

運動誘発脳磁界を引き起こしている感覚受容器について

新潟医療福祉大学理学療法学科・大西秀明,
相馬俊雄, 菅原和広
同 作業療法学科・大山峰生, 桐本光
西新潟中央病院・村上敦博, 亀山茂樹

【背景】

自発運動時に大脳皮質から導出される運動誘発脳磁界第一成分 (Movement Evoked Field I, MEF I) は運動関連脳磁界反応のうち最も強い反応であり, 運動感覚を反映していると言われている. しかし, その感覚受容器については未だ明確でないのが現状である. 本研究の目的は, MEF I を誘発している感覚受容器を明らかにすることである.

【方法】

対象は実験内容を十分に説明した後, インフォームドコンセントの得られた健常男性 9 名 (30.8±10.0 歳) であった. 脳磁界計測には Neuromag 社製 204 チャンネル脳磁界計測装置を用い, 右示指伸展自発運動時と, ワイヤ電極を利用した右示指伸筋 motor point (MP) の電気刺激時における脳磁界反応を計測した. 示指伸展運動は 5 秒間に 1 回程度の頻度で自発的に行い, 運動開始をトリガーとして誘発された磁界波形をオンラインで 30 回加算平均した. MP 刺激は関節運動が起これない強度の電気刺激 (運動閾値の 1.2 倍, 1.5Hz) を利用し, 誘発された磁界波形を 300 回加算平均した. 電流発生源の推定には等価電流双極子 (ECD) を算出し, goodness of fit 値 (G 値) が 90% 以上のものを採択した.

【結果】

9 名の被験者全てにおいて MEF I が明確に確認され, ピーク潜時は平均 35.8±9.7ms であった. 示指伸筋 MP 刺激により誘発された体性感覚誘発脳磁界 (Somatosensory evoked magnetic fields: SEF) を図 1 に示す. SEF 波形のピーク潜時は 78.7±5.6ms であり (M70), 全例で ECD 算出時の G 値が 90% 以上であった. MEF I と M70 の ECD を MRI 画像に重畳したものを図 2 に示す. MEF I の ECD の位置および電流の向きと, M70 の ECD の位置および電流の向きは全例でほぼ一致していた.

【考察】

本研究において MP 刺激の SEF 波形は, 78ms で最も大きな波形が観察され, これは Kimura ら¹⁾ が報告している M70 と一致するものと考えられる. MEF I のピーク潜時は 35.8ms であったが, 筋活動はそれより前に起こっており, 我々の計測システムでは, 運動開始に先駆けて約 40ms 前に EMG の活動が観察される⁽²⁾. そのため, 筋活動開始から MEF I のピーク潜時は約 75ms であり, M70 のピーク潜時とはほぼ一致する. また, ECD の位置および電流の向きもほぼ一致していることから, MEF I と M70 は同一の反応であると考えられる.

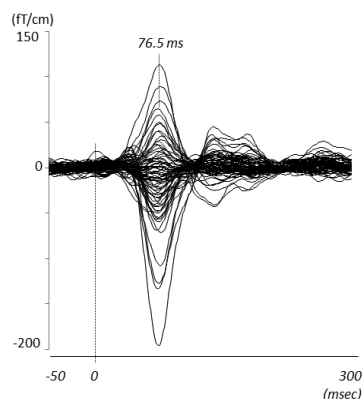


図 1. 示指伸筋 MP 刺激時に誘発された SEF 波形 (被験者 B)

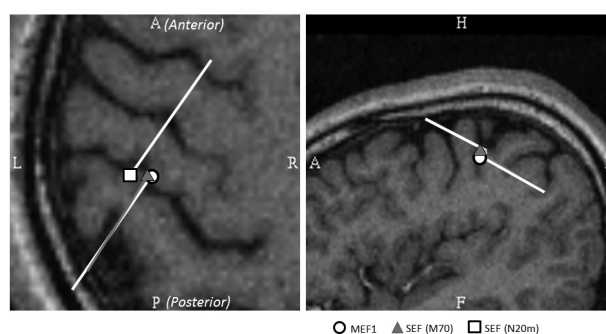


図 2. 正中神経刺激時第 1 成分の電流発生源 (白□) と, MEF I (白○), M70 (▲) の電流発生源 (被験者 B)

MP 刺激に用いた電気刺激強度は, 関節運動が起これない強度であったため, M70 は関節受容器や関節周囲の皮膚受容器, 拮抗筋の筋紡錘などを受容器とした運動感覚の反応ではないと考えられる. また, 腱紡錘の影響でもないため⁽²⁾, 筋収縮を感知した主動作筋の筋紡錘を受容器とした反応であると考えられる. さらに, 電流発生源は正中神経刺激時の N20m の電流発生源である 3b 野と同じ高さであり, かつ, 筋収縮開始から約 75ms と比較的長い潜時であることから, 筋紡錘の活動を 3a 野で捉えた反応だと考えにくく, 2 野経由で 4 野が活動した反応を検出している可能性が高と考えられた.

【結論】

自発運動直後に誘発される MEF I は, MP 刺激時に誘発される体性感覚誘発磁界と同様の反応であり, 筋紡錘を受容器とした反応であると考えられた. また, 電流発生源は 4 野の可能性が高いと示唆された.

【文献】

- 1) Kimura T et al. Somatosensory evoked magnetic fields following motor point stimulation. (1999) Recent Advances in Biomagnetism. Sendai: Tohoku University Press: 458-461
- 2) Onishi H et al.; Cortical neuromagnetic activation accompanying two types of voluntary finger extension. Brain Res. (2006) 1123:112-8.