

## 1. 復帰時の運動動作の評価

### Movement quality assessment for return to sports after ACL reconstruction

木村由佳<sup>\*1</sup>, 佐々木英嗣<sup>\*1</sup>, 對馬誉大<sup>\*1</sup>

坂本祐希子<sup>\*1</sup>, 津田英一<sup>\*2</sup>, 石橋恭之<sup>\*1</sup>

#### ●はじめに

スポーツ復帰は膝前十字靱帯 (ACL) 再建術を受ける多くのスポーツ選手にとって、1つのゴールである。従来からスポーツ復帰の指標として、術後経過観察期間、膝関節安定性、膝周囲筋力やホップテストなどのパフォーマンステストなどが主に用いられてきた。しかし、復帰後の再損傷は高率に発生していることから、復帰基準の判定方法に関するコンセンサスは未だ得られておらず、根拠は不十分であるとされている<sup>1)</sup>。

ACL 損傷には複数の内因性因子が報告されており、再損傷予防の観点からは、発生に関与したと考えられるこれらのリスクファクターの評価は重要である。特にバイオメカニクス因子や神経筋コントロール因子といった動作に関連する因子は介入を行うことにより修正可能であるため、リスクの高い動作パターンを修正または変更させることで、再損傷を減少させることが可能であると考えられる。本稿では ACL 再建術後のスポーツ復帰時の動作の評価について解説する。

#### ●スポーツ復帰基準の現状

スポーツ復帰基準のエビデンスと妥当性を評価したメタアナリシスによると、復帰基準として術後経過期間、膝関節弛緩性、患者立脚型評価、Star Excursion Balance Test、ジャンプ着地動作など

が用いられていたが、その中でも膝伸展筋力と数種類のホップテストを組み合わせたものが最多であったとされている。これらの復帰基準はスポーツ復帰率には関連していたものの、ACL 再損傷リスクは低減できていなかったとされている<sup>2)</sup>。Paterno らは ACL 再建術後の若年スポーツ選手では、筋力とホップテストによるスポーツ復帰基準をクリアしたものでは、Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) と International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective score による患者立脚型評価が有意に高いが、ACL 再損傷が高率に発生していたと報告している<sup>3)</sup>。つまり、筋力とホップテストによるスポーツ復帰基準のクリアと高い患者立脚型評価は、ACL 再建術後患者のハイレベルスポーツへの復帰を予測しており、その結果、再損傷が多く生じていたものと考えられる。また、これらの復帰基準のみでは再損傷のリスクを推定できていないことが指摘されている。スポーツ復帰が許可された ACL 再建術後患者と、ACL 損傷のない対照群を比較したシステマティックレビューでは、膝伸展・屈曲筋力、ホップテストなどの患健差は報告により様々であったが、膝関節伸展モーメント、床反力垂直成分最大値 (vGRF)、体幹屈曲角度は、術後患者で有意差を認めたとする報告が多かったとされている<sup>4)</sup>。これらの結果から、スポーツ復帰時には、運動動作について独立した指標として評価を行う必要があると考えられる。

#### ●ACL 再建術後の動作の特徴

当科では ACL 再建術後にスポーツ復帰を希望

\*1 弘前大学大学院医学研究科整形外科科学講座

\*2 弘前大学大学院医学研究科リハビリテーション医学講座

Corresponding author : 木村由佳 (yukax10@hirosaki-u.ac.jp)

