

健康成人を対象とした終夜睡眠中の脳波的覚醒及び行動的覚醒における第1夜効果

保野孝弘*¹ 宮田 洋*²

要 約

本研究の目的は、健康な大学生を対象に、終夜睡眠中における EEG arousal の第1夜効果を調べることであった。男子大学生5名（平均年齢21.4歳）を対象に、実験室内で連続5夜の終夜睡眠ポリグラフ記録を実施した。EEG arousal は、アメリカ睡眠障害協会（American Sleep Disorders Association）の定義に準じて判定された。加えて、睡眠中の覚醒に対する自覚を、被験者からのボタン押し反応（BSA）で検出した。その結果、EEG arousal の平均出現数は第1夜目で増加したが、夜間の EEG arousal 及び BSA の平均値の差に統計的な有意差は認められなかった。EEG arousal は第1夜効果を受ける可能性があるが、行動的覚醒にはその効果は反映されないと考えられる。

はじめに

近年、睡眠障害の臨床研究で、睡眠中の arousal が重要な睡眠変数（sleep variables）として注目されている¹⁻⁵。例えば、Guilleminault et al.²⁾ は、日常的に重度のいびきを示す患者では、呼吸の変化に伴う arousal の発生頻度が昼間の眠気の程度と深く関連すると報告した。1992年、アメリカ睡眠障害協会（American Sleep Disorders Association）は EEG arousal の定義を行ない（以下 ASDA 法⁶⁾、睡眠臨床の場でこの定義を使用する例も増えている。この定義では、EEG arousals とは、「脳波の周波数が急激に変化することで、 θ 波、 α 波や（もしくは）16Hz 以上の周波数の脳波（睡眠紡錘波を除く）を含んでいる」とされ、いくつかの細かい条件が補足されている。健康成人を対象として、この定義に基づく EEG arousal の出現様相を検討した例は数少ない⁷⁻⁹。われわれはこれまでに、健康成人を対象に終夜睡眠中の α 波の出現、及び中途覚醒の自覚反応である行動的覚醒（ボタン押し反応；behaviorally signaled awakening, BSA）の出現様相について検討し、両者の対応関係を明らかにしてきた^{10,11)}。保野ら¹¹⁾ は、実験室で6夜連続の終夜睡眠ポリグラフ記録を行った結果、BSA の出現には第1夜効果（first night effect）は認められなかった。しかし、これまでのところ、健康成人を対象に、ASDA 法に

基づく EEG arousal の実験室での第1夜効果を検討した例は数少ない。

終夜睡眠ポリグラフ記録によって、睡眠障害者の睡眠経過を評価する場合、検査室や機器に順応させ安定したデータを得るために数夜の記録を要する。この EEG arousal が夜間でどの様に変化していくのか、言い換えれば、実験室の順応に伴い、その出現様相はどのように変わるのかを明らかにしておくことが望まれる。健康成人のこれらの特徴に関する知見は、睡眠障害者の臨床データを解釈する上で、比較対照としての資料となる。

本研究の目的は、健康成人の終夜睡眠中に見られる中途覚醒の基礎資料を蓄積するため、心身共に健康な大学生を対象に、終夜睡眠中における EEG arousal 及び行動的覚醒に第1夜効果が見られるかどうかを明らかにすることであった。

方 法

1 被験者

被験者は、心身共に健康な男子大学生5名（平均年齢21.4歳）であった。被験者は、事前に生活習慣調査に回答し、以下の基準を全て満たした。(1) 過去に睡眠実験の被験者の経験が無いこと、(2) 通常就寝時刻が23時から1時の範囲であり、通常睡眠時間が約8時間であること、(3) 昼寝の習慣が無いこと、(4) 睡眠薬などの薬物を常用していないこ

