

大脳皮質のミラーシステムに注意した全身運動の学習メカニズムの解析

肘井 崇紘, 坂元将基, 水口暢章, 村岡哲郎, 彼末 一之
(早稲田大学スポーツ科学学術院)

【目的】

サルが餌を「掴む」という動作を行ったときに反応するニューロンが、自らが動作を行わなくとも他の個体と同じ動作を行うのを「見た」ときに反応が見られた(Rizzolatti, 2004)。これをミラーニューロンと呼び、ヒトにおいて、サル同様に運動前野を中心に反応が起こることから、ミラーニューロンシステムと呼ばれている。ミラーニューロンシステムを評価する方法として、経頭蓋磁気刺激法(Transcranial magnetic stimulation: TMS)を用いた方法が広く用いられている。近年、fMRIによる研究において、Calvo-Merino (2005) はバレエダンサーにバレエ動作のビデオを見せたところ背側運動前野と頭頂間溝などのミラーシステム関連領域の活動がバレエの未経験者よりも高くなったと報告している。しかし実際に未経験者でもバレエの動作を見るとミラーニューロンシステムが活性化しないわけではなかった。それでは全くの未経験の動作でイメージすること自体が困難な動作を見たとき、ミラーニューロンシステムはどのように働くのか。そこで、本研究では未経験者にとってイメージの困難であると考えられる宙返り動作と誰にでもできるジャンプ動作の映像を見たときに経験者と未経験者では脳のミラーニューロンシステムの活動がどのように異なるのかをTMSを用いて運動誘発電位(motor-evoked potential: MEP)により、検討することとした。

【方法】

被験者は健常な男女14人(20~23歳)であり、うち経験者群7名、未経験者群7名で行った。被験者は椅子に座り、右腕を肘掛に乗せた状態で正面から撮影した立位姿勢(control)、宙返り動作(salto)、ジャンプ動作(jump)と、横から撮影したcontrol、salto、jumpの6つの映像を観察した。各課題観察中に、TMSにより刺激を行い、三角筋前部線維と三角筋中部線維からMEPを記録した。記録したMEPはcontrol観察時のMEP振幅を100%として標準化した。MEPの振幅および背景筋電図量の変動については繰り返しのある一元配置の分散分析を用いた。有意差が得られたものに対してはBonferroni法とDunnnett法による多重比較を行なった。有意水準は5%未満とした。

【結果】

経験者と未経験者のsalto観察時におけるMEP振幅には、

有意な差はなかった。課題間においてもcontrol観察時と比べsalto観察時やjump観察時に有意な差は見られなかった。しかし、全体として経験者はsalto観察時とjump観察時にMEPが増加する傾向が見られ、未経験者にはjump観察時にMEPが増加し、salto観察時にはMEPが減少する傾向が見られた。更に、正面からの動作を観察したときよりも横からの動作を観察したときの方が三角筋前部線維と三角筋中部線維共に経験者に大きなMEPの増加傾向が見られた。MEP誘発時の背景筋電図には映像を見た方向や課題ごとに有意差はなかった。

【考察】

本研究ではイメージの困難な未経験の動作を観察したときにミラーニューロンシステムがどのように働くのかを経験者、未経験者を対象としてTMSを用いて検討した。そこで宙返り動作とジャンプ動作を観察したときのMEPを比較した。結果、映像を見た方向や課題ごとに有意差は得られなかった。しかし、全体として経験者にはsalto観察時とjump観察時にMEPが増加する傾向が見られ、未経験者にはjump観察時にMEPが増加し、salto観察時には減少する傾向が見られたことから、被験者数を増やしていけば有意な差が現れる可能性も残っている。更に、正面からの動作を観察したときよりも横からの動作を観察したときの方がADとMD共に経験者に大きなMEPの増加傾向が見られたことから同じ動作であっても観察する方向によってミラーニューロンシステムの活性が違うことが示唆された。背景筋電図に筋活動が見られた場合、MEPが増加することがわかっているが、実験の結果MEP誘発時の背景筋電図には映像を見た方向や課題ごとに有意差はなかった。このことから、実験を通して筋活動は高まっていなかったと考えられる。今回、イメージの困難な動作として、宙返り動作を課題に選択したが、未経験者であっても宙返り動作をイメージできた可能性が考えられる。神谷(2007)によるとイメージすることにより、MEPが増加することがわかっている。実験で選択したポイントは、「腕の振り上げ」であるが、これは宙返り動作を行うのに欠かせない動きである、同時にジャンプ動作を行う際にも「腕の振り上げ」は使われている。そのため、salto観察時においてもjumpをイメージしていた可能性があると考えられた。