

新生児の活動 休止リズムと母親のリズムの比較

河野寿美代・城田 愛・甲斐田幸佐・林 光緒・堀 忠雄

広島大学総合科学部行動科学講座

Comparison of the circadian rest-activity rhythms of infants and their mothers.

Sumiyo KOUNO, Ai SHIROTA, Kosuke KAIDA, Mituo HAYASHI,
Tadao HORI

*Department of Behavioral Sciences, Faculty of Integrated Arts and Sciences,
Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, JAPAN*

Abstract: The actigraphic data were examined into the rest-activity rhythms of the mothers and their neonates from the term prepartum (1st - 3rd weeks) to the postpartum (1st -4th weeks, 6th week, 8th week) . The subjects were five primipara and three multipara and their infants. The actigrams were recorded from the left wrists for mothers and from the ankles for infants. Spectral analysis of the actigraphic data by the least squares method demonstrated that the circadian spectral peak was observed for four infants in the third postpartum week. In the 8th postpartum week, the circadian spectral peak was observed for all infants. Seven mothers showed circadian spectral peak for all terms of experiment. The circadian spectral peaks of one mother (case E) disappeared for the 1st to 4th postpartum weeks, and reappeared after 6th postpartum week. Three (case A,B,C) in four infants who showed the circadian spectral peak in early period after birth were stayed in the same room with their mothers. Three (case F,G,H) in four infants who showed the circadian spectral peaks after 6th postpartum week were cared in the separate room from mother's room. In case E, they stayed the same room but the mother's circadian spectral peak disappeared for the initial 4 weeks postpartum. Therefore the appearance of circadian peak in the infant' spectra was delayed until 6th week after postpartum when the mother's circadian peak reappeared in her spectra. These results show that the mother's circadian rhythm is the important entrainment factor for her infants in the early period of postpartum.

Keywords: Actigraphy, circadian rhythm, mother-infant inetrrelationship, rest-activity cycle

はじめに

近年の母子を取り巻く環境は大きく変化し,出生率の低下と少子化や核家族化により,母親自身が子供と接する機会が少なく,子供に対する知識や経験不足に加え,相談できる相手が身近にいないことが母親の育児不安の原因となっている.直接的な母親の育児不安の訴えとしては,出産後の母親に「赤ちゃんが寝てくれない」というものが多く聞かれる.島田ら(2001)の調査によると,新生児の

育児問題として初産婦の32%、経産婦の14%が睡眠に関する悩みをあげている。これらのことから、新生児の睡眠問題は母親の育児不安の中で重要な位置を占めているといえる。

新生児期は睡眠・覚醒リズムが確立していないため、多くの母親は新生児の活動・休止パターンが予測できない。このため母親は子供の行動に振り回され、休息が十分に取れず疲労は増大する。一方、母親が新生児の睡眠時刻を予測し、授乳やオムツ交換などの育児による夜間の睡眠不足を日中に仮眠をとることで補うことが出来れば、母親の疲労も軽減することが出来る。このことからも新生児が早期に睡眠・覚醒リズムを確立することは母親の育児負担の軽減につながるといえる。

新生児は1日の約65～70%（16～17時間）を眠り、3～4時間毎の哺乳や排泄のために、短時間で目覚めるという多相性睡眠を示す。また出生直後は昼夜の区別は無く睡眠と覚醒は24時間で均等に分布するが、週齢が進むにつれて徐々に睡眠が夜間に集中してくる（奥平，1996）。生後1ヶ月間ではまだ明らかな覚醒期、あるいは睡眠期は見られず、短い覚醒と睡眠の時間帯が交互に出現する。周期が20時間以下の生体リズムをウルトラディアンリズム（ultradian rhythm：超日リズム）と呼び、新生児の睡眠・覚醒パターンはウルトラディアンリズムが前景を占めているのが特徴である（瀬川，1999）。生後5～6週を経過するとサーカディアンリズム（circadian rhythm）が発達し、夜間に睡眠が集中する24時間周期の睡眠・覚醒リズムが明らかになってくる（Kleitman，1963）。

