

I. 推奨グレードの決定およびエビデンスレベルの分類

1. 推奨グレードの決定

推奨グレードは、「Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007」に記載されている「推奨の決定」を参考とし、表1、表2のごとく社団法人日本理学療法士協会ガイドライン特別委員会理学療法診療ガイドライン部会にて策定した規準に従って決定した。

表1 「理学療法評価（指標）」の推奨グレード分類

推奨グレード Grades of recommendations	内容 Type of recommendations
A	信頼性, 妥当性のあるもの
B	信頼性, 妥当性が一部あるもの
C	信頼性, 妥当性は不明確であるが, 一般的に使用されているもの (ただし, 「一般的」には学会, 委員会等で推奨されているものも含む)

表2 「理学療法介入」の推奨グレード分類

推奨グレード Grades of recommendations	内容 Type of recommendations
A	行うように勧められる強い科学的根拠がある
B	行うように勧められる科学的根拠がある
C1	行うように勧められる科学的根拠がない
C2	行わないように勧められる科学的根拠がない
D	無効性や害を示す科学的根拠がある

2. エビデンスレベルの分類

エビデンスレベルは、表3のごとく「Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007」に記載されている「エビデンスのレベル分類」に準じて判定した。

表3 「理学療法介入」のエビデンスレベル分類

エビデンスレベル Level of evidence	内容 Type of evidence
1	システマティック・レビュー/RCT のメタアナリシス
2	1つ以上のランダム化比較試験による
3	非ランダム化比較試験による
4a	分析疫学的研究(コホート研究)
4b	分析疫学的研究(症例対照研究, 横断研究)
5	記述研究(症例報告やケース・シリーズ)
6	患者データに基づかない, 専門委員会や専門家個人の意見

RCT: randomized controlled trial

(福井次矢・他(編):Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007. 医学書院, 2007 より引用)

※エビデンスレベルが1または2の結果であっても、そのRCTの症例数が十分でなかったり、企業主導型の論文のみしか存在せず再検討がいずれ必要と判定した場合は、「理学療法介入」の推奨グレードを一段階下げて「B」とした。

3. 膝前十字靭帯損傷 理学療法診療ガイドライン

班長	川島 敏生	(日本鋼管病院)
副班長	大見 頼一	(日本鋼管病院)
班員	前田 慎太郎	(佐々木病院)
	宮本 謙司	(青葉さわい病院)
	尹 成祚	(日本鋼管病院)
	川島 達宏	(日本鋼管病院)
	長妻 香織	(日本鋼管病院)

目次

第1章 はじめに	171
第2章 参考としたガイドライン, 引用したデータベース	172
第3章 理学療法評価(指標)の推奨グレード	173
第4章 理学療法介入の推奨グレードとエビデンスレベル	184
第5章 現状と展望	203
用語	204
アブストラクトテーブル	207
備考	228

第1章 はじめに

膝関節は股関節のような骨自体の安定性は低く、靭帯、半月板、筋や腱などの組織が安定性に大きく関与している。運動時には大きな可動性ととも安定性が要求され、力学的ストレスにさらされる関節であり、スポーツ傷害も多く発生する部位である。スポーツでの膝関節靭帯損傷のほぼ半数は膝前十字靭帯（anterior cruciate ligament: ACL）損傷といわれ、米国ではACL損傷が年間10万件以上発生しているともいわれている。

ACL損傷後におこる臨床症状は膝くずれ（giving way）であり、スポーツ活動を大きく制限するだけでなく、それを放置することにより半月板損傷や関節軟骨損傷などの二次的な関節内の損傷をきたす可能性が高い。

ACLは長さ約35 mm、中央部の最大横径約11 mmの関節内靭帯で、前内側線維（anteromedial band）と後外側線維（posterolateral band）に分けられる。大腿骨外顆内側後方より起こり、前内方に走行し、脛骨顆間結節内側およびその前方に付着する。脛骨側の付着部は30 mm程度で縦長であり、大腿骨側の付着部は23 mm程度の円弧状である。ACLは膝関節伸展位において大腿四頭筋を収縮させると、受動的な屈伸よりも明らかに緊張が高まる。それに対してハムストリングスの収縮はACLのストレスを減少させ、ハーフスクワットの様なclosed kinetic chainではACLの伸張は少ないといわれる。このようにACLは一般の骨・関節疾患と異なり単純に荷重量に相応したストレスを受けることはない反面、再建術後の理学療法において各種のパフォーマンスによってACLに加わるストレスを理解する必要がある。そのため、この項目を入れる必要を感じたが既定の目次項目に馴染まなかったため備考に載せることとした。

靭帯損傷の受傷機転は、第三者による外力が直接靭帯へストレスを加えて受傷する接触損傷（contact injury）と活動中の身体の減・加速の慣性力と筋力で受傷する非接触損傷（non-contact injury）に大別される。ACL損傷の受傷機転としては、スポーツ種目により異なるが非接触損傷が多く、cutting（方向転換）動作、landing（着地）動作、stopping（減速・停止）動作を受傷機転として多く発生している。

このようにACL損傷は非接触損傷が多く、また受傷時の動的アライメントや発生の内的・外的危険因子が解明されてきている。その結果、いくつかのACL損傷予防プログラムが開発され、疫学的にその効果も証明されてきている。

今回、ACL損傷理学療法ガイドラインをまとめるにあたり、その重要性を理解していただくために、まず病態、疫学に関する文献をまとめた。また、現時点の標準的治療法は自家腱移植術での靭帯再建術であるが、その治療法も変遷してきたため、保存療法や一次縫合術、人工靭帯での再建術に関する文献もピックアップした。さらに、理学療法士として最も興味のあるであろう再建術後の理学療法に関する文献をまとめた。協会会員の皆様の臨床業務に少しでもお役に立てば幸いである。

第2章 参考としたガイドライン, 引用したデータベース

1. 参考としたガイドラインなど

- 1) 日本整形外科診療ガイドライン委員会/ACL 損傷ガイドライン策定委員会 (編) : 膝前十字靭帯 (ACL) 損傷診療ガイドライン. 南江堂, 東京, 2006.
- 2) 福林 徹, 蒲田和芳 (監) : ACL 損傷予防プログラムの科学的基礎. NAP, 東京, 2008.

2. 引用したデータベース

- 1) Pub Med
- 2) Ovid MEDLINE
- 3) 医学中央雑誌

第3章 理学療法評価(指標)の推奨グレード

1. 病態・経過(二次的損傷)

推奨グレード A

- ・ 外傷性関節血腫を呈した 500 膝の損傷部位を調査した。その結果、靭帯損傷は 449 膝 (89.8%)、膝蓋骨脱臼は 24 膝 (4.8%)、半月板単独損傷は 12 膝 (2.4%)、治癒を要しないと考えられる外傷性血症は 15 膝 (3.0%) であった。靭帯損傷のうち前十字靭帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷は 265 膝 (59.0%)、内側側副靭帯損傷 (medial collateral ligament: MCL) 損傷は 94 膝 (20.9%)、後十字靭帯 (posterior cruciate ligament: PCL) 損傷は 72 膝 (16.0%)、外側支持機構損傷は 18 膝 (4.0%) であった¹⁾。
- ・ ラックマンテスト (Lachman test)、前方引き出しテスト (anterior drawer test)、ピボットシフトテスト (pivot shift test) は ACL 損傷を診断するための特異的検査である。マックマレーテスト (McMurray test) は ACL 損傷がある場合は半月板損傷を診断する高感度テストではない²⁾。
- ・ ACL 損傷後 98 例中 34 例 (34.7%) に半月板損傷や関節軟骨損傷などの二次的損傷が認められた³⁾。
- ・ ACL 以外の重篤な靭帯損傷を認めない 135 例を対象とし、ACL 損傷日から初診日までの日数により半月板損傷率に差があるか検討した。その結果、内側半月板に関しては受傷日から 1 年以上経過した群で有意に損傷率が高く、外側半月板に関しては有意差がなかった⁴⁾。
- ・ ACL 損傷から手術までの待機期間と活動性および装具装着の有無が関節軟骨と半月板損傷に与える影響を調査した。対象は、ACL 損傷後 1 週間以内に ACL 損傷と診断された 51 例とした。その結果、手術待機期間と軟骨・半月板損傷との間に相関を認めなかったが、活動性と軟骨損傷との間に相関を認め、また特に装具を装着していなかった群で活動性と軟骨損傷との間に強い相関を認めた。活動レベルが高い症例では二次的な軟骨損傷を合併しやすく、また装具を装着していないことは、より二次的な軟骨損傷が生じやすいことがわかった⁵⁾。

文献

- 1) 西田昌功：外傷性膝関節血症の診断。関東整災誌 17：390-393，1986。
- 2) Jain DK, Amaravati R, Sharma G. Evaluation of the clinical signs of anterior cruciate ligament and meniscal injuries. Indian J Orthop 43: 375-378, 2009.
- 3) Finsterbush A, Frankle U, Matan Y, et al.: Secondary damage to the knee after isolated injury of the anterior cruciate ligament. AM J Sports Med 18: 475-479, 1990.

- 4) 安本正徳, 菊川和彦, 濱西道雄・他: 膝前十字靭帯断裂に伴った半月板損傷, 受傷時期と受傷後治療状況による検討. 膝 32 : 243-246, 2007.
- 5) 中佐智幸, 出家正隆, 安達伸生・他: ACL 損傷から手術までの待機期間と活動性が関節軟骨・半月板に与える影響. 膝 30 : 78-81, 2005.

2. 疫学

1) 受傷機転

推奨グレード B

- ・ バスケットボールでの Anterior cruciate ligament (ACL) 損傷者 39 選手(男性 17 名, 女性 22 名) をビデオ解析した。その結果, 損傷時の動作として片脚着地が 10 例, 両脚着地が 13 例と着地動作が多くを占めていた。また, 受傷はイニシャルコンタクト後 17 から 50 msec のうちに生じていた¹⁾。
- ・ スキー損傷膝を除く 89 選手 (100 膝) の受傷機転を質問紙方法で行った。その結果, 非接触型損傷者が 71 例 (72%), 接触型損傷者が 28 例 (28%) と非接触型損傷の割合が多かった²⁾。
- ・ 大学生 23 名の ACL 損傷の受傷機転の調査にて, 膝の弛緩性が ACL 損傷と関連を認めた。また, ACL 損傷の 70% が非接触型損傷であった。そして, そのタイミングは初期接地期 (foot strike) であった。この損傷者のうち 53% は膝軽度屈曲, 脛骨の内旋を伴っていた。さらに, 損傷時の 30% にクラック音やポップ音がおこり, 61% が前方脱臼感を感じた。また, 17% は損傷後すぐに運動が可能であったと報告した³⁾。
- ・ National Collegiate Athletic Association (NCAA) のデータベースを元に 1990 年から 2002 年までの男子, 女子バスケットボール選手の ACL 損傷にかかわるデータを抽出調査した。男子の接触損傷は 37 例, 非接触損傷は 78 例 (70.1%), 女子の接触損傷は 100 例, 非接触損傷は 305 例 (75.7%) とバスケットボールでは両群共に非接触損傷が多かった⁴⁾。
- ・ NCAA のデータベースを元に 1990 年から 2002 年まで男子, 女子サッカー選手の ACL 損傷にかかわるデータを抽出した。その結果, 男子の接触損傷は 72 例, 非接触損傷は 66 例 (49.6%), 女子の接触損傷は 115 例, 非接触損傷は 161 例 (58.3%) であった⁴⁾。

2) 性差

推奨グレード B

- ・ NCAA のデータベースを元に 1990 年から 2002 年まで男子, 女子バスケットボール, サッカー選手の ACL 損傷にかかわるデータを抽出。各競技における損傷発生件数は,

男性バスケットボール 115 件, 男性サッカー138 件, 女性バスケットボール 405 件, 女性サッカー276 件と女性スポーツの方が損傷者は多く, 損傷率が高かった⁴⁾。

- 1994 年から 2003 年まで陸軍士官学校に所属した選手において, ACL 損傷者は 353 名であった。総合的損傷発生率は, 男性 3.24%, 女性 3.51%であった。発生率の男女差は, 女性で 1.51 倍であった。また, 競技別の女性発生率は体操競技で 5.76 倍, 室内障害物競技で 3.72 倍, バスケットボールで 2.42 倍と女性で多いと報告された⁵⁾。
- PubMed を用い「gender」「sport」「prior injury-reduction training」でメタ検索を実施した。各々の女性発生率は男性と比較し, バスケットボール 3.5 倍, サッカー2.67 倍, ラクロス 1.18 倍, アルペンスキー1 倍であった⁶⁾。
- 大学新入部員 105 名のサッカー・バスケットボール選手 (女性 53 名, 男性 52 名) を調査した。女性サッカー, バスケットボール選手の ACL 損傷率は男性と比較し 7 倍であった⁷⁾。

3) リスクファクター

i) 解剖

推奨グレード B

- 大学ディビジョン 1 に所属する運動選手 213 名 415 膝の notch width index (NWI) を計測し, 2 年間の ACL 損傷を前向き調査した。2 年間で 7 例 (男性 4 名, 女性 3 名) の ACL 損傷を認めた。ACL 損傷あり, なしの各群間で NWI の平均値には有意差があり, NWI が 0.20 以下を顆間窩狭窄とした場合, ACL 損傷膝での狭窄群と非狭窄群の間に有意差が認められ, 狭窄膝は非狭窄膝と比較し 66 倍も ACL 損傷を起こしやすいと報告した⁸⁾。
- 女子ハンドボール選手 46 名 (ACL 非損傷者 26 名, 片側 ACL 損傷既往歴者 20 名) の前方開口と NWI を検討した。その結果, 前方開口は損傷群で非損傷群より有意に狭かった。前方開口の計測値を 17 mm 以下の群とそれより大きい群とに分けて ACL 損傷の受傷率のオッズ比を算出すると 7 倍であった⁹⁾。
- 714 例の ACL 再建術中に測定した notch の幅を記録した。その後, 反対側の ACL 損傷を 4 年間前向き調査した。その結果, 反対側膝の ACL 損傷は, 顆間窩幅 15 mm 以下群 5.9%, 16 mm 以上群 1.2%と狭小群が有意に多かった¹⁰⁾。
- 男女 1 名の被験者を MRI コンピュータシミュレーションにて解析し, ACL と大腿骨顆間窩の接触状況, および応力を検討した。女性において膝関節軽度屈曲位での外反 - 脛骨内旋 - 脛骨前方移動で ACL と大腿骨顆間窩が接触し, 靭帯に 60~100 MPa の応力が認められた。また, 膝関節軽度屈曲位での外反 - 脛骨外旋 - 脛骨前方移動においても ACL と大腿骨顆間窩が接触, 靭帯に加わる応力は 40~80 MPa であった。一方, 男性膝モデルでは, 同条件において ACL と大腿骨顆間窩の接触はなく, 靭帯に加わる応力はそれぞれ 40~60 MPa, 20~60 MPa であった¹¹⁾。

- 1,558名のサッカー・バスケットボール女性選手のうち健常女性76名とACL損傷者19名を対象とし、関節弛緩性および膝の前後動揺量を調査した。その結果、膝の前後移動の左右差が1.3mm増加し、膝の過伸展測定値の増加がACL損傷を受傷するリスクが増加する一因であった¹²⁾。
- ACL損傷既往歴のある女性33名と健常女性33名の下肢評価を行った。その結果、ACL損傷の既往に関する因子として全身関節弛緩性 (general joint laxity: GJL)、反張膝、腸脛靭帯の柔軟性低下があり、ACL損傷の既往と足関節捻挫の既往の関連性も認められた。また、ACL損傷既往のある者は反対側の足関節捻挫の既往のあるものが多かった¹³⁾。
- 105人のサッカー・バスケットボール選手(女性53名、男性52名)を正常ACL群(n=89)とACL損傷群(n=19)で距骨下関節のニュートラルポジション、およびナビキュラードロップテストを実施した。男女間の足部形態に優位差は認めなかった⁷⁾。
- スキー損傷膝を除く89名(100膝)の受傷機転を質問紙方法で行った。その結果、ACL損傷した選手とハムストリングスの弛緩性の関連性において統計的に高値を示した²⁾。

ii) 動作

- バスケットボールでのACL損傷者39選手(男性17名、女性22名)をビデオ解析した。受傷姿勢は膝軽度屈曲位であり、膝屈曲角度は女性の方が男性に比べ大きかった。また、急な膝外反は男性に比べて女性により頻回に生じていた¹⁾。
- ACL損傷既往選手、女性10名、男性7名、コントロールの女性6名の前額面、矢状面での着地およびカッティング動作に類似した運動中の体幹側屈角、膝外反角を検討した。体幹側屈、膝外反角度は、女性のACL受傷群が男性と比較して大きく、また、女性コントロール群より大きい傾向にあった¹⁴⁾。
- 1988年から2000年に収集された20名のACL損傷者のビデオテープを解析した。ハンドボールにおけるACL損傷の主なメカニズムは、足底面接地におけるカッティング動作と片脚でのジャンプショットの着地動作であった。また、受傷時の膝関節は5°～25°屈曲位で、5°～20°外反位であった。さらに、12例(60%)が膝外旋位で7例(35%)が内旋位による受傷であった¹⁵⁾。
- 女性アスリート205名を前向き調査し9名にACL損傷が発生し、その運動力学を調査した。その結果、ACL損傷群は着地動作のイニシャルコンタクトでの最大床反力が大きく、最大膝外反角度、膝外反モーメントの増大がみられた¹⁶⁾。
- スキー損傷膝を除く89選手(100膝)の受傷機転を質問紙方法で行った。その結果、損傷のほとんどが膝完全伸展位であると報告した。非接触型損傷の機序は急激な減速、方向転換、ジャンプ着地でおこり、接触型損傷は強制的な膝外反でおきていた²⁾。

4)社会的・経済学的損失

推奨グレードC

- 学生 38 名の学業成績を成績証明書とアンケートにて調査した。その結果, ACL 損傷をした学期の成績は平均 0.3 ポイント低下し, ACL 再建術を受けた学生は 10.5 日授業を欠席, 2.2 日試験を欠席した。また, 47%が学期中に手術を決定し, 学業休暇中に手術した者のうち 96%がその時期に満足していた¹⁷⁾。
- 1994 年から 1998 年の間に行われた ACL 損傷再建術の平均費用は 3,443 ドル, 術後施設使用料として 3,130 ドルから 4,275 ドル必要であった¹⁸⁾。
- ACL 再建術の費用を調査した。その結果, 外来センターと医療センターでの日帰り, または 1 泊の手術平均は 7,390 ドルであり, 3,679 ドルから 12,202 ドルでの間であった¹⁹⁾。

5)スポーツ種目・レベル

推奨グレードB

- NCAA ディビジョン I, II, III に所属する男女バスケットボールおよびサッカー選手の ACL 損傷を調査した。その結果, 男女間の発生率に差を認めるが大学のディビジョン間の差は認めなかった²⁰⁾。
- PubMed を用い「gender」「sport」「prior injury-reduction training」でメタ検索を実施した。その結果, アルペンスキーでは競技選手と比較しレクリエーションレベルの選手の発生率が高値であった。また, サッカーやバスケットボールの女性アスリートの年間 ACL 損傷発生率は 5%であった⁶⁾。
- NCAA のデータベースを用い 15 歳以上のバスケットボール, ラクロス, サッカー選手の男女をデータ分析した。その結果, 各 ACL 損傷率は 1,000 選手当たり, 女性バスケットボール 0.28, サッカー0.32, 男性バスケットボール 0.03~0.13 であった。男性ラクロスは男性バスケットボール, サッカーより高値を示し, 女性ラクロスは女性バスケットボール, サッカーより低かった²¹⁾。
- 6 シーズンの NBA (National Basketball Association) プレーヤー702 名, WNBA (Women's National Basketball Association) プレーヤー443 名より 4,446 件の怪我の報告があり, そのうち 0.8%が ACL 損傷であった。NBA は, 22 名で 0.8%, WNBA は 14 名で 0.9%であった²²⁾。

文献

- 1) 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 35: 359-367, 2007.