と、(5) 入眠困難、中途覚醒、早朝覚醒などの不眠症状がないことであった。

2 記録

生理指標は、脳波 (C3, C4, O1, C3-Pz), 眼球運動 (水平・垂直), オトガイ下筋筋電図, 心電図 (第 I 誘導) などであった。脳波は国際10-20電極配置法に準じ、中心部 (C3, C4), 後頭部 (O1) より、基準電極を乳様突起上 (A1, A2) に配置し、基準電極導出法 (C3/A2, C4/A1, O1/A2) で記録した。加えて、中心部 (C3) と頭頂部 (Pz) との双極導出で脳波を記録した。垂直方向の眼球運動は、上下眼窩外側縁外より約10mm の位置から、水平方向の眼球運動は左右眼窩外側縁外より約10mm の位置から双極導出法により記録された。下顎部オトガイ下筋を導出部位とし筋電図を双極導出した。行動的覚醒は、被験者からのボタン押し応答でとらえた。押しボタンは、15×35×80mm の発泡スチロールの表面上に、小型の on-off スイッチを取り付けたもので、スイッチの on-off に対する反応が記録紙上に矩形波として記録された。被験者は利き手の第一指 (母指) でスイッチを押した。その on-off には約530g の加重が必要であった。

以上の指標は、21ch 多用途脳波計 (日本光電社製 EEG4421型) を用いて、紙送り速度10mm/sec で同時記録した。

3 手続き

事前に、全被験者に実験に関する諸事項を十分に説明し、全てに同意を得た。また、被験者は体調やその他諸事情により、実験をいつでも中止できることの説明を受けた。各被験者に対して、実験室内で5夜連続の終夜睡眠ポリグラフ記録を実施した。被験者は、通常就寝時刻の約2時間前に実験室に入室した。当日の健康状態や実験内容を再度確認し、同意を得た後で電極の装着を開始した。就寝直前に、もし睡眠中に覚醒したと気づいた時にはいつでもできる限り早く、押しボタンを4回押すように教示した。

被験者の日中の行動は自由としたが、昼寝、飲酒、過激な運動をしないように強く要請した。また、尿意による中途覚醒をできる限り避ける目的から、被験者は実験室に入室後、通常の水分摂取量を越えて必要以上の水分をとらないように指示され、就寝前には必ず用便に行くよう要請された。

4 資料の整理と統計処理

ASDA 法の定義に準じて、各被験者、各夜毎に EEG arousal 及び BSAs の出現数を算出した。それぞれの単位時間 (1時間) 当たりの出現数を求め、各夜毎に被験者5名の各平均値を算出した。夜間の

それぞれの平均値の差の有意性を検討するために、繰り返しのある一要因の分散分析を行った。この際、被験者内要因の Type I error を統制する目的から、Greenhouse-Geisser の手法¹²⁾ に基づき、自由度を修正し確率を算出した。睡眠段階の分類は、Rechtschaffen & Kales の基準¹³⁾ に準じた。

結 果

1 EEG arousal 出現時のポリグラフ記録例

Fig. 1は、段階2で見られた EEG arousal の一例である。これを見ると、脳波 C3, C4 部位に、徐波に引き続き約4秒持続する α 波 (約10Hz) の出現が認められ (図中、下線部)、同時にオトガイ下筋筋電図は一過性に増加している。

2 EEG arousal と BSA の出現頻度

EEG arousal の総出現数は464件で、1夜の平均出現数は18.50件であった。また、単位時間 (1時間) 当たりの平均出現数は2.40件であった。一方、BSA の総出現数は48件で、1夜の平均出現数は1.92件であった。また、1時間当たりの平均出現数は0.24件であった。

3 EEG arousal と BSA 出現の夜間変化

Fig. 2は、EEG arousal と BSA の平均出現数の夜間変化を示したものである。EEG arousal の1時間当たりの平均出現数は1夜目で最も多く (2.72件)、2夜目以降は2.1~2.4件前後で、4夜目が最も少なかった。一方、BSA では、2夜目で0.39件と最も多く、4、5夜目で0.17と減少した。両者の夜間の平均値の差を統計的に検討したが、いずれも夜間の平均値に有意な差は認められなかった。

