

3. 前十字靭帯損傷予防プログラムとエビデンス

中瀬順介*, 島 洋祐*, 大島健史*, 下崎研吾*
浅井一希*, 豊岡加朱*, 土屋弘行*

非接触型の前十字靭帯 (ACL) 損傷はある程度予防することが出来る可能性が示され, ACL 損傷に対する予防の重要性が認識され, この分野に関する注目は年々高まっている¹⁾. ACL 損傷はスポーツ活動中に発生することが多く, 10 代から 20 代の若年者の発生率が高い. 近年, ACL 再建術の改良により短期的には安定した治療成績が報告²⁾されているが, スポーツ復帰にはいまだに半年間以上を要し, 長期的には変形性膝関節症の発生を予防できないとする報告もある³⁾. 「予防に勝る治療なし」という概念のもと, 多くの危険因子に関する報告⁴⁾や予防プログラムが報告されている. 本稿では, これまでに報告されている ACL 損傷予防プログラムとそのエビデンスについて解説する.

ACL 損傷予防プログラムの効果に関する最近のメタ解析では, ACL 損傷予防プログラムを行うことによって, 全ての ACL 損傷を対象とした場合には, ACL 損傷は 50% 減少し, 女性の非接触型損傷を対象とした場合には, 67% 減少すると報告されている¹⁾. 一方, 男性選手に対する ACL 損傷予防プログラムの効果については良く分かっていない.

Sugimoto らは, ACL 損傷予防プログラムを開発する際に必要な 6 つの要素について報告している⁵⁾. 1) 年齢 2) バイオメカニクス 3) コンプライアンス 4) 頻度 5) フィードバック 6) 運動の種類である. 2) バイオメカニクスと 5) フィードバックについては本シンポジウム内で他演者が講演, 発表予定のため, 本稿では割愛する. ACL 損傷予

防プログラムは若年者を対象とすることが推奨されており, 比較研究においても 18 歳未満を対象としたほうが予防効果が大きかったと報告されている⁶⁾. コンプライアンスは, ACL 損傷予防プログラムを実施する上で最も重要な要素のひとつと考えられている. コンプライアンスの調査を行った研究では, コンプライアンスによって ACL 損傷率に差がでたという報告もある⁷⁾. コンプライアンスに関わってくる要素のひとつとして頻度があげられるが, 多くのスポーツ損傷予防プログラムは, 1 回 20-30 分, 1 週間に数回行うことが推奨されている. また, シーズン前に開始して, シーズンを通して実施することが推奨されている. 我々は本邦における指導者が考える理想的な予防プログラムを検討するために, 中学全国ハンドボール大会に出場した指導者 92 名を対象としたアンケート調査を行った. その結果, スポーツ現場が求めている予防プログラムは, ウォームアップトレーニングで週 2 回程度, 1 回に要する時間は 15-20 分程度という結果が得られた⁸⁾. どのようなトレーニングが必要かという点については, 1) 損傷メカニズムを説明すること 2) 筋力増強や動作指導を目的としたジャンプトレーニング 3) バランストレーニング 4) 筋力増強トレーニング 5) ランニング, 柔軟性トレーニングが含まれるべきであると報告されている⁹⁾. 現在までに効果が報告されている予防プログラムと運動の種類を表 1 に示す.

我々はこの中で現場のニーズと一致し, 世界中で最も普及している予防トレーニングのひとつである FIFA 11+ に注目し, 全身骨格筋活動に関する研究を行った. 単回のトレーニングを行った際, 4 週間トレーニングを継続した際, 6 か月間トレー

* 金沢大学整形外科

表1 予防プログラムと運動の種類

Name	Exercises					Duration
	Running	Plyometrics (Jumping exercises)	Strengthening exercises	Balance training	Flexibility training	
FIFA 11 + ¹⁰⁾	○	○	○	○		20min
Prevent injury enhance performance (PEP) ¹¹⁾	○	○	○		○	20min
Sportsmetrics ¹²⁾		○	○			60min
Harmo Knee Prevention Program ¹³⁾	○	○			○	20-25min



