

小型活動量計を活用した子どもの睡眠習慣の評価

松井 学 洋^{*1} 岡田 隆 造^{*2} 黒川 麻 里^{*3}

Assessment of Sleep Habits in Children using a Small Actigraph

Gakuyo Matsui^{*1} Ryuzo Okada^{*2} Mari Kurokawa^{*3}

Abstract

It is important to clarify the characteristics of sleep habits in Japanese children, however it is difficult to measure their sleep quantitatively and objectively. We tried to investigate the sleep habits of 9 children aged 4-11 years old using a small actigraph. We also analyzed the relationship between mothers' sleep onset and wake up time, and their children's sleep habits. The sleep behaviors of the children were as follows: mean sleep onset time 22:05 hours, mean wake up time 6:49 hours, total sleep time 474 minutes. These indices were almost the same as the results of previous research. The sleep onset time of children was positively correlated with that of mothers on weekdays, which indicated that children's bedtime had a relationship with mothers' sleep habits. We believe that the actigraph will be useful to measure sleep habits in children objectively.

キーワード

children's sleep habits、actigraph、sleep research

I. はじめに

近年、日本ではライフスタイルの変化に伴い、大人と子ども双方の睡眠時間の減少が報告されている¹⁾。睡眠時間の減少の直接的な要因の一つに夜更かしがあり、遅寝に伴う睡眠習慣の乱れから睡眠不足を訴える子どもは増加している^{1,2)}。世界的に見ても日本の子どもの睡眠時間は短いことが様々な研究から指摘されている。Mindell らが、アジア及び欧米諸国の3歳までの乳幼児を対象に行った睡眠時間の調査では、日本が11.6時間と最も短かったと報告している³⁾。また、学童期から思春期の平均就床時刻を調べた調査では、小

*1 まつい がくよう：大阪国際大学短期大学部准教授（2017. 8. 31 受理）

*2 おかだ りゅうぞう：大阪国際大学短期大学部教授

*3 くろかわ まり：神戸大学大学院保健学研究科地域保健学領域博士後期課程

学生で 22 時台、中学生で 23 時半、高校生では 0 時半となっており、年齢が上がるほど遅寝が進行し、睡眠時間が減少する傾向が見られ⁴⁾、睡眠不足が子どもの発育・発達に与える影響が危惧されている。

睡眠は、乳幼児期から学童期にかけての認知機能の発達や情動の安定、記憶の定着に重要な役割を担っている^{5,6,7)}。また、睡眠は生理的な中枢神経活動であり、睡眠・覚醒行動の周期性は生理機能のリズムの安定にもつながっている。慢性的な睡眠不足は、交感神経活動の亢進やⅡ型糖尿病、肥満といった生活習慣病のリスクを高めることがわかっている^{8,9)}。子どもの心身の健康と成長には、十分な睡眠が必要不可欠であり、世界的にも特異な日本の子ども達の睡眠習慣の特徴と変化を調査することは極めて重要である。

一方、子どもを対象とした睡眠調査は保護者へのアンケートが中心となっており、定量的・客観的に睡眠状況を調査した研究は少ない。睡眠・覚醒状況の判定で最も信頼性の高い方法は Polysomnography（以下、PSG）を用いた測定である。PSG は、脳波や心拍数、呼吸周期、眼球運動などを同時に測定することで、入眠・覚醒時刻だけでなく、睡眠の深度やレム・ノンレム睡眠の周期性といった睡眠状況に関わるほぼ全てのデータを得ることができる。しかし、大型の機器を使用するため居宅での実施は難しく、検査施設での宿泊が必要となるため、連続的な測定による睡眠習慣の評価には向いていない。また、多数のセンサーを身体に装着する必要があるため、心身への負担が大きく、睡眠調査での子どもへの適応は倫理的な観点からも困難である。一方、ICT の進展と共に、加速度センサーを内蔵した小型で軽量の活動量計が開発され、成人のカロリー消費量、運動強度、歩数などの測定に活用されている¹⁰⁾。活動量計は解析ソフトを使用することで、装着者の睡眠習慣も測定することが可能であり、装着時の負担も少ないことから、子どもの睡眠状況の調査での使用には向いていると考えられる。

そのため、本研究では、腕時計型の活動量計を用い、幼児期から学童期の子どもの睡眠習慣を定量的に測定すると共に、小児への活動量計の使用について妥当性の検討を行った。また、子どもの睡眠・覚醒行動は家庭環境から大きな影響を受けていると考えられる。今回、保護者の就寝・起床時刻についても調査を行い、子どもの睡眠習慣との関連性についても調べた。