サーカディアンリズムは概日リズムとも呼ばれ、周期が 24 ± 4 時間の内因性リズムである。このリズムが24時間の周期に同期しないと、リズムの自由継続（free running）や相対的協調（relative coordination）がおこり、非24時間睡眠・覚醒症候群などの同調障害が現れる。サーカディアンリズムの24時間周期への同調は光同調と社会的同調に分けられる。光同調は昼夜の明暗周期に同調することで、社会的同調は他人との接触によりリズムが同調することをいう。新生児期は主に養育者である母親との接触が同調因子となっている。石原ら（1990）は乳幼児の睡眠・覚醒リズムの発達を観察し、3例中2例が生後1ヶ月で24時間リズムが出現し、1例は4ヶ月半以降で出現したと報告している。相違点として生後1ヶ月という早い段階で24時間リズムが出現した例では、乳児と両親の部屋が同室であったのに対し、4ヶ月半と遅かった例は両親と乳児の部屋が別であったことを指摘している。Nishiharaら（1998）も産後の母親の覚醒と乳児の活動に強い同調関係が見られることを指摘している。しかし母親の行動のどのような要因が新生児に影響したのかは明らかになっていない。

新生児のサーカディアンリズムがいつ頃から形成され、その形成過程に母親の行動リズムがどのように関与しているかを検討した報告は極めて少ない。睡眠日誌や睡眠ポリグラムの連続記録は観察者や測定記録を行う研究者ばかりでなく、対象となる母子にとっても負担がかかり、長期間の連続測定が困難になっていた。今回は軽量小型の活動計を用いることにより、母子にかかる負担を軽減し出産前3週間と産後（生後）4週間、および6週目と8週目のそれぞれ1週間の連続測定を実施することができた。

記録された活動数から休止期と活動期を識別し、さらに一定のアルゴリズムによって休止期を安静期と睡眠期に分類する方法（Cole et al., 1992）も提案されているが、この判定法は成人の活動データに基づいて標準化がなされており、新生児の睡眠期と安静期の判別には十分な検討はなされていない。そこで今回の活動データは睡眠と覚醒の判別は行わず、活動期と休止期の周期的交代に着目して検討を進めることにした。

以上のことから本研究は活動データを長期間計画的に記録することにより、新生児のサーカディアンリズム形成を観察することを目的とする。

方 法

参加者

妊娠後期から産褥8週まで異常のない妊産褥婦(母親)と新生児の母子8組を対象とした(初産婦5名,経産婦3名,平均年齢29.8歳±4.63歳).参加者の条件として経膈分娩,正期産(妊娠37週以上,42週未満),AFD児(appropriate for date infant:胎内発育の程度を在胎期間と出生体重を加味して評価するときに,在胎期間に適した出生体重を示した新生児をいい,AFD児と略記して用いる),妊娠・出産時に異常が無いという条件を満たす母子とした.参加者には調査開始前に研究の概要と方法を説明し,研究協力同意書に署名を得た.また測定終了後には,得られたデータを分析に用いることに同意と署名を得た.参加者の概要を表1に示した.新生児Bは生後8週の活動計装着期間中に肺炎で入院したが,母親の了解を得て装着を継続した.新生児Dは生後2週間以降から装着を開始した.母親Cはデータ収集中にシステム異常が発生し,産後4週以降のデータが欠損しているが産前3週間と産後3週間は継続的にデータが収集できていたため,欠損部分は除外し分析を行った.

表1 参加者の概要

	母親		新生児			生後1週間の母児同室の有無
	No	年齢	性別	出生順位	在胎週数	
周期成分 出現の早 いグル ープ	A	33	女	第3子	38w4d	母児同室(出生直後から)
	B	33	女	第5子	39w4d	母児同室(生後2日目から)
	C	23	男	第1子	40w0d	母児同室(生後1日目から)
	D	24	女	第1子	41w5d	母児異室
周期成分 出現の遅 いグル ープ	E	29	女	第1子	40w1d	母児同室(生後1日目から)
	F	35	女	第3子	39w4d	母児異室
	G	27	男	第1子	40w1d	母児異室
	H	34	女	第1子	39w6d	母児異室

測定指標

1) 活動数の測定(活動計)

活動 休止リズムの測定にはアクチウォッチ(Mini-Mitter社製,Actiwatch 64)を使用した.アクチウォッチは長期間の活動数を収集する腕時計型の活動計で,重さ約20g,感度0.01Gの2軸アクセロメーター方式を採用している.サンプリング周期は32Hzで閾値以上の動作を検出し発生電流の積算値が記録される.

