

跳躍動作の筋シナジーの抽出と技能評価への応用可能性

佐々木悠介^{1),3)}、下門洋文^{2),3)}、山代幸哉^{2),3)}、
佐藤大輔^{2),3)}

- 1) 新潟医療福祉大学大学院 医療福祉学研究所
- 2) 新潟医療福祉大学 健康スポーツ学科
- 3) 新潟医療福祉大学 運動機能医科学研究所

【背景・目的】垂直跳びや立ち幅跳びといった跳躍動作は、下肢3関節(股関節・膝関節・足関節)から生み出されるパワーによって高い跳躍高や跳躍飛距離を得ることができる。しかし、跳躍動作は下肢3関節の複合関節動作であり、自由度が高く、下肢3関節のそれぞれの最大筋力やパワーのみではパフォーマンスの十分な評価をすることができないと考えられる。そのため下肢3関節の協調的な筋の力発揮を評価することが重要である。そこで我々は筋シナジー仮説に着目し、跳躍動作における特異的な筋シナジーパターンを抽出し、抽出された筋シナジーパターンが各跳躍動作の技能的な指標として有効か検討することを本研究の目的とした。

【方法】対象者は健常成人男性7名を対象に実験を行った。試技は垂直跳び、立ち幅跳びをそれぞれ10回行った。試技中の筋電図を計測するために、無線式筋電計(FA-DL-5000、S&ME)を、被験者の12筋(前脛骨筋、腓腹筋内側頭、ヒラメ筋、大腿直筋、内側広筋、外側広筋、大腿二頭筋長頭、半膜様筋、大殿筋、中殿筋、脊柱起立筋、腹直筋)に貼付し、1kHzで計測を行った。また各試技は、フォースプレート(9281E、KISTLER)上で行い、地面反力(Fz)を計測した。地面反力と筋電図のデータを同期させ、被験者が跳躍動作の準備動作を開始させた時間(Ts)から、離地(Tend)までの筋電図を分析に用いた。筋電図は全波整流、スムージングを行った。シナジーはTsからTendまでの筋電波形をMATLABに取り込み、MVC値による筋活動量の規格化、およびTsからTendまでの時間で規格化した後、加算平均した。加算平均によって得られたデータから非負値行列因子分解(NMF)を用いて、各跳躍のシナジーをそれぞれ抽出した。シナジーの数はVAF(variance accounted for)を算出し、VAFが90%を超えた時点でのシナジー数を採用した。また12筋の各シナジーに対する貢献度も算出した。

【結果】被験者それぞれの跳躍におけるシナジー数をVAFを用いて算出したところ、垂直跳びのシナジーは1人あたり平均 3.85 ± 1.06 のシナジーが抽出された。また立ち幅跳びのシナジーは1人あたり平均 4.71 ± 1.60 のシナジーが抽出された。

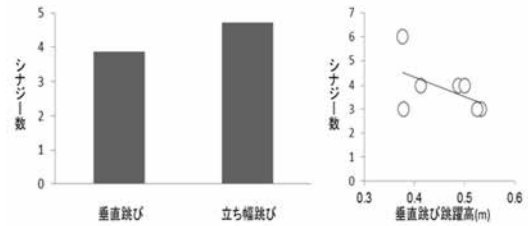


図1.各跳躍のシナジー数

図2.垂直跳び跳躍高とシナジー数の関係

【考察】本研究の結果、立ち幅跳びのシナジー数は、垂直跳びのシナジー数よりも多い傾向にあることが示唆された(図1)。これは立ち幅跳びが垂直跳びよりも、運動遂行時の技術的課題が複雑(窪、阿江ら 2005)であることが要因であると考えられる。先行研究において、抽出されたシナジー数が熟練者や非熟練者において異なることが報告(Chapman et al, 2008; Marsh and Martin, 1995; Nicolas A et al, 2017)されているが、選手の技術だけではなく、運動課題の複雑さが要因となりシナジー数が増加する可能性があると考えられる。また垂直跳びのシナジー数と10試技中の垂直跳び最大跳躍高、平均跳躍高が負の相関傾向を示したことから(図2)、シナジー数の減少に伴い、垂直跳び動作のパフォーマンスの向上に影響を及ぼすことが示唆された。

【結論】垂直跳びと立ち幅跳び動作では、立ち幅跳びの方が技術的な課題が複雑であり、その影響により、シナジー数が増加傾向にある。また垂直跳び跳躍高が高い被験者ほど、垂直跳び動作中のシナジー数が少ない傾向がみられた。