

# 新生児特別養護施設に入院中の未熟児の一日リズムの発達

白 岩 義 夫

## Development of Sleep-Wakefulness Rhythm of Preterm Infants in a Neonatal Intensive Care Unit

Yoshio SHIROIWA

The purpose of the present study is to examine longitudinally and cross-sectionally the development of sleep-in-night and wakefulness-in-day rhythm in preterm infants staying in a Neonatal Intensive Care Unit for a long time. Eight infants in the longitudinal study and 36 infants in the cross-sectional study were individually observed throughout the day with a 24-hr. continuous video recording system. Each infant of the former study was observed for 3 or 6 random days with a random interval of 1 to 5 weeks until the infants reached the predetermined criterion of accomplishing the sleep and wakefulness rhythm. In the latter study, the 36 infants were divided into 3 groups according to age (month) and placed under 24-hr. observation. Behavioral states of the infants for 10 minute periods sampled at two hour intervals of the observing day were determined.

Most of the preterm infants in the longitudinal study showed clear sleep and wakefulness rhythms at the age of 14 to 16 weeks. In the cross-sectional study, the infants of the 4 month old group were significantly more wakeful in the day than of the 2 and 3 month old groups. There were no significant differences among the three groups with respect to sleep in the night. The findings of the present study suggest that the development of the sleep-wakefulness rhythm may be genetically determined in preterm infants.

### 1. はじめに

われわれ人間の成人は昼間覚醒し夜間睡眠をとるという、いわゆる、日内リズムとか一日リズムと呼ばれる、一種の生活リズムを持っている。このようなリズムは、成人のような完成した形で生まれながらに備わっているわけではない。「眠りの生活」といわれる、一日の約80%、まどろみをも含めると実に90%近くを睡眠に充てている新生児期の段階<sup>1)</sup>から、さまざまな環境条件の影響を受けながら次第に成人のような形に発達して行くと考えられている。

この一日リズムの発達にとって重要な一つの要因は、生活環境に存在する夜と昼に代表されるような明暗(光)、朝夕で異なるような温度、人々との接触などの社会的要因といったものの、外界のもつ周期性であるといわれる<sup>2)</sup>。普通の生活を送っている満期産の健全な新生児が、夜間睡眠-昼間覚醒の一応のリズムを完成させるのは、外界の時間同期要因に反応する能力が発達した段階ということになり、

生後14週から16週頃であるといわれている<sup>3, 4)</sup>。これに対して、出生直後から外的環境刺激の日内変動、すなわち、外界の周期性が比較的小さい新生児特別養護施設(以下NICUと省略)に入院する低出生体重児、いわゆる未熟児では、一日リズムの発達が遅れる可能性のあることを示す報告がある<sup>5)</sup>。しかしもう一方では、正確な時間間隔で授乳する育児施設で育てられた生後わずか10日の新生児が、個室で要求授乳によって育てられた同齡の児に比べてはるかにはっきりとした睡眠-覚醒リズムを発達させたという結果研究から<sup>6)</sup>、授乳の時間間隔がある程度正確にまもられているNICUの生活は必ずしも一日リズムの発達に不利ではない考えられる可能性もある。

われわれは先に、驚愕様反応や身体の動きのような身体的運動、心拍や呼吸といった生理学的反応、それに行動状態を加味して、NICUに長期入院した未熟児の睡眠-覚醒行動を分析した。そして、受胎後週数齡とは関係なく、個体例ではあるけれども、

少なくとも生後14週頃から一日リズムの形が現れるようになり、夜間に眠ることが多くなり、睡眠が夜間に集中し始めることを明らかにした<sup>6, 7)</sup>。

このように、NICUで暮らす未熟児の一日リズムの発達に関しては、研究者間で必ずしも一致した結果が得られているとはいえない。そこで、この研究では対象児を増やして、未熟児の一日リズムの発達の再確認を行うと共に、行動状態を指標とすることによってこれら未熟児の睡眠と覚醒の内容をより詳しく検討しようとするものである。

