

研 究

幼児期の午睡が夜間睡眠パターンと
尿中成長ホルモン排泄に及ぼす影響茂手木明美¹⁾, 大山 建司²⁾

〔論文要旨〕

4歳から6歳の幼児を対象として、午睡と夜間睡眠パターン、尿中成長ホルモン排泄との関連性を検討した。その結果、月齢が低いほど午睡習慣がみられ、習慣として午睡をしない児は、いつもする児に比べ、就床時刻、入眠時刻が早く、夜間睡眠時間が長かった。また、調査日3日間では、午睡をした時の平均午睡時間は1時間12分±26分であり、実際に午睡をした時は、午睡をしなかった時よりも、その夜の入眠時刻が遅く、入眠潜時が長く、夜間睡眠時間が短かった。夜間睡眠と尿中成長ホルモンとの関連は、入眠潜時との間に負の相関がみられ、就床から入眠までの時間が短いほど夜間尿中成長ホルモン排泄量が多かった。しかし、尿中成長ホルモン排泄には日差変動もあるため、今後、幼児期の午睡と夜間睡眠、尿中成長ホルモン排泄については、さらなる検討が必要である。

Key words: 幼児期, 午睡, 夜間睡眠パターン, Actigraph, 尿中成長ホルモン排泄

I. はじめに

現代においては、社会全体の生活の多様化とともに子どもの睡眠の変化が懸念される状況にある。しかしながら、睡眠は平素の詳細なデータを得ることが困難であり、質問紙調査に委ねられているのが現状である。そこで私たちは、就学前の基本的生活習慣の確立時期である4歳から6歳の幼児を対象とし、Mini-motionlogger Actigraph (以下、Actigraph) という睡眠覚醒判別が可能な機器と質問紙を併用した調査を行い、幼児の夜間睡眠パターンの特徴と身体活動、生活習慣との関連について報告した。その結果、幼児期の夜間睡眠の詳細なパターンおよび起床状態、日中の身体活動量、体調との関連が見出された¹⁾。

しかし、幼児期の睡眠は、乳児期の多相性睡眠から、昼間睡眠の減少と消失が起き、単相性

睡眠へと移行を示す変化に富んだ時期である。福田は3~5歳児の午睡の有無は、就床時刻の遅延に関連していると報告している²⁾。この時期にある子どもの睡眠を検討していくうえでは、夜間睡眠だけではなく、午睡に関する検討が必要であると考えた。よって、本報では、幼児期の午睡が夜間睡眠および尿中成長ホルモン排泄にどのように関連しているかについて検討したので報告する。

II. 研究方法

1. 対象 (表1)

対象は、Y県内の幼稚園・保育所に通園する年中、年長児33名とその保護者および担当保育士、担当教諭である。対象児は、腎疾患を含めた慢性疾患をもたない児である。

Effect of Nap on Nocturnal Sleep Pattern and Urinary Growth Hormone Excretion in Young Children

[1718]

Akemi MOTEKI, Kenji OHYAMA

受付 05. 4.14

1) 山梨県立大学看護学部 (研究職/看護師・保育士)

採用 05. 8.24

2) 山梨大学大学院医学工学総合研究部 (研究職/小児科医師)

別刷請求先: 茂手木明美 山梨県立大学看護学部 〒400-0062 山梨県甲府市池田1-6-1

Tel/Fax: 055-253-9449

表1 対象児の年齢，身長，体重，BMI，BMR

	全体(n=33)	性		学 年	
		女兒(n=18)	男児(n=15)	年中(n=18)	年長(n=15)
年齢	5.2± 0.55	5.2± 0.58	5.2± 0.53	4.8± 0.26	5.7± 0.27
身長 (cm)	107.0± 5.9	107.3± 5.6	106.5± 6.5	103.9± 5.0	110.7± 4.9
体重 (kg)	17.9± 3.0	18.5± 3.0	17.3± 2.9	16.4± 1.6	19.8± 3.2
BMI	15.6± 1.3	16.0± 1.3	15.1± 1.1	15.2± 0.9	16.1± 1.5
BMR (kcal)	855.2±83.3	863.6±81.8	845.1±86.9	814.8±53.5	903.7±88.1

