

男子大学生における 夜間睡眠の乱れと自律神経系活動の関係

内 田 英 二
木 本 理 可
塚 本 未 来
神 林 勲

I. 緒言

青少年の睡眠は思春期以降就床時刻が遅くなり、とくに大学生では高校までの生活リズムから一変して就床および起床時刻が遅くなる睡眠相の後退が認められ、その結果として精神的健康への悪影響や学業成績の悪化などの問題が生じていることが報告されている（福田ほか，2017）．大学生の生活は生活時間（授業やアルバイト），居住形態（家族と同居または独居）など多様であり，睡眠に影響を与えていることが知られている（Asaoka, 2004；内田ほか，2015）．また大学生は一般的に生活習慣の質が低く，精神的健康度も低いことが報告されており，とくに男子学生は女子学生に比較して生活習慣の悪化が顕著であること，健康教育介入の効果が薄いことなどが指摘されている（徳田，2014）．

ヒトの活動は規則性をもった生体リズムに合わせて行われ，睡眠，自律神経系も周期的なリズムによって行われている．自律神経系は，交感神経系と副交感神経系の2つの神経系から構成され，交感神経系は心身の活動時，緊張時に活発に働き，副交感神経系は睡眠時など心身の活動における準備段階で活発になることが知られている（鈴木ほか，2015）．またこれらの生体リズムは生体内の多種多様な体内時計によって制御されており，24時間を1周期として規則正しく繰り返されるものを概日リズムと呼んでいる．睡眠

については睡眠と覚醒の二相性のリズム（睡眠－覚醒リズム）を有しているが、過度の睡眠相前進および後退は海外渡航時にみられる時差ぼけ様の症状を示す社会的ジェットラグを惹起し、身体的心理的にさまざまな影響を及ぼすことが知られている。三島（2016）は社会的ジェットラグが心身に及ぼす影響について、睡眠負債の増大や睡眠障害の発症など睡眠関連の問題だけではなく、夜型生活による食事時間の遅延、朝食欠食が肥満リスクを増大させるなどの代謝異常、身体活動量減少、さらに認知機能低下、抑うつなども引き起こすとしている。睡眠相の後退である夜型の生活リズムは若年者で多く観察され、若年女性では夜型傾向の生活リズムにより交感神経優位の自律神経活動が終日持続し、とくに午前中の空腹感低下による食欲減退が生ずることを指摘している（本窪田ほか、2016）。

若年者の睡眠と自律神経系の関係については睡眠制限が心臓機能に及ぼす影響が検討され、心拍応答の周波数成分は睡眠制限の影響を受けることから評価指標になることが示されている（Wessel et al., 2017）。また山口ほか（2011）は睡眠相の違いによる自律神経系活動の検討で夜型傾向の学生は朝の自律神経系の活動レベルが低いことを指摘している。

以上のことから大学生の夜間睡眠と自律神経系活動との関連を明らかにすることは青少年における心理的身体的な健康の維持向上に寄与するものと考えた。そこで本研究では、健康な男子大学生 26 名を対象として質問紙調査および睡眠測定による睡眠評価と非侵襲的な方法を用いた自律神経系活動測定を行い、睡眠の状況と自律神経系活動の関連を明らかにすることを目的とし、検討を行った。

Ⅱ. 方法

1. 被験者

本研究は、健康な男子大学生 26 名（年齢； 21.3 ± 1.3 才）を被験者として採用した。

本研究の実施に先立ち、被験者に対して研究の意義、方法、人権擁護への

配慮などを記した同意書を提示して説明を行った。さらに最終的な意志を確認し、同意の得られた被験者から同意書への署名を得た。また同意の撤回は随時可能であることを併せて伝えた。なお本研究は大正大学研究倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 測定方法

測定は2019年11月下旬から2020年3月上旬に実施し、期間は連続する7日間とした。

睡眠評価にはピッツバーグ睡眠質問票日本語版 (Pittsburgh sleep quality index-J; 以下「PSQI-J」と略す) (土井ほか, 1998; Doi et al., 2000), エプワース眠気尺度日本語版 (Japanese version of the Epworth Sleepiness Scale; 以下「JESS」と略す) および朝型-夜型質問紙 (Morningness-Eveningness Questionnaire; 以下「MEQ」) (Horne & Östberg, 1976; 石原ほか, 1986) の3種類の質問紙調査および小型活動量計を用いた睡眠時活動測定を用いた。

