

〈資料〉

リラクゼーション音源を備えた照明システムによるペース呼吸が心拍変動と圧受容体反射感度に及ぼす効果

榊原 雅人*1) 松林 容子*2) 船本 万里*2) 竹本 笑*2) 矢口 充雄*2)

本研究はリラクゼーション音源を備えた照明システムを用いて緩徐なペース呼吸を行い、心拍変動と圧受容体反射感度の変化を検討した。健康な男女大学生および社会人27名（男性10名、女性17名：20-30歳）が約0.1 Hzの頻度で明るさの変化する照明システムに合わせて呼吸を調節する条件（実験条件）と照明システムの前で安静を保つみの条件（統制条件）を日を替えてランダムに実施した（いずれの条件もリラクゼーション音楽を伴う）。各条件において心電図、連続血圧、呼吸センサを装着し、安静（5分）→測定期（5分測定を3回繰り返す）→回復（5分）の測定を行った。実験条件の測定期における心拍変動の低周波成分（LF power）と圧受容体反射感度（BRS）は統制条件に比べ有意に増加した。この結果は、リラクゼーション音源を備えた照明システムによる緩徐なペース呼吸がホメオスタシスに関わる自律神経機能を刺激することを示唆している。

キーワード：リラクゼーション、照明システム、心拍変動、自律神経機能、心拍変動バイオフィードバック

バイオフィードバック技術を利用して心拍変動を増大させる技法（心拍変動バイオフィードバック）は、ストレスが影響する心理生理的症状（例えば、抑うつや不安など）の緩和に有用であることが知られている（Cowan et al., 2001; Del Pozo et al., 2004; Hassett et al., 2007; Karavidas et al., 2007; Lehrer et al., 2004; McCray et al., 2003; Nolan et al., 2005; Yucha et al., 2005; Zucker et al., 2009）。心拍変動バイオフィードバックの効果の機序として、自律神経機能に関わるホメオスタシス（例えば、自律神経の調整を介して血圧を一定に保とうとする働き：圧受容体反射）を刺激し、その機能を高める可能性のあることが指摘されている（Lehrer, 2007; Vaschillo et al., 2002; Vaschillo et al., 2006）。

心拍変動バイオフィードバックでは具体的に「ゆっくりとしたペースで呼吸を整えること」が重要となる。このようなペース呼吸（paced breathing）については、これまでコンピュータ画面に表示された呼吸pacer（例えば、山形のイメージ上を光点がゆっくり移動する）

を用いる方法などが採られ、やや機械的に誘導されてきた。しかし、十分なリラクゼーションを促してホメオスタシス機能を高めるためには、気楽に心地よく呼吸を整えられる方法を工夫し検討することが重要となる。

本研究は照明システム（約6 cpmの周波数で明るさが増える）にリラックス感を促すと考えられる音源を組み合わせて提示し、参加者に照明の変化に合わせてペース呼吸を行うよう求めた。この際、当該の照明システムを視聴するのみの（ペース呼吸を行わない）統制条件に比べ、心拍変動や圧受容体反射感度、心理的リラクゼーション反応が高まるかどうか検討した。

方法

【実験参加者】日常的に喫煙をしない健康な男女大学生および社会人27名（男性10名、女性17名：20-30歳）に実験参加の協力を得た。本研究は愛知学院大学心身

*1) 愛知学院大学心身科学部心理学科

*2) パナソニック株式会社ライフソリューションズ社・ライティング事業部

(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 愛知学院大学心身科学部心理学科 E-mail: msakaki@md.ccnw.ne.jp

科学部心理学科研究倫理委員会の承認を受け (No. 19-3), 実験に際して, 参加者には実験内容 (研究の目的および内容, プライバシーの取り扱いなど) を説明し, 書面で同意を得た. なお, 実験測定 (約60分) はすべて10:00~12:30までの間 (昼食前) に研究代表者 (榑原) によって実施された.

