

物体への接触が運動イメージ中の皮質脊髄路の興奮性に及ぼす影響

身体運動科学研究領域

5007A059-2 水口暢章

研究指導教員： 彼末一之教授

【緒言】

運動イメージとは、実際の動きを伴わずにある動作を想起するものである。運動イメージを繰り返すことは、運動スキル獲得やリハビリテーションに有効であることが多くの研究で示唆されている (Lotze and Halsband, 2006)。また、経頭蓋的磁気刺激(TMS)を用いた研究によって、運動イメージ中には皮質脊髄路の興奮性が高まることが報告されている。日常生活では道具を使う場面が多く、巧みに道具を扱うために体性感覚は重要な役割を果たすことが知られている。さらに、運動イメージ中にも体性感覚が重要であることが示唆されている (Vargas et al., 2004)。そこで、本修士論文では物体を握るイメージ中の皮質脊髄路の興奮性にその物体への接触刺激が及ぼす影響を検討した (実験1)。さらに、同じ刺激の一次体性感覚野への求心性入力の影響を検討するために体性感覚誘発電位 (SEPs) を測定した (実験2)。

【実験1 (方法・結果)】

被験者は、神経疾患のない成人男性16名(22～56歳)である。被験者は肘掛けのあるイスにリラックスして座った。そして、右腕を肘掛けに乗せ、前腕を中間位に保ち固定した。磁気刺激装置を用いて、左半球の一次運動野を磁気刺激した時に誘発される運動誘発電位 (MEPs) を第一背側骨間筋に貼付した表面電極から記録した。刺激は、円形コイル (直径140 mm) を用いて、一次運動野上にてMEPs の最大振幅が確認される場所にコイルを固定して行った。そして、安静時にTMS を10回与え少なくとも5回以上50 μ V以上のMEPsの振幅が誘発される最小の刺激強度を安静時閾値とした。すべての課題中の刺激強度は各被験者の安静時閾値の1.2倍とした。

課題は、①運動イメージを行わず、ボールにも触れずに安静を保つ条件 (Con)、②ボールには触れるが、運動イメージを行わない条件 (Hold)、③運動イメージ

を行い、ボールには触れない条件 (MI)、および、④ボールに触れながら運動イメージを行う条件 (MI+Hold) の4条件を行った。被験者は、課題中は閉眼で、同じ姿勢を保つように指示された。運動イメージは、ボールを強く握る動作とした。触れるボールは直径4 cmのスポンジボールであった。各課題とも刺激を少なくとも10回以上を行い、刺激直前 (50 msec) に筋活動が見られた試行を除外して、MEPs の振幅の平均値を算出した。

二元配置分散分析を行った結果、運動イメージおよびボールの要因に主効果が認められ(それぞれ、 $p < 0.01$)、交互作用が見られた ($p < 0.05$) (図1)。ポストホックテストを行った結果、MI+Hold 条件 ($2.11 \pm 0.35\text{mV}$) のMEPs はHold 条件 ($0.92 \pm 0.12\text{mV}$) およびMI 条件 ($1.30 \pm 0.14\text{mV}$)よりも有意に高い値を示した。また、MI条件はCon ($0.84 \pm 0.10\text{mV}$) よりも有意に高い値を示した。

【実験2 (方法・結果)】

被験者は、神経疾患のない成人男性10名(22～29歳)である。被験者は肘掛けのあるイスにリラックスして座った。そして、右腕を肘掛けに乗せ、前腕を中間位に保ち固定した。脳波は、国際10-20法に従い、FzおよびC3' (C3 の2cm 後方) に電極を貼付し記録した。刺激は、刺激幅0.5msec、刺激頻度2Hz で右手正中神経に行った。各課題とも250回刺激を行い、加算平均した。

課題は、実験1 で行った4条件、さらに、“gating effect”を調べるために行った⑤実際にボールを握る条件 (EX) の5条件であった。

EX条件を除く4条件間でSEPsの振幅および潜時には差が見られなかった (それぞれ、 $p > 0.05$)。EX 条件のFz から得られたN30 の振幅はCon 条件、Hold 条件、MI条件、および、MI+Hold 条件と比べ有意に低い値を示した (表1、2)。

【考察】

本研究の結果、運動イメージ中の皮質脊髄路の興奮性は物体に触ることにより高まることが示唆された。しかし、SEPs の振幅は運動イメージ中に物体に触れても変化が見られなかった。

運動イメージ中に物体に触ることによって皮質脊髄路の興奮性が高まったことは物体に触れたことによって生じる皮膚感覚入力に影響を及ぼしたと考えられた。しかし、物体への注意などの認知的な要因も皮質脊髄路の興奮性増加に影響を及ぼした可能性も否定できない。

SEPs は運動イメージ中に物体に触れても変化が見

られなかったため、一次体性感覚野への求心性入力の感受性は変化しないと考えられた。

運動イメージ中に皮質脊髄路の興奮性が高まることは運動イメージにより効果的に運動スキルを身に付けられることを示唆する。

【結論】

運動イメージ中の皮質脊髄路の興奮性は物体に触ることにより高まることが示唆された。さらに、この変化は一次体性感覚野の求心性入力に対する感受性の変化によるものではないことが示唆された。

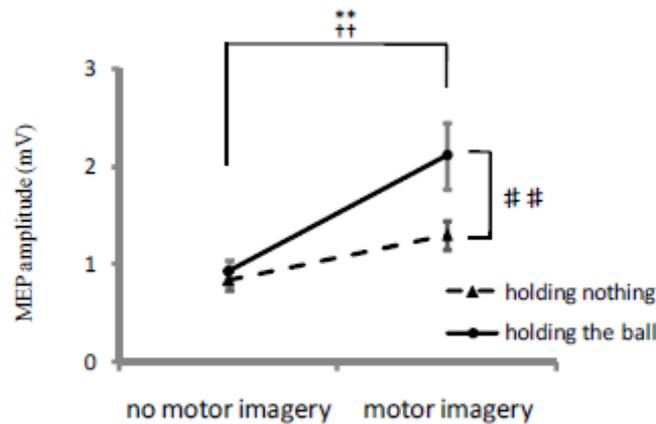


Fig.1 The averages of MEP amplitude (and SE) in 16 subjects.

(† Con vs MI, p<0.01; ** Hold vs MI+Hold, p<0.01; ## MI vs MI+Hold, p<0.01)

Table 1. Mean and SE of peak latencies for each recognizable component (msec, mean±SE).

		Con	Hold	MI	MI+Hold	EX
Fz	N30	31.0±1.3	31.2±1.3	30.9±1.8	31.3±1.4	30.2±1.2
C3'	N20	19.7±0.2	19.7±0.3	19.5±0.3	19.4±0.4	19.9±0.3

Table 2. Mean and SE of peak amplitudes for each recognizable component (μV, mean±SE).

		Con	Hold	MI	MI+Hold	EX
Fz	P20-N30	3.3±0.4	3.1±0.5	3.1±0.4	3.3±0.5	2.0±0.3**
C3'	P14-N20	2.5±0.3	2.3±0.3	2.4±0.3	2.5±0.3	2.3±0.3

** p<0.01 : The peak amplitude of N30 at Fz was significantly smaller in EX than that Con, Hold, MI and MI+Hold.