

ヒトの傾眠状態と自律神経活性との関係

深井喜代子*1 山下裕美*2 池田理恵*3

要 約

ヒトの覚醒状態と傾眠状態を自律神経系のはたらきで見極めることが可能かどうかを検討するために、健康な女子学生6名を対象に実験を行った。被験者は前日の睡眠を少な目にとり、実験中睡眠欲求が強かった。被験者をベッド臥床させ、実験室内を消灯して静寂を保ち、入眠を促した。その後20分置きに被験者を起こし、簡単な知覚検査を約5分間実施した。消灯後、この操作を計3回繰り返した。傾眠状態は自己申告と身体活動量計測(actigraph)で確認した。自律神経指標として心電図、連続血圧、局所発汗量を測定した。心拍数と血圧をWavelet変換方式でゆらぎ解析し、覚醒状態と睡眠状態の自律神経活性を比較した。その結果、覚醒状態と傾眠状態では血圧値、心拍数、局所発汗量にはほとんど変化は見られなかった。しかし、傾眠状態では副交感神経活性と心拍変動係数が有意に増加しており($p < 0.05$)、これらが入眠期の指標になり得ると考えた。

はじめに

重症患者の日常の治療やケアに際して、患者の意識レベルを生理指標などを用いて系統的かつ厳密に把握して臨む習慣は臨床場面ではほとんどないように思われる。しかし、人権やQOL(quality of life)が重視されている現代医療において、医療行為や看護ケアを受けている患者の意識レベルを知っておくことは医療従事者には必要であろう。ヒトの意識レベルや覚醒状態を客観的に判断する最も適切な指標は脳波である。しかし、一般病室に高額な脳波計を設置することは不可能で、電極装着など患者への負担も大きい。最近、3方向加速度センサーによって身体活動量を計測するactigraphが睡眠段階とよく対応することが報告されているが¹⁻³⁾、事後解析でしか判定できず、現段階では臨床での実用化は困難である。一方で、より実際的な生体反応指標として心電図が注目され、これが睡眠深度とどのように関係するかが追究された⁴⁻⁵⁾。その結果、睡眠と心拍ゆらぎとの間に相関があることが分かってきた。

そこで今回は、ベッドサイド・ケアでとくに留意すべき入眠期に焦点を当て、自律神経指標として心電図に加えて血圧値と局所発汗量を用い、それらが覚醒時と比較してどのように変化するのかを調べ、さらに自律神経解析によって交感神経並びに副交感神経の活動性についても検討したので報告する。

実験方法

承諾の得られた健康な女子学生6名(19~20歳)を被験者とした。被験者には実験前日の睡眠を少な目にとってもらった(平均睡眠時間 4.3 ± 1.5 hrs)。実験当日の被験者の健康状態に問題ないこと、また、月経に起因する諸症状のないことを問診と観察で確認した。

被験者をベッド状仰臥位または側臥位にし、まず、左手首に腕時計型の微体動測定装置actigraph(Mini Motionlogger Actigraph, AMI)を装着し、実験終了後、被験者毎の体動記録を睡眠・覚醒判別推定ソフト(ACTION 4, AMI)内蔵のコンピュータに取り込み、ゼロクロス法(ZCM)による解析を行った。

次いで、前胸部に携帯型心電計(ハートビューPHV-100, フクダ電子)の電極を取り付け心電図を、右手第2指または第3指の指動脈に連続血圧計(フィナプレス 2300, Ohmeda)のプロープを装着して血圧をそれぞれ連続記録した。それらのデータは自律神経活性解析プログラム(フラクレット, 大日本製薬)内蔵のコンピュータに入力し、実験後、Wavelet変換方式⁶⁾によって心拍・血圧のゆらぎを解析した。

さらに、精神性発汗部位である右手拇指指腹部に局所発汗量測定用プロープ(デジタル発汗計

*1 岡山大学 医学部 保健学科 *2 佐世保共済病院 *3 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 保健看護学科
(連絡先) 深井喜代子 〒700-8558 岡山市鹿田町二丁目5番1号 岡山大学