活動計の装着部位は,アーチファクトの混入を避ける為に非利き手への装着が一般的であり,母親は非利き手に装着した(Middelkoop et al., 1997).新生児は手首に装着することで顔などを傷つける可能性があり足首に装着し,左右付け替えることは可能とした.活動数は1分ごとに計測した.アクチウォッチによって計測した1分間の活動データはインターフェイス(Mini-Mitter社製,Actiwatch Reader)を介してパーソナルコンピュータ(NEC LaVie L LL700R/7)に転送し保存した.

2) 睡眠生活日誌

活動計装着期間中は母子両方の睡眠生活日誌(宮下,1999)を母親が記録した.睡眠生活日誌は28日分を1ページとし,横軸に時刻(1時間刻み)をとり,睡眠,活動計をはずした時刻,食事,入浴についての記入欄と,欄外に睡眠や疲労状況,特記事項を記入できるようにした.母親や

家族が眠っている新生児を抱いている時間も活動期に相当する活動数が積算されることがあり、このことを補正するために新生児の睡眠生活日誌には、抱いている時間も母親が記入した。

手続き

装着期間について図1に示す。母親は妊娠後期から、新生児は出生2時間以内に活動計を装着した。その後、母子ともに生後4週間を連続的に装着記録した。また6週目と8週目の1週間も連続的に装着記録した。

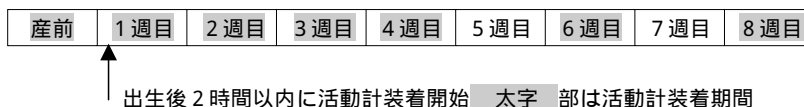


図1 活動計の装着期間

分析

入浴や洗顔などで活動計をはずした活動期の欠損データは、活動計を外す直前と装着した直後の活動量の平均値により直線補間した。ただし3時間以上の長時間欠損は分析対象から除外した。活動休止リズムの周期分析は最小二乗スペクトル法(佐々木, 1984)により計算し、得られたスペクトルは周期(時間)ごとに相関係数(適合度)の2乗値(分散)で示した。周期分析の際、陣痛開始から産後および生後24時間は通常の睡眠覚醒リズムから逸脱しているため分析から除外した。周期分析は1週間毎に行い、1分毎の活動量を5分毎に集計後、サンプリング間隔5分、ステップ幅10分、最小周期1時間、最大周期28時間で分析した。

結 果

アクチグラフデータによる活動パタンの検討

図2は母子Aのアクチグラフのデータを1週間ごとに平滑化処理(Law et al. 1980)を行った後に、48時間のダブルプロット法で示したものである。左側が母親、右側が新生児の活動記録である。視察の便宜から新生児の活動数(縦軸)は生後1週目から4週目までは母親の3倍で表示し、6週目では1.5倍、8週目では母親と同じ目盛りで表示してある。黒く塗りつぶされた部分の振幅が高いほど活動数が多く、また変動が少ないほど活動状態が安定していることを現している。この図から産前2週間の母親の活動量は、日中に活動期、夜間に休止期を示す24時間周期のリズムが維持されていることがわかる。ところが産前1週間では午前10時と午後2時に活動数の低下が現れる。睡眠日誌ではこの時間帯に昼寝がとられており、夜間睡眠の不足を昼寝で補う補償仮眠がとられていたことが確かめられた。産後1週目ではさらに大きな変化が現れ、1日の活動量が急激に低下するとともに、活動期と休止期のめりはりが崩れる。夜間の休止相にしばしば活動数の急上昇が見られ、午前中の活動相では逆に活動数が低下しているのが観察できる。特に午前10時ごろの活動数低下は顕著であり、睡眠日誌の記録からも夜間の睡眠不足を補う補償仮眠がとられていたことが確かめられた。右側に示した新生児の活動パターンを見ると、24時間周期のパターンはほとんど認められず、小刻みな間隔で活動数に変動している。このような新生児の活動パターンと2、3時間間隔で繰り返される授乳やオムツ交換などの保育行動が母親の24時間リズムの維持を困難にしていることがわかる。第2週で新生児の活動パターンに午前10時頃と午後2時頃に休止期が見られるようになると、母親の活動パタ

