

大脳運動関連領域野における 脳血流・ヘモダイナミクスと筋出力との関係

名古屋大学 秋間 広
(共同研究者) 東京大学大学院 神崎 素樹
同 政 二 慶
同 金 久 博 昭
早稲田大学 福永 哲夫

Relationship Between Hemodynamics in Cortical Motor Areas and Muscle Force in Humans

by

Hiroshi Akima

Research Center of Health Physical Fitness & Sports, Nagoya University

Motoki Kouzaki, Kei Masani, Hiroaki Kanehisa

Graduate School of Life Sciences (Sports Sciences),

The University of Tokyo

Tetsuo Fukunaga

Graduate School of Sports Sciences, Waseda University

ABSTRACT

The purpose of the present study is to investigate the relationship between muscle force and blood volume and oxygenation in the sensorimotor cortex of the human brain by using multi-channel near infrared spectroscopy. Seven healthy men performed isometric knee extension at 10%, 40% and 60% of maximum voluntary contraction in a 5-sec of exertion with a 30-sec of recovery for ten repetitions. During the knee extension exercises, surface electromyography (mEMG activity) of the vastus lateralis and rectus femoris was measured. Multi-channel near infrared spectroscopy (Mch-NIRS) was applied to the top

of the head for measuring oxygenated hemoglobin (Oxy Hb) and deoxygenated hemoglobin (Deoxy Hb) and total hemoglobin (Total Hb) at the sensorimotor cortex of ipsilateral hemispheres. The kinetics of the Oxy Hb and Total Hb during isometric knee extension exercises were very similar, and no change were found in the Deoxy Hb during the exercises. There were significant relationships between muscle force and Total Hb ($r = 0.647$, $p < 0.01$) and Oxy Hb ($r = 0.647$, $p < 0.01$). We found significant correlation coefficient between mEMG activity of the vastus lateralis and Total Hb and Oxy Hb: $r = 0.699$, $p < 0.01$, and $r = 0.669$, $p < 0.01$, respectively; and that of the rectus femoris and Total Hb and Oxy Hb: $r = 0.665$, $p < 0.01$, and $r = 0.692$, $p < 0.01$, respectively. We concluded that motor-related cerebral cortex in human brain encoded muscle activation (muscle force and EMGs) during exercise as has been demonstrated by non-human primates.

要 旨

ヒトの身体活動において重要な役割をする大腿四頭筋の筋張力および神経筋活動と大脳の運動感覚野における脳血流・ヘモダイナミクスとの関係について検討した。7名の男性被検者を用いて、等尺性最大筋力 (maximum voluntary contraction: MVC) に対して、10% (10% MVC), 40 (40% MVC) および60% (60% MVC) の張力発揮をさせ、外側広筋および大腿直筋の表面筋電図を測定し、平均振幅を算出した。酸素化ヘモグロビン (Oxy Hb), 脱酸素化ヘモグロビン (Deoxy Hb) およびトータルヘモグロビン (Total Hb) の測定は、多チャンネルの近赤外分光装置を頭頂部に装着し、各強度の筋力発揮とともに10回づつ試行を行い、10回の加算平均として脳血流・ヘモダイナミクスのデータが算出される。筋力発揮は5秒間それぞれのターゲットフォースを維持するというものであった。Oxy Hb および Total Hb の動態は非常に類似しており、筋力発揮後の約5秒後にピークが見られた。一方、Deoxy Hb は筋力発揮の程度にかかわらず、大きな変化は認められなかった。実際に発揮された張力と Oxy Hb および Total Hb のピーク値との相関関係は、ともに $r = 0.647$

($p < 0.01$) であった。また、外側広筋の筋電図平均振幅と Oxy Hb および Total Hb のピーク値との相関関係は、それぞれ $r = 0.699$ ($p < 0.01$) および $r = 0.669$ ($p < 0.01$) であった。また、大腿直筋の筋電図平均振幅と Oxy Hb および Total Hb のピーク値との相関関係は、それぞれ $r = 0.665$ ($p < 0.01$) および $r = 0.692$ ($p < 0.01$) であった。以上の結果から、筋活動と運動に関連した脳領域の血流動態には密接な関係があることがヒトを使った研究においても明らかとなった。