

子育て支援を目的とした無拘束センサによる乳児の夜間覚醒時間の推定に関する検討

Estimating Babies' Awakening-time at Night Improving Childcare Support

○ 金澤莉奈 (はこだて未来大) 佐藤生馬 (はこだて未来大) 藤野雄一 (はこだて未来大)

Rina KANAZAWA, Future University HAKODATE

Ikuma Sato, Future University HAKODATE

Yuichi FUJINO, Future University HAKODATE

Abstract: Recently, a childcare environment has been changing due to increase in the number of nuclear family. Therefore, mothers have to take care their child by only themselves. We focused on a babies crying at night. We believe it is possible to estimate a baby's crying and awakening-time at night by changing his/her sleep rhythm. We propose a method of reducing a mother's stress by informing her of her baby's sleeping rhythm and awakening-time at night. We tried to estimate babies' awakening-times and sleep rhythms at night by using sensors. We conducted three experiments to detect babies' sleep rhythms through the cooperation of young parents. We confirmed the presence of body movements, awakening and crying at night by using video and the sensor-mat data. We analyzed the data and detected breathing rates, heart rates and body movements by fast Fourier transform and digital filtering. We also classified active and quiet sleep based on body movements. This study showed that a baby's sleeping condition at night could be evaluated by detecting the breathing, heart rate and body movements. We were able to detect babies' breathing rates with or without body movements; however, their breathing rates did not change before or after the awakening. We estimated the babies' awakening-times after a few sleep cycles, which shortened sleep just before awakening.

Key Words: Childcare Support, Sleep Rhythm of Baby's, Night Crying, Awakening, Sleep Sensor

1. 背景

子育てをしている母親の多くが子育てにおける不安やストレスを抱えている。以前は、夫婦の両親が同居していたことやご近所付き合いなどにより、子育ての仕方の継承や子どもを預かってくれるなど子育てに協力してくれる人が近くにいた。しかし、今日では核家族化が進み、母親は1人で子育てをせざるを得ない状況となっている。その結果、母親は育児ノイローゼとなる場合があり最悪の場合には子どもを虐待してしまう事例も報告されている。

本報告では乳児の夜間覚醒時間の推定に関し現在までの結果について述べる。

2. 目的

母親は初めての子育てにおいて、乳児の覚醒時間を予測できない。しかし、第2子、第3子になると経験により乳児の夜間覚醒時間をある程度予測できるとされている。よって、初めて子育てをする母親にとってあらかじめ乳児が夜間に覚醒する時間を知る事で負担の軽減になると考える。

乳児の睡眠を記録する際に、様々なセンサをつけると睡眠を阻害する可能性や母親に精神的な負担を与えてしまう可能性がある。乳児の睡眠を無拘束なセンサにより計測した研究や夜間の覚醒時間を推定した研究は見受けられない。一方、目視確認により乳児の睡眠を記録し睡眠リズムを可視化する研究¹⁾²⁾がある。これは母親に負担をかけるだけでなく正確に記録できない可能性がある。そこで、乳児の睡眠を無拘束なセンサにより自動で計測し、夜間の覚醒時間を推定することが母親の育児支援に有効であると考えた。

本研究では、乳児の睡眠を無拘束に記録する方法を提案し、呼吸数、脈拍数の変化や体動による睡眠の分類により、夜間の覚醒時間について検討する。

3. 方法

3-1 乳児の睡眠

大人は深い睡眠時に呼吸数が減少する。乳児も同様であると考える。呼吸数の変化と睡眠状態の変化について検討する。また、脈拍も同様であると考えられる。さらに、大人では

ノンレム睡眠の始まりからレム睡眠の終わりが1つの睡眠周期であり、およそ90分で一夜に4~5回繰り返される³⁾とされており、このリズムを検討対象とする。

乳児の睡眠は、動睡眠、静睡眠に分類される⁴⁾。これは、レム睡眠、ノンレム睡眠の原型であり、脳波の違いにより分類されている。動睡眠と静睡眠には脳波以外にも呼吸や体動などの特徴がある。これらにより、脳波を計測せず動睡眠と静睡眠の分類が可能であると考えた。乳児の睡眠周期も大人と同様に、静睡眠の始まりから動睡眠の終わりを1つとする。新生児で40~50分、3ヶ月以降50~60分であると報告されている⁴⁾。

