

心拍変動増大に最適な呼吸は圧反射感度を高めるか？（第2報） — LF 成分のピーク周波数にもとづいたペース呼吸の効果 —

榊原 雅人*¹⁾ 金田 宗久*²⁾ 石田 光男*¹⁾

研究目的・背景

緩徐なペース呼吸とバイオフィードバックの手続きを用いて心拍変動 (heart rate variability: HRV) を増大させる方法を HRV バイオフィードバック (HRV biofeedback: HRVBF) とよぶ (Lehrer, 2007)。これまでストレスに関わるさまざまな症状に HRVBF が適用され、抑うつ、不安の軽減、不眠などの改善に有用であることが知られている。HRVBF の効果の機序のひとつとして、この手続きが圧受容体反射 (baroreflex: BR) を刺激しホメオスタシス機能を高める可能性のあることが指摘されている。

HRVBF ではこのような効果を高めるために、最適なペースで呼吸をコントロールすることが重視されている。ここで最適なペースを共鳴周波数とよび、身長や性別による個人差があることから、HRVBF 訓練では個人の共鳴周波数を特定する手続きが採られている。そこでは1分あたり6回 (cpm) のペース呼吸を実施して HRV の出現度合いを判断し、順次、6.5、5.5、5、4.5回のペースについて評価し、HRV が最大となるペースを個人の共鳴周波数として特定する。

共鳴周波数は6.5cpm のように区切りのよいポイントでなく、本来は6.23cpm のように細かな値になり得ることが指摘されていることから、榊原・及川 (2017) は個人の共鳴周波数を精度よく同定するために安静時 HRV の低周波 (low frequency: LF) 成分のピーク周波数に着目した。彼らは、安静時 LF ピーク周波数をもとにペース呼吸を実施したとき、共鳴周波数をもとにペース呼吸を行ったときよりも大きな HRV が現れることを見出している。先行研究では HRV の増大を観察したが、一方で BR 感度 (baroreflex sensitivity: BRS) が増加するかどうかにについては明らかにされていない。本研究は安静時 LF 周波数をもとにしてペース呼吸を行ったとき、HRV とともに BRS が効果的に増加するかどうか検討することを目的とした。

方法

健常な男女大学生12名 (19～21歳) を対象として連続血圧、心電図、呼吸を測定した。実験にあたり、参加者に実験内容について説明し同意書を得た (本研究は愛知学院大学心身科学部心理学科研究倫理委員会の承認を受け、開示すべき利益相反はない)。動脈血圧波形は非観血式連続血圧計にて測定した。心電図は CM5 誘導によって時定数0.1秒で増幅記録した。呼吸は伸縮ベルトを配置したストレングージを上腹部に装着して計測した。これらは1kHzのサンプリング周期でパーソナルコンピュータに保存した。

実験手続きとして、防音シールド室にて各種センサを装着した後、座位で10分間の順応期間をおいた。すべての参加者は LF スペクトルピーク周波数でペース呼吸を行う条件 (LF condition) と共鳴周波数で同じくペース呼吸を行う条件 (Resonance condition) を約1週間をおいてランダムに実施した。両条件では5分間の安静ベースライン期 (Baseline) の測定の後、ペース呼吸期 (Breathing) の測定を実施した。LF condition では、はじめに安静時 HRV データに対して FFT スペクトル分析を施し、0.075 - 0.108 Hz (4.5 - 6.5回/分) の帯域で最も優勢なピークを同定した。参加者にはここで決定した周波数で上下するペースメーカをコンピュータ画面中央に呈示し、

* 1) 愛知学院大学心身科学部心理学科

* 2) 心身科学研究科心理学専攻・研究員

これに合わせてペース呼吸を行うよう指示した（5分間）。一方、Resonance conditionでは、従来のHRVBFプロトコルに従って、各参加者の共鳴周波数を同定する手続きを実施した。すなわち、6、6.5、5.5、5、4.5cpmの順でペース呼吸を行い（各2分間）、最も大きなHRVが出現したペースを共鳴周波数として決定した。その後、共鳴周波数で上下するペースメーカをコンピュータ画面中央に呈示し、このタイミングでペース呼吸を行うよう参加者に教示した（5分間）。

記録された心電図データからR波を検出し、HRVデータのスペクトル分析によって得られる低周波成分の振幅(LF amplitude)を算出した。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。

結 果

結果として、BRS (ms/mmHg)はLF conditionとResonance conditionの両条件で有意に増加したが、増加の程度に両者の差はみられなかった。LF amplitude (ms)も両条件のペース呼吸によって有意に増加したが、増加の程度について差異はみられなかった。これらの指標を含め、本実験で得られた結果の詳細については、“HRV増大に最適な呼吸は圧反射感度を高めるか？（第2報）—LF成分のピーク周波数にもとづいたペース呼吸の効果—（心身科学第11巻論文）”に示している。

考 察

本研究は、安静状態のLF帯域のピーク周波数をもとにして行うペース呼吸(LF condition)が共鳴周波数をもとにして行うペース呼吸(Resonance condition)と同様にBRSを高めるかどうか検討した。結果にみられたように、LF conditionにおいてBRSが有意に増加したことから、安静時のLFピーク周波数をもとにしたペース呼吸がBRを刺激する可能性のあることが示された。次に、LF amplitudeはLF conditionおよびResonance conditionにおいて共に増大した。このことから、LF conditionにおいてもResonance conditionと同様の共鳴的效果が生じていることが示唆された。以上の結果は、HRVのLFスペクトルピークはHRVBF訓練におけるペース呼吸のガイド周波数として使用できることを示唆している。今後、より大きなサンプルサイズで検討を継続する予定である。

謝 辞

本研究の一部は愛知学院大学心身科学研究所の研究助成を受けて行われました。ここに記して御礼申し上げます。

引用文献

- Lehrer, P. (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: Guilford Press.
- 榊原雅人・及川欧 (2017). 心拍変動バイオフィードバックにおける共鳴周波数検索について—安静時LFピーク周波数を利用した手続きの検討—. *バイオフィードバック研究*, 44, 21–28.
- Parlow, J., Viale, J.P., Annat, G., Hughson, R., & Quintin, L. (1995). Spontaneous cardiac baroreflex in humans. Comparison with drug-induced responses. *Hypertension*, 25, 1058–1068.