

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：12501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25840173

研究課題名(和文)光と性周期がヒトの時間感覚に及ぼす影響

研究課題名(英文)The effect of light and menstrual cycle on human's time sensation.

研究代表者

李 スミン (Lee, Soomin)

千葉大学・環境健康フィールド科学センター・助教

研究者番号：90600429

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は異なる性周期(卵胞期・黄体期)において、青色・赤色光を曝露し、それがヒトの時間感覚に及ぼす影響を検証することを目的とした。我々は時間産生タスク、P300、唾液プロゲステロン濃度、性格特性、主観評価などを測定した。その結果、P300の振幅と潜時には光と性周期に関する有意差はなかったが、時間感覚では卵胞期の方が黄体期より有意に長く感じる事が認められた。なお、唾液プロゲステロン濃度と時間感覚の相関では負の相関が認められた。時間経過時計がプロゲステロン濃度によって影響されたことからプロゲステロン濃度の高い黄体期に時間経過時計が速く進むことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the effect of light (blue: 457 nm, red: 669 nm) and sexual cycle (luteal phase, follicular phase) on women's time sensation. We evaluated the time sensation by time-production tests of 180-sec, and measured the P300 of event-related potentials during the auditory oddball tasks, the state-trait anxiety inventory (STAI), salivary progesterone and subjective evaluation of the light. There was no significant effect of light condition on the time sensation. However, when considering menstrual cycle, the time sensation in the follicular phase condition was significantly longer than that in the luteal phase. Furthermore, we confirmed a negative correlation between progesterone concentration and time production. From these results, we suggest that the time production of the luteal phase progress at a faster rate than follicular phase by the effect of progesterone concentration.

研究分野：生理人類学、環境人間工学

キーワード：性周期 青色 赤色 時間感覚 プロゲステロン濃度

1. 研究開始当初の背景

人間はホルモンや体温の変動を支配する概日時計と短時間の時間経過を測る時間経過時計の2種類の内部時計を持っていると言われている (Morell, 1996)。概日時計は光などの影響によってリセットされる (Cajochen et al., 2005; Brainard et al., 2001) ことが報告されており、概日時計は視交叉上核 (SCN) に存在することが分かっている。一方、時間経過時計は尾状核、被殻、黒質などの大脳基底核と大脳皮質に形成される神経回路に存在し、年齢 (Gunstad et al., 2006)、性 (Espinosa-Fernandes et al., 2003)、時刻 (Kuriyama et al., 2005)、性周期 (Morita et al., 2005) などに影響されることが報告されている。最近は光の強さだけではなく光の色によっても影響されることが示唆されている。以上のように時間経過時計は様々な要因によって影響を受けることが知られているが、そのメカニズムについてはよく分かっていない。

一方、光はヒトを含むあらゆる生物に様々な影響を与えている。光の生理的な作用についていくつかの報告がなされている。李ら (2008) は 420 (紫) ~ 670 (赤) nm のピーク波長を持つ6種類の単波長光を昼間に照射したときの脳波 波帯域率、波減衰係数などを測定し、青色 (458 nm) の照射時に特異的に覚醒水準が高くなることを報告している。これは青色光が夜間のメラトニン抑制だけではなく、昼間の覚醒水準の上昇に大きく関与していることを示唆している。さらに、青色光より赤色光で 180 秒の推定 (産出) 時間は有意に短いことと事象関連電位 (内的な事象に関連して生じる脳の電位変動) P300 の頂点潜時が青色光より赤色光で有意に短くなることが報告されている (Katsuura et al., 2007)。一般的に P300 頂点潜時は覚醒水準に依存していることが知られており、研究で事象関連電位 P300 の頂点潜時が赤色光暴

露時に青色光より有意に短いことから、赤色光暴露時に覚醒水準が高いことが示唆され、それが時間経過時計を速くしたものと考えられる。さらに性周期と時間感覚の関連について以下のような報告がある。健康な女性の時間感覚は概日時計と卵巣エストロゲンホルモンの影響を受けており (Morofushi et al., 2001)、性周期によるホルモンの変動によって認知機能が変化することが報告されている (Fink et al., 1996)。さらに、Morita ら (2005) は女性の時間感覚は卵胞期より黄体期に速くなることを報告している。一方、憂病患者は時間経過時計が遅いことが知られており (Kitamura and Kumar, 1982)、個人の性格特性も時間感覚に影響を与える重要な要素であると思われる。しかし、光と性周期の二つの要因による時間感覚への影響を検討した報告はまだない。