考 察

今回は、心身共に健康な大学生5名を対象に、終夜睡眠中における脳波的覚醒 (EEG arousal) 及び行動的覚醒 (BSA) に第1夜効果が見られるかどうかを検討した。特に今回は、アメリカ睡眠障害協会が定義した EEG arousal の基準に従い、その出現を同定した。その結果、本研究では EEG arousal は、第1夜目で最も平均出現数が高く、2夜から5夜で安定する傾向が認められた。しかし、その夜間の平均値の差に統計的な有意差は認められなかった。立花ら⁸⁾ は、男子健常若年者5名を対象に、連続2夜の終夜睡眠ポリグラフ記録を行い、同様の基準を用いて EEG arousal の第1夜効果を検討した。その結果、第1夜目で EEG arousal が有意な増加を認めている。本研究では、統計的な有意差には至らなかったが、5夜の中で第1夜目で EEG arousal の出現数が最も多かったことから、EEG arousals の出

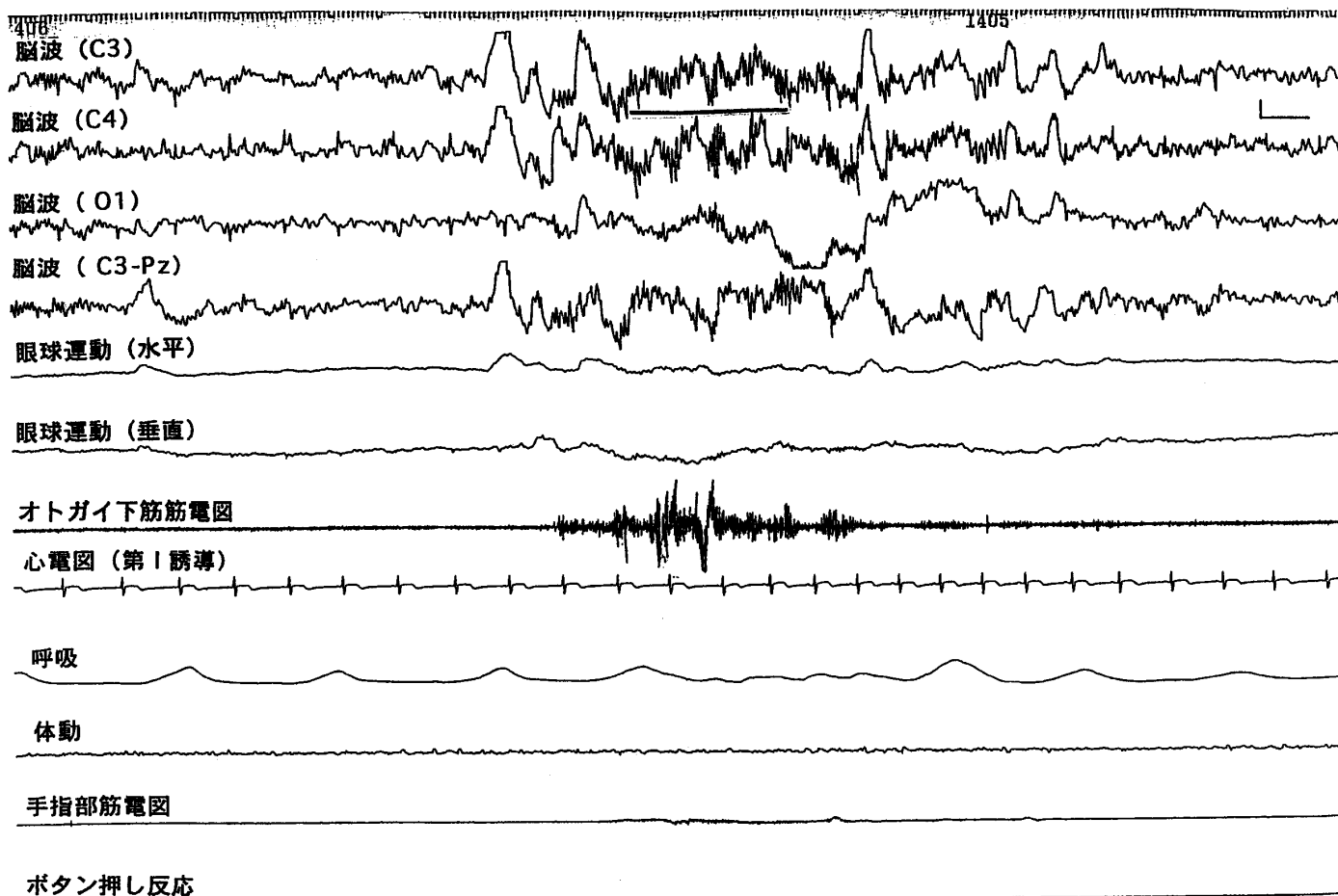


Fig. 1 段階2で見られた EEG arousal 出現時のポリグラフ記録例

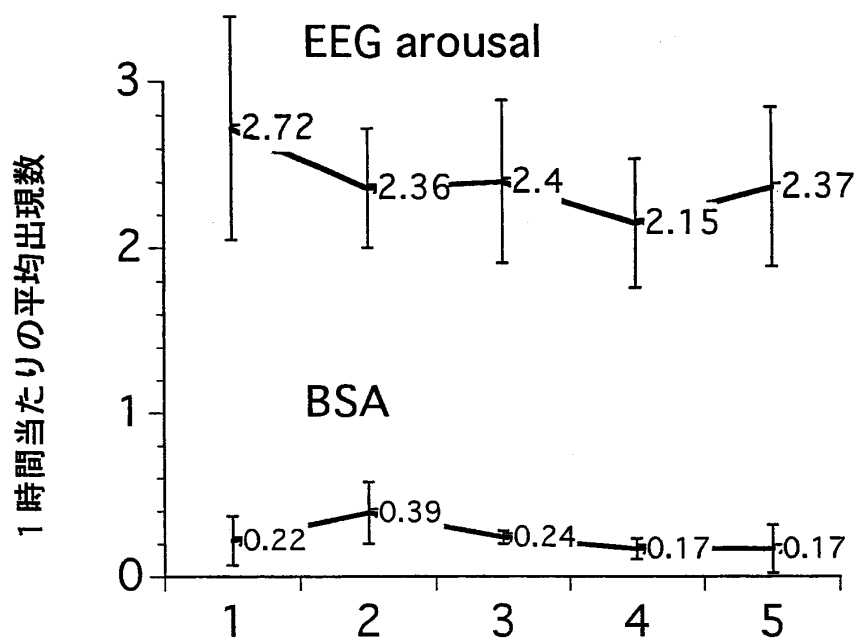


