集中維持機能 (TAF) の日内および季節変動

Diurnal and seasonal variations in the function of concentration maintenance (TAF)

三重県立大学医学部衛生学教室

松 井 清 夫 ・ 坂 本 弘

Kiyoo Matsui and Hiroshi Sakamoto

Department of Hygiene, Mie Prefectural University, School of Medicine.

(Director: Prof. K. Matsui)

The purpose of this study was to clarify the diurnal and seasonal variations in TAF.

The subjects were 5 healthy men aged 30-37 years old. The measurements of TAF were carried out from a.m. 5° 30' to p.m. 9° 30' at intervals of 4 hours and in this study, the examinee aimed at the target of the Takakura's apparatus for 15 minutes continuously in each time. TAF-L and -D were computed from the standardized curve and the coefficient of variation was computed from TAF-L and -D. The duration of concentration maintenance, which is the total duration of aiming level better than 2.5 in the standardized curve, was measured.

The experiments were made in July and in February on the same subjects.

The following results were obtained;

- 1) As the diurnal variation, it was observed that the mean regulatory range in the feed back system concerning with the target aiming became rough at 1° 30' p.m., but the relative reliability to exhibition of the feed back oscillation on this range became high.
- 2) As the seasonal variation, it was certain that the mean regulatory range in the feed back system concerning with the target-aiming became more rough in summer than in winter, and that the hypofunction in the feed back system was remarkable on the afternoon in summer according to the observation of the duration held above the TAF-L of 2.5.

高桑による「集中維持機能」(TAF)なる概念¹⁾にもとづき、その測定装置が考案され、standardized curveと称する曲線を得るようになった^{2,3)}。この曲線から、L, D値が計算され、被験者の知能や性格がこれらの値と関連する⁴⁾ことが示された。また、向中枢神経物質投与や精神的労作により、これらの値が変動すること^{5,6)}、自律神経機能との関係も深い^{7,8)}ことなどが明らかにされてきた。

生体諸機能には潮汐現象があり、集中維持機能においても、なんらかの周期的動揺がみられるのではないかと想定される。高桑らがおこなった銀行年末業務の月曜日より土曜日にわたる作業前後の TAF 値の推移では、作業前Lに比し作業後のそれは、金曜および土曜に、有意な低下をみている⁹⁾。これは、多忙な年末銀行業務による疲労のあらわれとの解釈がなされているが、生体の周期的変動としてみた場合、興味ある問題と思われる。ま

た生体に業務負荷が加えられた場合、作業前後値の比較としてこれらの値が取扱われるので、負荷が加わらない生体潮汐現象として呈される基本的な周期的変動様式について検討しておく必要を感じる。これに関して、鈴木らは睡眠剝奪時の L, D 値を観察し、起床後平均レベルは時間と共に低下し、睡眠剝奪により有意に L, D 値ともに増大する結果を報告している⁹⁾。

本報においては、生活が正常である場合の日内変動とそれに与える季節の影響を明らかにしようとした。

実験方法

被験者は年令30~37才の健康男子5名である。起床は午前5時におこない、第1回目の測定は午前5時30分で、第5回目の測定の午後9時30分まで4時間々隔に測定した。当日は精神的身体的過重負荷を加えず、測定以外は relax な状態においた。

毎回の測定は原法に従わず, 連続15分間照準をおこなわせた。得られた *standardized curve* から, $L, D, L/D$ すなわち変異係数 (V) および 2.5 水準以上に維持している維持時間 (T)¹⁰ をもとめた。また, これらの指標は15分間の全測定時間中のものと, 最初の3分間のものとの両方につき計算した。

実験は同一被験者について7月と2月の2回におこなった。午前10時の気温はそれぞれ 28.3°C および 6.8°C であった。測定室の気温は夏冬共 20°C とした。

