

## A-4

## 主観的努力度の変化が下肢三関節のキネティクスに与える影響 典型的な SSC 運動を用いた検証

### The influence that change of subjective effort on the lower joints kinetics Verification using a typical Stretch Shortening Cycle exercise

重城哲<sup>1</sup>, ○村越雄太<sup>2</sup>, 関慶太郎<sup>3</sup>, 小林靖典<sup>4</sup>, 古川信清<sup>5</sup>, 青山清英<sup>6</sup>  
Akira Jujo<sup>1</sup>, \*Yuta Murakoshi<sup>2</sup>, Keitaro Seki<sup>3</sup>, Yasunori Kobayashi<sup>4</sup>, Nobukiyo Furukawa<sup>5</sup>, Kiyohide Aoyama<sup>6</sup>

Abstract: The purpose of this study was to verify the influence of changes in subjective effort on the lower joints kinetics based on drop jumps, which is a typical stretch-shortening cycle exercise. The subjects were 12 male students from track and field teams. The subjects performed drop jumps with different levels of subjective effort (30%, 60%, and 100%). Their performance was compared by calculating the angular velocity of the lower limb joints (hip, knee, and ankle). The angular acceleration of the knee and the ankle joint was shown to increase with increase in subjective effort.

#### 1. 目的

我々が運動をする際、運動目的や状況に応じて出力を制御することは往々にしてあることで、この出力に関しては、誤差がつきものである。その問題のひとつとして「主観と客観のずれ」があり、このことは主観的な感覚と表出される客観的な出力の関係を明らかにするためのひとつの論点となっている。現に、主観的努力度と客観的出力の関係を明らかにする研究<sup>[1]</sup>は既に行われているが、そこで扱われるデータのほとんどが接地時間や跳躍高、下肢関節の角度などといったキネマティクスデータである。その理由として、例えば地面反力が計測できるフォースプレートを用いた場合、身体外部からそこに働いた力しか測定できず、身体内部で発揮されたトルクなどの値を求めることができない<sup>[2]</sup>ことがあげられている。この問題を解決するための方法のひとつとして、微分演算を用いてキネマティクスデータからキネティクスデータを得る手法がある<sup>[3]</sup>。この手法を用いることで、主観的努力度の変化に伴い、身体各部で発揮された力の様相について知る手がかりが得られると考えられる。

そこで本研究では、画像データから得られた変位データに、微分演算を施した加速度データを用いて、主観的努力度の変化が下肢三関節のキネティクスに与える影響について、SSC (Stretch Shortening Cycle) 運動の典型例であるドロップジャンプを用いて検証することとした。

#### 2. 方法

被験者には、男子学生陸上競技者 12 名 (年齢: 19.8 ± 1.6 歳, 身長: 178.2 ± 5.3 cm, 体重: 68.3 ± 5.4 kg) を用いた。実験に先立ち、被験者には研究の内容、実験に伴う安全性および危険性について説明し、実験参加の同意を得た。なお、本研究は日本大学文理学部研究倫理委員会の承認を受けた。

実験試技は 30cm の台高から主観的努力度を 30%, 60%, 100% の 3 段階をランダムに変化させたドロップジャンプとした。試技の際、腕の振込動作を用いないように腰に手を当てた姿勢で行わせた。また、主観的努力度 100% の試技のみ、できるだけすばやく高く跳ぶことを目的とし、他の努力度の試技では自身の感覚での跳躍を求めた。

試技動作を分析するため、右側方 10m 地点から高速ビデオカメラ (JVC 社製) を用いて撮影 (fps300) した。後に実長換算するため、較正点を 4 箇所を設置した。撮影によって得られた映像から、動作解析システム (Frame-DIAS V for windows) を用いて、VTR 画面上の身体各部 7 点 (胸骨上縁, 大転子, 膝関節中点, 外果点, 踵, 母子球, 足先) と較正点 4 点の位置座標を 100Hz で読み取り、実長換算した後に、股関節, 膝関節, 足関節の角度データを求めた。その際、Butterworth low pass 型 digital filter を用いて、6.2~12.3Hz で平滑化した。そして、得られた角度データに 2 階微分演算を施し、下肢三関節の角加速度データを求めた。また、本研究では動作の変化を比較検討するため、まず、大転子の最下時を基準に踏切期を前半と後半に分け、両者の所要時間を割合で算出した。次に、これらをもとに踏切全体が 100% になるように規格化し、平均化を行った。

1 : 日大理工・教員・一般 2 : 日本大学経済学部・非常勤講師 3 : 筑波大学大学院人間総合科学研究科・院 (後) 4 : 日本大学大学院文学研究科研究生 5 : 日本大学大学院文学研究科教育学専攻・院 (前) 6 : 日本大学文理学部体育学科・教員

各努力度間の角加速度データを比較検討するために、規格化時間 1%ごとに一元配置の分散分析（対応あり）を行った。有意差が認められた場合は、Bonferroni の方法を用いて多重比較を行った。なお、統計処理は SPSS（version 16.0 for windows）を用い、有意水準は 5%とした。

