



Title	膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備に関する研究
Author(s)	鈴木, 信
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第15815号
Issue Date	2024-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k15815
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91811
Type	doctoral thesis
File Information	Makoto_Suzuki.pdf



学 位 論 文

膝前十字靱帯再建術後の
スポーツ復帰に向けた心理的準備に関する研究

鈴木 信

北海道大学大学院保健科学院
保健科学専攻保健科学コース

2 0 2 3 年 度

目次

要約	1
1. 諸言	
1.1 膝前十字靱帯の機能解剖	3
1.2 膝前十字靱帯損傷の疫学	3
1.3 膝前十字靱帯損傷の病態と治療	4
1.4 膝前十字靱帯再建術後のリハビリテーション	5
1.5 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰	6
1.6 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備	7
1.7 本論文の目的	9
2. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備と主観的スポーツ復帰レベルの関連	
2.1 目的	10
2.2 方法	11
2.2.1 対象者	11
2.2.2 術後評価	13
2.2.3 主観的スポーツ復帰レベル	13
2.2.4 統計学的解析	14
2.3 結果	15
2.4 考察	22
2.5 結論	24
3. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備に影響する因子の検討	
3.1 目的	25
3.2 方法	26
3.2.1 対象者	26
3.2.2 スポーツ復帰に向けた心理的準備の評価	28
3.2.3 大腿四頭筋およびハムストリング筋力の評価	28
3.2.4 膝関節可動域の評価	28
3.2.5 統計学的解析	28
3.3 結果	29
3.4 考察	33

3.5 結論	35
4. 総括論議	36
5. 結論	39
6. 謝辞	40
7. 引用文献	41
8. 付録	52
9. 業績一覧	63

要約

1. 諸言

膝前十字靱帯（anterior cruciate ligament 以下 ACL と略す）損傷は膝関節のスポーツ外傷の 20–25%を占めるスポーツ外傷であり、ACL 損傷後の治療として保存療法もしくは ACL 再建術が行われている。保存療法および ACL 再建術ともにスポーツ復帰は可能であるとされているが、活動性の高いスポーツへの復帰を希望する場合は ACL 再建術が推奨されている。また、84–91%の症例が ACL 再建術後にスポーツ復帰を希望している。

ACL 再建術後のスポーツ復帰率は約 80%と高値を示しているが、再建術を受けたアスリートの 53–65%は受傷前と比較してスポーツ復帰レベルが低下しており、その理由として最も多く挙げられていたのは再損傷への恐怖（心理的要因）であった。ACL 再建術後のスポーツ復帰の達成に関連する要因として若年、男性、良好な患者報告型膝機能、良好な大腿四頭筋およびハムストリング筋力といった多くの要因が明らかにされてきた。しかしながら、スポーツレベルを考慮したスポーツ復帰率は依然として低値であり、従来報告されてきた要因以外の関連が示唆された。

スポーツ復帰に向けた psychological readiness（心理的準備）は、「アスリートがリハビリテーションから競技に復帰する前、途中、その後に経験し得る心理社会的プロセス」であり、スポーツ復帰に関連する可能性のある新たな因子として近年注目されている。また、psychological readiness はスポーツ復帰の達成に関連する因子であることが明らかになっている。しかし、psychological readiness がスポーツ復帰レベルにも関連するかどうかは明らかではない。また、psychological readiness と身体機能の関連についても検討されているものの一致した見解は得られていない。したがって、本論文の目的は ACL 再建術後の psychological readiness とスポーツ復帰レベルおよび身体的要因の関連を検討することとし、以下 2 つの研究に分けて行なった。

2. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備と主観的スポーツ復帰レベルの関連

初回 ACL 再建術後症例 47 名を対象に、ACL 再建術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベル（受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルで復帰、受傷前よりも低いレベルで復帰、スポーツに復帰できていない）と、ACL 再建術後 6 か月および 12 か月の psychological readiness との関連を検討した。Psychological readiness の評価には、anterior cruciate ligament-return to sports after injury（以下 ACL-RSI と略す）を用いた。ACL-RSI は感情、パフォーマンスへの自信、リスク評価に関する 12 項目で構成されており、ACL 再建術後の psychological

readiness の評価スケールとして広く用いられている．二元配置混合モデル分散分析を用いて，主観的スポーツ復帰の程度で分けられた群と時間およびそれらの交互作用の影響を検討し，post-hoc test には Tukey's test を用いた．主観的スポーツ復帰レベルと ACL-RSI の関連の検討には，単変量および多変量ロジスティック回帰分析を用いて調べた．分散分析の結果，ACL-RSI に対して有意な群および時間の主効果が認められたが，群と時間の有意な交互作用は認められなかった．受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルで復帰した群は，術後 6 か月および 12 か月で他群と比較して ACL-RSI が有意に高値であった．単変量ロジスティック回帰分析では術後 6 か月および 12 か月の ACL-RSI が，多変量ロジスティック回帰分析では術後 12 か月の ACL-RSI が，受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルでの復帰と有意に関連した．

3. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備に影響する因子の検討

初回 ACL 再建術症例 78 名を対象に，単変量回帰分析および重回帰分析を用いて ACL 再建術後 3 か月と 9 か月の膝関節周囲筋力および可動域と，ACL 再建術後 9 か月の psychological readiness (ACL-RSI) との関連性を検討した．単変量回帰分析の結果，術後 3 か月と 9 か月の良好な大腿四頭筋筋力健患比，術後 3 か月と 9 か月の膝関節伸展可動域制限のないことが術後 9 か月の良好な ACL-RSI を予測した．重回帰分析の結果，術後 3 か月の大腿四頭筋筋力健患比が術後 9 か月の ACL-RSI の有意な予測因子として残った．

4. 考察

ACL 再建術後の psychological readiness はスポーツ復帰の達成に横断的に関連することは明らかになっていたが，本研究ではスポーツ復帰レベルとも関連することが新たに明らかとなった．また，ACL 再建術後の psychological readiness と身体的要因の関連についてのコンセンサスは得られていなかったが，本研究結果より術後 3 か月の大腿四頭筋筋力の筋力低下が少なく，膝関節伸展可動域制限のないことが術後 9 か月の良好な psychological readiness に寄与する可能性を示した．ACL 再建術後の psychological readiness は術後経過期間に伴い改善することが報告されているが，具体的な介入方法は明らかにされていない．今後は ACL 再建術後の psychological readiness を改善するための効果的な介入方法について検討する必要がある．

本研究で得られた知見は，ACL 再建術後のパフォーマンスレベルを考慮したスポーツ復帰率の向上を考える上で重要であり，今後の ACL 再建術後リハビリテーションの発展に貢献するものと考ええる．

1. 諸言

1.1 膝前十字靱帯の機能解剖

膝前十字靱帯（anterior cruciate ligament 以下 ACL と略す）は大腿骨外側顆内側面より起始し、脛骨高原の前顆間区に停止する²⁹。ACL は前内側線維束と後外側線維束の 2 つの線維束が交差するように走行している^{4,56,80,81}。ACL の重要な機能として大腿骨に対する脛骨の前方引き出しの制御が知られており、特に膝屈曲位よりも膝伸展位で脛骨の前方引き出しをより制御する⁷⁷。また、脛骨の前方引き出しを制御する役割は線維束によって異なり、前内側線維束は膝屈曲位で、後外側線維束は膝伸展位でその役割を担う⁴。屍体膝を用いた研究では、脛骨の前方引き出しに脛骨の内旋や膝関節外反負荷を加えることで ACL の張力が増加することを示した⁵³。また、屍体膝を用いた他の研究では、ACL を切断することで脛骨の内旋角度や膝関節外反角度が増大することも示されており⁵⁴、ACL は脛骨の前方引き出し以外にも脛骨内旋や膝関節外反の制御にも関与していると考えられている。

1.2 膝前十字靱帯損傷の疫学

ACL 損傷発生率は、米国では年間人口 10 万人あたり 68.6 人と報告され、ピークは男性で 19～25 歳において 10 万人あたり 241.0 人、女性で 14～18 歳にて 10 万人あたり 227.6 人と、ACL 損傷発生率は性別や年代で異なることが報告されている⁷⁸。ACL 損傷は膝関節のスポーツ外傷の 20–25%を占めており^{51,88}、サッカーやバスケットボール、スキーといった競技での受傷が多い^{32,41}。スポーツ外傷の重症度はトレーニングもしくは試合などのスポーツ活動から離脱した期間によって slight (0 日), minimal (1–3 日), mild (4–7 日), moderate (8–28 日), severe (28 日以上) に分類される²⁸。Systematic review & meta-analysis では、ACL 損傷後に ACL 再建術を施行した患者のスポーツ復帰までの期間は平均 7.3 か月であることが示されており¹⁰、ACL 損傷はスポーツ外傷の中でも特に重症度の高い外傷である。ACL 損傷率の単位には athlete-exposures が用いられており、これは 1 人の選手が 1 回の練習または試合を行うことを単位としている。全米大学体育協会における 2009 年から 2014 年までの 1000 athlete-exposures は、サッカー選手では男性が 0.06、女性が 0.26、バスケットボール選

手では男性が 0.07, 女性が 0.20 であり, いずれも女性でより高値であったことが報告されている⁸⁴.

スポーツ中の ACL 損傷は, 受傷時の接触の有無によって接触型損傷と非接触型損傷に分類される^{15,20,57,66}. 更に接触型損傷は接触した場所によって新たに分類され, 受傷した脚以外の身体部位への接触は間接的接触型損傷, 受傷した脚への接触は直接的接触型損傷に分類される^{15,20,57,66}. 男性プロサッカー選手の受傷機転をビデオ解析した報告では, 非接触型損傷が 44%, 間接的接触型損傷が 44%, 直接的接触型損傷が 12%であり, 直接的接触型損傷は少ないことが示されている²². さらに, バスケットボール選手では非接触型損傷が 72%であったと報告されており⁴⁴, 着地動作や cutting 動作の多い競技では非接触型損傷の占める割合が高い^{13,66,67}.

1.3 膝前十字靭帯損傷の病態と治療

ACL 損傷後の症状として, 疼痛, 腫脹, 膝関節の不安定性による膝崩れが挙げられる^{14,60}. ACL 損傷に対する治療は保存療法もしくは ACL 再建術が行われており, 5 年以上のフォローアップを対象とした systematic review では, スポーツや活動レベルを示す Tegner スコアは保存療法と ACL 再建術との間に有意な差は認められなかったことを報告している²¹. 一方, 別の systematic review では, ACL 損傷後平均 13.9 年の時点で保存療法と比較したところ, ACL 再建術の方が手術前から最終フォローアップにかけて Tegner スコアの回復が有意に良好であったことが示されている¹⁷. 2019 年に日本整形外科学会および日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会提唱の ACL 損傷診療ガイドラインでは, 「若く活動性の高い患者には ACL 再建術実施を推奨する」と記載されており, 活動性の高いスポーツへの復帰を希望する場合は再建術が推奨されている¹¹⁶.

ACL 再建術はスポーツ外傷に対する手術療法として一般的な手術の一つであり, 米国では年間約 13 万件行われていると推定されている⁵². ACL 再建術は, 大腿骨側および脛骨側の ACL 付着部に骨孔を作成し, 作成した骨孔に移植腱を通して固定する手法が一般的に用いられる. 移植腱として多く用いられるのは, 骨付き膝蓋腱 (Bone-Patellar-Tendon-Bone 以下 BTB と略す) および膝屈筋腱 (Semitendinosus-Gracilis 以下 STG と略す) である^{19,75,110}. Clancy ら¹⁹ は, 膝蓋骨側および脛骨側ともに骨片をつけて膝蓋腱中央 1/3 を採取し, 移植腱として使用する再建法を報告し, 現在の BTB 法にも用いられている. STG 法は, 半腱様筋腱および薄筋腱を移植腱として採取し, 移植腱を 1 束もしくは 2 束として使用する再建法である^{75,110}. Yasuda らは, 術後 2 年以降の ACL 再建術後

症例を対象に KT-2000 を用いた脛骨前方移動量の健患差を 1 束再建, Bisocket 法による 2 束再建および解剖学的 2 束再建で比較した結果, 1 束再建と比較して 2 束再建で脛骨前方移動量が有意に低値であったことを報告した¹¹¹。また, 日本整形外科学会および日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会の ACL 損傷診療ガイドラインでは, 術後の pivot shift test 陽性率が 2 束再建で有意に低値であったことから, ガイドライン委員の 71%が 2 束再建術を行うことを推奨しており, 膝関節不安定性の観点からは 2 束再建術が推奨されている¹¹⁶。BTB 法と STG 法の臨床成績を比較した systematic review では, 脛骨前方移動量, Lachman test, pivot shift test, 患者報告型膝機能スコア, 移植腱の再断裂率, 膝関節伸展および屈曲可動域制限, スポーツ復帰率において手術手法による有意な違いは認められないと報告している^{108,109}。したがって, BTB 法および STG 法を用いる ACL 再建術はどちらも良好な臨床成績を得られており, 手法の違いによるスポーツ復帰への影響は少ないと考えられる。

1.4 膝前十字靱帯再建術後のリハビリテーション

ACL 再建術後のリハビリテーションにおける最終的なゴールは, スポーツ復帰である⁹³。ACL 再建術からスポーツ復帰までの期間は, systematic review & meta-analysis にて平均 7.3 か月であることが示されており¹⁰, この時期までにスポーツ復帰できる身体状態にしておく必要がある。ACL 再建術やリハビリテーションの進歩によって多くの症例がスポーツ復帰できるようになったものの, 復帰後に生じる問題点の一つに 2 次 ACL 損傷が挙げられる¹⁰⁴。2 次 ACL 損傷とは, ACL 再建術後に生じる同側の再損傷もしくは反対側の ACL 損傷のことを示す。2 次 ACL 損傷に関する systematic review & meta-analysis では, 2 次的 ACL 損傷率は 15% (同側再損傷 7%, 対側損傷 8%) であり, 25 歳以下のスポーツ復帰症例に限定すると 23%にまで及ぶことが示されている¹⁰⁴。したがって, ACL 再建術後のリハビリテーションでは, スポーツ復帰を目標にするだけではなく, スポーツ復帰後の 2 次 ACL 損傷予防も重要な課題である。

ACL 再建術後のリハビリテーションでは, ACL 再建術後に生じる大腿四頭筋筋力の低下, ACL 損傷の受傷機転で多い着地動作や cutting 動作などのスポーツ特異的動作における左右非対称性などを考慮して進める必要がある。ACL 再建術後の大腿四頭筋筋力は, 2 次 ACL 損傷^{30,45}や着地動作時の膝 kinematics や kinetics の左右非対称性^{36,37,68,79}との関連が報告されており, スポーツ復帰基準の一つ^{30,45,59,83}にも用いられている。また, ACL 再建術後の大腿四頭筋筋力低下は術後 2 年以上でも残存し⁷¹, 将来的な変形性膝関節症変化のリスクと

なることが示されている⁹⁰。したがって、術後の大腿四頭筋筋力改善は、安全なスポーツ復帰や将来的な変形性膝関節症変化を予防するためにも重要である。着地動作時の膝 kinematics および kinetics の左右非対称性は、ACL 再建術後の 2 次 ACL 損傷リスクの 1 つである。Paterno ら⁶⁹は、ACL 再建術後にスポーツ復帰した患者 56 名に対して drop vertical jump test を行い、膝関節外反角度変化量、初期接地時の外的膝関節屈曲モーメントの左右非対称性などが 2 次 ACL 損傷の予測因子であったことを報告している。膝関節 kinematics や kinetics の左右非対称性は、患側の不十分な機能回復に対する健側での代償を示唆し、2 次 ACL 損傷予防のためにも術後リハビリテーションでは特に考慮すべきであると考えられる。

近年、大腿四頭筋や hop test などのパフォーマンステストの結果に基づいたスポーツ復帰基準の 2 次 ACL 損傷予防効果に関する報告が散見される^{30,45,50,59,83}。ACL 再建術後に pivoting sports に復帰予定の 106 名を対象とした報告では、スポーツ復帰前の大腿四頭筋筋力健患比が良好であること、スポーツ復帰を術後 9 か月まで遅らせることは有意な ACL 再損傷率の減少に影響することを示した³⁰。ACL 再建術後のプロスポーツ選手 158 名を対象とした報告では、6 個の基準（等速性大腿四頭筋筋力健患比 >90%、single hop 健患比 >90%、triple hop 健患比 >90%、triple crossover hop 健患比 >90%、スポーツに特化したリハビリテーションの完遂、Running T test <11 秒）を満たさずにスポーツ復帰した患者は、基準を満たした患者と比較して ACL 再損傷リスクが 4.1 倍であったとしている⁴⁵。スポーツ復帰基準と ACL 再損傷の関連性については明らかになってきているが、スポーツ復帰基準のカットオフ値についてはまだ不明な点も多い⁹³。スポーツ復帰に関する systematic review & meta-analysis では、スポーツ復帰基準を満たした患者が 23%のみであったことが示されており⁹⁹、基準の妥当性は今後も検証が必要である。

