

## 視覚反応課題の運動練習が運動関連脳磁界に与える影響

菅原和広<sup>1)</sup>, 大西秀明<sup>1)</sup>, 相馬俊雄<sup>1)</sup>, 大山峰生<sup>1)</sup>, 田巻弘之<sup>1)</sup>, 桐本光<sup>1)</sup>, 椿 淳裕<sup>1)</sup>, 村上博淳<sup>2)</sup>, 亀山茂樹<sup>2)</sup>

1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

2) 西新潟中央病院 脳神経外科

### 【背景】

随意運動遂行時の脳磁界反応は運動開始の約 1.5 秒前から大脳皮質で緩徐に立ち上がる両側性の活動として運動準備磁場が観察され、運動開始直前に運動側と対側の大脳皮質に運動磁界が観察される。本研究の目的は視覚反応課題の運動練習を行い、視覚刺激から運動実行に至るまでの大脳皮質活動の経時的変化と、運動練習が運動関連脳磁界 (MRCFs) へ及ぼす影響を明らかにすることである。

### 【方法】

対象は健康成人男性 12 名 (平均±標準偏差: 22.1±2.7 歳) であった。実験への参加の前に実験内容について十分な説明を行い、文書にて同意を得た。使用機器は Neuromag 社製 306 チャンネル脳磁界計測装置を用い運動関連脳磁界 (MRCFs) を計測し、また表面筋電計を用い導出筋は右示指伸筋とし、視覚刺激提示から筋活動発現地点まで (Pre-motor time: PMT) を計測した。運動課題は光刺激を使用した Go/No Go 課題 (赤丸、赤四角の光をランダムに提示) とし、被験者には Go 刺激 (赤丸) 時にのみできる限り早く右示指伸展を行うよう指示し、NoGo 刺激 (赤四角) の際には安静を保つよう指示した。まず運動課題遂行時に Go 刺激、NoGo 刺激時の MRCFs と Pre-motor time を計測した後、同様の運動課題で 3 日間の練習を行い、その後に再度同一の運動課題を施行し、MRCFs と PMT および電気力学的遅延 (EMD) の計測を行った。MRCFs の解析は、光刺激をトリガーとし、光刺激開始から筋活動開始までの区間を対象とし、35 回以上の加算平均を行い、0.5Hz から 100Hz のバンドパスフィルタ処理を行った。電流発生源の推定には等価電流双極子 (Equivalent Current Dipole; ECD) を算出し EDC の適合性を示す goodness of fit が 80% 以上のものを選択した。運動練習前後の PMT と EMD および視覚野の活動潜時をそれぞれ対応のある t 検定を用いて運動練習前後で比較し、有意水準は 5% とした。

### 【結果】

運動練習前の PMT は  $232.7 \pm 39.7$  ms (mean±SD) であり、運動練習後では  $187.1 \pm 26.5$  ms となり、運動練習後に有意な短縮が見られた ( $p < 0.05$ )。一方、EMD は運動練習前が  $70.0 \pm 10.2$  msec、運動練習後は  $72.3 \pm 7.1$  msec と有意な差は認められなかった。

運動練習後の Go/NoGo 課題時に得られた脳磁界反応例を図 1 に示す (被験者 SK)。図に示すように Go 刺激時には全ての被験者において運動磁界が観察された。運動練習前は Go 刺激

後 12 名中 7 名で頭頂連合野に活動が見られ ( $151.1 \pm 33.5$  ms)、NoGo 刺激においては全被験者で頭頂連合野の活動は観察されなかった。運動練習後は 12 名中 6 名で頭頂連合野の活動が観察され ( $126.8 \pm 13.8$  ms)、運動練習後に頭頂連合野の活動に有意な短縮がみられた ( $p < 0.05$ )。また NoGo 刺激時は運動練習前と同様に頭頂連合野の活動は観察されず、視覚野のみの活動が観察されたが、運動練習前後の視覚野の活動潜時に有意差は見られなかった。

### 【考察】

本研究において PMT は運動練習後に有意な短縮が見られ、EMD については明らかな変化は見られなかった。PMT は感覚受容から感覚神経を經由し、大脳での情報処理から一次運動野に至る過程と、一次運動野から脊髄、末梢神経を経て筋に到達する過程であり、大脳皮質における情報処理過程を現している。本研究における運動練習後の PMT の短縮は Go 刺激の刺激を視覚野から頭頂連合野への情報伝達したのち、頭頂連合野での視覚情報処理時間の短縮と、運動前野と一次運動野における運動企画・遂行の過程で変化が生じたことが考えられる。運動練習前の視覚反応課題遂行時の大脳皮質活動では Go 刺激時に頭頂連合野の活動が見られ、NoGo 刺激時には活動が観察されなかった。このことから、頭頂連合野は刺激後に運動が企画されていることにより活動が促進されることが示唆された。視覚反応課題の運動練習後の大脳皮質活動では、Go 刺激時の頭頂連合野の活動が約 20ms 短縮した。このことは、視覚反応課題の運動練習により、頭頂連合野における視覚情報の処理・統合と刺激への反応が変化し、頭頂連合野の活動潜時の短縮につながったことが示唆された。

### 【結論】

本研究では反復運動練習の効果について、大脳皮質レベルにおける生体信号処理過程の側面から明らかにすることができた。

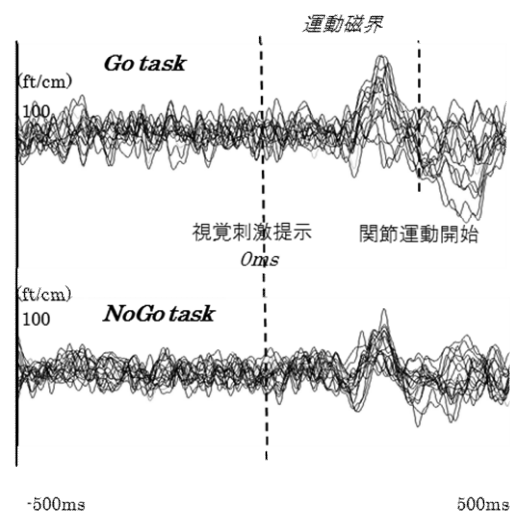


図 1. 運動練習後の Go 刺激時と NoGo 刺激時における脳磁界反応