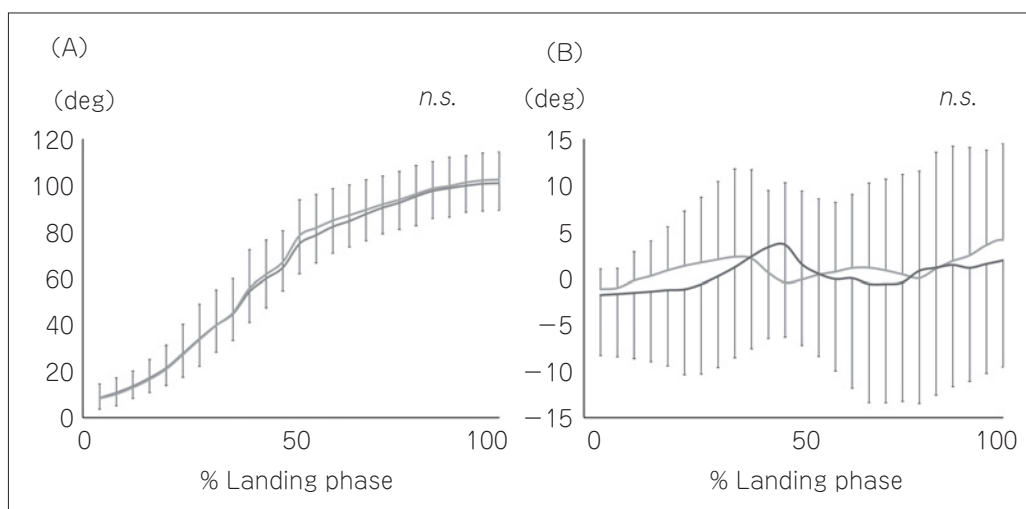


図1 膝関節屈曲角度 (A) と膝関節外反角度 (B)

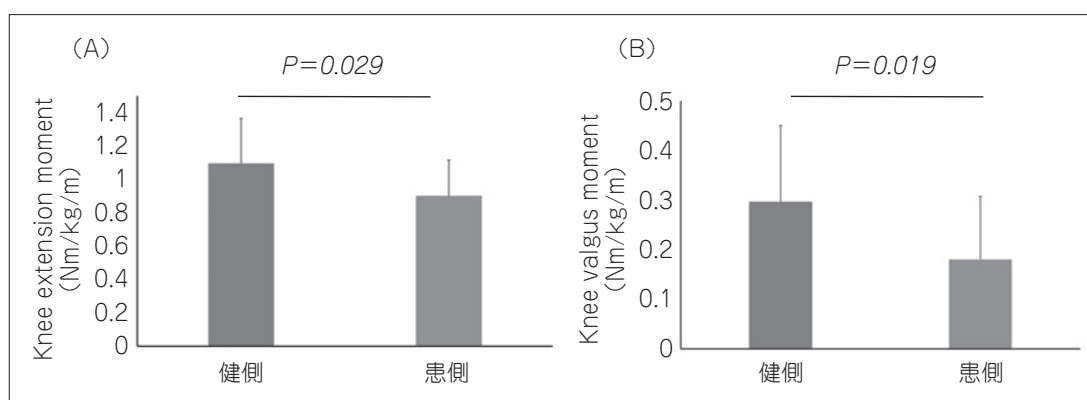


図2 最大膝伸展モーメント (A) と最大膝外反モーメント (B)