3-2 実験

呼吸や体動から乳児の睡眠を計測する為に、タニタ社製のsleepscanというセンサマットを使用した。本センサマットには、精製水が入っており、マイクロフォンセンサにより振動を計測している。本センサマットは、対象が10歳以上となっているが予備実験などから乳児のデータも取得可能であると考えた。また、乳児の夜間の状態を確認するために、暗視機能のついたビデオカメラで記録を行った。

実験では、乳児の布団の下にセンサマットを敷き、乳児の顔が確認できる位置にビデオカメラを設置した。ある男の子とその両親に協力して頂き、生後3ヶ月、4ヶ月、7ヶ月の計3回の実験を行った。

呼吸数、脈拍数を求めるために、デジタルフィルターを設計した。乳児の呼吸数は、1分間に25~45回であることからカットオフ周波数を0.3Hzとした。同様に、脈拍数は1分間に80~160回であることから、カットオフ周波数を1.3Hzとした。呼吸数、脈拍数を求めるためにそれぞれフィルター処理した後にFFTを行った。また、乳児の脈拍数を確認するために、簡易センサにより乳児の脈拍数を計測した。

生データをFFT処理した結果とビデオデータを観察した結果により、FFTにより得られた強度が70以上の場合体動がある、それ以下を体動がない状態とした。体動がある状態を動睡眠、体動がない状態を静睡眠と分類した。

4. 結果

センサマットの生データをカットオフ周波数 0.3Hz のハイパスフィルターと FFT により処理したところ、0.33~0.75Hz の周波数帯域でピークを検出した。図 1 に、一夜分の生データを 32 秒毎に分けて処理した結果を示す。これにより、1 分間に 20~45 回となる乳児の呼吸数に近い特徴周波数を検出した。検出した値の 94.4% が 20~45 回となる周波数の範囲であった。同様に、2 回目の実験、3 回目の実験においても 90% 以上が乳児の呼吸数に近い周波数帯域でピークを検出した。

同様に、一夜の生データをカットオフ周波数 1.2Hz のハイパスフィルターと FFT により処理した。3 回目の実験結果のみ、すべての状態において乳児の脈拍数に近い 70~120 回となる周波数を検出した。検出したほぼすべての値が 1.17~2.67Hz の周波数帯域で見られた。また、SPO2 により乳児の脈拍が 72~122 回であった。これらにより、検出した値が脈拍数であることを確認した。

生データに FFT を行った結果の強度から動睡眠、静睡眠を分類した。静睡眠の始まりから動睡眠の終わりまでを 1 つの睡眠周期とした。図 2 は、実験 1 の睡眠周期を示す。図の黒い部分が、動睡眠、白い部分が静睡眠である。

