

# バランスや筋力トレーニングが片脚ドロップジャンプ中の 下肢キネティクス及びキネマティクスに与える影響

コーチング科学研究領域

5018A042-0 鈴木 聡一郎

## 【緒言】

前十字靭帯（ACL：Anterior Cruciate Ligament）を損傷した7割以上のアスリートは、損傷前と同等以上のパフォーマンスを発揮することができないと報告されており、ACLの損傷はスポーツパフォーマンスに深刻な悪影響を与える。また、競技復帰までに半年以上の期間を必要とするため、ACL損傷の予防は重要課題である。ACLを損傷した者は、ドロップジャンプ中の膝関節外転角度が大きいこと、屈曲角度が小さいこと、膝関節外転モーメントが大きいこと、接地時間が短いことが報告されていることから、動作中の下肢キネティクス、キネマティクスの正常範囲からの逸脱は、ACLの損傷リスクを反映していると考えられる。したがってACLの損傷リスクを軽減させる方策として、ドロップジャンプ中の下肢キネティクス、キネマティクスを改善することが、有効と考えられる。しかしながら、キネティクス、キネマティクスの改善を目的とした介入実験では、バランストレーニングや筋力トレーニングを単体で介入する研究が多く、それぞれ各々で実施するトレーニング介入では、動作の改善に対して限界があると報告されているので、複合的なトレーニング介入が求められる。そこで本研究では、下肢キネティクス、キネマティクス改善を企図した複合的なトレーニングの有効性を明らかにすることを目的とした。

## 【方法】

日常的にバランストレーニング、および筋力トレーニングを実施していない女子大学生32名を対象とし、無作為にコントロール群8名（Con）、バランストレーニング群8名（BL）、筋力トレーニング群6名（ST）、バランストレーニングと筋力トレーニングを複合的に行う群10名（BL+ST）の4群に分類した。BL群では、器具を用いて不安定な状況下における、片脚でのトレーニング

研究指導教員：岡田 純一 教授

を中心に実施した。また、ST群では、漸進的に負荷を増加していきながら、マシントレーニングを中心に膝関節股関節に対して負荷をかけるトレーニングを実施し、BL+ST群では、BL群とST群で実施させたトレーニングを組み合わせた。6週間週3回のトレーニング期間を設け、介入前後で片脚ドロップジャンプの下肢キネティクス、キネマティクスを比較した。解析項目は、股関節屈曲角度、内転角度、膝関節屈曲角度、膝関節外転角度、膝関節外転モーメントとし、正負は股関節屈曲(+)/伸展(-)、外転(+)/内転(-)、膝関節屈曲(+)/伸展(-)、外転(+)/内転(-)と定義した。解析は接地後40msec以内にACLが損傷すると報告があることから、接地時と接地後40msecを解析対象とした。キネマティクス、キネティクス分析を行うために、被験者の解剖学的特徴点に貼付した反射マーカークの位置座標値を、三次元動作解析装置を用いて200 Hzで取得した。また、フォースプレートを用いて、地面反力を2000 Hzで取得した。6週間のトレーニング効果を測定するために、ハーフスクワット1RMを測定した。各キネティクス、キネマティクス、ハーフスクワット1RMの比較は、二元配置の分散分析を使用し、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。危険率5%未満をもって有意とした。

## 【結果】

スクワット1RM:スクワットの1RMは、ST群(pre測定60.0kg, post測定65kg), BL+ST群(pre測定67.5kg, post測定80.0kg)で有意に向上したが、群間差は見られなかった。

股関節屈曲角度:接地時における股関節の屈曲角度は、BL+ST群(pre測定31.6°, post測定36.6°)で有意に増加していた(図1)。接地後40msecでは、BL群(pre測定28.8°, post測定35.1°)BL+ST群(pre測定32.3°, post測定37.5°)で有意に向上していた。

