

肘関節の素早い屈曲動作における神経機構

Neural control of isometric ballistic contraction in elbow flexors

1K09A107 佐藤 菜央美
指導教員 主査 彼末 一之 先生 副査 宮本 直和 先生

【目的】

あらゆるスポーツ場面において、意図した動作を素早く正確に実施するという事は、競技パフォーマンスを決定する重要な要素となる。これまでに、素早いスポーツ動作の正確性については球技種目を中心に数多くの研究がなされている。それらの研究の大部分は、球技ネット型のサーブについて、目標地点を狙って打撃し、その誤差とばらつきについて定量化し検討したものであるが、その誤差やばらつきが生じる要因について検討された研究は少ない。そこで、本実験では2つの仮説を立てた。ひとつ目は、その誤差やばらつきが選手の技能差に依存するものであること。ふたつ目は、それらは生理学的な筋出力の誤差に依存するものであること。このことを検証するために、生理学的な筋出力の誤差に着目し、単関節の力発揮時のパフォーマンスの解析（Peak Force 値・Time to Peak Force（力曲線の立ち上がりから最大筋出力までの時間）の検出を行った。さらに、トレーニング実験を行うことで、練習効果についても検討する。

【方法】

被験者は本大学所属の健康な男子8名（20.6±0.6歳）であった。力発揮の課題遂行が等尺性の条件下で可能になるよう上肢を肘関節90°になるように固定した。実験に先立ち、被験者の最大随意収縮力(MVC)の測定を行った。MVCを元に、力発揮目標値として、30%MVC、50%MVC、70%MVCの3段階を設定した。被験者の眼前にはモニターを設置し、目標力発揮レベルと被験者が発揮した力の掃引線が示されるように設定した。各力発揮目標に対し、30回の力発揮を行った。その際に、「できる限り早く目標に到達する」ことを強く教示した上で、すべての試行を遂行した。本実験は、肘関節の力発揮能力の練習効果の検討も行うため、5日間継続して同様の実験を行った。

【結果】

力発揮目標値に対する誤差について、Peak Force 値の解析を行うことで検討した。力発揮の大きさに依存した目標に対する誤差に有意な差は見られなかった。30%MVCでの力発揮目標値に対するPeak Force 値の誤差は、1日目5.18±1.17%から5日目4.72±1.2%、50%MVCでは1日目5.34±0.97%から5日目4.71±0.92%、70%MVCでは1日目5.08±0.95%から5日目4.17±0.88%となった。検定の結果、力発揮の大きさに関わらず、1日目と4日目、1日目と5日目、2日目と4日目、2日目と5日目の誤差に有意な減少がみられ、素早い発揮における学習効果があることが示された。また、Time to Peak Force の解析を行ったところ、30%MVCでは平均で約190ms、50%MVCでは約210ms、70%MVCでは約230msとなり、筋出力量との間に強い相

関が見られた。このことから、Time to Peak Force 値は力発揮レベルに依存して大きくなることが示された。しかしながら、Time to peak Force 値は5日間のトレーニング実験を通して大きな変動は見られなかった。

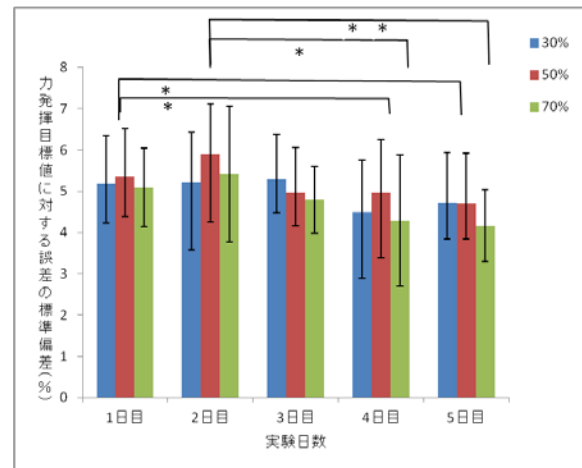


図 1. 力発揮目標に対する誤差のばらつき

【考察】

ネット型球技種目のサーブの正確さについて検討した研究では、目標地点を狙ったサーブ落下地点のばらつきは5%前後の値に収束するという結果が示されている。今回実験課題として設定した単関節の屈曲動作は、他のスポーツ動作と異なり、動員する関節数は少なくともひとつであった。それにもかかわらず、力発揮値の誤差はトレーニング5日目において30%MVC時で4.71%、50%MVCで4.72%、70%MVCで4.17%を示した。これらの値は、サーブの先行研究で示された結果と同様の値を示していることから、スポーツ動作の再現性においても目標に対して5%以下にボールのばらつきを抑えることはできないのではないかと考える。言い換えれば、動作の正確性には生理学的な限界値がある可能性が示唆された。また、力発揮レベルに依存した誤差の変化は見られなかったものの、Time to Peak Force 値はその力発揮レベルに依存して大きくなることが示されたこと、5日間のトレーニングの効果が現れていなかったことから、素早い動作は時間的に画一的な運動プログラムに基づくものではなく、力発揮の大きさに応じたプログラム構成がなされていることが考えられる。今回の実験では筋電図の測定も行っており、生理学的に運動の正確性を検証するためには、今回の実験結果と合わせて筋電図の解析を行うことも重要であると考えられる。したがって、今後は本実験で取得した筋電図データの解析を行い、より詳細な神経機構について迫っていきたいと考える。