

世界から学ぶスポーツ傷害予防 ～IOC World Congress on Prevention of Injury and Illness in Sport との 関わりを通して～

古賀英之*

●はじめに

世界中で高齢化が進む中で、心身とも自立した活動的状態で生存できる期間としての健康寿命（平均寿命から要介護状態となった期間を引いた期間）の延伸は、我が国のみならず世界共通の最重要課題である。そこで世界保健機関は 2000 年より「運動器の 10 年」世界運動を開始し、この運動は 2010 年からの 10 年においても継続された。我が国では、要支援・要介護となった原因は運動器の障害が 25% を占めて第 1 位、高齢者の有訴者率では関節痛がそれぞれ男性で 3 位、女性で 2 位となっている。健康寿命阻害因子としていわゆるロコモティブシンドローム（身体運動機能障害）が提唱され、その克服が喫緊の課題となっている。

一方、2021 年に東京オリンピック・パラリンピックが開催され、国内におけるスポーツ医学に対する一般の関心、理解も一層深まってきている。スポーツ医学は単にスポーツ選手の競技力向上をサポートするだけでなく、一般のスポーツ愛好家に対するスポーツ外傷・障害の予防と治療を通して健康増進を促し、ひいては上述の健康寿命の延伸に重要な役割を果たすようになった。

このように国内外においてスポーツ医学が大きな注目を集める中、スポーツ外傷・障害に対するアプローチとしては従来の治療に特化した医療か

ら、近年ではその予防に焦点が当てられるようになってきている。その発想は北欧を中心にいち早く 2000 年代から取り入れられ、2005 年に世界で初めてスポーツ外傷予防医学の学会がノルウェーのオスロで開催されて以来、徐々に広まりをみせるようになった。同学会が第 3 回より IOC の主催となり、2024 年には第 7 回 IOC World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport がモナコで開催される中、国内においても近年ようやくその注目度が高まり、質の高い研究が発信されるようになってきた。

●スポーツ外傷・障害予防へのアプローチ

スポーツ外傷・障害の予防に対するアプローチとして、古くから数多く引用され、今でもなお世界中で多く用いられているものがいわゆる van Michelen モデルである^{1,2)} (図 1)。このモデルは 4 つのステップからなる。第 1 のステップは発生率、重症度などの傷害発生状況の把握であり、このステップで予防のフォーカスを当てるべき傷害を同定する。第 2 のステップでは内적および外的要因、危険因子や受傷メカニズムなどその傷害の原因となるものを特定、解明する。第 3 のステップでは第 2 のステップで得られた知見をもとに予防プログラムを導入する。第 4 のステップでは第 1 のステップを繰り返すことにより予防プログラムの効果を評価する。そのうち実際に予防方法を考える上では特に第 2 ステップが大事であり、多くの研

* 東京科学大学大学院運動器外科学

Corresponding author: 古賀英之 (koga.orj@tmd.ac.jp)

究においてこの部分に焦点が置かれている。

スポーツ外傷・障害の原因を考える上では、Bahr らが提唱したモデルを用いると理解しやすい²⁾(図 2)。年齢、性別、生理学的あるいは解剖学的素因、技術、精神的要因など（これに加えて近年ではその外傷・障害の既往が最も大きな素因であることが数多くの外傷・障害で報告されている）の内因性の素因に加えて、そこに外因性の素因、すなわちスポーツの要素、防具、用具や環境などの要因が加わることで、アスリートは非常に外傷・障害を生じやすい状況におかれる。そこに実際の場面においてその受傷メカニズムが加

わることで、外傷・障害が実際に発生する。

実際にこれらのリスクファクターや受傷メカニズムを同定するための研究方法には様々なアプローチがあり、Krosshaug らが報告している³⁾(図 3)。これまで、選手への聞き取り調査、臨床所見（関節鏡、画像所見など）の研究、模擬動作における 3 次元動作解析、In vivo 研究、cadaver を用いた研究、受傷シーンのビデオ解析、コンピューターモデルを用いたシミュレーションなどの様々なアプローチから研究が行われてきている。

●スポーツ外傷・障害予防モデルの実際の適用

ここではアルペンスキーワールドカップにおける ACL 損傷予防対策を例に、予防モデルの実際の適用方法を見てみる。

ステップ 1

国際スキー連盟（International Ski Federation, FIS）は、スキーワールドカップにおいて増加の一端をたどる外傷・障害の調査のため、2006-2007 シーズンより FIS Injury Surveillance System (FIS ISS) を開始した。FIS ISS による近年のデータによると、ワールドカップアルペンスキーにおける外傷の発生頻度は極めて高い⁴⁾。5 か月に及ぶ FIS ワールドカップシーズンの間に、3 人に 1 人

