

筋の弛緩および収縮が同肢内他筋の皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響

身体運動科学研究領域

5018A006 - 6 伊藤 優史

研究指導教員：彼末 一之 教授

【緒言】

ある筋の収縮および弛緩は、他肢の筋に影響を及ぼすことが明らかとなっている。同様に、ある筋の収縮および弛緩は同肢内他筋の筋活動にも影響を及ぼすことが明らかになっている。しかしながら、筋収縮および弛緩が同肢内他筋の筋活動に影響を及ぼす際、皮質脊髄路興奮性にどのような影響が起きているかについては明らかとなっていない。また、前腕筋と指関節筋では運動制御機構に違いがあることが明らかになっているが、筋収縮および弛緩による影響の受け方の違いに関しては明らかになっていない。そこで本研究では、右指関節筋および前腕筋と右肩関節外転/内転動作の組み合わせにおいて、筋活動が同肢内他筋の皮質脊髄路興奮性に及ぼす影響とその部位差について検討した。

【方法】

・**実験1** 健常な右利き男性 24 名 (Contraction 課題 12 名: 22.4 ± 0.7 歳, Relaxation 課題 12 名: 22.7 ± 1.0 歳) は安静状態の肩関節外転筋 (三角筋: DM) を音合図に合わせて素早く 50%MVC に収縮する課題 (Contraction 課題) か、収縮状態の DM を音合図に合わせて素早く弛緩する課題 (Relaxation 課題) を行った。この際、音合図後に複数のタイミングで指関節筋の一次運動野支配領域に TMS 刺激した。MEP 振幅値は「指関節筋 (第一背側骨間筋: FDI, 短母指外転筋: APB)」より記録した。皮質脊髄路興奮性は、FDI および APB の MEP 振幅によって評価した。MEP 振幅値は TMS 刺激後に続く MEP 発現からの最大値と最小値の差とした。算出した MEP 振幅値は rest 時の値 (= 1) で正規化した。また、Contraction onset もしくは Relaxation onset を 0 ms とした TMS 刺激時間を算出した。その後、全試技を時系列で並べ替え、100 ms ごとに平均値および標準偏差を算出した。さらに、皮質脊髄路興奮性の時系列変化を筋間で比較するため、課題ごとに 2

つの区間 (Pre - : ~ 0 ms, Post - : 1 \sim 1000 ms) で MEP 振幅の平均値および標準偏差を算出した。

・**実験2** 健常な右利き男性 24 名 (Contraction 課題: 23.4 ± 1.2 歳, Relaxation 課題: 22.7 ± 0.9 歳) は実験 1 と同様の課題を行う際に前腕筋の一次運動野支配領域に TMS 刺激を受けた。MEP 振幅値は「前腕筋 (橈側手根伸筋: ECR, 橈側手根屈筋: FCR)」より記録した。

・**実験3** 健常な右利き男性 12 名 (23.8 ± 1.4 歳) は実験 1 と同様の課題を行う際に指関節筋および前腕筋の一次運動野支配領域に TMS 刺激を受けた。MEP 振幅値は「指関節筋 (小指外転筋: ADM)」および「前腕筋 (総指伸筋: ED, 浅指屈筋: FDS)」より記録した。

・**実験4** 健常な右利き男性 12 名 (24.4 ± 1.8 歳) は安静状態の「肩関節内転筋 (大胸筋: PMM)」を音合図に合わせて素早く 50%MVC に収縮する課題 (Contraction 課題) と収縮状態の PMM を音合図に合わせて素早く弛緩する課題 (Relaxation 課題) を行った。この際、音合図後に複数のタイミングで指関節筋および前腕筋の一次運動野支配領域に TMS 刺激した。MEP 振幅値は FDI および ECR より記録した。

表 1. 実験における動作する筋と影響を測定する筋

	動作する筋	対象筋
実験1	肩関節外転筋 (DM)	指関節筋 (FDI, APB)
実験2	肩関節外転筋 (DM)	前腕筋 (ECR, FCR)
実験3	肩関節外転筋 (DM)	指関節筋 (ADM), 前腕筋 (ED, FDS)
実験4	肩関節内転筋 (PMM)	指関節筋 (FDI), 前腕筋 (ECR)

【結果】

DM の Contraction 課題時、指関節筋および前腕筋の皮質脊髄路興奮性は DM の収縮に伴い促進の

影響が認められた ($p < 0.05$) (図 1)。また、DM の Relaxation 課題においては、前腕筋および ADM は弛緩完了前、つまり定常的収縮時には促通性の影響を受け ($p < 0.05$)、弛緩後には rest 時と同等の水準にまで減少した (図 2)。しかしながら、FDI および APB の皮質脊髄路興奮性には弛緩前後において有意な変化が認められなかった (図 2)。また、筋間の時系列変化における比較では Contraction 課題において Post-contraction 区間で ECR の MEP 振幅値は FDI と比べ有意に大きな影響を受けた (図 3)。さらに、Relaxation 課題では Pre-relaxation 区間において ECR, ADM の MEP 振幅値は FDI と比べ有意に大きな影響を受けた。また、post-relaxation 区間では ADM の MEP 振幅値は FDI と比べ有意に大きな影響を受けた。