【装置および測定】心電図はCM5誘導によって増幅記録した (BA1008, デジテックス研究所). 動脈血圧波形は左手第2・3指に脈波測定センサを装着し, 非観血式連続血圧計 (CNAP500, CNSystem) にて測定した. この際, 校正血圧を得る目的で左上腕にカフを装着した. 呼吸は伸縮ベルトにストレンゲージを配置し上腹部周囲に装着して計測した (ストレンゲージ呼吸センサ, G1システム). これらの生体信号はAD変換ボード (ATP-32F, Contec) を介して1 kHzのサンプリング周期でパーソナルコンピュータ (Compaq nx6310, HP) に保存した.

【手続き】防音シールド室にて各種センサを装着した後, 座位で約10分間の順応期間をおいた. すべての参加者はリラクセーション音源を伴う照明システム (光の明るさの変化) に合わせて呼吸を整える実験条件 (Treatment) と当該システムを視聴するのみ (呼吸統制を行わない) とする統制条件 (Control) を約1週間の間隔を空けてランダムな順序で実施した.

照明システムの明るさの時間的変化を図1に示す. 本システムの明るさは約4400ミリ秒かけて徐々に明るくなり, その後, 約6400ミリ秒かけて徐々に暗くなるよう設計されている (5.56 cpm). 心拍変動バイオフィードバックのペース呼吸は一般的に6 cpm (0.1 Hz) とされる場合が多いが, 詳細な周期 (平均値) は5.56 cpm (0.0926 Hz) であることが示されている

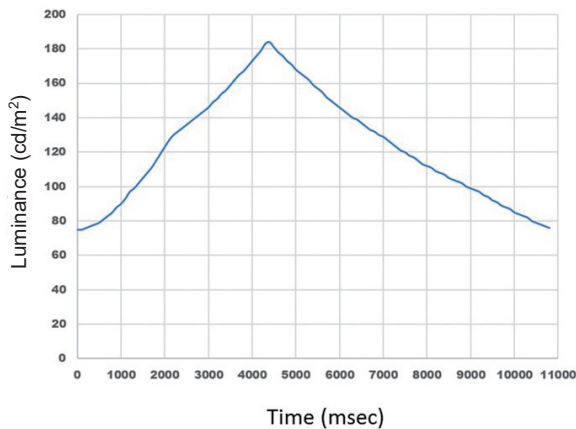


図1 照明システムの明るさの変化

(Vaschillo et al., 2006).

実験条件 (Treatment) は安静ベースライン (Baseline) として5分間の測定を行った後, システムに合わせて5分間のペース呼吸を実施した (測定1). 次に, システムを使って連続的に10分間のペース呼吸を行った. この際, 5分時点で参加者に対して眠らないように実験者が声をかけた (測定2 [5分]・測定3 [5分] に区分した). これらの測定に続いて自然回復の経過を5分間測定した (Recovery). 心理的リラクセーション尺度 (5件法リックトスケール) (榑原ら, 2014) と主観的な覚醒・快不快尺度 (9件法リックトスケール) は, Baseline, 測定1, Recoveryの直後に実施した.

一方, 統制条件 (Control) は5分間のベースラインを測定した後 (Baseline), システムを視聴するのみとして5分間安静を保つように求めた (測定1). さらに, システムの視聴のみ10分間測定し (測定2 [5分]・測定3 [5分]) (5分時点で声かけ), 直後の5分間は回復期 (Recovery) の測定とした. 心理的リラクセーション (榑原ら, 2014) と覚醒・快不快尺度は Baseline, 測定1, Recoveryの直後に実施した. また, 統制条件において, システムのリラクセーション音源の印象を問う質問紙 (音楽作品の感情価測定尺度) (谷口, 1995) を測定1の直後に実施した. なお, 統制条件を終えた後, 本照明システムと呼吸 pacer (EZ-air, BFE) による呼吸コントロール感の比較を行った (本報告では扱わない). 図2には実験測定の様子を示す.

