

4. 競技中動作からみたACL損傷予防

永野康治*

●はじめに

ACL損傷予防に取り組む際に取り上げられる動作として、着地や切り返し動作があげられる。学術的な研究としてもこれらの動作分析からACL損傷のリスクファクターの検討がなされたり、予防効果の検証が行われている。一方、これらの動作は実験室的な動作に過ぎず、実際の競技中にどのような動作が、どれほどの頻度で行われているかは明らかとなっていない。しかし、前十字靭帯損傷の予防やリハビリテーションに取り組む上で、対象とする競技においてこういった動作に曝されるかを示すこれらの情報は必要不可欠である。近年、加速度センサの小型化により、センサ装着下において動作を制限することなく競技中の加速度変化を計測することで、高衝撃動作の頻度や強度が明らかとなりつつある。本稿では、各種競技中における高衝撃動作の特徴から、前十字靭帯損傷予防に活用できる知見を示す。

●加速度センサデータの妥当性

体幹部に装着したセンサから得られる加速度データの妥当性について、先行研究において、着地時の鉛直床反力と合成加速度ピーク値との間に相関関係が認められている^{1,2)}。また、切り返し時の体幹前傾角度³⁾や着地時の側方傾斜角度⁴⁾と加速度ピーク値との間にも相関関係が認められており、着地や切り返しにおける肢位も影響するといえる。さらに、バスケットボール試合中における高衝撃頻度と試合前後のCK値の変化の間にも相関関係が認められ⁵⁾、競技中の筋損傷指標とも関連

している。つまり、競技中の加速度データは、競技中の力学的、運動学的、生理学的なデータと関連を有するものだといえる。

一方で、リバウンドジャンプ時の合成加速度ピークとサッカー試合時の高衝撃頻度には相関関係は認められず⁶⁾、垂直跳び高、スプリントタイム、プロアジリティ、RJ指数などの体力テストの結果とも相関関係は認められなかった⁷⁾。つまり、競技中の加速度データは対象者の体力要素を反映するものではないといえる。また、サッカー練習時と試合時の高衝撃頻度に関しても、試合時の6G以上高衝撃頻度と練習時の高衝撃頻度の間に相関関係は認められず⁶⁾、競技中の試合時における動作特徴を特異的に抽出できているともいえる。

●各種競技中における高衝撃動作

バスケットボールにおける高衝撃動作として、大学男子選手ではディフェンス時の減速、身体接触、リバウンドやシュート後の着地が多くみられ⁸⁾、大学女子選手では移動に伴う減速や切り返し、ディフェンス時の減速、サイドステップ、切り返し、シュートやパス後の着地が多くみられていた⁹⁾(図1)。減速動作が多いことは男女で共通していたが、男子ではリバウンドでの着地や身体接触がみられること、女子ではディフェンスの切り返しやサイドステップが多いことが特徴としてあげられる。また、大学女子選手ではプレーに長期間(20日以上)影響するような外傷・障害が発生した選手は高衝撃動作の頻度が高いという報告¹⁰⁾もみられることから、高衝撃動作の多さが外傷・障害の要因となりうるとも考えられる。

その他の競技における高衝撃動作をみると、バレーボールの前衛ではブロックやスパイク後の着地と踏切が圧倒的に多い¹¹⁾。また、バドミントンで

* 日本女子体育大学体育学部健康スポーツ学科
Corresponding author: 永野康治 (nagano323@gmail.com)