また自律神経系活動指標の測定には加速度脈波測定器を用いた。なお被験者には期間中普段通りの生活を行うこと、飲酒をしないことを指示した。

3. 睡眠評価

(1) 質問紙調査

被験者の睡眠傾向を確認するための質問紙調査について PSQI-J, JESS および MEQ の3種類の質問紙調査を行った。PSQI-J は長期間の睡眠状況の主観的評価を目的としており, Doi et al. (2000) によって標準化され, 睡眠障害の程度を評価する際に有効であるとされている (石原, 2009)。この調査は過去1か月間の睡眠状態を睡眠の質, 入眠時間, 睡眠時間, 睡眠効率, 睡眠困難, 眠剤の使用および日中覚醒困難の7要素18項目から評価するものであり, 得点が高いほど睡眠が障害されている状態を表し, 合計点5.5点を切断点とし, これを超えるか否かにより障害の有無を判定する。JESS は日中の眠気に関する主観的評価法であり, 過眠のスクリーニングとして用いられている。被験者が眠気をもたらす日常生活でよくみられる8つの状

況の各々における眠気のレベル 0～3 点を対象者に選択記入させる（石原, 2009）。PSQI-J 同様に得点が高いほど日中の眠気が強いとされ 11 点以上が問題ありと評価される。MEQ は Horne と Östberg（1976）によって開発された 19 項目から構成された質問紙であり日本語版も作成されている（石原ほか, 1986）。睡眠傾向からクロノタイプを評価するものであり、回答を得点化し、得られた総得点によって超朝型（86-70 点）、朝型（69-59 点）、中間型（58-42 点）、夜型（41-31 点）および超夜型（30-16 点）の 5 つに分類するものである。

なおそれぞれの質問紙調査については期間中に実施するよう指示した。

（2）睡眠時活動測定

睡眠中の姿勢変化などの身体活動から睡眠状態を客観的に評価するため、小型活動量計（MTN-220, アコーズ社製）を用いた睡眠時の活動記録を測定した。被験者に実験期間中の入浴時を除き活動量計を着衣の腰部に装着させ睡眠中の身体活動状態の記録を採取した。測定記録の解析には睡眠解析プログラム SleepSign Act（キッセイコムテック社製）を用いて、総就床時間、総睡眠時間、中途覚醒時間、入眠時間、睡眠効率、中途覚醒回数、姿勢変更回数、就床時刻および起床時刻の判定数値（睡眠変数）を得た。各睡眠変数について、総就床時間は就床時刻から離床時刻までの時間、総睡眠時間は入眠時刻から覚醒時刻までの時間から中途覚醒時間を差し引いた時間、入眠時間は就床時刻から入眠時刻までの時間、睡眠効率は総睡眠時間を総就床時間で除した値と定義した（堀, 2015）。また中途覚醒回数および姿勢変更回数については 1 時間当たりの値で検討した。

4. 自律神経系活動の評価

自律神経系活動には加速度脈波測定器（パルスアナライザープラスビュー；TAS9VIEW, YKC 社製）を用いた。脈波測定用センサーを左手第 2 指の指尖部に装着し、サンプリング周波数は 1000 Hz、測定時間は 2 分 30 秒として安静座位にて測定した。被験者は午前に登校可能な 2 日を選び、実験室内で 5 分程度の休息をとったのち測定を行った。この 2 回の平均値をもって各被

験者の代表値として分析，検討を行った。

自律神経系活動の評価指標としては高速フーリエ変換により得られた周波数成分である LF (0.04 – 0.15Hz)，HF (0.15 – 0.4Hz) を対数変換した LnLF，LnHF を用いた。HF は専ら副交感神経系活動を反映し，LF は交感神経活動と副交感神経両方の影響を受けるとされている (清水，2008)。その他に，総自律神経系活動値として LnTP，交感神経系と副交感神経系のバランスの指標として Ln (LF/HF) を変数として用いた (木本ほか，2018)。