2つの観察からなる本研究の目的は、照明や騒音、温度や湿度といったような外的な刺激環境が終日ほぼ恒常に維持されているNICUに、長期に渡って入院を余儀なくされている未熟児に、夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムが出生後週齢の関数としてどのように発達していくのかを、(1) 縦断面的、および(2) 横断面的に調べることにある。

## 2. 縦断面的研究

この研究の目的は、NICUに入院中の未熟児を数週間の間隔をもって24時間観察し、夜間睡眠-昼間覚醒のリズムがどのように発達し、出生後のどの程度の週齢でこのリズムを完成させるのかを確かめ

ることにある。

### 2・1 方法

1) 対象児：縦断面的研究のために選ばれた対象児は全て静岡県浜松市の総合病院聖隷浜松病院小児科NICUに入院していた未熟児であって、これらの児の特徴はTable 1に示されている。男児3名、女児5名、計8名の対象児は出生体重が最小430gの超未熟児から最大1245gの極小未熟児からなっていた。出生までの在胎週数は24週から28週の範囲にあった。入院時に各対象児に与えられた臨床診断名とNICUに入院していた日数は同じくTable 1に示す通りである。

2) 観察方法と条件：対象児の睡眠-覚醒行動の観察はビデオカメラを通して24時間連続してビデオレコーダーに記録するという方法で行われた。詳しい録画方法は他の論文<sup>8, 9)</sup>に述べられているので、ここでは簡単に述べる。対象児が収容されているNICU内の保育器あるいはコットの斜め上にテレビカメラを設置し、これを通して対象児の全身の行動が、観察日時を挿入しながらビデオテープに記録された。24時間の連続録画は、2台の同じビデオレコーダーの停止・録画機構を一部電気的に直結し、一方のレコーダーの停止が他のレコーダーの録画機構を自動

Table 1. Characteristics of infants in the longitudinal study

Case	Sex	Birth weight (g)	Gestation- al age	Clinical diagnosis	No. of days in NICU
1	M	955	28w6d	TTN, Apnea, HBil(p)	99
2	M	653	28w1d	Apnea, CLD, HBil(p)	115
3	M	780	24w4d	Apnea, CLD, HBil(p)	135
4	F	1245	28w4d	Asphyxia, Apnea	99
5	F	1200	28w6d	RDS, PTX, Apnea, SEH	129
6	F	900	28w5d	TTN, Apnea, HBIL(p)	148
7	F	430	26w0d	Apnea, PTX, CLD, HBil(p)	190
8	F	634	24w5d	RDS, CLD, SEH	130

TTN: Transient Tachypnea of the Newborn  
RDS: Respiratory Distress Syndrome  
HBil(p): Hyperbilirubemia-Phototherapy

CLD: Chronic Lung Disease  
SEH: Subependymal Hemorrhage  
PTX: Pneumothorax

させるように改修することで可能となった。

録画されたテープには対象児の全身の動きや様子、観察日時の他に、保育器やコットに取り付けられた小型マイクを通して集められた児の発声や泣き声、新生児モニターの出力端子を利用して得られた対象児の瞬時心拍率と呼吸率が数字で同時記録されていた。

観察は原則として 18:00 から 20:00 の間に開始され、24時間続けられた。録画中の対象児の姿勢に関して、看護婦には、児が常に仰臥位か側臥位で寝かされている状態に維持するよう指示されていたが、観察目的などについては特に話されていなかった。

観察当日の対象児に対する医師や看護婦による日常の治療行為や、授乳とかおしめの交換などの世話には何ら制限が加えられなかった。また、自分の児の世話と見舞いにNICUを訪れた両親による児の身体への接触行為についても同様に制限されなかった。

各対象児は1週から5週間の任意の間隔で、あらかじめ決められていた夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムの到達基準に達するまで3回から6回、ビデオカメラによる24時間の連続監視下に置かれた。一日リズムの到達基準は、一日24時間を2時間毎の昼夜それぞれ6区画に分け、そのうち夜間では睡眠の、昼間では覚醒のそれぞれの状態が各々6区画のうち4区画を占めるということであった。