図1 Ready for Play—金大整形トレー

ニングを行った際の全身骨格筋活動の変化について、FDG (fluoro-deoxyglucose)—ポジトロン断層撮影法 (PET) を用いて観察した¹⁴⁾。FIFA 11+による股関節外転筋、内側ハムストリング、足部内在筋に強い骨格筋活動を証明することができたが、体幹深層筋にはFDGが集積しなかったこと、継続期間によって集積が強くなる骨格筋が変化し、少なくとも半年間は継続する必要があることなどを報告した。また、バランス能力や下肢筋力強化についてもFIFA11+単独では効果が不十分であったため、今後改善が必要と考えている。

我々がこれまでに行ってきたスポーツ損傷予防に関する研究の集大成としてオリジナルの傷害予

防トレーニングプログラムである“Ready for Play”を制作した。Ready for Playには、上記PETを用いた検証で骨格筋活動の亢進がみられた骨格筋にトレーニングを多く取り入れるとともに、注目されていなかった足部内在筋にも着目し、足趾トレーニングを取り入れている。また、日本人の体格・動作に注目したトレーニングとして四股歩きや相撲を模した押し合いなども組み込んだ。そして、最大の特徴はこのトレーニングプログラムを普及させるために、アプリケーションを媒体としたことである。若年者のみならず多くの世代にとってスマートフォンはいまや必要不可欠なツールとなっており、チラシやDVD、書籍にするよりはるかにアクセスしやすく、現場で利用しやすいと考えた。2016年5月に完全無料アプリとして「Ready for Play—金大整形トレ」を発表した(図1)。2018年12月現在、3893ダウンロードされている。

ACL損傷予防プログラムの問題点と今後の課題としては、トレーニング内容・期間に関していまだに不明な点が多いこと。柔道、アメリカンフットボールやラグビーなどコンタクトスポーツに関する報告がないこと。ACL再建術後の再受傷や反対側受傷の予防に関するエビデンスがないことがあげられる。ACL損傷が一人でも減り、大好きなスポーツを笑顔で続けられることを願って、今後もACL損傷予防研究を続けていきたいと思う。

文 献

- 1) Webster KE, Hewett TE. Meta-analysis of meta-analyses of anterior cruciate ligament injury reduction training programs. J Orthop Res. 2018; 36: 2696-2708.
- 2) Rahnemai-Azar AA, Sabzevari S, Irarrázaval S, et

- al. Anatomical Individualized ACL Reconstruction. *Arch Bone Jt Surg.* 2016; 4: 291-297.
- 3) Hamrin Senorski E, Svantesson E, Spindler KP, et al. Ten-Year Risk Factors for Inferior Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Study of 874 Patients From the Swedish National Knee Ligament Register. *Am J Sports Med.* 2018; 46: 2851-2858.
- 4) Stevenson JH, Beattie CS, Schwartz JB, et al. Assessing the effectiveness of neuromuscular training programs in reducing the incidence of anterior cruciate ligament injuries in female athletes: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2015; 43: 482-490.
- 5) Sugimoto D, Myer GD, Micheli LJ, et al. ABCs of Evidence-based Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Strategies in Female Athletes. *Curr Phys Med Rehabil Rep.* 2015; 3: 43-49.
- 6) Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, et al. The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2013; 41: 203-215.
- 7) Sugimoto D, Myer GD, Bush HM, et al. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *J Athl Train.* 2012; 47: 714-723.
- 8) 大橋義徳, 中瀬順介, 虎谷達洋, 他. 現場が求めるスポーツ傷害予防プログラムに関するアンケート調査. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2013; 21: 771-775.
- 9) Mehl J, Diermeier T, Herbst E, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018; 138: 51-61.
- 10) Soligard T, Myklebust G, Steffen K, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ.* 2008; 9: a2469.
- 11) Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2005; 33: 1003-1010.
- 12) Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, et al. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 1999; 27: 699-706.
- 13) Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, et al. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med.* 2010; 170: 43-49.
- 14) 中瀬順介, 土屋弘行. FDG-PET による全身骨格筋活動の評価 スポーツ損傷予防トレーニングの検討. *映像情報 Medical.* 2018; 50: 18-24.