脳波、握力、選択反応時間のデイトム・ウルトラディアン・リズムに関する研究

小川 家資 (帝京科学大学 理工学部 経営工学科)

A Preliminary Study of Daytime Ultradian Rhythms
on EEG, Grip Strength, and Reaction Time

Iiji Ogawa (Teikyo University of Science & Technology)

1. はじめに

日常生活を振り返ってみると人間のパフォーマンスに何らかのリズムがあるように感じられる。人間が覚醒状態に眠気や疲れを感じることは生理的、肉体的、精神的活動に何時間かのリズムがあるからだと言われている。その周期が20時間以下のリズムはウルトラディアン・リズム¹⁾とよばれ、このリズムの機能とメカニズムを知るとは生産的、効率的、安全な生活を営む上で重要であり、時間生物学の分野では注目されている領域である。本研究では、脳波(α波)、握力、選択反応時間にデイトム・ウルトラディアン・リズムが存在するか、そしてそれらの間に何らかの関係があるかを実験により検証した。

2. 実験方法

2.1 使用設備と機器

実験は温度23℃湿度40%に設定された本学人工気象室(W3m. x D2.5m. x H2.2m.)で行われ、リズムの生理的、肉体的、精神的指標を測定するために以下の実験機器を使用した。

- (1) 多用途脳波計とSignal Processor 7T18A
- (2) デジタル式握力計
- (3) デジタル式重複作業反応検査器

2.2 被験者

健康な20歳から23歳までの男子学生5名が本実験に参加した。

2.3 実験手順

被験者は実験実施の1週間前から夜間に睡眠をとる規則正しい生活を義務づけられ、実験は午前

11:00より午後5:00までの週日の一日に行われた。実験中、被験者は時間に関する情報が外界から入らないように腕時計等は外し、人工気象室内で読書、勉強等肉体的、精神的に負荷とならない仕事を行った。脳波は15分毎に閉眼安静状態で1分間測定、握力は30分毎に左手と右手の各々について測定した。重複作業反応時間については、30分毎に16回のサイクルを行い、その平均を求めた。また、被験者の主観的自覚症状を知るために意識調査を30分毎に行った。

3. 結果

被験者毎のα波の出現率²⁾、握力、反応時間の各々について、最小二乗法による余弦曲線³⁾への当てはめを行った結果、以下のような曲線が求まった。

(1) α波の出現率(AW; %)

被験者A $AW=171.74+65.52\cos(90.15t-2386.0)$
 $R\text{-square}=0.700$
 被験者B $AW=881.89+87.41\cos(102.00t-5335.6)$
 $R\text{-square}=0.701$
 被験者C $AW=402.73+166.84\cos(90.05t-3106.9)$
 $R\text{-square}=0.515$
 被験者D $AW=686.60+171.24\cos(102.00t-5200.5)$
 $R\text{-square}=0.659$
 被験者E $AW=500.35+161.51\cos(90.01t-4349.8)$
 $R\text{-square}=0.724$
 where t = time of day.

(2) 握力(GS; kg)

被験者A $GS=39.2+1.85\cos(89.00t-238.40)$
 $R\text{-square}=0.815$
 被験者B $GS=46.0+1.52\cos(86.60t-235.00)$
 $R\text{-square}=0.410$
 被験者C $GS=33.3+0.87\cos(112.10t-80.65)$
 $R\text{-square}=0.695$
 被験者D $GS=34.4+1.52\cos(89.49t-111.00)$
 $R\text{-square}=0.711$
 被験者E $GS=44.1+1.31\cos(90.02t-246.33)$
 $R\text{-square}=0.612$
 where t = time of day.

(3) 反応時間 (RT; msec)

被験者 A $RT = 42.6 + 3.10\cos(89.05t - 289.50)$
 $R\text{-square}=0.605$
 被験者 B $RT = 48.4 + 4.22\cos(110.00t - 300.50)$
 $R\text{-square}=0.679$
 被験者 C $RT = 44.3 + 3.35\cos(90.00t - 305.00)$
 $R\text{-square}=0.788$
 被験者 D $RT = 33.6 + 2.39\cos(78.42t - 351.50)$
 $R\text{-square}=0.512$
 被験者 E $RT = 42.0 + 3.00\cos(90.50t - 302.75)$
 $R\text{-square}=0.671$

where t = time of day.

各計測指標の中で、R-squareの高い被験者をグラフ化すると図1、図2、図3のようになり、被験者毎のウルトラディアン・リズムの周期を求めると表1のようになった。

表1 被験者毎の各計測指標のウルトラディアン・リズム周期

Subj.	AW	GS	RT
A	3hrs. 59min.	4hrs. 27min.	4hrs. 2min.
B	3hrs. 31min.	4hrs. 9min.	3hrs. 16min.
C	3hrs. 59min.	3hrs. 12min.	4hrs. 0min.
D	3hrs. 31min.	4hrs. 13min.	4hrs. 35min.
E	3hrs. 59min.	3hrs. 59min.	3hrs. 58min.

4. まとめ

本実験の結果をまとめると以下のようになる。

- (a) リズムの個人差は高度に有意である。
- (b) 3つの計測指標間に相関は認められない。
- (c) 各計測指標の間に時間的ズレが存在する。
- (d) 被験者が眠気を自覚していないにもかかわらず、脳波上では眠気を示している時があった。このような場合に共通しているのは、その30分以内には眠気を自覚する点である。
- (e) α 波の出現率が小さく被験者の意識水準が高いことを示しているにもかかわらず、反応時間が遅いことが数多く見られた。
- (f) 被験者が自覚する握力と実際の握力には違いが見られた。

以上の結果からウルトラディアン・リズムの周期が3時間12分から4時間35分と考えられ、その存在が明確になったと言える。しかしながら、いつ眠気を起こし、いつ握力が弱く反応時間が遅いかを回答するにはあまりにも個人差があり、一般的な結論へは結びつかないようである。

本研究では、脳波(α 波)、握力、反応時間のデイトタイム・ウルトラディアン・リズムの周期を求めてみた。今後は、なぜ各計測指標間に周期差が存在するのか、また夜間においても同様のリズムが存在するのか明確にしてゆく予定である。

参考文献

- 1) 井深信男：行動の時間生物学、156～166、朝倉書店、1990。
- 2) 大熊輝雄：臨床脳波学、81～97、医学書院、1991。
- 3) 佐藤方彦：人間工学基準数値数式便覧、150～152、技報堂出版、1992。

図1 被験者Eの α 波出現率のリズム

図2 被験者Aの握力のリズム

図3 被験者Cの反応時間のリズム