1.5 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰

ACL 再建術後に ACL 損傷前と同様のスポーツへの復帰を希望した割合は 91%、ACL 損傷前と同等のスポーツレベルへの復帰を希望した割合は 84%であり⁹⁶、ほとんどの症例が ACL 再建術後のスポーツ復帰を希望している。また、ACL 再建術後のスポーツ復帰率は約 80%と比較的高い値が報告されているが^{8,10,27,49,89}、この値は ACL 再建術後に何らかのスポーツに復帰した割合を示している。2016 年に国際スポーツ理学療法連盟（International Federation of Sports Physical Therapy 以下 IFSPT と略す）により提唱された consensus statement で

は、スポーツ復帰のレベルを return to participation, return to sports, return to performance の 3 つに分類した⁵。Return to participation は、何らかのスポーツへの復帰、return to sports は希望するスポーツへの復帰、return to performance は受傷前と同等以上のレベルでのスポーツ復帰を示す⁵。ACL 再建術後に受傷前と同等以上のレベルでスポーツに復帰した割合は 53–65%であり、ACL 再建術を受けたアスリートの約半数が受傷前と比較してスポーツ復帰レベルが低下している現状がある^{8,10,49}。ACL 再建術後のスポーツ復帰レベルの低下は ACL 再建術後の問題点の一つであり、ACL 再建術後には単なるスポーツ復帰を目標とするだけではなく、スポーツ復帰レベルも考慮した介入が必要である。

ACL 再建術後のスポーツ復帰の達成に関連する要因としては、年齢、性別、患者報告型膝機能スコア、大腿四頭筋およびハムストリング筋力が報告されている^{8,16,97,102}。このように、ACL 再建術後スポーツ復帰の達成に関連する多くの要因が明らかにされているにも関わらず復帰レベルを考慮したスポーツ復帰率は低値^{8,10,49}であることから、復帰の達成には関連因子が他にも存在する可能性が考えられる。ACL 再建術後のスポーツ復帰に関する systematic review では、約 90%の患者が良好な大腿四頭筋およびハムストリング筋力、膝関節安定性を獲得しているにも関わらず、約半数の患者が受傷前と比較してスポーツ復帰レベルが低下しており、その理由として最も多く挙げられたのは再損傷への恐怖であった¹⁰。また、ACL 損傷後のスポーツ復帰に関する生物心理社会モデルでは、身体的要因、心理的要因、社会的要因、機能的パフォーマンスが互いに関連してスポーツ復帰に繋がっていることが示されており⁶、ACL 再建術後のスポーツ復帰に関連する新たな要因として心理的要因への注目が近年高まってきている。

1.6 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備

心理的要因の評価指標はこれまでいくつか報告されており、代表的な指標として Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK)¹⁰⁵ や Pain Catastrophizing Scale (PCS)⁸⁵、Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) などがある¹¹³。TSK は運動に対する恐怖感¹⁰⁵、PCS は疼痛に対する破局的思考⁸⁵、HADS は不安や抑うつ⁸⁵の程度を評価する質問紙である¹¹³。これらの指標を用いた評価は腰椎疾患（腰部脊柱管狭窄症や腰椎椎間板ヘルニアなど）^{55,95}や ACL 再建術後^{64,91,92}、慢性足関節不安定症^{42,94}など幅広い疾患に用いられているが、スポーツ動作に関する項目は含まれていない。ACL 再建術後のスポーツ復帰レベルが低下した理由の中で最も多く挙げられていたのは再損傷への恐怖であり¹⁰、スポーツ動作に

対する心理的評価が必要であると考えられた。そこで注目の指標が、2008 年に Webster らによって開発された anterior cruciate ligament-return to sport after injury(ACL-RSI)scale である⁹⁸。ACL-RSI はスポーツ復帰に向けた psychological readiness (心理的準備) の評価指標であり, emotion (スポーツを行うことに対する神経質さ, 苛立ち), confidence in performance (動作やスポーツ復帰に対する自信), risk appraisal (スポーツ中の再損傷への恐怖感に対するリスク評価) に関して 12 個の質問で構成されている⁹⁸。点数は 0-100 点であり, 高いほど psychological readiness が良好であることを示す⁹⁸。Psychological readiness は, 「アスリートがリハビリテーションから競技に復帰する前, 途中, その後に経験し得る心理社会的プロセス」と定義されている⁷³。また, 日本語版 ACL-RSI も存在し, 高い妥当性および信頼性が報告されている³¹。これらを背景に, ACL 再建術後の psychological readiness の評価には日本語版 ACL-RSI を使用した報告も増えてきている^{1,2,63-65,86,87}。近年では, ACL-RSI を参考に股関節鏡視下術後患者に対する Hip-RSI¹⁰⁶ や足関節靭帯再建術後患者に対する ankle ligament reconstruction- return to sport after injury (ALR-RSI)⁸² も報告され, 心理的評価の重要性が高まりつつある。

Psychological readiness もしくは ACL-RSI に関する研究は, 2012 年は 1 件であったのに対し, 2022 年には 94 件と大きく増加し, psychological readiness の重要性が示されつつある。近年報告された ACL-RSI に関する systematic review & meta-analysis では, スポーツ復帰非達成症例と比較してスポーツ復帰達成症例で ACL-RSI スコアは高値であったことが報告されており¹⁰⁷, ACL 再建術後の psychological readiness はスポーツ復帰達成の関連因子であることは明らかになっている。しかし, これは ACL 再建術後のスポーツ復帰達成症例と非達成症例の ACL-RSI スコアを比較したものであり, ACL-RSI がスポーツ復帰レベルに関連するかどうかは明らかになっていない。ACL 再建術後に受傷前と同等以上のレベルでスポーツ復帰した患者の ACL-RSI スコアは, 受傷前と同等以上のレベルで復帰できなかった患者と比較して有意に高値であることが明らかにされており^{23,40,100}, ACL-RSI スコアは IFSPT が提唱したスポーツ復帰のレベルによって異なる可能性が考えられる。また, 近年では ACL-RSI に関連する身体機能の検討も行われてきている^{1,48,62}。ACL 再建術後 6-8 か月の患者を対象とした報告では, 大腿四頭筋の患側と健側の筋力差が小さいほど ACL-RSI スコアは良好であった⁴⁸。一方, ACL 再建術後 6-9 か月の大腿四頭筋やハムストリング筋力は ACL-RSI スコアに関連しないといった報告^{1,62}もあり, 一致した見解は得られていない。この理由の一つに対象者の年齢や性別, 計測時期の違いが挙げられる。ACL 再建術後平均 6 か月を対象とした報告では 16~40 歳までを対象としており, 73%が女性であった¹。ACL 再建術後平均 9 か月を対象とした報告では, 18~35 歳の男性のみを対象としている⁶²。ACL-RSI スコア

は若年¹⁰¹かつ男性⁴³の方が有意に高値を示し、術後経過期間に応じて改善する⁷⁶。したがって、ACL-RSIと身体機能の関連には対象者の年齢や性別、計測時期の違いも影響する可能性があることを念頭に置いておく必要がある。

1.7 本論文の目的

ACL 損傷はスポーツ復帰までに約 7 か月以上の期間を必要とする特に重篤なスポーツ外傷の一つであり、若年で活動性の高いアスリートに対しては ACL 再建術が推奨されている。ACL 再建術後は約 80%のアスリートが ACL 再建術後のスポーツ復帰を達成している。しかしながら、スポーツ復帰レベルを考慮すると ACL 再建術を受けたアスリートの約半数が受傷前と比較してスポーツ復帰レベルが低下しており、その理由として最も多く挙げられたのは再損傷への恐怖（心理的要因）であった。ACL 再建術後のスポーツ復帰に関連する様々な要因が明らかとなってきたにも関わらず、多くの症例が受傷前と同等以上のスポーツレベルには達していない。

スポーツ復帰に関連が示唆される新たな因子として、近年注目されているのがスポーツ復帰に向けた *psychological readiness* である。ACL 再建術後のスポーツ復帰非達成症例と比較してスポーツ復帰達成症例で *psychological readiness* が高値であることから¹⁰⁷、*psychological readiness* はスポーツ復帰に関連する因子であることが明らかになっている。しかし、*psychological readiness* がスポーツ復帰レベルにも関連するかどうかは明らかではない。また、*psychological readiness* に関連する身体的因子について一致した見解は得られておらず、関連性は十分に明らかとなっていない。したがって、*psychological readiness* とスポーツ復帰レベルおよび身体的要因の関連性を明らかにすることは、ACL 再建術後のスポーツレベルを考慮したスポーツ復帰率の向上および術後リハビリテーションの発展に貢献するものと考えられる。

そこで本論文の目的は、ACL 再建術後の *psychological readiness* とスポーツ復帰レベルおよび身体的要因の関連を検討することとした。上記の目的を達成するため、第 2 章では ACL 再建術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベルと *psychological readiness* の関連を明らかにすること、第 3 章は ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の膝関節周囲筋力と可動域、術後 9 か月の *psychological readiness* との関連を明らかにすることとした。

2. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備と主観的スポーツ復帰レベルの関連

2.1 目的

ACL 再建術を受ける患者の 84%が受傷前と同等レベルでのスポーツ復帰を期待している⁹⁶。しかしながら、ACL 再建術を受けたアスリートの約半数が受傷前と比較してスポーツ復帰レベルが低下しており、その理由として最も多く挙げられたのは再損傷への恐怖であった¹⁰。

ACL 再建術後にスポーツ復帰を果たした患者は、若年男性で多く、患者報告型膝機能スコアや大腿四頭筋およびハムストリング筋力の回復が良好であった^{8,16,97,102}。このようにスポーツ復帰に関連する多くの要因が明らかになっているにも関わらず、レベルを考慮したスポーツ復帰率は依然として低値である¹⁰。そこで、スポーツ復帰に関連する新たな要因として注目されているのがスポーツ復帰に向けた psychological readiness（心理的準備）である^{3,7,12,23,24,27,40,46,58,63,89,100,101,107}。ACL 再建術後のスポーツ復帰に関する systematic review & meta-analysis では、スポーツに復帰した患者は復帰できなかった患者と比較して、psychological readiness が良好であることが示された¹⁰⁷。しかしながら、psychological readiness とスポーツ復帰レベルの関連は解明されていない。

ACL 再建術後のスポーツ復帰率は、25%～82%と報告間でばらつきが大きい^{12,23,27,40,58,63,100,101}。このばらつきが大きい理由の一つに「スポーツ復帰」の定義の違いが挙げられる。先行研究では、スポーツ復帰を「受傷前と同等以上のレベルへの復帰」としている報告^{23,40,63,100}もあれば、「何かしらのスポーツへの復帰」という報告もある^{12,27,58,101}。2016 年に報告された IFSPT による consensus statement では、スポーツ復帰を return to participation, return to sports, return to performance の 3 つのレベルに分類した⁵。Return to participation は、アスリートが目標としたスポーツよりも低いレベルの何かしらのスポーツに復帰した状態を示す⁵。Return to sports は、アスリートが受傷前と同様のスポーツに復帰したものの、希望するパフォーマンスではない状態（受傷前よりも低いパフォーマンスレベル）を示す⁵。Return to performance は、アスリートが受傷前と同様のスポーツに復帰し、受傷前と同等以上のパフォーマンスである状態を示す⁵。これらの 3 つのレベルに分類したスポーツ復帰の定義は、ACL 再建術後のパフォーマンスレベルを考慮したスポーツ復帰について共通理解を得るために重要である。異なるスポーツ復帰レベルに関連する要因を明らか

にすることは、ACL 再建術後のスポーツ復帰を成功させるために臨床家とアスリートにとって有益な情報となる可能性がある。また、ACL 再建術後のスポーツ復帰時期は 2 次 ACL 損傷を予防する上でも術後 9 か月以降が推奨されており¹¹、実際に復帰したスポーツレベルを調査する時期としては、術後 12 か月前後での評価が適当であると考えられる。

したがって本研究の目的は、ACL 再建術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベルと対象者特性、膝関節周囲筋力、患者報告型膝機能スコア、スポーツ復帰に向けた psychological readiness の関連を明らかにすることとした。仮説は、スポーツ復帰に向けた psychological readiness は ACL 再建術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベルと関連するとした。

2.2 方法

2.2.1 対象者

本研究は、2018 年 11 月から 2021 年 11 月の間に整形外科病院で片側への初回 ACL 再建術を施行した患者を対象に、後ろ向きコホート研究を行った。除外基準は、ACL 再建術以外の下肢手術歴の既往、ACL 損傷から再建術までの期間が 1 年以上経過、追加の処置を必要とする軟骨損傷の合併、ACL 損傷前に modified Tegner activity score が 10 段階中 6 以上のスポーツに参加していなかった症例とした。合計 106 名の患者が対象となり、そのうちデータ欠損のない 47 名を解析対象とした（図 1）。

全ての患者は膝屈筋腱を用いた解剖学的二束 ACL 再建術を施行し、術後 12 週でランニング開始、術後 6 か月でスポーツ特異的動作を制限なく開始、術後 9 か月でスポーツ復帰許可といった標準的なリハビリテーションプロトコルを完了した³⁶。各患者は理学療法士が監視下で運動療法を行い、術後 12 週までは膝関節可動域、大腿四頭筋機能、股関節および体幹筋力の改善に焦点を当て、術後 12 週以降はより積極的な筋力トレーニングとスポーツ動作における神経筋コントロールの改善を目的としたトレーニングを徐々に実施した。疼痛、明らかな破行、著明な筋力低下などの症状が残存している場合は、理学療法士または医師によってランニングやスポーツ特異的動作の開始が延期された。

参加者全員はオプアウトを用いてインフォームドコンセントの同意を受け、北海道大学保健科学研究院の倫理審査委員会の承認を得て行われた（承認番号：22-49）。

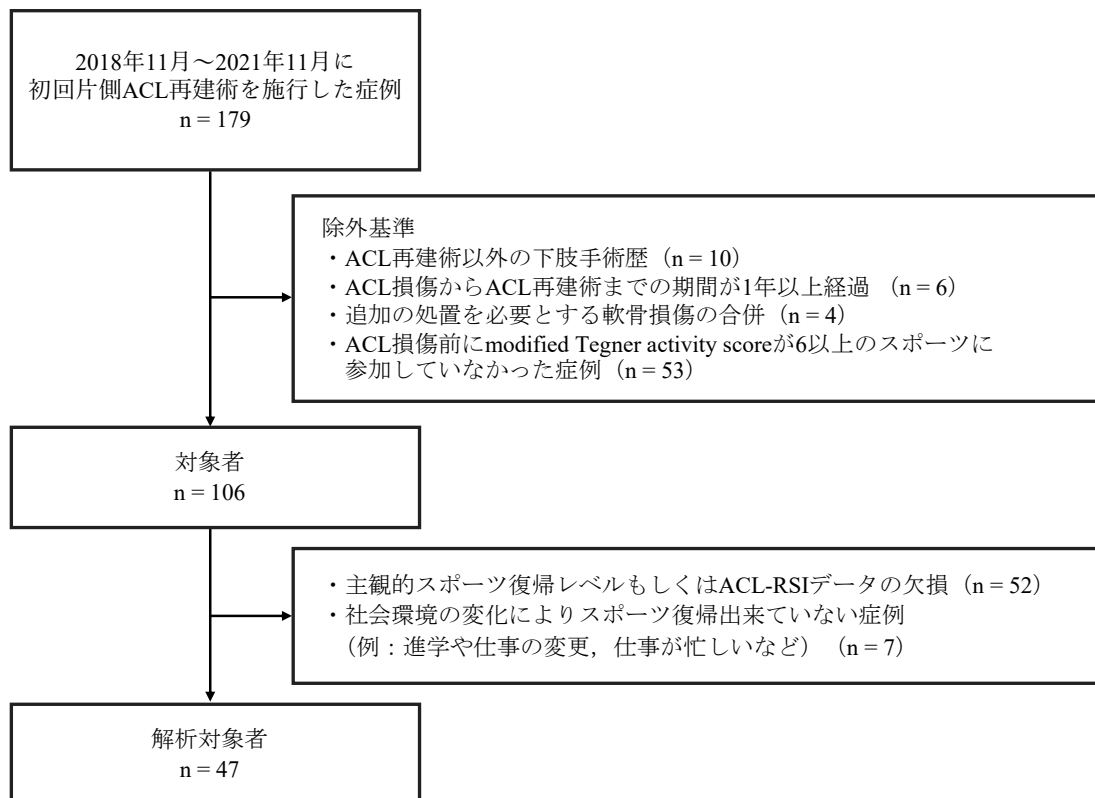


図 1. 本研究のフローチャート

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury.

