化 (足底温上昇群、足底温水平群、足底

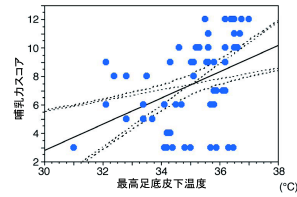


図 5: 最高足底皮下温度と哺乳カスコアとの関係

温下降群) と哺乳カスコアの間には相関は見られなかった。

#### B. 哺乳中の足底皮下温度変化と哺乳後の足底皮下温度上昇との関係

疾病治癒後の新生児 9 名においては正常新生児で見られたような哺乳中の足底皮下温度変化 (足底温上昇群、足底温水平群、足底温下降群) と哺乳後の足底皮下温度上昇との間に相関は見られなかった。

#### C. 足底皮下温度と意識レベルの関係

哺乳後の最高足底皮下温度が 35°C を超える 5 例のうち、3 例が state 1 (ノンレム睡眠) であった。一方、35°C を下回る 4 例では state 2 ~ 5 まで分布しており、state 2 (レム睡眠) は 2 例であった。哺乳後の最高足底皮下温度と意識レベルの間の相関係数は  $-0.65$  で、有意な相関が認められた ( $p<0.01$ )。一方、哺乳中の最低足底皮下温度と意識レベルの間に有意な相関関係は見られなかった (相関係数は  $-0.17$ )。以上の結果は、疾病治癒後の新生児においても哺乳後の最高足底皮下温度が上昇するほど意識レベルが低い状態にある傾向を示唆している。

#### D. 足底皮下温度と哺乳カスコアの関係

哺乳前の最高足底皮下温度は  $33^{\circ}\text{C}\sim 37^{\circ}\text{C}$  の間に分布し、35°C を超える場合は 1 例を除いて哺乳カスコアは 8 点以上に分布した。最高足底皮下温度と哺乳カスコアの相関係数は  $0.51$  であるが、有意差は見られなかった。哺乳前最低足底皮下温度と哺乳カスコアの間には相関は認めなかった (相関係数は  $0.27$ )。

### (3) 臨床看護への応用

#### A. 靴下の効果

足底皮下温度の最高値が 35°C を超える新生児においては、哺乳後の意識レベルも低くなる傾向があり、良く眠ることが示唆され、さらに、哺乳カスコアも高く哺乳力が強いことが示唆された。そこで、足底皮下温度が 35°C 未満で睡眠-覚醒リズムが一定しない児に対して靴下を着用させ保温してやることで、睡眠-覚醒リズムの調整ができるか、さらに、哺乳力にも好影響を及ぼすか検討した。

#### B. 保温効果

靴下による保温効果を見るために、まず、新生児に靴下を履かせる前後で最高足底皮下温度がどのように変化するかを調べた (図 6-1)。靴下着用前の最高足底皮下温度が 33°C 以上あれば靴下着用後に最高足底皮下温度が 35°C 以上になる保温効果が見られた (図 6-1,  $p=0.05$ )。しかし、着用前の最高足底皮下温度が 33°C 未満の 2 人は、35°C を超える体温の上昇はみられなかった。また、意識レベルは 11 人中 2 人を除いて、state 1 または 2 への下降がみられた (図 6-2)。哺乳カスコアについては、靴下による保温を行った前後で有意な差は見られなかった (図 6-3)。

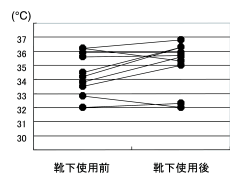


図 6-1:母乳哺育における靴下使用前と使用後の最高足底皮下温度の変化(n=11)

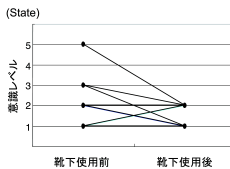


図 6-2:母乳哺育における靴下着用前と着用後の意識レベルの変化(n=11)

