

バドミントンの膝前十字靭帯損傷の受傷機転と膝関節バイオメカニクス

弘前大学大学院 医学研究科整形外科

木村 由佳・石橋 恭之・津田 英一・山本 祐司・塚田 晴彦・
林 慶充・藤 哲

青森県立保健大学 健康科学部理学療法学科

佐藤 秀一

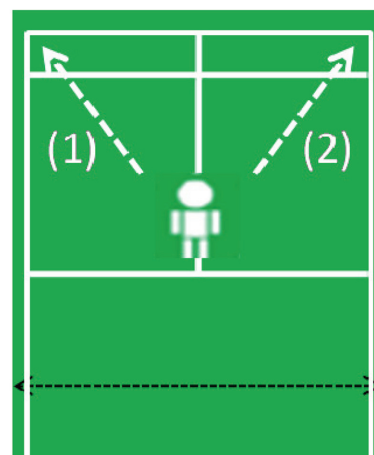
はじめに

膝前十字靭帯 (ACL) 損傷は多くがスポーツ中に発生し、非接触型の受傷が70%を占め^{1), 2)}, 女子は男子に比べ4~6倍受傷が多い³⁾. 非接触型ACL損傷の受傷時には膝関節の軽度屈曲, 外反, 下腿の内外旋など特徴的な肢位をとることが報告されている. ハンドボールでは急激な接地からのカッティングやジャンプショットからの片脚着地時での受傷が多く⁴⁾, バスケットボールでは両脚, または片脚の着地動作で受傷し, 特に攻撃時の受傷頻度が高いとされ⁵⁾, 競技ごとに特徴的な受傷機転が報告されている. それぞれの競技特性, 競技毎の受傷機転を明らかにすることは, より効果的なACL損傷予防プログラムを作成するために重要である⁶⁾. これまでバドミントンによるACL損傷の報告は多くないが, 競技バドミントンでのACL損傷は決して少なくない. バドミントンのオーバーヘッドストロークでは, ショット直後に利き手と反対側の片脚着地となる傾向がある. 当科でACL再建術を施行したバドミントン選手21名を対象に行った受傷機転のインタビュー調査では, バックハンド側後方でのオーバーヘッドストローク後の片脚着地時による受傷が6名で最多であった. 本研究の目的はオーバーヘッドストローク後の片脚着地時の膝関節キネマティクス, キネティクスを解析し, ステップ方向間の比較を行うことである.

対象と方法

下肢外傷の既往のない右利きの大学生バドミントン選手男子7名 (19.5 ± 1.2歳), 女子5名 (19.6 ± 1.8歳) を対象とした. 身長は男子169.5 ± 7.2cm, 女子154.0 ± 4.2cm, 体重は男子62.8 ± 8.9kg, 女子47.4 ± 6.5kgであり, 男女間に有意差を認めなかったが, body mass indexは有意差を認めなかった. バドミントン競技経験年数は男子3.6 ± 2.1年, 女子5.2 ± 2.8年であり有意差を認めなかった. 被験

者には右手にラケットを持たせ, 左右斜め後方に2, 3歩バックステップしオーバーヘッドストロークを行い, 元の位置に戻る動作を行わせた (図1). オーバーヘッドストローク直後の左脚着地を床反力計上で行うように指示し, 数回のバックステップの練習を許可した. それ以外にバックステップや着地, ストロークなどの動作に関する指示は行わなかった. 7台の赤外線カメラを用いた光学式3次元動作解析装置 (VICON), 床反力計 (OR6-6-2000, AMTI Ltd.) を用いてデータの収集を行った. Plug-in-gait マーカーセットを使用し, 被験者の解剖学的ランドマーク計16カ所に反射マーカーを貼付した. オーバーヘッドストローク後の左足接地時 (IC) と最大膝屈曲時 (MKF) における膝内外反角度, またその間における最大膝外反モーメントを算出した. モーメントは, 算出された値をもとに被験者毎に身長 (m), 体重 (kg) を用いて標準化した値を用いた. 統計学的検討では男女と左右のステップ方向の比較に分散分析を用い, 危険率0.05未満を有意差ありとした.