2.2.2 術後評価

ACL 再建術後 6 か月および 12 か月に膝関節周囲筋力（等速性大腿四頭筋およびハムストリング筋力）、International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form（IKDC-SKF）³⁵、スポーツ復帰に向けた psychological readiness 評価のための Anterior Cruciate Ligament-Return to Sport after Injury（ACL-RSI）scale⁹⁸ を評価した。更に、術前および術後 12 か月の活動レベルを評価するために、modified Tegner activity score²⁵を確認した。

大腿四頭筋およびハムストリング筋力評価は術後 6 か月、12 か月にダイナモメーター（Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY）を用いて、角速度 60°/秒における求心性筋力を測定した。練習を何度か行った後に最大努力で 5 試行計測し、ピークトルク値を用いて患側値を健側値で除した limb symmetry index（LSI）を解析に使用した。

IKDC-SKF は疼痛などの膝症状、機能、スポーツ活動の項目から構成される³⁵。点数は 0-100 点であり、高い点数は主観的膝機能が良好であることを示す。日本語版 IKDC-SKF においても、高い妥当性および信頼性が報告されている³³。

ACL-RSI は感情、パフォーマンスへの自信、リスク評価に関する 12 個の質問で構成される。点数は 0-100 点であり、高い点数はスポーツ復帰に向けた psychological readiness が良好であることを示す。なお、日本語版 ACL-RSI は高い妥当性および信頼性が報告されている³¹。

2.2.3 主観的スポーツ復帰レベル評価

スポーツ復帰レベルは先行研究に基づき^{3,23,40,46,63,89,100}、術後 12 か月で質問紙を用いて評価した。スポーツ復帰レベルは、(1) 受傷前と同様のスポーツに受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルで復帰（preinjury level）、(2) 受傷前と同様のスポーツに復帰したが受傷前よりも低いレベルで復帰（below preinjury level）、(3) 何らかのスポーツに復帰したが、受傷前と同様のスポーツではない（return to any sports）、(4) スポーツに復帰できていない（no return to sports）、の 4 つのレベルで構成され、現在のスポーツ復帰レベルを患者に選択してもらう形で実施した⁵。受傷前と同様のスポーツに受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルで復帰できていない患者に対しては、その理由を以下の項目から選択してもらった：(1) 再受傷への恐怖、(2) 膝関節の機能制限、(3) 社会環境の変化（学校や職場の変更、仕事の忙しさなど）、(4) その他（詳細を記載）。な

お、社会環境の変化（学校や職場の変更、仕事の忙しさなど）によりスポーツ復帰できなかった患者は本研究から除外した。

本研究では、「return to any sports」と回答した患者がいなかったため、preinjury level, below preinjury level, no return to sports の3つのサブグループに分類した。

2.2.4 統計学的解析

連続変数の正規性の確認には、Shapiro-Wilk 検定を用いた。二元配置混合モデル分散分析（ANOVA）を用いて、ACL-RSI, IKDC-SKF, 大腿四頭筋筋力、ハムストリング筋力に対する群（preinjury level, below preinjury level, no return to sports）、時間（術後6か月および12か月）およびそれらの交互作用の影響を検討した。主観的スポーツ復帰レベルに基づくサブグループ間の年齢および性別の差の検討には、一元配置分散分析またはカイ二乗検定を用いた。ANOVA の post-hoc test には、Tukey's test を用いた。更に、Cohen's *d* の値を post-hoc test の効果量として算出した²⁶。Cohen の *d* の値が 0.80 より大きい場合は効果量大、0.50～0.79 は効果量中、0.20～0.49 は効果量小と解釈した²⁶。

独立変数とスポーツ復帰レベルの関連の検討には、単変量ロジスティック回帰分析を使用した。独立変数は、年齢、性別（0：男性，1：女性）、術後6か月および12か月の ACL-RSI, 術後6か月および12か月の大腿四頭筋とハムストリング筋力 LSI, 術後6か月および12か月の IKDC-SKF スコアとした。単変量ロジスティック回帰分析で $P < 0.10$ となった因子は、その後の多変量ロジスティック回帰分析の独立変数として使用した。多変量ロジスティック回帰分析の変数の選択基準は、赤池の情報量基準（AIC）の最小値に基づいて変数減少法（backward step-wise）を用いた。統計学的有意水準は $P < 0.05$ とし、統計解析は JMP® Pro 16 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を用いて実施した。

2.3 結果

47 名の内、19 名 (40%) が preinjury level 群、24 名が below preinjury level 群 (51%)、4 名が no return to sports 群 (9%) に分類された。手術から測定までの期間は、術後 6 か月が 184.1 ± 12.9 (148–225) 日、術後 12 か月が 369.9 ± 16.9 (340–463) 日であった。preinjury level 群は、below preinjury level 群および no return to sports 群より有意に若く (vs. below preinjury level 群, $P = 0.007$, $d = 1.03$; vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 4.47$)、below preinjury level 群は、no return to sports 群より有意に若かった ($P = 0.004$, $d = 1.55$)。性別については、各群間に有意な差は認められなかった。

ACL-RSI は有意な群および時間の主効果が認められたが、群および時間の有意な交互作用は認められなかった (表 1)。preinjury level 群は、術後 6 か月 (vs. below preinjury level 群, $P = 0.001$, $d = 1.17$; vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 3.88$, 図 2A)、術後 12 か月 (vs. below preinjury level 群, $P < 0.001$, $d = 1.39$, vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 3.70$, 図 2B) において他の群と比較して ACL-RSI が有意に高値であった。更に、below preinjury level 群は、術後 6 か月 ($P < 0.001$, $d = 2.39$)、術後 12 か月 ($P = 0.002$, $d = 1.76$) において no return to sports 群と比較して ACL-RSI が有意に高値であった。

表 1. 対象者特性

変数	Preinjury level (n = 19)	Below preinjury level (n = 24)	No return to sports (n = 4)	群	P 値 時間	交互作用
年齢, 歳	17.6 ± 4.6*†	26.6 ± 11.2†	43.5 ± 12.2	< 0.001	–	–
女性の人数 (%)	11 (58%)	14 (58%)	3 (75%)	≥ .999	–	–
ACL-RSI スコア						
術後 6 か月	79.8 ± 16.9*†	59.9 ± 18.0†	19.8 ± 8.6	< 0.001	0.045	0.887
術後 12 か月	88.9 ± 12.6*†	66.9 ± 18.6†	32.9 ± 30.6			
IKDC-SKF スコア						
術後 6 か月	93.2 ± 6.6*†	75.4 ± 8.5†	63.0 ± 18.7	< 0.001	0.025	0.054
術後 12 か月	96.0 ± 7.5†	88.3 ± 8.6†‡	66.1 ± 28.8			
大腿四頭筋筋力 LSI, %						
術後 6 か月	92.9 ± 9.7*†	76.5 ± 16.0	64.0 ± 23.6	< 0.001	0.101	0.636
術後 12 か月	95.7 ± 8.8*†	84.4 ± 10.6†‡	70.5 ± 12.1			
ハムストリング筋力 LSI, %						
術後 6 か月	95.5 ± 12.3*†	83.6 ± 12.4	76.5 ± 7.1	0.060	0.017	0.017
術後 12 か月	91.9 ± 13.4	91.8 ± 11.3‡	96.4 ± 11.8‡			
Modified Tegner score						
術前	7.1 ± 0.8	7.0 ± 0.7	6.0 ± 0.0		–	
術後 12 か月	7.1 ± 0.8	7.0 ± 0.7	2.3 ± 0.4			

データは平均値±標準偏差, もしくは人数 (%) を示す. 太字は統計学的有意であることを示す ($P < 0.05$).

Post hoc test において, *は below preinjury level 群と比較して有意差あり, †は no return to sports 群と比較して有意差あり, ‡は術後 6 か月の数値と比較して有意差があることを示す ($P < 0.05$).

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; IKDC-SKF: International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form; LSI: limb symmetry index.

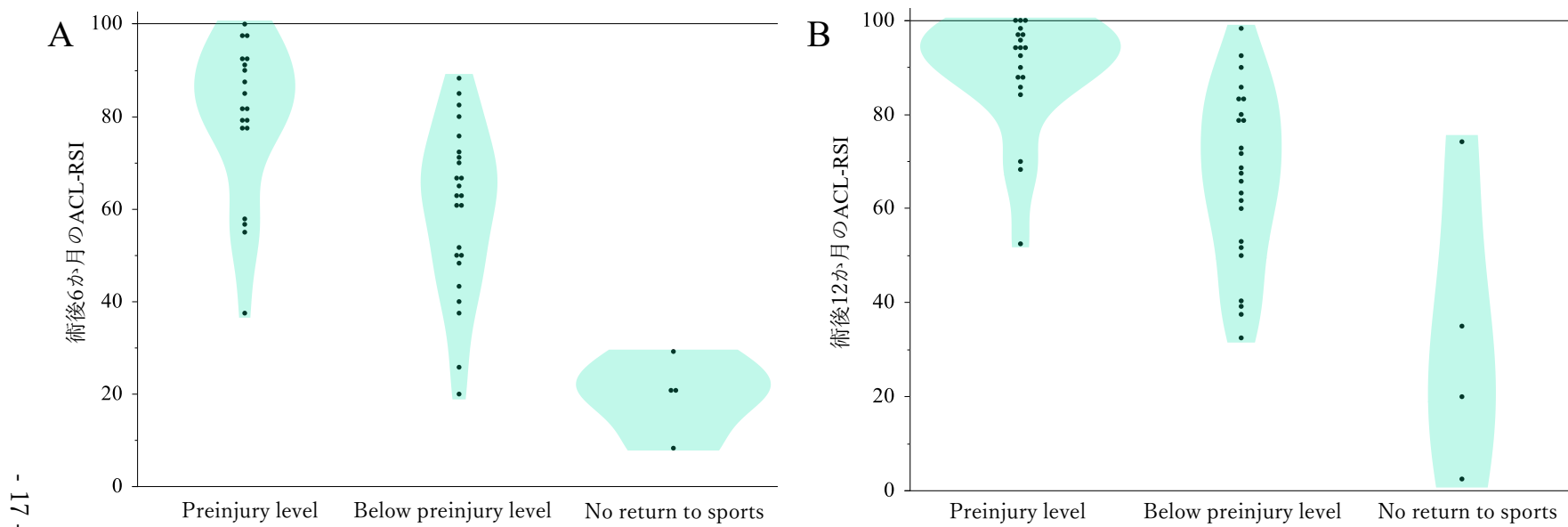


図 2. 各群における術後 6 か月および 12 か月の ACL-RSI

A. 各群における術後 6 か月の ACL-RSI

B. 各群における術後 12 か月の ACL-RSI

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury.

IKDC-SKF および大腿四頭筋筋力 LSI は有意な群の主効果を認め、ハムストリング筋力 LSI は群および時間の有意な交互作用が認められた。preinjury level 群は、術後 6 か月 (vs. below preinjury level 群, $P < 0.001$, $d = 2.36$; vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 3.54$) と術後 12 か月 (vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 2.58$) において他の群と比較して IKDC-SKF 有意に高値であった。更に、below preinjury level 群は、術後 6 か月 ($P = 0.036$, $d = 1.29$), 術後 12 か月 ($P = 0.001$, $d = 1.91$) において、スポーツ復帰できていない群と比較して IKDC-SKF が有意に高値であった。preinjury level 群は、術後 6 か月 (vs. below preinjury level 群, $P = 0.002$, $d = 1.24$; vs. no return to sports 群, $P = 0.002$, $d = 2.47$), 術後 12 か月 (vs. below preinjury level 群, $P = 0.002$, $d = 1.18$; vs. no return to sports 群, $P < 0.001$, $d = 2.84$) で他の群より大腿四頭筋筋力 LSI が有意に高値であった。更に、below preinjury level 群は、術後 12 か月で no return to sports 群と比較して大腿四頭筋筋力 LSI が有意に高値であった ($P = 0.040$, $d = 1.34$)。また、preinjury level 群は、術後 6 か月でハムストリング筋力 LSI が他の群より有意に高値であった (vs. below preinjury level 群, $P = 0.007$, $d = 0.98$; vs. no return to sports 群, $P = 0.018$, $d = 1.67$)。

表 2 および 3 は術後 6, 12 か月の変数を用いた単変量, 多変量ロジスティック回帰分析の結果を示す。術後 6 か月の変数を用いた単変量ロジスティック回帰分析では、若い年齢, 高い ACL-RSI, 高い大腿四頭筋筋力 LSI, 高いハムストリング筋力 LSI, 高い IKDC-SKF が, preinjury level での復帰と有意に関連した。術後 12 か月の変数では、若い年齢, 高い ACL-RSI, 高い大腿四頭筋筋力 LSI, 高い IKDC-SKF が, preinjury level での復帰と有意に関連した。術後 6 か月の変数を用いたステップワイズ多変量解析では、IKDC-SKF ($P = 0.004$) と大腿四頭筋筋力 LSI ($P = 0.037$) が preinjury level の有意な予測因子であった。一方、術後 12 か月の変数を用いたステップワイズ多変量解析では、ACL-RSI ($P = 0.003$) および年齢 ($P = 0.012$) が, preinjury level の有意な説明変数として残った。

表 2. ロジスティック回帰分析 (preinjury level 群 vs. below preinjury level 群)

独立変数	単変量解析			多変量解析		
	B (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	P 値	B (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	P 値
術後 6 か月						
年齢	-0.16 (-0.32, -0.06)	0.85 (0.72, 0.95)	0.014			
性別 (0: 男性, 1: 女性)	0.01 (-0.61, 0.62)	0.98 (0.29, 3.38)	0.977			
ACL-RSI スコア	0.07 (0.03, 0.12)	1.07 (1.03, 1.13)	0.003			
大腿四頭筋筋力 LSI	0.10 (0.04, 0.19)	1.11 (1.05, 1.20)	0.003	0.14 (0.03, 0.32)	1.16 (1.04, 1.38)	0.037
ハムストリング筋力 LSI	0.08 (0.03, 0.15)	1.08 (1.03, 1.16)	0.010			
IKDC-SKF スコア	0.29 (0.15, 0.50)	1.33 (1.17, 1.65)	< 0.001	0.34 (0.16, 0.66)	1.41 (1.18, 1.93)	0.004
術後 12 か月						
年齢	-0.16 (-0.32, -0.06)	0.85 (0.72, 0.95)	0.014	-0.18 (-0.35, -0.06)	0.80 (0.61, 0.92)	0.012
性別 (0: 男性, 1: 女性)	0.01 (-0.61, 0.62)	0.98 (0.29, 3.38)	0.977			
ACL-RSI スコア	0.09 (0.04, 0.16)	1.10 (1.04, 1.17)	0.002	0.10 (0.05, 0.18)	1.11 (1.05, 1.20)	0.003
大腿四頭筋筋力 LSI	0.12 (0.05, 0.22)	1.13 (1.05, 1.24)	0.003			
ハムストリング筋力 LSI	0.00 (-0.05, 0.05)	1.00 (0.95, 1.05)	0.984			
IKDC-SKF スコア	0.13 (0.04, 0.24)	1.14 (1.04, 1.27)	0.010			

太字は統計学的有意であることを示す ($P < 0.05$). B は偏回帰係数を示す.

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; IKDC-SKF: International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form; LSI: limb symmetry index.

Below preinjury level 群と no return to sports 群との比較における術後 6 か月の変数を用いた単変量ロジスティック回帰分析では，若年齢が below preinjury level での復帰と有意に関連していた（表 3）．術後 12 か月の変数では，若い年齢，高い ACL-RSI，高い大腿四頭筋筋力 LSI が，below preinjury level での復帰と有意に関連していた．術後 6 か月の変数を用いたステップワイズ多変量解析では，ACL-RSI のみが below preinjury level の予測因子として残ったが，統計的に有意にはならなかった（ $P = 0.079$ ）．術後 12 か月の変数については，ステップワイズ多変量解析により ACL-RSI（ $P = 0.054$ ）と年齢（ $P = 0.062$ ）が below preinjury level の有意な説明変数として残ったが，統計的には有意ではなかった．

表 3. ロジスティック回帰分析 (below preinjury level 群 vs. no return to sports 群)

独立変数	単変量解析			多変量解析		
	B (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	P 値	B (95% CI)	オッズ比 (95% CI)	P 値
術後 6 か月						
年齢	-0.12 (-0.27, -0.02)	0.89 (0.76, 0.98)	0.038			
性別 (0: 男性, 1: 女性)	0.38 (-0.73, 1.92)	0.47 (0.02, 4.27)	0.534			
ACL-RSI スコア	0.20 (0.06, 0.57)	1.22 (1.06, 1.77)	0.079	0.20 (0.06, 0.57)	1.22 (1.06, 1.77)	0.079
大腿四頭筋筋力 LSI	0.04 (-0.02, 0.11)	1.04 (0.98, 1.12)	0.193			
ハムストリング筋力 LSI	0.06 (-0.04, 0.19)	1.06 (0.96, 1.20)	0.277			
IKDC-SKF スコア	0.10 (0.00, 0.23)	1.10 (1.00, 1.26)	0.068			
術後 12 か月						
年齢	-0.12 (-0.27, -0.02)	0.89 (0.76, 0.98)	0.038	-0.16 (-0.42, -0.03)	0.85 (0.66, 0.97)	0.062
性別 (0: 男性, 1: 女性)	0.38 (-0.73, 1.92)	0.47 (0.02, 4.27)	0.534			
ACL-RSI スコア	0.07 (0.02, 0.17)	1.08 (1.02, 1.18)	0.034	0.09 (0.02, 0.23)	1.10 (1.02, 1.25)	0.054
大腿四頭筋筋力 LSI	0.12 (0.02, 0.26)	1.12 (1.02, 1.29)	0.046			
ハムストリング筋力 LSI	-0.03 (-0.13, 0.06)	0.97 (0.88, 1.06)	0.451			
IKDC-SKF スコア	0.12 (0.02, 0.30)	1.12 (1.02, 1.36)	0.124			

太字は統計学的有意であることを示す ($P < 0.05$). B は偏回帰係数を示す.