なお、観察が行われたNICU内環境は、終日約500Luxの照明が施され、室温は常時 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度は $50 \pm 5\%$ に保たれていた。騒音水準はNICU内の場所によって多少異なるけれども、一日の中ではほぼ50-60dBの程度であった。

3) 録画テープの分析と行動状態の判定方法：我々のこれまでの研究と同様の方法が採用された<sup>6)</sup>。すなわち、まず、24時間の録画記録を5分毎に分け、この時間中の、医師による治療や検査、看護婦による授乳やおしめの交換などを含む日常の世話、親たちによる児の身体への接触行為などの有無が、チェックリストを用い、ビデオレコーダーのビジュアル・サーチ機構(約10倍速)を利用して、調べられた。そして、このリストにもとづき、2時間毎に10分の記録が行動状態の分析のために抽出された。抽出基準は、①抽出時間帯に医師、看護婦、その他の人々による対象児の身体への接触行為のないこと、②これらの行為の終了から10分以上経過したところの記

録を抽出すること、③この時間帯に授乳が行われていないこと、④授乳後の記録の抽出にあっては、出来る限り、全抽出について授乳後時間を一定にすること、の4点であった。

抽出された10分の記録については、更に1分毎に分割され、Precht1とBeintema<sup>10)</sup>の基準に従って次の5つの行動状態が判定された：行動状態Ⅰ：静睡眠、Ⅱ：活睡眠、Ⅲ：静かな覚醒、Ⅳ：活発な覚醒、Ⅴ：啼泣。この判定の際には、ビデオテープの再生画面から読み取られた10秒毎の呼吸率の数字だけでなく、心拍率の結果も利用された<sup>11)</sup>。これらの1分毎の結果から、各10分の抽出時間帯を代表する行動状態が決定された。

## 2・2. 結 果

Fig. 1には、NICUに長期に渡って入院していた8名の対象児について、行動状態によって調べられた夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムの個体内発達の様相が示されている。この図より明らかなように、一人の児を除く他の7名の未熟児たちは生後14週から16週間に夜間睡眠-昼間覚醒のリズムを確立している。少数の例外はあるが、各児のリズムの完成までに観察された殆どの週齢で一日のうちの大部分が睡眠によって占められている。また、一日リズムの獲得が幾分遅れた残りの一人の児にあっても生後18週の時点で睡眠が夜間に、覚醒が昼間に多く見られるようになっている。

## 3. 横断面的研究

上の個体内発達という縦断面的研究で、NICUに長期入院中の未熟児がほぼ生後14週から16週齢で夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムを獲得することを明らかにした。この研究の目的は、その結果を横断面的に確かめることにある。

### 3・1 方 法

1) 対象児：Table 2に示すように、12名ずつつかなる生後2カ月齢(5-8週齢)、3カ月齢(9-12週齢)、4カ月齢(12-16週齢)の3群の未熟児が観察対象児として選ばれた。彼らは全員、上の縦断面的研究の対象児と同様、浜松市の総合病院浜松聖隷浜松病院小児科NICUの入院児であった。

3群の出生体重と出生までの在胎週数の、それぞれの平均値間の差について分散分析を用いた検定の結果、各々の平均値間に有意差は認められなかった（出生体重：F = 2.63；在胎週数：F = 1.83，共

にdf = 2/33,  $p > .05$ ）。なお、縦断面的研究の対象児8名の未熟児の記録も各児について無作為に選ばれた一回に限り、いずれかの群に割り当てられていた。

