

武道競技者における「構え」のメカニズム H 反射法による脊髄反射機序の解析

身体運動科学 研究領域

5017A053-1 長谷川 公輝

研究指導教員： 彼末 一之 教授

【緒言】

姿勢制御は日常生活を過ごしていく不可欠な要素であり、スポーツにおいては重要な運動スキルになる。スポーツにおける姿勢の「構え」は運動の補助をしているが、その神経メカニズムについては不明である。構えは初心者指導の基本となるため、メカニズムの解明により指導への一助になると考えられる。本研究は姿勢制御の一要素である脊髄反射機序の興奮性を H 反射法で解析し、武道競技の「構え」のメカニズムについて検討した。

H 反射法は、脊髄反射機序の興奮性変化を評価する方法として広く用いられている。求心性神経と遠心性神経の混合箇所（神経根）に電気刺激をして、求心性神経由来の H 反射と遠心性神経由来の M 波を記録する。刺激強度を変化させて H 反射振幅と M 波振幅を記録した動員曲線（図 1）を作成する。立位と構えの姿勢間で、動員曲線上の Hmax（H 反射最大振幅）を比較し、構えの脊髄反射機序の興奮性変化について検討した。実験 I では相撲の構えが脊髄反射機序に与える影響を検討した。プロトコルを改良し、実験 II では柔道の構えと競技経験が脊髄反射機序に与える影響について検討した。

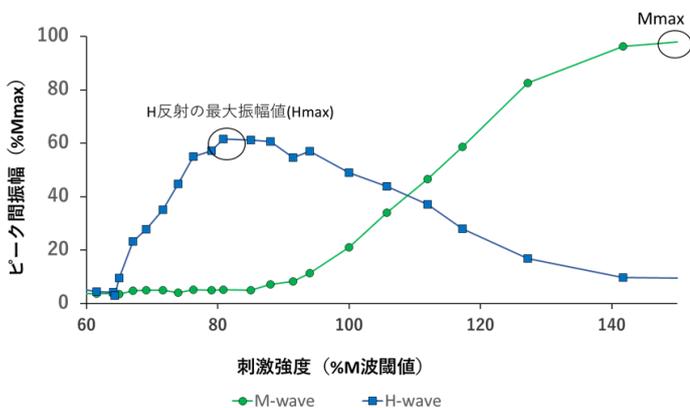


図 1 動員曲線

【実験 I：相撲の構えが脊髄反射機序に与える影響についての検討】

○方法

神経疾患の既往歴が無い、相撲選手 8 名を被験者とした。立位、構えイメージ有り、構えイメージ無し（無構え）の 3 姿勢を、電気刺激を行っている 3~6 分維持してもらった。構えは相撲で言う四股よりもやや浅い中腰の状態とした。イメージとして、試合時の攻防に反応できる姿勢や運動準備を想起させた。姿勢制御に重要な軸足の後脛骨神経を電気刺激して、ヒラメ筋 (SOL) から H 反射と M 波を筋電図 (2000Hz) で記録した (図 2)。電気刺激強度を H 反射閾値以下から M 波最大振幅 (Mmax) 活動強度まで変化させ、リクルートメントカーブを作成した。刺激はインターバル 3s で同じ刺激強度 3 回 1 セット、刺激幅は 200 μ sec で行った。動員曲線から Hmax を抽出し、3 姿勢で比較を行った。刺激前の 250ms の背景筋電図 (BEMG) を、最大随意収縮 (MVC) で規格化し、各姿勢で比較した。