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; IKDC-SKF: International Knee Documentation Committee Subjective Knee Evaluation Form; LSI: limb symmetry index.

2.4 考察

本研究の最も重要な知見は、術後 6 か月および 12 か月の高い ACL-RSI が、preinjury level および below preinjury level の両方と有意に関連していることである。これらの結果は、psychological readiness が ACL 再建術後の主観的なスポーツ復帰レベルと関連していることを示した。

ACL-RSI は受傷前と同等のスポーツレベルで復帰可能だった患者において、スポーツに復帰できていない患者を含む他のスポーツ復帰レベルの患者よりも有意に高値であったと報告されている^{23,40,100}。他の研究では、ACL-RSI は何らかのスポーツに復帰した患者よりもスポーツに復帰できていない患者において有意に低値であった^{3,27,89}。しかし、ACL-RSI が preinjury level 群、below preinjury level 群、no return to sports 群で異なるかは不明であった。本研究では、ACL 再建術後 12 か月の主観的なスポーツ復帰レベルに基づくサブグループ間では、術後 6 か月および 12 か月の ACL-RSI が有意に異なることを明らかにした。preinjury level 群は、ACL-RSI が術後 6 か月および 12 か月で他の群と比較して有意に高値であった。単変量回帰分析の結果、術後 6 か月の ACL-RSI は受傷前と同等以上のスポーツレベルでの復帰の有意な予測変数であり、術後 12 か月の ACL-RSI は preinjury level での復帰と below preinjury level での復帰の両方の有意な説明変数であることが明らかとなった。更に、多変量回帰分析の結果、preinjury level での復帰には、術後 12 か月の ACL-RSI および年齢と関連することが明らかとなった。これらの結果から、ACL-RSI は ACL 再建術後の主観的なスポーツ復帰レベルと関連することが示された。

年齢は preinjury level 群、below preinjury level 群、no return to sports 群の順でスポーツ復帰レベルが高い群ほど若年であった。術後 6 および 12 か月の大腿四頭筋筋力 LSI は、preinjury level 群が below preinjury level 群よりも有意に高値であった。また、術後 12 か月の大腿四頭筋筋力 LSI は、below preinjury level 群は、no return to sports 群よりも有意に高値であった。年齢や大腿四頭筋筋力は、ACL 再建術後のスポーツ復帰に関連すると報告されているが^{8,16}、主観的なスポーツ復帰レベルによるこれらの要因の違いに関する報告はない。スポーツ復帰を達成した患者と達成できなかった患者の比較では、スポーツ復帰した患者はスポーツに復帰できなかった患者より年齢が若く、大腿四頭筋筋力 LSI が高値であるという報告がある一方で、スポーツ復帰の成否に差はない報告もあり、その結果は一貫していない^{8,9,40,47,101}。先行研究では、スポーツ復帰を「受傷前と同じスポーツに受傷前と同等もしくはそれ以上のレベルで復帰」と定義し、それ以外はスポーツ復帰できなかった患者群に含めている^{9,40,47,101}。したがって、スポーツ復帰の成否で年齢および大

腿四頭筋筋力の差がないと報告した先行研究とスポーツ復帰レベルが高いほど若年で大腿四頭筋筋力が高値であった本研究との違いにはスポーツ復帰の定義の違いが影響を与えていた可能性がある。本研究の新たな知見として、年齢および術後 6 か月と術後 12 か月の大腿四頭筋筋力 LSI が主観的スポーツ復帰レベル間で異なっていたことが挙げられる。

主観的スポーツ復帰レベルの間で性別による差は認められなかった。術後 6 か月のハムストリング筋力 LSI は、below preinjury level 群および no return to sports 群と比較して、preinjury level 群で有意に高値であったが、術後 12 か月のハムストリング筋力 LSI に関しては、有意な群間差を認めなかった。スポーツ復帰を達成した患者と達成できなかった患者を比較した先行研究では、性別やハムストリング筋力 LSI に各群間で有意な差は認めなかったと報告しており⁴⁰、本研究結果と一致する。また、ハムストリング腱を移植腱に用いた ACL 再建術後 12 か月のハムストリング筋力 LSI は 90% 以上であったとの報告があり³⁶、本研究においても術後 12 か月のハムストリング筋力 LSI は全群で 90% 以上であった。これらの結果から、ハムストリング腱を移植腱に用いた場合でも、術後リハビリテーションにより術後 12 か月でハムストリング筋力が回復する可能性があることが示された。したがって、ACL 再建術後のハムストリング筋力回復が良好であったため、ハムストリング筋力が主観的なスポーツ復帰レベルに与える影響は大腿四頭筋筋力と比較して小さかったと考えられる。

年齢、大腿四頭筋筋力、IKDC-SKF スコアは ACL-RSI スコアと関連することが報告されており、ACL-RSI は患者の身体状態に影響されることが示唆されている^{27,48,101}。また、年齢、大腿四頭筋筋力、IKDC-SKF スコアなどの患者の身体状態は ACL 再建術後のスポーツ復帰と関連することが報告されており、これらの因子はスポーツ復帰レベルとも関連する可能性があった^{8,16,97}。本研究結果は、年齢を変数として含んだ場合でも、ACL-RSI が術後 12 か月のスポーツ復帰レベルの有意な説明変数であったことを示す。更に、術後 6 か月の ACL-RSI には有意な群間差を認め、単変量解析では、術後 6 か月の ACL-RSI は術後 12 か月の preinjury level での復帰を予測した。これは、スポーツ復帰前から psychological readiness が 3 群間で異なっていたことを示す。このことから、psychological readiness が重要である可能性が示唆された。しかしながら、IKDC-SKF スコアと大腿四頭筋筋力も 3 群間で有意な差を認め、多変量解析でも IKDC-SKF スコアと大腿四頭筋筋力が説明変数に残ったことから、スポーツ復帰前の予測因子としてより重要である可能性が示唆された。一方、ACL-RSI は術後 12 か月のスポーツ復帰レベルの最も関連する因子であったため、スポーツ復帰後の心理的なフォローアップが重要であると考えられた。本研究結果は ACL-RSI を評価として用いることの重要性をさらに支持するものであるが、本研究は後ろ向きコホート研究であるた

め、psychological readiness とスポーツ復帰レベルとの因果関係は不明である。Psychological readiness を改善する介入が ACL 再建術後の主観的スポーツ復帰レベルを改善できるかどうかを調査するために更なる研究が必要である。

本研究では、ACI-RSI スコアはスポーツ復帰レベル間で群間差が認められたが、psychological readiness が低かった理由は完全には解明されていない。先行研究では大腿四頭筋筋力や IKDC-SKF スコアが ACL-RSI スコアと関連することが報告されているが^{48,87,101}、膝関節機能の回復が良好な患者でも、スポーツ復帰が困難な場合や ACL-RSI スコアが低い場合があることが知られている^{2,10}。また、ACL-RSI は各患者の個性に影響される可能性があることも念頭に置く必要がある。加えて、ACL-RSI スコアをどのように改善すればよいかはまだ明らかになっていない。したがって、psychological readiness が低い原因やその改善方法については、更なる研究が必要である。

本研究にはいくつかの研究限界がある。一点目は、単施設での研究であったことである。二点目は、no return to sports 群の患者数が少なかったことである。しかし、no return to sports 群の患者の割合は 10%であり、これは先行研究と同等であった⁸⁹。三点目は、フォローアップ率が低かったことである。本研究は後ろ向きコホート研究であるため、結果に選択バイアスが生じる可能性があった。四点目は、主観的スポーツ復帰レベルの妥当性および信頼性を評価していないことである。最後に、本研究は後向きコホート研究であるため、主観的スポーツ復帰レベルと psychological readiness との因果関係を明らかにすることはできなかった。

2.5 結論

本研究では psychological readiness と ACL 再建術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベルとの関連を検討し、psychological readiness が高く、年齢が若いほど、受傷前と同等もしくはそれ以上のスポーツレベルでの復帰と関連した。

3. 膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備に影響する因子の検討

3.1 目的

生物心理社会モデルは、心理的反応に影響を与える社会的、身体的、機能的要因があることを示している^{6,103}。ACL 再建術後には膝関節周囲の筋力低下や膝関節可動域（range of motion 以下 ROM と略す）制限が生じ、術後早期におけるリハビリテーション介入の主な目的となる。これらの身体機能の低下が ACL-RSI の回復に影響を与える可能性がある^{34,71}。しかし、ACL-RSI スコアに関連する身体的要因に関する研究は少なく、コンセンサスは得られていない^{1,48,62,97,101}。ACL-RSI スコアと ACL 再建術後 6–9 か月の大腿四頭筋やハムストリング筋力との関連性を検討した報告では、これらの間に関連性がないと報告している^{1,62}。一方、別の研究では、大腿四頭筋筋力の健患差が小さいほど ACL 再建術後 6–8 か月の ACL-RSI は良好であったことが報告されている⁴⁸。これらの報告では、スポーツ復帰時の身体的要因と ACL-RSI スコアとの関係を検討しているが^{1,48,62}、術後早期の身体的要因とスポーツ復帰時の ACL-RSI スコアとの関係については検討していない。重度の運動器障害を有するサッカー選手は、受傷後 12 か月以内に心理的障害を発症する可能性が障害のない選手と比して 2–7 倍高かった³⁸。また、負傷からスポーツ復帰までの psychological readiness に関する質的研究では、筋力回復が psychological readiness に肯定的な影響を与えると報告されている⁷³。ACL 再建術後早期には膝関節周囲筋力の低下や ROM の制限が残存していることが多く、その後の ACL-RSI に影響を与える可能性があるが、これらの関連についてはまだ報告がない。

本研究は、ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の膝関節周囲筋力および ROM と、術後 9 か月の psychological readiness との関連性を検討した。仮説は、術後 3 か月の膝関節周囲筋力および ROM は、術後 9 か月の psychological readiness と関連するとした。

3.2 方法

3.2.1 対象者

本研究は、2017 年 11 月から 2020 年 11 月の間に整形外科病院で片側初回 ACL 再建術を施行した患者を対象に後ろ向きコホート研究を行った。除外基準は、ACL 再建術以外の下肢手術歴の既往、ACL 損傷から ACL 再建術までの期間が 1 年以上経過、追加の処置を必要とする軟骨損傷の合併、ACL 損傷前に modified Tegner activity score が 10 段階中 6 以上のスポーツに参加していなかった症例とした。半月板部分切除術もしくは縫合術の何れであっても、ACL 再建術時に半月板処置を併用した患者も本研究の対象とした。さらに、対象となった 122 名の患者の内、術後 9 か月以内に 2 次 ACL 損傷を呈した 2 名は本研究から除外した。最終的に、全てのデータが利用可能であった 78 名を本研究の対象とした（図 1）。患者の平均年齢は 22.9 ± 10.2 歳であり、女性 は 54% であった（表 1）。

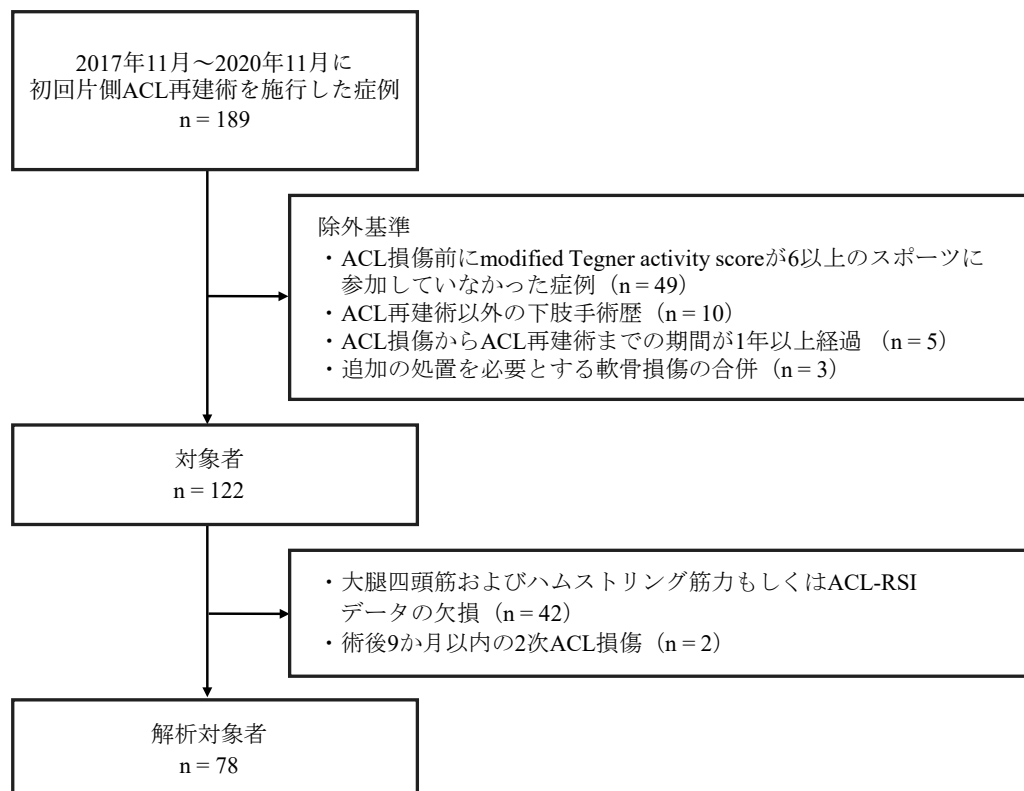


図 1. 対象者のフローチャート

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury.

表 1. 対象者特性

変数	数値
年齢, 歳	22.9 ± 10.2
女性の人数, %	42 (54%)
ACL 損傷前の modified Tegner activity スコア	7.1 ± 0.79
ACL 損傷から ACL 再建術までの期間, 日	77.2 ± 64.7
ACL 再建術と同時に半月板処置を施行した人数, %	35 (45%)
術後 9 か月の ACL-RSI	64.2 ± 22.0
術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI, %	71.7 ± 20.8
術後 3 か月のハムストリング筋力 LSI, %	51.9 ± 19.9
術後 9 か月の大腿四頭筋筋力 LSI, %	84.2 ± 15.9
術後 9 か月のハムストリング筋力 LSI, %	90.1 ± 15.7
術後 3 か月に膝関節伸展 ROM 制限を呈した人数, %	4 (5%)
術後 3 か月に膝関節屈曲 ROM 制限を呈した人数, %	13 (17%)
術後 9 か月に膝関節伸展 ROM 制限を呈した人数, %	2 (3%)
術後 9 か月に膝関節屈曲 ROM 制限を呈した人数, %	0 (0%)

データは平均値 ± 標準偏差, または人数 (%) を示す.

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; LSI: limb symmetry index; ROM: range of motion.

ACL 再建術は, 全例ハムストリング腱の自家移植で行われた. 全ての患者は, 術後 12 週でランニングを開始し, 術後 6 か月でスポーツ特異的動作を制限なく開始するといった標準的なリハビリテーションプロトコルを完了した. 本研究は参加者全員がオプトアウトを用いたインフォームドコンセントに同意し, 北海道大学大学院保健科学研究院の倫理審査委員会の承認を得て行われた (承認番号: 21-66).