- 2) Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, et al.: Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 23: 573-578, 2000.
- 3) McNair PJ, Marshall RN, Matheson JA: Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury. *N Z Med J* 14: 537-539, 1990.
- 4) Agel J, Arendt EA, Bershadsky B: Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med* 33: 524-530, 2005.
- 5) Mountcastle SB, Posner M, Kragh JF Jr, et al.: Gender differences in anterior cruciate ligament injury vary with activity: epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in a young, athletic population. *Am J Sports Med* 35: 1635-1642, 2007.
- 6) Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, et al.: A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *Arthroscopy* 23: 1320-1325, 2007.
- 7) Jenkins WL, Killian CB, Williams DS 3rd, et al.: Anterior cruciate ligament injury in female and male athletes: the relationship between foot structure and injury. *J Am Podiatr Med Assoc* 97: 371-376, 2007.
- 8) LaPrade RF, Burnett QM: Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Am J Sports Med* 22: 198-202, 1994.
- 9) Lund-Hanssen H, Gannon J, Engebretsen L, et al.: Intercondylar notch width and the risk for anterior cruciate ligament rupture. A case-control study in 46 female handball players. *Acta Orthop Scand* 65: 529-532, 1994.
- 10) Shelbourne KD, Davis TJ, Klootwyk TE: The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. *Am J Sports Med* 26: 402-408, 1998.
- 11) 加藤茂幸, 永山則之, 浦辺幸夫・他: 前十字靭帯と大腿骨顆間窩の接触 有限要素モデルを用いた検討. *Journal of Athletic Rehabilitation* 5: 1344-3178, 2008.
- 12) Myer GD, Ford KR, Paterno MV, et al.: The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med* 36: 1073-1080, 2008.
- 13) Kramer LC, Denegar CR, Buckley WE, et al.: Factors associated with anterior cruciate ligament injury: history in female athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 47: 446-454, 2007.
- 14) Hewett TE, Torg JS, Boden PB: Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and

- knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med* 43: 417-422, 2009.
- 15) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, et al.: Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med* 32: 1002-1012, 2004.
 - 16) Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al.: Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes. *Am J Sports Med* 33: 492-501, 2005.
 - 17) Freedman KB, Glasgow MT, Glasgow SG, et al.: Anterior cruciate ligament injury and reconstruction among university students. *Clin Orthop Relat Res* 356: 208-212, 1998.
 - 18) Curran AR, Park AE, Bach BR Jr, et al.: Outpatient anterior cruciate ligament reconstruction: an analysis of charges and perioperative complications. *Am J Knee Surg* 14: 145-151, 2001.
 - 19) Novak PJ, Bach BR Jr, Bush-Joseph CA, et al.: Cost containment: a charge comparison of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 12: 160-164, 1996.
 - 20) Harmon KG, Dick R: The relationship of skill level to anterior cruciate ligament injury. *Clin J Sport Med* 8: 260-265, 1998.
 - 21) Mihata LC, Beutler AI, Boden BP: Comparing the incidence of anterior cruciate ligament injury in collegiate lacrosse, soccer, and basketball players: implications for anterior cruciate ligament mechanism and prevention. *Am J Sports Med* 34: 899-904, 2006.
 - 22) Deitch JR, Starkey C, Walters SL, et al.: Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *Am J Sports Med* 34: 1077-1083, 2006.

3. 客観的評価

1) 理学的検査

推奨グレード B

- ・ 前十字靭帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷者を対象に open kinetic chain (OKC) と closed kinetic chain (CKC) の下肢筋力をみた。OKC では再建術後, 下肢筋力是对称的であった。CKC では下肢筋力パフォーマンスに左右差はあまりなかった¹⁾。

- 骨付き膝蓋腱 (bone tendon bone: BTB) 法を用いた ACL 再建術後, 36 か月以内の 45 名を対象に臥位, 座位, 立位の再現角度と one leg hop test を用いて評価した。座位での自動再現角度に再建膝と正常膝に有意差が認められた。座位と臥位の他動的調整能力と自動的立位肢位において固有受容能力の差はなかった。one leg hop test では 95% が良い結果であった²⁾。
- ACL 再建術後のサッカー選手を対象に等速性テストと自動的・他動的固有受容テスト, one leg hop test を用いて評価した。患側のハムストリングス筋力は 16% 低下していた。また膝 60° 屈曲と完全伸展で正常な固有感覚であったが, 膝 15° 屈曲で固有感覚は患側に低下がみられた。one leg hop test ではほぼ対称であった³⁾。
- ACL 再建術後の 15 歳から 45 歳までの 42 人を対象に, 術後 22 週内に 4 回に分け single hop distance, 6 m-time hop, triple hop distance, cross over hop distance を測定した。hop test の変化は非術側より術側の方が有意に大きかった。自覚度の変化の相関は 0.26~0.58 であった⁴⁾。
- 30 名の ACL 損傷者と 35 名の ACL 再建者に対し 3 種の最大 hop test と, 2 種の疲労を指標とした hop test に分け, 計 5 種の hop test を実施した。すべての hop test において高い信頼性を示した。その中で最大片脚ジャンプ (垂直・遠方・横) の test で高い感度と精度を示した⁵⁾。
- ACL 損傷者 (急性期 107 名, 陳旧例 153 名) とコントロール群 104 名を対象に KT-1000 を用いて 89 ニュートンかけた前方移動量, 徒手最大移動量をみた。89 ニュートンの場合, 陳旧例の 58% は 10 mm 以下であり, 最大前方移動量では急性期の 20% は 10 mm 以下であった。分散分析ではすべてのテストで診断と結果に高い相関があり, 正常と異常を判別する分岐点は 11 mm 以下であった⁶⁾。
- ラックマンテストを用いて, 健常な 563 膝と ACL 損傷者 487 膝の下腿前方・後方の移動量を測定した。方法は簡単な器具一式を使用し, 膝屈曲 20° で 9 kg をかけて前方後方移動量を放射線撮影し測定した。後方への移動と ACL 損傷に相関はみられなかった。一方前方への移動においては膝屈曲 20° で放射線撮影し評価した場合, ACL 損傷の診断における高いエビデンスを得られた結果であった⁷⁾。
- 20 名の ACL 完全断裂者を対象に, ラックマンテストと KT-1000 の信頼性を調査した。ラックマンテストの検者内信頼性と検者間信頼性は高く (1.0/0.77), KT-1000 は低かった (0.47/0.14)。ラックマンテストが良い結果であった⁸⁾。
- 50 名の ACL 再建膝における等速性求心性筋力テストと主観的膝評価点, 3 種の single-leg hop tests の間に関連があるか調査した。single-leg hop tests と膝伸筋等速性求心性筋力テストの間には関連性があり, 膝屈筋等速性求心性筋力テスト間には関連がなかった。主観的膝評価は伸筋 peak torque, 等速性膝伸展運動の加速, single-leg hop tests と相関していた⁹⁾。

2)画像診断

推奨グレード A

- 92名を対象に、ACL損傷者の magnetic resonance imaging (MRI) 所見と関節鏡所見を比較検討した。MRI 所見では部分断裂3名、完全断裂33名、正常56名であり、関節鏡所見では部分断裂4名、完全断裂が32名、正常56名であった。MRI 所見の診断は98.8%正確で、MRI 所見で ACL 完全断裂の診断が、最も正確性が高かった¹⁰⁾。
- 70名を対象に、膝靭帯損傷と半月板損傷の関節鏡と MRI 画像が一致しているかを比較検討した。内側半月板 (medial meniscus: MM) と外側半月板 (lateral meniscus: LM) の感度は47%・100%、特異度95%・75%、精度73%・78.5%であった。ACL は感度77.8%、特異度100%、精度94%で、診断材料として正確性のある MRI の使用を薦める¹¹⁾。
- 61名を対象に、半月板損傷と ACL 損傷者の3テセラル MRI と関節鏡を比較した。MM 損傷は、感度91%・特異度93%・LM 損傷は、感度77%・特異度93%であった。ACL 損傷は、感度・特異度ともに100%であった。LM 損傷の MRI 診断において判断する場合、注意が必要であった¹²⁾。
- 50名の半月板損傷と ACL 損傷において、関節鏡所見と比べ MRI が有用なのかを調査した。MRI の感度・特異度・陽性反応的中率・陰性反応的中率・精度はそれぞれ MM 損傷 (100%・69.2%・90%・100%・92%)、LM 損傷 (87.5%・88.23%・77%・93%・88%)。ACL 損傷は (86.6%・91.43%・81%・94%・88%) であり、MRI は侵襲もなく診断に有用であった¹³⁾。
- 131名の半月板損傷と ACL 損傷において、MRI 結果と臨床的診察、関節鏡の診断を比較した。臨床的診察と MRI 診断を比べると MM 損傷は、感度 (0.86 vs 0.76)、特異度 (0.73 vs 0.52) で臨床的診察がより正確であった。ACL 損傷と LM 損傷はほとんど相違がなかった。臨床的診察は半月板損傷と ACL 損傷において MRI と同等、もしくはそれ以上の診断ができる¹⁴⁾。
- 69名の急性期関節内血腫を認める患者の関節鏡と MRI 所見を比較した。受傷後平均3日目で MRI を撮影した。MRI の感度、特異度は ACL 損傷で86%・92%、MM 損傷で74%・66%、LM 損傷で50%・84%であり、MRI は手術適応のある10例の半月板損傷を見逃した。MRI 所見は急性期の関節内損傷の診断や、手術適応の決定において関節鏡には劣ってしまう¹⁵⁾。
- 83名の膝関節鏡所見と MRI 所見について検討した。感度・特異度・精度はそれぞれ ACL 損傷で100%・97.1%・97.6%、MM 損傷で94.6%・76.1%・85.5%、LM 損傷で80.0%・82.8%・84.3%であった。ACL 損傷および半月板損傷の術前評価としての MRI の有用性が再確認された¹⁶⁾。
- 17名の ACL 損傷者を対象に、非麻酔下および麻酔下で X 線ストレス撮影し比較した。非麻酔下・麻酔下間の検討では、膝 90° 屈曲位で有意な動揺は認めず、麻酔下膝 30°

屈曲位で患側に有意な動揺性を認めた。麻酔下 30° 屈曲位でのストレス撮影は、ACL 断裂の診断において有効と考えられた¹⁷⁾。

- ・ 正常膝群 25 名と ACL 完全断裂群 20 名を対象とし、X 線を用いて膝前方動揺性を評価した。正常膝群の計測結果は左右差 1 mm 以内であった。ACL 完全断裂群は 18 名が 2 mm 以上であった。これらの結果より左右差 2 mm 以上を ACL 損傷とした場合、97% の精度が得られた¹⁸⁾。

文 献

- 1) Neeter C, Gustavsson A, Thomeé P, et al.: Development of a strength test battery for evaluating leg muscle power after anterior cruciate ligament injury and reconstruction. *Knee surg sports traumatol arthrosc* 14: 571-580, 2006.
- 2) Anders JO, Venbrocks RA, Weinberg M, et al.: Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft. *Int orthop* 32: 627-633, 2008.
- 3) Ben moussa zouita A, Zouita S, Dziri C, et al.: Isokinetic, functional and proprioceptive assessment of soccer players two years after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. *Ann Readapt Med Phys* 51: 248-256, 2008.
- 4) Reid A, Birmingham TB, Stratford PW, et al.: Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys ther* 87: 337-349, 2007.
- 5) Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, et al.: A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee surg sports traumatol arthrosc* 14: 778-788, 2006.
- 6) Bach br Jr, Warren RF, Flynn WM, et al.: Arthrometric evaluation of knees that have a torn anterior cruciate ligament. *J bone joint surg am* 72: 1299-1306, 1990.
- 7) Lerat JL, Moyen BL, Cladière F, et al.: Knee instability after injury to the anterior cruciate ligament. Quantification of the Lachman test. *Bone joint surg br* 82: 42-47, 2000.
- 8) Wiertsema SH, Van hooff HJ, Migchelsen LA, et al.: Reliability of the KT-1000 arthrometer and the Lachman test in patients with an ACL rupture. *Knee* 15: 107-110, 2008.
- 9) Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, et al.: The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J orthop sports phys ther* 20: 60-73, 1994.

- 10) Flahook FS, Tiggles S, Carpenter WA, et al.: Accuracy of direct signs of tears of the anterior cruciate ligament. *Can assoc radiol* 47: 114-120, 1996.
- 11) Behairy NH, Dorgham MA, Khaled SA, et al.: Accuracy of routine magnetic resonance imaging in meniscal and ligamentous injuries of the knee: comparison with arthroscopy. *Int orthop* 33: 961-967, 2009.
- 12) Sampson MJ, Jackson MP, Moran CJ, et al.: Three Tesla MRI for the diagnosis of meniscal and anterior cruciate ligament pathology: a comparison to arthroscopic findings. *Clin radiol* 63: 1106-1111, 2008.
- 13) Khanda GE, Akhtar W, Ahsan H, et al.: Assessment of menisci and ligamentous injuries of the knee on magnetic resonance imaging: correlation with arthroscopy. *J pak med assoc* 58: 537-540, 2008.
- 14) Rayan F, Bhonsle S, Shukla DD, et al.: Clinical, MRI, and arthroscopic correlation in meniscal and anterior cruciate ligament injuries. *Int orthop* 33: 129-132, 2009.
- 15) Lundberg M, Odensten M, Thuomas KA, et al.: The diagnostic validity of magnetic resonance imaging in acute knee injuries with hemarthrosis. A single-blinded evaluation in 69 patients using high-field MRI before arthroscopy. *Int j sports med* 17: 218-222, 1996.
- 16) 浜崎晶彦, 安田幸一郎, 山口 司・他: 膝半月板および十字靭帯損傷の MRI 診断. *整形外科と災害外科* 49 : 1-5, 2000.
- 17) 岩瀬 大, 渡辺哲哉, 菊池恭太・他: 膝前十字靭帯損傷に対する非麻酔下・麻酔下 X 線ストレス撮影の比較検討. *関東整形災害外科学会雑誌* 39: 280-283, 2008.
- 18) 山口 司, 堀尾重治: ストレス単純レ線による膝前方動揺性の評価. *厚生年金病院年報* 22-31-4, 1996.

第4章 理学療法介入の推奨グレードとエビデンスレベル

1. 保存療法(適応)

推奨グレード C1 エビデンスレベル 4a

- ・ anterior cruciate ligament (ACL) 損傷診断後、筋力強化などのリハビリのみを行った 70 例 70 膝を対象とした。受傷時平均年齢 35 歳、経過観察期間は平均 11.6 年、X 線上の OA 変化および影響を与える因子について検討した。Lysholm score は平均 89 点で概ね良好だったが、X 線上の OA 変化は ACL 損傷側で 63%に認められ、非損傷側の 29%に比して有意に多かった¹⁾。
- ・ ACL 損傷後 2 週以内の新鮮例に対して、Kyuro 膝装具による保護的早期運動療法を行った。3 か月後の再関節鏡視所見の結果、グレード I (優) : 67 例, グレード II (良) : 30 例, グレード III (可) : 28 例, グレード IV (不可) : 18 例であった。鏡視所見でグレード I, II かつ静的安定性の左右差が 3 mm 以下の 88 例のうち、再損傷が 12 例あった²⁾。
- ・ 新鮮 ACL 損傷と診断され、Kyuro 膝装具を用い保存療法を受けた症例 9 膝を対象とした。原則的に Kyuro 装具を 3 か月間装着し、受傷後平均約 5 か月間観察した。脛骨プラトー粉碎骨折の 1 例を除く ACL 損傷 8 膝では受傷後 2 か月から 6 か月で膝の不安定性は消失した³⁾。
- ・ ACL 損傷 18 例に対し保存療法を行った。このうち 6 例は再建術を必要とし、実際に再建術を行った。これらの 6 例では 4 例で内側, 1 例で外側半月板損傷を合併していた。これら 6 例を含めた保存療法の成績は、ほとんどの症例で giving way, 全例で疼痛があった。また、Lysholm score も 64.3/100 点と低く、徒手検査も含めて満足できるものではなかった⁴⁾。
- ・ 陳旧性 ACL 損傷に対し半月板切除のみ行った 43 例を対象とし、膝不安定性と患者の満足度を検討した。anterior drawer test は内側半月板切除により有意に増加し、Lachman test, N test は変化なかった。半数以上は術後日常生活に支障がなく、ほとんど症例で結果に満足していた⁵⁾。
- ・ 新鮮 ACL 損傷 56 例に対して関節鏡施行後 2~4 週間のブレースまたはギプス固定を行い、その後慎重な筋力トレーニングを励行させた。結果、functional score は概ね良好であり、スポーツ活動はほとんどの症例で可能となったが、大半はレクリエーションレベルだった。前後動揺に関しては、7 割以上の症例で満足のいく結果は得られなかった⁵⁾。

文献

- 1) 大森 豪, 瀬川博之, 古賀良生: 前十字靭帯損傷膝および前十字自体再建膝における変形症性変化. 臨床スポーツ医学 18 : 505-509, 2001.

- 2) 井原秀俊: ACL 新鮮損傷形態と保護的早期運動療法後の靭帯形態獲得との関連. 膝 29: 44-48, 2004.
- 3) 清水泰宏, 中野哲雄, 阿部靖之・他: Kyuro 膝装具を用いた新鮮膝十字靭帯損傷の保存療法と MRI 所見. 整形外科と災害外科 46: 587-590, 1997.
- 4) Mizuta H, Kubota K, Shiraishi M, et al.: The conservative treatment of complete tears of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients. J Bone Joint Surg 77: 890-894, 1995.
- 5) 木村雅史, 白倉賢二: 前十字靭帯損傷に対する保存的治療法の成績と限界. 実践すぐに役立つ膝靭帯損傷診断・治療マニュアル: 97-100, 2006.