### 3. 結果および考察

図 1 は主観的努力度 30%, 60%, 100%時の下肢三関節（股、膝、足）の角加速度の平均値と標準偏差を示したものである。いずれの努力度においても下肢三関節の角加速度の変化パターンに大きな違いはみられない。標準偏差に着目すると、いずれの努力度においても、足関節に大きな分散がみられた。これについては、足関節の筋群のエクセントリックな筋収縮と着地に対する時間的・空間的な予測が構造的に影響している<sup>[4]</sup>ことが原因として考えられる。図 2 は各努力度間の角加速度について下肢三関節それぞれ比較検討したものである。

有意差（ $p<0.05$ ）が認められた区間について多重比較をした結果、主に踏切後半において主観的努力度が 100%の時の膝関節および足関節の角加速度は 30, 60%の時より大きな値を示した。これについては、主観的努力度増加に伴い、コンセントリック局面における弾性エネルギーの利用効率<sup>[5]</sup>が変化し、発揮された力が大きくなったためであると考えられる。

### 4. まとめ

本研究の目的は、主観的努力度の変化が下肢関節のキネティクスに与える影響について、SSC 運動の典型例であるドロップジャンプを用いて検証することであった。結果として、主観的努力度の変化に伴い、コンセントリック局面において膝・足関節で発揮される力が大きくなることが明らかとなった。

### 5. 参考文献

[1] 青山清英, 小倉幸雄, 安井年文, 濱村亜紀, 澤村博:「ドロップジャンプにおける主観的強度と客観的達成度の関係に関する一考察」, スプリント研究, Vol.6, pp.15-25, 1996

[2] 宮地力:「2 階微分フィルターによる加速度の算出法」, 筑波大学体育科学系紀要, Vol.8, pp.37-46, 1985

[3] 深代千之:「スポーツ動作の Biomechanics」, バイオメカニズム学会誌, Vol.10, No.3, pp.105-112, 1986

[4] 図子浩二, 高松薫:「リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因: 下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して」, 体育学研究, Vol.40, pp.29-39, 1995

[5] 山岡卓弥, 青山清英:「主観的努力度と台高の変化がドロップジャンプ運動に与える影響に関するバイオメカニクス的研究」, 陸上競技研究, Vol.96, No.1, pp.20-31, 2014

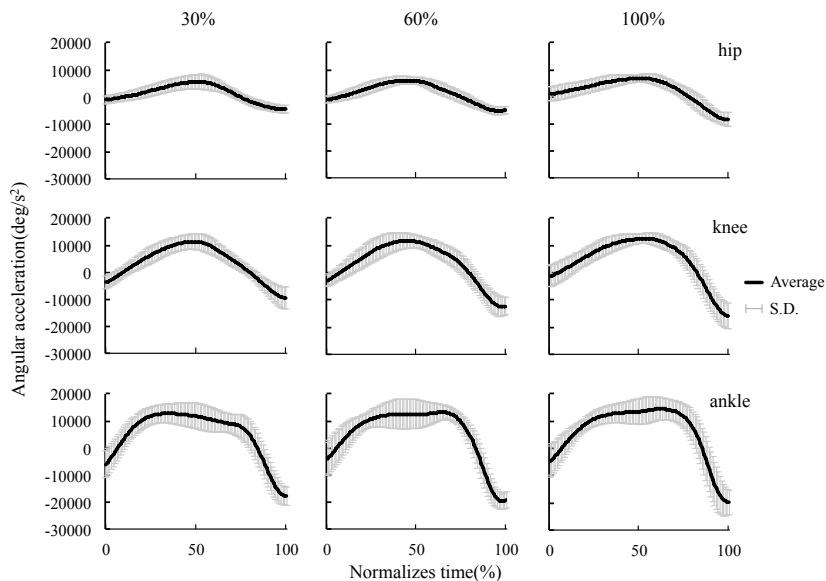


Figure1. Angular acceleration and the standard deviation of the lower limbs three joint.

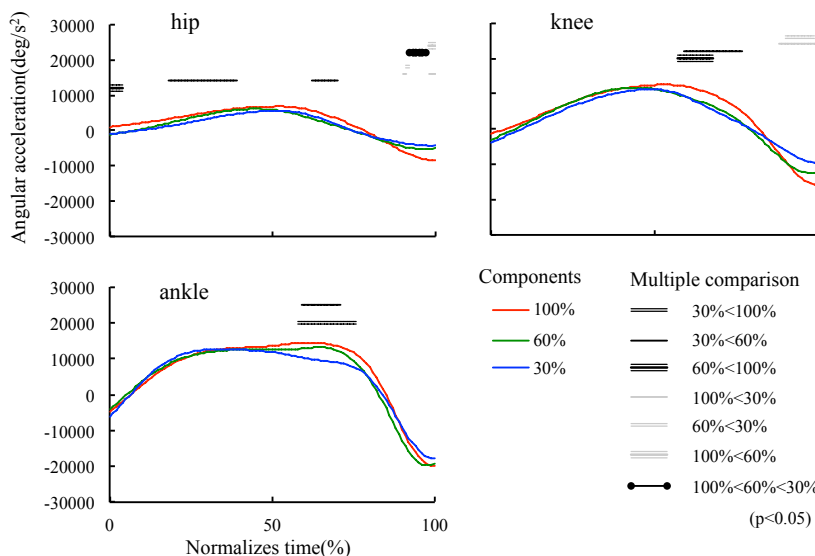


Figure2. The results of multiple comparison of the angular acceleration between each effort level.