3.2.2 スポーツ復帰に向けた心理的準備の評価

ACL 再建術後 9 か月の psychological readiness は、日本語版 ACL-RSI を用いて評価した。点数は 0-100 点であり、高い点数はスポーツ復帰に向けた psychological readiness が良好であることを示す。なお、本研究で使用した日本語版 ACL-RSI は高い妥当性および信頼性が報告されている³¹⁾。

3.2.3 大腿四頭筋およびハムストリング筋力の評価

大腿四頭筋とハムストリングの筋力は ACL 再建術後 3 か月と 9 か月にダイナモメーター (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY) を用いて評価した。大腿四頭筋の負荷から移植片を保護するため、ACL 再建術後 3 か月には膝関節屈曲 90° での等尺性膝関節伸展・屈曲トルクを測定した¹¹²⁾。ACL 再建術後 9 か月には等速性膝関節伸展・屈曲トルクを角速度 60°/秒で測定した。ACL 再建術後 3 か月と 9 か月ともに、ピークトルクの値を用いて患側の値を健側の値で除した limb symmetry index (LSI) を解析に使用した。

3.2.4 膝関節可動域の評価

膝関節伸展および屈曲 ROM は、術後 3 か月と 9 か月にゴニオメーターを用いて 5° 刻みで測定した。健側と比して膝関節伸展 ROM が 5° 以上、膝関節屈曲 ROM が 15° 以上差がみられる場合、膝関節 ROM 制限と定義した⁶¹⁾。

3.2.5 統計学的解析

統計解析は、JMP® Pro 15 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を用いて行った。単変量回帰分析を用いて、独立変数と ACL-RSI との関連性を検討した。独立変数は年齢、性別 (0: 男性; 1: 女性)、ACL 損傷から ACL 再建術までの時間、半月板処置 (0: なし; 1: 半月板部分切除または半月板縫合)、術後 3 か月および 9 か月の大腿四頭筋およびハムストリング筋力 LSI、術後 3 か

月および9か月の膝関節伸展および屈曲 ROM 制限（0：なし；1：制限）とした．単変量回帰分析で $P < 0.10$ となった因子は，その後の重回帰分析における変数として使用した．多重共線性は，分散拡大係数（variance inflation factor 以下 VIF と略す）を用いて確認した（5 以上を多重共線性有りと判定）．重回帰分析の選択変数基準は，赤池の情報量基準（AIC）の最小値に基づいて変数減少法（backward stepwise）を用いた．統計学的有意水準は $P < 0.05$ とした．

3.3 結果

ACL 再建術後9か月の ACL-RSI は， 64.2 ± 22.0 点であった（表 1）．78 名の患者の内，術後6か月から9か月の間にスポーツ復帰が許可されたのは18名（23%），術後9か月の時点でスポーツ復帰が許可されたのは51名（65%）であった．単変量回帰分析の結果，年齢，術後3か月と9か月の大腿四頭筋筋力 LSI，術後3か月と9か月の膝関節伸展 ROM 制限の有無が術後9か月の ACL-RSI を予測した（ $P < 0.05$ ）（表 2，図 2）．これらの結果は，若い年齢，良好な大腿四頭筋筋力 LSI，膝関節伸展 ROM 制限がないことが良好な ACL-RSI と関連することを示す．

単変量回帰分析の結果，年齢，ACL 損傷から再建術までの時間，術後3か月と9か月の大腿四頭筋筋力 LSI および膝関節伸展 ROM 制限の有無をその後の重回帰分析の独立変数として使用した．ステップワイズ解析の結果，年齢および術後3か月の大腿四頭筋筋力 LSI が術後9か月の ACL-RSI の有意な予測因子として残った（ $R^2 = 0.20$, $P < 0.001$ ）（表 3）．

表 2. 独立変数と ACL-RSI の関連を検討するための単変量回帰分析

独立変数	B (95% CI)	標準化 β	<i>P</i> 値
年齢, 歳	-0.79 (-1.25, -0.33)	-0.37	0.001
性別 (男性 : 0, 女性 : 1)	-0.82 (-5.86, 4.21)	-0.04	0.746
ACL 損傷から ACL 再建術までの期間, 日	-0.07 (-0.14, 0.01)	-0.20	0.087
半月板処置の有無 (無 : 0, 有 : 1)	-0.40 (-5.45, 4.66)	-0.02	0.876
術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI, %	25.59 (2.13, 49.04)	0.24	0.033
術後 3 か月のハムストリング筋力 LSI, %	12.69 (-12.44, 37.81)	0.11	0.318
術後 9 か月の大腿四頭筋筋力 LSI, %	42.92 (12.93, 72.90)	0.31	0.006
術後 9 か月のハムストリング筋力 LSI, %	-16.27 (-48.00, 15.45)	-0.12	0.310
術後 3 か月の膝関節伸展 ROM 制限の有無 (無 : 0, 有 : 1)	-11.62 (-22.70, -0.54)	-0.23	0.040
術後 3 か月の膝関節屈曲 ROM 制限の有無 (無 : 0, 有 : 1)	1.04 (-5.70, 7.78)	0.04	0.759
術後 9 か月の膝関節伸展 ROM 制限の有無 (無 : 0, 有 : 1)	-20.30 (-35.51, -5.09)	-0.29	0.010
術後 9 か月の膝関節屈曲 ROM 制限の有無 (無 : 0, 有 : 1)	—	—	—

太字は統計学的に有意であることを示す ($P < 0.05$). B は偏回帰係数を示す.

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; LSI: limb symmetry index; ROM: range of motion.

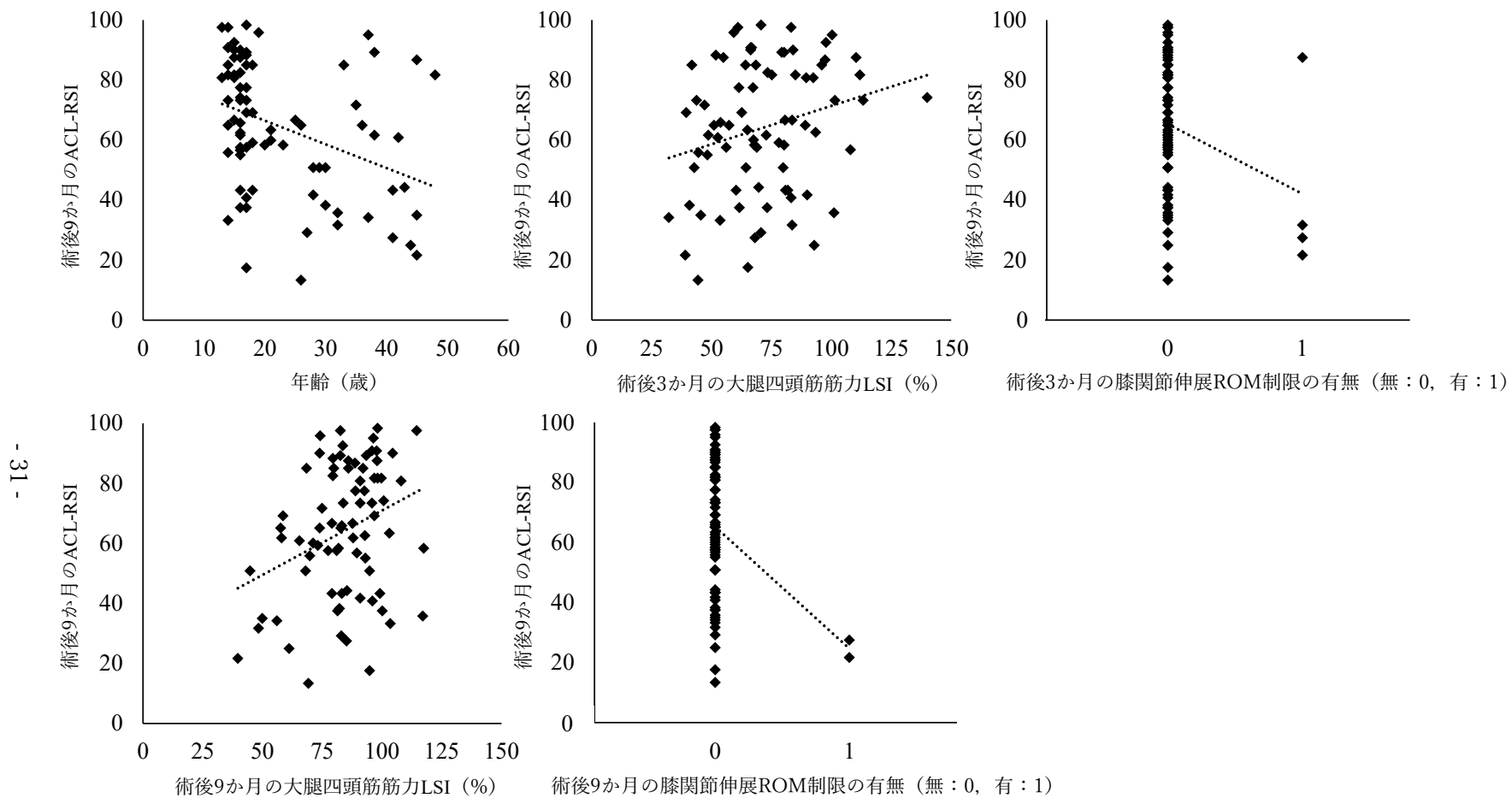


図 2. ACL-RSI と年齢，術後 3 か月および 9 か月の大腿四頭筋筋力 LSI，膝関節伸展制限の関連

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; LSI: limb symmetry index; ROM: range of motion.

表 3. 独立変数と ACL-RSI の関連を検討するための多変量回帰分析

独立変数	B (95% CI)	標準化 β	P 値	VIF
年齢, 歳	-0.66 (-1.12, -0.20)	-0.31	0.006	1.07
術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI, %	23.44 (1.46, 45.43)	0.22	0.037	1.01
術後 3 か月の膝関節伸展 ROM 制限の有無 (無 : 0, 有 : 1)	-8.38 (-19.02, 2.25)	-0.17	0.121	1.07

太字は統計学的有意であることを示す ($P < 0.05$). B は偏回帰係数を示す.

ACL-RSI: anterior cruciate ligament-return to sport after injury; LSI: limb symmetry index; ROM: range of motion; VIF: variance inflation factor.

3.4 考察

本研究では、ACL 再建術後 9 か月の ACL-RSI と術後 3 か月および 9 か月の膝関節周囲筋力と ROM の関連性を検討した。その結果、術後 3 か月と 9 か月の高い大腿四頭筋筋力 LSI、術後 3 か月および 9 か月に膝関節伸展 ROM 制限がないことは、ACL 再建術後 9 か月の高い ACL-RSI と関連することが示された。多変量回帰分析では、術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI が術後 9 か月の ACL-RSI の有意な予測因子として残った。これらの結果は、術後 3 か月の膝関節周囲筋力と ROM が術後 9 か月の ACL-RSI と関連するという仮説を支持するものであった。

本研究における ACL 再建術後 9 か月の ACL-RSI は、 64.2 ± 22.0 点であり、術後 6–12 か月の 65.0–67.2 点という先行研究結果と同程度であった^{1,48,101}。単変量回帰分析の結果、術後 3 か月および 9 か月の高い大腿四頭筋筋力 LSI および膝関節伸展 ROM 制限のないことが、ACL 再建術後 9 か月の高い ACL-RSI と関連していることが示された。ACL 損傷後のスポーツ復帰に関する生物心理社会モデルでは、身体的要因、心理的要因、社会的要因、機能的パフォーマンスが互いに関連していることは示されており⁶、術後 3 か月および 9 か月の大腿四頭筋筋力および膝関節伸展 ROM が ACL-RSI と関連していた本研究の結果と一致する。スポーツ復帰時の大腿四頭筋筋力は ACL-RSI と関連することが報告されているが⁴⁸、術後早期の大腿四頭筋筋力とスポーツ復帰時の ACL-RSI の関連についてはこれまで報告はみられていない。一方、psychological readiness に関する質的研究では、筋力の向上が psychological readiness へ好影響を与えることが示されている⁷³。したがって、ACL 再建術後 3 か月および 9 か月に良好な大腿四頭筋筋力と膝関節伸展 ROM を獲得することは、psychological readiness の回復に正の効果をもたらすと考えられた。

多変量回帰分析の結果、術後早期の身体的要因のうち、術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI と年齢が術後 9 か月の ACL-RSI の予測因子であった。これらの結果から、スポーツ復帰の一般的なタイミングである術後 9 か月における psychological readiness の回復には、大腿四頭筋筋力の早期改善が最も重要であると考えられる。ACL 再建術後早期のリハビリテーションは、自己効力感や運動恐怖などの心理的要因にポジティブな効果をもたらすことはこれまで報告されている¹⁸。大腿四頭筋筋力 LSI は、ACL 再建術後約 3 か月のランニング開始基準として用いられることが多い⁷⁴。さらに、大腿四頭筋の筋力低下が再建術後の着地時膝キネマティクスやキネティクスの左右非対称性に影響することも多くの研究で示されている^{36,37,68,79}。近年、着地時膝キネティクスの左右非対称性と ACL-RSI との関連が示された⁷⁰。したがって、術後早期における大

腿四頭筋筋力低下は、スポーツ動作の左右非対称性だけでなく、その後の術後 9 か月における ACL-RSI に影響を与える結果が示された。

また、手術時の年齢は ACL 再建術後 9 か月の ACL-RSI スコアと関連し、若年ほどスコアは高値であった。この結果は、ACL 再建術後の 635 人を対象とした大規模コホート研究においても¹⁰¹、若年であるほど ACL-RSI スコアが高値であった報告と一致する。一方、ACL 再建術後のスポーツ復帰に関する systematic review では、再建術後のスポーツ復帰率は若年患者で高かったと報告している⁸。若年患者のスポーツ復帰率が高い理由の 1 つには、psychological readiness の回復が良好であることも影響している可能性が考えられた。

本研究では、術後 3 か月の高い大腿四頭筋筋力 LSI および膝関節伸展 ROM 制限がないことが、ACL 再建術後 9 か月の高い ACL-RSI スコアと関連した。スポーツ復帰時の ACL-RSI は、ACL 損傷前と同等のスポーツレベルでの復帰率と関連があり⁹⁷、ACL-RSI スコアの向上はスポーツ復帰率の向上に繋がる可能性がある。本研究および先行研究ともに、ACL 再建術後 6–12 か月の ACL-RSI は平均 64–67 点であったが^{1,48,101}、psychological readiness を改善する介入方法は十分に理解されていない。本研究の結果は、術後 3 か月の大腿四頭筋筋力の筋力低下が少なく、膝関節伸展 ROM 制限のないことが ACL 再建術後の一般的なスポーツ復帰時期である術後 9 か月の psychological readiness を良好にする可能性を示している。生物心理社会モデル⁶における身体的、心理的、社会的要因の相互作用を考慮すると、この可能性は矛盾するものではない。多くの研究が、大腿四頭筋筋力が ACL 損傷前と同等のスポーツレベルへのスポーツ復帰、2 次 ACL 損傷の予防、良好な患者立脚型アウトカム、対称的な運動パターンに対して重要であると報告している^{30,36,37,39,45,68,79,114}。しかし、術後早期の大腿四頭筋筋力は術後 12 週前後でのランニング開始基準⁷⁴や術後 9 か月の大腿四頭筋筋力健患比 90%を達成するためのカットオフ値¹¹⁵に用いられているものの、重要性に関する報告は少ない。本研究の知見は、ACL 再建術後の大腿四頭筋筋力の早期改善が術後 9 か月の psychological readiness にポジティブな影響を与え、安全で有効なスポーツ復帰に繋がる可能性を示している。

本研究にはいくつかの限界が挙げられる。一点目は、本研究が単一施設の研究であったことである。したがって、移植腱の種類や術後リハビリテーションのプロトコルが異なる場合、本研究とは異なる結果となる可能性がある。二点目は、ACL-RSI が高いほど必ずしも ACL 再建術後のアウトカムが良好であるとは限らなかったことである。ACL-RSI は ACL 損傷前と同等のスポーツレベルへの復帰を予測すると報告されているが⁹⁷、ACL-RSI が高い患者は 2 次 ACL 損傷を生じやすいとの報告もある⁷²。したがって、ACL-RSI の解釈については、引き続き検討の必要がある。最後に、スポーツ復帰の正確なタイミングとレベルについては調査していないことが挙げられる。スポーツ復帰のタイミングと

レベルを考慮した上で，大腿四頭筋筋力の早期回復とスポーツ復帰に向けた psychological readiness の関連性を調査するために更なる研究が必要である．

3.5 結論

術後 9 か月の ACL-RSI スコアが高値であった患者は，ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の大腿四頭筋筋力 LSI が良好であり，術後 3 か月および 9 か月において膝関節伸展 ROM 制限がなく，若年であった．多変量回帰分析の結果，これらの身体的要因の中でも，術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI は特に強い影響を与えていた．術後 3 か月で良好な大腿四頭筋筋力と膝関節伸展 ROM を獲得することで，術後 9 か月の ACL-RSI は改善する可能性がある．

4. 総括論議

本論文では、ACL 再建術後のスポーツ復帰に関連する新たな因子として、近年注目されているスポーツ復帰に向けての psychological readiness とスポーツ復帰レベルおよび身体的要因の関連を検討した。第 2 章では、psychological readiness が高く若年齢であるほど、ACL 再建術後 12 か月における受傷前と同等以上のスポーツレベルでの復帰と関連することを示した。第 3 章では、ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の大腿四頭筋筋力 LSI の高値および膝関節伸展 ROM 制限がないことと若年齢が術後 9 か月の高い psychological readiness と関連し、これらの身体的要因の中でも、術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI は特に強い影響を与えることを明らかにした。本章では、これらの結果が ACL 再建術後リハビリテーションの発展に繋がる可能性や今後の展望について論じる。

ACL 再建術後のスポーツ復帰率に関する systematic review & meta-analysis では約 90%のアスリートが良好な膝関節機能を獲得しているにも関わらず、競技レベルへのスポーツ復帰率が 44%と低かったことから、心理的要因などの他の要因がスポーツ復帰に関連している可能性を示した¹⁰。この報告を契機に、ACL 再建術後の心理的要因 (psychological readiness) に関する研究は増加しており、psychological readiness の重要性が明らかになりつつある。近年の systematic review & meta-analysis¹⁰⁷ では、ACL 再建術後のスポーツ復帰を達成した患者は達成できなかった患者と比較して psychological readiness が高値であり、psychological readiness が ACL 再建術後のスポーツ復帰の達成に関連していた。本研究の結果は先行研究¹⁰⁷を支持するもので、psychological readiness がスポーツ復帰の達成だけでなく、スポーツ復帰レベルにも関連することを示した。ACL 再建術後の受傷前と同等以上のスポーツ復帰レベルを向上させるためにも、今後は psychological readiness とスポーツ復帰レベルの因果関係の検討を目的とした前向きコホート研究が必要である。