2. 手術療法

1) 一次縫合

推奨グレード C1 エビデンスレベル 4a

- ・ ACL 新鮮損傷に対して一次修復術を行った症例 25 例を追跡調査した。実質部断裂では Lachman test と脛骨前方移動量は有意に不良であった¹⁾。
- ・ 保存療法 15 例と一次縫合術 77 例を対象に、それぞれ運動療法を実施した。保存療法は 15 例中 8 例 (53.3%) で、一次縫合術は 77 例中 42 例 (54.5%) で良好だった²⁾。
- ・ 受傷後早期に一次縫合術を受けた 32 名を対象に、大腿四頭筋と膝屈筋群を術後 3 か月より 3 か月ごとに測定した。術後 3 か月時で著明な筋力低下を認め、術後 1 年時でも筋力低下が残存した³⁾。
- ・ 一次修復術を施行した 24 例に対して再鏡視による評価を実施した。good とされた症例は 64% でスポーツ復帰しており、一方 fair は 25%, poor は 7% で再受傷や再建術が必要となった症例もあった⁴⁾。
- ・ ACL 完全断裂の 26 名に対して一次修復術を、部分断裂の 8 名に対しては何も行わなかった。主観的評価と 5 種類の評価を用いて比較したところ、差はわずかであった⁵⁾。

2) 再建術(人工靭帯・iliotibial tract・bone patella tendon bone・semitendinosus-gracilis)

推奨グレード B エビデンスレベル 4a

- ・ 片側性の ACL 損傷患者 23 例 (平均 26.8 歳) を解剖学的二重束再建法 (A 群) 11 例と isometric bi socket 法 (B 群) 12 例の 2 群に分け、脛骨前後方移動量を計測した。A 群では B 群に比較して、より小さい初期張力で、効率よく前方制動の獲得が可能であった⁶⁾。
- ・ 解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 24 例と 1 ルート再建法および Rosenberg が報告した 2 ルート再建法を行った 24 例で臨床成績を比較検討した。解剖学的 2 ルート

ACL 再建術を行った症例の方が、有意に成績が優れていた。また内旋力を加えた時の張力は正常膝と同等であった⁷⁾。

- Leeds-Keio (L-K) 靱帯による ACL 再建術を施行した 40 名を対象に、international knee documentation committee (IKDC) form, Lysholm score, KT-2000, レントゲン画像による検討を行い、IKDC form, Lysholm score とともに良い結果を得た⁸⁾。
- 膝屈筋腱を用いて解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 78 例(平均 25 歳)を対象に、IKDC と KT-2000 を使用して臨床成績を評価した。IKDC は normal が 41%, nearly normal が 53%, abnormal が 5%, 再断列が 1% であった。KT-2000 患健側差の平均 0.9 ± 1.2 mm であった⁹⁾。
- 膝屈筋腱による解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 70 例を 1 重束再建例と 2 重束再建例の 2 群に分け、visual analogue scale (VAS), IKDC, knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS), KT-1000 を用いて臨床成績を評価した。1 重束再建より 2 重束再建の方が VAS, KT-1000, final objective IKDC において優れていることが明らかとなった¹⁰⁾。
- 自家腸脛靱帯 (iliotibial tract: ITT) による ACL 再建例 20 例 (ITT 群: 平均 24.8 歳) と多重折り膝屈筋腱 (semitendinosus tendon: ST, gracilis tendon: G) による ACL 再建例 20 例 (ST-G 群: 21.4 歳) の 2 群に分け、骨孔拡大, 臨床成績について調査した。骨孔拡大の発生率と拡大量は ST - G 群の方が軽度であった。骨孔拡大と臨床成績との比較では IKDC, KT 患健側差, 可動域の全項目に関して, 両群とも拡大の有無で有意差を認めず, 骨孔拡大と臨床成績には関連性を認めなかった¹¹⁾。
- 骨付き膝蓋腱 (bone patella tendon bone: BTB) を用いて ACL 再建術を行った 46 例を対象に, 再断裂, range of motion (ROM), 大腿周囲径, KT-2000 患健側差, Lysholm score を評価し, 術後 1 年以上経過した 38 例については膝前面の愁訴も検討した。臨床成績は概ね良好であった。膝前面痛を訴える症例が数例存在した。ひざまずく動作は全例可能であったが, 半数以上の症例で軽度の痛み, または違和感があった¹²⁾。

3) ACL 再建術後の二次的变化(合併症)

推奨グレード A エビデンスレベル 4a

- 膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後の膝蓋大腿関節軟骨の変化を調査した。ACL 再建術後 1 年以上経過し, 再鏡視を行った 68 例を対象とした。その結果, ACL 再建術時にすでに 50%以上の症例に膝蓋大腿関節軟骨に何らかの変化を認めた。再鏡視時に更に 20~30%は進行した。特に 30 歳代以上の症例で軟骨損傷が進行することが多いことがわかった¹³⁾。
- 内側ハムストリング腱を用いた ACL 再建術後, 再鏡視を施行した 494 例を調査し, 膝蓋大腿関節軟骨所見が再鏡視時に増悪していた 21 例 (21/494, 4.3%) を対象とした。また, 膝蓋大腿関節の軟骨損傷がない 85 例を対照群とした。結果, 膝蓋大腿関節の疼

痛は認めず、雑音は1例に認めた。関節可動域 (range of motion: ROM) KT-2000, 患健差, Biodex による筋力測定, JOA score に有意差はなかった¹⁴⁾。

文献

- 1) 遠山晴一, 安田和則: 膝前十字靭帯損傷に対する一次修復術の成績 - 2年以上経過例の定量的評価 - . 臨床整形外科 25 : 813-819, 1990.
- 2) 田中一成, 大久保衛, 辻 信宏・他: 新鮮前十字靭帯損傷に対する鏡視下一次縫合術と保護的運動療法. 関節鏡 32 : 137-146, 2007.
- 3) 田辺芳恵, 安田和則: 膝前十字靭帯一次修復術後の大腿四頭筋および膝屈筋群筋力の推移. 北海道理学療法 5 : 71-75, 1988.
- 4) 阿部健男: 膝前十字靭帯損傷に対する一次修復術の可能性について. 日本整形外科学会誌 73 : 928, 1999.
- 5) Taylor DC, Posner M, Curlww, et al.: Isolated tears of the anterior cruciate ligament over 30-year follow-up of patients treated with arthoromy and primary repair. AM J Sports Med 37: 65-71, 2009.
- 6) 前 達雄, 史野根生, 松本憲尚・他: ACL 再建術における Laxity matched initial graft tension : 解剖学的 2 重束再建法と isometric bi-socket 法との比較. 膝 29 : 129-133, 2004.
- 7) 安田和則, 近藤英司, 市山廣樹・他: 解剖学的膝前十字靭帯再建術. 臨床スポーツ医学 22 : 265-272, 2005.
- 8) Marcacci M, Zaffagnini S, Visani A, et al. : Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament with Leeds-Keio ligament in non-professional athletes results after a minimum 5 years' follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc: 9-13, 1996.
- 9) Toritsuka Y, Amano H, Kuwano M, et al.: Outcome of double-bundle ACL reconstruction using hamstring tendons. Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy 17: 456-463, 2009.
- 10) Aqlietti P, Giron FLosco M, et al.: Comparison between single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, single-blinded clinical trial. AM J Sports Med 30, 2009.
- 11) 白石 稔, 水田博志, 中村英一・他: 膝前十字靭帯再建術後の骨孔拡大の検討. 整形外科と災害外科 48 : 893-897, 1999.
- 12) 林 正典, 守都義明, 野田和之・他: 骨付き膝蓋腱を用いた膝前十字靭帯再建術の臨床成績 - 膝蓋大腿関節周辺の状態を軽減するための工夫. 膝 30 : 257-260, 2005.
- 13) 月村泰規, 松本秀男, 阿部 均・他: 膝屈筋腱を用いた前十字靭帯再建術後の膝蓋大腿関節の変化. 膝 32 : 299-302, 2007.

- 14) 徳永真巳, 王寺享弘, 宮城 哲・他 : 前十字靭帯再建術後に発生した膝蓋大腿関節軟骨損傷の検討. 膝 32 : 41-46, 2007.

3. 装具

推奨グレード C エビデンスレベル 2

- ACL 損傷術後患者を装具装着群・非装着群の 2 群に分け, 同一の PT プロトコルを実施し 2 年間フォローした結果, 機能的テストで両群間に有意差はなかった¹⁾。
- 膝屈筋腱を使用した ACL 再建術患者を対象に装具装着群, 非装着群に分け術後 8 か月において両群の成績を比較した結果, KT-2000, Lysholm scores, 等速性膝伸展筋力, pivot shift test 陽性率に有意差はなかった²⁾。
- ACL 再建術後の装具の使用は, 疼痛, ROM, 移植腱の安定性等の項目を改善するの可否かを 12 の RCT を用いて検討した結果, 有効性は示されなかった³⁾。
- 骨付き膝蓋腱 (Bone-Tendon-Bone: BTB) を使用した ACL 再建術を施行した症例を brace 群と no-brace 群に分け, Lysholm score, 等速性筋力などを比較した結果, 両群間で有意差はなかった⁴⁾。
- BTB を使用した ACL 再建術を施行した症例をバンテージ使用群と装具使用群に分け, 術後 6, 12, 24, 52 週での膝関節可動域, 筋力測定, 24 週, 1 年での安定性を比較した結果, 筋力, 安定性は両群間に有意差はなかった⁵⁾。
- BTB を使用した ACL 再建術を施行した症例を装具使用群, 未使用群に分け, 術前, 術後 6 週, 3, 6 か月, 1, 2 年に評価を実施した結果, CT での筋委縮は使用群が有意に減少していたが, その他の項目では有意差はなかった⁶⁾。
- BTB を使用した ACL 再建術を施行した症例を装具使用群と未使用群に分け, 術後 2 年間にわたってフォローし, 各項目を検討した結果, 術後 2 年間の膝機能に対して術後の装具装着は有益なことはなかった⁷⁾。
- ACL 再建術を施行した 820 名のスキーヤーを対象に装具群と非装具群に分け, 装具群はスキー時に機能的装具を使用した。ACL 損傷発生率は装具群が有意に低かった⁸⁾。
- ACL 再建術患者を硬性装具使用群 (HB 群) と軟性装具使用群 (SB 群) に分け, 1 年間フォローアップした。SB 群は術後早期に有意に滲出液が少なく, International Knee Documentation Committee 主観評価, Lysholm score で高値を示した⁹⁾。

文献

- 1) McDevitt ER, Taylor DC, Miller MD, et al. : Functional bracing after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, multicenter study. Am J Sports Med 32: 1887-1892, 2004.

- 2) 二木康夫, 松本秀雄 : 解剖学的二重束 ACL 再建術における機能的装具装着の効果について. 臨床スポーツ医学 26 : 709-713, 2009.
- 3) Wright RW, Fetzner GB : Bracing after ACL reconstruction: a systematic review. Clin Orthop Relat Res 455:162-168, 2007.
- 4) Harilainen A, Sandelin J, Vanhanen I, et al.: Knee brace after bone-tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. Randomized, prospective study with 2-year follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 5: 10-13, 1997.
- 5) Muellner T, Alacamlioglu Y, Nikolic A, et al.: No benefit of bracing on the early outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 6: 88-92, 1998.
- 6) Risberg MA, Holm I, Steen H, et al.: The effect of knee bracing after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study with two years' follow-up. Am J Sports Med 27: 76-83, 1999.
- 7) Moller E, Forssblad M, Hansson L, et al.: Bracing versus nonbracing in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized prospective study with 2-year follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 9: 102-108, 2001.
- 8) Sterett WI, Briggs KK, Farley T, et al.: Effect of functional bracing on knee injury in skiers with anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective cohort study. Am J Sports Med 34: 1581-1585, 2006.
- 9) Mayr HO, Hochrein A, Hein W, et al.: Rehabilitation results following anterior cruciate ligament reconstruction using a hard brace compared to a fluid-filled soft brace. Knee 17: 119-126, 2010.

4. 物理療法(寒冷療法)

推奨グレード C1 エビデンスレベル 2

- anterior cruciate ligament (ACL) 再建術後 48 時間 5℃もしくは 10℃の冷却により疼痛スコア, 薬物使用量, 出血量が有意に少なくなった¹⁾。
- cryotherapy は ACL 再建術後ドレナージ, range of motion (ROM) に効果はなく, 術後疼痛のみに効果があった²⁾。
- continuous-flow cold therapy により continuous passive motion (CPM) の時間や prone hangs の時間は長くなったが, 1 週間での膝関節屈曲角度は大きくなり, 視覚的アナログスケール (visual analog scale: VAS), 薬物使用量は減少した³⁾。
- 氷水を持続還流した cuff はドレーン, 在院日数, 薬物使用量, VAS に影響を与えなかった⁴⁾。

- cooling pad や ice packs は皮膚温の低下に影響はあったが、ドレーン、在院日数、ROM、薬物使用量に効果はなかった⁵⁾。
- 氷水を満たした cryocuff は出血量、薬物使用量、ROM、VAS に影響を与えなかった⁶⁾。
- cold therapy は入院期間、薬物使用量、疼痛スケール、膝の周径、関節可動域に関し影響を与えなかった⁷⁾。
- ice therapy と cooling-compression system を比較すると、cooling-compression system 群の腫脹・痛み・薬物使用量が有意に少なく、ROM、functional knee score が有意に大きかった。冷却のみよりも持続的な cooling-compression therapy が良かった⁸⁾。

文 献

- 1) Ohkoshi Y, Ohkoshi M, Nagasaki S, et al.: The effect of cryotherapy on intraarticular temperature and postoperative care after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 27: 357-362, 1999.
- 2) Raynor MC, Pietrobon R, Guller U, et al.: Cryotherapy after ACL reconstruction: a meta-analysis. *J Knee Surg* 18: 123-129, 2005.
- 3) Barber FA, McGuire DA, Click S, et al.: Continuous-flow cold therapy for outpatient anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 14: 130-135, 1998.
- 4) Dervin GF, Taylor DE, Keene GC, et al.: Effects of cold and compression dressings on early postoperative outcomes for the arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction patient. *J Orthop Sports Phys Ther* 27: 403-406, 1998.
- 5) Konrath GA, Lock T, Goitz HT, et al.: The use of cold therapy after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective, randomized study and literature review. *Am J Sports Med* 24: 629-633, 1996.
- 6) Edwards DJ, Rimmer M, Keene GC, et al.: The use of cold therapy in the postoperative management of patients undergoing arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 24: 193-195, 1996.
- 7) Daniel DM, Stone ML, Arendt DL, et al.: The effect of cold therapy on pain, swelling, and range of motion after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Arthroscopy* 10: 530-533, 1994.
- 8) Schröder D, Pässler HH: Combination of cold and compression after knee surgery. A prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2: 158-165, 1994.

5. 運動療法

1)筋力強化

i)筋力評価

推奨グレード C1 エビデンスレベル 4

- ACL 再建術後平均 3 年において、ハムストリングスを用いた群はハムストリングス筋力の左右差が大きく、健側に対し術側の H/Q 比が低かった¹⁾。
- ACL 再建術後平均 50 か月では大腿の筋断面積、大腿四頭筋トルクは術側が有意に低下した²⁾。
- Semitendinosus, Gracilis (ST-G) における ACL 再建術後の患者は Bone-tendon-bone (BTB) における再建術後の患者と比較し、術後 3~12 か月の間、膝屈曲筋力の患健比は低く、60%に達していなかった³⁾。
- ACL 再建術後 6 か月と 12 か月において大腿四頭筋筋力と片脚幅跳びに有意な相関が見られた⁴⁾。
- ACL 再建術後 1 年での膝伸展筋力は、術前の筋力が高いほど、また活動レベルが高いほど良好であった⁵⁾。
- ACL 再建術を施行した患者の術前の膝伸展筋力の患健比が 60%未満の場合は術後の筋力回復が遅れる傾向にあった⁶⁾。
- ST-G による ACL 再建術後、腱再生の有無に関わらず膝屈曲筋力の最大トルク値は同等であった⁷⁾。
- Leeds-Keio (L-K) による ACL 再建術後、大腿四頭筋は 12 か月、ハムストリングスは 3 か月で術前の健側と同程度の回復が見られた⁸⁾。
- ST による ACL 再建術後の患者で術前的大腿四頭筋筋力が健患比 70%以上の者は、術後 1 年での筋力が、それ以下の者より有意に高かった⁹⁾。
- BTB による ACL 再建術後、12 か月では求心性収縮における膝伸展筋のピークトルクは健側に比べ有意に低下したが、遠心性収縮でのピークトルクは健側と同等に回復した¹⁰⁾。
- ST-G による ACL 再建術後 12 か月で、腱を採取していない下肢の大腿四頭筋、ハムストリングス筋力は術前の 120%まで回復し、腱を採取した場合は大腿四頭筋筋力に影響はないが、ハムストリングスの筋力は術後 9 か月まで低下した¹¹⁾。
- ACL 再建術の際、非術側より腱を採取した場合の非術側のハムストリングス筋力は術後 12 か月では術前と比較して有意な差は見られなかった¹²⁾。
- ST-G による ACL 再建術後平均 39 か月の follow-up で膝屈筋にピークトルクは BTB を用いた再建群より有意に低い、one leg hop や squat などの機能は同等であった¹³⁾。
- BTB, Semitendinosus (ST), ST-G による ACL 再建術後 6 か月において、大腿四頭筋、ハムストリングスの等速性筋力ほどの術式においても有意差はなかった¹⁴⁾。
- ST-G による ACL 再建術後、等尺性収縮において下腿三頭筋は膝屈曲位でより活動した¹⁵⁾。

ii) トレーニング介入

推奨グレード B エビデンスレベル 2

- ACL 再建術後漸増的な遠心性トレーニングを行った群は大腿四頭筋、大殿筋の筋量が有意に向上した¹⁶⁾。
- ST-G における ACL 再建術後、等速性運動プログラムを 12 週間行くと膝関節屈筋、大腿四頭ピークトルクがそれぞれ 20%、24% 増加した。¹⁷⁾
- ACL 再建術後早期の漸増的な遠心性トレーニングによって大腿四頭筋、大殿筋の筋量は有意に増加した¹⁸⁾。
- ACL 再建術後早期からの積極的なリハビリテーションを行った群のほうが筋力回復は早かったが、9 か月の時点で有意差は見られなかった¹⁹⁾。
- ACL 再建術後下肢の血流を制限した状態でトレーニングを行うと術後 16 週の時点で大腿四頭筋、ハムストリングスの筋トルクは有意に増大した²⁰⁾。
- ACL 再建術後、1 週間に 3 回、Open kinetic chain (OKC) か Closed kinetic chain (CKC) の膝と股関節の抵抗運動を一般的な理学療法の一部として行ったが、関節弛緩性と機能に有意な差は見られなかった²¹⁾。
- ハムストリングによる ACL 再建術後早期に OKC による大腿四頭筋訓練を行うと、膝関節弛緩性が増大した²²⁾。

2) 固有受容器トレーニング

推奨グレード B~C1 エビデンスレベル 4

- ACL 再建術後 2 年のサッカー選手において、屈曲 15° での固有受容器覚は低下していた²³⁾。
- ACL 再建術後平均 11 か月において、健常者と比較し荷重位での固有受容器覚の機能障害にはエビデンスが得られなかった²⁴⁾。
- ACL 再建術後、調整能力トレーニングを積極的に行う事で、より早期に調整能力の向上が見られ、single leg stance test, one leg hop test, Lyscholm knee score, Tegner score と高い相関があり、神経筋機能のパフォーマンスは他のパラメータの機能回復とは切り離せなかった²⁵⁾。
- BTB による ACL 再建術後、座位での自動運動による膝関節角度の再現に術側と非術側で有意な差が見られた (術後 36 か月以内)²⁶⁾。
- ACL 受傷後 4 か月以内に再建術を行った場合、固有受容器覚のよい回復が得られた²⁷⁾。
- ACL 再建術後の全身振動トレーニングによって固有受容器能とバランスが改善した²⁸⁾。
- ACL 再建術後 6 か月の時点で神経筋トレーニングを行った群の方が伝統的なストレングストレーニングを行った群よりも Cincinnati knee score, VAS が有意に改善した²⁹⁾。