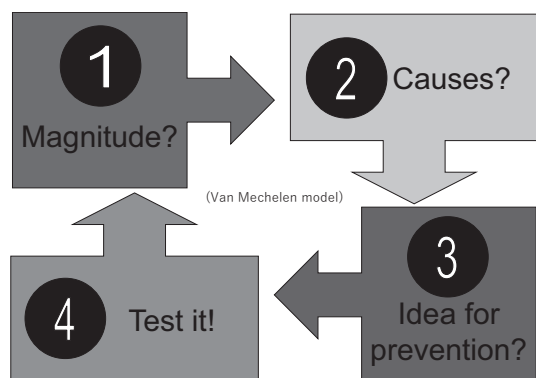


図1 スポーツ外傷・障害予防研究のための4つのステップ

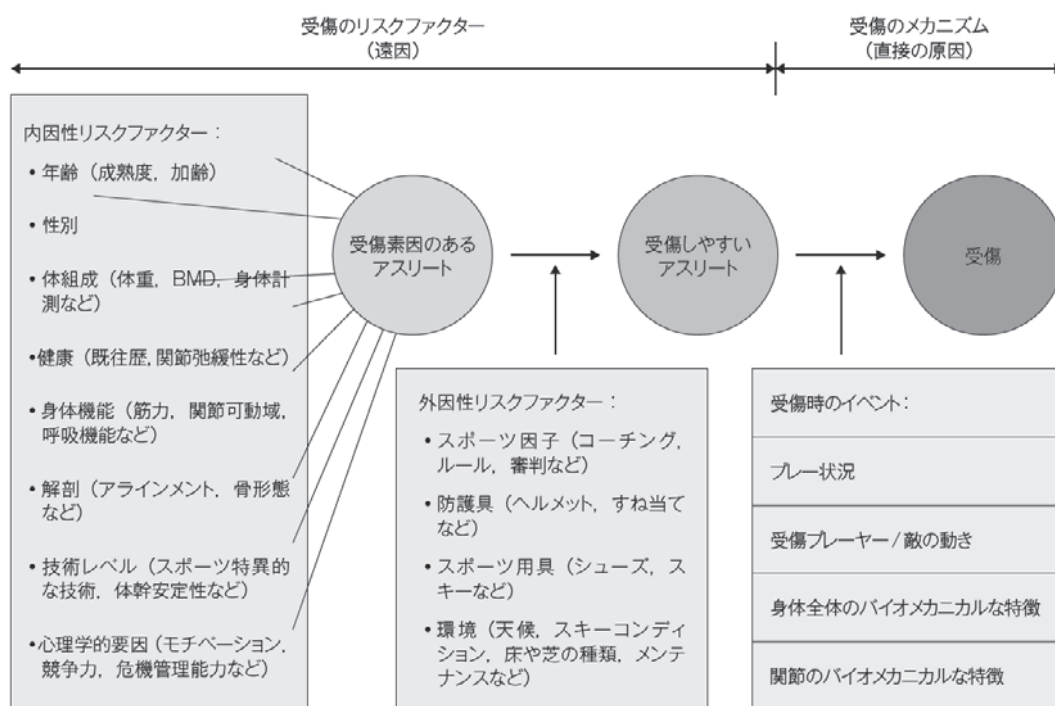


図2 スポーツ外傷・障害のリスクファクター/受傷メカニズムモデル

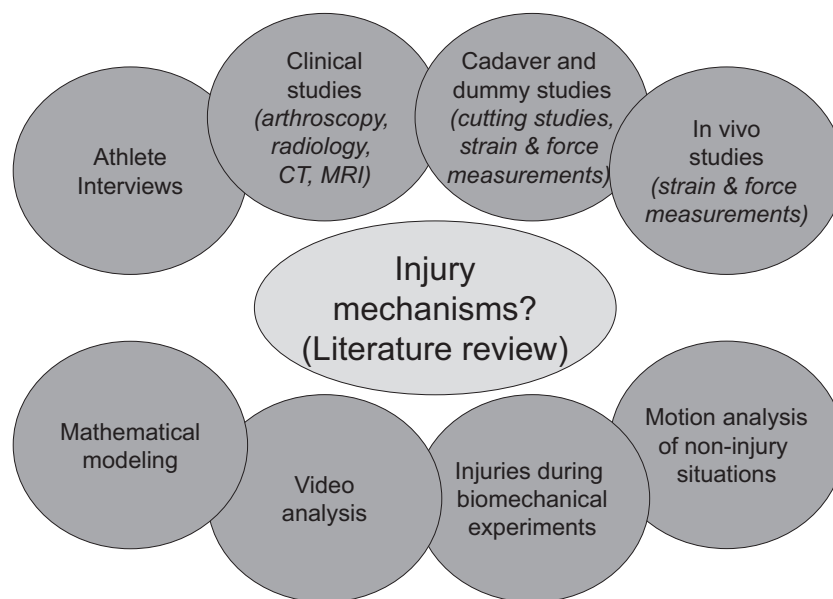


図3 リスクファクター/受傷メカニズムの研究に対するアプローチ方法

のスキーヤーが time-loss injury（1日以上競技を休む必要のある怪我）を生じており，大会中の外傷頻度は 9.8 injuries/1000 runs にもものぼる．その中でも最多の障害部位は膝関節であり，全体の 1/3 を占める．そしてその中でも最多の time-loss injury は ACL 損傷である．その発生頻度は極めて高く，1 シーズンに 5.0% のスキーヤーが ACL 損傷を発生しており，他のスポーツ種目と比較しても極めて高い．競技別にみるとその発生頻度は競技スピードに相関しており，downhill が最も多く，次いで super-G, Giant slalom となっており，slalom が最も発生頻度が低い．また他のスポーツ種目と比較して異なる点として特筆すべきは男女比であり，他のスポーツ種目における非接触性 ACL 損傷は女性のほうが高い一方，アルペンスキーにおいては男性のほうが約 2 倍発生頻度が高い．以上のデータからアルペンスキーにおける ACL 損傷の予防の必要性が急務であることが明らかであることが示唆される．

ステップ2

これまでアルペンスキーにおける ACL 損傷のメカニズムについては，主にレクリエーションスキーヤーを対象としたものしか報告されておらず，トップアスリートにおける ACL 損傷のメカニズムは解明されていなかった．上述のステップ2 解明のためのアプローチのなかでも，受傷シーンのビデオ解析は実際の受傷時のバイオメカニカルな情報を得ることができる唯一の方法である．

そこで FIS はノルウェーの Oslo Sports Trauma Research Center に依頼し，アルペンスキーワールドカップにおける ACL 損傷の受傷シーンのビデオ解析を行うことによって，そのメカニズムを明らかにすることを試みた⁵⁾．その結果，Slip-catch，Dynamic snowplow，Landing back-weighted という 3 つの主要なメカニズムが同定された．その中でも Slip-catch メカニズムが半数を占めた．

そのバイオメカニカルな解析から，ワールドカップ ACL 損傷のメカニズムはその多くが膝外反および内旋によって生じていることが分かった．また Model-based image-matching 法（ACL 損傷の受傷メカニズムの稿で詳述）を用いた 3 次元解析により，受傷時には急激な屈曲，外反，内旋が生じており，その組み合わせによって ACL 損傷が生じていることが確認できた⁶⁾．このうち急激な屈曲は斜面から受ける衝撃によって生じる圧迫力に由来することが推定された．また急激な外反および内旋は，後傾によってスキーテールから接地した際にスキーテールが下腿を外反，内旋させるレバーとして作用すること，またカービングスキー自体の self-steering effect（スキーエッジの曲率によって下腿が内旋される）によって生じているものと推定された．

ステップ3—4

