

症例報告

小学校高学年児童の睡眠・覚醒リズムと自律神経活動の関係 — 6事例の報告 —

杉本博子¹⁾, 安原由子²⁾, 谷岡哲也²⁾, 郷木義子³⁾, 森健治²⁾,
富士翔子⁴⁾, 斎藤憲²⁾

¹⁾佐那河内小・中学校

²⁾徳島大学大学院医歯薬学研究部

³⁾就実大学教育学部

⁴⁾徳島大学大学院保健科学教育部

(平成28年2月17日受付) (平成28年3月3日受理)

研究目的は、小学校高学年児童の睡眠・覚醒リズムと自律神経活動との関連について考察することである。事例は小学校高学年の6名であり、調査期間は2015年1月から12月であった。アクチグラフを用いた睡眠・覚醒リズムおよび心拍変動解析を用いた自律神経活動評価を行った。交感神経活動(LF/HF)は、全ての児童で睡眠区間よりも覚醒区間で有意に高い値を示した。副交感神経活動(HF)については、6名中5名の児童で覚醒区間よりも睡眠区間で有意に高い値を示した。事例6は、アクチグラフの睡眠効率が約76%と低かったが、主観的睡眠満足度は問題がなかった。事例3は「眠くてなかなか起きられなかった」、「なかなか眠れなかった」と回答していたが、アクチグラフと心拍変動解析では、良質な睡眠パターンを呈していた。小学校高学年児童の睡眠・覚醒リズムと自律神経活動の評価には主観的・生理的評価の総合評価が重要と考えられた。

はじめに

睡眠は、子どもの成長発達にとって重要であり、不足すると肥満のリスクを高めること¹⁾や、就寝時刻が一定でない子どもは学力が低い傾向にあること²⁾、22時までに就寝する子どもや睡眠時間が8時間以上の子どもは登校意欲が高く³⁾、不登校の原因に睡眠障害が深く関与し

ている⁴⁾ことが指摘されている。

日本人の睡眠時間は、海外と比較して少ない。OECD(経済協力開発機構)の国際比較調査から、世界28か国の15歳から64歳までの睡眠時間を比較すると、日本人の睡眠時間は7時間43分で、世界トップレベルの長さである⁵⁾。また、3歳以下の乳幼児の1日の睡眠時間の国際比較調査によると、日本の乳幼児の睡眠時間は調査対象の17か国・地域で最も短い⁶⁾。

しかし、子どもの睡眠・覚醒リズムや自律神経活動について、アクチグラフや心拍変動解析を用いて調査した研究は少なく、アクチグラフが小児の睡眠の指標として有用であるかを検討したもの⁷⁻¹⁰⁾や身体活動と自律神経活動との関係¹¹⁾についての文献が散見されるが、小学校高学年児童のそれらの特徴が十分明らかになっていない。

子どもの睡眠・覚醒リズムと自律神経活動の観点から実態を明らかにすることは子どもの睡眠を改善するための示唆が得られると考えられる。本研究の目的は、子どもの睡眠・覚醒リズムと自律神経活動との関連について考察することである。

方 法

1) 事例

事例の属性を表1に示す。

表1 事例の属性

事例	性別	目覚め	入眠	体力	ストレス	PSQIG	その他
1	女	少し眠かった	すぐ眠れた	平均>	△	2	心身症の為、タンドスピロンクエン酸塩10mg 内服 (21:00)
2	女	眠くてなかなか起きられなかった	よく覚えていない	平均>	△	3	心拍変動解析の電極装着部に強い痒みあり
3	男	眠くてなかなか起きられなかった	なかなか眠れなかった	平均<		5	
4	男	すっきり目が覚めた	すぐ眠れた	平均<		2	股関節のけがのため、リハビリ中
5	男	すっきり目が覚めた	すぐ眠れた	平均<	△	5	夜、寝ぼけてトイレに行くことがある
6	男	すっきり目が覚めた	すぐ眠れた	平均<		0	心拍変動解析の電極装着部に強い痒みあり

体力については、平成25年度全国平均値と比較し平均より高いものを「平均<」、平均より低いものを「平均>」と示す。

ストレスについては、PSIでストレス「要注意」状態のものに△で示す。

PSQIGは、ピッツバーグ睡眠質問票の総合得点を示す。

事例は、研究協力が同意が得られた小学校4年生から6年生の6名（男子4名、女子2名）とした。調査期間は、2015年1月から12月であった。「目覚め」、「入眠」の主観的な満足度は、アンケートで回答を得た。体力については、平成26年度体力テスト結果¹²⁾を、ストレスの主観的評価については、PSI (Public Health Research Foundation Type Stress Inventory)¹³⁾を用い、児童から回答を得た。PSIの解釈基準から、下位尺度のうち、「ストレス反応」・「ストレスラー」得点がともに高い者、あるいは「ストレス反応」が高く、「ソーシャルサポート」得点が低い者、またこれらの条件の全てを満たす者を「ストレス要注意」と判定した。睡眠の主観的評価としては、ピッツバーグ睡眠質問票日本語版 (The Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index: PSQI-J)¹⁴⁾を用い、児童の睡眠習慣について、児童の代わりに保護者に回答してもらった。なお、PSQIは、睡眠の質、入眠時間、睡眠時間、睡眠効率、睡眠困難、眠剤の使用、日中覚醒困難の7つの下位尺度から構成され、1ヵ月間の睡眠障害の頻度を、それぞれ(0~3)点で評価し、総合得点(0~21)点となる。高得点ほど睡眠が障害されているとされ、6点以上を睡眠障害と判定した^{15,16)}。なお、これらの質問紙調査は、2015年1月に行い、その後、生理的な特徴を明らかにするために心拍変動解析・アクチグラフによる調査を実施した。