2. 研究の目的

本研究は、女性が持つ性周期 (黄体期・卵胞期) において光 (赤色、青色) を照射したときの女性の事象関連電位 P300 と唾液プロゲステロン濃度 (Salimetrics 社、USA) などの生理反応測定、および時間産出タスク (180 秒)、性格特性、STAI、主観評価などを測定した。こうすることにより、性周期と光条件が被験者の中枢神経機能水準と時間感覚に与える影響を明らかにし、さらに個人特性と時間感覚の影響も検証することを目的とした。

3. 研究の方法

女子大学生 8 名 (21 ± 2.4 歳、15.6 ± 3.8 cm、49.8 ± 5.2 kg) が十分な説明と同意の上、被験者として以下の実験に参加した。事前に Farnsworth-Munsell 100 Hue テストを実施し正常色覚であることと、2 ヶ月前から婦人科の病気がなく正常な性周期を持つことを確認した。被験者は実験前日からカフェインや

アルコールの摂取、喫煙、激しい運動を禁止された。実験は気温 25℃、相対湿度 55% に設定した人工気象室で行われた。積分球内に青色発光ダイオード（ピーク波長：457 nm）と赤色発光ダイオード（669 nm）を設置し、刺激光として用いた。被験者の網膜位置における刺激光の放射照度は青色が 50.05 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、赤色が 50.26 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ であった。実験条件は性周期（黄体期・卵胞期）と光条件（青色・赤色）の合計 4 条件を用いた。光と性周期の条件順は被験者ごとにカウンターバランスをとった。



図 1 . 実験に用いた積分球

実験は、暗室内で 20 分間安静した後に事象関連電位 P300（オドボール課題）を 20 分間行った。標準刺激として低音（1000 Hz）標的刺激として高音（2000 Hz）を用いて標的刺激に対してボタンを押すように指示された。

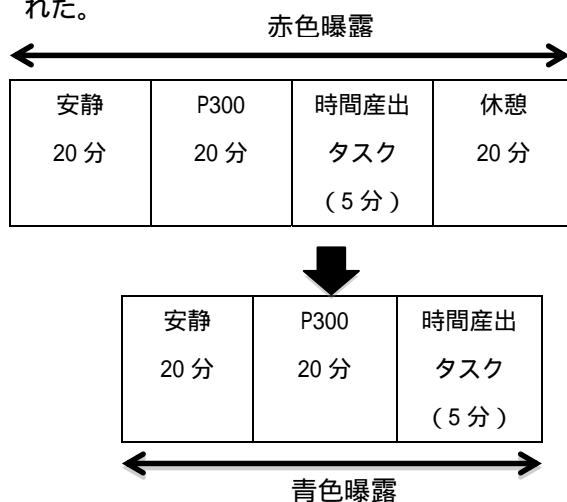


図 2 . 実験プロトコール（一つの性周期の時）

この間、脳波を測定し、事象関連電位を求め

た。脳波は国際 10-20 電極法の Fz, Cz, Pz より単極導出で測定した。この後、被験者は表示部分を隠したストップウォッチを持ち、実験者の合図でスタートボタンを押し、180 秒が経過したと感じた瞬間にストップボタンを押して止めた。実測された時間は実験者が読み取り、被験者にフィードバックは与えなかった。

統計分析としては、1・2 元配置反復測定分散分析、さらに主効果が認められた場合は Bonferroni 法を多重比較として用いた。

4 . 研究成果

本研究では性周期と光条件の時間感覚などに対する影響を検討した。唾液プロゲステロン濃度を分析した結果、性周期による主効果が認められ、卵胞期より黄体期の濃度が高いことが明らかになった(図 3)。なお、産生時間においては光条件の有意な影響は認められず、卵胞期が黄体期より産出時間は長くなり、時間経過時計がゆっくり進むことが示された(図 4)。これらは Morita ら（2005）の報告と一致しており、光条件より性周期の影響が大きいことを示唆している。

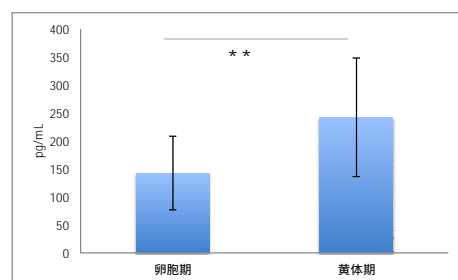


図 3 . 唾液プロゲステロン濃度 (Mean \pm SD, ** $p < 0.01$)