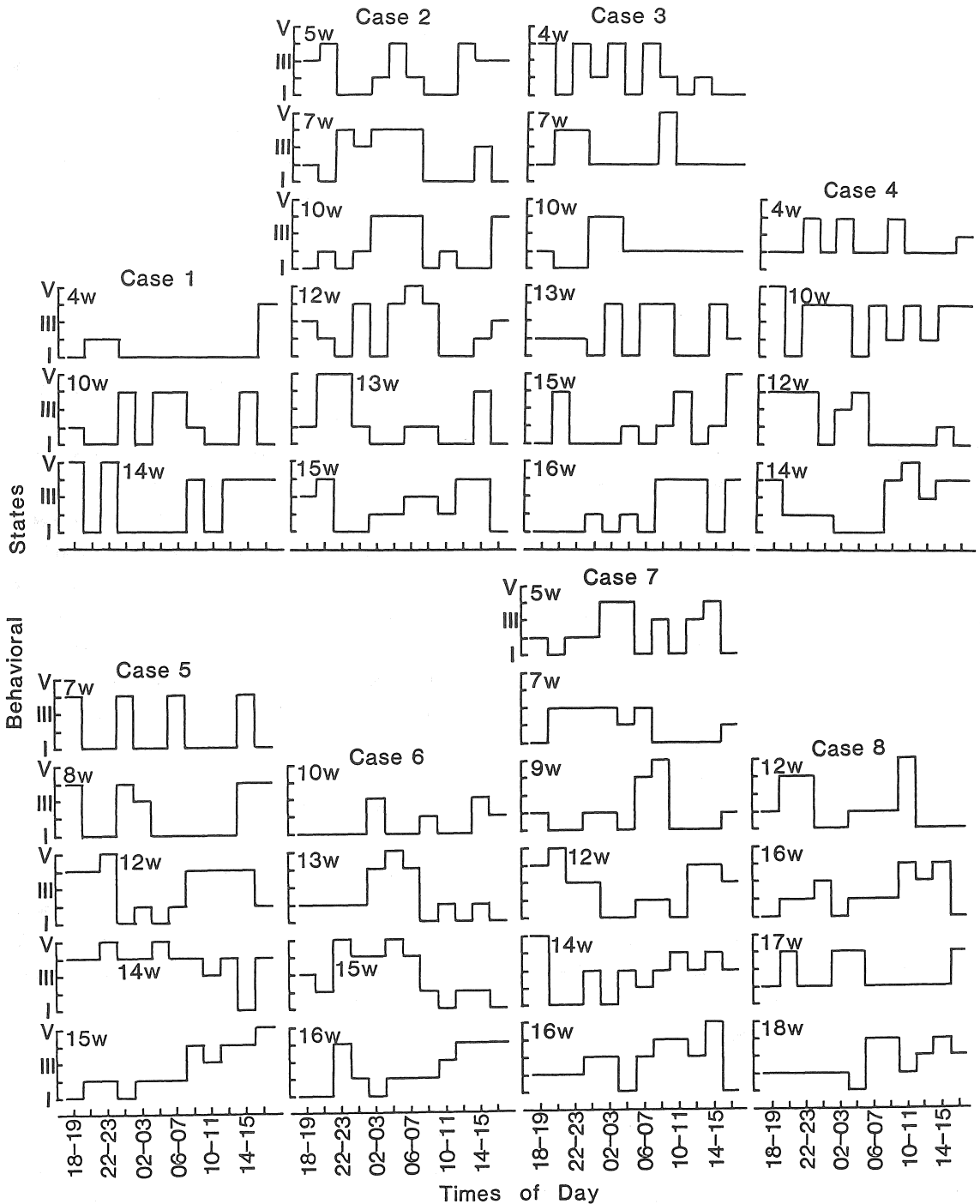


Fig. 1. Developments of daily rhythm of behavioral states in the eight infants. Numerals in the figure show the postnatal age in week of the infants at the observing day.