ACL 再建術後の psychological readiness がスポーツ復帰に関連することが明らかとなり、次第に psychological readiness に影響する因子の検討が行われてきた。ACL 損傷後のスポーツ復帰に関する生物心理社会モデルでは、身体的要因、心理的要因、社会的要因、機能的パフォーマンスが互いに関連していることが示されており⁶、ACL 再建術後の身体的要因と心理的要因は互いに関連する可能性が考えられている。ACL 再建術後の大腿四頭筋およびハムストリング筋力と psychological readiness との関連性を検討した報告では、これらの間に関連を認める報告と関連を認めない報告がありコンセンサスは得られていない^{1,48,62}。本論文の第 3 章では術後 3 か月の大腿四頭筋筋力の筋力低下が少なく、膝関節伸展 ROM 制限のないことが ACL 再建術後 9 か月の psychological readiness を

良好にすることを明らかにした．ACL 再建術後早期の大腿四頭筋筋力は術後 9 か月の大腿四頭筋筋力回復の予測指標として用いられているが¹¹⁵，本研究結果より術後 9 か月の psychological readiness も予測することが明らかとなった．本研究の知見は，スポーツ復帰時期である術後 9 か月に良好な心理状態を作り上げるために術後早期のリハビリテーションがより重要であることを示唆している．ACL 再建術後の psychological readiness は術後リハビリテーションの中で改善すると報告されているが⁷⁶，psychological readiness が低い患者に対する具体的な介入方法については明らかにされていない．今後の研究においては，ACL 再建術後の psychological readiness を改善するための効果的な介入方法についての検討が課題である．

ACL 再建術後の psychological readiness はスポーツ復帰に関連する可能性のある新たな因子として注目されており，psychological readiness 評価の重要性が支持されてきている．一方で，psychological readiness の評価として ACL-RSI を用いる際の問題点も存在し，その内の一つに ACL-RSI のカットオフ値が確立されていないことが挙げられる．ACL 再建術後にスポーツ復帰を達成した症例や受傷前と同等のスポーツレベルに復帰した症例の ACL-RSI は有意に高値であり^{23,40,86,107}，スポーツ復帰に関しては ACL-RSI が高値である方が望ましいと考えられる．一方で，ACL 再建術後に 2 次 ACL 損傷を呈した症例は呈していない症例と比較して ACL-RSI が有意に高値⁷²であることから，一概に高値の ACL-RSI が良いとは言い難い．ACL-RSI のカットオフ値に関する研究では，術後 12 か月で受傷前と同等のスポーツレベルで復帰するためのカットオフ値は術後 4 か月で 56 点⁹，術後 6 か月で 55 点⁴⁰，術後 2 年で受傷前と同等のスポーツレベルで復帰するためのカットオフ値は術後 9 か月で 47 点²³と報告されており，報告によって数値が分かれている．今後はスポーツ復帰レベルと 2 次 ACL 損傷の両方を踏まえた ACL-RSI のカットオフ値を算出することが望まれるが現実的には難しく，ACL-RSI 自体の限界となる可能性がある．ACL-RSI は，ACL 再建術後のスポーツ復帰の達成もしくはスポーツ復帰レベルを予測するための評価指標の一つとしての活用が良いかもしれない．

本論文では ACL 再建術後の psychological readiness がスポーツ復帰レベルおよび術後早期の膝関節機能と関連することを示し，ACL 再建術後の psychological readiness に関する新たな知見を明らかにした．一方で，本論文の限界の一つに因果関係を明らかにすることができなかったことが挙げられる．第 2 章では psychological readiness とスポーツ復帰レベルに関連性があることを示したが，psychological readiness の高い患者が高いスポーツレベルに復帰しているのか，もしくは高いスポーツレベルに復帰した患者の psychological readiness が高かったのかの因果関係は不明である．第 3 章も同様に，術後早期の良好な膝関節機能を有する患者が術後 9 か月の psychological readiness も良

好であったのか、もしくは術後 9 か月の psychological readiness が良好な患者が術後早期の膝関節機能も良好であったのかの因果関係は明らかにできていない． 今後は前向きコホート研究や介入研究を通じて， ACL 再建術後の psychological readiness に関する因果関係を明らかにする必要があるだろう．

5. 結論

本論文の目的は、ACL 再建術後の psychological readiness とスポーツ復帰レベルおよび身体的要因の関連を検討することであった。第 2 章では、ACL 再建術後の psychological readiness と術後 12 か月の主観的スポーツ復帰レベルの関連を検討した。第 3 章では、ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の膝関節周囲筋力と ROM が術後 9 か月の psychological readiness に与える影響を検討した。これら 2 つの研究により、以下の結論を得た。

1. Psychological readiness が高値で若年齢であるほど、ACL 再建術後 12 か月における受傷前と同様のスポーツに受傷前と同等かそれ以上のレベルでの復帰と関連した。
2. ACL 再建術後 3 か月および 9 か月の高い大腿四頭筋筋力 LSI および膝関節伸展 ROM 制限がないことと若年齢であることが、術後 9 か月の高い psychological readiness と関連していた。これらの身体的要因の中でも、術後 3 か月の大腿四頭筋筋力 LSI は特に強い影響を与えていた。

6. 謝辞

本研究は、筆者が北海道大学大学院保健科学院博士後期課程在学中に、同大学院保健科学研究院リハビリテーション科学分野、寒川美奈准教授にご指導頂き行われたものです。寒川美奈准教授には修士課程から6年間に渡ってご指導頂き、論文に対する批判的吟味の重要性や国際論文を作成するための技法など非常に多くのことを学ばせて頂きました。社会人学生として入学し、なかなかゼミ活動にも積極的に参加することのできない状況の中、多大なるご指導やご支援を賜りましたことを心より感謝申し上げます。

北海道大学大学院保健科学研究院リハビリテーション科学分野、遠山晴一教授、前島洋教授にはご多忙の中、本論文の審査員として親身なご指導、ご指摘を賜り深く感謝申し上げます。また、遠山晴一教授には研究内容に関して専門的な視点から貴重なご意見やご指導を賜りましたことを心より感謝申し上げます。

北海道大学大学院保健科学研究院リハビリテーション科学分野、笠原敏史助教、石田知也講師、越野裕太助教には研究内容に関してご指導を賜り深く感謝申し上げます。特に、石田知也講師には本研究のデータ解析や論文作成、査読対応など全ての局面で多大なるご指導を賜りましたことを心より感謝申し上げます。

社会医療法人朋仁会整形外科北新病院、青木喜満会長、井上千春医師、金子知医師、松本尚理学療法士、伊藤雄理学療法士をはじめ、同病院に所属する医師、リハビリテーション科の方々には社会人学生としてご理解、ご協力頂きましたこと心より感謝申し上げます。松本尚理学療法士、伊藤雄理学療法士には、修士課程から博士後期課程に至るまで、臨床的な側面からも多大なご指導を賜り、深く感謝申し上げます。

北海道大学大学院保健科学院、運動器障害学研究室ならびにスポーツ理学療法学研究室の関係者の皆様には、本研究を進める上で貴重なご意見を賜りましたことを深く感謝申し上げます。

最後に、長きに渡る学生生活を支えて頂いた家族に、この場を借りて心から感謝の意を表します。

7. 引用文献

1. Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, et al. Factors associated with psychological readiness to return to sports with cutting, pivoting, and jump-landings after primary ACL reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(11):2325967120964484.
2. Aizawa J, Hirohata K, Ohji S, et al. Cross-sectional study on relationships between physical function and psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022;14(1):97.
3. Albano TR, Rodrigues CAS, Melo AKP, de Paula PO, Almeida GPL. Clinical decision algorithm associated with return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2020;55(7):691-698.
4. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73(2):260-267.
5. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med.* 2016;50(14):853-864.
6. Ardern CL, Kvist J, Webster KE. Psychological aspects of anterior cruciate ligament injuries. *Operative Techniques in Sports Medicine.* 2016;24(1):77-83.
7. Ardern CL, Osterberg A, Tagesson S, et al. The impact of psychological readiness to return to sport and recreational activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med.* 2014;48(22):1613-1619.
8. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med.* 2014;48(21):1543-1552.
9. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med.* 2013;41(7):1549-1558.
10. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):596-606.
11. Beischer S, Gustavsson L, Senorski EH, et al. Young athletes who return to sport before 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction have a rate of new

- injury 7 times that of those who delay return. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020;50(2):83-90.
12. Beischer S, Hamrin Senorski E, Thomee C, Samuelsson K, Thomee R. How is psychological outcome related to knee function and return to sport among adolescent athletes after anterior aruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med.* 2019;47(7):1567-1575.
 13. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Jr., Garrett WE, Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics.* 2000;23(6):573-578.
 14. Bonamo JJ, Fay C, Firestone T. The conservative treatment of the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med.* 1990;18(6):618-623.
 15. Brophy RH, Stepan JG, Silvers HJ, Mandelbaum BR. Defending puts the anterior cruciate ligament at risk during soccer: a gender-based analysis. *Sports Health.* 2015;7(3):244-249.
 16. Burland JP, Kostyun RO, Kostyun KJ, et al. Clinical outcome measures and return-to-sport timing in adolescent athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2018;53(5):442-451.
 17. Chalmers PN, Mall NA, Moric M, et al. Does ACL reconstruction alter natural history?: a systematic literature review of long-term outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(4):292-300.
 18. Chmielewski TL, Zeppieri G, Jr., Lentz TA, et al. Longitudinal changes in psychosocial factors and their association with knee pain and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther.* 2011;91(9):1355-1366.
 19. Clancy WJ, Nelson D, Reider B, Narechania R. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(3):352-359.
 20. Cochrane JL, Lloyd DG, Buttfield A, Seward H, McGivern J. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in australian football. *J Sci Med Sport.* 2007;10(2):96-104.
 21. Cuzzolin M, Previtali D, Zaffagnini S, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction versus nonoperative treatment: better function and less secondary meniscectomies but no difference in knee osteoarthritis-a meta-analysis. *Cartilage.* 2021;13(1_suppl):1658S-1670S.
 22. Della Villa F, Buckthorpe M, Grassi A, et al. Systematic video analysis of ACL injuries in professional male football (soccer): injury mechanisms, situational patterns and biomechanics study on 134 consecutive cases. *Br J Sports Med.* 2020.
 23. Faleide AGH, Magnussen LH, Strand T, et al. The Role of psychological readiness in return to sport assessment after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am*

- J Sports Med.* 2021;49(5):1236-1243.
24. Faltstrom A, Hagglund M, Kvist J. Factors associated with playing football after anterior cruciate ligament reconstruction in female football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(11):1343-1352.
 25. Faltstrom A, Hagglund M, Kvist J. Patient-reported knee function, quality of life, and activity level after bilateral anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2013;41(12):2805-2813.
 26. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175-191.
 27. Fones L, Kostyun RO, Cohen AD, Pace JL. Patient-reported outcomes, return-to-sport status, and reinjury rates after anterior cruciate ligament reconstruction in adolescent athletes: minimum 2-year follow-up. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(11):2325967120964471.
 28. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40(3):193-201.
 29. Fuss FK. Anatomy of the cruciate ligaments and their function in extension and flexion of the human knee joint. *Am J Anat.* 1989;184(2):165-176.
 30. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med.* 2016;50(13):804-808.
 31. Hirohata K, Aizawa J, Furuya H, et al. The Japanese version of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale has acceptable validity and reliability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2519-2525.
 32. Hootman J, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007;42(2):311-319.
 33. Huang H, Nagao M, Arita H, et al. Validation and defining the minimal clinically important difference of the Japanese version of the IKDC Subjective Knee Form. *J Orthop Sci.* 2021;26(1):149-155.
 34. Hunnicutt JL, Xerogeanes JW, Tsai LC, et al. Terminal knee extension deficit and female sex predict poorer quadriceps strength following ACL reconstruction using all-soft tissue quadriceps tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(9):3085-3095.
 35. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, et al. Development and validation of the

- international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):600-613.
36. Ishida T, Samukawa M, Suzuki M, et al. Improvements in asymmetry in knee flexion motion during landing are associated with the postoperative period and quadriceps strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Res Sports Med.* 2023;31(3):285-295.
 37. Ithurburn MP, Paterno MV, Ford KR, Hewett TE, Schmitt LC. Young athletes with quadriceps femoris strength asymmetry at return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction demonstrate asymmetric single-leg drop-landing mechanics. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2727-2737.
 38. Kilic O, Aoki H, Goedhart E, et al. Severe musculoskeletal time-loss injuries and symptoms of common mental disorders in professional soccer: a longitudinal analysis of 12-month follow-up data. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(3):946-954.
 39. Kitaguchi T, Tanaka Y, Takeshita S, et al. Preoperative quadriceps strength as a predictor of return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction in competitive athletes. *Phys Ther Sport.* 2020;45:7-13.
 40. Kitaguchi T, Tanaka Y, Takeshita S, et al. Importance of functional performance and psychological readiness for return to preinjury level of sports 1 year after ACL reconstruction in competitive athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(7):2203-2212.
 41. Kobayashi H, Kanamura T, Koshida S, et al. Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: A twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *J Sport Sci Med.* 2010;9(4):669-675.
 42. Koshino Y, Watanabe K, Akimoto M, et al. Factors associated with persistent pain in college athletes with a history of lateral ankle sprain. *Phys Ther Sport.* 2023;64:27-31.
 43. Kostyun RO, Burland JP, Kostyun KJ, Milewski MD, Nissen CW. Male and female adolescent athletes' readiness to return to sport after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Clin J Sport Med.* 2019.
 44. Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med.* 2007;35(3):359-367.
 45. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Br J Sports Med.* 2016;50(15):946-951.

46. Langford JL, Webster KE, Feller JA. A prospective longitudinal study to assess psychological changes following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Br J Sports Med.* 2009;43(5):377-381.
47. Lentz TA, Zeppieri G, Jr., Tillman SM, et al. Return to preinjury sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: contributions of demographic, knee impairment, and self-report measures. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(11):893-901.
48. Lepley AS, Pietrosimone B, Cormier ML. Quadriceps function, knee pain, and self-reported outcomes in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *J Athl Train.* 2018;53(4):337-346.
49. Lindanger L, Strand T, Molster AO, Solheim E, Inderhaug E. Return to play and long-term participation in pivoting sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2019;47(14):3339-3346.
50. Losciale JM, Zdeb RM, Ledbetter L, Reiman MP, Sell TC. The association between passing return-to-sport criteria and second anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(2):43-54.
51. Majewski M, Habelt S, Steinbrück K. Epidemiology of athletic knee injuries: a 10-year study. *Knee.* 2006;13(3):184-188.
52. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2363-2370.
53. Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, et al. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orthop Res.* 1995;13(6):930-935.
54. Matsumoto H, Suda Y, Otani T, et al. Roles of the anterior cruciate ligament and the medial collateral ligament in preventing valgus instability. *J Orthop Sci.* 2001;6(1):28-32.
55. Miki T, Nishigami T, Takebayashi T, Yamauchi T. Association between central sensitivity syndrome and psychological factors in people with presurgical low back pain: a cross-sectional study. *J Orthop Sci.* 2021;26(3):337-342.
56. Mochizuki T, Muneta T, Nagase T, et al. Cadaveric knee observation study for describing anatomic femoral tunnel placement for two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2006;22(4):356-361.
57. Montgomery C, Blackburn J, Withers D, et al. Mechanisms of ACL injury in professional rugby union: a systematic video analysis of 36 cases. *Br J Sports Med.* 2018;52(15):994-1001.