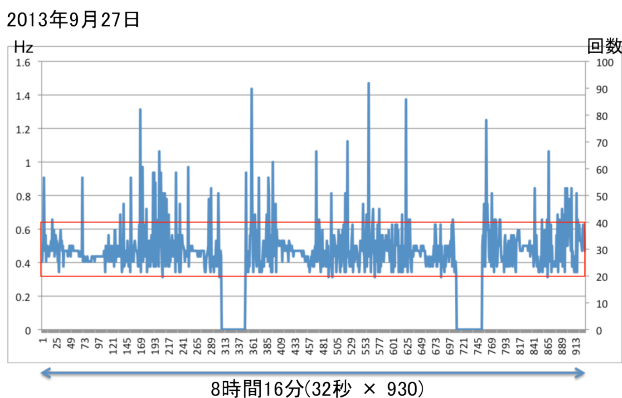


図 1. 実験 1 回目のハイパスフィルター(0.3Hz)と FFT 結果

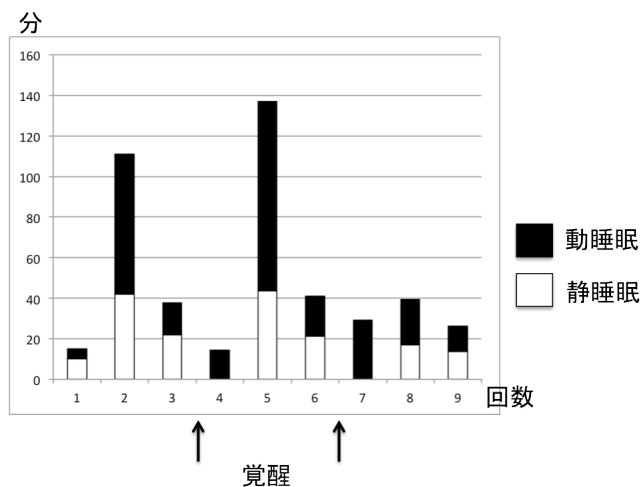


図 2. 実験 1 回目の睡眠周期

5. 考察

体動がある状態やない状態など全ての状態で 20~45 回となる周波数を検出した。乳児の呼吸数は 25~45 回であり、

検出した呼吸数は 20 回に近い値があった。これは、睡眠時のため呼吸数が減少したと考える。よって、ハイパスフィルターと FFT により呼吸数を求める事ができたと考える。体動がない状態では、安定した周波数を検出した。しかし、体動がある状態では、周波数の変動があり、これは体を動かしたことにより呼吸が変化したと考える。3 回分の実験データにより乳児の成長に伴いすべての状態において安定した周波数を検出できた。これは、乳児の体重が増加したためであると推定する。

脈拍数については、3 回目の実験データのみ乳児の脈拍数と同様の回数となる周波数を検出した。3 回目のデータのみ検出できたことについては、脈拍は呼吸や体動よりも小さいため、乳児の体重がある程度にならないと検出できないのではないかとと思われる。

覚醒前の呼吸数の変化については、明確な変化は見られなかった。また、脈拍については、検出することが出来た 3 回目の実験では夜間の覚醒が起こらず覚醒前の変化について検討することが出来なかった。

生データを FFT 処理した結果の強度により、体動の有無から睡眠を分類した。図 2 において覚醒の前に長い睡眠周期が短くなっていき覚醒が起こる事が分かった。2 回目の実験の結果も同様の傾向が見られた。また、夜泣きがなかった 3 回目の実験では、睡眠周期がどんどん長くなっていく傾向が見られた。また、3 回目の実験では、睡眠周期毎の差が小さかった。これらの結果により、睡眠周期がある一定の長さより短くことなるが覚醒に関係していると考えられる。

6. 結論

乳児の覚醒時間を推定するために無拘束なセンサマットを使い乳児の呼吸数と脈拍数を検出し、体動の有無を基に動睡眠と静睡眠を分類した。

体動がある状態やない状態などで呼吸数を検出できたが、覚醒の前に変化は見られなかった。従って今回の実験では、呼吸数の変化によって覚醒時間を推定することは出来なかった。3 回目の実験において脈拍数を検出することができたが、乳児が夜間に泣かなかったため乳児の覚醒時間と脈拍数の関係は判定出来なかった。今後、いくつかの月齢の乳児のデータやより感度の高いセンサマットを使いデータを集めたい。

上記結果をまとめると、いくつかの短い睡眠周期の後に乳児が覚醒することを確認できたため、睡眠周期を数えることで覚醒時間を推定できるのではないかと考える。乳児が夜間に泣かずに起きたときは、睡眠周期は朝に向けて長くなる事を確認した。睡眠周期は、個人差による影響があるため、さらに実験を行いデータを集めたい。

参考文献

- (1) 島田三恵子, 瀬川昌也, 日暮眞, 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, vol. 58, no. 5, pp. 592-598, 1999.
- (2) Avi Sadeh, Activity-based assessment of sleep-wake patterns during the 1st year of life, Infant Behavior and Development, vol. 18, no. 3, pp329-337, 1995.
- (3) Dement WC, Kleitman N, Cyclic variations in EEG sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming, Electroencephal Clin Neurophysiol, vol.9, pp.673-690, 1957
- (4) 日本睡眠学会, 睡眠学,株式会社朝倉書店, vol.4, 2011