【分析】記録された心電図データからR波を検出しRR間隔を1 msecの精度で計測した. 心拍変動の大きさの程度を検討するためにSDNN (異常波の混入のない健常な心拍RR間隔データから算出された標準偏

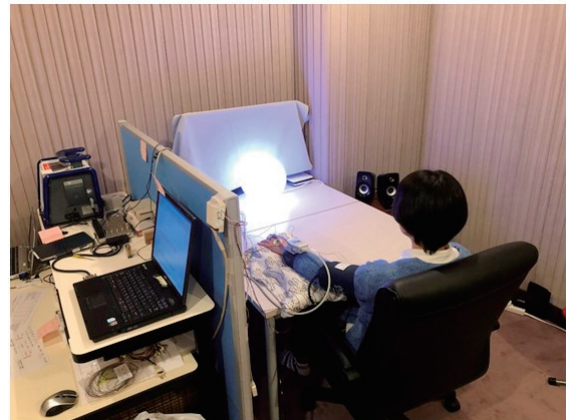


図2 実験測定の様子

差)を求めた。また、RR 間隔の時系列データを1秒毎の等間隔データに変換し、そのスペクトル分析によって得られる心拍変動低周波 (low frequency: LF) 成分 (0.04–0.15 Hz) および高周波 (high frequency: HF) 成分 (0.15–0.4 Hz) のパワー (msec²) を求めた。ペース呼吸を実施すると、当該ペースの周波数をピークとした優勢なパワーがLF周波数帯域内に観察される。このとき、LFパワーの大きさはペース呼吸によって生ずる心拍変動の程度を反映する指標である。

一方、圧受容体反射感度 (baroreflex sensitivity: BRS) は Parlow et al. (1995) の方法にしたがって spontaneous sequence 法によって評価した。ここでは、測定された血圧および心電図データから収縮期血圧とRR間隔が共に連続して上昇あるいは下降する系列 (3～7拍) をコンピュータによって抽出した。この際、血圧値とRR間隔の関係は、Parlow et al. と同様に圧反射の時間的な特徴 (収縮期血圧の情報が迷走神経と舌因神経を介して中枢へ送られRR間隔が調節される過程) を考慮して、ある時点の血圧の発生からその次に起こるRR間隔の組み合わせとして定義した。次に、各測定期間内の収縮期血圧とRR間隔の値が同時に3～7拍連続して上昇する (および下降する) シーケンスを抽出した。これらのシーケンスについて回帰係数を求め平均したものをBRS (msec/mmHg) とした。この際、血圧は1 mmHg以上、心拍は2 msec以上の変化をもって上昇/下降と定義し、収縮期血圧とRR間隔の相関係数が0.85以上の場合のシーケンスを評価の対象とした (奥田ら, 2008)。

なお、統計的分析として、条件 (Treatment・Control) × 測定期間 (Baseline・測定1・測定2・測定3・Recovery) の2要因分散分析を実施した。この際、測定期間、条件×測定期間の交互作用の自由度は Greenhouse & Geisser (1959) によって修正し、有意確率は5%とした。

結果

実験条件および統制条件のLFパワーを図3に示す (偏差バーは標準誤差、Controlの値は小さくグラフ上では視認できない)。実験条件 (Treatment) のLFパワーはペース呼吸によって顕著に増加し、Recoveryではペースラインのレベルに向かって低下した。一方、統制条件 (Control) では概ねBaselineのレベルを維持するようにみえた。分散分析の結果、条件 ($F(1/26) = 20.920, p < .001, \eta^2_p = .446$), 測定期間 ($F(2.364/61.647)$

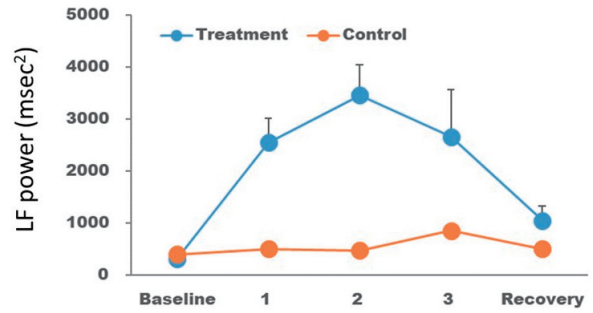


図3 LF power の変化

= 10.182, $p < .001, \eta^2_p = .281$), およびそれらの交互作用 ($F(2.284/59.388) = 7.786, p < .005, \eta^2_p = .230$) に有意差がみられた。