58. Muller U, Kruger-Franke M, Schmidt M, Rosemeyer B. Predictive parameters for return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(12):3623-3631.
59. Nawasreh Z, Logerstedt D, Cummer K, et al. Do patients failing return-to-activity criteria at 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction continue demonstrating deficits at 2 years? *Am J Sports Med.* 2017;45(5):1037-1048.
60. Noyes FR, Mooar LA, Moorman CT, 3rd, McGinniss GH. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament deficiency. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(5):825-833.
61. Nwachukwu BU, McFeely ED, Nasreddine A, et al. Arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2011;31(8):811-817.
62. O'Connor RF, King E, Richter C, Webster KE, Falvey EC. No relationship between strength and power scores and anterior cruciate ligament return to sport after injury scale 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2020;48(1):78-84.
63. Ohji S, Aizawa J, Hirohata K, et al. Athletic identity and sport commitment in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction who have returned to sports at their pre-injury level of competition. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2021;13(1):37.
64. Ohji S, Aizawa J, Hirohata K, et al. Kinesiophobia is negatively associated with psychological readiness to return to sport in patients awaiting anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2023;39(9):2048-2055.
65. Ohji S, Aizawa J, Hirohata K, et al. The psychological readiness to return to sports of patients with anterior cruciate ligament reconstruction preoperatively and 6 months postoperatively. *Phys Ther Sport.* 2021;50:114-120.
66. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med.* 2004;32(4):1002-1012.
67. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(5):299-304.
68. Palmieri-Smith RM, Lepley LK. Quadriceps strength asymmetry after anterior cruciate ligament reconstruction alters knee joint biomechanics and functional performance at time of return to activity. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1662-1669.
69. 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(10):1968-1978.
70. Peebles AT, Savla J, Ollendick TH, Queen RM. Landing asymmetry is associated with psychological factors after anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2021;53(7):1446-1451.
 71. Petersen W, Taheri P, Forkel P, Zantop T. Return to play following ACL reconstruction: a systematic review about strength deficits. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134(10):1417-1428.
 72. Piussi R, Beischer S, Thomee R, et al. Greater psychological readiness to return to sport, as well as greater present and future knee-related self-efficacy, can increase the risk for an anterior cruciate ligament re-rupture: A matched cohort study. *Arthroscopy.* 2021.
 73. Podlog L, Banham SM, Wadey R, Hannon JC. Psychological readiness to return to competitive sport following injury: a qualitative study. *The Sport Psychologist.* 2015;29(1):1-14.
 74. Rambaud AJM, Ardern CL, Thoreux P, Regnaud JP, Edouard P. Criteria for return to running after anterior cruciate ligament reconstruction: a scoping review. *Br J Sports Med.* 2018;52(22):1437-1444.
 75. Rosenberg TD, Deffner KT. ACL reconstruction: semitendinosus tendon is the graft of choice. *Orthopedics.* 1997;20(5):396, 398.
 76. Sadeqi M, Klouche S, Bohu Y, et al. Progression of the psychological ACL-RSI score and return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective 2-year follow-up study from the french prospective anterior cruciate ligament reconstruction cohort study (FAST). *Orthop J Sports Med.* 2018;6(12):2325967118812819.
 77. Sakane M, Livesay GA, Fox RJ, et al. Relative contribution of the ACL, MCL, and bony contact to the anterior stability of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7(2):93-97.
 78. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507.
 79. Schmitt LC, Paterno MV, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Strength asymmetry and landing mechanics at return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47(7):1426-1434.
 80. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Femoral insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry and

- arthroscopic orientation models for double-bundle bone tunnel placement--a cadaver study. *Arthroscopy*. 2008;24(5):585-592.
81. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks, and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy*. 2008;24(2):154-161.
 82. Sigonney F, Lopes R, Bouche PA, et al. The ankle ligament reconstruction-return to sport after injury (ALR-RSI) is a valid and reproducible scale to quantify psychological readiness before returning to sport after ankle ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(12):4003-4010.
 83. Sousa PL, Krych AJ, Cates RA, et al. Return to sport: does excellent 6-month strength and function following ACL reconstruction predict midterm outcomes? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(5):1356-1363.
 84. Stanley LE, Kerr ZY, Dompier TP, Padua DA. Sex differences in the incidence of anterior cruciate ligament, medial collateral ligament, and meniscal injuries in collegiate and high school sports: 2009-2010 through 2013-2014. *Am J Sports Med*. 2016;44(6):1565-1572.
 85. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The pain catastrophizing scale: development and validation. *Psychological Assessment*. 1995;7(4):524-532.
 86. Suzuki M, Ishida T, Matsumoto H, et al. Association of psychological readiness to return to sports with subjective level of return at 12 months after ACL reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2023;11(9).
 87. Suzuki M, Ishida T, Matsumoto H, et al. Psychological readiness at 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction -which factors affect? *Phys Ther Sport*. 2022;58:74-79.
 88. Swenson DM, Collins CL, Best TM, et al. Epidemiology of knee injuries among U.S. high school athletes, 2005/2006-2010/2011. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45(3):462-469.
 89. Toale JP, Hurley ET, Hughes AJ, et al. The majority of athletes fail to return to play following anterior cruciate ligament reconstruction due to reasons other than the operated knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(11):3877-3882.
 90. Tourville TW, Jarrell KM, Naud S, et al. Relationship between isokinetic strength and tibiofemoral joint space width changes after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2014;42(2):302-311.
 91. Trigsted SM, Cook DB, Pickett KA, et al. Greater fear of reinjury is related to stiffened jump-landing biomechanics and muscle activation in women after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(12):3682-3689.

92. Ueda Y, Matsushita T, Shibata Y, et al. Satisfaction with playing pre-injury sports 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction using a hamstring autograft. *Knee*. 2021;33:282-289.
93. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med*. 2016;50(24):1506-1515.
94. Watanabe K, Koshino Y, Kawahara D, et al. Kinesiophobia, self-reported ankle function, and sex are associated with perceived ankle instability in college club sports athletes with chronic ankle instability. *Phys Ther Sport*. 2023;61:45-50.
95. Watanabe Y, Nikaido T, Yabuki S, et al. Gender differences on preoperative psychologic factors affecting acute postoperative pain in patients with lumbar spinal disorders. *J Orthop Sci*. 2023.
96. Webster KE, Feller JA. Expectations for return to preinjury sport before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2019;47(3):578-583.
97. Webster KE, Feller JA. Who passes return-to-sport tests, and which tests are most strongly associated with return to play after anterior cruciate ligament reconstruction? *Orthop J Sports Med*. 2020;8(12):2325967120969425.
98. Webster KE, Feller JA, Lambros C. Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Phys Ther Sport*. 2008;9(1):9-15.
99. Webster KE, Hewett TE. What is the evidence for and validity of return-to-sport testing after anterior cruciate ligament reconstruction surgery? a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2019;49(6):917-929.
100. Webster KE, McPherson AL, Hewett TE, Feller JA. Factors associated with a return to preinjury level of sport performance after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med*. 2019;47(11):2557-2562.
101. Webster KE, Nagelli CV, Hewett TE, Feller JA. Factors associated with psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med*. 2018;46(7):1545-1550.
102. Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Gokeler A. Passing return to sports tests after ACL reconstruction is associated with greater likelihood for return to sport but fail to identify second injury risk. *Knee*. 2020;27(3):949-957.
103. Wiese-bjornstal DM, Smith AM, Shaffer SM, Morrey MA. An integrated model of response to sport injury: psychological and sociological dynamics. *Journal of Applied Sport Psychology*. 1998;10(1):46-69.
104. 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(7):1861-1876.
105. Woby SR, Roach NK, Urmston M, Watson PJ. Psychometric properties of the TSK-11: a shortened version of the Tampa Scale for Kinesiophobia. *Pain.* 2005;117(1-2):137-144.
 106. Worner T, Thorborg K, Webster KE, Stalman A, Eek F. Psychological readiness is related to return to sport following hip arthroscopy and can be assessed by the Hip-Return to Sport after Injury scale (Hip-RSI). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(5):1353-1361.
 107. Xiao M, van Niekerk M, Trivedi NN, et al. Patients who return to sport after primary anterior cruciate ligament reconstruction have significantly higher psychological readiness: a systematic review and meta-analysis of 3744 patients. *Am J Sports Med.* 2022:3635465221102420.
 108. Xie X, Liu X, Chen Z, et al. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four-strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2015;22(2):100-110.
 109. Xie X, Xiao Z, Li Q, et al. Increased incidence of osteoarthritis of knee joint after ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone autografts than hamstring autografts: a meta-analysis of 1,443 patients at a minimum of 5 years. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015;25(1):149-159.
 110. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 2004;20(10):1015-1025.
 111. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H. Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy.* 2006;22(3):240-251.
 112. Yasuda K, Sasaki T. Exercise after anterior cruciate ligament reconstruction. The force exerted on the tibia by the separate isometric contractions of the quadriceps or the hamstrings. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;220:275-283.
 113. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand.* 1983;67(6):361-370.
 114. Zwolski C, Schmitt LC, Quatman-Yates C, et al. The influence of quadriceps strength asymmetry on patient-reported function at time of return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015;43(9):2242-2249.
 115. 石田知也, 松本尚, 鈴木信, et al. ROC 曲線を用いた膝前十字靱帯再建術症

例に対する術後早期の膝伸展筋力のカットオフ値の検討. *日本整形外科スポーツ医学会雑誌*. 2018;38(1):74-78.

116. 日本整形外科学会, 日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会, 日本整形外科学会診療ガイドライン委員会, 前十字靱帯損傷診療ガイドライン策定委員会. 前十字靱帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン 2019 (改訂第 3 版). 南江堂. 2019.

8. 付録

ACL-RSI

前十字靱帯損傷後のスポーツ復帰に関する質問票 (ACL-RSI)

氏名 _____ 今日の日付 _____ 年 _____ 月 _____ 日

あなたが怪我をする前に主に行っていたスポーツについて、以下の質問にお答えください。
それぞれの質問について現在あなたがどのように感じているかを選択肢のいずれかにチェックしてください。

1. あなたは、怪我をする前と同じレベルでそのスポーツに参加する自信はありますか？

まったく自信がない										とても自信がある	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

2. あなたはそのスポーツに参加することで、再度膝を怪我する可能性があると思いますか？

極めてそう思う										まったくそうは思わない	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

3. あなたはそのスポーツを行うことに神経質になっていますか？

極めて神経質になっている										まったく神経質になっていない	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

4. あなたは、そのスポーツを行うことにあたり、膝崩れ (膝の力が入らなくなる状態、抜ける状態) しないという自信はありますか？

まったく自信がない										とても自信がある	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

5. あなたは、膝を気にせずにそのスポーツを行う自信はありますか？

まったく自信がない										とても自信がある	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

6. あなたは、そのスポーツを行う際に膝を気にしなければならないことについていら立ちを感じますか？

とてもいら立ちを感じる										まったくいら立ちを感じない	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

7. あなたは、そのスポーツで再度膝を怪我するのではないかと怖さはありますか？

非常に怖い										まったく怖くない
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

8. あなたは、膝に負荷がかかっても耐えられる自信はありますか？

まったく自信がない										とても自信がある
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. あなたは、そのスポーツ中に偶発的に膝を怪我するのではないかと怖さはありますか？

非常に心配である										まったく心配はない
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. 再び手術とリハビリテーションをするのではと考えてしまい、そのスポーツへの参加自体を控えてしまいますか？

いつも控えてしまう										まったく控えない
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

11. あなたは、そのスポーツでよい結果を出す自信はありますか？

まったく自信がない										とても自信がある
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12. あなたは、リラックスしてそのスポーツに臨めますか？

リラックスして臨めない										リラックスして臨める
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

IKDC-SKF

膝についての患者自己評価用紙 -IKDC

氏名 _____ 今日の日付 _____ 年 _____ 月 _____ 日

症状

*実際に下記の程度の活動を行ってなくても、著しい症状を訴えることなく可能であると思う最大限の活動を行った場合の症状について評価してください。

1. 著しい膝の痛みなしに行える最高の活動レベルは？
 - ☐ バasketボールやサッカーなどジャンプや旋回などの非常に激しい活動
 - ☐ 重労働、スキー、またはテニスなど激しい活動
 - ☐ 中程度の労働、ランニング、またはジョギングなどの中程度の活動
 - ☐ 徒歩、家事、または庭仕事などの軽い活動
 - ☐ 膝の苦痛のために上記の活動は一切できない
2. 過去 4 週間の間または負傷発生以来、どのくらいの頻度で痛みがありましたか？下記の□は 0（全然痛くない）から 10（いつも痛い）の順に頻度が増しています。□に一つ記を付けてください。

全然痛くない	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	いつも痛い
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
3. 苦痛がある場合はどの程度の痛みですか？下記の□は 0（痛くない）から 10（耐え難く痛い）の順に程度が増しています。□に一つ記を付けてください。

痛くない	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	耐え難く痛い
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
4. 過去 4 週間の間または負傷以来、どの程度の膝のこわばりや腫れがありましたか？
 - ☐ 全然ない
 - ☐ 多少あった
 - ☐ 中程度あった
 - ☐ 非常にあった
 - ☐ 極度にあった
5. 著しい膝の腫れを伴わずに行える最高の活動レベルは？
 - ☐ バasketボールやサッカーなどジャンプや旋回などの非常に激しい活動
 - ☐ 重労働、スキー、またはテニスなど激しい活動
 - ☐ 中程度の労働、ランニング、またはジョギングなどの中程度の活動
 - ☐ 徒歩、家事、または庭仕事などの軽い活動
 - ☐ 膝の腫れのために上記の活動は一切できない
6. 過去 4 週間の間または負傷発生以来、膝を完全に屈曲できなくなったり、膝が動かなくなったり、がくんとなったことがありますか？
 - ☐ はい ☐ いいえ

7. 膝がぐくんとならずに行える最高の活動レベルは？
- ☐ バasketボールやサッカーなどジャンプや旋回などの非常に激しい活動
 - ☐ 重労働、スキー、またはテニスなど激しい活動
 - ☐ 中程度の労働、ランニング、またはジョギングなどの中程度の活動
 - ☐ 徒歩、家事、または庭仕事などの軽い活動
 - ☐ 膝がぐくんとするために上記の活動は一切できない

スポーツ活動

8. 定期的に参加できる最高の活動レベルは？
- ☐ バasketボールやサッカーなどジャンプや旋回などの非常に激しい活動
 - ☐ 重労働、スキー、またはテニスなど激しい活動
 - ☐ 中程度の労働、ランニング、またはジョギングなどの中程度の活動
 - ☐ 徒歩、家事、または庭仕事などの軽い活動
 - ☐ 膝のために上記の活動は一切できない

9. 下記の活動を行うのにどの程度の困難さが伴いますか？

	全然問題ない	少し困難	ある程度困難	非常に困難	全然できない
a. 階段を上る	☐	☐	☐	☐	☐
b. 階段を降りる	☐	☐	☐	☐	☐
c. 膝を前につく	☐	☐	☐	☐	☐
d. かがむ	☐	☐	☐	☐	☐
e. 膝を曲げて座る	☐	☐	☐	☐	☐
f. 椅子から立つ	☐	☐	☐	☐	☐
g. 真っ直ぐ前に走る	☐	☐	☐	☐	☐
h. 負傷した方の脚でジャンプして着地する	☐	☐	☐	☐	☐
i. スポーツ選手の場合急に歩いたり、走ったりして急に止まる	☐	☐	☐	☐	☐

10. 0 から 10 までの数で膝の機能を採点するとしたらどの点数になりますか？

日常生活が	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	日常生活に
出来ない	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	全然制限がない

主観的スポーツ復帰レベルの評価

膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に関して

氏名 _____ 今日の日付 _____ 年 _____ 月 _____ 日

受傷前のスポーツ競技 (_____)

受傷前のスポーツレベル

☐ 競技レベル (部活, クラブチーム) ☐ レクリエーショナルレベル (サークル, 趣味程度)

現在のスポーツ競技 (_____)

現在のスポーツレベル

☐ 競技レベル (部活, クラブチーム) ☐ レクリエーショナルレベル (サークル, 趣味程度)

※ 受傷前と現在のスポーツ競技が異なる場合は①の回答内容に関わらず, ③も回答して下さい

① スポーツ競技への復帰状況について以下の項目のどれか一つにチェックして下さい

- ☐ (1) 受傷前と同等, あるいはそれ以上のパフォーマンスでスポーツ競技へ復帰している
- ☐ (2) 受傷前よりパフォーマンスは低下しているが, 希望するスポーツ競技へ復帰している
- ☐ (3) 何らかのスポーツ競技へ復帰している
- ☐ (4) まだスポーツに復帰していない. ※ (2), (3), (4)を選択した場合は③も回答して下さい

② 現在参加しているスポーツの主観的なパフォーマンスの程度を教えてください

(膝前十字靱帯損傷前のパフォーマンスを100%として, 0~100%の間で答えて下さい)

_____ %

③ スポーツ競技の変更 or 受傷前のパフォーマンスやスポーツに復帰できていない原因として当てはまる項目を選択し, 複数ある場合はより当てはまる項目から順番に番号を記載して下さい

当てはまる順番

- ☐ 再受傷への恐怖感 ()
- ☐ 膝の機能制限 ()
- ☐ 生活や仕事の都合 ()
- ☐ 部活動の引退 ()
- ☐ 大学や専門学校への進学のため ()
- ☐ その他 () ()