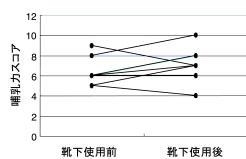


図 6-3:靴下使用前と使用後の哺乳力の変化(n=11)

#### (4) 考察

本研究では、3 から 28 日齢の正常新生児および疾病治療後の新生児において、深部体温および睡眠-覚醒状態に概日リズムがみられないことを示した。一方、約 2 時間 30 分の周期に応じて変化する足底皮下温度、約 40 分周期の覚醒状態、約 70 分周期のノンレム睡眠に超日周期が認められた。State 2 のレム睡眠にはいかなる周期性も認められなかった。本結果は、深部体温および睡眠-覚醒状態等のバイオリズムの発達に関する過去の観察(Kleitman, 1963 年、Bollani ら, 1994 年、Glottback ら, 1994 年、Sitka ら, 1994 年、Weinert ら, 1994 年、Thomas, 1995 年、Guilleminault ら, 1996 年、Waterhouse ら, 2000 年、Mirmiran ら, 2003 年)に類似している。さらに足底温度は、授乳に近い時間に最低温度に達し、また、ノンレム睡眠中に最高温度に達した。覚醒してから哺乳中にかけて足底皮下温度が低下するのは新生児の活動により、足が空気に曝されるためと考えられる。足底皮下温度が授乳中にさらに下降する群は新生児の活動性が高く、児がより覚醒していることを表している。また、哺乳力スコアに使用した指標は児の覚醒レベルが影響するものであるために、足底皮下温度が授乳中に下降する群において有意に哺乳力スコアが高かったのだろう。また、授乳後に足底皮下温度の最高値が 35°C を超えて上昇する場合、深い睡眠(ノンレム睡眠)に移行する傾向にあることが示された。さらに、授乳前の最高足底皮下温度が 35°C を超えて上昇しているほど哺乳力スコアが高値を示す傾向にあることが示された。

#### A. 新生児の体温調節および足底温度の超日リズム

足底皮下温度は、本研究において超日リズムを示した。ヒトの概日リズムの中核は視交叉上核 (SCN) にあり、この部のニューロン活動の増減は概日リズムをもつことが知られている。体温および睡眠-覚醒状態等の概日リズムが月齢 3 ヶ月から 6 ヶ月の新生児に現れることから (Glottbach ら, 1994 年、Guilleminault ら, 1996 年、Mirmiran ら, 2003 年)、月齢 1 ヶ月未満の本被検者では、超日リズム

の個体発生における SCN の関与の可能性は低い。

本研究により、足底温度の超日リズムが、授乳間隔と一致することが示された。体温調節回路の階層が存在し、脊髓レベルに位置するものもあれば、脳幹の中心に位置するものもあり、また、視床下部にあるものもある。前視床下部および視索前野は、体温調節に関する末梢情報および中枢情報を統合する。これらの領域において、温感受性ニューロンが、加熱および冷却によってそれぞれ励起および抑制される、一方、冷感受性ニューロンは、反対の挙動を示す(Kupfermann, 1991 年を参照)。さらに、少量の高張液をこれらの領域に注入することによって、動物は飲水を開始する。このような浸透圧反応性のニューロンは、視索前野、前視床下部、視索上核、および終板血管器官に広がる(Rosenzweig ら, 1996 年を参照)。我々の被検体の観察により、空腹ではなく口渴を感じるによって、通常の授乳欲求が新生児に泣かずにもたらされるが、一方、欲求は、新生児が非常に空腹状態である場合に泣くことによって表現されると考えられる。ゆえに、授乳の超日リズムと一致した足底温度の超日リズムは、視索前野および前視床下部を含む神経回路の周期的な励起に起因する可能性が高い。新生児において、交感神経刺激または血中の循環エピネフリンにより、代謝(化学的熱発生と呼ばれる)の速度が即座に増加することが可能である。化学的熱発生は、新生児の正常な体温の維持に非常に重要な要因である(Guyton および Hall, 1997 年を参照)。したがって、新生児の足底温度の超日リズムは、体性-交感神経回路の活動によりもたらされ、視索前野および前視床下部に位置する体温調節中枢によって調節されると考えられる。