注1) 平均±標準偏差を示したものである。
注2) BMR（基礎代謝量）は，Fleisch の計算式により算出した。

表2 用語の定義

就 床 時 刻	生活時間表(保護者記入) による布団に入った時刻
入 眠 時 刻	Actigraph が入眠したと判定した時刻
覚 醒 時 刻	Actigraph が覚醒したと判定した時刻
起 床 時 刻	生活時間表（保護者記入）による布団から出た時刻
夜間睡眠時間	Actigraph が入眠したと判定した時刻（入眠時刻）から Actigraph が覚醒したと判定した時刻（覚醒時刻）までの長さ
総就床時間	生活時間表（保護者記入）による布団に入った時刻（就床時刻）から生活時間表（保護者記入）による布団からでた時刻（起床時刻）までの長さ
入 眠 潜 時	生活時間表(保護者記入) による布団に入った時刻（就床時刻）と Actigraph が入眠したと判定した時刻（入眠時刻）までの長さ

2. 用語の定義（表2）

本研究における夜間睡眠に関する用語の定義を表2に示す。

3. 方 法

1) 調査票

調査項目は，生年月日，身長・体重，アレルギーの有無，体調，睡眠に関する習慣等から構成した。回答は，保護者による自己記入式で行った。調査票の身長，体重からBody Mass Index（以下，BMI）を算出した（表1）。Basal Metabolic Rate（基礎代謝量 以下，BMR）は，身長，体重，年齢，性別を用いたFleischによる以下に示す小児用計算式から算出した（表1）。

$$\text{BMR (女兒)} = 24 \times \text{BSA} \times (54 - 1.045 \times A)$$
$$\text{BMR (男児)} = 24 \times \text{BSA} \times (54 - 0.885 \times A)$$
$$\text{※ [BSA} = W^{0.5378} \times H^{0.3964} \times 242.62, A = \text{年齢, } W = \text{体重 (kg), } H = \text{身長 (cm)]}$$

2) 生活時間表

児の3日間にわたる睡眠，食事，遊び等の生活行動時間の記録である。保護者および担当保育士，担当教諭に記録してもらった。また，1日あたりの総消費エネルギー量は生活時間表から日常生活動作強度³⁾をもとに算出した。

$$\text{総消費エネルギー量} = \text{BMR} \times \text{生活活動強度}$$
$$\text{生活活動強度} = \sum Af \cdot T / 1,440 \text{分}$$

※ (Af=Activity Factor：BMR の倍数，
T=各種生活動作時間 <分>)

3) Actigraph

昼夜の活動・睡眠パターンを記録，評価するために，米国 A.M.I 社製腕時計型 Mini-motionlogger Actigraph を用いた。この機器は，日常生活・活動すべての微体動を最大1ヵ月連続して記録できるものである。X-Y-Z軸3方向のセンサーを内蔵し，単位時間ごとの動きのカウント数をストックする方式となっている。重力加速度にもとづいたカウント数から睡眠と覚

醒を判別することができ、本研究における睡眠覚醒判別にはCole⁴⁾による判別式を用いた。装着部位については、非利き手装着とした。測定日は、園の行事等のない連続した平日3日間とし、初日の起床時から最終日の起床1時間後までの装着とし、入浴中も継続することとした。測定データは、Actigraph解析ソフトAC2000、AW2を使用して解析を行った。