Perspiro201及び201KP-350,スズケン)を装着した。局所発汗量も同様に解析プログラム(スズケン)を内蔵したコンピュータに入力した。本実験では一過性の反応でない安静状態での被験者固有の発汗量(基準発汗量)を発汗パラメータとした。なお,局所発汗が室温や体表温の影響を受けないことを確認するため,右手掌部に体表温度計(サーモトラックTMS-101,クリエートメディック)からの皮膚温測定用体表プローブも装着し,常時皮膚温の変化を監視した。

各種プローブ装着のために右前腕部の動きを最小限に規制したものの,腹臥位以外では体位変化も体動も自由とした。被験者に実験に関する説明を行ったのち,まず開眼,安静状態で自律神経指標を記録した(コントロール)。次いで実験室内を消灯しブラインドを降ろした薄暗がりにして静寂を保ち,被験者に入眠を促した。消灯20分後に被験者に声をかけ,覚醒を起こさせるために刺激毛を用いて皮膚知覚検査を約5分間実施した。この20分間の静寂とそれに続く5分間の知覚検査を1クールとし,実験中,計3クールこれらの操作を繰り返した。

3クールの試行をさらに検討し,傾眠自覚との最もよく対応した1クールを選定して傾眠状態と判定し,消灯前の開眼安静状態(コントロール)との比較対象とした。なお,コントロールのデータは消灯5~1分前,傾眠状態のデータは消灯または知覚検査後1~3分,9~11分,17~19分のそれぞれ2分間の各指標の平均値を求め,個人値とした。そして,統計ソフトSPSSVer.10.0J(SPSS社)のpaired-t検定法で傾眠状態の3時点を覚醒状態とそれぞれ危険率5%で比較した。

実験室内は空調下で,実験中は室温23~26,湿度34~51%に保たれた。

結 果

ブラインドを降ろして消灯し,20分間の静寂を保った実験室は睡眠欲求の強い被験者が入眠できる

環境であった。そこで,実験終了後,actigraphの解析結果と被験者の自己申告及び観察が一致する時点を傾眠状態と判断し,この期間内で各自律神経指標からのデータを分析した。図1にactigraphによる傾眠状態の判定の一例を示す。この被験者では消灯後のどの静寂期間でも傾眠状態と判断されたが,自己申告では2クール目(図中左から3つ目のDの期間)の傾眠自覚が最も強かった。被験者6名全員の傾眠自覚期にactigraph解析結果との対応が1クール以上みられた。

覚醒状態と傾眠状態における循環動態の一例(20歳,女子)を図2に示す。曲線は上から指動脈血圧,血圧リズムによる交感神経活性(SBP-LF),心拍,心拍リズムによる副交感神経活性(HR-HF)である。図中のdrowsyからawakeに切り替わる時点で被験者に検査開始を知らせた。また,*印の時点で知覚検査のため刺激毛による皮膚刺激を始めた。この例では,傾眠状態に血圧上昇と心拍数の減少がみられ,交感神経活性,副交感神経活性ともに増大しているのが分かる。これら自律神経指標の計測データ及び自律神経活性を表1にまとめた。表は上から最高血圧,心電図R-R間隔,SBP-LF,HR-HF,心拍変動係数(RR-CV)そして局所発汗量(基準発汗量)である。表のように,覚醒状態と傾眠状態で有意差を認めたのは副交感神経活性とRR-CVであった。この結果を例数で見ると,副交感神経活性が上昇したのは全6例,RR-CVの増加は6例中5例であった。そして,今回有意差は得られなかったが,6例中5例で傾眠状態の心拍数が減少(R-R間隔が増大)していた。血圧は心拍数の減少に伴ってむしろ上昇する例もあった。また,基準発汗量は覚醒状態と傾眠状態ではほとんど変わらなかった。

考 察

睡眠と覚醒状態を判定するには脳波を指標にするのが常識である。しかし,意識レベルの判断には一過性に出現する異常波ではなく基礎波(背景脳波)