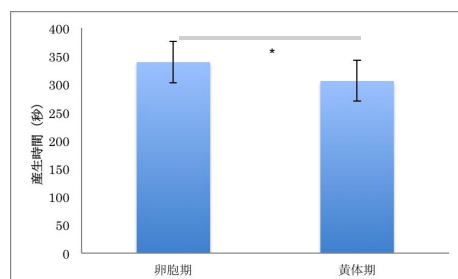


図 4 . 性周期による産出時間の結果 (Mean \pm SD, * $p < 0.05$)

そして、プロゲステロン濃度と産出時間に負の相関が認められたこと(図5)から、時間経過時計がプロゲステロン濃度によって影響され、プロゲステロン濃度の高い黄体期に時間経過時計が速く進むのかもしれない。

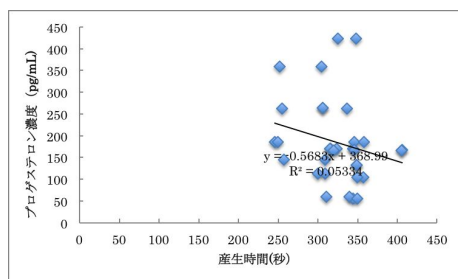


図5. プロゲステロン濃度と産出時間の相関

一方、主観評価の明るさ感に関しても卵胞期の方がより明るく感じる結果が得られた。事象関連電位 P300 の最大振幅と潜時には性周期と光に関する有意な効果は認められなかった。

本研究で光の影響が認められなかった原因としては以下のことが考えられる。

体内には視交叉上核 (SCN) だけではなく、様々な末梢臓器にも末梢時計と呼ばれる体内時計が局在している (受容器の多様性)

末梢時計を含む概日リズムの同調システムに生理的多型性が存在するかもしれない

本研究では時間経過時計が光の影響はなく、プロゲステロン濃度によって影響され、プロゲステロン濃度の高い黄体期に時間経過時計が速く進むことが示唆された。

<参考文献>

1. Morell V: Setting a biological stop watch. *Science* 1996,271:905-906.
2. Brainard GC, Hanifin JP, Rollag MD, GReeson J, Byrue B, Glickman G, Gerner E, Sanford B: Human melatonin regulation is not mediated by the three cone photopic visual system. *J Clin Endocrinol. Metab*

2001,86(1):433-6.

3. Gunstad J, Cohen RA, Paul RH, Luyster FS, Gordon E: Age effects in time estimation: relationship to frontal brain morphometry. *Journal of integrative neuroscience* 2006, 5:75-87.
4. Espinosa- Fernandez L, Miro E, Cano M, Buela-Casal G: Age-related changes and gender differences in time estimation. *Acta Psychol (Amst)* 2330, 112:221-232.
5. Kuriyama K, Uchiyama M, Suzuki H, Tagaya H, Ozaki A, Aritake S, Shibui K, Xin T, Lan L, Kamei Y, Takahashi K: Diurnal fluctuation of time perception under 30-h sustained wakefulness. *Neurosci Res* 2005, 53:123-128.
6. 李花子、勝浦哲夫、下村義弘、東洋邦、一條隆: 単波長の光曝露に対する生理反応、*日本生理人類学会誌* 2008,13(2) : 75-83.
7. Katsuura T, Yasuda T, Shimomura Y, Iwanaga K: Effects of monochromatic light on time sense for short intervals. *Journal of Physiological Anthropology* 2007, 26:95-100.
8. Morofushi M, Shinohara K, Kimura F: Menstrual and circadian variations in time perception in healthy women and women with premenstrual syndrome. *Neurosci Res.* 2001,41(4):339-44.
9. Fink G, Sumner BE: Oestrogen and Mental state. *Nature* 1996, 383(6598): 306.
10. Morita T, Nishijima T, Tokura H: Time sense for short intervals during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle in humans. *Physio*

Behav 2005,85:93-98.

11. Kitamura T, Kumar R: Time passes slowly for patients with depressive state. *Acta Psychiatr Scand* 1982,65(6):415-20.

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 2 件)

Soomin Lee, The effect of light sexual cycle on women's time sensation. 27th Annual Meeting. Society for light treatment and Biological Rhythms, 2015.6.27 ~ 2015.6.28, San Diego, USA

李スミン、光と性周期がヒトの時間感覚に及ぼす影響、日本生理人類学会第72回大会、2015年5月29~31日、北海道大学(札幌市)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者 李 スミン (Soomin Lee)

千葉大学・環境健康フィールド科学センタ

ー・助教

研究者番号 : 90600429