Fig. 2 EEG arousal 及び BSA の平均出現数の夜間変動

現に第1夜効果が認められる可能性は否定できない。

従来より、実験室で数夜連続して終夜睡眠ポリグラフ記録を行なうと、第1夜目の睡眠経過がそれ以降のそれに比べて歪められるという、第1夜効果が知られている^{14,15)}。主な効果として、第1夜目では、段階1 (stage 1) と段階覚醒 (stage Wake) が多く、段階 REM が減少し、段階の移行がより頻繁に見られるなどが挙げられる。今回、arousal の指

標に用いた EEG arousal にも、この第1夜効果が反映されると考えられる。本研究では、睡眠中に「覚醒した」という自覚応答をボタン押しで検出し、行動的覚醒 (BSA) の夜間変化も検討した。その結果、2夜目でやや平均値が高かったが、5夜間の平均値に有意な差は認められなかった。保野ら¹¹⁾は、6夜連続の終夜睡眠ポリグラフ記録を行い、BSA と段階覚醒の夜間変化を調べた。その結果、段階覚醒の

出現数が第1夜目で有意に増加したが、BSAの出現数には有意な変化が認められなかった。これらのことから、脳波で定義される覚醒と行動的に定義される覚醒では、実験室への順応効果に違いがあると推察できる。

