

4. ACL再建後再断裂と反対側断裂の現状とリスク因子

木村由佳^{*1}, 佐々木静^{*1}, 津田英一^{*2}, 石橋恭之^{*1}

●はじめに

膝前十字靱帯再建術（ACL）再建術の手術手技や術後のリハビリテーションには種々の改良が加えられ、安定した臨床成績が得られ術後のスポーツ復帰率は向上している。しかし、その一方で、再受傷の頻度を抑制しうるかについては明らかではなく、スポーツ復帰率の向上に伴い再受傷の機会は増大することも考えられる。再受傷は最も頻度の高い合併症の一つであるが、これに関する研究は未だ少なく、不明な点が多い。再受傷研究の問題点として、単一施設では症例数の確保が困難であること、スポーツ種目や競技レベル、復帰率の影響を受けること、経過観察期間やフォローアップ率の影響を受けることが挙げられている¹⁾。このように多因子を網羅した研究デザインが必要になることも、エビデンスの確立を困難にしている要因の一つである。本稿ではACL再建術後の再受傷の現状とリスク因子について述べる。

●再受傷の発生状況

再受傷には手術を行った側の膝を再度損傷する「移植腱損傷（graft rupture）」と、反対側のACLを受傷する「対側損傷（contralateral injury）」があり、両者を合わせて second ACL injury として報告されている。本項では移植腱損傷と対側損傷を併せた second ACL injury を「再受傷」と定義する。

システムティックレビューによると、移植腱損傷は7%，対側損傷は8%に発生していた²⁾。フォ

ローアップ率が高く、追跡期間が長期であるほど再受傷頻度は増加する。当科で2003年から2010年に初回再建術を行った434例の移植腱損傷は7.8%，対側損傷は7.4%に発生しており（表1），過去の報告と同等であった。その後の2011年から2015年に初回再建術を施行した453例においても移植腱損傷は7.3%，対側損傷は4.3%であり（表2），手術には改良が加えられているが、移植腱損傷は減少していない。再建靱帯損傷は初回再建術から15から17ヶ月後に、対側損傷は25から30ヶ月後に発生していた。2011年から2015年の対側損傷は4.3%と低率であったが、経過観察期間が短いことも関連している可能性がある。移植腱損傷と対側損傷の発生時期が異なる原因については明らかになっていないが、術後6ヶ月以内の早期に生じた移植腱損傷のなかには、スポーツ復帰許可前に球技などをやって受傷するものがみられた。

●ACL再受傷の危険因子

ACL損傷診療ガイドライン2019改訂第3版では、「ACL再断裂の危険因子は」という background question に対して、初回ACL再建術時の年齢は再断裂の強い危険因子であるとされている。さらに初回ACL損傷の危険因子は再断裂時も危険因子となるが、家族歴、移植腱の種類とサイズ、早い競技復帰なども再断裂の危険因子になる可能性があるとされている³⁾。初回再建時の年齢はその後の再建や再受傷の危険因子であるという報告は多い^{2,4,5)}。再受傷の危険因子について調査したシステムティックレビューでは、初回再建術時の年齢が25歳未満であること、スポーツ復帰は再受傷の危険因子として報告されている²⁾。

*1 弘前大学大学院医学研究科整形外科学講座

*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

表 1 再受傷の発生頻度 (2001-2010 年, n=434 例)

	移植腱損傷	対側損傷
発生率 (%)	7.8	7.4
男女別発生率 (%)	F 8.6 M 7.1	F 6.8 M 8.0
初回再建時年齢 (歳)	16.9 ± 4.6	19.6 ± 7.1
初回再建術式による発生率 (%)	DB 8.9 BTB 6.2	DB 7.8 BTB 6.8
外傷歴 (%)	97.1	100
再建から再受傷までの期間 (月)	17 ± 13	25 ± 13

表 2 再受傷の発生頻度 (2011-2015 年, n=453 例)

	移植腱損傷	対側損傷
発生率 (%)	7.3	4.3
男女別発生率 (%)	F 8.9 M 5.6	F 5.2 M 3.3
初回再建時年齢 (歳)	18.1 ± 3.9	18.4 ± 3.5
初回再建術式による発生率 (%)	DB 8.9 BTB 4.3	DB 3.8 BTB 1.8
外傷歴 (%)	90.9	100
再建から再受傷までの期間 (月)	15 ± 10	30 ± 21

