

# 観察学習中の一次運動野の活動変化

身体運動科学研究領域

5008A061-5 森山 倫良

研究指導教員：彼末 一之 教授

## 【緒言】

新しい運動技能を獲得する際に、実際に身体を動かすこと以外に、身体を動かさずに運動を観て覚える「観察学習」という方法がある。しかし、これら観察学習を成立させる神経機構は明らかになっていない。運動を観察することが運動技能の向上に効果的であるという報告もなされている。観察学習では実際の運動の遂行シミュレーションが行われ、神経機能の視点から見ても運動遂行に対して有効であると考えられる。しかし、これまで行われた観察学習についての様々な実験は、学習前と学習終了後での脳機能や活動部位の比較を行っている。そこで本研究では、観察学習中の一次運動野がどのような活動を示すかについて検討することを目的とした。

## 【方法】

本実験の被験者は30人の身体的・精神的に健康な右利きで、実験の目的を知らない成人(年齢21~51歳)である。被験者は快適にイスに座り、左腕を肘掛けの上に下向きに置かせた。磁気刺激装置を用いて、右半球の一次運動野を磁気刺激(TMS)した時に誘発される運動誘発電位(MEPs)を母指対立筋(OP)、第一背側骨間筋(FDI)、小指外転筋(ADM)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140mm)を用いて、一次運動野上にてFDIからMEP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。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。映像刺激として10個の指文字動作を観察させ、最

初から順番に覚えるように教示した。

## 実験 1

10人の被験者がこの実験に参加し、control課題の測定後、観察課題と再現テストを5set繰り返した。TMSは9番目の指文字が提示されたときに与え、ビデオ映像を各setで10回ずつ観察させた。

## 実験 2

10人の被験者がこの実験に参加し、観察課題における指文字の順序を除いて、実験1と同様の手順で行った。指文字の順序は実験1で提示した順と逆にした。実験1でTMSを与えた指文字と同一の形が2番目に提示された時にTMSを与えた。TMSの回数と刺激部位は実験1と同じとした。

## 実験 3

10人の被験者がこの実験に参加し、観察課題における指文字の順序を除いて、実験1、2と同様の手順で行った。実験3ではset毎に異なる順序の映像を提示した。しかし、全てのsetで9番目の指文字は実験1、2と同一とし、その指文字が提示されているときにTMSを与えた。TMSの与える回数と刺激部位は実験1と同じとした。

## 【結果】

実験1のFDIは、1st setと比較して4th setおよび5th setにおけるMEPが有意に減少した(全て $p<0.05$ )。実験2のFDIは、1st setとの比較では有意差はみられず、control課題と比較して、1st setのMEPで有意な高値を示した( $p<0.01$ )。実験3のFDIはcontrol課題と比較して、全てsetで顕著に

有意な高値を示した(全て  $p<0.01$ )。また、全実験において OP と ADM の MEP も似た傾向を示した。

### 【考察】

実験 1 では観察を繰り返すと再現正解数が増加し、観察学習中の MEP 振幅は 1st set に比べて小さくなった。このことから、MEP 振幅がパフォーマンスの向上と関係があることが考えられる。しかし、MEP の低下が指文字動作を覚えたことを反映しているのかは定かではない。もし、早くに覚えることのできる指文字の観察時に TMS を与えれば、学習初期から一次運動野の興奮性は増幅しないかもしれない。実験 2 の再現テストから、被験者は TMS を与えられとき 2 番目の指文字動作を 1set 目の観察課題で覚えていた。観察課題中の MEP 振幅は 1st set で control 課題よりも有意に大きいが、実験 1 に比べて低い値であった。さらに、観察を繰り返しても小さくはならなかった。つまり、1st set で TMS を与えた指文字を既に覚えていたため、それ以降 MEP は変動しなかったのだろう。ここまでで、MEP は学習の難易度の影響を受け、繰り返し観察するにつれて減少することが示唆された。さらに、実験 3 では毎 set 指文字の順番が異なり、他の課題に比べて困難な課題であった。観察課題中の MEP 振幅は、control 課題に比べて全 set で有意に大きかった。毎 set 順序が異なるので、TMS を与えた 9 番目の指文字を覚えるのは困難であったと考えられる。そのため、MEP 振幅は大きいまま維持されたのではないだろうか。以上のことから、観察学習中の一次運動野の興奮性は、観察する動作を覚えていないときほど高く、動作を覚えるにつれて小さくなることが明らかとなった。これらの MEP の変動に関わる神経機構の 1 つに、一次運動野の学習による機能変化が考えられる。一次運動野以外の運動関連領域(特に運動前野)が関与していて、その結果、一次運動野の興奮性が間接的に高まったのではないか。本研究では、

これらと同様なメカニズムにより活動変動が起きたのではないだろうか。

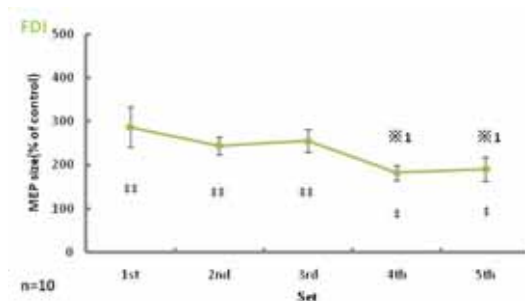


図 1) 実験 1 の観察時における FDI の MEP

( †  $p<0.05$ (vs. 1st set); ‡  $p<0.05$ ; ‡‡  $p<0.01$  (vs. control)

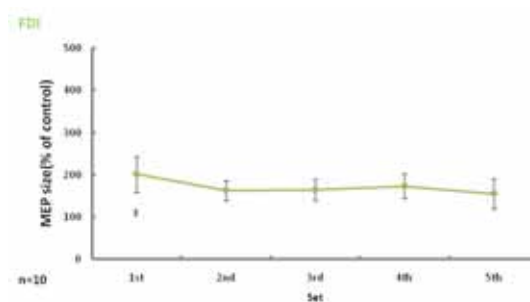


図 2) 実験 2 の観察時における FDI の MEP

( ‡  $p<0.05$  (vs. control)

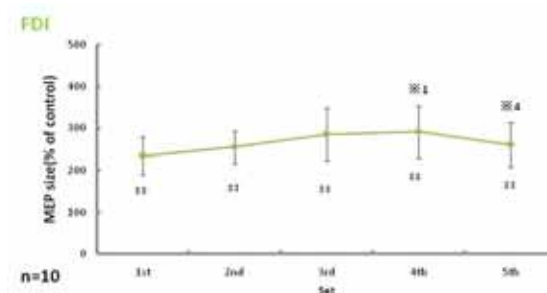


図 3) 実験 3 の観察時における FDI の MEP

( †  $p<0.05$ (vs. 1st set); ‡  $p<0.05$ (vs. 4th set); ‡‡  $p<0.01$  (vs. control)