Ⅱ．対象と方法

1. 対象

地域の幼稚園及び小学校に通う 4～11 歳（平均 7.3 ± 2.6 歳）の 9 名（男児 2 名、女児 7 名）を対象とした。全例中枢神経系の障害や発達遅延、睡眠障害の既往がなく、睡眠・覚醒行動に影響を与える薬物の内服はなかった。

2. 睡眠習慣の算出

睡眠習慣の測定には、腕時計型の活動量計 Actiwatch2[®]（Philips Respironics 社製）を用い、3 日間、幼稚園・小学校からの帰宅時から翌日の登校前まで、対象児の非利き腕への装着を母親に依頼した。（図 1） Actiwatch2 の加速度分解能は 0.025G であり、検出され

た体動はアクティビティ・カウントという整数値で記録される。対象児のアクティビティ・カウントを専用解析ソフト Actiware Ver5.70.1 で分析し、測定期間中の入眠時刻、覚醒時刻、入眠潜時、睡眠時間、夜間覚醒時間を算出した。

Actiwatch2 は、成人の睡眠測定においては既に幅広く利用されており、PSG との一致率も高く、算出された睡眠指標の信頼性は高い。一方、小児領域での利用報告はまだ少ないことから、今回は保護者に対象児の入眠時刻、覚醒時刻を別途睡眠日誌に記録してもらい、機器による解析結果との整合性を確認した。

また、母親に自身の平日の就寝時刻と起床時刻についてアンケート調査を行い、母親と対象児の睡眠習慣の関連性についても調べた。



図1 Actiwatch2 の装着例（4歳、女児）

3. 分析方法

対象児の3日間の入眠時刻、覚醒時刻、入眠潜時、睡眠時間、夜間覚醒時間の平均値を算出し、対象児の年齢、睡眠日誌に記録された入眠・覚醒時刻、母親の平日の就寝・起床時刻との関連性を Spearman 順位相関係数にて調べた。統計処理は SPSS Ver20[®] を用いた。

4. 倫理的配慮

本研究は、対象児と保護者に研究の主旨・安全性を紙面と口頭で説明し、紙面での同意を得た上で調査を行った。また、神戸大学大学院保健学研究科倫理委員会の承認を受け実施した（課題名：重症心身障害児における睡眠障害と自律神経活動評価に関する研究、平成24年7月26日承認）。

Ⅲ. 結果

1. 対象児及び母親の睡眠習慣の平均値

対象児の3日間の睡眠習慣の平均は、入眠時刻 $22:05 \pm 0:24$ 、覚醒時刻 $6:49 \pm 0:40$ 、入眠潜時 18 ± 7 分、睡眠時間 474 ± 34 分、夜間覚醒時間 7 ± 3 分で、年齢、性別による睡眠習慣の差は見られなかった。(表1) 一方、睡眠日誌に記録された入眠時刻の平均は $22:11 \pm 0:18$ 、覚醒時刻の平均は $6:59 \pm 0:30$ であった。アンケートへの回答で得られた母親の平日の就寝時刻の平均は $23:46 \pm 0:30$ 、起床時刻は $6:06 \pm 0:36$ であった。

表1 対象児および母親の睡眠習慣の平均値

対象児 No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値
性別	女児	男児	男児	女児	女児	女児	女児	女児	女児	
年齢 (歳)	4	4	5	7	8	8	9	10	11	7.3 ± 2.6
睡眠習慣										
入眠時刻	21:40	22:00	22:16	21:45	21:56	22:14	22:29	22:53	21:37	$22:05 \pm 0:24$
覚醒時刻	7:08	7:27	6:29	7:02	6:42	6:49	6:27	7:46	5:27	$6:49 \pm 0:40$
入眠潜時 (分)	19	21	12	7	25	23	23	25	7	18 ± 7
睡眠時間 (分)	527	506	438	500	490	457	427	472	447	474 ± 34
夜間覚醒時間 (分)	9	7	3	7	2	12	8	3	9	7 ± 3
睡眠日誌に記録された入眠時刻	21:56	22:07	22:13	22:00	22:03	21:53	22:23	22:54	22:13	$22:11 \pm 0:18$
睡眠日誌に記録された覚醒時刻	6:56	7:30	6:46	7:00	6:56	6:53	7:00	7:50	6:00	$6:59 \pm 0:30$
母親の平日の就寝時刻	23:00	24:00	24:00	23:30	24:00	24:00	24:00	24:30	23:00	$23:46 \pm 0:30$
母親の平日の起床時刻	6:00	6:00	6:00	6:00	6:00	7:00	7:00	6:00	5:00	$6:06 \pm 0:36$

Values are means \pm SD.

