

異なる運動頻度による他動運動が脳血流動態に及ぼす影響—fNIRS を用いた研究—

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所・菅原和広
大西秀明, 椿 淳裕, 高井遥菜, 田巻弘之
医療法人愛広会 新潟リハビリテーション病院・徳永由太

【背景】

四肢に対しての他動運動はリハビリテーション分野において多く用いられる治療のひとつである。これまでの先行研究では機能的磁気共鳴画像や陽電子放射断層撮影を用いて他動運動時の脳活動が計測されており、一次体性感覚野のみならず、一次運動野や補足運動野などの活動が得られることが報告されている(1, 2)。近赤外分光法 (fNIRS) は脳血流動態反応に基づき、大脳皮質活動を計測する機器であり、時間分解能に優れ、大脳皮質活動の変化を時系列で計測できるという特徴をもつ。そこで本研究では fNIRS を使用し、反復他動運動の運動頻度が脳血流動態の変化に及ぼす影響を調査することとした。

【方法】

対象は右利きの健常成人 17 名であり年齢は 23.1 ± 6.8 歳 (平均 \pm 標準偏差) であった。実験に先立ち、被験者には実験内容について十分に説明し同意を得た。実験には fNIRS 装置 (OMM-3000/16, 島津製作所) を用い、反復他動運動中の脳血流動態を計測した。課題動作遂行肢位は座位姿勢とし、肘関節を屈曲して前腕回内位で前腕部を肘掛に乗せた状態とした。また示指指腹部にアクリル板 (縦 50 mm, 横 15 mm, 厚さ 2 mm) を取り付け、PE line (Super Strong; TORAY) を介して自動制御可能な他動運動装置と接続した。他動運動の設定は、示指伸展拳上範囲を 50 mm, 運動スピードを 330 mm/sec とし、運動頻度は 1.5 Hz と 1 Hz の二種類を用いた。

fNIRS は先行研究(3)を参考に、関心領域として 2・3 ch を補足運動野 (SMA), 6・10 ch を左一次運動野 (Lt M1), 8・13 ch を右一次運動野 (Rt M1), 15・19 ch を左一次体性感覚野 (Lt S1), 17・22 ch を右一次体性感覚野 (Rt S1), 24・29 ch を左頭頂連合野 (Lt PPC), 26・30 ch を右頭頂連合野 (Rt PPC) と規定した (図 1)。

解析は、安静 40 秒のうちの後半 20 秒の Oxyhemoglobin (oxy-Hb) を基準とし、各運動頻度における 300 秒間の反復他動運動中の変化量を求めた。統計処理は時間を要因とした一元配置分散分析を行い、事後検定として Dunnett test を用いた。有意水準は 5 % とした。

【結果】

1.5 Hz の運動頻度で行った他動運動では、SMA で他動運動開始後 200 秒, Lt M1 と Lt S1 で他動運動開始後 170 秒, Lt PPC

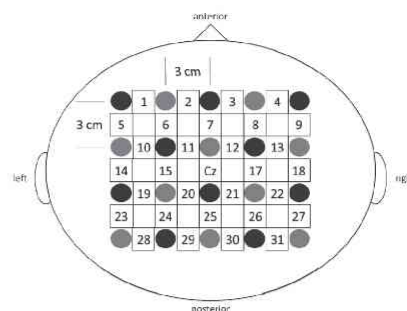


図 1. 照射・受光プローブ位置

で他動運動開始後 160 秒に oxy-Hb が有意に増加した。しかし、1 Hz の運動頻度では、いずれの領域においても oxy-Hb の有意な増加は認められなかった。

【考察】

本研究において 1.5 Hz と 1 Hz の運動頻度で反復他動運動を行い、1.5 Hz の運動頻度のみで SMA, 運動と対側の M1, S1, PPC の oxy-Hb の増加が観察された。先行研究において、末梢体性感覚入力頻度の増加に伴い一次体性感覚野領域の脳血流量が増加したことが報告されている(4, 5)。従って、1 Hz の他動運動と比較し 1.5 Hz では皮膚、筋、靭帯などからの求心性入力が増加するため、脳血流変化が認められたと考えられる。

【結論】

示指他動運動による脳血流動態の変化は、運動頻度に影響され、1 Hz の運動頻度では変化しないことが明らかになった。

【文献】

1. Reddy H, et al. Altered cortical activation with finger movement after peripheral denervation: comparison of active and passive tasks. *Experimental brain research*. 2001.
2. Radovanovic S, et al. Comparison of brain activity during different types of proprioceptive inputs: a positron emission tomography study. *Experimental brain research*. 2002.
3. Miyai I, et al. Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. *NeuroImage*. 2001.
4. Ngai AC, et al. Frequency-dependent changes in cerebral blood flow and evoked potentials during somatosensory stimulation in the rat. *Brain research*. 1999.
5. Matsuura T, Kanno I. Quantitative and temporal relationship between local cerebral blood flow and neuronal activation induced by somatosensory stimulation in rats. *Neuroscience research*. 2001.