

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（保健学）	氏名	柚木 啓輔
学位授与の条件	学位規則第4条第①2項該当		
論文題目 Cutaneous information processing differs with load type during isometric finger abduction (静的筋収縮時の皮膚感覚情報処理過程は運動負荷形式により異なる)			
論文審査担当者			
主査	教授	高橋 真	印
審査委員	教授	浦川 将	
審査委員	准教授	宮崎 充功	
<p>〔論文審査の結果の要旨〕</p> <p>精密な手指運動の実行には、体性感覚情報を適切に処理しながら運動出力を調節する感覚運動統合機能が重要である。体性感覚障害を対象としたリハビリテーションでは、障害された感覚モダリティに特異的な介入が効果的とされている。しかし、Ia 感覚神経（固有受容覚）および Aβ 感覚神経（触圧覚）由来の信号は、日常生活において運動時に複合的に活性化されるため、特定の動作時におけるそれぞれの感覚情報の貢献度を分離して評価することは困難である。</p> <p>一方、実験環境で静的筋収縮を行う場合は、錘などの一定の外力に抗して所定の関節角度を保持する肢位制御課題と、関節角度は固定された状態でフォースセンサなどの不動の物体を一定の力で牽引する筋力制御課題を設定することができる。両課題の実行に必要な関節トルクはニュートン力学的に同一だが、肢位制御では筋力制御と比較して、Ia 感覚神経の興奮性が高いことから、固有受容感覚のフィードバックをより多く必要とすると考えられている。しかし、静的筋収縮時の運動負荷形式の違いが皮膚感覚情報の中枢神経処理過程におよぼす影響についてはこれまで検証されていない。皮神経刺激後に収縮中の筋活動が反射的に変化する皮膚筋反射（Cutaneomuscular reflex: CMR）および皮質の応答を頭皮上から記録する体性感覚誘発電位（Somatosensory evoked potentials: SEPs）は、Aβ 線維由来の皮膚感覚情報の中枢神経処理過程を評価する手法として広く用いられている。本研究は、両課題の遂行中に皮神経刺激により惹起される CMR および SEPs の振幅を比較することにより、静的筋収縮時の運動負荷形式の違いが皮膚感覚情報の中枢神経処理過程におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。</p> <p>健常成人 18 名（21-35 才、男性 15 名、全員右利き）が、示指外転位 10°で最大随意収縮（Maximal voluntary contraction: MVC）の 20%を保持する右第一背側骨間筋（First dorsal interossei: FDI）の静的筋収縮を肢位制御および筋力制御課題で実施した。両課題遂行中にリング電極を用いて、右示指に経皮電気刺激を行い、右 FDI より CMR を、</p>			

頭皮上 C3' (国際 10-20 法の C3 より 2 cm 後方) から SEPs を記録した。刺激強度は感覚閾値の 3 倍、刺激頻度は CMR で 5 Hz、SEPs では 2 Hz とした。筋収縮の持続時間は 50 秒間とし、CMR 計測では各課題 1 試行、SEPs 計測では各課題 3 試行実施することで、それぞれ 250 (5 Hz × 50 秒) および 300 (2 Hz × 50 秒 × 3 試行) 回分の誘発電位を記録し、加算平均処理した。CMR は短潜時促通成分 (E1)、短潜時抑制成分 (I1) および長潜時促通成分 (E2) の最大振幅値をそれぞれ計測した。また、SEPs は 4 つの早期成分 (N20、P25、N33、P45) の振幅値をそれぞれ計測した。刺激前 50 ミリ秒区間を背景筋放電量とし、MVC 時の筋活動量で除して正規化した。平均値の差の検定には CMR 振幅では t 検定を、SEPs 振幅には一元配置分散分析を使用した。

FDI の背景筋放電量は、肢位制御で  $17.6 \pm 1.1\%$ MVC、筋力制御で  $18.0 \pm 0.8\%$ MVC で、課題間に有意差を認めなかった ( $p = 0.62$ )。一方、CMR の E2 成分の振幅値は肢位制御と比較して筋力制御で有意に大きかった ( $p < 0.01$ )。また、SEPs の N33 成分の振幅値は肢位制御と比較して筋力制御で有意に小さかった ( $p < 0.05$ )。

CMR の E2 成分は皮質経由の反射成分を反映すると考えられている。本研究において、筋力制御で E2 振幅が増大したことは、運動関連領域から筋に対する反射的な descending drive が肢位制御より上昇したことを示唆する。また、筋収縮中の SEPs 振幅が安静時より低下する現象は SEP gating と呼ばれ、SEPs の生成には必要だが、所定の筋力保持にはノイズ信号である A $\beta$  神経に対する電気刺激信号の上行が、運動時に中枢神経系において抑制されることに起因する。本研究において、皮膚感覚刺激に対する SEP gating が肢位制御よりも筋力制御で増大したことは、筋力制御では一定の筋力を保持するために皮膚感覚からのフィードバック情報をより必要とする可能性があると考えられる。

以上の結果から、本研究は、筋力制御課題で行う静的筋収縮時には、姿勢制御課題より A $\beta$  神経由来の触圧覚情報を必要とすることを明らかにした。本研究の内容は、リハビリテーション現場において、中枢神経系の可塑的变化を惹起するために至適な運動負荷形式を検討する際の有益な基礎データを提供しており、保健学領域の発展に資するところが大きい。

よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士 (保健学) の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。