5. 統計処理

得られた測定結果についてはすべて平均値±標準偏差で表し，IBM SPSS Statistics ver.24 を用いて統計処理を行った。活動量計記録は期間中の各被験者の平均値を代表値とした。睡眠評価に用いた変数と自律神経系活動指標との関係については Pearson の相関分析を用い，有意水準は 5%未満とした。

III. 結果

1. 質問紙調査結果について

質問紙調査の結果は表 1 に示した。長期間の睡眠状況を主観的に評価する PSQI-J については 7 項目ある下位尺度の合計点で 6.2 ± 2.7 ポイントであった。各被験者の状況について切断点である 5.5 点を上回った者が 26 名中 14 名と半数を超え，また最も高かった者は 13 点であった。また日中の眠気を評価する JESS は 9.8 ± 4.2 点であり切断点である 11 点を下回り，切断点を上回った者は 9 名であり全体の 34%にとどまった。睡眠傾向を示す MEQ では全体の平均点が 43.9 ± 9.5 点となった。また分類については超朝型，朝型は皆無であり，中間型 17 名が 65%を占め，夜型が 5 名，超夜型が 4 名おり，大学生の睡眠相が後退している状況が確認された。

2. 睡眠時活動測定結果について

被験者の睡眠時活動測定について，測定によって得られた睡眠変数に関す

表 1 質問紙調査を用いた主観的な睡眠評価および睡眠傾向の結果

		mean	SD	max	min
ピッツバーグ睡眠調査 (PSQI-J)					
睡眠の質	(pts)	1.4 ± 0.7			
入眠時間	(pts)	1.3 ± 0.9			
睡眠時間	(pts)	1.3 ± 1.0			
睡眠効率	(pts)	1.3 ± 0.8			
睡眠困難	(pts)	0.4 ± 0.5			
眠剤の使用	(pts)	0.7 ± 0.0			
日中覚醒困難	(pts)	0.0 ± 0.7			
合計点	(pts)	1.1 ± 2.7		13	2
エプワース眠気尺度 (JESS)					
合計点	(pts)	9.8 ± 4.2		19	2
朝型-夜型質問紙 (MEQ)					
得点	(pts)	43.9 ± 9.5			

数値は平均点±標準偏差で示した

表 2 活動量計を用いた睡眠時活動測定における睡眠変数の測定結果

		mean	SD	max	min
総就床時間	(h)	7.0 ± 1.1		9.1	4.6
総睡眠時間	(h)	5.1 ± 0.9		7.0	3.2
中途覚醒時間	(h)	1.4 ± 0.7		3.3	0.5
入眠時間	(min.)	18.0 ± 8.8		35.3	4.4
睡眠効率	(%)	74.0 ± 9.9		87.9	55.3
中途覚醒回数	(tms/h)	2.2 ± 1.0		4.1	0.6
姿勢変更回数	(tms/h)	3.3 ± 1.6		7.0	1.5
起床時刻	(h:m)	8:18 ± 1:36		13:00	5:18
就床時刻	(h:m)	1:24 ± 1:18		4:30	23:00

数値は平均点±標準偏差で示した

る平均値，最大値および最小値は表 2 に示した．総就床時間は 7.0 ± 1.1 時間であったが入眠時間あるいは中途覚醒時間などを差し引いた総睡眠時間は 5.1 ± 0.9 時間に減少していた．就床時刻，起床時刻を含めた時間的な項目では個人差が非常に大きく，昼夜逆転が疑われる状況も観察された．

また各被験者の期間中の睡眠変数については期間中の測定値の平均値をもって代表値として評価したが，個人内での測定値が日によって差が大きい状況が観察され，その結果として標準偏差が大きな値を示した．この差の大

表3 各被験者における7日間の睡眠変数の平均標準偏差

		mean	SD	max	min
総就床時間	(h)	1.5 ± 0.7		2.9	0.2
総睡眠時間	(h)	1.3 ± 0.5		2.7	0.5
中途覚醒時間	(h)	0.6 ± 0.3		1.6	0.2
入眠時間	(min.)	15.2 ± 7.1		35.8	6.0
睡眠効率	(%)	7.8 ± 3.4		14.7	1.9
中途覚醒回数	(tms/h)	0.7 ± 0.3		1.4	0.3
姿勢変更回数	(tms/h)	1.1 ± 0.6		2.2	0.3
起床時刻	(h:m)	1.5 ± 0.9		4.4	0.3
就床時刻	(h:m)	1.1 ± 0.7		2.4	0.2