Table 2. Characteristics(Mean & SD) of groups in the cross-sectional study

Group	No. of infants	Birth weight (g)	Gestational age (week)	Postnatal age at observing (week)
2-month	12 { M:6 F:6	1203.2 (393.7)	28.5 (1.4)	6.5 ( .9)
3-month	12 { M:3 F:9	975.2 (393.3)	27.4 (1.8)	11.1 (1.1)
4-month	12 { M:4 F:8	923.9 (277.0)	27.1 (1.3)	15.1 (1.1)

2) 観察方法と条件および録画テープの分析と行動状態の判定方法：上の縦断面的研究と全て同じであった。

3・2 結果

1) 行動状態の出現率

Fig. 2は3群の各行動状態の出現率を昼夜別に示した結果である。この図に見られる結果の傾向に関して統計的な検定を行ったところ、行動状態と月齢のそれぞれの単独要因には有意差が見出だせなかった。しかし、行動状態と月齢の交互作用が有意であった ( $\chi^2 = 15.645, df = 8, p < .05$ )。

そこで、昼夜別にこれらの結果を精査し、下位検定を行うことにした。夜間の3群の結果では、生後月齢の関数として行動状態Iの出現率が増加していくのに対して、行動状態IIの出現率は次第に減少していくことが明らかである。また、2カ月齢群と3カ月齢群に比べて4カ月齢群の行動状態IVの出現率が小さくなっている。 $\chi^2$  検定の結果、3群の行動状態の出現率に

有意差があった ( $\chi^2 = 27.90, df = 8, p < .01$ )。一方、昼間の結果を見ると、2カ月齢、3カ月齢の両群に比して4カ月齢群の行動状態IとIIの睡眠状態が少ないのに対して、行動状態III、IV、Vといった覚醒状態が多く出現している。統計的な検定でも、

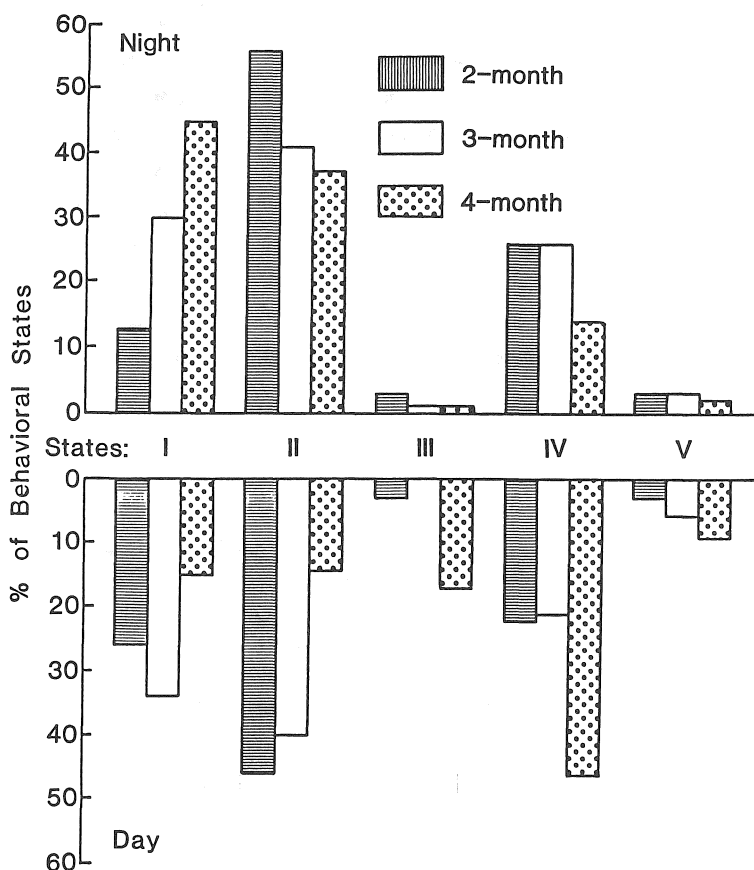


Fig. 2. Percent of behavioral states during the night(18:00-05:00) and the day(06:00-17:00) for the three age groups.