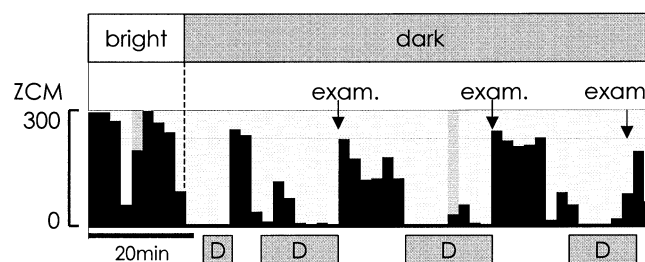


図1 Drowsy state (D) identified by actigraph

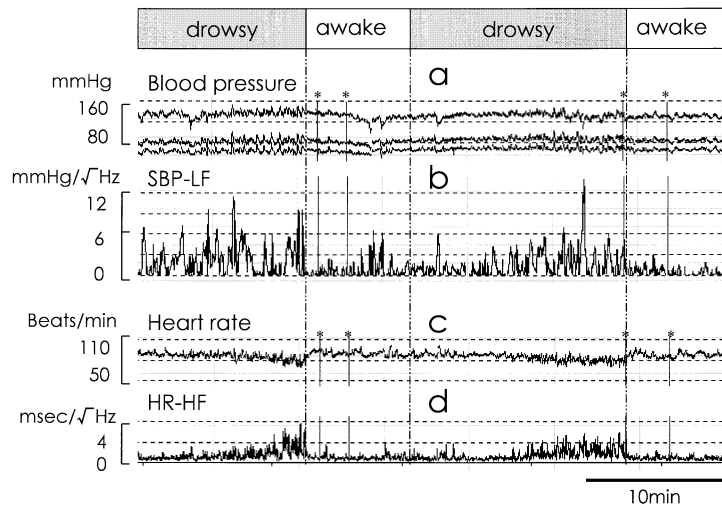


図2 Autonomic nervous activities during awake and drowsy state

表1 Changes of autonomic nervous indicators from awake stage to drowsy state

(n=6)	awake		drowsy			
	control		dark 1'	dark 9'	dark 17'	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
SBP (mmHg)	108.9 ± 8.1		120.0 ± 8.2	122.8 ± 6.8	119.0 ± 5.8	
R-R (msec)	814.7 ± 127.7		828.3 ± 106.8	847.6 ± 115.6	868.2 ± 135.5	
SBP-LF (mmHg/√Hz)	2.798 ± 1.782		1.756 ± 0.814	1.980 ± 1.012	2.666 ± 1.016	
HR-HF (msec/√Hz)	2.633 ± 1.527		3.132 ± 1.486	3.410 ± 1.237 *	3.959 ± 1.666 *	
RR-CV (%)	5.41 ± 2.28		7.55 ± 2.93	5.45 ± 1.82	8.04 ± 4.12 *	
sweat (mg/cm ² /min)	0.134 ± 0.037		0.155 ± 0.080			

* p<0.05

の観察で十分である。その意味でも、脳波に代わるできるだけ生体に負担の少ない指標が好ましい。actigraph と脳波との相関の強さは、前述したように既に多くの研究者によって証明されている¹⁻³⁾。

この研究の新しい点は、傾眠状態では副交感神経活性 (HR-HF) が明らかに高まることを Wavelet 法で示したことである。同じ現象は近似の概念をもつ RR-CV (%) にもみられた。この傾向は入眠開始から時間が経つにつれて強まり、覚醒によって中断された (図2, 表1)。ゆらぎ解析法の一つ Wavelet 変換方式は時間分解能に優れ、10分の1秒の変化も検出可能である⁶⁾。今回は、傾眠状態から覚醒への急激な副交感神経活性の低下を捉えることができた。傾眠状態ではヒトは声をかければ覚醒する。したがって、この時期の副交感神経活性の高まりは、足浴や芳香刺激でもみられたように⁷⁾、身体が非常にリラックスした状態にあることを反映したものであると推測された。RR-CV は比較的簡単に求められるので、患者の意識レベルや傾眠状態の判定に利用できる可能性がある。