2) アクチグラフ

アクチグラフは、客観的に睡眠を評価することができる加速度計¹⁷⁾である。本研究では、マイクロミニ型アクチグラフ (Ambulatory Monitoring, Inc. Ardsley, NY, USA) を24時間、調査事例の非利き腕に腕時計のように手首に装着した。アクチグラフは、電子的に0.01G (gravitational force per minute of recording) を超える身体活動の量を測定する。専用ソフトであるAW2 (Ambulatory Monitoring, Inc.) によって判定された覚醒時間を「Up」、睡眠時間を「Down」と判定した。なお、アクチグラフは微動を検出するゼロクロッシングモード¹⁸⁾を用いた。

3) 心拍変動解析

心拍変動解析は、覚醒時および睡眠時の自律神経活動を評価でき、効率的で非侵襲的な手法である。本調査では、心電図モニターに長時間心電図データレコーダホルトレック (日本光電) を使用し、心拍変動解析は MemCalc 解析により行った。MemCalc 解析は、(1)周波数軸上における時系列データ解析処理 (MEM 解析処理)、(2)時間軸上における時系列データの周期構造解析処理 (LSF 解析処理)、(3)さまざまな周期成分と雑音をもつ人工データの発生処理が行われる¹⁹⁾。2チャンネルの胸部双極誘導を用いて24時間、心電図をモニターし、得られた正常のRR間隔より心拍変動のスペクトル値を計算した。

得られた周波数成分のうち低周波成分 (0.04~0.15Hz) を LF, 高周波成分 (0.15~0.4Hz) を HF とし, HF を副交感神経活動指標, LF/HF を交感神経活動指標とした。

4) 生活記録の方法

アクチグラフおよび心電図モニターを装着している間, 調査期間中の生活の様子を児童もしくは保護者が生活記録表に記載をした。生活記録は, アクチグラフおよび心拍変動解析の分析結果の信頼性を向上させるために使用した。

5) 測定方法

研究者が調査協力校の保健室 (平均室温: 17度, 平均湿度: 61%) で, 放課後の16時頃にアクチグラフを初期化したものを装着した。同時に, スクリーンやカーテン等のあるプライバシーに配慮した保健室で, 看護師免許の資格を持つ研究者が心電図 R-R 解析装置 (アクティブトレーサー) の電極を取り付け, 24時間測定した。児童は自宅で過ごし, 翌日アクチグラフおよび心電図 R-R 解析装置を回収した。測定終了後, 装着前後で体調の変化がないかどうかについて, 小児科医による診察およびその保護者から聞き取りを行った。なお, 調査期間中, 児童には, 家庭で普段通りの生活をしてもらい, 正確なデータを得るために, 過度の運動や入浴は控えてもらった。

6) 分析方法

解析手順として, 心電図モニターから得られた正常 RR データを MemCalc chiram3 (GMS Co, Tokyo, Japan) を用いて 5 分間隔で心拍変動解析を行った。アクチグラフから得られたデータは, AW2 を用いて解析を行った。AW2 によって判定された睡眠時間「Down」の睡眠に関する項目を評価した。各事例の覚醒区間と睡眠区間の心拍数 (Heart Rate: HR), LF/HF および HF の平均値を算出し, Student t-test もしくは Welch's t-test を行った。統計解析には, IBM SPSS Statistics 20ver を用い, 有意水準は 5% 以下とした。

7) 倫理的配慮

調査依頼の際には紙面にて児童や保護者に調査の主旨説明を明記した依頼書を添付し, 同意を得て実施した。また, 得られた情報は保管場所を決め, 厳重に管理し,

個人情報の保護に努めるとともに, 調査で得られたデータは研究目的でのみ使用することを説明した。電極の装着部位に強い痒みが生じた場合には, すぐに調査を中止し, 必要に応じて, 共同研究者の医師が診察を行い, 適切に処置をすることを説明した。なお, 本研究は徳島大学臨床研究倫理審査委員会の承認を得た (承認番号2321)。

結 果

各事例の AW2 による睡眠区間の睡眠に関する項目の評価結果を表 2 に, 覚醒時と睡眠時の LF/HF と HF の平均値の比較を表 3 に, アクチグラフと心拍変動解析の対比結果を図 1~6 に示した。以下のように事例毎の結果を説明する。