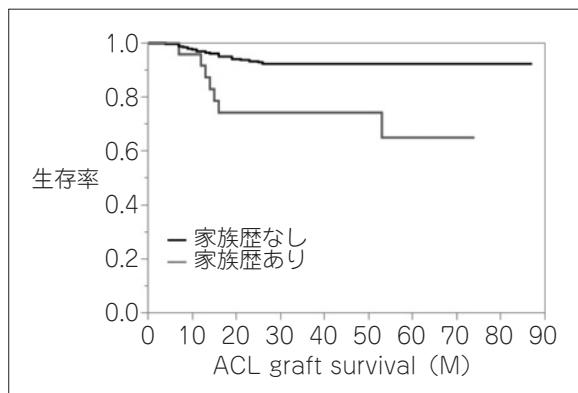


図 1 Kaplan-Meier 法による累積生存曲線 (終点: 移植腱損傷)

家族歴と再受傷の関連する報告も散見されており、家族歴を有する症例では、術後 3-15 年の調査で移植腱損傷は 1.8-3.6 倍高率に、対側損傷は 1.7-2.2 倍高率に発生していた⁶⁻⁸⁾。当科で初回再建を行った 368 例について家族歴の有無を調査したところ、21 例 (5.7%) が家族歴を有していた。これらの症例を術後 2 年以上追跡調査を行ったところ、家族歴を有する症例では 7 例、家族歴がない症例では 29 例が移植腱損傷を受傷しており、家族歴を有する症例は家族歴の無い症例に比較して 4.8 倍高率であった($p=0.00$) (図 1)。何らかの遺伝的な要素や活動性の高いライフスタイルといった

複数の因子が関連していると考えられる。

移植腱の種類については、自家膝蓋腱と比較してハムストリング腱で移植腱断裂が高率に発生するという報告もある⁹⁾一方、両者で差はないとする報告もある¹⁰⁾。移植腱径については、自家ハムストリング腱を用いて一束再建術を行った症例において、移植腱径と再再建に至った率に有意差はなかった¹¹⁾とする報告もある。一方で径 7mm から 10mm の移植腱では、径が 0.5mm 大きくなると、再再建に至る頻度が 0.86 倍低下するとされており、径が小さい移植腱は再再建のリスクが増大するという報告もある¹²⁾。半腱様筋腱を用いた二重束再建では、前内側束と後外側束移植腱の径、長さともに再再建との関連はなかった⁵⁾。しかし、実際の臨床では、移植腱径や長さが十分でない場合には薄筋腱を追加する、あるいは一束再建を選択するなどの工夫が通常なされているものと考えられる。

●動作解析からみた再受傷の危険因子

当科で初回 ACL 再建を施行した若年スポーツ選手 30 例を対象に、術後 6-9 ヶ月のスポーツ復帰前に片脚スクワット動作を評価し、その後に移植腱損傷を受傷した 5 例と移植腱損傷を受傷しなかった 25 例の下肢アライメントを比較した。その

