

# 運動疲労時における神経基盤の系統的検討

大阪市立大学大学院 田 中 雅 彰

## Systematic Investigations of the Neural Basis during Physical Fatigue

by

Masaaki Tanaka

*Department of Physiology,*

*Osaka City University Graduate School of Medicine*

### ABSTRACT

Physical fatigue refers to a progressive decline in the ability to activate muscles voluntarily. Although the existence of central inhibition of the motor area via visual feedback during physical fatigue was noted in our previous behavioral study, neural evidence has not been presented. In addition, although the neural mechanisms of central inhibition of the motor area during physical fatigue have been widely investigated, mechanisms supporting motor output during fatigue remain to be clarified. The central mechanism to regulate physical fatigue was systematically examined using a magnetoencephalographic (MEG) system. The study group consisted of eleven healthy participants. They were randomly assigned to two groups in a crossover fashion to perform fatigue-inducing physical task sessions, in which they performed repetitive grips of a dominant hand at maximal voluntary contraction levels every second without using Ramachandran's mirror box to see the dominant hand or with using the mirror box to see the mirror reflection of the dominant hand to perceive that the fatigued dominant hand was not fatigued non-dominant hand. Before and after each session, imagery of maximum grips of the dominant hand was performed for the evaluation with MEG. Beta-band event-related desynchronization (ERD) level of

motor movement-evoked magnetic field in the contralateral sensorimotor area was reduced after the fatigue-inducing session without the mirror box, although it was not altered after the session with the mirror box. In addition, the ERD levels of the motor movement-evoked magnetic fields in the prefrontal and ipsilateral sensorimotor areas were increased after the session. We identified neural evidence of the central inhibition and showed that the visual feedback system is involved in the central mechanism regulating motor output. In addition, the ipsilateral sensorimotor and prefrontal areas are brain regions associated with compensation mechanisms to support motor output under the condition of physical fatigue.

## 要 旨

身体的疲労とは、身体的な負荷によって生じる自発的に筋肉を動かす能力の低下減少・状態のことである。身体的疲労時の視覚のフィードバックを介した運動野への抑制システムの存在が、われわれの行動学的研究から示唆されていたが、脳科学的な証拠は得られていなかった。また、身体的疲労時の運動野の抑制システムに加えて、運動野からの出力をサポートする促進システムの脳科学的なメカニズムについても、ほとんど分かっていなかった。これら、身体的疲労時にパフォーマンスを制御するメカニズムについて、脳磁図装置を用いて系統的に検討した。被験者は、11名の健常成人から構成され、無作為割付（ラマチャンドランのミラーボックスを使用するかしないかの）2試験区クロスオーバーデザインで試験を実施した。身体的疲労負荷課題として、利き手の反復的な最大把握を行わせた。身体的疲労負荷課題の前後に、利き手の最大把握の想起を実施させ、この時の脳活動を、脳磁図装置を用いて評価した。ベータ帯域の事象関連脱同期の程度は、ミラーボックスなしで身体的疲労を誘発させた課題の後、反対側の感覚運動野で低下したものの、ミラーボックスを使用して疲労していないと錯覚させた時は、反対側の感覚運

動野の事象関連脱同期の程度は低下しなかった。また、前頭前野と同側感覚運動野の事象関連脱同期の程度は、疲労負荷後、上昇した。以上の結果は、脳における抑制システムの存在を脳科学的に証明するものであり、それは、視覚のフィードバックシステムを介したものであることを示した。加えて、同側感覚運動野および前頭前野は、疲労した状態で運動出力をサポートする促進システムに関連する脳部位であることも明らかになった。