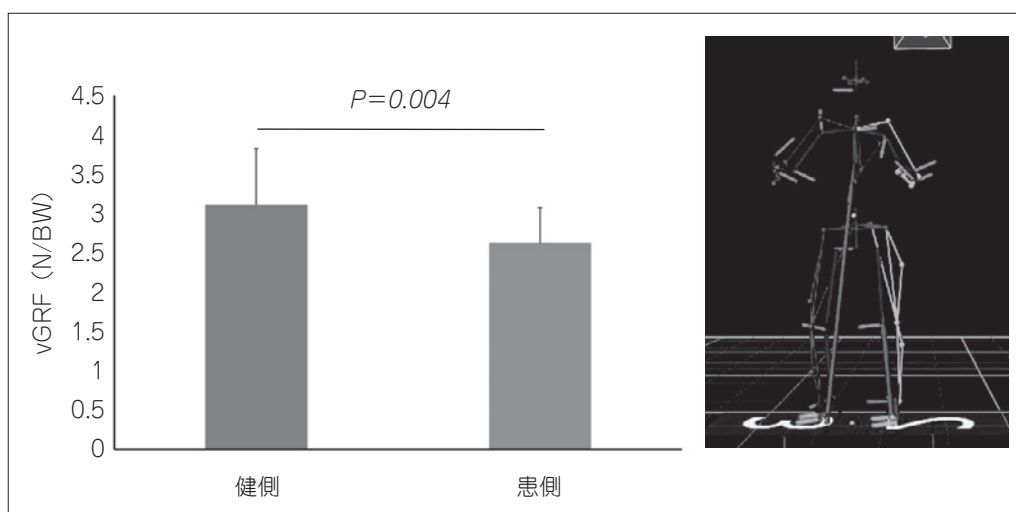


図3 床反力垂直成分 (vGRF) 最大値

する患者に対して運動動作の解析を行ってきた。  
初回 ACL 再建術を行った女性アスリート 18 例

(平均年齢  $16.1 \pm 1.7$  歳)を対象とした。全例、半腱  
様筋腱を用いた二重束 ACL 再建術を行い、術後

平均  $8.0 \pm 2.4$  か月のスポーツ復帰前に評価した。膝関節の安定性は良好で、膝伸展・屈曲筋力患側差は 90% 以上であった。被験者には 35cm の台上から床反力に両足着地後、直ちに垂直跳びを行わせた。3 次元動作解析装置 (Vicon) と床反力計を用いて計測を行い、患側と健側を比較した。その結果、膝関節屈曲角度、外反角度に有意差を認めなかったが (図 1)、膝伸展モーメントと外反モーメント (図 2)、vGRF が患側で有意に低値であった (図 3)。

これまでの報告においても、ACL 再建術後には患側で、床反力垂直成分や膝伸展モーメントが健側に比較して低値であるといった特徴的な動作パターンが示されている<sup>5)</sup>。King らは ACL 再建術後 9 か月では動作の回復は不十分であり、バイオメカニカルな非対称動作が残存していることを報告している<sup>6)</sup>。これらの非対称動作は、術後の健側下肢による代償のほか、大腿四頭筋の負荷を避ける動作戦略、術後の神経筋コントロールの回復不良や心理的要因など複数の因子が相互に関与していることが考えられている。さらに、ACL 再建術後に再損傷を受傷したものは、両脚着地動作やカッティング動作でバイオメカニカルな非対称を認めたと報告されており<sup>7)</sup>、動作の非対称は再損傷のリスクとなる可能性がある。現在行っている手術治療やリハビリテーションプログラムでは、非対称動作が残存していることから、これらに対して介入を行うことは再損傷リスクを低減する安全なスポーツ復帰のために有用である可能性がある。ACL 再建術後には、運動動作の評価を含めた客観的基準に基づいてスポーツ復帰を許可することが理想的であると考えが、再損傷リスクの低減についてはさらなるエビデンスの蓄積が必要である。

## 文 献

- 1) 日本整形外科学会, 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会 (監修). 膝前十字靱帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン 2019. 改定第 3 版. 南江堂.
- 2) Webster KE, Hewett TE. What is the evidence for and validity of return to sports testing after anterior cruciate ligament reconstruction surgery? A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2019; 49: 917-929.
- 3) Paterno MV, Thomas S, VanEtten KT, et al. Confidence, ability to meet return to sport criteria, and second ACL injury risk associations after ACL reconstruction. *J Orthop Res.* 2022; 40(1): 182-190.
- 4) Gill VS, Tummala SV, Han W, et al. Athlete continue to show functional performance deficits at return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Arthroscopy.* 2024; 40(8): 2309-2321.
- 5) Lepley AS, Kuenze CM. Hip and knee kinematics and kinetics during landing tasks after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *J Athl Train.* 2018; 53(2): 144-159.
- 6) King E, Richter C, Franklyn-Miller A, et al. Back to normal symmetry? Biomechanical variables remain more asymmetrical than normal during jump and change-of-direction testing 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2019; 47(5): 1175-1185.
- 7) King E, Richter C, Daniels KAJ, et al. Biomechanical but not strength or performance measures differentiate male athletes who experience ACL reinjury on return to level 1 sports. *Am J Sports Med.* 2021; 49(4): 918-927.