

ストレッチ後のジャンプ動作のバイオメカニクスの分析

藤田 康介¹⁾, 建内 宏重¹⁾, 小山優美子¹⁾, 中村 雅俊^{1,2)}, 梅垣 雄心¹⁾, 小林 拓也¹⁾, 西下 智¹⁾, 荒木浩二郎¹⁾, 梅原 潤¹⁾, 田中 浩基¹⁾, 築瀬 康¹⁾, 草野 拳³⁾, 中尾 彩佳³⁾, 市橋 則明¹⁾

¹⁾京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻, ²⁾同志社大学スポーツ健康科学部,

³⁾京都大学医学部人間健康科学科

key words スタティックストレッチング・ジャンプ・下腿三頭筋

【はじめに, 目的】

近年, スタティックストレッチング(SS)実施直後に発揮筋力やスポーツ活動のパフォーマンスが低下することが多数報告されている。低下したパフォーマンスがどの程度の時間経過で元に戻るのかという情報は試合前のコンディショニング方法を決定する上で重要と考えられるが, とりわけジャンプ動作のような多関節運動においてこのことに関する報告は少ない。

先行研究においてはジャンプ動作におけるパフォーマンス指標として跳躍高を, 下肢の各関節が行った仕事の総和として下肢伸展パワーのみを用いる場合が多い。しかし, 複数の関節が相互に関係するジャンプ動作においては他の関節が筋機能の低下した関節の運動を代償する作用が生じると考えられるため, 上記のような指標ではSSによる筋機能の変化及び周囲の関節で生じうる代償の程度がどのように変化し継時的に推移するかを各々に分け, 正しく評価できない可能性がある。

そこで今回, 跳躍高及び足・膝・股関節各々のジャンプ動作中における運動力学的指標が下腿三頭筋へのSS後にどのように変化するかを経時的に検討することを目的とした。

【方法】

対象は健康常若年男性 14 名(年齢 23.6 ± 2.3 歳, 身長 171.8 ± 4.9 cm, 体重 65.1 ± 8.6 kg)とした。運動学的・運動力学的分析には三次元動作解析装置(VICON社製)および床反力計(KISTLER社製)を使用し, サンプリング周波数はカメラ 200Hz, 床反力計 1000Hzとして測定を行った。反射マーカーはPlug-in-gait full body modelに準じて, 対象者の体幹, 下肢に23箇所貼付した。測定課題はカウンタームーブメントジャンプとした。被験者は静止立位から上肢の反動をつけて最大努力下で垂直跳びを行った。動作方法は規定せず, 被験者が快適と感じる方法で行った。

測定に際し, 被験者は課題動作の練習を十分に行った。測定はSSの前と直後, 続いて安静座位の5分後, 10分後に各々2回ずつ行った。

なお, 下腿三頭筋に対するSSは傾斜台を用いて足関節背屈 30° に規定し, 立位にて両側とも同時に5分間行った。

動作解析で得られた値のうち, 胸骨剣状突起と第10胸椎棘突起の midpoint を体幹部重心(COT)とし, COTの垂直成分の最大値を跳躍高とし, パフォーマンスの指標とした。また, 跳躍前のCOTの垂直成分が最小になった時点から爪先離地までの時間を跳躍期と定義し, 矢状面における股関節, 膝関節, 足関節の発揮パワーの最大値および跳躍期に各関節がした正の仕事量を下肢の各関節における力学的指標として算出した。また, 下肢の総合的な力学的指標として各関節の仕事量の総和を算出した。

統計学的処理として, 各指標の比較を反復測定一元配置分散分析にて行った後, 主効果の見られた項目について bonfferoni 補正した対応のある t 検定にて各測定時期の差を検定した。有意水準は 5% とした。

【結果】

一元配置分散分析の結果, 跳躍高の指標である COT の最大値と足関節の仕事量にのみ有意差がみられた。事後検定を行ったところ, COT の最大値は SS の直後に有意に低下し, SS 後 5 分, 10 分の測定においては SS 前との有意差はみられなかった。足関節の仕事量は SS 直後に有意に低下し, 5 分後, 10 分後においても SS 前と比較して有意に低値を示した。

【考察】

本研究の結果, ジャンプパフォーマンスは SS 直後に低下するがその後改善し, 5 分後には SS 前と比較して有意差のない水準に戻っていることがわかった。一方, ジャンプ動作中に足関節がする仕事量は SS により低下し, 10 分後にも低下したままであった。

このことから, SS によるジャンプパフォーマンスの低下は SS を実施した下腿三頭筋の機能が低下したことによると考えられる。また, 5 分後にみられた跳躍高の改善は, 低下した足関節の仕事量が回復したことや股関節・膝関節の代償的な仕事量の増大でないことが示された。

今回, スポーツ活動の直前の SS は 10 分後も関節がする仕事量を減少させるため, 推奨されない可能性が示唆された。今後, SS 後 10 分以降の足関節の仕事量を検討してどれくらいの時間経過で元に戻るのかを調べる必要がある。またジャンプ動作は下肢の仕事量の他にも上肢, 体幹による加速度の影響を受けるため, これらに着目したより詳細な検討が必要であると考えられる。

【理学療法学研究としての意義】

本研究はストレッチ後のパフォーマンスの低下及びその回復に関して, 運動力学的解析の方法を用いることで各関節による影響を個別に考慮して検討した点で新規性がある。また今回の結果は, ストレッチングによって生じるパフォーマンスの変化を解明するための一助となると考えられる。