4) 尿中成長ホルモン排泄量

Actigraph装着中3日目の早朝第一尿を採取し、夜間成長ホルモン排泄量を測定した。保護者に採取を依頼し、登園時に回収した。一晩の排泄量をみるために、就床前に排尿してもらい、夜尿のあった場合は除外した。尿検体は-20℃冷凍保存し、SRLに依頼してChemiluminescent enzyme immunoassay (化学発光酵素免疫測定法)で測定した。結果は、クレアチニン比による濃度値 (pg/mg・Cr) で示した。

4. 分析方法

統計処理は、測定データを数値化し、統計処理ソフトJMP IN4.0Jにて、t検定、一変量のt検定、一元配置分散分析、二元配置分散分析、Pearsonの積率相関係数を用いて行った。

5. 倫理的配慮

各幼稚園、保育所の園長および所長、保育士、教諭に説明し許可を得たうえで、Actigraph、質問紙を提示し、児と保護者に対して本研究の

意義と内容について説明を行い、双方の同意の得られたものを対象とした。なお、本研究は山梨大学医学部倫理委員会の承認を得て行った。

Ⅲ. 結 果

1. 夜間睡眠パターン

すでに報告したActigraphによる入眠時刻、夜間睡眠時間、覚醒時刻と生活時間表による就床時刻、起床時刻、総就床時間およびActigraphと生活時間表から算出した入眠潜時の平均値¹⁾を夜間睡眠パターンとし、表3に示す。

2. 総消費エネルギー量、生活活動強度、午睡と夜間睡眠パターンとの関連

1日あたりの平均総消費エネルギー量を表4に示す。平均総消費エネルギー量は、性差を認めなかった。年齢においては、月齢が高いほど総消費エネルギー量が高く、正の相関が認められた ($r=0.573$, $p<0.001$)。また、測定日3日間の平均生活活動強度と平均日中活動量との間にも、正の相関が認められた ($r=0.438$, $p<0.01$)。総消費エネルギー量と起床時刻、入眠時刻、夜間睡眠時間、覚醒時刻、起床時刻との間には相関はみられなかった。

次に、質問紙で普段の午睡習慣を尋ねたところ、「しない」20人 (60.6%), 「時々する」7人 (21.2%), 「いつもする」6人 (18.2%) という結果であった。各群の平均年齢を図1に示す。「しない」と回答のあった児は5歳5か月、

表3 Actigraph・生活時間表による夜間睡眠

	全体 (n=33)	女兒 (n=18)	男児 (n=15)
(Actigraph)			
入眠時刻	21:50±0:47	21:51±0:52	21:47±0:42
夜間睡眠時間	9時間14分±39分	9時間15分±41分	9時間13分±38分
覚醒時刻	7:03±0:35	7:05±0:31	7:01±0:40
(生活時間表)			
就床時刻	21:22±0:44	21:22±0:47	21:24±0:41
起床時刻	7:15±0:31	7:15±0:28	7:15±0:35
総就床時間	9時間53分±34分	9時間54分±35分	9時間51分±33分
入眠潜時 (分)	27.1±16.1	29.8±18.3	24.0±13.0

注1) 測定日3日間の平均±標準偏差である。

表 4 Actigraph・生活時間表による身体活動および総消費エネルギー量

	全体 (n=33)	女兒 (n=18)	男児 (n=15)
(Actigraph)			
日中活動量 (G/分)	212.9 ± 19.4	213.0 ± 22.5	212.7 ± 15.7
(生活時間表)			
生活活動強度	1.44± 0.1	1.48± 0.1	1.39± 0.1
総消費エネルギー量(kcal/day)	1,236.2 ±176.8	1,279.2 ±163.3	1,184.7 ±184

