

運動イメージにおける力制御による皮質脊髄路の興奮性の変化

Modulation of corticospinal excitability

during motor imagery of controlled force production.

1K08A035-7 梅原泉

指導教員 主査 彼末一之教授 副査 川上泰雄教授

1. 諸言

運動イメージとは、身体活動を行わずに運動のイメージを内的に行う過程である。運動イメージを行うことで、実際の運動と同様、TMS (Transcranial Magnetic Stimulation) により誘発される、皮質脊髄路の興奮性の評価指標である MEP (Motor Evoked Potential) を筋電図上に見ることができる。

これまで運動イメージの研究では、実際の身体活動と、その身体活動を行う運動イメージとは、近似の神経活動が行われることが解明されてきた。しかし、力制御を行う運動イメージにおける神経活動については、研究が進んでおらず、未解明な点が多い。

先行研究 (W.Park et al, 2011) では、6種の力量を課題として設定し、総指伸筋と浅指屈筋を測定筋として、力制御の運動イメージの実験を行った。結果、課題間に MEP 振幅の変化が見られなかったとしている。しかし、この実験では力量を覚えるための筋発揮の後、8秒後に運動イメージ課題を行っている。実際の筋活動により高い興奮性が持続し、MEP に反映されている可能性がある。本実験では、この問題点を解消し、力制御の運動イメージにおける神経機構の解明を試みた。

2. 方法

実験は14人の神経疾患のない健康な右利き男性を被験者とした。実験器具には力の大きさをトルクで計測するフォースセンサー、筋活動を計測する筋電図、MEPを誘発するTMSを使用した。被験者はフォースセンサーに肘を90度屈曲した状態で固定し、楽な姿勢で座った。対象筋は右腕の腕橈骨筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋とした。腕橈骨筋上にMEPが得られる頭蓋上の位置を探すため、TMSを用いて閾値に近い強度で左半球上を刺激し、コイルによる刺激部位を決定した。安静時閾値は、決定した刺激部位において10回刺激を行った際に、50 μ V以上のMEPを5回以上誘発できる、最低の刺激強度とした。実験中のTMSの刺激強度は、安静時閾値の1.2倍の強度に設定した。

実験はプレ測定、試行、再現テストの3段階から構成した。プレ測定では、被験者にはMVC (Maximum Voluntary Contraction) を最初に測定してから、10%MVC、30%MVC、60%MVCの肘屈曲力を実際に発揮して覚えてもらい、筋電図と力量のトルクを計測した。試行では、10%MVC、30%MVC、60%MVC、100%MVCの力発揮の運動イメージと、安静状態の計5つを課題とし、課題中にTMSによりMEP振幅を計測した。再現テストでは、プレ測定で覚えた力量を再現できるか、10%MVC、30%MVC、60%MVCの肘屈曲力を実際に再現した。

3. 結果

測定筋全ての筋において、試行での背景筋電図に有意差は認められなかった。腕橈骨筋のMEP振幅において、10%MVC条件より60%MVC条件の方が有意に大きく、また10%MVC条件より100%MVC条件の方が、30%MVC条件より60%MVC条件の方が大きい傾向が見られた。さらに、上腕二頭筋のMEP振幅において、10%MVC条件より60%MVC条件の方が大きい傾向が見られたが、その他の条件間には差が見られなかった。上腕三頭筋においてはどの条件間にも有意差は見られなかった。再現テストの各課題のトルクにおける再現率を見てみると、プレ測定で覚えた通り、各課題の力量をほぼ再現できた。

4. 考察

本実験の結果から、力制御の運動イメージにおける神経機構について、3点の可能性を検討することができた。まず、運動イメージにおいて、イメージする力量の大きさと皮質脊髄路の興奮性には、より大きな力量の運動イメージを行う程、段階的に皮質脊髄路の興奮性が高まるという関係性がある可能性がある。次に、力制御の運動イメージにおいては、30%MVCよりも高く、60%MVC以下の水準に、運動イメージによってもたらされる皮質脊髄路の興奮性の上限があると推察される。最後に、力制御の運動イメージによる神経機構の興奮は、実際の運動で使用される主働筋と協働筋の活動を反映しているということが考えられる。

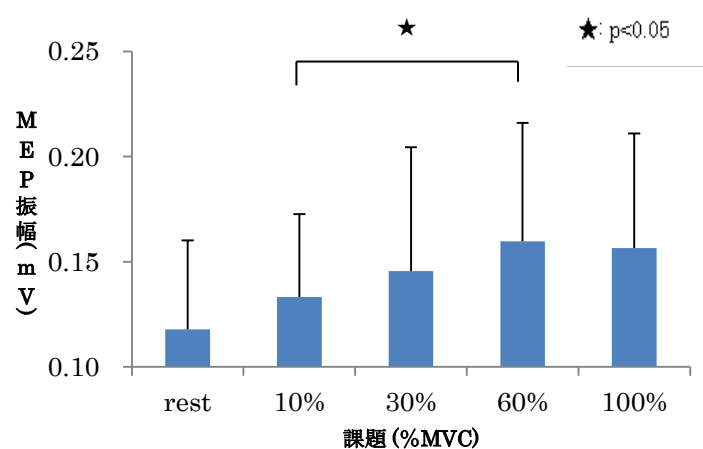


図. 運動イメージ中の腕橈骨筋のMEP振幅