これらの結果に有意差が認められた ( $\chi^2 = 66.16$ ,  $df = 8$ ,  $p < .01$ )。

次に、各群における昼夜間の行動状態の出現率を比較した場合、2カ月齢と3カ月齢の両群には昼夜間に大きな違いがない。 $\chi^2$  検定の結果でも2群共に昼夜間の差は有意でなかった(2カ月齢群:  $\chi^2 = 6.08$ ; 3カ月齢群:  $\chi^2 = 3.45$ , 共に  $df = 4$ ,  $p > .05$ )。4カ月齢群の方はこれら2群とは明らかに異なっている。この群では夜間に行動状態IとIIの睡眠状態が集中するのに対して、昼間に覚醒状態のIIIとIVが多く出現しており、検定結果でも有意差が見出された( $\chi^2 = 58.18$ ,  $df = 4$ ,  $p < .01$ )。

## 2) 睡眠児の割合

Fig. 3はそれぞれ12名ずつからなる各群の中で、睡眠状態を示した児の割合を抽出時間毎にまとめた結果である。夜の時間帯(18:00-05:00)では4カ月齢群に睡眠を示した児の数が他の2群よりもやや多い傾向にあるが、この夜間の傾向は統計的に有意ではなかった( $\chi^2 = 8.03$ ,  $df = 10$ ,  $p > .05$ )。昼の時間帯(06:00-17:00)の結果では、4カ月齢群の児の殆どが覚醒しており、2カ月齢と3カ月齢群の児の大部分には夜間と同様の睡眠状態が見られた。この両群と4カ月齢群の間には有意差があった( $\chi^2 = 42.16$ ,  $df = 10$ ,  $p < .01$ )。

更に、各群内における睡眠を示した児の割合を昼夜間で比較したところ、4カ月齢群の割合にのみ有意差があった( $\chi^2 = 30.32$ ,  $df = 5$ ,  $p < .01$ )。しかし、他の2群の昼夜間の睡眠児の割合には有意差が認められな

かった(2カ月齢群:  $\chi^2 = 7.48$ ; 3カ月齢群:  $\chi^2 = 2.82$ , 共に  $df=5$ ,  $p > .05$ )。

## 4. 考 察

NICUに長期間入院している未熟児を対象に、縦断的および横断的研究を通して得られた本観察の結

果は、全体として、次のように要約することが出来る。(1) 夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムは生後14週から16週に殆ど完成する。(2) 生後月齢が増すと昼間に覚醒することが多くなるが、夜間の睡眠はあまり変わらない。(3) 生後月齢の関数として夜間の睡眠のうち、静睡眠の割合が増加し、逆に活睡眠の割合が減少する。

新生児、乳児における睡眠行動の発達に関する組織的な研究がParmelee, WennerとSchultz<sup>41)</sup>によって行われている。彼らは多数の母親に出生直後から16週まで、自分自身の健常な満期産児の夜間と昼間の睡眠を記録させた。その結果、新生児期の終わる4週目ころには成人と同じような夜間睡眠-昼間覚醒のリズムの芽生えを見ることができ、このリズムの一応の完成が生後16週ころであることを明らかにしている。そして、生後週数の関数としての昼間における睡眠の減少率の勾配は夜間の睡眠の増加率より急俊であることも見出した。同様に満期産の健常新生児の睡眠-覚醒リズムについて研究を行ったKleitmanとEngelmann<sup>12)</sup>も、この夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムが獲得されるのには生後約4カ月の日時が必要であったことを報告している。

本研究での未熟児を対象とした一日リズムの発達の結果は、Parmeleeらの生後1カ月のリズムの芽生えの部分を除けば、上の満期産児を対象にして行われた2つの研究結果を支持するものであった。同時に、満期産児において、生後3カ月になると夜間に睡眠が多くなるとするCoonsとGuilleminault<sup>13)</sup>