注 1) 測定日 3 日間の平均±標準偏差である。

「時々する」と回答のあった児は 5 歳 1 か月,「いつもする」と回答のあった児は 4 歳 7 か月で, 月齢が低いほど有意に午睡習慣がある結果であった ($p<0.01$)。性差は認められなかった。就床時刻は, 習慣として午睡を「しない」児は 21 時 26 分,「時々する」児は 21 時 47 分,「いつもする」児は 22 時 13 分で, 午睡を「しない」児は就床時刻が有意に早かった ($p<0.01$)。入眠時刻は, 習慣として午睡を「しない」児は 21 時 32 分,「時々する」児は 22 時 9 分,「いつもする」児は 22 時 29 分で, 午睡を「しない」児は入眠時刻が有意に早かった ($p<0.01$)。夜間睡眠時間は, 午睡を習慣として「しない」児は 9 時間 26 分,「時々する」児は 9 時間 11 分,「いつもする」児は 8 時間 40 分で, 午睡を「しない」児は夜間睡眠時間が有意に長かった ($p<0.05$)。

Actigraph でみた午睡では, 全対象児 33 例の 3 日間, 合計 99 日中, 23 日午睡をしていた。3 日間すべて午睡をしていた児は 3 人, 午睡をしなかった児は 17 人で, 測定日別では 1 日目 6 人,

2 日目 8 人, 3 日目 9 人が午睡をしていた。午睡をした時の平均午睡時間は 1 時間 12 分 ± 26 分であった。

次に, Actigraph 測定日の 3 日間に午睡を「した」,「しなかった」の 2 群間で, その日の夜間睡眠との関連をみた結果を図 2 に示す。入眠時

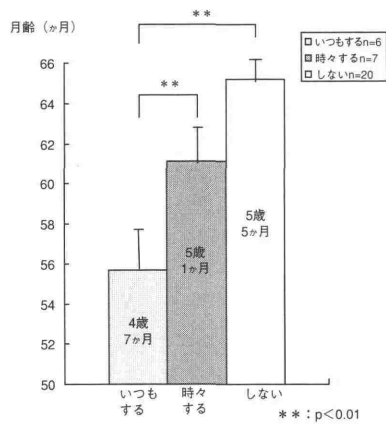


図 1 午睡習慣と月齢との関連

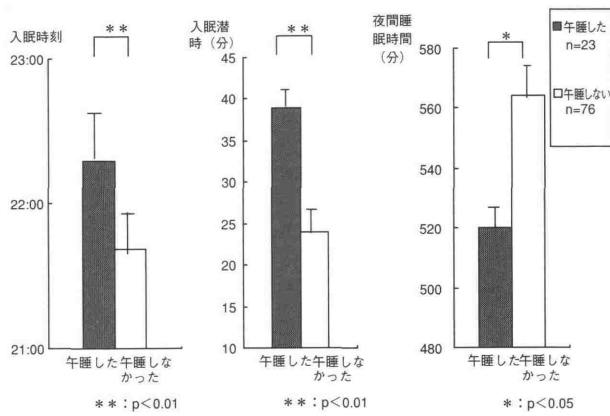


図 2 Actigraph による午睡と夜間睡眠との関連

刻は、午睡を「しなかった」時は21時41分、午睡を「した」時は22時18分であり、午睡を「した」時はその夜の入眠時刻が有意に遅かった ($p < 0.01$)。入眠潜時は、午睡を「しなかった」時は24分、午睡を「した」時は39分で、午睡を「した」時は、その夜の入眠潜時が有意に長かった ($p < 0.01$)。夜間睡眠時間は、午睡を「しなかった」時は9時間24分、午睡を「した」時は8時間40分で、午睡を「した」時は夜間睡眠時間が有意に短い結果であった ($p < 0.05$)。

3. 尿中成長ホルモン排泄量と夜間睡眠パターンとの関連

平均尿中成長ホルモン (クレアチニン比) 濃度は、 $20.6 \pm 9.8 \text{ pg/mg} \cdot \text{Cr}$ (平均 $\pm$ 標準偏差) であった。性別平均では、女児 $18.8 \pm 9.2 \text{ pg/mg} \cdot \text{Cr}$ 、男児 $22.8 \pm 10.5 \text{ pg/mg} \cdot \text{Cr}$ で有意差を認めなかった。また、年齢との間にも、相関は認めなかった。しかし、夜間尿中成長ホルモン排泄量と体重、BMI、BMRとの間には負の相関がみられ、体重、BMI、BMRが高いほど、夜間成長ホルモン排泄量が少ない結果であった (体重 $r = -0.350$, BMI $r = -0.351$, BMR $r = -0.338$, すべて $p < 0.05$)。日中活動量との間には相関を認めなかった。