睡眠障害の臨床場面では、1夜の終夜睡眠ポリグラフ検査のデータを診断などに使う場合が多い。そのために、臨床的に重要なEEG arousalの出現様

相の特徴を明らかにしておくことは重要である。基礎資料をさらに収集し、EEG arousalの特徴を明らかにすることが望まれる。

この研究の一部は、文部省科学研究費補助金一般研究(B)(研究代表者 宮田 洋, 課題番号 61450021)の援助を受けて実施した。

文 献

- 1) Roehrs T, Timms V, Zwyghuizen-Doorenbos A, Buzenski R and Roth T (1990) Polysomnographic, performance and personality differences of sleepy and alert normals. *Sleep*, **13**, 395-402.
- 2) Guilleminault C, Stoohs, R and Duncan S (1991) Snoring (1). Daytime sleepiness in regular heavy snorers. *Chest*, **99**(1), 40-48.
- 3) Cheshire K, Engleman H, Deary I and Douglas NJ (1992) Factors impairing daytime performance in patients with the sleep apnea/hypopnea syndrome. *Archives of Internal Medicine*, **152**, 538-541.
- 4) Pitson DJ and Stradling JR (1998) Autonomic markers of arousal during sleep in patients undergoing investigation for obstructive sleep apnoea, their relationship to EEG arousals, respiratory events and subjective sleepiness. *Journal of Sleep Research*, **7**, 53-59.
- 5) Karadeniz D, Ondze B, Besset A and Billiard M (2000) EEG arousals and awakenings in relation with periodic leg movements during sleep. *Journal of Sleep Research*, **9**(3), 273-277.
- 6) American Sleep Disorders Association (1992) EEG arousals: scoring rules and examples. *Sleep*, **15**, 173-184.
- 7) Mathur R and Douglas NJ (1995) Frequency of EEG arousals from nocturnal sleep in normal subjects. *Sleep*, **18**(5), 330-333.
- 8) 立花直子, 木村 格, 柴崎 浩 (1997) 正常若年者の EEG arousals に対する first night effect. 脳波と筋電図, **25** (2), 202-203.
- 9) Boselli M, Parrino L, Smerieri A and Terzano MG (1998) Effect of age on EEG arousals in normal sleep. *Sleep*, **21**(4), 351-357.
- 10) Hono T, Matsunaka K, Hiroshige Y and Miyata Y (1990) Behaviorally signaled awakenings during a nocturnal sleep in humans: the special preference to REM sleep and their coupling with NREM/REM cycle. *Psychologia*, **33**(1), 21-28.
- 11) 保野孝弘, 松中久美子, 宮田 洋, 広重佳治 (1991) 健康成人における終夜睡眠中の中途覚醒—脳波的覚醒と行動的覚醒との対応—. 生理心理学と精神生理学, **9**(1), 1-13.
- 12) Greenhouse SW and Geisser S (1959) On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, **24**, 95-112.
- 13) Rechtschaffen A and Kales Aeds. (1968) A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects. U. S. Department of Health, Education, and Welfare Public Health Service.
- 14) Agnew HW, Webb WB and Williams R (1966) The first night effect: An EEG study. *Psychophysiology*, **2**, 263-266.
- 15) 堀 忠雄, 宮下彰夫 (1969) 脳波の推移よりみた睡眠の実験室順応現象. 心理学研究, **40**, 39-44.

(平成13年5月24日受理)

The First-Night Effect with Respect to EEG Arousals and Awakenings Behaviorally during Nocturnal Sleep in Normal Subjects

Takahiro HONO and Yo MIYATA

(Accepted May 24, 2001)

Key words : EEG AROUSAL, BEHAVIORAL AWAKENING, NOCTURNAL SLEEP, FIRST NIGHT EFFECT

Abstract

This study examined the first night effect with respect to EEG arousal during nocturnal sleep in young healthy persons. Polysomnograms were recorded from five healthy undergraduate students in the laboratory for five consecutive nights. Subjects were instructed to press a button four times (behaviorally signaled awakening; BSA) whenever they perceived awakening from sleep. EEG arousal was identified according to the definition of American Sleep Disorders Association. The results indicated that there were no significant differences in the mean number of EEG arousals and BSA among nights, although a slight increase in the mean number of EEG arousals was found in the first night. It is suggested that EEG-defined arousal may be affected by the first night effect, though the effect is not reflected in behaviorally-defined awakening.

Correspondence to : Takahiro HONO

Department of Clinical Psychology, Faculty of Medical Welfare
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.11, No.1, 2001 37-41)