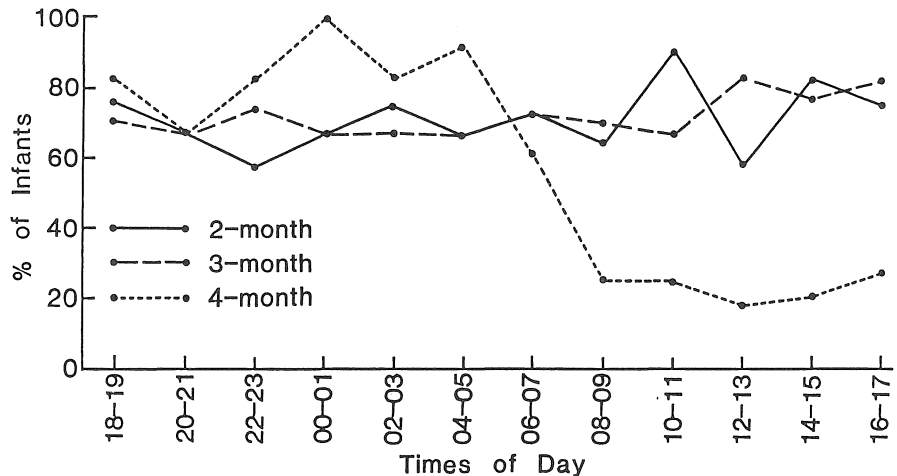


Fig. 3. Percent of infants showing sleep states for the three age groups during the sampled times of the observing days.

の報告と、本研究の対象児である未熟児では約2週から4週程度遅れはするけれども、本研究結果とほぼ一致しているといえるであろう。

睡眠の内容を詳しく検討するために用いられた行動状態に関しては、Parmeleeら<sup>14)</sup>によって未熟児と満期産児を対象に静睡眠と活睡眠の割合を比較する研究が行われている。彼らの結果では、未熟児においても、満期産児においても、成熟度が進むにつれて徐々に静睡眠が多くなり、受胎後週齢53週(満期週数後3カ月)で合わされた両群の児が殆ど同じ割合の静・活睡眠を示すが、受胎後週齢満期時では、満期産児に比べ未熟児の静睡眠が少なく、活睡眠が多く見られることが明らかにされている。成熟度の関数として睡眠中の静睡眠の比率が高くなるという結果と、受胎後週数で満期週数に達するまでは活睡眠の方が静睡眠よりも多いという結果に関しては、本研究はParmeleeの結果を支持する。しかしながら、彼らの未熟児の結果で、静睡眠が活睡眠の率を上回るのは、受胎後週数で53週であったのに対して本研究の未熟児では平均で約42週であって、10週ほど本研究のほうが早くっており、むしろこの結果は、Parmeleeらの満期産児の方の結果と一致している。

これら2つの研究における観察結果の相違の原因として、Parmeleeらの研究が20年余も前に行われたものであり、今日の未熟児・新生児医療やケアの進歩を考慮するならば、本研究の対象児の方が予後も良く、発達のにもより良く成熟していたのではないかと考えられるかもしれない。ただ、彼らが対象として用いた未熟児に関し、出生時の状態について、受胎後(在胎)週齢以外には出生体重、臨床的診断名などの詳しい記述がなく、ここではこれ以上の考察は出来ない。彼らの対象児数も少ないこともあるので、最終的な原因の推測と究明は今後の研究結果に待つことにしたい。

最後に、本研究で問題とされた睡眠と覚醒については、これらは新生児や乳児の内的状態を映す生理的機能の「窓」とであるとする考え方<sup>15)</sup>や、乳児における睡眠の体制化は中枢神経系の統合と成熟を反映するという指摘もあり<sup>16)</sup>、今後一層検討されねばならないであろう。

## 5. 要 約

本研究は、NICUに長期間入院している未熟児

に夜間睡眠-昼間覚醒の一日リズムが出生後週齢の関数としてどのように発達していくのかを、行動状態の分析から縦断面的および横断面的に明らかにすることを目的とした。ビデオカメラを通して24時間観察された録画テープを分析した結果、(1)未熟児における夜間睡眠-昼間覚醒のリズムは生後14週から16週に完成する。(2)生後4カ月になると昼間に覚醒していることが多くなる。(3)生後月齢の関数として、夜間の睡眠のうちの静睡眠が次第に増加し、4カ月齢になると静睡眠が活睡眠を上回る。

