

# 膝関節・股関節伸展最大等尺性収縮後の活動後増強が スクワットジャンプに与える影響

スポーツ医科学研究領域

5015A005-1 植木 潤

研究指導教員：広瀬 統一 教授

【緒言】競技前のウォーミングアップ方法の一つに活動後増強(postactivation potentiation: PAP)を利用する方法がある。PAPは事前の筋収縮後に発揮筋力が一時的に増大する現象である。PAPを引き起こすために行う筋活動をコンディショニング収縮(CC)と呼ぶ。CCの強度には最大負荷が必要なため、高重量のレジスタンストレーニングやクイックリフトなどをCCに用いることが一般的であった。そのため従来の方法では器具や場所を選ぶ必要があり、活用できるスポーツ現場が限られてしまう。その中で最大等尺性収縮(MVIC)を用いる方法は傷害発生リスクが少なく、器具や場所を選ばず利用できる方法としてその有用性が検討されている。垂直跳び(VJ)をパフォーマンス指標としてCCにMVICを用いる方法では膝関節伸展運動を行う方法が主に行われている。VJの動作貢献度を調べた研究において膝関節伸展運動が跳躍高に最も大きな貢献をしているという報告からもその妥当性が言える。しかし、VJは膝関節伸展運動だけでなく複合的な動きによって成り立っている。また、股関節伸展運動が跳躍高向上に影響を与えるという報告も散見される。本来のスポーツ動作も複合関節で行われることから、他の関節運動へのCCや複合的なアプローチが必要だと考えられる。しかしながら、CCを実施する部位を変えることによるPAP効果の差異や複合筋群への効果を検討した研究は報告されていない。短時間で最大の効果を上げる方法を模索することは競技前のウォーミングアップにおいて非常に重要である。

そこで本研究では、以下の2つを明らかにすることを目的に実験を行った。

1, VJをパフォーマンス指標とした時の

MVICの部位の違いによるPAP効果の差異を明らかにすること

2, 股関節伸展MVICをCCに用いた時に跳躍高が向上するかを明らかにすること

【方法】被験者はトレーニング習慣のある健康な男子大学生アスリート14名(年齢: $21.5 \pm 1.4$ 歳、身長: $175.9 \pm 8.2$ cm、体重: $75.0 \pm 7.5$ kg、トレーニング経験: $5.1 \pm 1.2$ 年)とした。各被験者は次の4条件のCCを1日1条件ずつランダムに実施した。

- 1) 膝関節伸展MVIC 左右5秒 $\times$ 2(KE条件)
- 2) 股関節伸展MVIC 左右5秒 $\times$ 2(HE条件)
- 3) 股・膝関節伸展MVIC 各左右5秒 $\times$ 2(HE+KE条件)
- 4) CCを行わない安静座位5分(Con条件)

徒手筋力計を用いて各MVICを実施し、最大筋力を測定した。パフォーマンス指標にはスクワットジャンプ(SJ)を用い、フォースプレート(Kistler社製)上でpre-post試行それぞれ2回の跳躍を行った。pre-post試行間の5分間に各条件のCCを行い、SJの変化を検証した。大腿直筋、内側広筋、大殿筋、大腿二頭筋長頭の4筋に電極を貼付し、SJとMVIC中の筋活動を表面筋電図(S&ME社製)を用いて記録した。また、肩峰、大転子、膝関節外側裂隙、外果の4点にマーカーを貼付し、SJの利き脚側の矢状面上の映像から動作解析ソフト(Frame-DIAS V)を用いて二次元動作解析を行い角速度及び関節角度を算出した。すべての跳躍試行は全力で行うように指示し、各2回の試行の内、跳躍高が高い試行を解析対象とした。解析項目はSJの跳躍高、離地時の身体重心速度(Voff)、床反力、パワー、力の立ち上がり率(RFD)、筋活動(%RMS)、膝関節・股関節伸展角速度とした。解析区間は動作開始から離地までとした。

床反力、角速度の各項目は、条件(4)と時間(2)で繰り返しのある二元配置分散分析を行った。有意差が認められた場合には Bonferroni 法を用いて事後検定を行った。時間の主効果のみ認められた場合は、各条件で対応のある t 検定を行った。 $\%RMS$  の条件間比較には Friedman 検定を行った。また各条件における跳躍高の pre-post での変化率と、各測定項目の変化率との相関関係を Pearson の積率相関係数を用いて算出した。いずれの項目も有意水準は危険率 5%未満とした。