1) 事例 1

事例 1 は, 入眠は「すぐに眠れた」と回答している一方で, 目覚めは「少し眠かった」と回答している。体力は平均より低く, PSI はストレス要注意状態であった。PSQI の総合得点は 2 点であった。心身症のため, タンドスピロンクエン酸塩を 21 時に 10mg 内服している。睡眠効率 は 97.3% と最も高かった。入眠潜時は 5 分と最も短く, 覚醒エピソードは 7 回と最も少なかった。AW2 で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間の差は 4 分であり, 入眠後は副交感神経活動を表す HF が増加した。AW2 で起床と判定された時間と生活記録で起床と回答した時間には, 33 分の差があった。交感神経活動を表す LF/HF は AW2 で起床と判定された時間から増加し, HF は減少した。HF, LF/HF, HR それぞれの平均値の差の検定結果は, HF は睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に高い値であった ($t=9.44, p<0.001$)。LF/HF は睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に低く ($t=-6.88, p<0.001$), HR は睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に低い値であった ($t=-17.28, p<0.001$)。

2) 事例 2

事例 2 は, 朝「眠くてなかなか起きられなかった」と回答しており, 体力は平均より低く, PSI はストレス要注意状態であった。PSQI の総合得点は 3 点であった。PSQI の下位尺度についてみると, 睡眠の質, 入眠時間,

表2 AW2による睡眠区間の睡眠に関する項目の評価

事例	amean 平均身体 活動数	asd 身体活動数の 標準偏差	smin 全睡眠時間 (睡眠+浅睡眠)	seff 睡眠 効率	slat 入眠 潜時	waso 0-0時間帯の 覚醒時間	actx 体動活動 指数	wep 覚醒 エピソード	lgwep 最長の覚醒 エピソードの長さ	sep 睡眠 エピソード
1	7.93	22.09	505	97.3	5	14	27.1	7	6	7
2	12.59	30.21	515	95.9	6	22	47.15	13	7	13
3	12.77	30.61	439	94	9	28	44.75	12	9	12
4	14.55	33.79	496	94.12	12	31	34.51	16	12	16
5	15.48	41.17	514	90.97	7	51	31.76	17	14	16
6	33.7	60.84	403	76.47	8	124	66.6	29	52	28

平均身体活動数 (amean)：一分当たりの平均身体活動数

全睡眠時間 (smin)：睡眠と判断された時間の総和 (分)

睡眠効率 (seff)：入眠から起床までの時間帯に占める全睡眠時間の割合 (%)

入眠潜時 (slat)：静止期時間帯の始まりから入眠 (19分より長い最初の20分以上の睡眠エピソードが始まった時刻) までの時間

0-0時間帯の覚醒時間 (waso)：入眠から起床までの時間帯における全覚醒時間

体動活動指数 (actx)：身体活動数が0より大きいエピソード数の百分率指数

覚醒エピソード (wep)：各測定時間帯の中の覚醒ブロックの合計数

睡眠エピソード (sep)：各測定時間帯の中の睡眠ブロックの合計数 (分)

表3 覚醒時と睡眠時の LF/HF と HF の平均値の比較

事例		睡眠区間		覚醒区間		t value	p value	
		N	mean±SD	N	mean±SD			
1	HF	105	915.96±815.66	121	203.84±144.46	9.44	***	
	LF/HF	105	1.88±2.07	121	3.77±2.05	-6.88	***	‡
	HR	105	78.81±7.31	121	96.90±8.43	-17.28	***	‡
2	HF	108	1107.69±910.07	121	450.77±473.68	6.96	***	
	LF/HF	108	1.10±0.97	121	3.48±2.01	-11.20	***	
	HR	108	75.86±4.70	121	87.66±9.99	-11.21	***	
3	HF	58	1591.62±630.82	119	1159.05±601.32	4.35	***	‡
	LF/HF	58	0.70±0.52	119	1.88±1.04	-8.19	***	
	HR	58	60.92±6.13	119	75.59±6.62	-15.29	***	‡
4	HF	108	335.70±133.92	118	202.57±143.84	7.21	***	‡
	LF/HF	108	2.12±1.74	118	5.45±3.23	-9.51	***	
	HR	108	69.35±3.82	118	92.33±18.50	-12.65	***	
5	HF	114	742.70±433.44	117	672.01±445.25	1.22	n.s.	‡
	LF/HF	114	1.69±1.61	117	2.11±1.30	-2.13	*	‡
	HR	114	77.13±6.74	117	85.02±9.50	-7.26	***	
6	HF	107	2323.62±1071.20	134	1354.19±828.08	7.92	***	
	LF/HF	107	0.87±1.11	134	1.92±1.60	-5.78	***	
	HR	107	70.06±5.43	134	83.83±10.09	-12.71	***	

Student t-test * : p<0.05 **p<0.01 ***p<0.001 n.s. : not significant ‡ : Welch's t-test