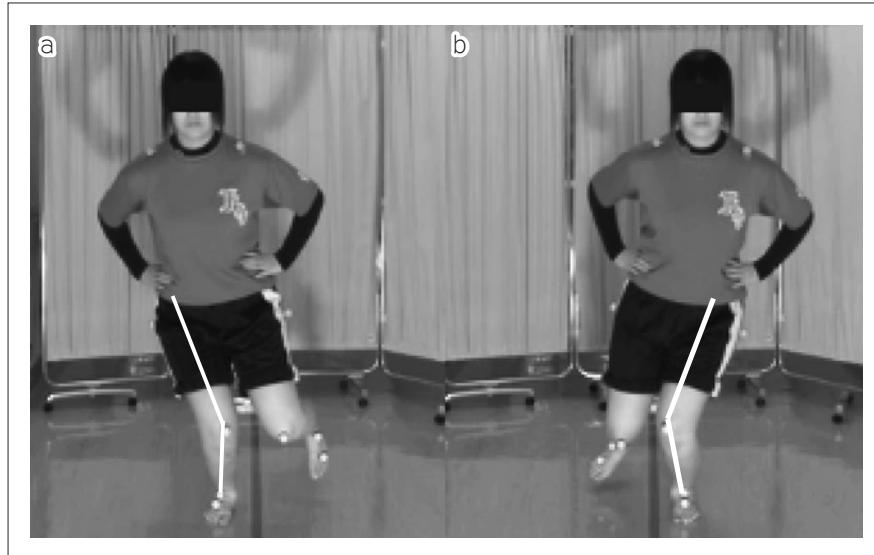


図2 移植腱損傷に至った症例のスクワット動作 (a) 患側, (b) 健側
健側でより下肢外反アライメントを呈している。

結果、患側では前額面下肢アライメントに有意差を認めなかつたが、健側では移植腱損傷を受傷した群で有意に下肢外反アライメントを呈していた(図2)。術後6-9ヶ月の再建膝は回復過程であるため、本来の膝キネマティクスが再現されていない可能性もあり、術後にACL損傷リスクの評価を行う場合には患側のみならず健側も対象として行う必要がある。

Paternoら¹³⁾は再建術後のスポーツ復帰前アスリート56例を対象に、drop vertical jumpを行わせ、その後1年間の追跡調査を行った。その結果、13例(23.2%)が移植腱損傷または対側損傷を受傷しており、手術側と反対側の股関節内旋モーメントの増大、膝外反角度の増大、膝関節伸展・屈曲モーメントの非対称、片脚立位における安定性の低下が再受傷の危険因子であったと報告している。現在、術後経過期間、筋力や膝関節安定性によりスポーツ復帰が許可されていることが多いが、これらの指標のみでは再受傷の危険を回避することが不十分であると認識する必要がある。介入が可能な危険因子の解明は重要であり、スポーツ復帰を反映した分析、リハビリテーションを含めた治療の質を均一化した対称群の設定、スポーツ復帰基準の設定や検証が今後の課題である。

●まとめ

ACL再建術後の再建靭帯損傷は約7%、対側損傷は約4-7%に発生していた。若年、活動性の高い

症例、家族歴を有する症例、下肢外反アライメントや下肢アライメントの非対称なものは再損傷の危険因子と考えられた。

文 献

- 1) Failla MJ, Arundale AJH, Logerstedt DS, et al. Controversies in knee rehabilitation: anterior cruciate ligament injury. Clin Sports Med. 2015; 34: 301-312.
- 2) Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, et al. Risk of secondary injury in younger athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2016; 44: 1861-1876.
- 3) 前十字靭帯(ACL)損傷診療ガイドライン 2019. 改訂第3版. 南江堂.
- 4) Maletis GB, Chen J, Inacio MC, et al. Age-related risk factors for revision anterior cruciate ligament reconstruction: A cohort study of 21,304 patients from the Kaiser permanente anterior cruciate ligament registry. Am J Sports Med. 2016; 44: 331-336.
- 5) 木村由佳, 津田英一, 前田周吾, 他. 二重束再建術後に再断裂に至った要因の検討. 一移植腱サイズとの関連. スポーツ傷害. 2015; 20: 13-15.
- 6) Bourke HE, Salmon LJ, Waller A, et al. Survival of the anterior cruciate ligament graft and the contralateral ACL at a minimum of 15 years. Am J Sports Med. 2012; 40: 1985-1992.
- 7) Webster KE, Feller JA, Leigh WB, et al. Younger

シンポジウム 1：ACL 損傷・再損傷を予防する

- patients are at increased risk for graft rupture and contralateral injury after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2014; 42: 641-647.
- 8) Morgan MD, Salmon LJ, Waller A, et al. Fifteen-year survival of endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction in patients aged 18 years and younger. Am J Sports Med. 2016; 44: 384-392.
 - 9) Persson A, Fjeldsgaard K, Gjertsen JE, et al. Increased risk of revision with hamstring tendon grafts compared with patellar tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a study of 12,643 patients from the Norwegian Cruciate Ligament Registry, 2004-2012. Am J Sports Med. 2014; 42: 285-291.
 - 10) Sasaki S, Tsuda E, Hiraga Y, et al. Prospective randomized study of objective and subjective clinical results between double-bundle and single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2016; 44: 855-864.
 - 11) Kamien PM, Hydrick JM, Replogle WH, et al. Age, graft size, and Tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. Am J Sports Med. 2013; 41: 1808-1812.
 - 12) Snaebjörnsson T, Hamrin Senorski E, Ayeni OR, et al. Graft diameter as a predictor for revision anterior cruciate ligament reconstruction and KOOS and EQ-5D values: A cohort study from the Swedish national knee ligament register based on 2240 Patients. Am J Sports Med. 2017; 45: 2092-2097.
 - 13) Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. Am J Sports Med. 2010; 38: 1968-1978.