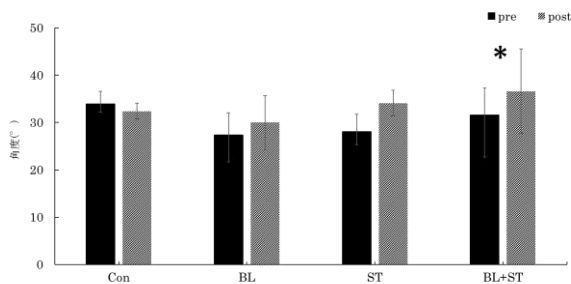


図1 接地時股関節屈曲角度

股関節内転角度：接地時，40msec における股関節内転角度は，介入前後で有意な差は見られなかった。

膝関節屈曲角度：接地時における膝関節の屈曲角度は，ST 群(pre 測定 25.3°，post 測定 30.8°)BL+ST 群(pre 測定 26.6°，post 測定 32.3°)で有意に増加していた(図2)。接地後 40msec では，BL 群(pre 測定 33.9°，post 測定 50.2°)ST 群(pre 測定 38.9°，post 測定 43.2°)BL+ST 群(pre 測定 40.2°，post 測定 46.1°)で有意に増加していた。

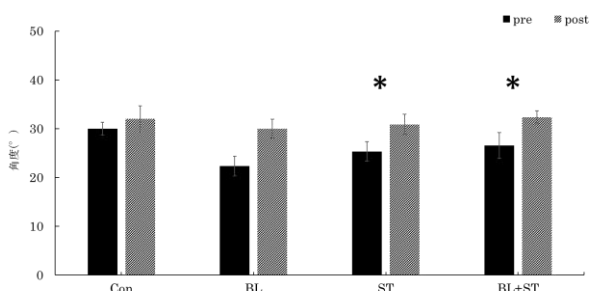


図2 接地時膝関節屈曲角度

膝関節外転角度：接地時，40msec における膝関節外転角度は，介入前後で有意な差は見られなかった。

膝関節外転モーメント：接地時，40msec における膝関節外転モーメントは，介入前後で有意な差は見られなかった。

#### 【考察】

股関節と膝関節の屈曲角度の増大：本研究では，バランストレーニング，筋力トレーニングを導入することで，股関節，膝関節の屈曲角度が増大することが明らかとなった。これは，最大筋力が増加したことにより，大腿四頭筋の遠心性筋力が増加し，片脚ドロップジャンプで接地時に生じる，膝関節伸展筋の受動的伸張に対する耐性が増し，着地衝撃を緩衝するための動作を改善(膝関節及び股関節

屈曲角度の増加)する誘因となったものと考えられた。

膝関節外転角度の変化：本実験では，膝関節外転角度では有意な変化が見られなかった。しかし，BL+ST 群における膝関節外転角度が大きい対象者では，バランス，筋力トレーニングを複合的に介入することで外転角度が減少した。このことから，動作中の膝関節外転角度が大きいアスリートがいる場合，バランストレーニングや筋力トレーニングを複合的に介入することで，膝関節の外転角度を減少させることができる(図3)。膝関節の外転角度，モーメントに関しては，動作のテクニックを習得することで，それぞれ減少したと報告があることから，膝関節外転モーメントを減少させるためには，動作の学習も併せて実施することで，ACL の損傷リスクを減少させることができると考えられる。

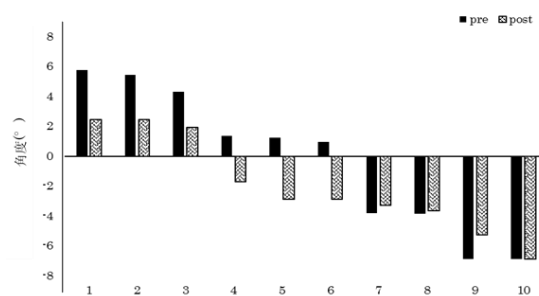


図3 BL+ST 群における  
接地時膝関節外転角度

現場での実践：以上のことから現場では，トレーニング指導を行っているコンディショニングコーチやアスレティックトレーナーは，単体でトレーニング介入を実施するのではなく，複合的なトレーニング介入を実施することで，外転角度が大きい対象者に対しては，より ACL 損傷のリスクを軽減できる。この特性を理解した上で，アスリートに対してアプローチする必要がある。

#### 【結論】

バランストレーニングと筋力トレーニングを実施した場合，膝関節の屈曲角度が有意に増大した。また，膝関節の外転角度が大きい対象者では，介入後減少する傾向が見られたことから，トレーニングを複合的に実施することは，動作中下肢キネティクスを改善し，ACL の損傷リスクを減少させる可能際が示唆された。