また、尿中成長ホルモンと夜間睡眠との関連を図3に示す。入眠潜時との間に負の相関がみられ、就床から入眠までの時間が短いほど、夜間成長ホルモン排泄量が多い結果であった ($r = -0.415$, $p < 0.05$)。その他の夜間睡眠との間には相関は認めなかった。

IV. 考 察

1. 午睡と夜間睡眠パターンとの関連

午睡習慣については、普段、午睡をしない児が20人、いつもまたは時々する児が13人で40%に午睡習慣があった。そのうち、暦月齢が低いほど有意に午睡習慣があった。Weissbluth⁵⁾は、幼児期の変化として、年齢の上昇に伴い午睡の頻度が次第に減少し、小学校入学の7歳頃までに消失することを報告しており、今回も同様の結果が得られた。

午睡習慣と夜間睡眠の関連については、普段、午睡習慣がない児は、午睡習慣がある児と比較して、就床時刻、入眠時刻が早く、夜間睡眠時間が長かった。測定日3日間で、実際に午睡をした時と午睡をしなかった時の2群間の比較では、午睡をした時は、入眠時刻が遅く、入眠潜時が長く、夜間睡眠時間が短かったことから、午睡は夜間睡眠に影響を及ぼすことが明らかとなった。福田²⁾は3歳から6歳児の午睡が加齢とともに幼稚園児と保育所児の週末では顕著な減少を示すが、保育所児の平日の午睡は変化がなく、これは園で日課として午睡を課しているためであると述べている。本研究の対象児の幼稚園・保育所では10園中5園で日課として午睡を行っていた。幼児期の午睡は、本人の欲求として自然発生的に出現する場合には、睡眠パターンが乳児期の多相性からの発達途中であり、必要性があると推察される。しかし今回の検討から、少なくとも1時間程度の午睡は夜間睡眠に影響を及ぼしており、午睡を取ることに

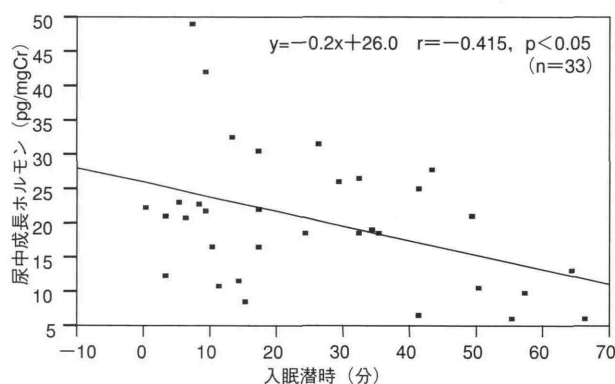


図3 入眠潜時と夜間尿中成長ホルモン (クレアチニン比) との相関

よって入眠時刻の遅延や入眠潜時が延長する場合には、午睡を取る時刻や時間の長さ等、午睡の取り方を見直し、単相性の睡眠パターンが習得できるように生活習慣を切り替えていく必要性があると考ええる。

