

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20700543  
 研究課題名 (和文) ペダリング運動によるセロトニン神経の活性化と心身の健康  
 研究課題名 (英文) Effects of serotonergic system activation during pedaling exercise on Mind-Body Health  
 研究代表者  
 麓 正樹 (Masaki Fumoto)  
 清和大学・法学部・講師  
 研究者番号：40339180

研究成果の概要 (和文)：(1)ペダリング運動(PE)により、前頭前野の血流が上昇し、不安が少なく活気のある心理状態が得られ、両者の関連性が示唆された。(2)血液中セロトニンレベルがPE後に増加したため、PE中に脳波の $\alpha$ 波パワーが増加したことは、セロトニン神経の上行性投射によるものと考えられた。(3)PEによる前頭前野の活性化は、セロトニン神経の賦活にも関及すると考えられた。(4)侵害受容反射(NWR)がPE中に減少したため、セロトニン神経の下行性投射によって脊髄の痛覚伝導が抑制され、NWRが減少したと考えられた。

研究成果の概要 (英文)：(1) This study demonstrated that pedaling exercise (PE) induces increased activity in the ventral prefrontal cortex (PFC) region, which may be responsible for the accompanying feeling of decreased negative mood with increased vigor-activity. (2) PE induces significant increases in the powers of alpha bands in EEG. These results suggest that such EEG changes are linked with the increased blood 5-HT levels, or an augmentation of the 5-HT system in the brain stem. (3) The activation of the ventral PFC during PE may also be responsible for the augmentation of the 5-HT system. (4) Nociceptive withdrawal reflex was decreased during PE, which indicates that PE suppress nociceptive response via the 5-HT descending inhibitory pathway.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計			

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：セロトニン、脳波、気分、NIRS、ペダリング運動、脳血流、侵害受容反射、痛覚伝達

## 1. 研究開始当初の背景

脳におけるセロトニンのレベルの低下は、鬱

やパニック発作等と関連する。また、これらの原因の一つであるストレスは脳のセロト

ニンレベルを低下させることが知られている。今日の社会的な背景からも、ストレスへの対策は非常に重要な課題だと思われる。我々はヒトを対象とした研究において、咀嚼、坐禅の呼吸法、読経（リズムカルに繰り返される発声運動）等のリズム性運動が、セロトニン神経を活性化させることを示唆する結果を得てきた。また、リズム性運動中に、大脳皮質の血流と脳波を測定すると、前頭前野の局所脳血流は増加し、脳波には $\alpha$ 波が出現した。運動の前後に行われた心理検査によって、被験者は不安が少なく活気のある心理状態になっていることが分かった。これらの結果を受けて我々は、リズム性運動の典型例であるペダリング運動は、前頭前野を活性化してセロトニン神経を活性化させ、セロトニン神経の活性化は脳波に $\alpha$ 波を出現させ、被験者の心理状態を、不安が少なく活気のある心理状態にするとの仮説を立てた。セロトニン神経の活性化は中枢のセロトニンレベルを上昇させ、薬理的観点からは抗不安や抗鬱作用が、また、解剖学的な投射を考慮すると姿勢筋の促通や鎮痛効果をもたらすことも予想された。ペダリング運動によってセロトニン神経が活性化され、種々の効果が得られることには極めて重要な意義があると考え、実験に着手するに至った。

## 2. 研究の目的

本研究では、リズムカルに繰り返されるペダリング運動がセロトニン神経を活性化して中枢のセロトニンレベルを増大させ、脳及び脊髄神経系の活動を適度に調節し、心理面では不安が少なく活気のある状態を形成する、との我々の仮説をヒトを対象に詳しく検討する。そのためにペダリング運動が、(1)血液中セロトニンレベル、(2)大脳皮質の血流、(3)脳波、(3)被験者の心理状態、(4)脊髄における痛覚伝達に及ぼす影響を明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1)セロトニン神経の活性化は、ペダリング運動前後に採血と採尿を行って、血液中と尿中セロトニンレベルを解析して評価する。(2)ペダリング運動による前頭前野の活性化は、近赤外分光法(NIRS)によって、ペダリング運動の最中と前後に、前頭前野の24か所からヘモグロビンレベル記録して、局所脳血流を評価する。(3)脳波の変化は頭皮上から得られた脳波を周波数解析して評価する。(4)被験者の心理状態として、ペダリング運動の前後に心理テスト(POMS)を行い、被験者の気分の変化について調べる。(5)セロトニン神経が脊髄後角にある痛覚伝導ニューロンに対して抑制効果を及ぼす可能性については、侵害受容反射(nociceptive withdrawal reflex:NWR)を用いて評価する。

## 4. 研究成果

ペダリング運動は被験者毎にあらかじめ決められた負荷(93±5.4W)で15分間行われた。その結果、(1)ペダリング運動前後に定量した血液中のセロトニンレベルはペダリング運動後に増加した。(2)ペダリング運動前後およびペダリング運動中に記録した脳波を周波数解析したところ、 $\alpha$ 波帯域のパワーが、ペダリング運動後およびペダリング運動中に増加した。(3)ペダリング運動前後に心理テスト(POMS)を実施した結果、ペダリング運動後には不安が少なく活気のある心理状態となっていた。(4)前頭前野の24個所から、近赤外線スペクトロスコピー(NIRS)を用いて脳血流を測定した結果、前頭前野の腹側部において背側部よりも有意な脳血流の増加を認めた。(5)経皮的に指神経を電気刺激して、腕橈骨筋から侵害受容反射(NWR)を誘発し、その大きさのペダリング運動中の経時的变化を調べたところ、NWRはペダリング開始後5分の時点から減少を開始して約10分で安定し、その減少はペダリング終了後も継続した。(6)#5の電気刺激による痛みをVAS(visual analog scale)によって主観的に評価したところ、NWRの変化と同様のVASの減少傾向が得られた。以上の結果から、本研究のPEにより、前頭前野が活性化して不安が少なく活気のある心理状態が得られ、同時に前頭前野の活性化はセロトニン神経を活性化させ、その上行性投射によって脳波の $\alpha$ 波パワーの増加をもたらしたと考えられた。また、セロトニン神経の活性化はその下行性投射によって脊髄の痛覚伝導を抑制し、NWRを減少させたものと考えられた。

## 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)

[雑誌論文] (計1件)

Fumoto M, Oshima T, Kamiya K, Kikuchi H, Seki Y, Nakatani Y, Yu X, Sekiyama T, Sato-Suzuki I, Arita H. Ventral prefrontal cortex and serotonergic system activation during pedaling exercise induces negative mood improvement and increased alpha band in EEG. 査読有, Behavioural Brain Research, 2010, 213:1-9.

[学会発表] (計1件)

Fumoto M, Oshima T, Kamiya K, Kikuchi H, Seki Y, Nakatani Y, Yu X, Sekiyama T, Sato-Suzuki I, Arita H. Cycling exercise produces suppression of nociceptive response in the upper

limb and activation of prefrontal cortex: Role of brain serotonergic system. Society for Neuroscience, 2008. Washington DC

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計◇件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

麓 正樹 (Masaki Fumoto)

清和大学・法学部・講師

研究者番号: 40339180

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号:

