

他動運動中の角速度の違いが一次運動野の興奮性に与える影響

佐々木亮樹^{1, 2)}、立木翔太^{1, 2)}、大西秀明¹⁾

1) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

2) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所

【背景・目的】他動運動中の運動誘発電位 (MEP) は、他動運動開始からの時間に依存して変動し、脊髄の興奮性を示す F 波には変化が認められない¹⁾。このことは、他動運動によって誘発される体性感覚入力、一次運動野の興奮性に影響を与えることを示唆している。一方、筋伸張速度に依存して G I a 求心性神経の活動が変動することが知られているが²⁾、他動運動中の角速度の違いが一次運動野の興奮性に与える影響については不明である。本研究の目的は、他動運動中の角速度の違いが、一次運動野の興奮性に与える影響を明らかにすることであった。

【方法】対象は同意の得られた右利きの健常成人 14 名であった。一次運動野の興奮性の評価には、経頭蓋磁気刺激 (TMS) によって誘発される MEP を用い、右第一背側骨間筋より記録した。他動運動は角速度 40° /sec または 160° /sec の 2 条件とし、右示指の内転他動運動を行った。また、他動運動開始から磁気刺激までの間隔 (ISI) は、30、90、150 ms にそれぞれ設定した。磁気刺激は、常に示指中間位で与えるため、各 ISI と角速度を考慮して他動運動開始時の外転角度を調整した。MEP は安静時と各 ISI でそれぞれ 20 回計測した。

解析対象は、安静時と ISI_30、90、150 ms のそれぞれで得られた 20 波形の MEP 振幅値 (mV) の加算平均とした。統計解析には、反復測定二元配置分散分析 (角速度 × ISI) を行った。角速度を要因とした事後検定は、対応のある t 検定を用いた。また、ISI を要因とした事後検定には Bonferroni 法を用いた。いずれも有意水準は 5% とした。

【結果】反復測定二元配置分散分析の結果、角速度の主効果と ISI の主効果、交互作用をともに認めた ($p < 0.05$)。事後検定の結果、ISI_30、90、150 ms のそれぞれで角速度 40° /sec 条件と 160° /sec 条件で得られた MEP 振幅値に有意差を認めた ($p < 0.05$)。また、40° /sec 条件では安静時と比較して ISI_90 ms のみで MEP 振幅値の有意な増大を認めた ($p < 0.05$)。さらに、160° /sec 条件では、安静時と比較して ISI_30 ms で MEP 振幅値は有意に低下し、ISI_90 ms と 150 ms で MEP 振幅値の有意な増大を認めた ($p < 0.05$)。

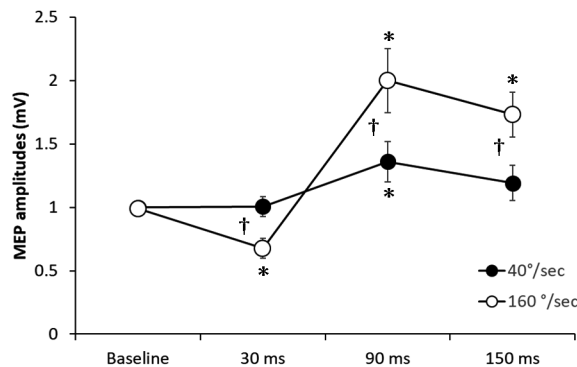


図 1. 他動運動中の MEP 振幅値の変化

* : $p < 0.05$ (安静時 vs. 各 ISI)

† : $p < 0.05$ (40° /sec vs. 160° /sec)

【考察】本研究では、他動運動中の角速度に依存して MEP が変動することが明らかになった。TMS を用いた研究では、磁気刺激に先行して、正中神経に電気刺激を行い、電気磁気刺激間隔を 20–30 ms にすることで MEP が減弱することが報告されている³⁾。また、電気磁気刺激間隔を 40–80 ms にすることで MEP が増大する³⁾。これらの現象は電気刺激に伴う体性感覚入力の影響が反映されたものであり、それぞれ短潜時求心性抑制 (SAI) と求心性促進 (AF) と呼ばれている。これらを踏まえ、本研究で認められた他動運動中の MEP の増減は、他動運動の体性感覚入力に反映された SAI と AF であったと考えられる。

160° /sec 条件では、ISI_30 ms において SAI が出現し、ISI_90 ms と 150 ms において AF が出現した。しかし、40° /sec 条件では、ISI_90 ms のみで AF が認められた。この理由として、40° /sec 条件よりも角速度が速い 160° /sec 条件の方が他動運動に伴う体性感覚入力が大きくなったため、SAI と AF がともに生じたと考えられる。

【結論】一次運動野の興奮性は、他動運動の角速度に依存して変動することが明らかになった。また、他動運動中の MEP の増減は SAI および AF である可能性が示唆された。

【文献】

- 1) Nakagawa M et al. Effects of passive finger movement on cortical excitability. *Front Hum Neurosci* 11:216. 2017.
- 2) Edin BB et al. Finger movement responses of cutaneous mechanoreceptors in the dorsal skin of the human hand. *J Neurophysiol* 65:657–670. 1991.
- 3) Devanne H et al. Afferent-induced facilitation of primary motor cortex excitability in the region controlling hand muscles in humans. *Eur J Neurosci* 30:439–448. 2009.