日中覚醒困難の得点が高い傾向にあった。心拍変動解析の電極装着部に強い痒みがあった。AW2で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間の差は13分であり、起床については、2分であった。入眠後はHFがゆるやかに増加し、LF/HFが減少していた。HF、LF/HF、HRそれぞれの平均値の差の検定結果は、HFは睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に高い値であった(t=

6.96, p<0.001)。LF/HFは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低く(t=-11.20, p<0.001), HRは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低い値であった(t=-11.21, p<0.001)。

3) 事例3

事例3は、朝「眠くてなかなか起きられなかった」と回答し、夜は、「なかなか眠れなかった」と回答した。

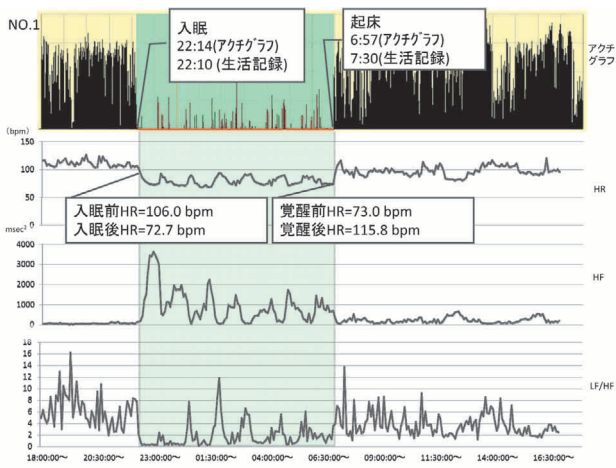


図1 (事例1)

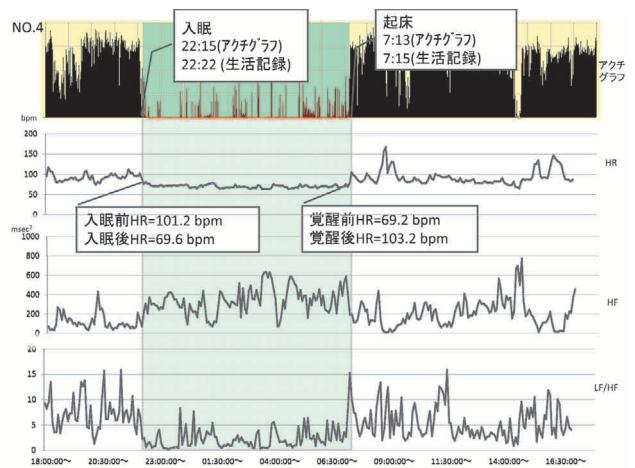


図4 (事例4)

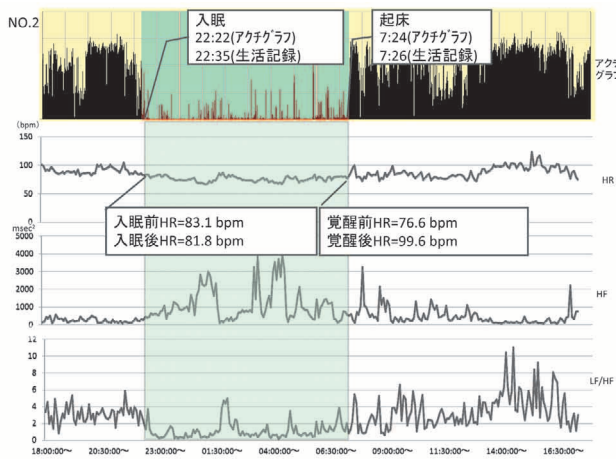


図2 (事例2)

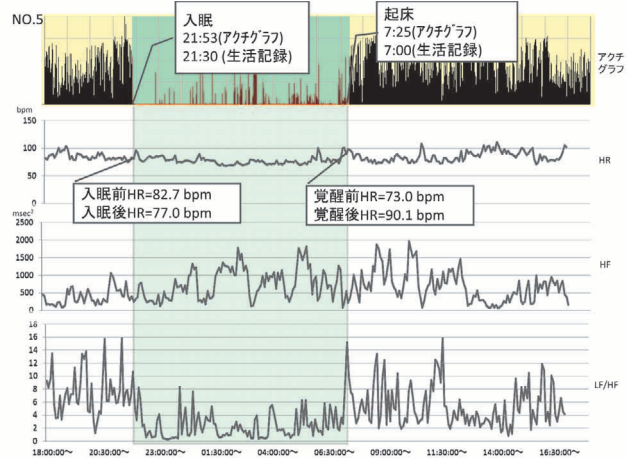


図5 (事例5)

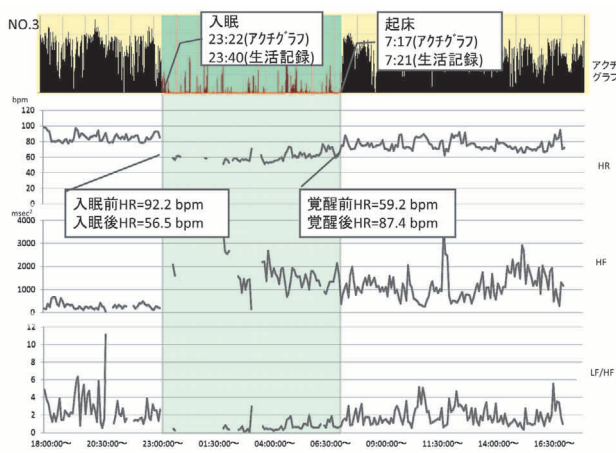


図3 (事例3)

