

肘関節屈曲後の F 波による手内筋の脊髄興奮性評価

1180353 中内智大 【身体情報サイエンス研究室】

1 はじめに

ヒトは複数の筋肉を協調させることで多様な運動を行っている。大脳への経頭蓋磁気刺激 (TMS) や末梢神経への電気刺激で誘発される筋応答を計測することで、運動指令を出す一次運動野 (M1) や、経路である脊髄に備わる運動の多様性を支えるための神経機能を評価できる。木村等は M1 へ TMS を与えた際に誘発される筋応答から、等尺性の肘関節屈曲運動後に人差し指と親指の皮質脊髄路の興奮性が抑制されることを確認し、肘と指先の連係機能の存在を示唆した [1]。

しかし、木村等の研究で確認された抑制作用は、皮質と脊髄のどちらからの貢献によるか明らかでない。本研究では、末梢神経刺激で誘発される F 波を計測することで脊髄興奮性を評価し、肘関節屈曲運動と指先の連係機能を調査する。

2 方法

15 人の右利き健康男性被験者が本研究に参加した。本研究は高知工科大学研究倫理審査委員会の承認を受け、全被験者から実験参加の同意を得てから実施した。

筋電図の記録電極は右の第一背側骨間筋 (FDI)、短母指外転筋 (APB)、小指外転筋 (ADM)、上腕二頭筋 (BB)、接地電極は右肩峰に装着した。F 波は電気刺激装置を用いて、右手首の尺骨神経刺激から誘発させた。安定した F 波が誘発される FDI と ADM からの振幅値と誘発率を解析した。F 波計測は運動課題をさせない安静条件と、運動課題をさせる運動条件を各 20 試行、全 40 試行を 5-10 秒間隔で計測した。運動課題として、被験者の右手首を椅子の手すりに固定し、等尺性肘関節屈曲運動を実施させた。BB からの筋放電を運動検出に用い、運動検出から刺激までの遅延時間は 3, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 ms の 7 条件で、時間条件毎に計測した。

被験者は験者の声掛けによる合図を受け、自分のタイミングで運動課題を行った。この時、各筋電波形をモニターで表示し、BB からの筋放電の持続時間ができるだけ短くなるように、かつ FDI, APB, ADM に筋放電が混入しないように、また合図を受けた直後に運動実施をしないように教示した。FDI, APB, ADM に 50 μ V を超える筋放電が混入した試行は解析から除外した。

3 実験結果および考察

図 1 は、運動条件での F 波振幅値を安静条件での F 波振幅値で正規化し、振幅比を求め、時間間隔毎に FDI (丸) と ADM (三角) をそれぞれ示している。1.0 を超える場合は運動条件で振幅増加、1.0 未満は振幅減少を示す。

値は平均±標準誤差で示している。図 2 は、F 波誘発率を図 1 と同様に示している。運動条件と安静条件の比較は対応のある t 検定を行い $P < 0.05$ を有意水準とした。振幅値は FDI において運動の 3, 50 ms 後に安静条件と比べ運動条件で有意な増加を示し、誘発率は FDI において運動の 3, 50, 100 ms 後に安静条件と比べ運動条件で有意な増加を示した。ADM では振幅値、誘発率で有意な差は確認されなかった。

これらの結果から、肘関節屈曲後の早期に脊髄興奮性が増加することを確認した。また、FDI においてのみ興奮性作用を確認したことから筋特異的な作用であることが示唆される。さらに、TMS 実験で確認された同様の運動課題後の抑制作用は、脊髄より上位の中枢神経で生じていると考えられる。

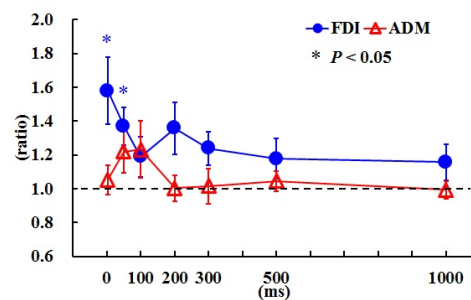


図 1 振幅値の比率

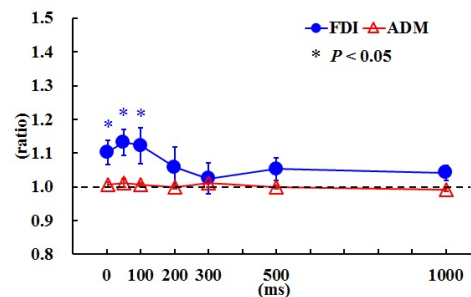


図 2 誘発率の比率

4 まとめ

肘関節屈曲後の脊髄興奮性は F 波により評価され、皮質脊髄路の興奮性評価をした TMS 実験との対比を行った。肘関節屈曲後の FDI の脊髄興奮性は運動後早期に増加し、抑制作用を示した TMS 実験と対照的な結果であった。上肢の運動時には脊髄と脊髄より上位の中枢神経で活動様式が異なることを明らかにした。

参考文献

- [1] 木村岳裕等, “粗大-巧緻運動を支える一次運動野内の神経機能”, 第 11 回 Motor Control 研究会, 名古屋市, 2017.