以上の結果，並びに並行して行われた様々なタイプのスキーにおける床反力の比較研究から近年

のカービングスキーの導入が ACL 損傷の増加の一因という結論に至り、2012-13 シーズンよりスキーサイズに関するルール変更が行われることとなった。すなわち従来よりも長く、幅が狭く、回転半径の大きいスキーに変更され、カービングスキーから一昔前のスキーに逆戻りするようなルール改正が行われた。その結果、2012/13 シーズンのワールドカップにおける ACL 損傷は過去 7 シーズンで最少となったが、2013/14 シーズンには再び増加してしまった。スキーサイズの変更による受傷メカニズムの明らかな変化は認められなかった。今回の取り組みが ACL 損傷の減少につながらなかった最大の要因として、スキーサイズの変更は数ある素因の中から外的素因の 1 つにアプローチしたに過ぎず、様々な素因とメカニズムが絡み合っている実際の損傷リスクを下げるに至らなかったことであろう。今後の取り組みとして、コースセッティングの改良やより優れた用具の開発などの外的素因だけでなく、内的素因も含めた多角的なアプローチが必要と考えられる。

●おわりに

スポーツ外傷・障害に対する予防について、これまでの国内外における流れと、その考え方の概略を実際の例を示しながら述べた。今後国内からもスポーツ予防医学に関するより質の高い取り組み

み、研究が行われ、実際のアスリート外傷・障害リスクの減少につながることを願っている。

文 献

- 1) van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. Sports Med. 1992; 14: 82-99.
- 2) Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med. 2005; 39: 324-329.
- 3) Krosshaug T, Andersen TE, Olsen OE, et al. Research approaches to describe the mechanisms of injuries in sport: limitations and possibilities. Br J Sports Med. 2005; 39: 330-339.
- 4) Florenes TW, Bere T, Nordsletten L, et al. Injuries among male and female World Cup alpine skiers. Br J Sports Med. 2009; 43: 973-978.
- 5) Bere T, Florenes TW, Krosshaug T, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in World Cup alpine skiing: a systematic video analysis of 20 cases. Am J Sports Med. 2011; 39: 1421-1429.
- 6) Bere T, Mok KM, Koga H, et al. Kinematics of anterior cruciate ligament ruptures in World Cup alpine skiing: 2 case reports of the slip-catch mechanism. Am J Sports Med. 2013; 41: 1067-1073.