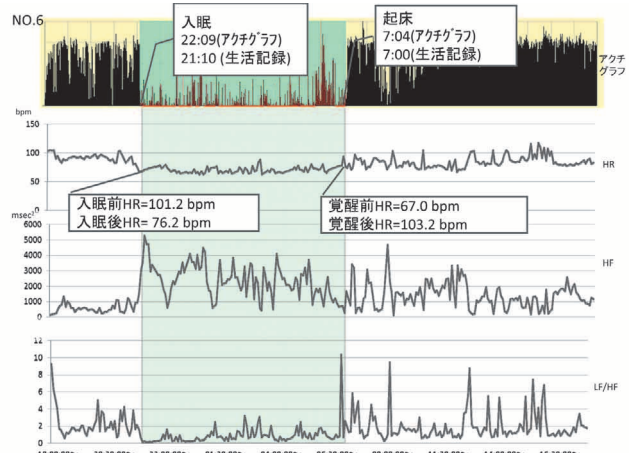


図6 (事例6)

体力は平均より高く、PSIでは心の健康に関する問題はないと評価され、PSQIの総合得点は5点であった。PSQIの下位尺度では、睡眠の質、入眠時間、日中覚醒困難の得点が高い傾向にあった。AW2で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間は18分の差があり、起床に関しての差は4分であった。心拍変動解析データが記録されていない区間があったが、入眠後からHFはゆるやかに増加し、LF/HFは減少する傾向があった。起床後にHFはゆるやかに減少し、LF/HFは増加している傾向があった。HF、LF/HF、HRそれぞれの平均値の差の検定結果は、HFは睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に高い値であった($t=4.35$, $p<0.001$)。LF/HFは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低く($t=-8.19$, $p<0.001$)、HRは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低い値であった($t=-15.29$, $p<0.001$)。

4) 事例4

事例4は、朝「すっきり目が覚めた」と回答し、夜は、「すぐに眠れた」と回答した。体力は平均より高く、PSIでは心の健康に関する問題はないと評価され、PSQIの総合得点は2点であった。スポーツによる股関節のけがのために、リハビリテーションを受けていた。AW2で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間の差は7分であり、起床については、2分であった。入眠後はHFが増加し、LF/HFが減少していた。また、起床後はHFが減少し、LF/HFが増加していた。HF、LF/HF、HRそれぞれの平均値の差の検定結果は、HFは睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に高い値であった($t=7.21$, $p<0.001$)。LF/HFは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低く($t=-9.51$, $p<0.001$)、HRは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低い値であった($t=-12.65$, $p<0.001$)。

5) 事例5

事例5は、朝「すっきり目が覚めた」、夜は、「すぐに眠れた」と回答した。体力は平均より高く、PSIはストレス要注意状態であり、PSQIの総合得点は5点であった。日ごろから時折、夜間に寝ぼけてトイレに行くことがある。AW2で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間の差は23分であり、起床については、25分の差があった。入眠後はHFが増加し、LF/HFが

減少していた。起床後はHFがゆるやかに減少し、LF/HFは増加している傾向があった。HF、LF/HF、HRそれぞれの平均値の差の検定結果は、HFは覚醒区間と睡眠区間で有意な差はみられなかった($t=1.22$, n.s.)。LF/HFは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低く($t=-2.13$, $p<0.05$)、HRは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低い値であった($t=-7.26$, $p<0.001$)。

6) 事例6

事例6は、心拍変動解析の電極装着部に強い痒みがあった。体力は平均より高く、PSIでは心の健康に関する問題はないと評価され、PSQIの総合得点は0点であった。睡眠中の覚醒エピソード(覚醒ブロック数)は29で最長覚醒時間は52分であった。また、睡眠区間中の平均身体活動数が33.7(SD60.84)count、活動指数は66.6であった。HF、LF/HF、HRそれぞれの平均値の差の検定結果は、HFは睡眠区間の方が覚醒区間よりも有意に高い値であった($t=7.92$, $p<0.001$)。LF/HFは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低く($t=-5.78$, $p<0.001$)、HRは睡眠区間の方が覚醒区間より有意に低い値であった($t=-12.71$, $p<0.001$)。この事例は、「すっきり目が覚めた」、「すぐ眠れた」と回答したが、全ての事例の中で、睡眠効率が76.47%と最も低かった。しかし、AW2で入眠と判定された時間と生活記録で入眠と回答した時間の差は1分であり、また起床に関する差は4分であった。また、入眠後からHFは増加し、LF/HFは減少した。