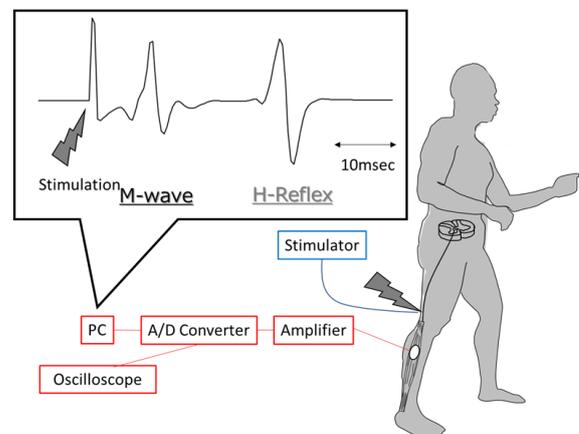


図 2 H 反射の記録

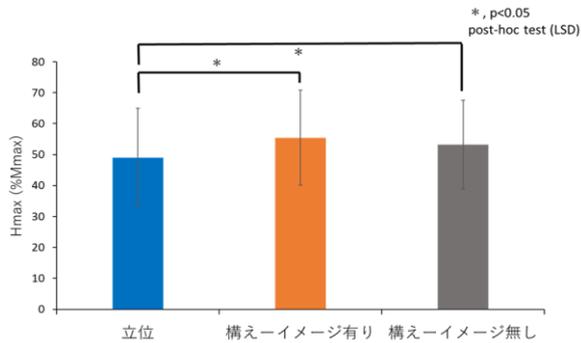


図3 姿勢間における Hmax の比較

○結果

BEMG には有意な差が認められず、Hmax は構えイメージ有り と構えイメージ無しが立位より有意に高かった (図3)。

○考察

Hmax は α 運動ニューロンの興奮性の指標であり、筋活動の影響を受ける。BEMG の結果は、Hmax の変化に筋活動が影響していないことを示唆する。Hmax は立位と構えの間で興奮性が高まり、それは関節角度や足底の入力情報が変化し、脊髄反射機序の興奮性に影響を与えたと考えられる。イメージ課題は影響が見られず、プロトコルの難しさが考えられた。そこで実験 II では、柔道選手の構えが脊髄反射機序に与える影響や、それが競技特性によるものか検討した。

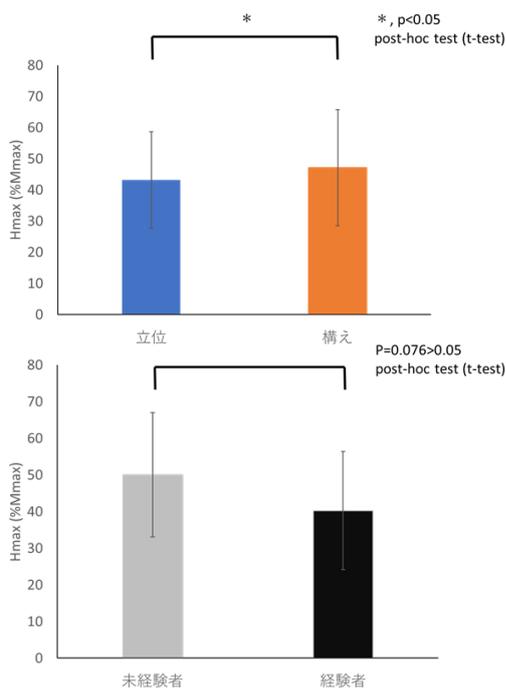


図4 姿勢間 (上) と競技経験 (下) における Hmax の比較

【実験 II : 柔道の構えと競技経験が脊髄反射機序に与える影響】

○方法

被験者を、神経疾患の既往歴が無い、柔道競技者 10 名と未経験者 10 名として、姿勢を立位と構えの二姿勢でランダムに行った。柔道の構えは、右または左の自然体とした。刺激方法と記録方法、動員曲線作成、実験 I と同様に行った。BEMG は姿勢間で比較し、Hmax は二要因 (二姿勢: 立位, 構え * 二経験: 柔道経験, 未経験) で比較した。

○結果

BEMG では有意な差が認められなかった。Hmax は交互作用が認められなかったが、姿勢は有意な差が認められ、競技経験には有意傾向が見られた (図2)。

○考察

実験 I と同様、Hmax の変化は、BEMG 以外の影響が考えられる。姿勢が変化することで入力情報が変化して脊髄反射機序の興奮性に影響を与えた報告 (Kemal et al., 2018) と同様に、立位に比べて構えで関節角度や足底皮膚感覚入力による脊髄反射機序の興奮性が高まった可能性がある。また、競技経験間で柔道選手のほうが脊髄反射機序の興奮性が低い傾向にあった。バレエダンサーは、良いバランス能力を必要とするが、脊髄反射機序の興奮性が低下した報告がある (Hultborn et al., 1993)。脊髄反射機序の興奮性は運動の目的や、運動の場面に沿って変化する。バランスの崩し合い競技である柔道の選手もこの神経的可塑性を獲得し、一つの運動制御を行っている可能性がある。

【結論】

武道競技における構えは、競技経験に限らず、脊髄反射機序の興奮性を高めることが示唆された。体性感覚情報や皮膚感覚情報の入力変化によって、その興奮性が高まったと考えられる。また、柔道経験者は脊髄反射機序の興奮性が低い傾向にあった。脊髄反射機序の観点から、武道の「構え」が運動制御や神経機序に与える影響が示唆された。

