
平成19年度研究活動助成金成果報告 2

リズム性運動とセロトニン神経：ペダリング運動の影響

麓 正樹

清和大学

Rhythmic behavior and brain serotonergic system: Effect of pedaling exercise

Masaki FUMOTO

Seiwa university, faculty of low

I. 緒言

これまでに、体育科学の研究分野では心身の健康や生活習慣病の対策にその成果を生かす試みが成されてきた。その中でもストレスや不安に対する対策は今日の社会的な背景からも非常に重要であると思われる。脳における神経伝達物質の一つであるセロトニンのレベルは鬱や不安と関連し、これらの原因の一つであるストレスは脳内のセロトニンのレベルを低下させることが知られている。

我々はこれまでに脳幹のセロトニン神経が、歩行や咀嚼、呼吸などのリズムを持った運動時に活動を増大させるという、動物実験に基づく仮説を、ヒトを対象に検討してきた。その結果、咀嚼(文献1)、坐禅の呼吸法(文献2)、太極拳、読経(声を出す呼吸法)、ヨガの呼吸法、フラダンス、サルサダンス等のリズム性運動では、セロトニン神経の活性化を示唆する結果が得られた。すなわち、血液中と尿中のセロトニンレベルを解析した結果、セロトニンレベルはこれらのリズム性運動後に増大した。そこで本研究では、リズム性運動の典型例であるペダリング運動はセロトニン神経を活性化させ、血液中と尿中のセロトニンレベルを増加させる、との仮説を検証した。また、ペダリング運動の前後で、心理テスト(POMS)により気分を評価し、ペダリング運動の前、最中、後に脳波を記録し、同時に前頭前野の局所脳血流を近赤外分光法(NIRS)を用いて記録することで、セロトニン神経の活性化との関連について調べた。

II. 方法

被験者は自転車エルゴメーターにより15分間のペダリング運動を行った。回転数は60回転で、負荷はボルグスケールが12~13となるように被験者毎に実験開始前にあらかじめ決定された(93±5.4W)。ペダリング運動の開始前、終了直後、終了30分後および終了1時間後に採血と採尿を行い、高速液体クロマトグラフィーを用いて、血液中と尿中のセロトニンレベルを測定した。局所脳血流は、前頭前野の24か所からNIRSを用いて記録された酸素化ヘモグロビン(Oxy-Hb)レベルによって評価された。脳波は国際10-20法に従い、CzとPzから記録した。得られた脳波を1分毎に高速フーリエ変換して脳波のパワースペクトル

を算出し、ペダリング運動開始前、ペダリング運動開始後1分、5分、10分、15分およびペダリング運動終了後に注目して、シータ波（4-8Hz）、低い周波数帯のアルファ波（8-10Hz）、高い周波数帯のアルファ波（10-13Hz）、ベータ波（13-30Hz）帯域のパワーの経時的変化を調べた。ペダリング運動の前後に被験者の気分を評価する目的で心理テスト（POMS）を行った。ペダリング運動前後には、POMSによって緊張・不安、抑鬱・落ち込み、怒り・敵意、混乱、活気および疲労の6つの下位尺度の変化を調べた。

III. 結果

血液中と尿中のセロトニンレベルはペダリング運動開始前と比べて、ペダリング運動後に有意に増大した。前頭前野から測定した O_{xy} -Hbレベルは、ペダリング運動の最中にゆっくりと増加して約10分程度でピークに達し、ペダリング運動終了までそのレベルが維持された。 O_{xy} -Hbのペダリング運動中の増加は前頭前野の背側部と比べて腹側部で有意に大きかった。脳波の高い周波数帯のアルファ波のパワーはペダリング運動開始後15分とペダリング運動終了後に、ペダリング運動開始前と比べて有意に増大した。ペダリング運動の後には、ペダリング運動の前と比べて緊張・不安および混乱が有意に減少し（negative moodの減少）、活気が増加する傾向となった。

IV. 考察

本研究で行われたペダリング運動によって、血液中と尿中のセロトニンレベルが有意に増加した。この結果は、我々の最近の報告（文献1, 2, 3）に基づき、脳幹にあるセロトニン神経の活性化を反映するものと考えられた。

セロトニン神経は脳の広範な領域に投射する。そのなかでも、前脳基底部を介して大脳皮質へ影響するセロトニン神経系が、本研究のペダリング運動中とペダリング運動後に得られた、高い周波数帯の α 波のパワーの増加に関係していると考えられた。

前頭前野から測定した、 O_{xy} -Hbレベルの経時変化は、ペダリング運動の最中に増大し、その増大は前頭前野の背側部より腹側部において大きかった。このような、前頭前野における局所的な O_{xy} -Hbレベルの変化は、ペダリング運動による前頭前野の活性化を示唆する。最近、fMRIやPETを用いた研究により、前頭前野の活性化が気分の改善と関係することが報告されている。したがってペダリング運動によるnegative moodの減少と活気の増加傾向は、前頭前野の活性化と関連すると考えられる。さらに、前頭前野と脳幹のセロトニン神経とは解剖学的に密な連絡があるため、ペダリング運動中には前頭前野からの入力セロトニン神経を活性化させたものと考えられた。

V. 文献

1. Nakatani Y, Sato-Suzuki I, Tsujino N, Nakasato A, Seki Y, Fumoto M, Arita H. Augmented brain 5-HT crosses the blood-brain barrier through the 5-HT transporter in rat. *Eur J Neurosci*, 2008;27(9): 2466-72.
2. Mohri Y, Fumoto M, Sato-Suzuki I, Umino M, Arita H: Prolonged rhythmic gum chewing suppresses nociceptive response via serotonergic descending inhibitory pathway in humans. *Pain* 118(1-

2):35-42, 2005

3. Fumoto M, Sato-Suzuki I, Seki Y, Mohri Y, Arita H: Appearance of high-frequency alpha band with disappearance of low-frequency alpha band in EEG is produced during voluntary abdominal breathing in an eyes-closed condition. *Neurosci Res.* 50(3):307-17, 2004