考 察

子どもを対象にPSQIを調査した数少ない研究の中で、上海の小・中・高校生では、 4.50 ± 2.31 点²⁰⁾、日本の中高生では 5.60 ± 2.93 点であったという報告がされている²¹⁾。次に睡眠効率に関して、子どもを対象とした研究は少ないが、生活習慣記録機(ライフレコーダ®GS)を用いたアクチグラフによる調査では、健常な6歳から12歳の子どもので $72.81\pm 6.10\%$ 、夜尿症の子どもので $66.98\pm 9.20\%$ と報告されている²²⁾。子どもを対象とした先行研究と比較すると睡眠効率は低くないが、健常な成人では、86~98%程度の報告がされて^{23,24)}おり、成人と比較する

と低い傾向にあった。特に、事例6では、主観的な睡眠満足度が高いにもかかわらず、睡眠効率が他の事例に比較して低かった。また、心拍変動解析の結果では、事例5を除いて自律神経活動がバランスよく機能しており、良好な睡眠が得られていると考えられた。以下、事例ごとに考察する。

事例1について、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、HFが増加していた。また、起床と同時にHR、LF/HFが増加し、HFが減少しており、睡眠中に自律神経がバランスよく機能していた。また、22時から23時にかけてHFが増加していた。この事例は、心身症のため、21時にタンドスピロンクエン酸塩を内服している。精神科領域の疾患で自律神経活動に関する研究²⁵⁾は、主に成人を対象に行われており、小学生を対象としたものはないが、タンドスピロンクエン酸塩は服用後約1時間で血中濃度が最大になる²⁶⁾ことが自律神経活動の変動に影響していると推察される。事例1では、朝「少し眠かった」と回答しているが、睡眠効率が最も高く、心拍変動解析の結果では、睡眠中に周期的な心拍数と自律神経活動の変動²⁷⁾がみられることから、アクチグラフでは明らかにできないものの、レム・ノンレム睡眠がバランスよくとれていることが推察された。また、就床から入眠までに要した時間を示す入眠潜時²⁸⁾が最も早く、睡眠中の覚醒エピソードは最も短かったことから、就寝後の寝つきが良く、良好な睡眠が得られていることが推察された。

事例2の場合、主観的には、朝、「眠くてなかなか起きられなかった」と回答しており、PSIによるストレスの判定では、ストレス要注意状態と判定されている。PSQIの下位尺度についてみると、睡眠の質、入眠時間、日中覚醒困難の得点が高く、睡眠障害とは判定されなかったが、入眠や目覚めに関しての満足度と一致する結果であった。しかし、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、HFが増加しており、起床と同時にHR、LF/HFが増加し、HFが減少していたことから、睡眠中の自律神経のリズムは良好であった。

事例3について、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、HFが増加しており、起床と同時にHR、LF/HFが増加し、HFが減少しており、自律神経がバランスよ

く働いていた。この事例は、「眠くてなかなか起きられなかった」、「なかなか眠れなかった」と回答し、PSQIの下位尺度の睡眠の質、入眠時間、日中覚醒困難の得点が高かった。以上のように、事例2・3においては、睡眠の主観的な評価と生理的評価の間に乖離が認められた。

事例4は、股関節のけがのために、就寝前にリハビリテーションを行っているが、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、HFが増加しており、起床と同時にHR、LF/HFが増加し、HFが減少しており、入眠や目覚めの満足度と自律神経活動のバランスが一致しており、良好な睡眠が得られていると考えられた。

事例5について、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、起床と同時にHR、LF/HFが増加していた。しかし、睡眠区間と覚醒区間でHFの有意な変化がみられなかった。主観的には満足度が高いが、保護者によるPSQI評価では、睡眠の質が悪い傾向があり、PSIによるストレスも要注意状態であった。診断基準に睡眠に関する問題が含まれる²⁹⁾慢性疲労症候群の病態機能は未だ不明であるが、精神的ストレスも原因の一つに挙げられている。成人患者では、健常者に比べて睡眠中のHFの増加がみられにくい傾向があり、日内リズム障害があるといわれている^{23,30)}。また、夜間の身体活動が就寝中の副交感神経活動を減少させることが示唆されている¹⁾。アクチグラフの平均身体活動数に高い傾向がみられないことから、身体活動の影響で自律神経活動に影響があるとは考えにくい。PSQIに着目すると、睡眠障害とは判定されなかったが、事例3と同様に得点が高めであり、睡眠の質が悪い傾向にあった。

事例6について、入眠と同時に有意にHR、LF/HFが減少し、HFが増加しており、起床と同時にHR、LF/HFが増加し、HFが減少していたことから、自律神経がバランスよく機能しており、良好な睡眠が得られていると言える。この事例は、睡眠中の覚醒エピソードや平均身体活動数、体動活動指数が多く、睡眠効率は最も低値であった。心拍変動解析の電極の貼り付け箇所の強い痒みにより手を動かしたことで、身体活動が多くなり、睡眠中に覚醒していると評価されたことが原因であると考えられた。

以上のことから、小学校高学年児童の睡眠・覚醒リズム

ムと自律神経活動の評価には主観的・生理的評価の総合的評価が重要である。睡眠・活動リズムの評価に関して、PSQIは過去1ヵ月の睡眠状態を判定するのに対して、アクチグラフは1日間に限った調査であり、調査時期も一致していない。加えて、心拍変動解析の電極やアクチグラフといった機器の装着によって不快感を及ぼす可能性があり、通常の睡眠とは異なることが、今回の研究の限界である。

児童生徒のサーベイランス調査によると、夜間になかなか眠れない児童や、朝に眠くてなかなか起きられない児童は、女子のほうが多いと報告されている²⁴⁾が、自律神経活動の性差は確認できなかった。今後、サンプル数を増やし、継続的に調査を行っていく必要がある。

まとめ

交感神経活動は、全ての児童で睡眠区間よりも覚醒区間で有意に高い値を示した。副交感神経活動は、6名中5名の児童で覚醒区間よりも睡眠区間で有意に高い値を示した。事例2は、主観的に「眠くてなかなか起きられなかった」と回答しており、PSIによるストレスの判定では、ストレス要注意状態と判定された。事例3は「眠くてなかなか起きられなかった」、「なかなか眠れなかった」とも回答している。しかしアクチグラフと心拍変動解析では、良質な睡眠パターンを呈していた。事例5は、主観的には睡眠満足度は高かったが、PSIではストレス要注意状態であり、睡眠・覚醒に伴うHFの有意な変化がみられなかった。事例6は、アクチグラフの分析結果では、睡眠効率が低い傾向であったが、主観的には睡眠満足度は問題なかった。小学校高学年児童の睡眠・覚醒リズムと自律神経活動の評価には主観的・生理的評価の総合的評価が重要と考えられた。

謝辞

本研究の遂行にあたり、調査にご協力いただいた児童・保護者のみなさまをはじめ、本研究にご協力いただきましたみなさまに心より御礼申し上げます。

本研究はJSPS科研費(15H00686)の助成を受けたも

のである。

文献

- 1) 関根道和, 鏡森定信: 子どもの睡眠と生活習慣—寝ぬ子は太る—。医学のあゆみ, 223(10): 833-836, 2007
- 2) 文部科学省: 平成26年度全国学力学習状況調査 <https://www.nier.go.jp/14chousakekkahoukoku/index.html>
- 3) 門田美恵子, 吉田浩子, 大東俊一, 青木清: 小学校第6学年児童の登校意欲に影響を与える生活実態。心身健康科学, 8(2): 150-159, 2012
- 4) 増田彰則: 不登校と睡眠障害について。心身医学, 50(6): 815-820, 2010
- 5) OECDの国際比較調査(2011) <http://www.oecd.org/gender/data/balancingpaidworkunpaidworkandleisure.htm>
- 6) Mindell, J. A., Sadeh, A., Wiegand, B., How, T. H., *et al.*: Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. *Sleep Medicine*, 11(3): 274-280, 2010
- 7) El-Sheikh, M., Erath, S. A., Bagley, E. J.: Parasympathetic nervous system activity and children's sleep. *J. Sleep Res.*, 22(3): 282-288, 2013
- 8) Hyde, M., O'Driscoll, D. M., Binette, S., Galang, C., *et al.*: Validation of actigraphy for determining sleep and wake in children with sleep disordered breathing. *Journal of Sleep Research*, 16(2): 213-216, 2007
- 9) So, K., Buckley, P., Adamson, T. M., Horne, R. S.: Actigraphy Correctly Predicts Sleep Behavior in Infants Who Are Younger than Six Months, When Compared with Polysomnography. *Pediatric Research*, 58: 761-765, 2005
- 10) Galland, B., Meredith-Jones, K., Terrill, P., Taylor, R.: Challenges and emerging technologies within the field of pediatric actigraphy. *Front Psychiatry*, 21(5): 99, 2014
- 11) Iwasa, Y., Nakayasu, K., Nomura, M., Nakaya, Y., *et al.*: The relationship between autonomic nervous