2019/10/1配布開始
2023/2/1更新

研究計画書（膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備と主観的スポーツ復帰レベルの関連）

研究計画書

1 研究課題 膝前十字靱帯再建術後 12 か月の心理的スコアが競技復帰レベルに与える影響
2 研究の概要〔目的・対象・方法・予想される効果等の順。なお対象は予定する人数、患者か健康者か、患者の場合は病院名（診療科名）、健康者集団の場合はその集団名称等を記載。〕 （注1）本課題をどのように行っていくか、薬剤の投与方法・投与量・投与期間、採血量、組織の摘出量等を含め、具体的に記載する。 （注2）紙面が足りない場合は別紙に明記すること 目的：膝前十字靱帯（anterior cruciate ligament 以下 ACL）再建術後における心理的状態の評価として、Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury（以下 ACL-RSI）スコアがよく用いられている。ACL 再建術後の競技復帰レベルには、受傷前と同様のパフォーマンスで復帰、或いは受傷前よりパフォーマンスは低下した状態で復帰、何らかのスポーツに復帰の3段階のレベルが報告されているが、それぞれの競技復帰レベルに ACL-RSI スコアが影響するかどうかは明らかにされていない。そこで、本研究では ACL 再建術後 12 か月の心理的スコアが競技復帰レベルに与える影響を検討する。 対象：2018 年 11 月～2021 年 11 月の間に整形外科北新病院にて初回片側 ACL 再建術を施行した症例 164 名（26.5±11.7 歳、男性 81 名、女性 83 名）の診療データを使用して後ろ向き調査を実施する。診療データを使用する後ろ向き観察研究のため、国が定めた倫理指針に基づきオプトアウト（別紙参照）を実施する。オプトアウトの形式は、整形外科北新病院の掲示板にて研究内容を公開し、研究対象者が研究への協力を拒否する機会を保障する。オプトアウトには研究への協力拒否を受け付ける連絡先を明示する。 方法：調査項目は、術後 12 ヶ月時の年齢、性別、術後の膝伸展および屈曲筋力測定値と、質問紙（ACL-RSI スコア、膝機能スコア、競技復帰レベル）による評価とする。膝伸展および屈曲筋力は等速性筋力測定機器（BIODEX System 3）を用いる。また、ACL-RSI スコアは、0-100 点の範囲における 12 項目から構成されており、12 項目の平均値を解析に用いる。膝機能スコアは INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE（以下 IKDC）膝評価用紙（日本語版）を用いる。競技復帰レベルは、「術前と同様のパフォーマンスで術前と同様のスポーツに復帰」、「術前よりパフォーマンスは低下するものの術前と同様のスポーツに復帰」、「何らかのスポーツに復帰」、「スポーツ復帰していない」の4段階を記載した評価用紙を用いる。 効果等：ACL 再建術後の心理的状態と競技復帰レベルの関係性を明らかにすることで、ACL 再建術後の心理的状態を評価することに対する重要性を高めるための一助となる。
3 研究が行われる機関または実施場所 北海道大学大学院保健科学研究院 整形外科北新病院
「保健科学研究院」外の研究については、研究が行われる機関等に研究倫理審査に係わる委員会存置の有無（該当しない場合には記載不要） ☒ あり ☐ なし

4 インフォームド・コンセント及び倫理的配慮について（実施方法については、インフォームド・コンセントの取得方法を含めて記載） 4-1 個人へのインフォームド・コンセントと個人の権利擁護への対策 （インフォームド・コンセントの取得方法（「倫理指針」に基づき、インフォームド・コンセントを文書によらず簡略化・省略する場合は、同指針のどの項目にどのように基づくのかを記載する。）及び個人情報保護の方途その他について具体的に記入すること） （注）紙面が足りない場合は別紙に明記すること ・研究に関わる個人情報の記録された書類及び電子データは、研究発表終了後 10 年間保存する。 ・研究で得られたデータは研究目的以外に使用しない。 ・データは個人を特定しない状態で保存し、鍵付きロッカーにて厳重に管理する。
4-2 研究対象者からの同意について（いずれかをチェックする。） ☐書面、口頭又は電磁的方法で同意を得る ※この場合、その内容を 4-3 に記入すること ☒オプトアウト（以下に該当するものをチェックする。） ☒1）拒否権を保障する ☐2）回答（返答）をもって同意を得られたものとみなす ☐3）情報通知を行う（研究対象者に情報を説明し、通知する） ☒4）情報公開を行う ☐その他（理由：_____） 例）アンケート調査：「2. オプトアウト」の 1）～3）の全てを満たすこと。 カルテ調査：「2. オプトアウト」の 1）及び 4）を満たすこと。
4-3 研究対象者に理解を求め同意を得る方法 該当項目をチェックする。（複数選択有り） ☐文書同意 ☐口頭同意及び同意に係る記録作成 ☐電磁的方法による同意 【説明の具体的内容】 別紙（説明書を添付） 【研究対象者が未成年者、成年で十分な判断力がない場合又は意識がない場合、その他病名に対する配慮が必要な場合などに対処する方法】（「倫理指針」に基づき、記入すること） （該当項目をチェックし、対処する方法を記入すること） ☐未成年者 ☐成年で十分な判断力のない場合 ☐成年で意識のない場合 ☐その他たとえば病名に対する配慮が必要な場合 【対処方法】 ※未成年者等を対象とする場合、「倫理指針」に基づき、インフォームド・コンセントおよびインフォームド・アセントについて記載すること

4-4 研究によって研究対象者に生じうる危険と不快に対する配慮及び問題が生じた場合の対処（具体的に箇条書きで記し、それぞれに対する配慮の内容を記入すること） (注1) 本課題の実施に伴って研究対象者にどのような問題が生じうるか、問題が生じた場合にどのように対応するか、医療費等の負担について等を記す。併せて、問題が起こった場合に、研究責任者は、大学院保健学研究院院長又は本研究院外の研究については、研究が行われる機関が指定する者に速やかに報告する義務があることを記す。さらに、補償の有無についても記し、補償がある場合は、当該補償の内容を含む。補償がない場合には、健康被害が生じた場合には保険診療の範囲内で適切な治療等を行うこと、その他特別な補償はないことを記す。) (注2) 紙面が足りない場合は別紙に明記すること 本研究の取込基準に該当する対象者より研究協力への拒否があった場合は、本研究の対象から除外する。
5 研究により得られた結果等の取扱い（倫理審査委員会手順書第48条を熟読の上、該当項目をチェックする。該当する場合は、当該研究により得られる結果等の研究対象者への説明方針を下欄【説明方針】に具体的に記載すること。なお、研究対象者からインフォームド・コンセントを受ける際には、定めた説明方針を説明し、理解を得なければならない。） ☒該当しない ☐該当する（※次の説明方針を記載する） 【説明方針】
6 備考
北海道大学病院で行う人を対象とする生命科学・医学系研究の場合、保健科学研究院倫理審査委員会での承認後に、北海道大学病院の「生命・医学系研究倫理審査委員会」へ申請願います。その際に、研究責任者が診療科長および/あるいは部門の長の署名を得てください。 診療科長および/あるいは部門の長 氏名

研究計画書（膝前十字靱帯再建術後のスポーツ復帰に向けた心理的準備に影響する因子の検討）

研究計画書

1 研究課題 膝前十字靱帯再建術後早期の膝関節機能が競技復帰時期の心理的スコアに与える影響
2 研究の概要〔目的・対象・方法・予想される効果等の順。なお対象は予定する人数、患者か健康者か、患者の場合は病院名（診療科名）、健康者集団の場合はその集団名称等を記載。〕 （注1）本課題をどのように行っていくか、薬剤の投与方法・投与量・投与期間、採血量、組織の摘出量等を含め、具体的に記載する。 （注2）紙面が足りない場合は別紙に明記すること 目的：膝前十字靱帯（anterior cruciate ligament 以下 ACL）再建術後における心理的状態の評価法として、Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury（以下 ACL-RSI）スコアがある。ACL-RSI スコアは、術前と同レベルへの競技復帰を予測できることが示されている。術後リハビリテーションにおいて、ACL-RSI による改善度の評価は大切であるといわれているものの、術後早期の膝関節機能との関係は明らかにされていない。そこで、本研究では ACL 再建術後早期の膝関節機能が競技復帰時期の心理的スコアに与える影響を検討する。 対象：2017 年 11 月～2020 年 11 月の間に整形外科北新病院にて初回片側 ACL 再建術を施行した症例の診療データを使用して後ろ向き調査を実施する。診療データを使用する後ろ向き観察研究のため、国が定めた倫理指針に基づきオプトアウト（別紙参照）を実施する。オプトアウトの形式は、整形外科北新病院の掲示板にて研究内容を公開し、研究対象者が研究への協力を拒否する機会を保障する。オプトアウトには、研究への協力拒否を受け付ける連絡先を明示する。 方法：調査項目は、年齢、性別、術後の膝伸展および屈曲の関節可動域および筋力、膝機能スコア、ACL-RSI スコアとする。膝伸展および屈曲の関節可動域および筋力は、等速性筋力測定機器（BIOEX System 3）を用いて、術後 3 か月、6 か月、9 か月に測定したデータを用いる。また、膝機能は INTERNATIONAL KNEE DOCUMENTATION COMMITTEE（以下 IKDC）膝評価用紙（日本語版）を用いて、術後 6 か月と術後 9 か月に計測したデータを用いる。ACL-RSI スコアは、術後 9 か月の計測データを使用する。ACL-RSI スコアは、0-100 点の範囲における 12 項目から構成されており、12 項目の平均値を解析に用いる。 効果等：ACL 再建術後の心理的状態に与える影響因子を明らかにすることで、術後の競技復帰に影響する心理的状態への理解と改善に対するアプローチの一助となる。
3 研究が行われる機関または実施場所 北海道大学大学院保健科学研究院 整形外科北新病院
「保健科学研究院」外の研究については、研究が行われる機関等に研究倫理審査に係わる委員会存置の有無（該当しない場合には記載不要） あり なし

4 インフォームド・コンセント及び倫理的配慮について（実施方法については、インフォームド・コンセントの取得方法を含めて記載） 4-1 個人へのインフォームド・コンセントと個人の権利擁護への対策 （インフォームド・コンセントの取得方法（「倫理指針」に基づき、インフォームド・コンセントを文書によらず簡略化・省略する場合は、同指針のどの項目にどのように基づくのかを記載する。）及び個人情報保護の方途その他について具体的に記入すること） （注）紙面が足りない場合は別紙に明記すること ・研究に関わる個人情報の記録された書類及び電子データは、研究発表終了後 10 年間保存する。 ・研究で得られたデータは、個人が特定できないように十分配慮する。 ・研究で得られたデータは、研究の目的以外に使用しない。また、関係者以外に流出しないよう厳重に保管する。
4-2 研究対象者からの同意について（いずれかをチェックする。） ☐書面、口頭又は電磁的方法で同意を得る ※この場合、その内容を4-3に記入すること ☒オプトアウト（以下に該当するものをチェックする。） ☒1) 拒否権を保障する ☐2) 回答（返答）をもって同意を得られたものとみなす ☐3) 情報通知を行う（研究対象者に情報を説明し、通知する） ☒4) 情報公開を行う ☐その他（理由：_____） 例）アンケート調査：「2. オプトアウト」の1）～3）の全てを満たすこと。 カルテ調査：「2. オプトアウト」の1）及び4）を満たすこと。
4-3 研究対象者に理解を求め同意を得る方法 該当項目をチェックする。（複数選択有り） ☐文書同意 ☐口頭同意及び同意に係る記録作成 ☐電磁的方法による同意 【説明の具体的内容】 別紙（説明書を添付） 【研究対象者が未成年者、成年で十分な判断力がない場合又は意識がない場合、その他病名に対する配慮が必要な場合などに対処する方法】（「倫理指針」に基づき、記入すること） （該当項目をチェックし、対処する方法を記入すること） ☐未成年者 ☐成年で十分な判断力のない場合 ☐成年で意識のない場合 ☐その他たとえば病名に対する配慮が必要な場合 【対処方法】 ※未成年者等を対象とする場合、「倫理指針」に基づき、インフォームド・コンセントおよびインフォームド・アセントについて記載すること

4-4 研究によって研究対象者に生じうる危険と不快に対する配慮及び問題が生じた場合の対処（具体的に箇条書きで記し、それぞれに対する配慮の内容を記入すること） （注1）本課題の実施に伴って研究対象者にどのような問題が生じうるか、問題が生じた場合にどのように対応するか、医療費等の負担について等を記す。併せて、問題が起こった場合に、研究責任者は、大学院保健学研究院院長又は本研究院外の研究については、研究が行われる機関が指定する者に速やかに報告する義務があることを記す。さらに、補償の有無についても記し、補償がある場合は、当該補償の内容を含む。補償がない場合には、健康被害が生じた場合には保険診療の範囲内で適切な治療等を行うこと、その他特別な補償はないことを記す。） （注2）紙面が足りない場合は別紙に明記すること 本研究の取込基準に該当する対象者より研究協力への拒否があった場合は、本研究の対象から除外する。
5 研究により得られた結果等の取扱い（倫理審査委員会手順書第48条を熟読の上、該当項目をチェックする。該当する場合は、当該研究により得られる結果等の研究対象者への説明方針を下欄【説明方針】に具体的に記載すること。なお、研究対象者からインフォームド・コンセントを受ける際には、定めた説明方針を説明し、理解を得なければならない。） ☒該当しない ☐該当する（※次の説明方針を記載する） 【説明方針】
6 備考
北海道大学病院で行う人を対象とする生命科学・医学系研究の場合、保健科学研究院倫理審査委員会での承認後に、北海道大学病院の「生命・医学系研究倫理審査委員会」へ申請願います。その際に、研究責任者が診療科長および/あるいは部門の長の署名を得てください。 診療科長および/あるいは部門の長 氏名

9. 業績一覧

本論文の一部は以下の論文に発表した。

1. **Makoto Suzuki**, Tomoya Ishida, Hisashi Matsumoto, Satoru Kaneko, Chiharu Inoue, Yoshimitsu Aoki, Harukazu Tohyama, Mina Samukawa. Association of psychological readiness to return to sports with subjective level of return at 12 months after ACL reconstruction. *Orthop J Sports Med*, 2023; 11(9), 23259671231195030.
2. **Makoto Suzuki**, Tomoya Ishida, Hisashi Matsumoto, Satoru Kaneko, Chiharu Inoue, Yoshimitsu Aoki, Harukazu Tohyama, Mina Samukawa. Psychological readiness at 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction –which factors affect? *Phys Ther Sport*. 2022; 58:74–79.

本論文の一部は以下の学会に発表した。

1. **鈴木信**, 石田知也, 松本尚, 寒川美奈, 金子知, 井上千春, 青木喜満, 遠山晴一. 膝前十字靱帯再建術後早期の膝関節機能は競技復帰時期の心理的スコアと関連する. 第14回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会, 第48回日本整形外科スポーツ医学会学術集会 (JOSKAS-JOSSM 2022) 2022年6月 (札幌市, 札幌コンベンションセンター・札幌市産業振興センター)

その他の業績リスト

学術論文一覧

1. Tomoya Ishida, Mina Samukawa, **Makoto Suzuki**, Hisashi Matsumoto, Yu Ito, Miku Sakashita, Yoshimitsu Aoki, Masanori Yamanaka, Harukazu Tohyama. Improvements in asymmetry in knee flexion motion during landing are associated with the postoperative period and quadriceps strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *Research in Sports Medicine*. 2023; 31(3):285–295.
2. **Makoto Suzuki**, Tomoya Ishida, Mina Samukawa, Hisashi Matsumoto, Yu Ito, Yoshimitsu Aoki, Harukazu Tohyama. Rate of torque development in the quadriceps after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autografts in young female athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022; 19(18):11761.

3. 石田知也, 鈴木信, 松本尚, 金子知, 井上千春, 青木喜満. 高校バスケットボール選手における膝前十字靱帯損傷の受傷時期に関する予備的調査. 日本整形外科スポーツ医学会誌. 2020; 40(3):411-414.

学会発表一覧

1. 鈴木信, 石田知也, 松本尚, 寒川美奈, 遠山晴一, 青木喜満. 膝前十字靱帯再建術後の患者報告型膝機能スコアが改善しない症例の特徴. 第 10 回日本スポーツ理学療法学会学術大会 2024 年 1 月 (さいたま市, ソニックシティ)
2. 松本尚, 石田知也, 井野拓実, 鈴木信, 坂下未来, 青木喜満, 松西野花, 寒川美奈, 遠山晴一. 姿勢推定 AI プログラム OpenPose による動作解析を用いた膝前十字靱帯再建術後の着地動作非対称性の評価. 日本スポーツ整形外科学会 2023 2023 年 6 月 (広島市, リーガロイヤルホテル広島・広島県立総合体育館)
3. 近藤健一郎, 松本尚, 三上兼太郎, 鈴木信, 青木喜満, 安田和則, 八木知徳, 井上雅之, 近藤英司, 遠山晴一, 井上千春, 金子知. 大腿四頭筋腱浅層を用いた内側膝蓋大腿靱帯再建術症例における術後 12 か月の膝伸展筋力に影響する因子の検討. 第 142 回北海道整形災害外科学会 2023 年 6 月 (札幌市, 札幌医科大学臨床教育研究棟)
4. 鈴木信, 石田知也, 松本尚, 伊藤雄, 寒川美奈, 青木喜満. 膝前十字靱帯再建術後 3 か月の膝伸展筋力目標値の達成に影響を与える因子の検討. 第 73 回北海道理学療法士学術大会 2022 年 6 月 (旭川市, 大雪クリスタルホール)
5. 石田知也, 寒川美奈, 鈴木信, 松本尚, 伊藤雄, 坂下未来, 青木喜満, 山中正紀, 遠山晴一. 膝前十字靱帯再建術後の着地動作における膝関節屈曲運動の非対称性と術後期間および大腿四頭筋筋力の関連. 第 13 回日本関節鏡・膝・スポーツ整形外科学会, 第 47 回日本整形外科スポーツ医学会学術集会 (JOSKAS-JOSSM 2021) 2021 年 6 月 (WEB 開催)