数値は平均点±標準偏差で示した

きさは睡眠一覚醒リズムの乱れを示していると考えられることから、被験者ごとに代表値を求める際に算出した標準偏差の平均値(以下、「平均標準偏差」とする)を求めて表3に示した。その結果、睡眠の量的指標である総就床時間、総睡眠時間においてそれぞれ1.5時間、1.3時間という値を示した。また就床時刻と起床時刻についても量的な指標と同様の結果が観察された。とくに起床時刻においては標準偏差が4.4時間を示す者がおり、大学生の睡眠の時間および時刻が日によって大きく異なる状況が示された。

3. 自律神経系活動の測定結果について

自律神経系活動測定については測定を実施できなかった3名を除く23名を分析の対象とした。また睡眠時活動測定との関連の分析についても同様とした。自律神経系活動指標については期間中に2回測定し、その平均値をもって分析を行い結果は表4に示した。その結果、平均心拍数は79.1 ± 11.4bpm、副交感神経活動を示すLnHFが5.61 ± 1.01、交感神経系と副交感神経系のバランスを評価するLn(LF/HF)は1.1 ± 0.2であった(表4)。

表4 自律神経系活動指標について

	Mean HR	LnTP	LnLF	LnHF	Ln(LF/HF)
平均	79.1	7.0	5.9	5.6	1.1
標準偏差	11.4	0.6	1.2	1.0	0.2

4. 自律神経系活動と睡眠変数の関係について

質問紙調査および活動量計で得られた各睡眠変数と自律神経系活動指標との関連について Pearson の相関分析を行ったが有意な相関関係は観察されなかった。続いて活動量計の結果から評価した睡眠-覚醒リズムの乱れを示す平均標準偏差と自律神経系活動との関連について相関分析を行い、得られた相関係数を表5に示した。その結果、副交感神経活動の指標である LnHF において総睡眠時間および起床時刻との間で有意な負の相関がみられ、起床時刻の平均標準偏差が大きい者ほど副交感神経活動が低値を示す傾向がみられた (いずれも $p < 0.05$)。

表5 各睡眠変数の平均標準偏差と自律神経系活動指標との間の相関係数

	Mean HR	LnTP	LnLF	LnHF	Ln(LF/HF)
総就床時間	0.01	-0.28	-0.26	-0.37	0.15
総睡眠時間	-0.03	-0.29	-0.27	-0.43*	0.26
中途覚醒時間	0.24	0.05	0.00	0.14	-0.16
入眠時間	0.15	-0.29	-0.29	-0.38	0.24
睡眠効率	0.10	-0.22	-0.23	-0.25	0.14
中途覚醒回数	0.10	-0.16	-0.09	-0.15	0.08
姿勢変更回数	0.10	0.07	0.01	0.14	-0.12
起床時刻	0.30	-0.26	-0.22	-0.27	0.06
就床時刻	0.24	-0.32	-0.26	-0.45*	0.22

*; $p < 0.05$

IV. 考察

本研究では、質問紙調査および睡眠測定による睡眠評価と非侵襲的な方法を用いた自律神経系活動測定を行い、睡眠と自律神経系の関連を評価する指標を探索することを目的とした。

その結果、PSQI-J では平均値で睡眠障害と考えられる 5.5 点を超え、被験者の半数以上 (14 名 / 26 名) がその危険性を有している状況が示された。また MEQ においては 65% が中間型、残りは夜型または超夜型を示した。活動量計による評価では個人差が大きい状況が観察され、また個人内でも日

によって時間的な差異が大きいことが確認された。睡眠変数と自律神経系活動については副交感神経活動を評価する LnHF と起床時刻および総睡眠時間の平均標準偏差の間で有意な負の相関が確認された。

