

観察学習中の一次運動野の活動変化

Excitability modulation of primary motor cortex during observation leaning

1K05A085

指導教員

主査 彼末一之先生

後藤 彰太

副査 内田直先生

【緒言】

パフォーマンスの向上の要因の一つに観察学習が挙げられ、観察学習中の脳機構の解明は重要な意義がある。近年、単に運動を観察することで、一次運動野をはじめとした脳内の運動関連領域の興奮性が増大することが明らかにされた(Fadiga et al., 1995)。もし観察中に一次運動野の活動が変化するのであれば、観察学習の際にも一次運動野は興奮性の変化を示すと考えられる。そこで本研究では、観察学習を繰り返す際の一次運動野において、どのような活動変化が見られるのかについて検討した。一次運動野の興奮性の評価には、経頭蓋的磁気刺激法(Transcranial Magnetic Stimulation: TMS)後に筋電図(electromyography: EMG)上に生じる運動誘発電位(motor-evoked potential: MEP)を用いた。この手法を用い、手話動作をモデルとした観察学習課題中のMEPの変化を調べた。

【方法】

被験者は健康な男女9人(男性8名、女性1名、21～56歳)であった。被験者は全員右利きで、全ての実験は左腕で行われた。座位状態にてリラックスし、左手前腕を回内位になるように肘掛に乗せ、ゴムバンドで肘掛に固定した。ディスプレイは前方の見やすい高さにおいた。まずcontrol課題として、安静時のMEPを10回記録した。その時何も投影していないディスプレイを見るように指示した。その後、被験者に映像を鏡写しで覚えるよう指示し、映像を10数回流して観察させた。観察する映像には成人男性が胸部前方において、右手

で手話の指文字動作を行う様子の、首から腹部までの部分のものをを用いた。10個の手話の動作がある順番で行い、一つひとつの動作間には一定の間隔を設けた。被験者はこの一連の映像を10数回観察した。なお10数回の映像観察中に、不定期に10回磁気刺激を与えた。映像観察は、ディスプレイに流れる10個の手話動作を観察し、9個目の手話動作(OKサイン)のタイミングで磁気刺激を与えた。運動課題では、左手を固定していたゴムバンドを取り、検者がスタンバイしているビデオカメラに向かって、覚えた10個の手話動作を行ってもらった。その動作の始めから終わりまでをビデオカメラで撮影し、少しでも間違えた場合は、その時点で撮影終了とした。撮影終了後、被験者に自分の施行の完成度について、1)まったく出来なかった、2)少し出来た、3)まあまあ出来た、4)完璧に出来た、というように4段階で自己評価してもらった(課題評価)。映像観察と運動課題の磁気刺激、そして課題評価を合わせて1セットとし、これを5セット行なった。

【結果・考察】

被験者が運動課題を行っている様子を撮影したビデオから、同一の検者は注意点にならって課題評価を行なったところ、パフォーマンスの向上が見られたことから、set1からset5へと手話動作の観察を繰り返すことによる学習効果が認められた。さらに、自己評価でも全員の被験者がパフォーマンスの向上を自覚していた。初めて見る動きの映像を観察し、記憶しようとする際、実際に筋肉を動かしていないにもかかわらず、一次運動野の興奮性

に変化が見られた。その変化は、映像観察時におけるMEPに表れており、動作の観察を繰り返すにつれてMEP振幅の大きさは有意に減少した。

一次運動野の活動が変化した1つの可能性としては、一次運動野を活発に働かせ、脳内で覚える動作をシミュレートしていることが観察学習においては挙げられる。動作のパターンを習得すると、脳内で運動をシミュレートする必要性が低くなるため、観察学習後期には、一次運動野の興奮性がそれほど増大しなかったのではないか。このことが、観察学習を繰り返すにつれてMEP振幅の大きさが減少した原因の一つではないだろうか。また別の可能性としては、観察による脳内機構を解き明かす上で近年注目されているミラーニューロンと呼ばれる神経細胞が挙げられる。本実験で用いた課題はいわゆる映像観察したものを模倣する行為であり、ミラーニューロンシステムの関与

が考えられる。TMSによって誘発されたMEPは、運動前野の活動変化の影響を受けることがある。なぜならば、運動前野と一次運動野には解剖学的神経連絡が存在するため、運動前野の活動変化は、すなわち一次運動野の興奮性を変動させることとなる。ミラーニューロンシステムは運動前野に存在すると考えられていること、さらに観察中にはミラーニューロンシステムが活動するということを考慮に入れると、映像観察時の一次運動野のMEPは、運動前野に存在するミラーニューロンシステムの活動変化の影響を受け、増大した可能性がある。

【結論】

観察学習の初期段階では一次運動野の興奮性が増加した。観察学習を繰り返すにつれて、初期段階と比較して興奮性は減少した。