- ・ 猫において、ACL 再建後安定性が回復した時、筋の反応が不十分であっても膝関節はよい適合が得られた³⁰⁾。
- ・ ACL 再建後、3～6 か月において膝関節回旋の固有受容器の鋭敏性は改善が見られた³¹⁾。
- ・ ACL 再建術後の患者と ACL 損傷者において他動運動による固有受容器覚に有意差が見られたが、自家腱と他家腱移植で有意差は見られなかった³²⁾。
- ・ ACL 再建術後の患者と ACL 損傷者において神経筋機能と膝関節の機能に有意な相関が見られた³³⁾。
- ・ ACL 再建術後、関節位置覚は術後 6 か月までは有意な改善は見られないものの、術後 9 か月から徐々に改善した³⁴⁾。
- ・ ACL 再建術後、片脚起立のバランスは健常群より劣っているが損傷群よりも良く、また再建術後の片脚起立のバランスは主観的な膝機能や満足度と関連していた³⁵⁾。
- ・ ACL 再建術後、関節位置覚は満足度と機能に相関した³⁶⁾。

3) 加速的リハビリテーション

推奨グレード B エビデンスレベル 2

- ・ 術後膝伸展全可動域を許可するリハビリテーションは安定性を損なうことなく膝伸展全可動域を早期に獲得した。筋力の左右差も少なく、仕事やスポーツへの復帰を早めた。また疼痛・腫脹・膝くずれが少なく、Orthopädische Arbeitsgruppe Knie, IKDC form, Tegner activity score (TAS), Lysholm score が高かった³⁷⁾。
- ・ ROM の制限をせず、浮腫・疼痛を指標に荷重を進めるリハビリテーションは術後 6 週で ROM, 大腿周径の回復が良く、Lysholm score が高かった。術後 4 か月における one leg hop test, 術後 6 か月における TAS も高値を示した。移植腱の損傷や滑膜炎も見られなかった³⁸⁾。
- ・ 早期膝関節運動を含んだリハビリテーションは疼痛軽減、関節包の短縮の軽減、関節運動の制限となりうる瘢痕組織の減少に有益であり、また関節軟骨にとっても有益であった³⁹⁾。
- ・ 早期荷重プログラムは移植腱やその固定の状態を悪化させるような過負荷ではなく、膝前面痛の比率が少なかった³⁹⁾。
- ・ straight leg raising (SLR) と等尺性膝伸展運動は ACL 再建術後 2 週間以内の開始でも膝関節安定性に影響を与えず、ROM の回復に有効であった。しかし、手術直後の疼痛は強くなった⁴⁰⁾。
- ・ 加速的リハビリテーションにより筋力は早期に回復したが、関節滲出液の発生を有意に増加させた⁴¹⁾。
- ・ 加速的リハビリテーションは少なくとも 5～6 か月のスポーツ復帰では安全であった⁴²⁾。
- ・ 早期荷重は利点があり、patella femoral (PF) 関節の疼痛を減少させた⁴³⁾。
- ・ 早期可動域訓練は安全であり、関節線維症を防いだ⁴³⁾。

- ・ 加速・非加速的リハビリテーションを比較すると、膝関節の動揺、臨床評価、患者満足度、パフォーマンス、軟骨代謝において差は見られなかった⁴⁴⁾。
- ・ 術後3日固定と2週間固定群を比較すると、KT-2000での安定性、関節感覚、大腿筋力に有意な差は無く、心理的にも在院日数としても3日固定が良かった⁴⁵⁾。
- ・ BTBでの早期膝伸展は術後2年では不安定性を生じさせなかった⁴⁶⁾。
- ・ 加速的リハビリテーションはどの期間で行う移植腱の生検でも不利な組織学的反応は見られなかった⁴⁷⁾。
- ・ 装具なしの加速的リハビリテーションは骨孔を拡大させた⁴⁸⁾。
- ・ OKC膝伸展運動を術後4週目から開始する群と12週目から開始する群を比較すると、ROM、KAT2000、膝前面痛に有意な差は見られなかったが、KT-1000では術後4週開始群が有意に大きかった⁴⁹⁾。

4) スポーツ復帰

推奨グレード C1 エビデンスレベル 4~5

- ・ BTBによるACL再建患者は術後12か月で56.6%、ハムストリングスによるACL再建患者は53%が術前レベルのスポーツ復帰をしいた⁵⁰⁾。
- ・ ACL再建術後、スポーツ復帰した45人のうち62.2%が同レベルのスポーツに復帰した。しかし、20%が再受傷の恐怖により、17.8%が膝関節の不安定性と痛みで同レベルには復帰しなかった⁵¹⁾。
- ・ ACL再建術後、スポーツ復帰をした者とそうでない者とはTegner score, Lysholm score, IKDCに有意差はみられなかった⁵²⁾。
- ・ ACL再建術後のスポーツ復帰には心理的要因が大きく影響していた⁵³⁾。
- ・ ACL再建術後2年以上経過した100例のうち、受傷前のレベルのスポーツに復帰した者は約47%で阻害要因は膝の不安定感が最も多かった⁵⁴⁾。
- ・ ACL再建術後1年では、競技レベルで82%、レクリエーションレベルで56%がスポーツ復帰していた⁵⁵⁾。
- ・ L-KによるACL再建術後、74%は愁訴がありながらも元のスポーツへ復帰し、男性の方が女性より有意に復帰率が高かった⁵⁶⁾。
- ・ L-KによるACL再建術後、ゲーム復帰は平均6.4か月であった⁵⁷⁾。
- ・ ACL再建術後の患者は機能的装具をつけた状態では平均6~7か月でスポーツ復帰し、膝蓋腱による再建患者が最も早くfull activityに戻る事を許可されていた⁵⁸⁾。
- ・ ACL再建術後、矢状面上での移動量が大きくなっても、膝の機能やスポーツ復帰とは関連していなかった⁵⁹⁾。
- ・ 競技レベルの選手でACL再建術を行った患者77名のうち、術後12か月以内に62名が受傷前と同じレベルかそれ以上復帰したとし、予後調査ではそのうちの30人がそのレベルを維持していた⁶⁰⁾。

文献

- 1) Ageberg E, Roos HP, Silbernagel KG, et al.: Knee extension and flexion muscle power after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon graft or hamstring tendons graft: a cross-sectional comparison 3 years post surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17: 162-169, 2009.
- 2) Arangio GA, Chen C, Kalady M, et al.: Thigh muscle size and strength after anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 26: 238-243, 1997.
- 3) 瓜田一貴, 塚本利昭, 伊藤郁恵・他: 骨付き膝蓋腱および半腱様筋腱・薄筋腱を用いた膝前十字靭帯再建膝における等速性筋力の比較. *青森スポ研誌* 16: 7-10, 2007.
- 4) 高井智子: 前十字靭帯再建術後早期における跳躍の雨緑と大腿四頭筋筋力との関係. *理学療法学群馬* 16: 20-23, 2005.
- 5) 堤康次郎, 水田博志, 中村英一・他: 膝屈筋腱を用いた前十字靭帯再建術後の膝伸展筋力の回復について. *整形外科と災害外科* 51: 287-290, 2002.
- 6) 池田 浩, 黒澤 尚, 桜庭景植・他: 前十字靭帯再建術における術前の筋力が術後の筋力に与える影響: 整形・災害外科 44: 777-782, 2001.
- 7) 中村英一, 水田博志, 工藤智志・他: 膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後の採取腱の再生と膝屈筋力について. *整形外科と災害外科* 50: 130-133, 2001.
- 8) 杉田 光, 小谷博信, 上尾豊二・他: 膝前十字靭帯再建術後の筋力回復過程についてーサイベックス評価を中心にー. *中部整災誌* 38: 1653-1654, 1995.
- 9) 出家正隆, 数面義雄, 越智光夫・他: 膝前十字靭帯再建術後の筋力回復について. *東京膝関節学会会誌* 16: 83-85, 1999.
- 10) 金 勝乾, 一青勝雄, 丸山祐一郎・他: 骨付き膝蓋腱による膝前十字靭帯再建術後の筋力回復の検討. *東京膝関節学会会誌* 20: 84-87, 1999.
- 11) Yasuda K, Tsujino J, Ohkoshi Y, et al.: Graft site morbidity with autogenous semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sport Med* 23: 706-714, 1995.
- 12) Ohkoshi Y, Inoue C, Yamane S, et al.: Changes in muscle strength properties caused by harvesting of autogenous semitendinosus tendon for reconstruction of contralateral anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* 14: 580-584, 1998.
- 13) Bennon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al.: Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 84-A: 1503-1513, 2002.
- 14) Carter TR, Edinger S: Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy* 15: 169-172, 1999.

- 15) Garrandes F, Colson SS, Parisaux JM, et al.: Knee isometric torque and electromyographic specificities after semitendinosus and gracilis hamstrings anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Phys Med Rehabil* 85: 127-134, 2006.
- 16) Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, et al.: Effects of early progressive eccentric exercise on muscle size and function after anterior cruciate ligament reconstruction: a 1-year follow-up study of a randomized clinical trial. *Phys Ther* 89: 51-59, 2009.
- 17) Fabiś J: The impact of a isokinetic training program on the peak torque of the quadriceps and knee flexors after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings *Ortop Traumatol Rehabil* 9: 527-531, 2007.
- 18) Gerber JP, Marcus RL, Dibble LE, et al.: Effects of early progressive eccentric exercise on muscle structure after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 89: 559-570, 2007.
- 19) Majima T, Yasuda K, Tago H, et al.: Rehabilitation After Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 397: 370-380, 2002.
- 20) Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, et al.: Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand* 74: 62-68, 2003.
- 21) Perry MC, Morrissey MC, King JB, et al.: Effects of closed versus open kinetic chain knee extensor resistance training on knee laxity and leg function in patients during the 8- to 14-week post-operative period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13: 357-369, 2005.
- 22) Heijne A, Werner S: Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15: 402-414, 2007
- 23) Ben Moussa Zouita A, Zouita S, Dziri C, et al.: Isokinetic, functional and proprioceptive assessment of soccer players two years after surgical reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. *Ann Readapt Med Phys* 51: 248-256, 2008.
- 24) Mir SM, Hadian MR, Talebian S, et al.: Functional assessment of knee joint position sense following anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 42: 300-303, 2008.

- 25) Dubljanin-Raspopović E, Matanović D, Kadija M: Influence of proprioceptive training in the improvement of neuromuscular performance after ACL reconstruction. *Srp Arh Celok Lek* 133: 429-432, 2005.
- 26) Anders JO, Venbrocks RA, Weinberg M: Proprioceptive skills and functional outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-tendon-bone graft. *Int Orthop* 32: 627-633, 2008.
- 27) Zhou MW, Gu L, Chen YP, et al: Factors affecting proprioceptive recovery after anterior cruciate ligament reconstruction. *Chin Med J (Engl)* 121: 2224-2228, 2008.
- 28) Moezy A, Olyaei G, Hadian M, et al.: A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 42: 373-378, 2008.
- 29) Risberg MA, Holm I, Myklebust G, et al.: Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial. *Phys Ther* 87: 737-750, 2007.
- 30) Gómez-Barrena E, Bonsfills N, Martín JG, et al.: Insufficient recovery of neuromuscular activity around the knee after experimental anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop* 79: 39-47, 2008.
- 31) Muaidi QI, Nicholson LL, Refshauge KM, et al.: Effect of anterior cruciate ligament injury and reconstruction on proprioceptive acuity of knee rotation in the transverse plane. *Am J Sports Med* 37: 1618-1626, 2009.
- 32) Ozenci AM, Inanmaz E, Ozcanli H, et al.: Proprioceptive comparison of allograft anterior cruciate ligament reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15: 1432-1437, 2007.
- 33) Bryant AL, Newton RU, Steele J: Successful feed-forward strategies following ACL injury and reconstruction. *J Electromyogr Kinesiol* 19: 988-997, 2009.
- 34) Iwasa J, Ochi M, Adachi N, et al.: Proprioceptive improvement in knees with anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop* 381: 168-176, 2000.
- 35) Shiraishi M, Mizuta H, Kubota K, et al.: Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin J Sport Med* 6: 32-39, 1996.
- 36) Barrett DS: Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg Br* 73: 833-837, 1991.
- 37) Pfürringer W, Kremer C: Subsequent treatment of surgically managed, fresh, anterior cruciate ligament ruptures--a randomized, prospective study. *Sportverletz Sportschaden* 19: 134-139, 2005.

- 38) Dubljanin-Raspopović E, Kadija M, Matanović D: Evaluation of the intensive rehabilitation protocol after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *Srp Arh Celok Lek* 134: 532-536, 2006.
- 39) Beynnon BD, Johnson RJ, Abate JA, et al.: Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part 2. *Am J Sports Med* 33: 1751-1767, 2005.
- 40) Shaw T, Williams MT, Chipchase LS: Do early quadriceps exercises affect the outcome of ACL reconstruction? A randomised controlled trial. *Aust J Physiother* 51: 9-17, 2005.
- 41) Majima T, Yasuda K, Tago H, et al.: Rehabilitation after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*: 370-380, 2002.
- 42) Wright RW, Preston E, Fleming BC, et al.: A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part II: open versus closed kinetic chain exercises, neuromuscular electrical stimulation, accelerated rehabilitation, and miscellaneous topics. *J Knee Surg* 21: 225-234, 2008.
- 43) Wright RW, Preston E, Fleming BC, et al.: A systematic review of anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: part I: continuous passive motion, early weight bearing, postoperative bracing, and home-based rehabilitation. *J Knee Surg* 21: 217-224, 2008.
- 44) Beynnon BD, Uh BS, Johnson RJ, et al.: Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *Am J Sports Med* 33: 347-359, 2005.
- 45) Ito Y, Deie M, Adachi N, et al.: A prospective study of 3-day versus 2-week immobilization period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee* 14: 34-38, 2007.
- 46) Isberg J, Faxén E, Brandsson S, et al.: Early active extension after anterior cruciate ligament reconstruction does not result in increased laxity of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14: 1108-1115, 2006.
- 47) Shelbourne KD, Nitz P: Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med* 18: 292-299, 1990.
- 48) Vadalà A, Iorio R, De Carli A, et al.: The effect of accelerated, brace free, rehabilitation on bone tunnel enlargement after ACL reconstruction using hamstring tendons: a CT study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15: 365-371, 2007.

- 49) Heijne A, Werner S: Early versus late start of open kinetic chain quadriceps exercises after ACL reconstruction with patellar tendon or hamstring grafts: a prospective randomized outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15: 402-414, 2007.
- 50) Dauty M, Le brun J, Huguet D, et al.: Return to pivot-contact sports after anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon or hamstring autografts. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 94: 552-560, 2008.
- 51) Lee DY, Karim SA, Chang HC: Return to sports anterior cruciate ligament reconstruction - a review of patients with minimum 5-year follow-up. *Ann Acad Med Singapore* 37: 273-278, 2008.
- 52) Gobbi A, Francisco R: Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14: 1021-1028, 2006.
- 53) Webster KE, Feller JA, Lsmbros C: Development and preliminary validation of a scale to measure the psychological impact of returning to sport following anterior cruciate ligament. *Phys Ther Sport* 9: 9-15, 2008.
- 54) 鬼木泰成：膝屈筋腱を用いた前十字靭帯再建術後のスポーツ復帰について。整形外科と災害外科 54：684-688, 2005.
- 55) 蟹沢泉：前十字靭帯再建患者のスポーツ復帰。日本整形外科スポーツ医学会雑誌 20：349-356, 2000.
- 56) 竹田 毅：ACL 再建術後のスポーツ復帰障害因子について。臨床スポーツ医学 10：565-570, 1993.
- 57) 月村泰規：競技レベルの違いによる Leeds-Keio 人工靭帯を用いた ACL 再建術後のスポーツ復帰。日本整形外科スポーツ医学雑 24：289-295, 2004.
- 58) Delay BS, Smolinski RJ, Wind WM, et al.: Current practices and opinion in ACL reconstruction and rehabilitation: results of a survey of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine. *Am J Knee Surg* 14: 85-91, 2001.
- 59) Kvist J: Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sport Med* 34: 269-280, 2004.
- 60) Smith FW, Rosenlund EA, Aune AK, et al.: Subjective functional assessments and the return to competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sport Med* 38: 279-284, 2004.

6. 予防

1) 予防効果

推奨グレード C エビデンスレベル 2

- 男子サッカー選手を対象に、バランスボードを使用したトレーニングを実施した結果、介入群の前十字靭帯 (anterior cruciate ligament: ACL) 損傷発生率は有意に減少した¹⁾。
- サッカー、バレーボール、バスケットボール選手を対象に、女子 366 名を介入群、女子 463 名、男子 434 名を非介入群とした。介入群は、神経筋トレーニングを行った結果は非介入群 (女子) と比較して有意に ACL 損傷発生率が減少した²⁾。
- 女子ハンドボール選手を対象にコントロール期を 1 年間、介入期を 2 年間とし介入期は 15 分間の予防プログラムを実施した。ACL 損傷発生率に有意な変化はなかったが、上位リーグでは予防プログラムを完了した選手は未完了の選手と比較して有意に減少した³⁾。
- ユース年代女子サッカー選手を対象に、介入群は神経筋トレーニング (教育、ストレッチ、筋力、プライオメトリック、アジリティ) を 2 年間実施した結果、ACL 損傷発生率は有意に減少した⁴⁾。
- ハンドボール選手を対象に、介入群はカッティング・着地動作の改善・バランス・筋力トレーニングから構成されたプログラムを 1 シーズン実施した。下肢外傷発生率は介入群が非介入群と比較して有意に減少した⁵⁾。
- 女子ハンドボール選手を対象に、介入群は情報提供、バランス、ジャンプトレーニングを 1 シーズン実施した。ACL 損傷発生率に有意差はないが減少傾向だった⁶⁾。
- 高校女子サッカー、バスケットボール、バレーボール選手を対象に、介入群は knee ligament injury prevention program を実施した。ACL 損傷発生率に有意な差はなかった⁷⁾。

2) トレーニング効果

推奨グレード B エビデンスレベル 3

- 高校女子バスケットボール選手を対象に、トレーニング群はスポーツ傷害予防プログラムを、コントロール群は普段のプログラムを 8 週間実施した。トレーニング群はリバウンドジャンプにおいて膝屈曲角度、膝間距離が大きくなった⁸⁾。
- 大学女子選手を対象に神経筋プログラムを 6 週間実施し、実施前後に三次元解析によるジャンプ測定を行った。stop jump では膝外反モーメントが有意に低下し、drop jump では膝屈曲角度が有意に増加した⁹⁾。
- 高校女性選手を対象にプライオメトリック群とバランス群の 2 群に分け、トレーニング実施前後で 2 種の動作解析を行った。ACL 損傷予防プロトコルではプライオメトリックとバランスと両方の要素が必要である¹⁰⁾。

- ・ 女子サッカー選手を対象に ACL 損傷予防プログラムを 1 シーズン実施した結果、実施前後でドロップジャンプにて股内転・内旋が有意に減少した¹¹⁾。
- ・ 男女選手を対象にドロップジャンプをデジタルビデオにて動作解析を実施した。一部の女子選手は神経筋トレーニングを行わせた。女性トレーニング群は有意に膝関節間距離が向上した¹²⁾。
- ・ 女子選手を対象に knee ligament injury prevention プログラムを実施した結果、トレーニング群は着地時の床反力が有意に低下した¹³⁾。
- ・ 女子高校選手を対象にプライオメトリックプログラム（筋力、柔軟性を含む）を実施した結果、ブロックジャンプにて膝内反・外反モーメント、床反力が減少した¹⁴⁾。

文 献

- 1) Caraffa A, Cerulli G, Proietti M, et al.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee surg sports traumatol arthrosc* 4: 19-21, 1996.
- 2) Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, et al.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 27: 699-706, 1999.
- 3) Myklebust GR, Engebretsen L, Braekken IH, et al.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med* 13: 71-78, 2003.
- 4) Mandellbaum BR, Silver HJ, Watanabe D, et al.: Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes. 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 33: 1003-1010, 2005.
- 5) Olsen OE, Myklebust GR, Engebretsen L, et al.: Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomized controlled trial. *BMJ* 330: 449, 2005.
- 6) Petersen W, Braun C, Bock W, et al.: A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Arch orthop trauma surg* 125: 614-621, 2005.
- 7) Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, et al.: Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am* 88: 1769-1774, 2006.
- 8) Lim BO, Lee YS, Kim JG, et al.: Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med* 37: 1728-1734, 2009.