次に、BRSの変化を図4に示す (偏差バーは標準誤差)。実験条件ではBRSは安定して増加し、統制条件は概ねBaselineのレベルで推移した。分散分析の結果、条件 ($F(1/26) = 10.285, p < .005, \eta^2_p = .283$), 測定期間 ($F(3.078/80.027) = 4.601, p < .01, \eta^2_p = .150$), およびそれらの交互作用 ($F(3.416/88.824) = 5.539, p < .005, \eta^2_p = .176$) に有意差がみられた。

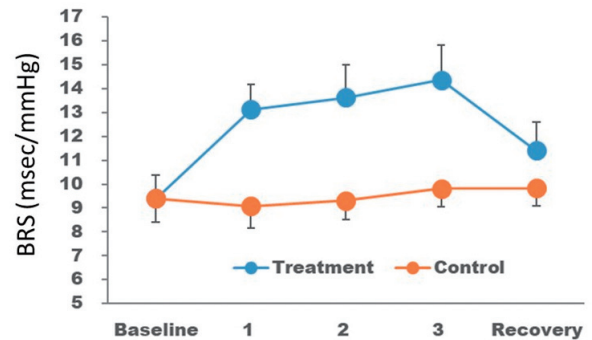


図4 BRS の変化

表1にはRR間隔およびSDNNの平均値を示している。実験条件の測定1のRR間隔は統制条件に比べて増加した。また、統制条件は測定1から3にかけて漸増しているのがわかる。分散分析の結果、測定期間 ($F(1.706/44.360) = 5.340, p < .05, \eta^2_p = .170$), 条件と測定期間の交互作用 ($F(2.133/55.457) = 3.172, p < .05, \eta^2_p = .109$) に有意差が認められた。実験条件のSDNNは測定1～3において安定して増加した。RecoveryではBaselineのレベルへ向かって収束するようにみえた。一方、統制条件のそれは測定が進むにつれてやや漸増するものの概ねBaselineのレベルで推移した。分

表1 RR 間隔および SDNN の変化 (カッコ内は標準偏差)

	Baseline	測定 1	測定 2	測定 3	Recovery	ANOVA
RR (ms)						条件: <i>n.s.</i>
Treatment	790.6(118.4)	804.9(96.4)	811.2(92.7)	800.8(90.7)	805.7(92.5)	測定期間: $p < .05$
Control	780.4(93.3)	786.5(91.4)	798.8(98.8)	806.9(104.2)	810.2(110.7)	交互作用: $p < .05$
SDNN (ms)						条件: $p < .001$
Treatment	45.9(17.9)	79.1(27.3)	83.3(30.5)	79.1(28.4)	56.9(24.4)	測定期間: $p < .001$
Control	42.8(15.0)	45.7(20.1)	47.5(19.8)	51.2(21.0)	51.3(21.3)	交互作用: $p < .001$

表2 心理的リラクセーション尺度, 覚醒, 快-不快尺度の変化 (カッコ内は標準偏差)

	Baseline	測定 1	Recovery	ANOVA
リラクセーション				条件: <i>n.s.</i>
Treatment	18.7(4.0)	20.3(3.9)	21.4(3.8)	測定: $p < .001$
Control	18.6(4.0)	19.9(4.7)	21.0(4.8)	交互作用: <i>n.s.</i>
覚醒				条件: <i>n.s.</i>
Treatment	5.2(2.3)	4.2(2.6)	3.0(1.9)	測定: $p < .001$
Control	5.2(2.1)	4.2(2.4)	3.6(2.4)	交互作用: <i>n.s.</i>
快-不快				条件: <i>n.s.</i>
Treatment	6.2(1.1)	6.7(1.1)	7.3(1.4)	測定期間: $p < .001$
Control	6.2(1.2)	7.0(1.4)	7.1(1.2)	交互作用: <i>n.s.</i>

散分析の結果, 条件 ($F(1/26)=35.942, p < .001, \eta_p^2=.580$), 測定期間 ($F(2.701/70.228)=32.886, p < .001, \eta_p^2=.558$), およびそれらの交互作用 ($F(2.985/77.599)=32.393, p < .001, \eta_p^2=.555$) に有意差がみられた。