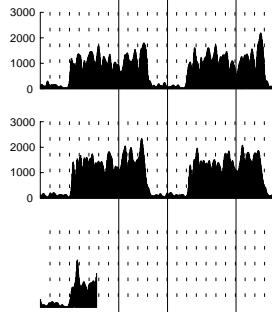


図2 1週間毎の平均活動量（母子A）

縦軸は1週間の平均活動数を平滑化処理した値を示し、横軸は48時間(2日分)をダブルプロットで示す。新生児の活動数(縦軸)は生後1週目から4週目までは母親の3倍で表示し、6週目では1.5倍、8週目では母親と同じ目盛りで表示してある。

図3 母子の周期分析比較（早いグループ）

横軸は周期（時間）、縦軸は分散（%）を示す。縦軸の1目盛は分散5%を示す。早いグループは新生児のサーカディアンリズム出現の早いグループを示す。

表 2 新生児の主要な周期成分(時間) と概要

	A	B	C	D	E	F	G	H			
1週	-	-	-	*	-	-	-	-			
2週	-	-	-	*	-	-	-	-			
3週	24.5	23.6	24.0	24.5	-	-	-	-	4	24.2	0.42
4週	24.2	-	-	24.2	-	-	-	-	2	24.2	

考 察

本研究では、母子の活動 - 休止リズムの特徴と、24時間リズムを中心に母子間比較を行い、母親の要因を検討することを目的とした。そこで8例の母子の活動量を1週間毎に最小二乗法により分析した結果、新生児の24時間周期の活動リズムは早い新生児で生後3週間目から観察された。1週間毎に平均活動量パタン(図2)を追跡すると、生後3週目の新生児に日中の活動期と夜間の休止期が観察された。夜間の休止期は睡眠期とほぼ一致しており、今回同定された24時間周期の活動 - 休止リズムは睡眠 - 覚醒リズムを反映したものと考えてよいであろう。今回の結果はNishihara et al. (2002)が生後3週目・6週目・9週目・12週目の4つの時期で測定したアクチグラフデータの自己相関分析の結果と一致している。Nishihara et al. も生後3週目の新生児の活動リズムに24時間周期成分が観察されたと報告している。しかし3週目の自己相関図には24時間リズムに重畳してさまざまな周期の超日周期(ultradian rhythm)成分が混在しており、24時間周期成分が明瞭になるのは6週以降で、週齢を重ねるにしたがってピーク振幅も大きくなることを指摘している。Meier-Koll et al. (1978) は1例の乳児を睡眠日誌により検討し、生後4週までのultradian rhythmが優勢な時期、5～11週のcircadian rhythmが顕著になってくる時期、11週以降の夜間睡眠が中断しなくなる時期に分かれると述べている。Fukuda & Ishihara (1997) は、10人の乳児を生後2週から26週までの睡眠 - 覚醒リズムを睡眠日誌により調査し、自己相関分析を行った。この結果、生後7週で睡眠リズムの発達に関して急激な変化が起こることを報告している。本研究では生後7週は測定を行っていないが、生後8週で全例に24時間周期成分が認められることから、7週前後は活動(覚醒) - 休止(睡眠)リズムの発達で重要な意味を持つ時期と考えられ、Fukuda & Ishiharaの結果を支持する結果が得られた。

今回のスペクトル分析結果では図3に見られるように、スペクトルピークの統計的な有意性に着目すれば新生児Aに生後第1週目ですでに24時間リズムのピークが認められた。第2週目でさらにもう2名(新生児B,C)にもピークが認められた。行動学的な有意性を考慮し、適合度と寄与率から基準を設定して24時間周期成分の出現時期を再整理すると、早い新生児(図3)で3週目から、遅い新生児(図4)では8週目になって出現するという結果になった。上述の先行研究結果と方法論的な相違があるにもかかわらず、ほぼ一致する結果を得たと言ってよいであろう。

表3 母親の主要な周期成分(時間)

週	母親								n	平均	SD	
	早いグループ				遅いグループ							
	A	B	C	D	E	F	G	H				
産前	3週	24.2	*	24.2	24.2	-	*	24.0	*	4	24.1	0.08
	2週	23.8	23.7	24.0	24.0	23.5	24.5	23.8	24.0	8	23.9	0.30
	1週	24.0	24.0	23.7	24.2	23.8	24.3	24.3	24.7	8	24.1	0.32
産後	1週	23.7	25.0	25.0	23.8	-	24.0	24.7	24.3	7	24.4	0.55
	2週	24.5	-	24.2	24.2	-	24.3	24.2	24.3	6	24.3	0.13
	3週	24.2	23.8	24.3	24.2	-	23.8	23.7	24.2	7	24.0	0.24
	4週	23.8	23.5	*	24.0	-	24.0	23.8	24.0	6	23.9	0.20
	6週	24.3	24.0	*	24.2	23.8	24.0	24.3	23.8	7	24.1	0.21
8週	24.0	23.8	*	23.8	24.2	24.0	23.8	23.8	7	23.9	0.13	