- 9) Chappell JD, Limpisvasti O: Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med* 36: 1081-1086, 2008.
- 10) Myer GD, Ford KR, McLean SG, et al.: The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *Am J Sports Med* 34: 445-455, 2006.
- 11) Pollard CD, Sigward SM, Ota S, et al.: The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. *Clin. J Sports Med* 16: 223-227, 2006.
- 12) Noyes FR, Barber-Westin SD, Fleckenstein C, et al.: The drop-jump screening test: difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *Am J Sports Med* 33: 197-207, 2005.
- 13) Irmischer BS, Harris C, Pfeiffer RP, et al.: Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *J Strength Cond Res* 18: 703-707, 2004.
- 14) Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, et al.: Plyometric training in female athletes. Decreased impact force and increased hamstrings torques. *Am J Sports Med* 24: 765-773, 1996.

第5章 現状と展望

ACL 損傷理学療法ガイドラインをまとめた。ACL 損傷はスポーツでの発生が多く、その種目にもよるが女性の発生率が高い。現時点での標準的な治療は、自家腱移植での再建術であり、加速的リハビリテーションに対しても肯定的な文献が多く、スポーツ復帰率も高くなっている。しかし、スポーツ活動を長期間制限されるのが現状である。

再建術後のリハビリテーションは、再建靭帯の成熟度を勘案しながら不安定性を誘発させないような、しかもスポーツ復帰に効率よく結びつく内容が必要となる。しかし、再建術後の理学療法の内容を詳細に吟味し、比較検討した文献は見当たらないのが現状であった。

そのような現状の中で、ACL 損傷予防プログラムの効果の検証が行われ、疫学的にも ACL 損傷発生率の低下が認められてきていることは喜ばしいことと考える。スポーツ傷害がそうであるように、ACL 損傷も再発率の高い外傷である。今後は、安全で早期のスポーツ復帰を目指した理学療法という視点だけでなく、再発をさせないための理学療法という視点からもその内容を考え発展させていく必要があるであろう。

用語

1) orthopadische Arbeitsgruppe Knie (OKA)

4つのカテゴリー（痛み・膝くずれなどの主観的所見，関節可動域・大腿周径の左右差などの客観的所見，関節安定性，ジャンプなどの機能テスト）からなる膝関節靭帯の評価方法。

2) IKDC form

International Knee Documentation Committee（国際膝記録委員会）が推奨する膝関節評価用紙。膝関節内の水腫，関節可動域，靭帯損傷の診断（ラックマンテスト，70°屈曲位での前方引き出しテスト・後方押し込みテスト，回旋不安定性テスト，ピボットシフトテスト，逆ピボットシフトテスト，KT計測），関節裂隙所見（マックマレーテスト），自己移植腱採取部位の状態（腱採取部位の圧痛，下腿の知覚異常），X線撮影，機能試験（片足跳び試験），以上7つの領域を100点満点で評価する。

3) tegner activity score (TAS)

膝関節靭帯損傷患者の活動レベルを0～10の11段階で評価する。0は膝の問題のため働くことが不可能なレベル，10は全国あるいは国際大会レベルのサッカー選手。

4) lysholm score

膝関節靭帯損傷患者の総合評価を100点満点で行う。評価項目は，跛行，支持装具，階段昇降，しゃがみこみ，歩行・走行・ジャンプ，大腿四頭筋の萎縮，以上6項目である。この評価にはX線評価や不安定性評価が含まれていない。

5) knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS)

症状（5項目），膝関節の硬さ（2項目），疼痛（9項目），日常生活活動（17項目），スポーツ・レクリエーション活動（5項目），生活の質（4項目），以上42項目を質問紙法にて評価する。

6) single assessment numeric evaluation (SANE rating)

「受傷前の膝の状態を100%とすると，現在はどれくらいの割合か」に対する自己評価法。

7) KT-1000・KT-2000

膝関節の前後方向に対する動揺距離の定量的評価法として用いられている器具。膝靭帯損傷や再腱術前後に用いられている。KT-2000 はパソコンなどとリンクし、牽引力と移動距離を画面上にうつすことができる。

8)感度(sensitivity)

真陽性に対し、検査上陽性であった人数（検査結果陽性/真陽性）。

9)特異度(specificity)

真陰性に対し、検査上陰性であった人数（検査結果陰性/真陰性）。

10)陽性的中度(positive predictive values)

検査上陽性であったのに対し、真陽性であった人数（真陽性/検査上陽性）。

11)陰性的中度(negative predictive values)

検査上陰性であったのに対し、真陰性であった人数（真陰性/検査上陰性）。

12)精度(accuracy)

総数に対し、真陽性かつ検査上陽性と真陰性かつ検査上陰性を足した人数（真陽性かつ検査上陽性+真陰性かつ検査上陰性/総数）。

13)radiostereometric analysis(RSA)

X線を用いた膝関節安定性の評価方法。

14)notch width index(NWI)

顆間窩幅を膝窩溝レベルの大腿骨遠位端幅で除した比率。膝 90° 屈曲位で、正面後方から膝の中心に向かって X 線を照射し、得られた前後像（膝の顆間窩撮影像）から膝関節の両側大腿顆部の横幅と同位置で計測された顆間窩の幅との比率。この比率が小さいことはその膝の中で顆間窩幅が狭いことが示唆される。

15)ST

semitendinosus, 半腱様筋。

16)ST-G

semitendinosus and gracilis, 半腱様筋, 薄筋。

17)BPTB または BTB

bone-patella-tendon-bone, 骨付き膝蓋腱。

18)ITT

iliotibial tract, 腸脛靭帯。

19)cincinnati sports activity score(CSAS)

スポーツ復帰, または種目変更しての復帰のための評価法。日常とスポーツ活動に特異的な機能についての評価法。この評価法は, 1) 参加の頻度, 2) スポーツ活動中の下肢にかかる負担のタイプ, の二つの分野に基づく。

アブストラクトテーブル

SR: systematic review RCT: randomized controlled trial

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
1-1	大森 豪. 2001. B-4a	cohort	ACL 損傷診断後, 筋力強化などのリハビリのみを行った 70 例 70 膝を対象とした。受傷時平均年齢は 35 歳, 経過観察期間は平均 11.6 年, 全例直接検診を行い X 線上の OA 変化および影響を与える因子について検討した。	症例全体の Lysholm score は平均 89 点で, 79%が excellent または good に含まれていた。X 線上の OA 変化は ACL 損傷側で 63%に認められ, 非損傷側の 29%に比して有意に多かったが, 大部分は grade I または II の軽度の OA であった。
1-2	井原秀俊. 2004. A-4a	cohort	ACL 損傷後 2 週以内の症例に対して, Kyuro 膝装具による保護的早期運動療法を行った。急性期と治療 3 か月後に関節鏡視および静的弛緩性評価を実施した 143 例を対象とした。3 か月後の再関節鏡視での靭帯の獲得形態を I~IV の 4 つのグレードに分類した。	グレード I (優): 67 例, グレード II (良): 30 例, グレード III (可): 28 例, グレード IV (不可): 18 例であった。鏡視所見でグレード I, II かつ静的安定性の左右差が 3 mm 以下の 88 例のうち, 再損傷が 12 例あった。ACL 新鮮損傷に対する保護的早期運動療法の適応は, スポーツ選手では限られてくる。
1-3	清水泰宏. 1997. C2-4b	observational study	新鮮 ACL 損傷と診断され, Kyuro 膝装具を用い保存療法を受けた症例 9 膝を対象とした。受傷後 2 週間以内に Kyuro 装具を着用し, 動的関節制動訓練を施行した。原則的に Kyuro 装具を 3 か月間装着, 受傷後平均約 5 か月観察した。	脛骨プラトール粉碎骨折の 1 例を除く, ACL 断裂 8 膝では 2 か月から 6 か月で膝の不安定性は消失した。
1-4	Mizuta H. 1995. C1-4b	observational study	ACL 完全断裂後の若年患者 18 例に対し保存療法を行った。経過観察期間は最低 3 年であった。	17 例 (94.4%) に giving way があった。18 例全例 (100%) に疼痛があり, 4 例 (22.2%) に時々 locking を認めた。Lysholm score は平均 64.3/100 点であった。Lachman test と pivot shift test は全例 (100%) で陽性であった。筋力は大腿四頭筋の健側比で平均 84%, ハムストリングで平均 94%であった。
1-5	木村雅史. 2006. B-4b	observational study	陳旧性 ACL 損傷 (受傷後平均 3 年 4 か月) に対し半月板切除のみ行った 43 例を対象とし, 膝不安定性と患者の満足度を検討した。	anterior drawer test は内側半月板切除により有意に増加し, Lachman test, N test は変化なかった。術後日常生活に支障のあるものは 12 例 (28%), 支障のないものは 31 例 (72%) であった。結果に満足しているものは, ほぼ満足と満足を含め 93%であった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
2-1	遠山晴一. 1990. B-4b	observational study	ACL 新鮮損傷に対して一次修復術を行い, 平均 3.5 年経過した症例 25 例 25 膝 (男 13, 女 12) を追跡調査した。断裂部位によって 3 群に分類した。評価は自覚的評価と他覚的評価 (徒手検査 3 つ, 脛骨前方移動距離, ROM) とした。それらを統計処理にて群間比較した。	術後調査時, 自覚的評価は約 68% が excellent であり, 断裂部位の比較では有意差はなかった。他覚的評価の徒手テスト 2 種と ROM では群間の有意差はないが, 徒手テスト 1 種 (Lachman test) と脛骨前方移動量については実質部断裂群が他に比べて有意に不良であった。
2-2	田中一成. 2007. B-4b	observational study	対象は, 九労装具を用いての運動療法を実施した保存群 15 例と, 鏡視下一次縫合術を施行し, その後装具を用いた保護的運動療法を施行した一次縫合群 77 例とした。それぞれの治療法に対し原則として保存治療前と保存治療後または術後 3 か月に関節鏡評価を施行した。	保存療法では 15 例中 3 例 (20%), 一時縫合術では 77 例中 42 例 (55%) でも正常に近い太さで大腿骨に癒合し良好な緊張を得られた。
2-3	田辺芳恵. 1989. B-4b	case-control study	受傷後早期に一次修復術を受けた ACL 損傷者 32 人 32 膝を対象とし, それらを単独修復群と複合修復群, 男女により 4 つの group に分類した。測定項目は大腿四頭筋と膝屈筋群で, 両筋の筋力は術後 3, 6, 9, 12 か月に Cybex II を用いて膝 90 度屈曲位での最大等尺性トルクを測定した。それらを統計学的に比較検討した。	患側大腿四頭筋筋力は術後 3 か月時点で著明な筋力低下を認めその後回復するが, 術後 1 年時でも筋力低下が残存した。患側膝屈筋筋力は大腿四頭筋に比べて筋力低下は有意に少ないが同様の過程であった。group 間比較では両筋ともに筋力低下の男女差はないが, 複合修復群は男性のみ 6, 12 か月で単独修復群より有意に低値であった。
2-4	阿部健男. 1999. B-4b	observational study	対象は ACL 一次修復術を施行した 24 例。評価は最終経過観察時に施行した。臨床成績は KT-1000, 徒手不安定性検査およびスポーツへの復帰状況を調査, 3 群に分類し比較した。	最終経過観察時に good とされた症例は 64% で, 受傷後平均 7 か月で元のスポーツ復帰していた。一方, fair は 25% で poor は 7% で, 再受傷や再建術が必要となった症例もあった。
2-5	Taylor DC. 2009. C1-4b	case-control study	対象は 34 人の ACL 単独損傷とした。手術時の平均年齢は 20 歳。ACL 完全断裂の 26 人に対して一次修復を, 部分断裂の 8 人に対しては修復術などはしなかった。評価は主観的評価と IKDC, Lysholm score, Knee KOOS, TAS, SANE rating とした。	IKDC が 18/34 (ノーマルかノーマルに近い), Lysholm score は平均 70.1/100, SANE rating は平均 68.9/100, KOOS rating は平均 68.6/100, TAS は平均 3.7/10 であった。部分断裂で修復しなかった人と一次修復した人の差は僅かだった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
2-6	前 達雄. 2004. C1-3	non-RCT	ACL 損傷患者 23 例を解剖学的二重束再建法 11 例と Isometric bi socket 法 12 例の 2 群に分け脛骨前後方移動量を計測した。	解剖学的二重束再建法では bi socket 法に比して, より小さい初期張力で効率よく前方制動の獲得が可能であった。
2-7	安田和則. 2005. C1-2	RCT	解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 24 例と 1 ルート再建法および Rosenberg が報告した 2 ルート再建法を行った 24 例で成績を検討した。	解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った症例の方が有意に成績が良かった。また内旋力を加えた時の張力は正常膝と同等であった。
2-8	Maracci M. 1995. B-4b	observational study	Leeds-Keio 靭帯による ACL 再建術を施行した 40 名 (平均年齢 31 歳) を対象に, 73 か月後の IKDC form, Lysholm score, KT-2000, レントゲン画像によって比較・検討を行った。	IKDC form では excellent と good を合わせて 55% であった。Lysholm score では 80% で満足できる結果を得た。
2-9	Toritsuka Y. 2009. C1-4b	observational study	膝屈筋腱を用いて解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 78 例を対象に, IKDC と KT-2000 を使用して評価した。	IKDC, KT-2000 とともに良好な成績であり, 満足できる結果であった。
2-10	Aqlietti P. 2009. B-2	RCT	膝屈筋腱による解剖学的 2 ルート ACL 再建術を行った 70 例を 1 重束再建例と 2 重束再建例の 2 群に分け, VAS, IKDC, KOOS, KT-1000 を使い評価した。	1 重束再建例より 2 重束再建例の方が成績が良かった。
2-11	白石 稔. 1999. C1-3	non-RCT	腸脛靭帯による ACL 再建例 20 例 (ITT 群) と膝屈筋腱による再建例 20 例 (STG 群) の 2 群に分け, 骨孔拡大, 臨床成績について調査した。	骨孔拡大の発生率と拡大量は STG 群の方が軽度であった。骨孔拡大と臨床成績には関連性を認めなかった。
2-12	林 正典. 2005. B-4b	observational study	BTB を用いて ACL 再建術を行った 46 例を対象に, 再断裂, ROM, 大腿周囲径, KT-2000 患健側差, Lysholm score 評価し, 術後 1 年以上経過した 38 例については膝前面の愁訴も検討した。	臨床成績は概ね良好であった。膝前面痛を訴える症例が数例存在した。歩き動作は全例可能であったが, 半数以上の症例で軽度の痛み, または違和感を感じていた。
2-13	月村泰規. 2007. B-4b	observational study	膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後の膝蓋大腿関節軟骨の変化を調査した。対象は, ACL 再建術後 1 年以上経過し, 再鏡視を行った 68 例とした。	ACL 再建術時にすでに 50% 以上の症例に膝蓋大腿関節軟骨に何らかの変化を認めた。再鏡視時に更に 20~30% は進行, 特に 30 歳代以上の症例で軟骨損傷が進行することが多いことがわかった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
2-14	徳永真巳. 2007. A-3	non-RCT	内側ハムストリング筋腱を用いた ACL 再建術後, 再鏡視を施行した 494 例を調査し, PF 関節軟骨所見が再鏡視時に増悪していた 21 例 (21/494, 4.3%) を対象とした。また, PF 軟骨損傷がない 85 例を対照群とした。	PF 関節の疼痛は認めず, 雑音は 1 例に認めた。ROM, KT-2000 患健差, Biodex による筋力測定, JOA に有意差はなかった。
3-1	McDevitt ER. 2004. A-2	RCT	ACL 損傷術後患者 100 名を装具装着群・非装着群の 2 群に分け, 同一の PT プロトコルを実施し 2 年間フォローした。装具群は術後 1 年間装具を使用した。	95 名の被検者を 2 年間フォローアップした。single-leg-hop, international knee documentation scores, Lysholm scores, 膝関節可動域, 筋力テストで両群間に有意差はなかった。装具群のうち 2 名, 非装具群のうち 3 名がその後再損傷した。
3-2	二木康夫. 2009. B-2	RCT	膝屈筋腱を使用した解剖学的二重束 ACL 再建術 52 例 52 膝を対象とした。26 例ずつを装具装着群・非装着群に分け術後 8 か月において両群の成績を比較した。装着群にはアンケートによる評価を実施した。	KT-2000, Lysholm scores, 等速性膝伸展筋力, pivot shift test 陽性率に有意差はなかった。装着群のアンケート調査ではコスト面, フィット感の欠点を指摘する声が多かったが, 安心感という点で 80%以上の患者の満足を得た。
3-3	Wright RW. 2007. B-1	SR	ACL 再建術後の装具の使用は, 疼痛, ROM, 移植腱の安定性等の項目を改善するの可否かを 12 の RCT を用いて検討した。	装具の使用によって疼痛・ROM・移植腱の安定性等の項目は影響を受けなかった。
3-4	Harilainen A. 1997. B-2	RCT	BTB を使用して ACL 再建術を施行した 60 症例を無作為に 30 例ずつに分けた。brace 群は術後 12 週にわたって装具装着にて理学療法を実施, no-brace 群は術後 2 週松葉杖歩行を行い, 全荷重を許可した。年齢, 性別, 受傷から手術までの期間, Lysholm score, Tegner activity level, laxity, 等速性筋力を比較した。	両群間で Lysholm score, Tegner activity level, laxity, 等速性筋力など術後 1 年時と 2 年時で各項目に有意差はなかった。
3-5	Muellner T. 1998. B-2	RCT	BTB を使用した ACL 再建術を施行した 40 症例を A 群 20 例 (バンテージ使用, 男性 12 例, 女性 8 例), B 群 20 例 (装具使用, 男性 11 例, 女性 9 例) に分けた。術後 6, 12, 24, 52 週での膝関節可動域, Cybex による筋力測定, 24 週, 1 年での KT-1000 による計測を A, B 群で比較した。	A 群のほうが可動域の獲得が B 群よりも早かった。また筋力, stability は両群間に有意差はなかった。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
3-6	Risberg MA. 1999. B-2	RCT	BTB を使用した ACL 再建術を施行した 60 症例を, B 群 30 例 (brace 使用) と NB 群 30 例 (brace 未使用) に分けた。B 群は術後 2 週 Donjoy 装具を使用し, その後 10 週間 functional knee brace を使用した。術前, 術後 6 週, 3, 6 か月, 1, 2 年に以下の項目の評価を実施した。評価項目は KT-1000, Cincinnati knee score, 膝関節可動域, 等速性筋力, Tegner activity level, CT による筋萎縮, 3 つのファンクショナルテスト, VAS (疼痛評価) であった。	術後 3 か月で Cincinnati knee score は B 群が有意に良好だったが, それ以降差はなかった。CT での筋萎縮は術後 3 か月で B 群が有意に減少していた。その他の項目では有意差はなかった。
3-7	Moller E. 2001. B-2	RCT	BTB を使用した ACL 再建術を施行した 62 症例を, B 群 32 例 (術後 6 週間 Donjoy brace 使用) と NB 群 30 例 (brace 未使用) に分けた。術後 2 年間にわたってフォローし, 以下の項目を比較検討した。項目は ROM, 等速性筋力, 膝周径, Tegner activity score 等である。	術後 2 週での膝周径は NB 群が有意に小さかったが, それ以降は有意差はなかった。Tegner activity score は術後 6 か月で NB 群が有意に高かったが, 術後 2 年では有意差はなかった。術後 2 年間の膝機能に対して, 術後の装具装着は有益なことはなかった。
3-8	Sterett WI. 2006. B-4a	cohort	受傷から 2 年以内に ACL 再建術を施行した 820 名のスキーヤーを対象とした。257 名の装具群と 563 名の非装具群に分け, 装具群はスキー時に機能的装具を使用した。ACL 損傷発生率を比較した。	61 名が再受傷し, 装具群が 10 名, 非装具群が 51 名であった。発生率は装具群が 4 件/100 膝/1 スキーシーズン, 非装具群が 8.9 件/100 膝/1 スキーシーズンで装具群が有意に低かった。
3-9	Mayr HO. 2009. B-2	RCT	ACL 再建術後, 6 週間硬性装具を使用した 36 名 (HB 群) と軟性装具を使用した 37 名 (SB 群) を対象とした。1 年間のフォローアップ期間内で滲出液, 腫脹, 可動域, IKDC2000, KT-1000, Lysholm score, Tegner activity level を比較した。	SB 群は術後 5 日から 12 週まで有意に滲出液が少なかった。HB 群は術後 5 日から 12 か月まで伸展制限を示した。SB 群は, IKDC 主観評価において術後 6 週と 12 か月で有意に高く, Lysholm score, Tegner activity level で術後 6, 12 か月で高値を示した。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
4-1	Ohkoshi Y. 1999. A-2	RCT	一皮切関節鏡視下で自家ハムストリングス腱を使用し、靭帯再建を行った 21 名の患者 21 膝を対象とし、7 名には 48 時間 5℃にて、7 名には 10℃にて冷却を実施し、対照群 7 名は冷却を行わず、その効果を比較した。評価指標は関節内温度、疼痛、薬物使用量、出血量とした。	冷却グループは 3 つの温度期間を示した：靭帯再建直後の低温の期間、続いて温度が上昇する期間、温度変化のない期間があとに続いた。対照群は低温の期間がなく、術後すぐに温度変化のない期間に入った。治療グループの低温の期間中、膝蓋上包と顆間窩の温度は体温より有意に低かった。疼痛スコアと薬物使用量は対照群より 10℃のグループで有意に少なかった。出血は対照群より 5℃のグループで有意に少なかった。
4-2	Raynor MC. 2005. B-1	meta-analysis	ACL 再建者に対しての術後の cryotherapy 効果に関する 7 つの RCT 論文を検証した。	術後ドレナージ、ROM に有意な差はなく、術後疼痛のみ cryotherapy 群が有意に少なかった。
4-3	Barber FA. 1998. B-2	RCT	ACL 再建をした外来患者 51 名を対象とし、continuous-flow cold therapy を 3 日間、必要に応じて 4~7 日間介入する群と非介入の群に分類し、その効果を比較した。評価は術後 1, 2, 8 時間、以後毎日行い、評価指標は CPM の時間、prone hangs の時間、ROM、視覚的アナログスケール (visual analog scale: VAS)、Likert score、薬物使用量とした。	continuous-flow cold therapy を行った群は、行わなかった群に比較して、CPM の時間が有意に長かった。また prone hangs の時間も長かった。1 週間での膝関節屈曲角度は continuous-flow cold therapy を行った群が大きかった。VAS、Likert score は continuous-flow cold therapy を行わなかった群が大きく、薬物使用量も有意に多かった。
4-4	Dervin GF. 1998. D-2	RCT	78 名の BTB による ACL 再建者 (入院患者) を対象とし、氷水を持続還流した cuff による介入、室温での cuff による介入を行う群に分類し、その効果を比較した。評価指標はドレージン、在院日数、薬物使用量、VAS、合併症とした。	ドレージン、在院日数、薬物使用量、VAS に有意な差は見られず、合併症もなかった。
4-5	Konrath GA. 1996. D-2	RCT	ACL 再建者に対し、cooling pad 4.4~10℃の介入、cooling pad 21.1~26.6℃の介入、ice packs の介入、cold therapy 非介入の 4 群に分類し、その効果を比較した。ドレージン、在院日数、ROM、薬物使用量にて評価した。	皮膚温に差はあるが、ドレージン、在院日数、ROM、薬物使用量に有意な差は見られなかった。合併症もどの群にも見られなかった。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
4-6	Edwards DJ. 1996. D-2	RCT	ACL 再建者 71 名を対象とし、氷水を満たした CryoCuff の介入、室温の水を満たした CryoCuff の介入、CryoCuff の非介入の 3 群に分類し、その効果を比較した。評価指標は出血量、薬物使用量、ROM、VAS とした。	3 群間で有意な差は見られなかった。
4-7	Daniel DM. 1994. D-2	RCT	関節鏡視下 ACL 再建術を行った 131 名を対象とし、cold therapy の介入・非介入に分類し、その効果を比較した。評価指標は入院期間、痛み・薬物使用量、下肢の腫脹、膝関節可動域とした。	クーリングパッドは皮膚温度を下げた。グループの間には、入院期間、薬物使用量、疼痛スケール、膝の周径、関節可動域に関し違いが全くなかった。
4-8	Schröder D. 1994. C1-2	RCT	対象は 15~40 歳の 44 名の患者を対象とし、ice therapy による介入、cooling-compression system による介入に分類し、その効果を比較した。評価指標は周径、ROM、VAS、薬物使用量とし、術後 1、2、3、6、14、および 28 日目に評価した。また、術後 12 週間後に等速性テストと functional knee score を実行した。	cooling-compression system 群では腫脹・痛み・薬物使用量が有意に少なかった。すべての評価日において、cooling-compression system 群は ice therapy 群に比べ、ROM が有意に大きかった。また functional knee score も有意に大きかった。研究結果から ACL 再建術後には冷却のみよりも持続的な cooling-compression therapy が良い。
5-1	Ageberg E. 2009. C1-4b	case-control study	BTB による ACL 再建術後の患者 20 名、ハムストリングによる ACL 再建術後の患者 16 名に対し術後平均 3 年での筋力を比較した。	ハムストリングスによる再建を行った群は膝屈筋の筋力の健患差が大きく、患側の H/Q 比が骨付き膝蓋腱による再建を行った群より低かった。膝伸筋の筋力に健患差はみられなかった。
5-2	Arangio GA. 1997. C1-4b	case-control study	ACL 再建術後 (ITT による再建 28 人、BTB による再建 2 名、ハムストリング腱による再建 3 名) の患者に対し大腿の筋の大きさ、強さ、面積を MRI と等速性筋力で評価した。	筋断面積、大腿四頭筋トルクは術側非術側よりが有意に低下し、術側、非術側共に大腿四頭筋、ハムストリングスの断面積とピークトルクは相関していた。大腿周径と大腿四頭筋、ハムストリングスのピークトルクは非術側で正の相関が認められたが、術側では認められなかった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5-3	瓜田一貴. 2007. C1-4b	case-control study	BPTBを用いたACL再建術後の患者 (BPTB群) 104例 (男性75例, 女性29例) とST-Gを用いたACL再建術後の患者 (ST-G群) 144例 (男性57例, 女性87例) の膝伸展筋力, 屈曲筋力の回復を比較した。	BPTB群はST-G群と比較して術後膝伸筋の患健比は3.6か月後に有意な低下を認めたが, 術後9か月以降は有意差は見られなかった。膝屈曲筋力の患健比はST-G群はBPTB群と比較し術後3~12か月全ての時期で有意に低かった。患側のH/Q比においてST-G群は術後3~12か月の全ての時期において60%に達していなかった。
5-4	高井智子. 2006. C1-5	case-series	自家膝屈筋腱を用いてACL再建術を施行した18名 (男性8名, 女性10名) に対し, 術前, 術後6か月, 12か月に片脚垂直跳び (SVJ), 片脚幅跳び (SHJ) を行い, 等速性大腿四頭筋筋力を測定した。	術後6か月, 12か月において大腿四頭筋筋力とSVJに有意な相関はなく, SHJには有意な相関が見られた。
5-5	堤康次郎. 2002. C1-4a	cohort	膝屈筋腱によるACL再建術後の患者66例 (男性32例, 女性34例) において術前1週以内と術後1年で膝伸展筋力の測定を行った。術前の膝伸展筋力により患健比60%未満の例をLow群, 60%以上70%未満の例をMiddle群, 70%以上の例をHigh群と分類した。	術前の筋力が高い群ほど術後の筋力も高く, 3群間に有意な差を認めた。またどの群においてもスポーツ活動レベルが高いほど, 術後の筋力の回復は良好であった。
5-6	池田 浩. 2001. C1-4a	cohort	STを用いたACL再建術後の患者50例 (男性20例, 女性30例) の膝伸展筋力を術前1週以内, 術後平均18か月の時点で測定した。対象を術前の患健比60%未満をL群, 60%以上, 70%未満をM群, 70%以上をH群と分けて比較した。筋力評価は等運動性収縮下における求心性収縮と遠心性収縮, 膝屈曲60度における等尺性収縮力を測定した。	L群とM群, L群とH群においてすべての収縮様式において有意差を認め, 術前の膝伸展筋力の患健比が60%未満の場合は術後の筋力回復は遅れる傾向にあった。
5-7	中村英一. 2001. C1-4b	case-control study	ST-GにおけるACL再建術後の患者で視診上腱リリーフが認められた群を再生群 (16膝), そうでない群を非再生群 (4膝) とし, 等速度運動での膝屈曲筋力の最大トルク値 (健患比), flexion lag (股関節伸展, 足関節底屈位での最大自動膝屈曲角度の健患差) を両群で比較検討した。	等速度運動時の最大トルク値は再生群では $93.4 \pm 10.2\%$, 非再生群は $93.2 \pm 11.2\%$ で, 両軍間で有意差は認めなかった。flexion lagについては再生群で 3.2 ± 2.0 度, 非再生群で 8.0 ± 2.2 度であり, 非再生群は有意に大きな値を示した。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5-8	杉田 光. 1995. C1-5	case-series	Leeds-Keio (L-K) による ACL 再建術を行った者 39 例 (男性 28 例, 女性 11 例) を対象に, 術前, 術後 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12 か月で等速度筋力を大腿四頭筋, ハムストリングスについて測定した。	大腿四頭筋は術後 3 か月ではほぼ術前と同程度まで, 術後 12 か月で術前の健側と同程度まで回復した。ハムストリングスは術後 3 か月で健側と同程度まで回復した。
5-9	出家正隆. 1999. C1-4a	cohort	ACL 再建術後の患者 33 例を術前の大腿四頭筋筋力 (患健比) 70%以上の群をH群, 70%以下をL群とし術後 3 か月と 12 か月での筋力を比較した。	術後 3 か月では患健比が H 群が 51%, L 群が 45%で有意差は認めなかったが, 術後 12 か月で H 群が 86%, L 群が 73%で H 群が L より有意に高かった。
5-10	金 勝乾. 1999. C1-5	case-series	BTB による ACL 再建術後の患者 16 例 (男性 12 例, 女性 4 例) を対象に, 等運動性に求心性収縮 (CC) と遠心性収縮 (PEC) の筋力を測定した。測定時期は CC は術後 3, 6, 9, 12 か月で PEC は術後 9, 12 か月とした。	術後 12 か月において膝伸展筋力は CC は患側が健側に対し有意に低下していたが, PEC では有意差はみられなかった。膝屈曲筋力は CC は術後 9 か月の時点で 90%以上の回復を得ており, 患側間に有意差はみられなかった。
5-11	Yasuda K. 1995. C1-4a	cohort	ST-G による ACL 再建術後の患者で腱採取を非術側から行った群 (34 名) と術側から行った群 (31 名) で, 術前, 術後 1, 3, 6, 9, 12 か月で大腿四頭筋とハムストリングス筋力を測定した。	術後 12 か月で術側から腱を採取した群の非術側の大腿四頭筋, ハムストリングス筋力は術前の 120%まで回復した。腱を採取した場合, 大腿四頭筋筋力に影響はないが, ハムストリングス筋力は術後 9 か月まで低下していた。術側より腱を採取し, 再建術を行った群の術側の筋力は術後 1 か月でも大腿四頭筋筋力に影響はないがハムストリングス筋力は低下した。
5-12	Ohkoshi Y. 1998. C1-5	case-series	ACL 再建術を施行する際, 非術側から半腱様筋腱を採取した 25 例について, 術前と術後 12 か月で Biodex を用いて筋力を測定した。	ピークトルクの値は術前と術後で有意差はみられなかったが, 術後はピークトルクの角度が有意に減少した。
5-13	Beynonn BD. 2002. C1-2	RCT	ACL 損傷患者 56 名を無作為に BTB か ST-G による再建術を行った。平均 39 か月の follow-up を行い, 最終評価時各群 22 名の患者に対し, 満足度, 膝機能テスト, 活動レベル, 等速性筋力を評価, 比較した。	膝前方動揺等の客観的評価は BTB 群が優れていたが, 満足度, 活動レベル, one leg hop や squat, 階段昇降などの膝機能は同等の結果であった。ST-G 群は膝屈筋のピークトルクが BTB 群に比べ有意に低かった。
5-14	Carter TR. 1999. C1-4a	cohort	ACL 再建術の術式を BTB か ST か ST-G に無作為に分け, 術後 6 か月での大腿四頭筋, ハムストリングスの等速性筋力を比較した。測定速度は 180 度/sec と 300 度/sec で行った。	どの術式間においても大腿四頭筋, ハムストリングス筋力に有意な差はみられなかった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5-15	Garrandes F. 2006. C1-5	case-series	ST, ST-GによるACL再建術後の患者14名に対し、等尺性のテストと表面筋電図を測定した。	ある特異的な角度でトルクの減少が見られ、下腿三頭筋は45度より70度屈曲位での活動が高かった。
5-16	Gerber JP. 2009. B-2	RCT	ACL再建術後遠心性トレーニングを行った群(EC群)17名と標準的なりハを行った群15名を術後3週と1年で比較した。	大腿四頭筋、大殿筋の筋量はEC群で有意に向上した。1年では後hopテストの結果も有意に大きかった。
5-17	Fabis J. 2007. B-5	case-series	ST-Gを用いたACL単独再建術後の患者20名(女性8名, 男性12名)を対象に術後12週と24週で等速性筋力の評価をBiodexを用いて行った。全ての患者は12週間、週5回、20分等速性運動を行った。	術後12週と24週において非術側と術側での平均ピークトルクの違いは、それぞれ大腿四頭筋は38%と14%で、膝関節屈筋群は25%と4.3%であり、12週間の等速性運動によって膝関節屈筋群のピークトルクは20%、大腿四頭筋は24%増加した。
5-18	Gerber JP. 2007 B-2	RCT	ACL再建術後の患者40名を術後3週より漸増的な遠心性トレーニングを12週する群と標準的なりハを行う群に分け、トレーニング後MRIにて大腿四頭筋、ハムストリングス、薄筋、遠位の大殿筋のボリュームと筋断面積を評価した。	大腿四頭筋、大殿筋のボリューム、筋断面積は遠心性トレーニングを行う群において標準的なりハを行う群より有意に改善した。
5-19	Majima T. 2002 B-2	RCT	ACL再建術後一般的なりハビリテーションを行った群30例(男性18例, 女性12例)と加速的なりハビリテーションを行った群32例(男性18例, 女性14例)を術後36か月でKT, 筋トルクを評価した。	術後早期からの加速的なりハビリテーションを行った群で筋力回復は早かったが、術後9か月で有意差はなくなっていた。加速的なりハビリテーションを行った群は膝関節水腫の発生が高かった。
5-20	Ohta H. 2003. B-2	RCT	ACL再建術後の患者44名のうち22名を下肢の血流を制限した状態でのトレーニングを行い(R群)、他の22名は(N群)制限なしに同じトレーニングスケジュールを行い、術後16週での筋力を比較した。	術後16週においてR群は術前より膝伸展筋、膝屈筋のトルクがN群に比べ有意に増大した。また筋断面積もR群が伸展筋において術前より有意に増大していた。
5-21	Perry MC. 2005. B-2	RCT	ACL再建術後の49名の患者(男性37名, 女性12名)において中間期のOKCとCKCの膝伸展運動が膝関節弛緩性と下肢機能におよぼす効果を比較した。再建術後8~14週間に膝関節弛緩性を測定し、術後のみ最大片脚ジャンプを行った。1週間に3回OKCかCKCの膝、股関節の抵抗運動を一般的な理学療法の一部として行った。	OKCを行った群とCKCを行った群において膝関節弛緩性と機能に有意な差はみられなかった。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
5-22	Heijne A. 2007. B-2	RCT	ACL 再建術後の患者 68 名 (男性 36 名, 女性 34 名, 膝蓋腱による再建 34 名, ハムストリング腱による再建 34 名) を対象に術後 4 週から OKC による大腿四頭筋を行う群 (P4, H4) と 12 週から行う群 (P12, H12) に分け, 術前と術後 3, 5, 7 か月 ROM, KT-1000, 筋トルク, postual sway, anterior knee pain を評価した。	ROM はどの時期においても有意差は見られなかった。H4 は P4, H12 よりも膝関節弛緩性が有意に増大していた。P4 以外は術後 7 か月で大腿四頭筋の筋トルクは術前まで回復していたが, H4, H12 は術後 7 か月でハムストリングスの筋トルクは術前まで回復していなかった。
5-23	Ben Moussa Zouita A. 2008. C1-5	case-series	ACL 再建術後 26 名の患者において術後 2 年での isokinetic test, one leg hop の距離, 固有受容器覚を評価した。	術側のハムストリングスの筋力が低下し, 屈曲 15 度での固有受容器覚は低下していた。
5-24	Mir SM. 2008. C1-4b	case-control study	ACL 再建術後の 12 名の男性と健常男性 12 名で荷重位での下肢屈曲, 伸展した状態での角度の再現を評価した。	術後 11 か月において, ACL 再建術後患者と健常群において膝関節の位置覚に有意な差はなかった。
5-25	Dublkanin-Ras popovic E. 2005. B-2	RCT	ACL 再建術後 45 人の患者を対象にランダムに保守的なリハを行う群と積極的なリハを行う群に分け, 術前, 術後 6 週, 4, 6, 9, 12 か月後に single leg stance test, one leg hop test, Lysholm knee score, Tegner score を評価した。	積極的なリハを行う群において早期に協調性の向上が見られた。single leg stance test, one leg hop test, Lysholm knee score と Tegner score には高い相関が見られた。
5-26	Anders JOS. 2008. C1-5	case-series	BTB による ACL 再建術後 45 名の患者において座位, 背臥位, 立位での関節角度の再現と one leg hop test を行った。	IKDC において 95% が very good で全員術前のスポーツレベルに復帰していた。座位での自動膝関節角度の再現に術側と非術側で有意差が見られた。
5-27	Zhou MW. 2008. C1-4b	case-control study	ST-G による ACL 再建術後の患者 36 名と下肢に外傷のないコントロール群 13 名において受動的な関節位置覚, Biodex による等速性筋力を評価した。	固有受容器覚は再建群とコントロール群で有意差が見られた。受傷後 4 か月以内に再建した場合, 固有受容器覚のよい回復が得られた。
5-28	Moezy A. 2008. B-2	RCT	ACL 再建術後の患者 20 名に対し, 全身振動トレーニングを行う群 (WBVT 群) と一般的なトレーニングを行う群 (CT 群) に分け各 12 セッションのトレーニングを行い, 関節位置覚の測定誤差と姿勢の安定性を評価した。	WBVT 群は CT 群より有意に姿勢制御が改善した。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 29	Risberg MA. 2007. B-2	RCT	ACL 再建術後の患者 74 人を対象に神経筋トレーニングを行う群 (NT 群) と伝統的なトレーニングを行う群 (ST 群) に分け, 術前, 術後 3 か月, 6 か月で Cincinatti knee score, VAS, 等速度筋力, 固有受容器, 静的・動的バランスを評価した。	術後 6 か月の時点で NT 群は ST 群よりも Cincinatti knee score, VAS が有意に改善した。
5 - 30	Gomez-Barrena E. 2008. C1-4a	cohort	猫の慢性的な不安定膝と再建術を行った膝で, 移植腱の機械的反応による神経筋機能の反応の変化を踏査し比較した。	慢性的な不安定膝では脛骨の前方移動時に筋活動が特に増加し, 再建を行った膝とそうでない膝両方で関節の神経の反応は遅延し, 長期的には神経筋の反応は異常であった。
5 - 31	Muaidi QI. 2009. C1-4a	cohort	一側だけの ACL 損傷者とそれにマッチしたコントロール群 20 名において自動の膝関節回旋動作での固有受容器の鋭敏性と他動の回旋可動域, 前方動揺性と膝関節の機能の評価が比較された。また ACL 再建術後 15 名とコントロール群 15 人が, 3 か月後にも再び評価された。再建後の 14 名は 6 か月後にも評価された。	ACL 再建術後の患者は健常のコントロール群との比較で膝回旋の固有受容機能の低下が認められた。また術後 3 か月において固有受容器の鋭敏性, 前方弛緩性, 自身での膝関節機能の報告は有意に改善していた。術後 3~6 か月において回旋の固有受容器の鋭敏性, 弛緩性, 機能は改善が見られた。
5 - 32	Ozenci AM. 2007. C1-4b	case-control study	対象者を①コントロール群, ②自家腱による ACL 再建群, ③他家腱による ACL 再建群, ④ ACL 損傷群の 4 つのグループに分け, 固有受容器のテストを他動運動 (TDPM) と関節位置覚 (JPS) の 2 種類行った。②, ③は KT による 3 mm 以上緩みのある者を lax 群, 3 mm 以下の者を normal 群のサブグループに分けた。	TDPM において ACL 損傷群と他のグループに有意な差が見られた。自家腱と他家腱を用いた再建群は互いに差がなく, コントロール群と差はなかった。固有受容器覚は術後の膝関節弛緩性と関連はなかった。
5 - 33	Bryant AL. 2008. C1-4b	case-control study	ACL 損傷者男性 10 名と ACL 再建術後の男性 27 名 (BTB を用いた者 14 名, ST-G を用いた者 13 名) コントロール群 22 名に対して, Cincinatti knee score を評価しその後患側と反対方向へ全力ジャンプを行い, その間の VL, VM, ST, BF の EMG と脛骨近位の一時的な加速度が計測された。	片脚ジャンプの着地時の脛骨の一時的な加速は ACL の状態に左右されない。ACL 損傷者と再建術後の者において神経筋機能の項目と膝関節機能の間でいくつかの有意な相関が認められた。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 34	Iwasa J. 2000. C1-4a	cohort	ハムストリングス腱を用いた ACL 再建術後の患者 38 名に対し, 術後 3 か月から関節位置覚の測定を, KT-2000 と共に 24 か月まで評価した。	30 名の患者は術前より回復し, そのうち 28 名は関節位置覚が術後 18~24 か月まで維持していた。30 名の患者は術後に有意に高い安定性を維持していた。術後 6 か月までは有意な改善がなかったものの, 9 か月から徐々に改善した。
5 - 35	Shiraishi M. 1996. C1-4b	case- control study	ACL 再建術後の患者 53 人 (男性 22 人, 女性 31 人) を対象群とし, 健常群 30 人 (男性 15 人, 女性 15 人), ACL 損傷群 (男性 15 人, 女性 15 人) を対照群とした。客観的な固有受容器の評価として片脚起立のバランスを三群で比較した。さらに主観的機能, 満足度, 膝関節動揺, 等速性大腿筋力を ACL 再建術後患者に行った。	ACL 再建術を行った群は健常群より片脚起立のバランスが劣るが, ACL 損傷群よりは良かった。また ACL 再建術を行った群は片脚起立のバランスが主観的機能や満足度と関連があった。
5 - 36	Barrett DS. 1991. C1-5	case-series	ACL 再建術後の患者 45 人に対し, 機能評価, 自覚評価, 関節位置覚を評価した。	ACL 再建術後, 患者自身の意見と機能的な結果は相関が無く, 関節位置覚は満足度と機能に相関した。
5 - 37	Pförringer W. 2005. A-2	RCT	ST での ACL 再建者 46 名 (装具着用) を対象とし, 術後膝伸展全可動域の許可するリハビリテーションと 3 日間膝屈曲 20 度のリハビリテーションに分類し, その効果を比較した。術後 3, 6, 12 か月で評価し, 評価指標は ROM, 関節安定性, 筋力, 疼痛, 腫脹, Orthopadische Arbeitsgruppe Knie, IKDC form, Tegner activity score (TAS), Lysholm score とした。	術後膝伸展全可動域を許可した群が 3 日間膝屈曲 20 度にした群に比べ, 安定性を失うことなく膝伸展全可動域を早期に獲得し, 筋力の左右差が少なく, 仕事やスポーツへの復帰も早かった。また疼痛・腫脹・膝くずれが少なく, Orthopadische Arbeitsgruppe Knie, IKDC form, TAS, Lysholm score が高かった。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 38	Dubljanin-Raspopović E. 2006. A-2	RCT	BTB もしくは ST-G にて ACL 再建を施行した 45 名を対象とし, 保守的なりハビリテーションと集中的なりハビリテーションに分類した。保守的なりハビリテーション群は術後 4 週間非荷重で, ROM は 0 度~90 度に制限し, 集中的なりハビリテーション群は浮腫・疼痛を指標に進行させ, 各群の効果を比較した。評価指標は各群の人口統計, 病歴, ROM, 大腿周径, 安定性テスト, Lysholm score, TAS, one leg hop test, 片脚支持テストとし, 術前, 術後 6 週, 4, 6, 9, 12 か月で評価した。	集中的なりハビリテーション群が保守的なりハビリテーション群に比べ, 術後 6 週で ROM, 大腿周径, Lysholm score, 術後 4 か月で one leg hop test, 術後 6 か月で TAS が有意に高値であった。また移植腱の損傷や滑膜炎も見られなかった。
5 - 39	Beynnon BD. 2005. A-1	SR	早期の膝関節運動と固定に関して比較をした 5 つの RCT 論文を検証した。また早期荷重プログラムと荷重を遅らせたプログラムを比較した 2 つの RCT 論文を検証した。	早期関節運動を含んだリハビリテーションは疼痛軽減, 関節包の短縮の軽減, 関節運動の制限となりうる瘢痕組織の減少に有益であり, 関節軟骨にとっても有益であった。また早期荷重プログラムでは機能的結果において遅延荷重プログラムと同様の結果であった。移植腱やその固定の状態を悪化させるような過負荷ではなく, また前面痛の比率が少ないことから有益であった。
5 - 40	Shaw T. 2005. B-2	RCT	ACL 再建者 91 名を対象とし, SLR と等尺性膝伸展運動を行う群と術後 2 週間は行わない群に分類し, 術後 1, 2 週, 術後 1, 3, 6 か月でその効果を比較した。評価指標は ROM, Lag, Hop test, 等速性大腿筋力, the majority of numerical analogue scores, Cincinnati score, 疼痛スコア, 膝関節安定性とした。	運動を行う群は ROM の回復が膝伸展・屈曲とも有意に良かったが, Lag, Hop test, 等速性大腿筋力, the majority of numerical analogue scores, Cincinnati score では両群に有意な差は無かった。運動を行う群は, 手術直後は疼痛スコアが有意に高かった。また術後 6 か月では Cincinnati score が運動を行う群は有意に良かった。膝関節安定性に有意な差はなかった。SLR と等尺性膝伸展運動は術後 2 週間以内の開始でも安全であり, ROM の回復に有効である。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 41	Majima T. 2002. B-2	RCT	自家 ST-G 二重束 ACL 再建術後の 62 名を対象とし, 30 名には一般的なプロトコルによるリハビリテーション, 32 名には加速リハビリテーションに分類し, その効果を比較した。関節安定性・筋力・関節滲出液を評価した。	前方不安定性の左右差においてはグループ間に有意差はなかった。筋力は一般的なリハビリテーショングループの患者に比べ, 加速リハビリテーショングループで有意に早く回復したが, 術後 9 か月では 2 つのグループ間に有意な差はなかった。加速リハビリテーションはリハビリテーション中, 関節滲出液の発生を有意に増加させた。
5 - 42	Wright RW. 2008. B-1	SR	早期スポーツ復帰のための加速リハビリテーションの効果を比較した 2 つの RCT 論文を検証した。	加速リハビリテーションは少なくとも 5 か月から 6 か月のスポーツ復帰では安全である。
5 - 43	Wright RW. 2008. B-1	SR	早期荷重の効果を比較した 1 つの RCT 論文, 早期可動域運動の効果を比較した 1 つの RCT 論文を検証した。	早期荷重は利点があり, PF 関節の疼痛を減少させる。早期可動域訓練は安全であり, 関節線維症を防ぐ。
5 - 44	Beynonn BD. 2005. C1-2	RCT	BTB による ACL 再建者 25 名を対象とし, 加速と非加速リハビリテーションに分類し, その効果を比較した。手術時, 術後 3, 6, 12, 24 か月にて, 膝関節の動揺, 臨床評価, 患者満足度, パフォーマンス, 軟骨代謝で評価した。	両群とも差は見られなかった。
5 - 45	Ito Y. 2007. C1-2	RCT	シングルソケットでの多重折ハムストリングス腱を使用した ACL 再建者 30 名を対象とし, 術後 3 日固定と 2 週間固定群に分類し, その効果を比較した。評価指標は KT-2000 での安定性, 関節感覚, 術後 3, 6, 12 か月の大腿筋力とした。	各項目で両群に有意な差は無く, 心理的にも在院日数としても 3 日固定が良い。
5 - 46	Isberg J. 2006. C1-2	RCT	BTB での ACL 再建者 22 名を対象とし, 膝伸展制限をなしにする群と膝伸展-10 度, 屈曲 30 度に制限する群を比較した。術前, 術後 6 か月, 術後 2 年で評価し, 評価指標は RSA, KT-1000 での安定性, ROM, Lysholm score, Tegner, IKDC, one leg hop test とした。	両群に各項目で有意な差は無く, BTB での早期伸展は術後 2 年では不安定性を生じさせない。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 47	Shelbourne KD. 1990. C1-3	non-RCT	同一外科医によって行われた BTB による ACL 再建術を受け 73 名を対象とし, 加速リハビリテーションを行い, その効果を検討した。評価指標は ROM, KT-1000, Cybex での筋力, 膝のアンケートとした。	どの期間で行った移植腱の生検でも不利な組織学的反応は見られなかった。
5 - 48	Vadalà A. 2007. D-2	RCT	ST-G 二重束での ACL 再建を施行した 45 名を対象とし, スタンダードなリハビリテーションと, 装具なしの加速リハビリテーションに分類し, その効果を比較した。評価指標は CT での骨孔とした。	手術後平均 10 か月のフォローアップを行い, 加速リハビリテーション群は有意に骨孔が拡大していた。
5 - 49	Heijne A. 2007. D-2	RCT	BTB 34 名, ST 34 名の 68 名の ACL 再建者を対象とし, 術後 4 週目から OKC 膝伸展運動を開始する群と, 12 週目から開始する群を比較した。術前, 術後 3, 5, 7 か月で ROM, KT-1000, KAT2000, 筋力, 膝前面痛を評価した。	ROM, KAT2000, 膝前面痛に有意な差は見られず, KT-1000 では ST4 週群は BTB4 週群に比べ値が有意に大きく, ST12 週群と比べても値が有意に大きかった。大腿四頭筋の筋力は BTB4 週群を除いて, 術後 7 か月で術前筋力まで回復し, ハムストリングスの筋力は ST4, 12 群は術後 7 か月でも術前と比べ有意に低かった。
5 - 50	Dauty M. 2008. C1-4a	cohort	BTB とハムストリングス腱による ACL 再建術を行った 60 人の男性を対象に術後 4, 6, 12 か月で Tegner score, Lysholm score, KT-1000, single leg hop test, 等速度筋力を測定した。	術後 12 か月で, ハムストリングスによる ACL 再建術を行った群は KT において大きな弛緩性, 膝屈曲筋力の低下, BTB による ACL 再建術を行った群では膝伸展筋力の低下が見られた。BTB 群では術後 12 か月で 56.6%, ハムストリングスによる再建患者の 53% が術前レベルのスポーツに復帰していた。
5 - 51	Lee DY. 2008. C1-5	case-series	初回 ACL 再建術を施行した 64 名に対し術後 5 年で同レベルのスポーツに復帰したかを調査する為に, Tegner score, Lysholm score, IKDC, KT-1000 を評価した。	Lysholm score は 85.2 で IKDC は 81.2% が A か B で残り, 18.8% が C であった。Tegner score は術前は中央値 7 であったが, 術後 6 であった。復帰した患者のうち 62.2% が同レベルのスポーツに復帰したが, 再損傷の恐怖による 20%, 膝関節の不安定性と痛みで 17.8% が同レベルに復帰しなかった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 52	Gobbi A. 2006. C1-4a	cohort	ACL 再建後の患者 100 名 (BTB による再建 50 名, ハムストリングによる再建 50 名) に対し術前, 術後 3, 6, 12, 24 か月で, Tegner score, Lysholm score, IKDC や心理学的プロフィールの質問と等速性筋力評価, 膝関節の解析が行われた。	100 名中, 65 名が同レベルのスポーツに復帰した。24%がスポーツを変え 11%がスポーツ活動をやめた。同レベルのスポーツに復帰した人とそうでない人に Tegner score, Lysholm score, IKDC などには有意差はみられなかった。
5 - 53	Webster KE. 2008. C1-5	case-series	3 つの心理的反応, 感情, パフォーマンスの自信, リスクの評価を含む 12 項目のスケールを術後 8~22 か月で評価を完全に終えた 220 名の ACL 再建術後の患者が参加した。	そのスコアはスポーツを諦めた者ほど, 復帰した者, または復帰しようと計画していた者に比べて有意に低かった。
5 - 54	鬼木泰成. 2005. C1-4a	cohort	ハムストリング腱を用いた ACL 再建術後 2 年以上定期的な follow-up 可能だった 100 例 100 膝を対象に, 1 週間に 3 日未満行うレベル (R レベル) と 3 日以上行うレベル (C レベル) に分け, スポーツ活動が術後最高に達した時期, またその時期における活動レベルを完全復帰, レベルダウン, スポーツ中止に分けて評価した。	何らかのスポーツに復帰した者は全体の 82% であり R 群は 91%, C 群は 78% であった。活動レベルは完全復帰, レベルダウンがそれぞれ R 群では 63%, 28%, C 群では 40%, 38% であった。不安感がスポーツ復帰阻害因子として最も多く, 女性に多くみられ, また術前の full giving way の回数も有意に多かった。
5 - 55	蟹沢 泉. 2000. C1-4a	cohort	ACL 再建術後の患者 35 名 (ITT による再建: ITT 群 18 例, ST-G による再建: ST-G 群 17 例) を競技レベルとレクリエーションレベルの 2 つに分けて, 術後 1 年時, スポーツの復帰率, Lysholm score, IKDC を評価し, スポーツ復帰への障害因子, 他覚的評価, 自覚的評価の相関を検討した。	術式間で大きな差は無く, 競技レベルで 82%, レクリエーションレベルで 56% が復帰していたが, レクリエーションレベルの未復帰例は Lysholm score や筋力が有意に低かった。術後の安定性や半月板切除の有無と復帰率の相関は見られなかった。
5 - 56	竹田 毅. 1993. C1-4b	case-control study	L-K による ACL 再建術後の患者 127 例 (男性 72 例, 女性 57 例) を対象に, 関節構成体の状態, 手術成績, スポーツ復帰について評価を行った。スポーツ活動レベルは 4 クラスに分類した。	スポーツ復帰へは 77 例が完全復帰し, 愁訴がありながらも 74% が元のスポーツへ復帰した。スポーツ復帰は男性の復帰率が有意に高く, 手術時年齢別の復帰率では若年者の復帰率が有意に高かった。スポーツ復帰率と軟骨変性に程度も高い相関が見られた。活動レベルが高いクラスほど復帰率が高い傾向が見られたが, 完全復帰率は活動レベルが低いクラスの方が高い傾向にあった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 57	月村泰規. 2004. C1-4a	cohort	L-KによるACL再建術後の患者100例, 競技レベル69例(C群), レクリエーションレベル31例(R群)を対象に徒手動揺性検査, KT-2000, 等速度性筋力, スポーツ復帰時期を評価した。	KT-2000では両群間に差は見られなかった(再損傷例を除き)。等速性筋力は絶対値はC群がR群に比べて有意に大きかったが, 体重比では有意差はなかった。ゲーム復帰は両群とも平均6.4か月であった。
5 - 58	Delay BS. 2001. C1-5	case-series	American orthopedic society for sports medicine (AOSSM)の医師に対しACL再建術前, 後のマネージメントの意見を求め, 最新の再建術の技術について調査した。	ACL損傷後3~6週間以内に再建術を施行し, 1~4か月理学療法が行われ, 6~7か月で機能的装具をつけてスポーツに復帰していた。BTBによる再建術後の患者が最も早くfull activityまでの復帰を許可されていた。
5 - 59	Kvist J. 2004. A-1	SR	ACL損傷, 再建術後のスポーツ復帰について112の文献を用いたレビュー。	ACL損傷, 再建は早期のスポーツ復帰を目標にプログラムは加速化しつつあるが, スポーツ復帰には種々の要因を考慮しなくてはならない。ACL再建術後, 矢状面上の移動量が大きくなるが, これらは膝の機能やスポーツ復帰と関連していなかった。膝の機能的な安定性は重要であり, 膝周囲筋力やパフォーマンスなどが関連していた。また社会的で心理的な傷害はスポーツ復帰に影響を及ぼすであろう。
5 - 60	Smith FW. 2004. C1-5	case-series	競技レベルのスポーツ選手でBTBかハムストリング腱によるACL再建術を行った患者を対象とした。術後平均43か月の時点でChincinnati sports activity scale (CSAS)等を競技レベルの変化や愁訴の関係からアンケート調査した。	109名中77名から回答を得て, 術後12か月以内に62名(81%)が競技に復帰しており, そのうちの55名(89%)が受傷前と同じかそれ以上のレベルに復帰したとあり, 予後調査ではそのうちの30名(54%)がその高い競技レベルを維持していたとあった。55名中12名(22名)は術側の膝に問題が認められた。
6 - 1	Caraffa A. 1996. B-3	non-RCT	セミプロ, アマチュア男子サッカー選手600名を対象に300名を介入群, 300名を非介入群に分けた。介入群はproprioceptive trainingとして5段階で構成される4種のバランスボードを使用したトレーニングを20分間/日実施した。3シーズンにわたり行った。ACL損傷発生率を比較した。	介入群のACL損傷発生率は, 1.15件/チーム/シーズン(総数10件)で非介入群は0.15件/チーム/シーズン(総数70件)で有意にACL損傷が減少した。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
6-2	Hewett TE. 1999. B-2	RCT	サッカー, バレーボール, バスケケットボール選手を対象に, 女子 366 名を介入群, 女子 463 名, 男子 434 名を非介入群とした。介入群は, 神経筋トレーニングとしてプライオメトリック, 筋力強化, 柔軟性のトレーニングを 6 週間, 週 3 回実施した。膝関節外傷発生率を比較した。	膝関節外傷発生率は介入群 0.12/1,000 athlete-exposures (以下, AE), 非介入群の女子が 0.43/1,000 AE, 男子が 0.09/1,000 AE であった。介入群 (女子) は非介入群 (女子) と比較して有意に発生率が減少した。
6-3	Myklebust GR. 2003. B-2	RCT	女子ハンドボール選手を対象にコントロール期 (1998~1999) を 942 選手, 第一介入期 (1999~2000) 855 選手, 第二介入期 (2000~2001) 850 選手とした。フロア・マット・バランスボードの 3 種のエクササイズから成り 5 段階に分かれており, 15 分間のプログラムを介入期は実施した。頻度はシーズン前が 3 回/週, シーズン中は 1 回/週であった。ACL 損傷発生率を比較した。	コントロール期は 29 件の ACL 損傷があり, 第一介入期は 23 件, 第二介入期は 17 件であった。損傷率に有意な変化はなかった。上位リーグでは予防プログラムを完了した選手は, 未完了の選手と比較して有意に減少した。
6-4	Mandelbaum BR. 2005. B-3	non-RCT	ユース女子サッカー選手を対象に 2000 年シーズンは介入群が 1,041 名, 非介入群 1,905 名, 2001 年シーズンは同じく 844 名と 1,913 名で介入群は神経筋トレーニング (教育, ストレッチ, 筋力, プライオメトリック, アジリティ) を 2 年間実施した。ACL 損傷発生率を比較した。	ACL 損傷発生率は, 介入群 0.09/1,000 AE, 非介入群は 0.49/1,000 AE で有意に減少した。
6-5	Olsen OE. 2005. B-2	RCT	15~17 歳のハンドボール選手を対象に 958 名 (男子 808 名, 女子 150 名) を介入群, 879 名 (男子 778 名, 女子 101 名) を非介入群とした。介入群は, カットニング・着地動作の改善, バランス, 筋力トレーニングから構成されたプログラムを 1 シーズン実施した。下肢外傷発生率を比較した。	シーズン中に 129 件の膝・足関節外傷が発生し, 48 件が介入群, 非介入群が 81 件だった。下肢外傷発生率は, 介入群が非介入群と比較して有意に減少した。
6-6	Petersen W. 2006. C1-4b	case-control study	女子ハンドボール選手 134 名を介入群, 142 名を非介入群とした。介入群は, 傷害メカニズムについての情報提供, バランスボード, ジャンプトレーニングをシーズン前に 3 回/週, シーズン中に 1 回/週実施した。ACL 損傷発生率を比較した。	ACL 損傷発生率は介入群 0.04/1,000 練習時間, 非介入群 0.21/1,000 練習時間で有意差はないが減少傾向だった。足関節捻挫は介入群 7 件, 非介入群 11 件だった。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
6-7	Pfeiffer RP. 2006. C1-2	RCT	高校女子サッカー, バスケットボール選手を対象に, 577名を介入群, 862名を非介入群に分けた。介入群は, knee ligament injury prevention program を2回/週, 2年間実施した。このプログラムは4段階で構成されたジャンプトレーニングとアジリティ, 動作指導である。ACL 損傷発生率を比較した。	ACL 損傷発生率は介入群 0.167/1,000 AE, 非介入群は 0.078/1,000 AE で有意差はなかった。
6-8	Lim BO. 2009. B-2	RCT	高校女子バスケットボール選手を対象に無作為に11名ずつコントロール群とトレーニング群に分けた。トレーニング群はスポーツ傷害予防プログラムを, コントロール群は普段のプログラムを8週間実施した。実施前後にリバウンドジャンプ課題の動作解析を行った。	トレーニング群はリバウンドジャンプにおいて, 膝屈曲角度, 膝間距離が大きくなった。コントロール群は予防プログラムを施行していないので, 8週後も有意差はなかった。
6-9	Chapell JD. 2008. B-5	others	30名の大学女子選手を対象とした。神経筋トレーニングプログラムを6週間実施し, 実施前後に三次元解析によるジャンプ測定を行った。	stop jump では膝外反モーメントが有意に低下し, drop jump では膝屈曲角度が有意に増加した。vertical jump と1-legged hop ではパフォーマンスが有意に改善した。
6-10	Myer GD. 2005. B-5	others	18名の高校女性選手を対象とした。プライオメトリック群8名がジャンプとカッティングエクササイズを行い, バランス群がバランスエクササイズを各7週間実施した。トレーニング実施前後でドロップジャンプと側方への着地動作の三次元解析を行った。	ドロップジャンプでは, 両群とも足尖接地 (以下, IC), 最大の股内転角度・足外反角度が減少した。側方への着地動作では両群とも IC, 最大の膝外反角度が減少した。プライオメトリック群ではドロップジャンプにて IC, 最大膝屈曲角度が増加した。
6-11	Pollard CD. 2006. C-5	others	14~17歳の女子サッカー選手18名を対象とした。予防プログラムとしてPEPプログラムを1シーズン実施し, 前後でドロップジャンプの3次元解析を行った。	実施前後で股内転・内旋は有意に減少した。膝外反・屈曲には有意差がなかった。
6-12	Noyes FR. 2005. B-4a	cohort	11~19歳の女子選手325名と男子選手130名を対象にドロップジャンプテストを実施し, デジタルビデオを使用し動作解析を実施した。62名の女子選手は神経筋トレーニングを行い, 実施前後で測定を行った。	トレーニングをしていない男女の群の膝関節間距離に有意差はなかった。女性トレーニング群は有意に膝関節間距離が向上した。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
6 - 13	Irmischer BS. 2004. B-2	RCT	女性を無作為に 14 名ずつコントロール群とトレーニング群に分けた。Knee Ligament Injury prevention プログラムを週 2 回, 9 週間実施した。実施前後でのジャンプ着地時の床反力を比較した。	トレーニング群は着地時の床反力が有意に低下した。
6 - 14	Hewett TE. 1996. B-3	non-RCT	11 名の女子高校選手を対象にプライオメトリックプログラム(筋力, 柔軟性を含む)を実施した。実施前後でバレーボールブロックジャンプの動作解析と筋力測定を行った。	膝内反・外反モーメントは 50%減少し, 床反力は 22%減少した。H/Q 比は非きき足が 26%, きき足が 13%増加した。

備考

各種パフォーマンスと ACL のストレス(前方剪断力)

- ・ ラックマンテストは、前方引き出しテストでの前方剪断力と比較して有意に大きな緊張が生じた。大腿四頭筋の等尺性収縮は、膝 30° 屈曲位で ACL 前内側線維の緊張に有意な増加をうむ一方、膝 90° 屈曲位では有意な変化がなかった¹⁾。
- ・ 屈伸 30° の前方引き出し時に ACL の張力は中間位が最大であり、内旋位の張力は外旋位より大きくなった。屈曲 90° の前方引き出し時に ACL の張力は中間位が最大であり、内旋位ではその張力は小さかった。内反ストレス時には屈曲 0° , 30° とともに明らかに ACL の張力が増加した。外反ストレス時、屈曲 0° では ACL の張力は増加したが、屈曲 30° ではほとんど増加せず小さかった²⁾。
- ・ ラックマンテストは前方引き出しテストやピボットシフトテストより、より大きな ACL 前内側線維の伸張を生んだ。ACL 前内側線維を十分に検査するためには、検者の手により 80 ポンドに相当する高い力が必要であった³⁾。
- ・ 個人の Lachman test での移動量と訓練中の前方移動量は相違があった⁴⁾。
- ・ 膝関節の非荷重屈伸時には屈曲 0° で ACL は最大張力を示し、屈曲が増すにしたがって急激に張力は減少し、45° から 120° の間は 1 kgf 以下で、150° で再び増加した²⁾。
- ・ 自動運動では 10~48° 間で ACL 前内側線維の緊張がみられ、48~110° 間では緊張がみられなかった。他動運動では関節が伸展域になるまでは緊張がないままであった。10, 20, 30, 40° の屈曲角度では、自動運動と他動運動の間の緊張に有意に相違がみられた一方、50~110° では有意な相違がみられなかった¹⁾。
- ・ 他動運動時の移植腱張力は伸展に伴い増加した。自動運動時の移植腱張力は全屈曲角度において他動運動時の張力より有意に増加した⁵⁾。
- ・ 他動的膝伸展は最後の伸展 10° の間だけ靭帯の緊張を発生した。過伸展 5° では、力は 50~240 N (平均 118 N) まで変化した⁶⁾。
- ・ 大腿四頭筋腱の 200 N の牽引力にてゆっくりと膝伸展させると、靭帯の力は全ての膝屈曲角度で増えた。脛骨に 200 N の前方への牽引力をかけた際、925 N での脛骨大腿関節の接触力は、膝屈曲 20° で平均 46%、完全伸展位で平均 36%靭帯への力を減少させた⁶⁾。
- ・ ハムストリングスの活動により、ACL の緊張は他動時の緊張より減少した。大腿四頭筋の活動により、ACL の緊張は 0~45° の屈曲角で、他動時の緊張より有意に増加した。同時収縮では、ACL の緊張は他動完全伸展から 30° の屈曲角で、他動時の緊張より有意に高かった⁷⁾。
- ・ 10° と 20° の膝屈曲位において、負荷のない自動運動より 45 N の負荷が与えられた方が靭帯の緊張は有意に大きかった。等尺性大腿四頭筋収縮での緊張は、60° と 90°

の膝屈曲位では安静時と変化しなかったが、15° と 30° では有意に増加した。15° での大腿四頭筋とハムストリングスの同時収縮は安静時と比べ緊張が有意に増加したが、30, 60, 90° の膝屈曲位では靭帯は緊張しなかった。等尺性のハムストリングスの収縮ではどんな屈曲角でも靭帯緊張に変化はなかった⁸⁾。

- ・ 屈曲位からの伸展運動中、他動運動もしくは大腿四頭筋の収縮によって ACL の張力の増大が生じた。それに対してハムストリングスの収縮は、どの角度においても張力を増大させなかった⁹⁾。
- ・ ACL の張力は、膝屈曲角度に依存し、また大腿四頭筋の収縮によって変化した。膝関節包は ACL 伸張ストレスの保護のために重要であった。60° 以上の屈曲位では、健常 ACL, 再建後 ACL とともに大腿四頭筋が収縮しても ACL は伸張されなかったが、0~45° では有意に伸張された。固定位でも大腿四頭筋訓練は ACL を保護することにはならなかった¹⁰⁾。
- ・ 前方引き出しの広がりは大腿四頭筋が生み起こす剪断力のレベルに密接に関連した。ハムストリングスの活動は ACL 不全膝の前方引き出しを健常範囲まで戻し、その活動の減少は前方引き出しの増加の原因となった。¹¹⁾
- ・ open kinetic chain (OKC) 膝伸展は脛骨の大きな前方移動を認めた。closed kinetic chain (CKC) 運動は OKC 運動に比べ前方移動は半減するが認められた⁴⁾。
- ・ 健常者のスクワットでの脛骨移動量は負荷が増すほど移動量を増した。leg extension では、遠心性収縮中に大きな移動量を示した。ACL 損傷膝のスクワットでの脛骨移動量は、leg extension と比較すると有意に小さかった。大腿四頭筋と下腿三頭筋の同時収縮は、膝の安定性を保つための重要な要素であった。一方で、ハムストリングスとの同時収縮に関してはそれほどではなかった¹²⁾。
- ・ スクワッティング中の最大 ACL 緊張値は、自動屈曲伸展運動でのものと異ならなかったが、筋活動を増加させることによる緊張の増加はなかった¹³⁾。
- ・ ACL の張力のピーク値は、step-up, step-down, lunge, one-legged sit to stand の4つのエクササイズ間で有意な差はみられなかった。膝屈曲角度による ACL 張力パターンでも有意な差はみられなかった。ACL の張力はそれぞれのエクササイズで、膝伸展時に有意に増加した。CKC エクササイズ時の ACL の張力は、他のリハビリテーション (スクワット, 自動膝伸展運動) と類似していた¹⁴⁾。
- ・ ヒールレイズ, 片脚スクワット, チェアスクワットの前方移動量は同等くらいで、サイクリングが最も少なかった⁴⁾。
- ・ エルゴメーターでは、各パワーレベル・ケージンにおけるピーク緊張値に有意な差は見られなかった。平均ピーク緊張値は 1.7% で、他のリハビリテーション活動と比べて、比較的低い値であった。¹⁵⁾
- ・ Cycling は 80 ポンドでのラックマンテストの伸張の 7% に等しく、片脚ハーフスクワットは 21% に等しい伸張を生み出した。20 ポンドのウエイトブーツに抗して完全伸展

0° ～屈曲 22° の範囲での膝伸展による大腿四頭筋訓練は、80 ポンドでのラックマンテストの 87～121%の ACL 前内側線維の最大伸張を生んだ³⁾。

- ・ 階段昇段運動では、膝屈曲位から伸展位に動く際に張力が増大した。ACL 前内側線維のピーク張力は毎分 80 回と 112 回のケーデンスではそれぞれ 2.69%, 2.76% で有意な差はみられなかった。他のリハビリテーション時にかかる ACL 前内側線維の張力と比べ、階段昇段時の張力は対象者により大きなばらつきがみられた¹⁶⁾。
- ・ 15 分間のトレッドミルによる運動前後での前方移動は、正常膝で平均 0.75 mm, 不全膝で平均 0.62 mm, 再建膝で平均 0.25 mm の増加がみられ、再建膝の前方移動が正常膝や不全膝より有意に少なかった¹⁷⁾。
- ・ 片脚着地での大腿四頭筋の筋力の増加と膝屈曲角の増加が ACL 前内側線維の張力を増加させ、衝撃力とは相関がなかった¹⁸⁾。
- ・ 減速課題 (1.5 m 先へホップし、片脚着地) での ACL 平均最大緊張は $5.47 \pm 0.28\%$ であり、ラックマンテストの ACL 平均最大緊張は $2.00 \pm 0.17\%$ であった。また、緊張は着地前の跳躍期間に増加し始め、最大床反力に一致して最大値に達した¹⁹⁾。

文 献

- 1) Beynnon B, Howe JG, Pope MH, et al.: The measurement of anterior cruciate ligament strain in vivo. *Int Orthop* 16: 1-12, 1992.
- 2) 宗田 大, 星野明穂, 山本晴康・他: ヒト膝関節前十字靭帯の張力測定. *整形外科バイオメカニクス* 9: 91-94, 1988.
- 3) Henning CE, Lynch MA, Glick KR Jr.: An in vivo strain gage study of elongation of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 13: 22-26, 1985.
- 4) Kvist J: Sagittal tibial translation during exercises in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Scand J Med Sci Sports* 15: 148-158, 2005.
- 5) 前 達雄, 史野根生, 松本憲尚・他: 自動的膝伸展運動時に再建 ACL に加わる張力. *日本臨床バイオメカニクス学会誌* 27: 9-13, 2006.
- 6) Markolf KL, Gorek JF, Kabo JM, et al.: Direct measurement of resultant forces in the anterior cruciate ligament. An in vitro study performed with a new experimental technique. *J Bone Joint Surg Am* 72: 557-567, 1990.
- 7) Renström P, Arms SW, Stanwyck TS, et al.: Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *Am J Sports Med* 14: 83-87, 1986.
- 8) Beynnon BD, Fleming BC, Johnson RJ, et al.: Anterior cruciate ligament strain behavior during rehabilitation exercises in vivo. *Am J Sports Med* 23: 24-34, 1995.
- 9) Beynnon BD, Fleming BC: Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *J Biomech* 31: 519-525, 1998.

- 10) Arms SW, Pope MH, Johnson RJ, et al.: The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med* 12: 8-18, 1984.
- 11) Isaac DL, Beard DJ, Price AJ, et al.: In-vivo sagittal plane knee kinematics: ACL intact, deficient and reconstructed knees. *Knee* 12: 25-31, 2005.
- 12) Kvist J, Gillquist J: Sagittal plane knee translation and electromyographic activity during closed and open kinetic chain exercises in anterior cruciate ligament-deficient patients and control subjects. *Am J Sports Med* 29: 72-82, 2001.
- 13) Beynnon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al.: The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension. A comparison of an open and a closed kinetic chain exercise. *Am J Sports Med* 25: 823-829, 1997.
- 14) Heijne A, Fleming BC, Renstrom PA, et al.: Strain on the anterior cruciate ligament during closed kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 36: 935-941, 2004.
- 15) Fleming BC, Beynnon BD, Renstrom PA, et al.: The strain behavior of the anterior cruciate ligament during bicycling. An in vivo study. *Am J Sports Med* 26: 109-118, 1998.
- 16) Fleming BC, Beynnon BD, Renstrom PA, et al.: The strain behavior of the anterior cruciate ligament during stair climbing: an in vivo study. *Arthroscopy* 15: 185-191, 1999.
- 17) Kirkley A, Mohtadi N, Ogilvie R, et al.: The effect of exercise on anterior-posterior translation of the normal knee and knees with deficient or reconstructed anterior cruciate ligaments. *Am J Sports Med* 29: 311-314, 2001.
- 18) Withrow TJ, Huston LJ, Wojtys EM, et al.: The relationship between quadriceps muscle force, knee flexion, and anterior cruciate ligament strain in an in vitro simulated jump landing. *Am J Sports Med* 34: 269-274, 2006.
- 19) Cerulli G, Benoit DL, Lamontagne M, et al.: In vivo anterior cruciate ligament strain behaviour during a rapid deceleration movement: case report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11: 307-311, 2003.

協力者

金子 雅志	(日本鋼管病院)
栗原 智久	(日本鋼管病院)
小林 朋美	(日本鋼管病院)
小川 千津子	(青葉さわい病院)
津野 竜馬	(青葉さわい病院)
新田 智裕	(青葉さわい病院)
上原 一将	(青葉さわい病院)
平松 隆洋	(青葉さわい病院)
谷川 直昭	(佐々木病院)
園田 剛之	(佐々木病院)
福原 大祐	(佐々木病院)
来住野 麻美	(佐々木病院)
中山 博喜	(佐々木病院)
江崎 晃司	(佐々木病院)
齋藤 暢	(佐々木病院)
中村 尚世	(佐々木病院)