PMM の Contraction 課題時、FDI および ECR の皮質脊髄路興奮性は PMM の収縮に伴い促通の影響を受けた。一方、PMM の Relaxation 課題時、FDI は弛緩前には促通の影響を受け、弛緩後には rest 時と同等の水準に減少したが、ECR は弛緩前後ともに促通の影響を受けた。

【考察】

これまでに、複数の筋を対象とした研究では同側・対側下肢の筋収縮や、咬筋、腹直筋の活動によって上肢の筋の皮質脊髄路興奮性に促通の影響を及ぼすことが明らかとなっている。本研究では筋収縮は同肢内の全ての筋の皮質脊髄路興奮性に促通の影響を及ぼした。このことから、ある筋の収縮は他肢、同肢内に関わらず全身の筋へと促通性の影響を及ぼすことが示唆された。

先行研究により、下肢の筋弛緩は同側他肢の筋の皮質脊髄路興奮性に抑制の影響を及ぼすことが明らかになっている。しかしながら、本研究では、DM, PMM の弛緩前には ADM および前腕筋の皮質脊髄路興奮性は促通の影響を受け、弛緩に伴い、その影響は減少したが、rest 状態と同等か大きな値となった。このことから、肩関節筋の弛緩が同肢内他筋に及ぼす影響は他肢の筋が及ぼす影響に比べて小さいことが考えられる。

DM の収縮時および弛緩時、ECR の皮質脊髄路興奮性は FDI と比べて、促通性の影響を強く受け

た。ECR や DM はターゲットに手を伸ばす到達運動に参与するが、FDI は摘み動作といった精密把持動作に参与する。このような機能的な違いによって DM の収縮に伴い異なる影響が起きた可能性が考えられる。

【結論】

筋収縮は同肢内他筋に促通の影響を及ぼすこと、筋弛緩は同肢内他筋に影響を及ぼさないことが明らかとなった。また、筋収縮および持続収縮が同肢内他筋に及ぼす影響は部位差が存在することが明らかとなった。

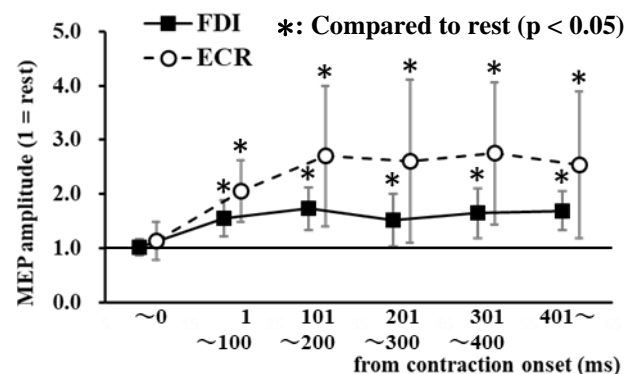


図 1. TMS 刺激時間毎の FDI, ECR の MEP 平均値 (Contraction 課題)

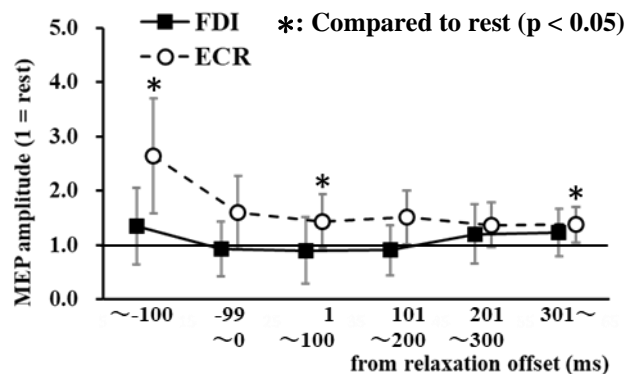


図 2. TMS 刺激時間毎の FDI, ECR の MEP 平均値 (Relaxation 課題)

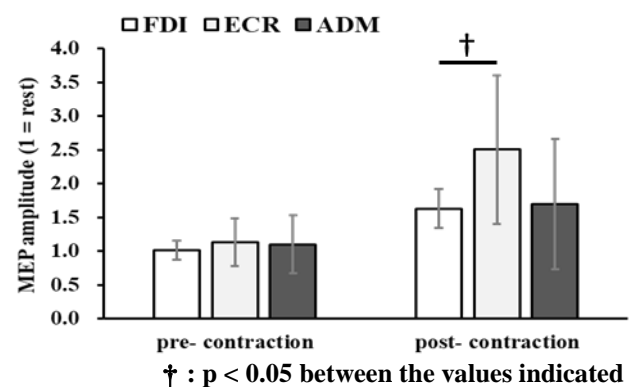


図 3. Contraction 課題における区間ごとの FDI, ECR, ADM の MEP 平均値

