



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	心拍変動バイオフィードバック訓練が不安低減効果と脳活動に与える影響 : 脳波 (EEG) と内受容感覚の観点から [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	齋藤, 隆司
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第16194号
Issue Date	2024-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93963
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ryuji_Saito_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名：齋藤 隆司

学位論文題名

心拍変動バイオフィードバック訓練が不安低減効果と脳活動に与える影響：
脳波（EEG）と内受容感覚の観点から

1. 緒言

周期的な心拍間隔の変動である心拍変動（Heart rate variability: HRV）は自律神経活動を反映している。自律神経活動は孤束核、扁桃体、前部帯状回、島皮質などから構成される中枢自律神経線維網（Central autonomic network: CAN）によって制御されているが、CANは不安・ストレスなどの情動制御や注意、抑制などの認知制御にも関与している。そのため、HRVの高さは自律神経活動の活性化だけではなく、良好な情動・認知制御を反映している一方、HRVの低下は不安障害やうつ病、認知機能障害と関連している。HRVを増加させる方法として、緩徐な呼吸周期でのペース呼吸とHRVの波形情報のフィードバックを組み合わせた心拍変動バイオフィードバック（Heart rate variability biofeedback: HRVBF）がある。HRVBF訓練は不安・ストレスの低減やうつ病症状の改善といった臨床的効果や注意、抑制、ワーキングメモリの向上に有用である可能性が示唆されている。また、近年の先行研究では脳機能イメージングを用いてHRVBF訓練が脳活動を変化させることが報告されている。しかし、HRVBFの訓練効果のメカニズムにおいて、HRVの変化による情動・認知機能の変化に脳活動変化が直接的に関連しているのか明らかではない。さらに、神経基盤の共通性から、身体内部の生理状態に関する感覚である内受容感覚がHRVBFの訓練効果や習熟に関与している可能性が考えられる。本研究ではHRVBF訓練による不安低減効果と脳活動変化との関連性及び内受容感覚がHRVBFのパフォーマンスに与える影響について検討した。

2. 研究1：HRVBF訓練による不安低減効果と脳活動変化との関連性

不安が高い健常な大学生・大学院生52名を対象とした。参加者のランダム割り付けと能動的対照群の設定を行った研究デザインで一回あたり20分間のHRVBF訓練または対照訓練を10回実施した。訓練前後で情動ストループ課題により測定される不安関連の注意バイアス、脳波（Electroencephalography: EEG）、新版STAI状態-特性不安検査（State-Trait Anxiety Inventory-Form JYZ: STAI-JYZ）、HRVを測定した。HRVBF群21名、対照群19名のデータを解析対象として、HRVBF訓練による不安低減効果を多角的に検証し、不安低減効果と脳活動変化との関連性を検討した。その結果、HRVBF群では対照群と比べて訓練前後で心臓迷走神経（副交感神経）活動を示すHRV指標であるRoot mean square of successive differences (RMSSD) 及びHigh frequency (HF) が有意に増加したが、不安低減を示唆する注意バイアス、EEG、STAI-JYZは有意に変化しなかった。また、訓練前後でのEEGの変化は注意バ

イアス及び HRV の変化と有意な相関を示さなかった。しかし、追加解析によって HRVBF 群では訓練前の RMSSD が訓練の習熟度を反映する平均コヒーレンススコアと有意な正の相関、訓練前後での注意バイアスの変化量と有意な負の相関を示した。本研究から、HRVBF 訓練による不安低減効果と脳活動変化は認められなかったが、訓練前の心臓迷走神経（副交感神経）活動に由来する HRV の高さは HRVBF 訓練による不安低減効果や訓練の習熟に影響する参加者特性の一つであることが示唆された。

3. 研究 2：内受容感覚が HRVBF のコヒーレンススコアに与える影響

健常な大学生・大学院生 54 名を対象とした。単群による横断的研究デザインで日本語版内受容感覚への気づきの多次元的評価（Japanese version of Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness: MAIA-J）、日本語版 Body Perception Questionnaire-Body Awareness 超短縮版（Japanese version of the Body Perception Questionnaire-Body Awareness Very Short Form: BPQ-BAVSF-J）、心拍カウント課題（Heartbeat counting task: HCT）を用いて内受容感覚の諸側面、ベースライン時及び HRVBF 時の HRV、HRVBF のパフォーマンスを反映するコヒーレンススコアを測定した。49 名のデータを解析対象として、内受容感覚が HRVBF のコヒーレンススコアに寄与しているのかを重回帰分析を用いて検討した。その結果、ベースライン時の RMSSD の高さが正方向に高いコヒーレンススコアを有意に予測し、研究 1 の結果が支持された。また、MAIA-J「感情への気づき」と MAIA-J「気づき」がコヒーレンススコアをそれぞれ正方向及び負方向に有意に予測し、コヒーレンススコアは肯定的な身体感覚と感情状態との関連性への気づきに鋭敏であるほど高くなる一方で、否定的な身体感覚への気づきに鋭敏である場合には低くなる可能性が示唆された。

4. 考察

研究 1 では、HRVBF 訓練による HRV の増加を確認したが、注意バイアスの改善や EEG 変化は確認できなかった。不安低減効果や脳活動変化が確認できなかった原因として、これまでの先行研究では能動的対照群が設定されていない研究が多く、効果が過大評価されていた可能性や、比較的不安の低い参加者集団を対象としていたことが考えられた。追加解析により訓練前の RMSSD が不安低減効果や訓練の習熟に関連していることを示した。研究 2 では、RMSSD と主観的な内受容感覚が HRVBF のパフォーマンスを予測していた。本研究の結果を総合的に解釈すると、心臓迷走神経（副交感神経）活動に由来する HRV の高さが HRVBF の訓練効果や習熟に寄与することが研究 1 及び研究 2 から支持された。また、限定的ではあるが、主観的な内受容感覚が訓練効果や習熟に影響する可能性も示唆された。本研究は HRV や主観的な内受容感覚という観点から HRVBF の訓練効果の恩恵を受けやすい対象者のスクリーニングや訓練効果の恩恵を受けにくい対象者に対する訓練プロトコルの修正に貢献するものと考えられた。

5. 結論

本研究は HRVBF 訓練による不安低減効果と脳活動変化との関連性及び内受容感覚が HRVBF のコヒーレンススコアに与える影響について検討した。本研究は HRVBF 訓練において対象者の選定が重要であることを HRV や主観的な内受容感覚の観点から示唆した。今後の研究では HRVBF 訓練に対してより大きな影響を与える要因を探索し、それらの関連性におけるメカニズムを解明することがリハビリテーションをはじめとした領域で HRVBF を臨床応用する上で重要であると考えられる。