心理的リラクセーション尺度, 覚醒および快不快尺度の平均値の結果を表2に示した。照明システムを用いて呼吸を調整した場合(実験条件)も視聴のみの場合(統制条件)も主観的なリラクセーションを有意に増加させることを示している ($p < .001$)。また, いずれも覚醒を低下させ ($p < .001$), 快の方向へ気分を誘導していることがわかる ($p < .001$)。

本研究で用いたリラクセーション音源に対する感情価の評定は, 谷口¹⁵⁾の音楽作品の感情価測定尺度をもとに行った。尺度に記載されている評定因子「親和」「強さ」「軽さ」「荘重」(いずれも4-20点範囲)についてリラクセーション音源の評定を行ったところ, 親和: 15.1, 強さ: 6.3, 軽さ: 8.6, 荘重: 9.0であった。本システムのリラクセーション音源が親しみやすくやわらかな印象として評定されていることがうかがわれる。これは谷口¹⁵⁾に掲載されているいくつかの楽曲評定値のうち, カヴァレリア・ルスティカーナ間奏曲(親和: 16.9, 強さ: 6.3, 軽さ: 6.8, 荘重: 12.8)や

カノン(親和: 16.8, 強さ: 6.8, 軽さ: 7.0, 荘重: 13.6)などの印象評定に近いと考えられた。なお, 谷口¹⁵⁾の尺度では高揚因子(明るい, 楽しいなど)があるが, 本実験で用いた尺度項目に一部誤りがあったため分析しなかった。

考 察

本研究はリラクセーション音源を備えた照明システムを利用して緩徐なペース呼吸を実施した際の心拍変動と圧受容体反射感度を評価した。実験結果にみられたように, 実験条件のSDNNは統制条件に比べて有意に増加したが, この背景にはLF成分パワーの顕著な増加が寄与していると考えられる。これは照明システムの光変化(約0.1 Hz)に合わせて呼吸を調整することにより, 心拍変動がLF帯域(0.04-0.15 Hz)内で生じることによると考えられる。

この頻度の呼吸調整は心臓血管システムに共鳴を引き起こし, 結果的に顕著な心拍変動の増大が生じることが報告されている。Vaschillo et al. (2002) はさまざまな頻度のサイン波による誘導刺激を呈示し, これに心拍を一致させる実験を行った。その結果, 概ね0.1 Hz

の刺激に対して呼吸を調整しながら心拍を合わせる手続きを行うと、心拍は呼吸とほぼ同じ位相（0度）で変化し、血圧は心拍と逆の位相（180度）で変化することを見出した。心拍と呼吸の関係は呼吸性洞性不整脈（吸気で心拍数が上昇し呼気で心拍数が低下する）を反映したものと考えられるが、一方で血圧と心拍の関係は圧受容体反射（血圧の上昇に対して心拍数が減少し血圧の下降に対しては心拍が上昇する）の働きによるものである。さらに、当該の頻度の刺激に合わせた呼吸調整によって心拍変動が著しく増加する事実から、彼らは心臓血管システムに約0.1 Hzの頻度で共鳴する性質のあることを指摘した。本研究の結果もこれに一貫している。

次に、本研究では実験条件において圧受容体反射感度（BRS）の有意な増加がみられた。これについては上述のように、圧受容体反射（血圧に対する心拍数と血管緊張の補償的応答）が効率的に生じていたことが推測される。圧受容体反射は脳への適切な血液供給を確かなものにするために重要な役割を担っており、代表的なホメオスタシス機能（身体の状態を一定に保とうとする働き）の一つである。したがって、本照明システムの刺激に合わせて行うペース呼吸（約0.1 Hz）は、上述のような共鳴過程を通じてホメオスタシスに関わる自律神経機能を繰り返し刺激していると考えられる。さらに、圧受容体反射の過程ではこれを司る孤束核から上位の中枢に対して刺激が伝わっており（Lehrer et al., 1999）、この頻度の呼吸調整が情動制御にも寄与している可能性がある。実際に、Chernigovskaya, Vaschillo, Petrash, & Rusanovsky (1990) は、胸部の不快感や痛み、頻脈や徐脈、気分の不安定さや焦燥感を訴える患者を対象とした心拍変動バイオフィードバックを実施したところ、未処置患者群に比べて有意な不安の低下、活動性の増加、気分状態の改善がみられたことを報告している。本研究では、主観的なリラクゼーション、覚醒、快-不快に有意な改善がみられ、リラクゼーション音源を備えた照明システムを用いたペース呼吸の手続きが心理的な安堵感を与えていたことが示唆される。