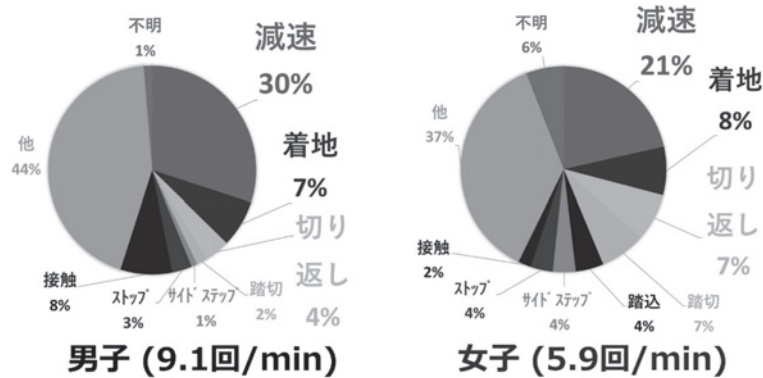


図1 大学男女バスケットボール選手における高衝撃動作頻度 (>6G) とその内訳^{8, 9)}

はオーバーハンドストローク後の着地とアンダーハンドストローク時の踏み込み、相手の打球に反応しての切り返しが多くみられる¹²⁾。さらに、女子高校生選手では中学生選手に比較して高衝撃の着地頻度が増えることも報告されており¹³⁾、年代によっても予防の対象とする動作の競技中の出現頻度に変化することがわかる。また、ハンドボールにおいては、速攻や速攻守備、守備への移行時における減速や、速攻守備や守備への移行時におけるステップ動作や切り返し、ストップ動作にて高衝撃動作が多くみられていた¹⁴⁾。

●おわりに

加速度計を用いた競技中における高衝撃動作の抽出により、同じ前十字靭帯損傷が好発する競技であっても、競技中に強いられる損傷の危険因子となりうる動作の内訳は異なることがわかる。こうした競技中動作の特徴を明らかにすることで、競技や対象に応じた予防トレーニングの実施や動作指導が可能になると考えられる。

文 献

- 1) Nagano Y, Sasaki S, Higashihara A, et al. Relationships between trunk and knee acceleration and the ground reaction force during single limb landing. in ISBS 2016, Proceedings of the 34 International Conference of Biomechanics in Sport. 2016.
- 2) Simons C, Bradshaw EJ. Do accelerometers mounted on the back provide a good estimate of impact loads in jumping and landing tasks? Sports Biomech. 2016; 15: 76-88.
- 3) Nagano Y, Sasaki S, Higashihara A, et al. Gender

differences in trunk acceleration and related posture during shuttle run cutting. Int Biomech. 2016; 3: 33-39.

- 4) 笹木正悟, 永野康治, 福林 徹. 異なる片脚着地動作が体幹加速度と体幹角度, 下肢角度に及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2017; 25: 239-247.
- 5) Koyama T, Rikukawa A, Nagano Y, et al. High-acceleration movement, muscle damage, and perceived exertion in basketball games. Int J Sports Physiol Perform. 2022; 17: 16-21.
- 6) 永野康治, 笹木正悟, 須甲理生, 他. 女子サッカー選手における高衝撃特性について: 体幹加速度を用いた試合・練習間およびリバウンドジャンプとの比較. 臨床バイオメカニクス. 2021; 42: 185-190.
- 7) 永野康治, 笹木正悟, 市川 浩, 他. 高フィジカルパフォーマンス選手は競技中動作負荷も高いのか?: 加速度計による体幹身体衝撃を指標として. 日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要 = Journal of exercise science. 2021; 30: 1-6.
- 8) Koyama T, Rikukawa A, Nagano Y, et al. Acceleration profile of high-intensity movements in basketball games. J Strength Cond Res. 2022; 36: 1715-1719.
- 9) Nagano Y, Sasaki S, Shimada Y, et al. High-impact details of play and movements in female basketball game. Sports Med Int Open. 2021; 5: E22-E27.
- 10) 永野康治, 島田結依, 笹木正悟, 他. 競技中高衝撃動作頻度と下肢・体幹部の外傷・障害によるコンディション不良との関係: 大学女子バスケットボール選手における前向き研究. 日本女子体育大学附属基礎体力研究所紀要 = Journal of exercise science. 2024; 33: 1-8.

シンポジウム整形3：ACL 損傷予防を多面的に考える

- 11) Nagano Y, Sasaki S, Kose Y, et al. Detection of high-impact movements in a volleyball match: A Cross-Sectional Study. *Exerc Med.* 2020; 4: 3.
- 12) Nagano Y, Sasaki S, Higashihara A, et al. Movements with greater trunk accelerations and their properties during badminton games. *Sports Biomech.* 2020; 19: 342-352.
- 13) Sasaki S, Nagano Y, Ichikawa H. Differences in high trunk acceleration during single-leg landing after an overhead stroke between junior and adolescent badminton athletes. *Sports Biomech.* 2022; 21: 1160-1175.
- 14) 彼島奈々, 永野康治, 市川 浩, 他. 女子ハンドボール競技中における高衝撃動作の抽出. *臨床バイオメカニクス.* 2022; 43: 177-181.