2. Actiwatch2 で算出された睡眠習慣と睡眠日誌に記録された睡眠習慣、母親の睡眠習慣との関連性

Actiwatch2 で算出された入眠時刻と母親の平日の就寝時刻に有意な正の相関が見られた。(相関係数 0.91、 $p < 0.01$) (表2) また、Actiwatch2 で算出された覚醒時刻と睡眠日誌に記録された覚醒時刻においても有意な正の相関が見られた。(相関係数 0.73、 $p < 0.05$)

表2 Actiwatch2 で算出された睡眠習慣と睡眠日誌に記録された睡眠習慣、母親の睡眠習慣との関連性

Spearman 順位相関		睡眠日誌に記録された入眠時刻	睡眠日誌に記録された覚醒時刻	母親の平日の就寝時刻	母親の平日の起床時刻
入眠時刻	相関係数	0.54	0.46	0.91**	0.60
	有意確率	0.14	0.21	0.00	0.09
覚醒時刻	相関係数	-0.15	0.73*	0.33	0.40
	有意確率	0.70	0.03	0.39	0.92

* $p<0.05$ ** $p<0.01$

IV. 考察

ヒトの睡眠・覚醒行動は年齢と共に発達し、概日リズムの形成と大きく関連することが知られている。概日リズムが確立されていない新生児では、昼夜関係なくフリーランに睡眠・覚醒行動が表れる¹¹⁾。食事や日中の光刺激などによって周期的な概日リズムが形成されると午睡も減少し、4歳以降では昼夜間の明確な睡眠・覚醒行動が確立される¹²⁾。

今回の対象児の平均の入眠時刻は22時5分、覚醒時刻は6時40分、睡眠時間は474分であったが、2015年版子ども資料年鑑における2012年の調査によれば、小学生の平均就寝時刻は21時～22時で平均起床時刻は6時30分～7時であったと報告されており¹³⁾、今回の結果とほぼ同じであった。今回の対象児の年齢は4歳以上であり、ヒトが幼児以降に確立する一般的な睡眠・覚醒行動のリズムを獲得していたと考えられた。また、睡眠・覚醒行動には、日々の起床時間、消灯時間、食事時間の影響が大きく、規則的な生活習慣を営むことで生理的な周期性が安定し、規則的な入眠・覚醒時刻が見られるようになる¹⁴⁾。対象児は全例幼稚園・小学校に通学していたことから、規則的な学校生活によって日々の概日リズムが調整され、入眠・覚醒時刻や入眠潜時、夜間覚醒時間の標準偏差が小さかったと考えられた。

また、今回は小型の活動量計を用いた定量的な測定による子どもの睡眠習慣の算出を試みた。一般的に睡眠・覚醒状態の判定においては、PSGによる検査が最も信頼性が高い。しかし、大型の機器が必要であり、夜間に測定するため医療機関での宿泊が必要となる。さらに、多数の測定機器を身体に装着する必要があるため、被験者への負担が大きい。一方、加速度センサーを内蔵した活動量計による睡眠習慣の調査は、PSGに比べると装着による負担が少ない。臨床場面においても、成人期の概日リズム睡眠障害の診断に既に活用されつつある¹⁵⁾。活動量計を用いた睡眠状態の分析では、PSGのようにレム睡眠・ノンレム睡眠の周期性といった睡眠の質に関わる部分は評価できない。しかし、今回使用したActiwatch2は重量が16gと小型・軽量のため、身体への負担が少なく、子どもが装着を嫌がるといったトラブルもなかったことから、長期間の装着が必要な子どもの睡眠習慣の調査には有用性が高いと考えられた。

一方、Actiwatch2で測定した子どもの覚醒時刻と母親が記録した睡眠日誌の覚醒時刻に

有意な相関が見られたが、入眠時刻では見られなかった。覚醒時刻については、本人が覚醒後に起床してくることから観察による時刻の特定が容易であり、機器による判定結果と差がなかったと考えられる。しかし、入眠時刻については、母親が記録をする前に子どもと一緒に寝てしまう場合や母子が別室で寝ている場合があり、保護者の観察によって子どもが入眠した時刻を特定することには限界がある。日本の子どもの睡眠の特徴は遅寝にあると思われ、入眠時刻の正確な算出は重要な課題である。しかし、これまでの子どもの睡眠習慣の調査は、子ども本人や保護者へのアンケートや睡眠日誌の作成といった手法が標準的であった。一方、活動量計は装着するだけで自動的に入眠・覚醒判定を行うことが可能であり、より客観的で正確な睡眠習慣の評価が可能になると考えられた。

