



Title	Magnetoencephalographic neurofeedback training decreases β -low- γ phase-amplitude coupling of the motor cortex of healthy adults: a double-blinded randomized crossover feasibility study
Author(s)	井筒, 伸之
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/95957
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

Synopsis of Thesis

氏 名 Name	井筒 伸之
論文題名 Title	Magnetoencephalographic neurofeedback training decreases β -low- γ phase-amplitude coupling of the motor cortex of healthy adults: a double-blinded randomized crossover feasibility study (健常成人に対する脳磁図を用いたニューロフィードバックトレーニングは運動皮質の β 波とlow γ 波の位相振幅結合を低下させる：二重盲検ランダム化クロスオーバー試験)
論文内容の要旨	
〔目 的(Purpose)〕 脳活動における位相振幅結合 (phase-amplitude coupling: PAC) は低周波帯域の位相と高周波帯域の振幅変化が同期する現象である。運動野におけるPACは身体運動に関連して減弱することが知られている。一方で運動障害疾患では安静時の運動野PACが増強しており、特にパーキンソン病ではPACの増強と運動症状の重症度が相関することが知られている。安静時の運動野におけるβ波とlowγ波のPACはパーキンソン病に対する新規治療の標的となる可能性が示唆されている。脳活動に変化を誘導する手法の一つとしてニューロフィードバックトレーニング (neurofeedback: NFT) が知られているが、PACを標的としたNFTはこれまでに報告がない。本研究では新規に運動野PACを標的とするNFTシステムを開発しその実施可能性を検証することを目的とした。 〔方法ならびに成績(Methods/Results)〕 健常成人20人を対象とする二重盲検ランダム化クロスオーバー試験を実施した。主要評価項目はNFT前後の安静時PACの変化、副次評価項目はNFT前後の運動機能の変化とした。PACの評価にはSynchronization indexを使用した。脳活動は脳磁計を用いて計測した。脳磁計はノイズ軽減のため頭頂部の110チャンネルのみ使用し、VBMEGにより電流源推定した後、左脳の手の運動領域にあたる126点の脳活動を解析対象とした。NFT中は1秒間のβ波とlowγ波のSI値を0.2秒毎に算出し、SIの値を円の大きさとして視覚的にフィードバックした。被験者へは思考により、表示された円を小さく保つように指示した。NFTは円を小さくするほどPACが減弱するDown-NFTと、対照的に円を小さくするほどPCAが増強するUp-NFTの2種類を使用した。それぞれのNFTについて連続の2日間で10分間のNFTを合計4回実施した。2種のNFTは10日間以上の間隔を開けて実施した。NFT前後に安静時の脳活動計測と運動課題を実施した。安静時PAC算出は、5分間のデータからノイズ除去を行い、連続47秒間のPACを評価した。運動課題はボタン押し課題による反応速度を評価した。 20人の参加を得たが、解析対象となったのは19人であった。主要評価項目の安静時PACについてDown-NFT後にPACは減弱していた ($SI=0.0360$ to 0.0316; Cohen's $d = 0.63$, $p = 0.013$)。しかしUp-NFTではPACに変化は生じなかった。副次評価項目の反応速度についてはいずれのNFTでも変化は見られなかった。PACと反応速度に相関関係は認めなかった。 〔総 括(Conclusion)〕 本研究で用いたNFTシステムが健常者の安静時運動野のβ波とlowγ波のPACを減弱させることを示した。一方でPACを増強させず、健常者の運動反応速度にも変化をきたさなかった。本NFTシステムをパーキンソン病患者に適用することでパーキンソン病患者のPACを減弱させ、その症状を改善する可能性があり、非侵襲的な新規治療法開発の基礎となることが期待される。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

(申請者氏名) 井筒 伸之				
論文審査担当者	(職)		氏 名	
	主 査	大阪大学教授	貴島 晶彦	男
	副 査	大阪大学教授	北澤 茂	男
	副 査	大阪大学教授	岡田 誠司	男

論文審査の結果の要旨

本研究は脳運動野における β 波とlow γ 波の位相振幅結合 (phase-amplitude coupling: PAC) を標的としたニューロフィードバックトレーニング (neurofeedback: NFT) が健常者のPACを減弱させることを示した初めての研究である。PACとは低周波帯域の位相と高周波帯域の振幅変化が同期する脳活動の現象であり、運動野におけるPACは運動に関連して減弱することが報告されている。また、運動障害疾患では安静時の運動野PACが増強しており、特にパーキンソン病ではPACの増強と運動症状の重症度が相関することが報告されている。これらの研究結果は運動野のPACがパーキンソン病に対する新規治療の標的となる可能性を示唆している。脳活動に変化を誘導する手法の一つとしてNFTがある。NFTは脳活動を計測すると同時に解析結果を被験者へフィードバックし、被験者自身が脳活動を変化させる手法であるが、PACを標的としたNFTはこれまでに報告がなかった。本研究では運動野PACを標的としたNFTシステムを新規開発し、その実施可能性を検証することを目的として、健常者を対象とした二重盲検ランダム化クロスオーバー試験を実施した。NFTはPAC減弱させるものと、PACを増強させるものの2種類が使用された。本研究の結果、PACを減弱させるNFTは健常者のPACを減弱させたが、PACを増強させるNFTはPACに変化を生じなかった。また、運動機能との評価としてNFT前後の反応速度の変化が評価されたが、いずれのNFTでも反応速度に変化は生じなかった。本研究はNFTによりPACが減弱することを示しており、本NFTシステムをパーキンソン病患者に適用することでパーキンソン病患者のPACを減弱させ、その症状を改善する可能性がある。パーキンソン病患者に対する新規治療法の開発の基礎となる可能性のある研究であり、学位に値するものと認める。