大学生の睡眠については Steptoe et al. (2006) は日本人大学生の睡眠時間が6時間程度と世界で最短とし、三宅ほか(2015)も同様の報告をしているが、内田ほか(2015)は首都圏の大学生を対象とした調査において男子7.6時間、女子7.2時間と先行研究と比較して長いこと、また佐々木(2020)は男子大学生では7.1時間であったと報告している。これらの睡眠時間との比較は本研究で示した総就床時間を用いるのが適切と思われるが、量的には十分に確保できているものと考えられる。

睡眠-覚醒リズムにはメラトニンが強く関与していることが知られている。メラトニンは脳の松果体から分泌されるホルモンであるが、光刺激が体内時計である視交叉上核を介して脳の松果体に到達して分泌の調節が行われる。メラトニンの分泌は起床時から14～16時間後にピークを迎え覚醒に従い減少する経過を示し、光刺激の入力により分泌は抑制される(神山, 2015; Uchiyama et al., 2000)。

Nagane et al. (2011) は大学生を対象としてメラトニンおよび成長ホルモンの分泌リズムから睡眠の規則群と不規則群に分類して心身の状態を検討し、不規則群では朝夕の比較において朝の方が不調を示す項目が多かったことを報告している。成長ホルモンはメラトニン同様に夜間に分泌がピークとなる成長促進作用に関与するホルモンであるが、成人以降もタンパク合成促進作用などを行うことから重要な役割を担っている。継続的な睡眠時間の乱れ、睡眠相の後退はこれらのホルモンの分泌リズムに悪影響を及ぼすことが推察され、それに付随した身体的な失調あるいは生活リズムの変調を惹き起こすことが考えられる。

竹内ほか(2000)は大学生の睡眠および生活習慣に関する調査をもとに睡眠パターンと睡眠習慣の分類を行った研究で男子大学生は睡眠時間、就床時刻などの変動が大きいことを指摘している。また内田ほか(2015)は男子大学生の睡眠時間および起床時刻の平均標準偏差が1.5時間、1.6時間であり、女子より高値であったことを報告している。睡眠相の後退が自律神経系

に及ぼす影響については山口ほか（2011）は女子大学生を対象として検討しているが、夜型傾向の学生は朝型傾向の学生と比較して朝の自律神経系活動レベルが全体的に低く、また交感神経系活動の有意な低値および副交感神経活動の低値傾向が確認されたとしている。また Sudy et al. (2019) は男子大学生では睡眠時間帯の中央値（midpoint）における平日と休日の差が大きい群では平日と休日の副交感神経系活動に有意な差異が認められたとしている。交感神経系は活動・緊張・ストレスの神経、副交感神経系は修復・休息・リラクスの神経と称されており、朝に観察される副交感神経系の低値傾向は睡眠による心身の休養が不十分であることが考えられる。本研究においても睡眠時間などの時間的な不規則性が副交感神経系にネガティブに作用している傾向が観察されたことから自律神経系との関連を説明できる指標になりうることを示された。

本研究の限界と今後の課題としては自律神経系活動測定の測定条件の統制が不十分であったことが挙げられる。被験者のスケジュールを考慮した測定プロトコルとしたことから測定時刻に違いが生じた。自律神経系活動には日内変動があり、また多様な要因の影響を受けることが知られている。したがって測定時刻の違いが測定結果に影響を及ぼした可能性は否めない。今後の課題として、測定に関する統制条件を十分に考慮すること、また心拍変動を用いた自律神経活動の絶対値の個人内変化は個人間以上に重要な情報となりうる（Sudy et al., 2019）とされていることから介入による方法などを用いた検討を行う必要性が指摘された。

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究 C 18K10935）を受けて実施されたものである。

文献

- 一〇 Asaoka, S., Komada, Y., Aritake, S., Morita, Y., Fukuda, K. and Inoue, Y. (2014) Effect of delayed sleep phase during university life on the daytime functioning in work life after graduation. *Sleep Medicine*, 15 (9) : 1155-1158.