- activity and physical activity in children. *Pediatrics International*, 47 : 361-371, 2005
- 12) 文部科学省：平成25年度全国体力・運動能力，運動習慣等調査結果 http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kodomo/zencyo/1342657.htm
- 13) 坂野雄二，岡安孝弘，嶋田洋徳：PSI小学生用・中学生用・高校生用マニュアル．実務教育出版，2007
- 14) 土井由利子，箕輪真澄，内山真，大川匡子：ピッツバーグ睡眠質問票日本語版の作成．*精神科治療学*，13(6) : 755-763, 1998
- 15) Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., Okawa, M., *et al.*: Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subjects. *Psychiatry Research*, 97 : 165-172, 2000
- 16) Buysse, D. J., Reynolds, C. F. 3rd., Monk, T. H., Berman, S. R. : The Pittsburgh Sleep Quality Index : a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2) : 193-213, 1989
- 17) Chung, G. S., Choi, B. H., Jeong, D. U., Park, K. S. : Noninvasive Heart Rate Variability Analysis Using Loadcell-Installed Bed During Sleep. *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS : Lyon*, 22-26, 2357-2360, 2007
- 18) Blackwell, T., Redline, S., Ancoli-Israel, S., Schneider, J. L. : Comparison of Sleep Parameters from Actigraphy and Polysomnography in Older Women : The SOF Study. *Sleep*, 31(2) : 283-291, 2008
- 19) 田中幸雄，大友詔雄調，寺地三朗：非線形時系列データ解析 2．汎用時系列データ解析システム“MemCalc”の構成．北海道大学工学部研究報告第160号，11-23, 1992
- 20) Zhou, H. Q., Yao, M., Chen, W. B., Sun, M. F., *et al.* : High prevalence of irritable bowel syndrome with poor sleep quality in children and adolescents in Shanghai. *Sleep and Biological Rhythms*, 10 : 179-186, 2012
- 21) 劉景緯，中島由雅，津村有希，森田健：中国と日本における中・高校生の生活スタイル実態とその睡眠と行動に与える影響．福岡女子大学人間環境学部紀要，42 : 45-48, 2011
- 22) 松本成史，柿崎秀宏，阿部泰之，高橋啓規 他：夜尿症と睡眠覚醒障害の関連—アクティグラフィによる客観的睡眠評価を用いて—．*夜尿症研究*，19 : 43-47, 2014
- 23) 田島世貴，倉恒弘彦，山口浩二，高橋あゆみ：アクティブラフ，アクティブトレーサーを用いた方法．*日本臨床*，65(6) : 1057-1064, 2007
- 24) 公益財団法人 日本学校保健会：平成24年度児童生徒の健康状態サーベイランス事業報告書．31-32
- 25) Kamath, M. V., Watanabe, M., Upton, A. R. : *Heart Rate Variability (HRV) Signal Analysis*. CRC Press, 2012
- 26) 医薬品インタビューフォーム https://ds-pharma.jp/product/sediel/pdf/sediel_tab_interv.pdf
- 27) 塩田耕平，後藤一成，内田直：一過性の高強度無酸素運動が夜間睡眠に及ぼす影響．*日本臨床スポーツ医学会誌*，20(2) : 306-315, 2012
- 28) 堀忠雄：睡眠心理学．北大路書房，2008
- 29) 三池輝久：小児型慢性疲労症候群と不登校．*医学のあゆみ*，228(6) : 710-716, 2009
- 30) 田島世貴，山口浩二，倉恒弘彦，渡辺恭良 他：生理学的バイオマーカーによる疲労の計測．*アンチ・エイジング医学*，6(3) : 329-334, 2010

Relationship between sleep-wake rhythms and autonomic nerve activities of elementary school children through Actigraphy

Hiroko Sugimoto¹⁾, Yuko Yasuhara²⁾, Tetsuya Tanioka²⁾, Yoshiko Gogi³⁾, Kenji Mori²⁾, Shoko Fuji⁴⁾, and Ken Saito²⁾

¹⁾*Sanagochi Elementary School and Junior High School, Tokushima, Japan*

²⁾*Institute of Biomedical Sciences, Tokushima University Graduate School, Tokushima, Japan*

³⁾*Department of Educational Psychology, Shujitsu University, Okayama, Japan*

⁴⁾*Graduate School of Health Sciences, Tokushima University, Tokushima, Japan*

SUMMARY

The purpose of this study was to clarify the relationship between sleep-wake rhythms and autonomic nerve activities using actigraphy and heart rate variability (HRV) analysis. Subjects were comprised of six children who were in the fourth to sixth grade levels of elementary school (four boys and two girls). The study was conducted between January and December 2015. The data collection procedure was performed following the Private Information Protection Law, with approval from Tokushima University Hospital Ethics Board (approval number 2021). These subjects were evaluated in an Attentive-Care-Needed stress state based on the PSI (Public Health Research Foundation Type Stress Inventory) and PSQI-J (Pittsburgh Sleep Quality Index, Japanese Version). In analyzing their sleep-wake rhythms, autonomic nervous activities were determined using an actigraph and HRV through RR interval sequence electrocardiography. The results of actigraph data of sleep efficiency in Subject Number 6 was low (76.47%). Regardless, the subject experienced subjective sleep satisfaction. However, Subject Number 2, insisted that she could not easily wake up in the morning because of being sleepy. Low Frequency (LF)/High Frequency (HF) data indicated sympathetic nervous activity showing that all subjects had significantly higher LF/HF value during wakefulness than when asleep. HF data indicated parasympathetic activity of five out of the six children showing significantly higher value during sleep than when awake. Subject number 3 expressed that he was sleepy and could not get up in the morning, and also had trouble going to and maintaining sleep. However, this subject's results of the PSQI-J indicated that he had no problem expressing subjective sleep satisfaction. Furthermore, in the actigraph and HRV analysis, findings showed that subjects had good sleeping patterns. These findings strongly signify the importance of determining the sleep-wake rhythms of school children based on data from subjective and physiological evaluation methods.

Key words : Primary school children, Sleep-wake rhythm, Autonomic nervous activity, Sleep Quality, Stress