サーカディアンリズムの相関が0.25以上ある場合は明瞭な周期として表に周期成分値(時間)を示す。-はサーカディアンリズムの相関が0.25以下の場合を示し、*は欠損値を示す。

今回の結果では行動学的な基準を超える前の段階で、すでに24時間周期成分はその萌芽をスペクトル上に捉えることができた。生後1週目で新生児Aに現われた24時間リズムが生後に発達したもののか、あるいは胎内でその準備的形成が行われていたものかは、今回の解析では明らかにすることは出来ない。島田ら(1999)は未熟児の睡眠-覚醒リズムを分析し、胎児期に母体のサーカディアンリズムを基本として24時間周期のリズムの基盤がある程度準備される可能性を示唆している。瀬川(1999)の総説によればヒトのレム睡眠とノンレム睡眠のいずれの睡眠要素も胎児期に発達が行われ、出生後に覚醒状態の出現を受けてさらに発達する。やがて睡眠-覚醒リズムが出現しこれが昼夜のリズムへ同調するようになり、これがサーカディアンリズムの出現と発達に進むことになる。このような胎児期の睡眠要素の発達とサーカディアンリズム形成が同じ基盤の上にあるものか、また相互に必要な十分条件をなしているのかは明らかではない。新生児のリズム形成の期間にみられる個人差がどのような理由によるものか説明するためには、更なる知見の集積が必要と言えよう。いずれにしてもサーカディアンリズムの形成に要する期間が長いと、母親の育児負担が大きくなり長期化する。この問題の解決のためにもリズム形成に促進的に作用する要因の分析も重要と考えられる。

石原ら(1990)の3例の乳児を観察し、サーカディアンリズムの発達が早かった乳児2例は母親と同じ部屋で寝ており、遅かった1例は別の部屋であったと報告している。また、Nishihara et al.(1998)も日本の風習として母子が同室でかつ、同床(母子が同じ布団、または手の届くすぐ側で寝ている)であり、新生児のサーカディアンリズムの発達に母親の関連性を調査するのに適していると述べている。そして母親の覚醒と新生児の活動は同調していることを確認している。これらのことを総合すると、母親と新生児が生後出来るだけ早い時期から同じ部屋で過ごすことがサーカディアンリズムの獲得に、よい影響を及ぼすことが示唆される。わが国の生後の新生児の環境として、出産直後は母親の産後の負担を軽減し、且つ新生児の胎外生活への適応時に起こる様々な問題を早期に発見する目的で、多くの病院では入院中の1週間を母親とは別室の新生児室で保育している。産後1週間で病院を退院した後の母子は昼夜同じ部屋で生活をしてきたが、入院中の1週間の違いであるが、早い時期からサーカディアンリズムの出現が確かめられた新生児4名で調べると、母子同室が3名で母子異室は1名であった。逆にリズム形成が遅かった4名では母子異室が3名で母子同室が1名であった。今回の結果も母子同室がリズム形成に有利に作用していることが推測される。他方、リズム形成が遅い新生児(F,G,H)の母親も24時間リズムを維持しているが、そのリズムに新生児のリズムを同調(entrain)させるには、異室であることが不利に働いているのかも知れない。また母子同室であるのに出現が遅れた新生児Eでは、母親のサーカディアンリズムが出産後4週間にわたって消失していた(図4)。この母親にサーカディアンリズムが回復すると新生児にもサーカディアンリズムが出現している。これらのことを考え合わせると、母親の生活行動に現われた24時間リズムが新生児のリズム形成に影響を及ぼしていることが示唆できる。一方、母子異室でも新生児Dは生後3週目で24時間周期成分が出現している。この新生児の生活環境がどのような時間手掛かりを持っていたのか、母親以外の保育者が介入していたかどうかなどの詳細は今回の睡眠日誌だけでは明らかにすることは出来ない。母親の24時間リズムの影響が大きいとしても、絶対不可欠ということではなく、これに代わる同調因子が有効に作用することでよい成果を上げる可能性も指摘されてよいであろう。