以上のような結果から、本研究に関する限り、未熟児の一日リズムは、受胎後週齢に関係なく、満期産児と同じ生後週齢時に獲得され、また、睡眠の特徴も同齢の満期産児と類似したものであるとの結論を下すことが出来よう。

(本研究の結果の一部は、第9回国際行動発達学会で発表された<sup>17)</sup>。観察の場と機会を提供され、研究上の有益な示唆を頂いた聖隷浜松病院小児科NICUのスタッフ並びに看護婦の皆様に感謝の意を表する。)

## 引用文献

- 1) Bühler, C.: Soziologische und psychologische Studien über das erste Lebensjahr. Jena: Fischer. 1927.
- 2) 瀬川 昌也: 睡眠機構とその発達 小児科 21, 441-453, 1980.
- 3) Kleitman, N.: Sleep and Wakefulness. (2nd ed.) Chicago: Univ. Chicago Press. 1963.
- 4) Parmelee, A.H. Jr., Wenner, W.H., & Schultz, H. R.: Infant sleep patterns: From birth to 16 weeks of age. Journal of Pediat., 65, 576-582, 1964.
- 5) Hellbrügge, T.: The development of circadian and ultradian rhythms of premature and full-term infants. In Schevings, L. E., Halberg, R. and Pauly, J. E. (ed.) Chronobiology. Tokyo, Igaku Shoin. 1974
- 6) 白岩 義夫, 神谷 育司, 斎藤 さつき, 犬飼 和久, 鬼頭 秀行, 小川 次郎: 未熟児における睡眠-覚醒リズムの発達 金城学院大学論集 人間科学編 12, 81-93, 1986.

- 7) 白岩 義夫 : N I C Uにおける未熟児の行動  
周産期医学 19, 78-82, 1989.
- 8) Shiroiwa, Y., Kamiya, Y., Uchibori, S.,  
Inukai, K., Kito, H., Shibata, T., & Ogawa, J. :  
Activity, cardiac and respiratory responses  
of blindfold preterm infants in a neonatal  
intensive care unit. *Early Hum. Develop.*,  
14, 259-265, 1986.
- 9) 白岩 義夫 : 未熟児における出生直後の行動状  
態と3歳時の知能検査結果 愛知工業大学研究  
報告 24A, 1-6, 1989.
- 10) Precht1, H. F. R., & Beintema, D. : The neuro-  
logical examination of the full term new-  
born infant. *Clinics in Developmental Med-  
icine No.12*. London:William Heineman Books  
Ltd. 1964.
- 11) Campos, J. J., & Brackbill, Y. : Infant state:  
Relationship to heart rate, behavioral  
response and response decrement. *Develop.  
Psychobiol.*, 6, 9-19, 1973.
- 12) Kleitman, N., & Engelmann, T. G. : Sleep char-  
acteristics of infants. *Journal of Appl.  
Physiol.*, 6, 269-283, 1953.
- 13) Coons, F., & Guilleminault, C. : Development  
of consolidated sleep and wakeful periods  
in relation to the day/night cycle in in-  
fancy. *Devel. Med. Child Neurol.*, 28, 171-  
179, 1986.
- 14) Parmelee, A. H. Jr., Wenner, W. H., Akiyama,  
Y., Schultz, M., & Stern, E. : Sleep states  
in premature infants. *Develop. Med. Child  
Neurol.*, 9, 70-77, 1967.
- 15) Anders, T. F. : The infant sleep profile.  
*Neuropadiatrie*, 5, 425-442, 1974.
- 16) Precht1, H. F. R. : The behavioral states  
of the newborn infants(a review). 76, 185-  
212, 1978.
- 17) Shiroiwa, Y., Kamiya, Y., & Saito, S. : De-  
velopment of sleep-wakefulness rhythms of  
preterm infants in a neonatal intensive  
care unit. Presented at the 9th Inter-  
national Conference on Behavioral Develop-  
ment. *Precedings*, 296, 1987.

(受理 平成2年3月20日)