2. 夜間睡眠パターンと夜間尿中成長ホルモン排泄との関連

睡眠依存性の成長ホルモン分泌調節機能は生後3か月で獲得され、4～5歳に確立すると報告されている⁶⁾。本研究の対象児は4歳から6歳であり、成長ホルモン分泌調節機能の日内リズムが確立される時期と一致している。幼児期の成長発達には成長ホルモンが重要な役割をもつため、睡眠との関連を検討することは重要である。早朝第一尿中成長ホルモンは夜間に分泌された総成長ホルモン量を反映している。本研究による4歳から6歳児では、尿中成長ホルモン濃度は性差、年齢差を認めなかった。しかし、体重、BMI、BMRが高いほど、尿中成長ホルモン濃度が低く相関が認められた。肥満傾向にある場合には糖負荷が生じ、そのために成長ホルモン分泌が抑制されることが報告⁷⁾されており、そのため、体重、BMI、BMRが高い児ほど、成長ホルモンが低下することは広く知られている。

尿中成長ホルモンと夜間睡眠との関連については、就床から入眠までの入眠潜時が短いほど尿中成長ホルモン濃度が高い結果であった。成長ホルモンは、睡眠段階のノンレム期に分泌するといわれるが、これまで、成長ホルモンと入眠潜時との関連に言及した報告はない。睡眠期の成長ホルモン分泌量は1日の総分泌量の約3分の2を占めるとされている⁸⁾。成長ホルモンは徐波睡眠期に著名な分泌亢進を示すとされ⁶⁾⁹⁾、Kupferら¹⁰⁾によると、健康成人では、一晩における徐波睡眠の総量の大半が睡眠前半に集中して出現すると報告している。就床から入眠までの時間が短く、寝付きが良いことは、睡眠早期に深い睡眠である徐波睡眠に入ると推察され、そのため、成長ホルモン濃度が増加すると考えている。入眠潜時が夜間尿中成長ホルモン排泄と相関することは、幼児期の生活習慣指導において示唆に富んだ結果である。しかし、尿中成長ホルモン排泄は日差変動があるため、

今後、入眠潜時を考慮した夜間睡眠と夜間成長ホルモン排泄との関係を、さらに詳細に検討していく必要があると思われる。

謝 辞

本研究にあたり、調査実施にご協力いただきました対象児と保護者の皆様、ならびに各幼稚園・保育所の先生方に心より感謝致します。

文 献

- 1) 茂手木明美, 大山建司. 幼児期の睡眠パターンの特徴と身体活動, 生活習慣との関連. 小児保健研究 2005; 64(1): 39-45.
- 2) 福田一彦. お昼寝がつくる幼児の夜更かし掘忠雄編. 眠りたいけど眠れない. こころの健康を考える. 初版. 京都: 昭和堂 2001: 2-21.
- 3) 健康・栄養情報研究会編. 第六次改定日本人の栄養所要量 食事摂取基準. 第5版. 東京: 第一出版 2001: 31-51.
- 4) Cole RJ, Kripke DF, Gruen W et al. Automatic Sleep/wake Identification from wrist activity. Sleep 1992; 15(5): 461-469.
- 5) Weissbluth M. Naps in children 6 months-7 years. Sleep 1995; 18: 82-87.
- 6) Illig R, Stahl M, Henrichs I et al. Growth hormone release during slow-wave sleep. Helvetica Pediatric Acta 1971; 26: 655-672.
- 7) Yoshiko Nakagomi, Kenji Ohyama, Masatoshi Fujimoto et al. Interrelationship of Urinary Growth Hormone Levels, Obesity Index, Growth Velocity, and Bone Maturation A Study in Groups of 7 and 10 year-old Children. Clinical Pediatric Endocrinology 1993; 2(1): 59-65.
- 8) 河野 登. 成長障害児の睡眠時における下垂体ホルモン分泌に関する研究 第1編 成長ホルモンについて. 日本小児科学会雑誌 1979; 83: 45-56.
- 9) Underwood LE, Azumi K, Voina SJ. Growth hormone levels during sleep in normal and growth hormone deficient children. Pediatrics 1971; 48: 946-954.
- 10) Kupfer DJ, Ulrich RF, Cobel PA et al. Application of automated REM and slow wave sleep analysis I Normal and depressed subjects. Psychiatry Research 1984; 13: 325-334.