実験成績

15分間測定時間中の L 値を $L15$, 最初の3分間のそれを $L3$ として, 各季各時刻別にその推移を示したものが **Fig. 1** である。夏においては $L15$ および $L3$ はほぼ同じ傾向を示し, 午前より午後に大なる値をとる。すなわち, 午前5時30分および9時30分の値に対し, 午後1時30分および5時30分の値は $L15$, $L3$ 共に有意に大なる値をとる。しかし, 午後9時30分の値は午前の値に比し有意な変化は示さない。冬においては $L3$ は有意な日内変動を示さず, $L15$ は午後1時30分における測定のみ他の時刻におけるより有意に大なる値を示す。

夏の L は冬に比し, いずれの時刻においても, 有意に大である。

15分間測定時間中の D を $D15$, 最初3分間のそれを $D3$ として, 各時刻別にその推移を示したものが **Fig. 2** である。夏冬共 $D15$ および $D3$ の有意な日内変動はみられない。しかし, 両季を比較すると, 夏の D は冬に比し, いずれの時刻でも, 有意に大である。

各時刻別の $V15$ および $V3$ の推移を **Fig. 3** に示す。夏の $V15$, $V3$ は共にほぼ同傾向を示し, 午前5時30分および9時30分に対し, 午後1時30分, 5時30分および9時30分の値はそれぞれ有意に小となっている。これに対し, 冬の $V15$, $V3$ は同傾向を示さない。すなわち, 午後1時30分の $V15$ は他の時刻より有意に小なる値を示し, 経時的には V 型の経過をたどる。 $V3$ は経時的に大なる値となり, 午前に比し午後の $V3$ は有意に大である。

午前5時30分の冬 $V15$ は同時刻の夏のそれより有意に大であり, 午後9時30分の冬 $V15$, $V3$ は夏のそれより有意に大である。

standardized curve が 2.5 水準以上に維持している時間を T とし, $T15$ および $T3$ の各時刻別の値をもとめ, これが全測定時間の何%にあたるかを示したものが **Fig. 4** である。夏においては, 午前に比し午後の%は

Fig. 1. Diurnal and seasonal variations in TAF-L

Fig. 2. Diurnal and seasonal variations in TAF-D

Fig. 3. Diurnal and seasonal variations in TAF-V

Fig. 4. Diurnal and seasonal variations in the per cent of the duration held above the TAF-L of 2.5.

小となる傾向をしめすが, 5% の危険率での有意差はない。また, 冬における%も時刻別に有意な変動を示さない。しかし, 午後における%では, 冬は夏に比し有意に大なる値を示す。

考 察

原法による L は, 生体が集中維持状態にもちきたされる状態をあらわすことについて, すでに報告した¹⁰⁾。これは3分法という測定の時間的条件によってもたらされる L の時間的意義づけである。時間的経過を考慮に入れず, TAF 値が生体のいかなる機能をあらわすかについて考察を加えてみたい。

TAF は, 標的—視覚—照準動作という閉鎖回路を形成し, feed back oscillation をいとなんでいるので, 原理的には Fig. 5 の如くなる。中心線を standardized curve のレベルであらわせれば 0 となる。したがって, 現実に計算される L は feed back oscillation system における平均調節閾値を示すものである。standardized curve より得る 2.5 秒毎の値の分布曲線は L が大となった場合小なる値が 0 に固定されているので分散の大きな分布となる。これは照準が標的の十字の中心に向ってたえずおこなわれ, feed back oscillation がおこなわれているためである。 L が大であるにもかかわらず, D がそれにとまって大とならない場合がある。それは被験者が標的の十字の中心に照準をおこなわず, 標的明部の周囲にそって照準するような場合もしくは装置を準備する場合にランプ光の最大光量と標的十字が一致していない場合である。このような事態は測定手技上防ぎ得るものであり, 正しい測定操作ではあり得ないことである。以上のことから, L が大となればその標準偏差としての D は大となる。高桑によれば TAF の動揺度を D

によって表現しようとしているが²⁾, 動揺度は L によりすでに表現されていることになる。また, 動揺度を平均値としてあらわしているが故に feed back oscillation の平均調節閾をあらわしているとの意味付けができるのである。したがって, D は積極的意味を持たず, D/L すなわち V は平均調節閾の相対的信頼性をあらわすものとして意味がある。すなわち, L によりあらわされるレベルまで照準がはずれれば平均的に feed back がおこなわれるが, 必ずしも 100% 確実ではない。この L における feed back oscillation 作動の信頼性を相対的にあらわすものが V であると考えらる。

Fig. 5. Interpretation of the index on TAF.