今回母親と新生児を同時に測定することにより、母親と新生児のサーカディアンリズムの変化と母子間の関連が示唆された。しかし、母親の行動分析についてはほとんど行うことが出来なかった。このために母親のどのような行動が同調因子として新生児のリズム形成に影響しているのかを明らかにすることはできなかった。今後は生育環境の条件統制と比較に必要な例数を増やすこと、母親や新生児に關与する周囲の保育者の行動分析にも注目していく必要があると考えている。

謝辞

本研究のデータの収集にあたり参加者の皆様を御紹介頂いた,井口産婦人科小児科医院の玉田 隆先生,開業助産婦の西田啓子さん,前原英子さん,データ収集の場を提供して下さった医療法人秀明会小池病院の小池秀爾病院長に深謝いたします。また研究上の御指導を頂いた広島大学総合科学部助手の入戸野 宏先生には大変お世話になりました。最後に貴重なデータを提供して下さった参加者の皆様にも深謝いたします。

引用文献

- Cole, R. J., Kripke, D. F., Gruen, W., Mullaney, D. J., Gillin, J. C. (1992) Automatic sleep/wake identification from wrist activity. *Sleep*, **15**: 461-469.
- Fukuda, K. Ishihara, K. (1997) Development of human sleep and wakefulness rhythm during the first six months of life: Discontinuous changes at the 7th and 12th week after birth. *Biological Rhythm Research*, **28**, Supplement: 94-103.
- 石原金由・本間由佳子・三宅 進 (1990) 生後6ヶ月における乳児の睡眠・覚醒リズムの発達。ノートルダム清心女子大学紀要, 生活経営学・児童学・食品・栄養学編 14(1)(通巻35号): 7-13.
- Kleitman, N. 1963 *Sleep and Wakefulness*. 2nd ed. Chicago, Univ. Chicago Press.
- Law, L. N., Levey, A. B., Martin, I. (1980) Response detection and measurement. In I. Martin, P. H. Venables (Eds.), *Techniques in Psychophysiology*. Chichester, John Wiley & Sons. Pp. 629-663.
- Meier-Koll, A., Hall, U., Hellwing, U., Kott, G., Meier-Koll, V. (1978) A biological oscillator system and the development of sleep-waking behavior during early infancy. *Chronobiologia*, **5**: 425-440.
- Middelkoop, H. A. M., Van Dam, E. M., Smilde-Van Den Doel, D. A., Van Dijk, G. (1997) 45-hour continuous quintuple-site actimetry: Relations between trunk and limb movements and effects of circadian sleep-wake rhythmicity. *Psychophysiology*, **34**: 199-203.
- 宮下彰夫 (1999) 睡眠日誌。日本睡眠学会(編), 睡眠学ハンドブック, 朝倉書店。Pp. 542-545.
- Nishihara, K., Horiuchi, S., (1998) Changes in sleep patterns of young women from late pregnancy to postpartum: Relationships to their infants' movements. *Perceptual & Motor Skills*, **87**: 1043-1056.
- Nishihara, K., Horiuchi, S., Eto, H., Uchida, S., (2002) The development of infant's circadian rest-activity rhythm and mothers' rhythm. *Physiology & Behavior*, **77**: 91-98.
- 奥平進之 (1996) 睡眠と加齢。鳥居鎮夫(編) 睡眠の科学, 朝倉書店。Pp. 184 - 207.
- 佐々木隆 (1984) 付。周期分析の探索。千葉喜彦・佐々木隆(編) 時間生物学, 朝倉書店。Pp. 312-332.
- 瀬川昌也 (1999) 幼児の眠りの調整。鳥居鎮夫(編) 睡眠環境学, 朝倉書店。Pp. 111-123.
- 島田三恵子・瀬川昌也・日暮 眞・木村留美子・奥起久子・山南貞夫 赤松 洋 (1999) 最近の乳児の睡眠時間の月齢変化と睡眠覚醒リズムの発達。小児保健研究, **58**(5): 592-598.
- 島田三恵子・渡辺尚子・神谷整子・中根直子・戸田律子・縣 俊彦・竹内正人・安達久美子・村山陵子・鈴木幸子 (2001) 産後1ヶ月間の母子の心配事と子育て支援のニーズに関する全国調査 初経産別, 職業の有無による検討。小児保健研究, **60**(5): 671 - 679.