本研究では、RR間隔に測定期間と交互作用に有意差がみられた。表1から実験・統制の両条件の値は漸増しているが、測定1（baseline直後）でこれらの条件に差がうかがわれた。すなわち、実験条件はペース呼吸によって迷走神経活動が高まり心拍の減速（RR間隔の増加）が生じたと考えられるのに対して、統制条件では安静座位を続けるのみの状態によっておそ

く徐々に眠気を誘い（特に、測定2・3）、結果的にRR間隔の漸増がみられたのではないかと推測される。“眠気”は実験後に参加者の多くから得られた内省である。測定3やrecoveryでは両者がほぼ同水準にまで増加しているため、このような変化が覚醒の低下によるものかどうか、今後、脳波などの測定を行って詳しく検討する必要がある。

最後に、本実験において、照明システムとともに提示したリラクゼーション音源は“ルスティカーナ間奏曲”や“カノン”などの楽曲の印象に近いことがわかり、参加者のリラクゼーション反応の誘導に一定の寄与があったと推測された。

以上、本研究はリラクゼーション音源を伴う照明システムを利用して呼吸調整を実施し、心拍変動と圧受容体反射感度を測定した。当該システムは自律神経機能を介したホメオスタシス反応を高め主観的なリラクゼーション感を誘導する可能性のあることが示された。

付 記

本研究はパナソニック(株)ライフソリューションズ社・ライティング事業部と共同研究契約を結び研究助成を受けて行われたものである(愛知学院大学民間等共同研究・承認番号R01共5パナソニック株式会社)。共著者4名はパナソニックライフソリューションズ社員である。本研究において筆頭著者(榎原)は実験の計画、実施、論文執筆を担当し、共著者(松林・船本・竹本・矢口)はリラクゼーション音源を備えた照明システムの開発を担当した。また、本論文の内容は研究報告書(パナソニック社)をもとに改編し、図表(図1~4および表2)は報告書から抜粋し再編したものである。

本研究のデータ解析の一部は金田宗久氏(心身科学研究所研究員)にご協力いただき、論文に対する貴重なコメントをいただきました。また、本論文の作成において桑島隆二氏(愛知学院大学大学院博士課程)のご協力を賜りました。ここに記して両氏へ感謝の意を表します。

引用文献

- Chernigovskaya, N. V., Vaschillo, E. G., Petrash, V. V., & Rusanovsky, V. V. (1990). Voluntary regulation of the heart rate as a method of functional condition correction in neurotics. *Human Physiology*, *16*, 58-64.
- Cowan, M. J., Pike, K. C., & Budzynski, H. K. (2001). Psychosocial nursing therapy following sudden cardiac arrest: Impact on two-year survival. *Nursing Research*, *50*(2), 68-76. <https://doi.org/10.1097/00006199-200103000-00002>
- Del Pozo, J. M., Gevirtz, R. N., Scher, B., & Guarneri, E. (2004).

- Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. *American Heart Journal*, **147**(3), 545. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2003.08.013>
- Greenhouse, S. W., & Geisser, S. (1959). On methods in the analysis of profile data. *Psychometrika*, **24**, 95–112.
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., et al. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **32**(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9028-0>
- Karavidas, M. K., Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S., et al. (2007). Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **32**(1), 19–30. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9029-z>
- Lehrer, P. M. (2007). Biofeedback training to increase heart rate variability. In P. M. Lehrer, R. L. Woolfolk, & W. E. Sime (Eds.), *Principles and practice of stress management* (pp. 227–248). New York, NY, US: The Guilford Press.
- Lehrer, P., Sasaki, Y., & Saito, Y. (1999). Zazen and cardiac variability. *Psychosomatic Medicine*, **61**, 812–821. <https://doi.org/10.1097/00006842-199911000-00014>
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Scardella, A., Siddique, M., & Habib, R. H. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, **126**(2), 352–361. <https://doi.org/10.1378/chest.126.2.352>
- McCray, R., Atkinson, M., & Tomasino, D. (2003). Impact of a workplace stress reduction program on blood pressure and emotional health in hypertensive employees. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, **9**(3), 355–369. <https://doi.org/10.1089/107555303765551589>
- Nolan, R. P., Kamath, M. V., Floras, J. S., Stanley, J., Pang, C., Picton, P., & Young, Q. R. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioral neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *American Heart Journal*, **149**(6), 1137.e1–1137.e7. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2005.03.015>
- 奥田泰子・大槻 毅・長尾光城・松嶋紀子 (2008). 心臓副交感神経系の動脈圧受容器反射による上昇性および下降性の血圧調整機能は入浴時に増大する. *川崎医療福祉学会誌*, **18**, 129–136. <http://doi.org/10.15112/00012986>
- Parlow, J., Viale, J. P., Annat, G., Hughson, R., & Quintin, L. (1995). Spontaneous cardiac baroreflex in humans: Comparison with drug-induced responses. *Hypertension*, **25**(5), 1058–1068. <https://doi.org/10.1161/01.HYP.25.5.1058>
- 榎原雅人・寺本安隆・谷 伊織 (2014). リラクゼーション評価尺度短縮版の開発. *心理学研究*, **85**(35), 284–293. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.85.13210>
- 谷口高士 (1995). 音楽作品の感情価測定尺度の作成および多面的感情状態尺度との関連の検討. *心理学研究*, **65**(6), 463–470. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.65.463>
- Vaschillo, E., Lehrer, P., Rische, N., & Konstantinov, M. (2002). Heart rate variability biofeedback as a method for assessing baroreflex function: A preliminary study of resonance in the cardiovascular system. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **27**(1), 1–27. <https://doi.org/10.1023/A:1014587304314>
- Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., & Lehrer, P. M. (2006). Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **31**(2), 129–142. <https://doi.org/10.1007/s10484-006-9009-3>
- Yucha, C. B., Tsai, P. S., Calderon, K. S., & Tian, L. (2005). Biofeedback-assisted relaxation training for essential hypertension: Who is most likely to benefit? *Journal of Cardiovascular Nursing*, **20**(3), 198–205. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1097/00005082-200505000-00012>
- Zucker, T. L., Samuelson, K. W., Muench, F., Greenberg, M. A., & Gevirtz, R. N. (2009). The effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: A pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, **34**(2), 135–143. <https://doi.org/10.1007/s10484-009-9085-2>

(最終版令和2年10月16日受理)

Effect of Paced Breathing using a Lighting System Equipped with a Relaxation Sound Source on Heart Rate Variability and Baroreflex Sensitivity

Masahito SAKAKIBARA, Yoko MATSUBAYASHI, Mari FUNAMOTO, Emi TAKEMOTO and Mitsuo YAGUCHI

Abstract

This study was designed to examine the effect of slow-paced breathing using a lighting system equipped with a relaxation sound source on heart rate variability (HRV) and baroreflex sensitivity (BRS). Twenty-seven healthy students and young adults (10 males, 17 females, aged 20-30 years) participated in both experimental and control conditions. Under the experimental condition, participants paced their breathing according to the changes in brightness of the lighting system at a frequency of 0.1 Hz. Under the control condition, they rested quietly while the lighting system went through its changes. Under both conditions, a relaxation sound was generated with the lighting system. Electrocardiogram, continuous blood pressure, and pneumogram were recorded during baseline (5 min), followed by 3 measurement periods (5 min each) and recovery (5 min). The low frequency (LF) power of HRV and BRS during the measurement periods was significantly increased for the experimental condition as compared with the control condition. This result suggests that slow-paced breathing using a lighting system with a relaxation sound source stimulates the autonomic nervous function involved in homeostasis.

Key words: relaxation, a lighting system, heart rate variability, autonomic function, heart rate variability biofeedback