L : mean regulatory range in the feed-back system

D/L : relative reliability to the exhibition of feed-back oscillation on the mean regulatory range

以上の如き解釈のもとに本報の結果を考えてみたい。

L_{15} は夏冬ともに午後1時30分が最大値を示している。夏の L_{15} は L_{15} と同じ経過をとるが, 冬の L_{15} は有意な変化ではない。この結果を総合すると L は日内変動として午後1時30分に大なる値をとると推定してよいであろう。これは照準動作の feed back oscillation の平均調節閾がこの時刻頃に rough となることを意味する。

夏の L は冬のそれに比し大であり, 夏の調節閾が冬より rough になっている。これは季節変化として認め得るところであり, 夏期の高湿高温気候による feed back

oscillation system の機能低下のあらわれであろう。

平均調節閾値の相対的信頼性を示す V は夏では午後に小なる値となり、閾値信頼性は高くなっている。これに対し冬では $V3$ が時刻の経過と共に信頼性が低くなる傾向を示し、 $V15$ は午後 1 時 30 分においてのみ信頼性が高い。したがって、閾値信頼性について季節をとわず日内変動としてみられる点は午後 1 時 30 分に信頼性が高い傾向を有するのではないかと思われる。また、季節変動では午後 5 時および 9 時 30 分に夏より冬の閾値信頼性が低い。

2.5 水準以上の維持時間についてはいずれの季節をとわず日内変動としてみられるものはなく、季節変動として午後の維持時間が夏より冬に長い。これは先述の L の季節変動と同様な意味を有し、feed back oscillation system の機能低下が夏の午後に明瞭にみられることを示すものとして興味深い。

結 論

7 月および 2 月の両季に、年令 30~37 才の男子 5 名の同一被験者を対象に、午前 5 時 30 分より 4 時間々隔で午後 9 時 30 分まで、TAF 測定をおこない、日内変動および季節変動を観察した。各回測定は 15 分間連続照準をおこなわせた。

得られた standardized curve をもとに、 $L, D, D/L$

すなわち V 2.5 水準以上の維持時間 T をもとめた。次の如き結果を得た。

- 1) 日内変動としては、午後 1 時 30 分に照準動作の feed back system における平均調節閾が rough となる。しかし、閾値的信頼性は高い。
- 2) 季節変動としては、冬に比し、夏は平均調節閾が rough となっており、2.5 水準以上の維持時間でみれば、feed back system の機能低下は夏の午後にいちじるしいといえる。

本論文の要旨は第 36 回日本衛生学会総会で発表した。

文 献

- 1) 高桑栄松, 他: 産業医学, 2 (4); 372, 1960
- 2) 高桑栄松, 他: 日衛誌, 18 (2); 241, 1963
- 3) Takakuwa, E.: Ergonomics, 5 (1); 37, 1962
- 4) 小泉洸, 他: 日衛誌, 19 (1); 8, 1964
- 5) 高桑栄松, 他: 日衛誌, 19 (1); 25, 1964
- 6) 高桑栄松, 他: 産業医学, 6 (4); 257, 1964
- 7) Takakuwa, E.: Proceedings of the 14th International Congress on Occupational Health, Excerpta Medica International Congress Series No. 62, 1376, 1964
- 8) 高桑栄松, 他: 日衛誌, 20 (5); 336, 1965
- 9) 鈴木幸夫, 他: 産業医学, 7 (7); 438, 1965
- 10) 松井清夫, 他: 日衛誌, 20 (1); 26, 1965

(受付 1966 年 4 月 23 日)