#### B. 授乳活動と足底温度の超日リズムとの関係

母親が新生児に授乳する際、新生児は、母親の乳首を発見して熱心に吸引することに集中するはずである。この行動により、新生児の交感神経系の活性化がもたらされるかもしれない。末梢交感神経の活動の増加により、皮膚温度および皮下温度の低下が誘起される可能性はある。授乳間隔が被検者の覚醒間隔のほぼ 3 倍であったため、授乳のタイミングが意識レベルの超日リズムに同期しない場合に授乳能力は低下することが考えられる。授乳のほとんどは、足底温度の最低温度付近で実行され、授乳時間は、新生児が覚醒かつ活動的である状態に対応していた。さらに、本研究により、哺乳力スコアが、授乳前の足底皮下温度が上昇するにつれて高値を示すことがわかった。この結果は、非震え熱発生に加え、授乳中の吸引活動および授乳後の動的特異作用の両方による熱発生が足底温度の上昇に寄与し得ることを示唆する。

新生児および幼児において、周期的な授乳、規則的な育児パターン、および周期的な照明により、体温および呼吸等の生物学的な概日リズムの達成が促進され、これらの介入を中断すると、バイオリズムの乱れを引き起こす傾向がある (Thomas, 1995; Glottbach et al., 1995; Tenreiro et al., 1991; Hoppenbrouwers et al., 1979)。新生児で推奨されている 2 時間毎の授乳は、円滑な授乳ならびに睡眠-覚醒間隔および体温等の概日リズムの発達の両方に有用であり得る。結論として、新生児にお

いて、最高足底皮下温度が 35°C を超えていることは、安定した睡眠-覚醒リズムと円滑な授乳にとって重要な要因であることを示唆している。

#### (5) 臨床看護への応用

##### A. 母乳保育における靴下の保温効果

新生児において、最高足底皮下温度が 35°C を超えていることは、安定した睡眠-覚醒リズムと円滑な授乳にとって重要な要因と考えられた。そこで、日常生活のケアとして、靴下を着用させて最高足底皮下温度を 35°C 以上になるように保温すると、授乳後の睡眠が深くなり、その後の授乳においても哺乳量も多く、スムーズになるのではないかと考え、靴下着用により新生児の睡眠-覚醒リズムおよび哺乳力スコアにどのような効果が現れるか検討した。靴下着用前の最高足底皮下温が 33°C 以上に保たれていると、靴下着用後、足底皮下温度の上昇が生じ、最高足底皮下温が 35°C 以上になる結果を得た。哺乳時に足底皮下温度が下降する群ほど哺乳後最高足底皮下温に素早く到達する傾向があることから、この哺乳後の体温上昇は哺乳時の交感神経緊張状態からの解放による反跳現象と推測され、ウルトラディアンリズムの形成に交感神経の活動変化が関与していることを示唆する。このウルトラディアンリズムの形成に寄与する皮膚交感神経活動は足底皮下温度が 33°C 以上のときには靴下による保温程度で活動を高めることが可能と推測される。

逆に、最高足底温が 33°C 以下の時、足底皮下温度は下降し、靴下の着用による保温程度では効果がない。このような場合、足底皮下温度の改善のためには、湯たんぽや電気あんかを使用したり、暖かい掛け物で覆ったり、環境温度にも配慮が必要になると考えられる。また、筋のマッサージ、添い寝および、暖かい栄養分・水分を摂取することで新生児の体内外から温めるようなケアを実施することも重要と考えられる。