一方、比較的深い睡眠中に交感神経活性が低下することはこれまでに報告されているが、浅睡眠期では一定の傾向は得られていない⁴⁻⁵⁾。この実験でも傾眠状態での交感神経活性は不安定な変化を呈していた。また、有意差こそ認めなかったものの、傾眠状態では全6例で約10mmHgの血圧上昇がみられた。突発的に発生した音に対する一過性の血圧上昇が10mmHg未滿だったことを考えると⁷⁾この血圧上昇値は無視できないが、入眠を促して20分後には下降する傾向も認められる (表1)。一方、深睡眠期では血圧は20mmHg以上低下するといわれることから⁸⁾、不安定な血圧上昇は傾眠状態の特徴といえるかもしれない。

(この研究の一部は岡山大学平成13年度特別配分(重点配分)の助成を受けて行った)

文 献

- 1) Cole RJ ,Kripke DF ,Gruen W ,Mullaney DJ and Gillin JC : Autonomic sleep-wake identification from wrist activity . *Sleep* , **15** (5) , 461-469 , 1992 .
- 2) 新小田春美 , 朴盈満 , 松本一弥 : 手首アクチグラフからみた人の動作と睡眠・覚醒判定に関する基礎的検討 . *労働科学* , **74** (7) , 255-265 , 1998 .
- 3) Jean-Louis G , Kripke DF , Cole RJ , Assmus JD and Langer RD : Sleep detection with an accelerometer actigraph : comparisons with polysomnography . *Physiology and Behavior* , **72** (1-2) , 21-28 , 2001 .
- 4) Baharav A , Kotagal S , Gibbons V , Rubin BK , Pratt G , Karin J and Akselrod S : Fluctuations in autonomic nervous activity during sleep displayed by power spectrum analysis of heart rate variability . *Neurology* , **45** (6) , 1183-1187 , 1995 .
- 5) Bonnet MH and Arand DL : Heart rate variability : sleep stage , time of night , and arousal influences . *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* , **102** , 390-396 , 1997 .
- 6) Nagai R and Nagata S : New algorithm for real-time , 24hr continuous and noise-adjusted power spectral analysis of heart rate and blood pressure fluctuations in conscious rats . *Japanese Journal of Pharmacology* , **72** , 355-364 , 1996 .
- 7) Saeki Y : The effect of foot-bath with or without the essential oil of lavender on the autonomic nervous system : a randomized trial . *Complementary Therapies in Medicine* , **8** (1) , 2-7 , 2000 .
- 8) Kohno I , Ishii H , Nakamura T and Tamura K : Relationship between activity levels and circadian blood pressure variations . *Chronobiologia* , **20** , 53-61 , 1993 .

(平成14年5月2日受理)

Relationship between Drowsiness and Autonomic Nervous Activity in Human

Kiyoko FUKAI, Hiromi YAMASHITA and Rie IKEDA

(Accepted May 2, 2002)

Key words : AWAKE , DROWSY , AUTONOMIC NERVOUS ACTIVITY , ACTIGRAPHY

Abstract

This study was designed to investigate whether awake and drowsy states can be distinguished by autonomic nervous indicators. Six female students consented to participate and were induced to sleep in a dark, silent room. Electrocardiogram, blood pressure and local sweat volume were recorded continuously. State of consciousness was determined by both self-reports and actigraphic recordings. There was little change in blood pressure, heart rate and local sweat volume between the two states. However, parasympathetic nervous activity and heart rate variability increased significantly in the drowsy state compared to the awake state. These autonomic parameters can be indicators of drowsiness.

Correspondence to : Kiyoko FUKAI

Department of Nursing, Faculty of Health Sciences
Okayama University Medical School
Okayama, 700-8558, Japan

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.12, No.1, 2002 147-150)