また、今回の調査においても、子どもの入眠・覚醒時刻と母親の就寝・起床時刻に有意な正の相関が見られ、母親の睡眠習慣との関連性が示唆された。母親の就寝・起床時刻が、子どもの睡眠習慣に影響を与えることは、これまでに多数報告されてきた。新小田らは、幼児期の子どもの遅寝に母親の就寝時刻が関連していることを指摘している¹⁶⁾。また、三星らの3～6歳の就学前の幼児を対象とした睡眠習慣の調査では、保護者の遅寝や2時間以上のテレビ視聴、20時以降の外出が幼児の就寝時刻に影響を与えていたと報告されている²⁾。幼児や学童が自主的に睡眠習慣を確立することは難しく、保護者の関わりが必要となる。そのため、子どもの睡眠・覚醒行動は家庭環境、特に保護者の睡眠習慣の影響を受けやすい。小型の活動量計を活用すれば、同じ生活空間で子どもと保護者の睡眠状況を同時に測定することが可能である。今後、活動量計を用い、子どもと保護者双方の睡眠習慣の算出と睡眠に影響を与える家庭環境の因子について、定量的な調査を行っていきたい。

V. 結論

小型の活動量計の装着は、PSGと比べて身体への負担が少なく、子どもの睡眠習慣の調査には有用性が高いと考えられた。また、母親の睡眠習慣との関連性を認めたことから、子どもと保護者双方の睡眠習慣の定量的な算出と睡眠に影響を与える家庭環境の因子について、今後、更なる調査を行っていきたい。

参考文献

- 1) 大川匡子. 子どもの睡眠と脳の発達—睡眠不足と夜型社会の影響—. 学術の動向 2010; 15: 34-39.
- 2) 三星喬史, 加藤久美, 清水佐知子, 他. 日本の幼児の睡眠習慣と睡眠に影響を及ぼす要因について. 小児保健研究 2012; 71: 808-816.
- 3) Mindell JA, Sadeh A, Wiegand B, et al. Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. Sleep Med 2010; 11: 274-280.
- 4) 石原金由. 睡眠社会学—学校教育における睡眠障害の問題点—. Pharma Media 2002; 20: 93-97.
- 5) 鈴木みゆき. 第9章 保育と睡眠. 白川修一郎編. 睡眠とメンタルヘルス. 東京:ゆまに書房, 2006: 209-233.
- 6) Wu JC, Gillin JC, Buchsbaum MS, et al. The effect of sleep deprivation on cerebral glucose metabolic rate in normal humans assessed with positron emission tomography. Sleep 1991; 14: 155-

162.

- 7) Arnedt JT, Owens J, Crouch M, et al. Neurobehavioral performance of residents after heavy night call vs after alcohol ingestion. JAMA 2005 ; 294 : 1025-1033.
- 8) Spiegel K, Leproult R, Van Cauter E. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. Lancet 1999 ; 354 : 1435-1439.
- 9) Spiegel K, Knutson K, Leproult R, et al. Sleep loss : a novel risk factor for insulin resistance and Type 2 diabetes. J Appl Physiol 2005 ; 99 : 2008-2019.
- 10) 大河原一憲, 笹井浩行. ICT を用いた運動・身体活動の測定方法と健康増進への活用. 情報処理 2015 ; 56 : 152-158.
- 11) Kahn A, Dan B, Groswasser J, et al. Normal sleep architecture in infants and children. J Clin Neurophysiol 1996 ; 13 : 184-197.
- 12) Carno MA, Hoffman LA, Carcillo JA, et al. Developmental stages of sleep from birth to adolescence, common childhood sleep disorders : overview and nursing implications. J Pediatr Nurs 2003 ; 18 : 274-283.
- 13) 衛藤隆, 編. IX章 子どもの生活・文化・意識と行動. 日本子ども資料年鑑 2015. 東京 : KTC 中央出版, 2015 : 305-306.
- 14) Rivkees SA. Developing circadian rhythmicity in infants. Pediatrics 2003 ; 112 : 373-381.
- 15) 白川修一郎. 長時間行動・体温モニタリング. 生体医工学 2008 ; 46 : 160-168.
- 16) 新小田春美, 末次美子, 加藤則子, 他. 幼児の遅寝をもたらす親子の睡眠生活習慣の分析. 福岡医誌 2012 ; 103 : 2-23.