- 土井由利子, 簗輪眞澄, 大川匡子, 内山真 (1998) 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 : 755-763.
- Doi, Y., Minowa, M., Uchiyama, M., Okawa, M., Kim, K., Shibui, K., and Kamei, Y. (2000) 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 Res.*, 97: 165-172.
- 福田一彦, 浅岡章一, 中村真, Kelly, T.M., 宮崎幸司, 室城隆之, 山本隆一郎 (2017) 大学生の睡眠覚醒習慣について (第2報). 江戸川大学紀要, 27 : 321-328.
- 堀有行 (2015) PSG 所見の評価と報告書作成. 日本睡眠学会編, 改訂版臨床睡眠検査マニュアル. ライフ・サイエンス, pp.56-64.
- Horne, J.A. and Östberg O. (1976) A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4: 97-100.
- 石原金由, 宮下彰夫, 犬上牧, 福田一彦, 山崎勝男, 宮田洋 (1986) . 日本語版朝型-夜型質問紙による調査結果. *心理学研究*, 57 : 87-91.
- 石原金由 (2009) 睡眠調査. 日本睡眠学会編, 睡眠学. 朝倉書店, pp.293-299.
- 木本理可, 神林勲, 須合幸司, 塚本未来, 東郷将成, 秋月茜, 内田英二 (2018) 児童における起床時体温の低下傾向と生活習慣・自律神経系活動の関連. 第73回日本体力医学会大会予稿集, p.204.
- 神山潤 (2015) 睡眠の生理と臨床 (改訂第3版). 診断と治療社 : 東京, pp.41-42.
- 三島和夫 (2016) 社会的ジェットラグがもたらす健康リスク, *日本内科学会雑誌*, 105 (9) : 1675-1681.
- 三宅典恵, 岡本百合, 神人蘭, 永澤一恵, 矢式寿子, 内野悌司, 磯部典子, 高田純, 小島奈々恵, 二本松美里, 吉原正治 (2015) 大学生を対象とした睡眠調査について. *総合保健科学*, 31 : 7-12.
- 本窪田直子, 駒居南保, 鈴木麻希, 林育代, 森谷敏夫, 永井成美 (2016)

- 夜型指向性が若年女性の自律神経活動，胃運動および食欲感覚の日中の変動に及ぼす影響. 日本栄養・食糧学会誌, 69 (2) : 65-74.
- Nagane, M., Suge, R and Watanabe, S. (2011) Relationship between psychosomatic complaints and circadian rhythm irregularity assessed by salivary levels of melatonin and growth hormone. *Journal of Circadian Rhythms*, 9: 9.
- 佐々木浩子 (2020) 若年者における睡眠習慣と不眠状況に関する研究. 北翔大学教育文化学部研究紀要, 5 : 53-61 .
- 清水徹男 (2008) 24 時間の自律神経活動リズム. 生体医工学, 46 (2) : 154-159.
- Stephoe, A., Peacey, V. and Wardle, J. (2006) Sleep duration and health in young adults. *Arch. Intern. Med.*, 166 : 1689-1692.
- Südy, Á., Ella, K., Bódizs, R. and Káldi, K. (2019) Association of social jetlag with sleep quality and autonomic cardiac control during sleep in young healthy men. *Frontiers in neuroscience*, doi:10.3389/fnins.2019.00950.
- 鈴木郁子 (2015) やさしい自律神経生理学. 中外医学社 : 東京, pp.10-13.
- 竹内朋香・犬上牧・石原金由・福田一彦 (2000) 大学生における睡眠習慣尺度の構成および睡眠パタンの分類. 教育心理学研究, 48 : 294-305.
- 徳田完二 (2014) わが国の大学生の生活習慣と精神健康に関わる研究の動向と課題. 立命館人間科学研究, 29 : 95-110.
- 内田英二, 木本理可, 塚本未来, 神林勲, 武田秀勝 (2015) 大学生における居住形態の違いが睡眠習慣および食習慣に及ぼす影響. 大正大学研究紀要, 100 : 331-340.
- Uchiyama, M., Okawa, M., Shibui, K., Liu, X., Hayakawa, T., Kamei, Y. and Takahashi, K. (2000) Poor Compensatory Function for Sleep Loss as a Pathogenic Factor in Patients with Delayed Sleep Phase Syndrome. *Sleep*, 23 (4) : 553-558.
- Wessel M.A. van Leeuwen, Sallinen, M., Virkkala, J., Lindholm, H. and Hirvonen, A. (2018) Physiological and autonomic stress responses

after prolonged sleep restriction and subsequent recovery sleep in healthy young men. Sleep and biological rhythms 16: 45-54.