【結果】跳躍高は分散分析の結果、交互作用は認められなかったものの、有意な時間の主効果を認めた( $p<0.05$ )。HE 条件(pre:29.7 $\pm$ 4.2cm, post:31.8 $\pm$ 3.7cm)は pre 値と比較して post 値に有意な増加が認められた( $p<0.05$ )。跳躍高のプレ値に条件間で差は認められなかった。また、Voff は分散分析の結果、有意な時間の主効果を認めた( $p<0.05$ )。HE 条件(pre:2.39 $\pm$ 0.22m/s, post:2.49 $\pm$ 0.15m/s)は pre 値と比較して post 値に有意な増加が認められた( $p<0.05$ )。条件毎の跳躍高の pre-post での変化率と各測定項目の変化率との相関関係を算出したところ、HE 条件の跳躍高の変化率と膝関節角速度( $r=0.86$ )、股関節角速度( $r=0.80$ )それぞれの変化率の間に有意な相関関係が認められた( $p<0.05$ )。

一方で、床反力、パワー、RFD、筋活動、角速度はすべての項目で有意差は認められなかった。

【考察】SJ の跳躍前の初期関節角度における pre-post の再テスト法による ICC (1, 2) は、膝関節・股関節屈曲角度どちらの値も 4 条件ともに 0.75 以上の高い信頼係数を示した。さらに、4 条件の跳躍高の pre 値は有意差が認められず、条件間で差がないことが示された。以上のことから条件内、条件間での初期姿勢や pre 試行間に差はなかったと言える。

HE 条件において、pre-post で有意に跳躍高が増加した。さらに HE 条件では、Voff の値が pre-post で有意に増加し、またその要因として跳躍高の変化率と膝関節、股関節の角速度の変化率それぞれとの間に正の相関関係を認めている(膝: $r=0.86$ , 股: $r=0.80$ )( $p<0.05$ )。離地時の身体重心速度は VJ の跳躍高を決める重要な要素であると述べられており、PAP の研究において速度の向上が見られた研究も散見される。よって、離地時の速度の増加が HE 条件の跳躍高を向上させた可能性がある。一方で、HE+KE 条件や KE 条件で跳躍高の有意な向上を示さなかった。その理由として、HE+KE 条件では股関節、膝関節それぞれに 10 秒ずつの MVIC を実施しており、同部位に 20 秒以上の MVIC を行うと疲労の影響を受けると報告している研究もあり、本研究は同部位ではないが疲労の影響を受け跳躍高が向上しなかった可能性が考えられる。KE 条件の跳躍高の平均値は、pre-post で約 5%の向上が示されたが、個人差が大きく有意な向上は示さなかった。

本研究で用いた 5 秒 $\times$ 2 の股関節伸展 MVIC は、徒手でできる簡便な方法であり、遠征先や試合会場での競技前のウォーミングアップでも容易に実施可能である。

【結論】股関節伸展筋群のみに CC を実施する方法により SJ の跳躍高が向上した。股関節伸展筋群単独の CC は離地時の身体重心速度が向上することが貢献する可能性が示唆された。

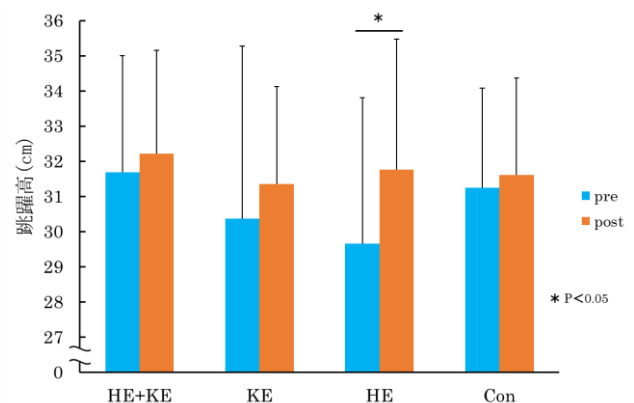


図 各条件における跳躍高の変化