(1) 右後方ステップ (2) 左後方ステップ

図1. ステップ方向

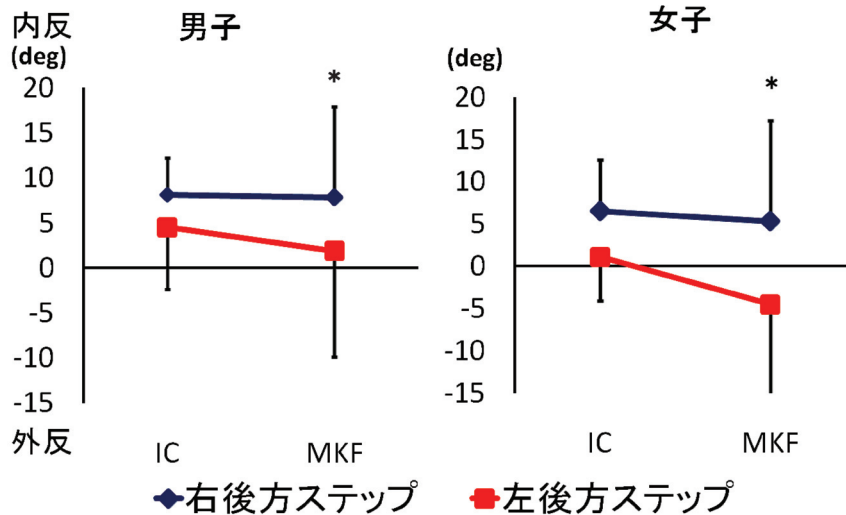


図2. 左膝関節内外反角度

結 果

ICでの膝内外反角度は男子では右後方ステップで内反 $8.1 \pm 4.1^\circ$ 、左後方ステップで内反 $4.5 \pm 6.9^\circ$ 、女子ではそれぞれ内反 $6.5 \pm 6.2^\circ$ 、内反 $1.1 \pm 5.2^\circ$ と、男女ともステップ方向の違いによる有意差を認めなかった。MKFでの外反角度は男子では右後方ステップで内反 $7.8 \pm 10.1^\circ$ 、左後方ステップで内反 $1.9 \pm 11.8^\circ$ 、女子ではそれぞれ内反 $5.3 \pm 11.9^\circ$ 、外反 $4.5 \pm 12.0^\circ$ であり、男女ともに左後方ステップで有意に大きな膝外反角度を示した ($p = 0.04$) (図2)。最大膝外反モーメントは、男子では右後方ステップで $1.0 \pm 4.0 \text{ Nm/m/kg}$ 、左後方ステップで $3.1 \pm 6.2 \text{ Nm/m/kg}$ 、女子では $5.1 \pm 4.2 \text{ Nm/m/kg}$ 、 $7.3 \pm 5.1 \text{ Nm/m/kg}$ と男女ともに左後方ステップで大きな値を示したが有意差はなかった (図3)。

考 察

本研究では、バドミントンのオーバーヘッドストローク後の片脚着地で男女とも膝外反を示し、特に女子でより大きな膝外反角度を示した。Hewettらは女子バスケットボール選手を対象とした前向き調査を行い、ACL損傷群は非損傷群に比較しジャンプ着地時の膝外反角度が 8° 大きく膝外反モーメントが2.5倍大きかったとし、膝外反の増大はACL損傷の危険因子であると報告している⁷⁾。スポーツ特異的な上肢の使い方と膝関節のバイオメカニクスの関連を調査した研究は多くない。Chaudhariら⁸⁾は両手でラクロス用のクロスまたは片手でフットボール用のボールを持った場合の真横へのカット動作を解析した。手に何も持っていない場合と比較し、両手でクロスを持つことにより2倍に、また切り返す方向と逆にボールを持つことにより1.5倍に膝外反モーメントが増加し、競技特異的な上肢の使用が膝関節のダイナミクスに影響を与えていたと報告

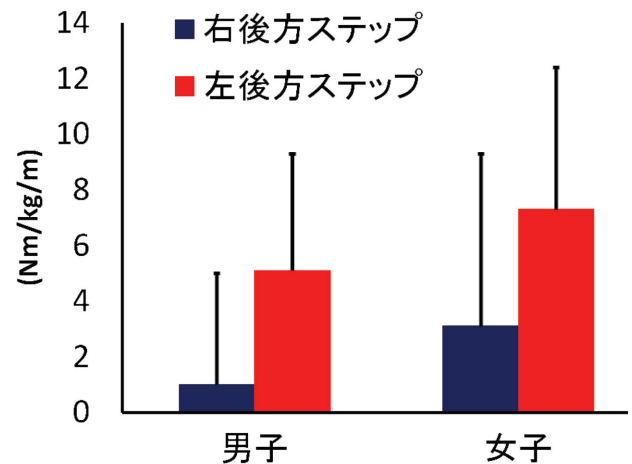


図3. 膝関節最大外反モーメント

している。本研究の動作でも、競技特異的な上肢の使用や異なるステップ方向が下肢のダイナミクスに影響を与えたことが考えられる。オーバーヘッドストロークは上肢のみならず体幹の運動も含む動作であり、また前後へのステップが膝関節のダイナミクスに影響を与えていることが考えられた。本研究の結果より、左後方ステップでのオーバーヘッドストローク後の片脚着地はACL損傷の危険肢位をとりやすく、ACL損傷の発生頻度が高いこととの関連性が示唆された。本研究の問題点として、大学生バドミントン選手のみでの検討であり異なる年齢や競技レベルの選手には当てはまらない可能性が挙げられる。今後は対象者数を増やして検討を行い、競技特性を考慮したACL損傷予防の対策を検討する必要があると考えられた。

結 語

バドミントンでは左後方へのバックステップに続くオーバーヘッドストローク直後の片脚着地で膝外反を呈し、ACL損傷の受傷頻度が高いこととの関連性が考えられた。

参考文献

- 1) McNair PJ, Marshall RN, Matheson JA. Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury. *NZ Med J* 1990 ; 103, 537 - 539.
- 2) Boden BP, Dean GS, Feagin JA. Mechanisms of anterior cruciate injury. *Orthopedics* 2000 ; 23 (6) : 573 - 578.
- 3) Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer : NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 1995 ; 23 : 694 - 701.
- 4) Olsen OE, Mykelbust G, Engebretsen L. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball : a systematic video analysis. *Am J Sports Med* 2004 ; 32 (4) : 1002 - 1012.
- 5) Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball. Video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med* 2007 ; 35 (3) : 359 - 367.
- 6) 津田英一, 石橋恭之, 岡村良久. ACL損傷の予防—その指導. *臨床スポーツ医学* 2005 ; 22 : 225 - 232.
- 7) Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. Prospective study. *Am J Sports Med* 2005 ; 33(4) : 492 - 501.
- 8) Chaudhari AM, Hearn BK, Andriacchi TP. Sports-dependent variations in arm position during single-limb landing influence knee loading : indications for anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2005 ; 33 (6) : 824 - 830.