

末梢神経電気刺激による筋疲労課題が皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響 - MEP, M 波, F 波による検討 -

新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所・小丹晋一
宮口翔太, 小島 翔, 大西秀明

【背景】

随意運動による筋疲労後には一時的に運動誘発電位 (motor evoked potentials : MEP) の減少が認められる。この現象を Post-exercise depression (PED) という¹⁾。PED に関する報告については、随意運動によるものが多く、電気刺激によって誘発された筋疲労後について報告したものは少ない。また一定時間の電気刺激を導入した際の皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響については不明な点が多いのが現状である。そこで本研究の目的は、末梢神経電気刺激による筋疲労後の皮質脊髄路興奮性の変化を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は健康成人 10 名とした。随意運動条件は、母指対立等尺性収縮を最大張力の 10% の強度で 10 分間保持した (VC 条件)。電気刺激条件は、右正中神経を 20 Hz の頻度で 10 分間刺激し、刺激強度は最大張力の 10% を引き起こす強度 (ES1 条件) および運動閾値の 90% の刺激強度 (ES2 条件) の 2 条件とした。皮質脊髄路興奮性の評価には経頭蓋磁気刺激によって誘発される MEP を利用した。経頭蓋磁気刺激装置 Magstim200 および 8 の字コイルを使用し、左一次運動野手指領域に磁気刺激を行い、右短母指外転筋より MEP を記録した。磁気刺激強度は、安静時に 1 mV の MEP が誘発される強度とした。また、 α 運動ニューロンの興奮性の評価として F 波、神経筋接合部より遠位の興奮性の評価として M 波を利用した。各条件において介入前、介入終了 5 分後の MEP, F 波, M 波, および最大張力を計測した。解析対象は MEP 振幅, F 波振幅および出現頻度, M 波振幅, 最大張力とした。介入前後における各値の比較には対応のある t 検定を用い、有意水準は 5% とした。

【結果】

最大張力は VC 条件および ES1 条件において、介入前と比較し介入後に有意に減少した。ES2 条件では、介入前後で有意な差は認められなかった。MEP 振幅値は VC 条件および ES1 条件で介入後に有意に減少した (図 1)。ES2 条件では介入前後で MEP に有意な差は認められなかった。M 波振幅は VC 条件では介入後に有意に減少した。一方、ES1 条件および ES2 条件では介入前後で有意な差は認められなかった。F 波振幅値および出現頻度は VC 条件, ES1 条件, ES2 条件全てにおいて介入前後に有意な差は認められなかった。

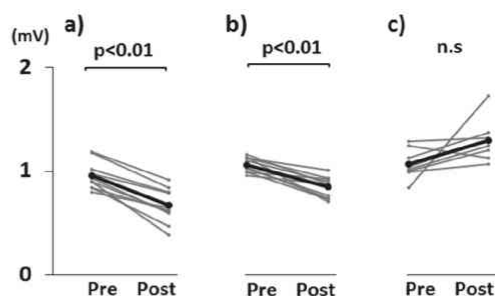


図 1. 介入前後の MEP 振幅の変化

a) VC 条件, b) ES1 条件, c) ES2 条件

グレー線は各被験者の値, 黒線は平均値を示している。

【考察】

VC 条件および ES1 条件において最大張力は介入前より介入後で有意に減少したことから本課題は筋疲労課題であったといえる。また MEP 振幅は両条件ともに介入前より介入後で有意に減少したが、脊髄興奮性を反映する F 波は両条件ともに介入前後で有意な差は認められなかった。これらの結果は、MEP 振幅の減弱が運動皮質レベルで起こっていることと、VC 条件に認められる PED が、ES1 条件においても認められることを示唆していると考えられる。また運動閾値下の強度で電気刺激を行った ES2 条件では、MEP 振幅は介入前後で変化が認められなかった。従って ES1 条件における電気刺激課題は、筋疲労課題であることから、筋疲労による求心性入力による影響を受けて運動皮質の興奮性が低下したと考えられる。Taylor らは筋疲労が起こると、疲労に敏感な求心性神経である III 群や IV 群線維の発火が亢進し、その結果として一次運動野の出力レベルを低下させることを報告している²⁾。III 群や IV 群線維の求心性神経は、筋肉の機械的または化学的な刺激に対して敏感であり、筋収縮による末梢血管の疎血や代謝産物の蓄積に伴い発火頻度が増加する。本研究においても 10 分間持続的に筋収縮を行っていたことから、III 群や IV 群線維の発火が亢進し、それらが運動皮質の興奮性を低下させた可能性の 1 つとして考えられた。

【結論】

末梢神経電気刺激による筋疲労課題によって、運動皮質の興奮性は一時的に低下することが明らかとなった。

【文献】

- 1) Brasil Neto, Pascual Leone, Valls Sole, Cammarota, Cohen LG, Hallett M : Postexercise depression of motor evoked potentials : a measure of central nervous system fatigue, *Exp Brain Res*, 93(1) : 181-4, 1993.
- 2) Taylor JL, Todd G, Gandevia SC : Evidence for a supraspinal contribution to human muscle fatigue, *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 33(4) : 400-5, 2006.