##### B. 靴下使用時の意識レベルや哺乳力の変化

図 6-2 では、最高足底皮下温度が上昇するに伴い意識レベルは低下し、深い睡眠が得られたことを示している。これは、新生児で最高足底皮下温度が高いほど深い睡眠がみられる傾向にある結果から、靴下着用により保温すると授乳後に深い睡眠に移行させることができるという仮説を証明しているものと思われる。ただし、受動的な保温という処置では足底皮下温度 33°C は必要であるという新たな条件も分かった。しかしながら、図 6-3 にみるように靴下着用による保温では最高足底温度と哺乳スコアとの間に正の関係が見られていない。これは、哺乳力スコアの増加には睡眠-覚醒リズムの安定化以外にも影響する因子があるためではないかと考えられる。

#### (6) 結語

円滑な哺乳を確立する生理的な要因を解明するために、深部体温、足底皮下温度、睡眠-覚醒サイクル、哺乳間隔、および哺乳能力を、生後 1 ヶ月未満の 56 人の正常新生児と疾病治療後の新生児について検討した。哺乳状態、哺乳速度、および吸啜頻度の組み合わせから新たに哺乳力スコアを作成した。新生児には、約 40 分間の覚醒周期と、約 70 分間のノンレム睡眠(state1 の睡眠)周期があっ

たが、レム睡眠(state2 の睡眠)の周期性については判別できなかった。睡眠および覚醒の間の胸部深部体温は、37°C 付近でほぼ一定であった。新生児が睡眠から覚醒したとき、足底皮下温度は、四肢の動きとともに低下した。足底温度は、哺乳する頃に最低温度に達し、哺乳後のノンレム睡眠時には最高温度に達した。その結果、足底皮下温度は、約 2 時間 20 分のサイクルで、超日リズムを示した。哺乳間隔には、同様のサイクルがあり、哺乳が、生体時計への介入であることを示唆している。最高足底温度が 35°C より高いと、哺乳力スコアは、有意に高かった。授乳後、最高足底皮下温度が 35°C を超える新生児は、ノンレム睡眠を示した。それゆえに、足底皮下温度がより高い新生児は、深い睡眠(ノンレム睡眠)に移行しやすく、哺乳力が高いことを示した。この結果を臨床看護へ応用し、新生児に靴下を着用させて足部を保温してみると、最高足底皮下温が 33°C 以上あれば、足底皮下温度を 35°C 以上にまで上昇させ得ることが示された。また、靴下を着用した新生児は深い睡眠(ノンレム睡眠)へ移行した。これらの結果は、足底皮下温度を 35°C より高く保つことが、新生児の睡眠-覚醒リズムの調整に重要な要因であることを示唆している。以上の研究から新生児において哺乳後の睡眠-覚醒リズムの安定とひいては母親の育児への適応を円滑に進めるために新生児に靴下を着用させることを提案する。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

1. Shin M-C, Kim C-J, Min B-I, Ogawa S, Tanaka E, Akaike N: A selective T-type Ca<sup>2+</sup> channel blocker R(-) efonidipine. Naunyn-Schmiedeberg's Arch Pharmacol 377: 411-421, 2008, 査読有
2. 永田華千代, 田中永一郎, 竹生政資, 佐藤武, 中野正博, 藤井宏彦, 片平起句, 福嶋昭子, 赤池紀生: 褥婦の下肢浮腫軽減のための下肢マッサージの検討. ヘルネイタルケア 26: 89-93, 2007, 査読有

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

田中 永一郎 (TANAKA EIICHIRO)  
久留米大学・医学部・教授  
研究者番号: 80188284

##### (2) 研究分担者

赤池 紀生 (AKAIKE NORIO)  
熊本保健科学大学・保健科学部・教授  
研究者番号: 30040182  
竹生 政資 (TAKEFU MASASUKE)  
佐賀大学・医学部・教授  
研究者番号: 30207005  
中野 正博 (NAKANO MASASHIRO)  
産業医科大学・産業保健学部・准教授  
研究者番号: 70141744

##### (3) 連携研究者

隈元 貞宏 (KUMAMOTO SADAHIRO)  
熊本大学・文学部・教授  
研究者番号: 40161707  
永田華千代 (NAGATA HANATIYO)  
麻生医療福祉専門学校母性看護・教員  
研究者番号: 80369123