

## 膝蓋腱を用いた前十字靭帯再建の検討と文献的考察

中村 恭啓

川崎医科大学附属川崎病院スポーツ・外傷整形外科学, 〒700-8505 岡山市北区中山下2-1-80

**抄録** 2002年1月から2010年11月の間に当科で膝蓋腱を用いた前十字靭帯 (ACL) 再建を受けた1038例中6か月以上経過観察ができた866例 (経過観察率83.9%) の手術成績を検討した。手術は膝蓋腱を bone to tendon to bone graft (BTB) として用いた。術後は10週でジョギングを開始し、6か月での直線全力疾走と1年後の競技スポーツ完全復帰を目標としたリハビリテーション・プログラムを進めた。受傷時年齢は9~74歳で平均24.7歳であった。性別は女性439例 (50.7%), 男性427例 (49.3%) であった。術後全可動域が544例 (62.7%) に得られた。術後平均観察期間は449.2日で、視覚的アナログ尺度 (VAS) で得られた自覚的復帰度合いが8以上は538例61.9%であった。術後のMRIでACLの連続性が観察されたのは793例 (98.5%) であった。術後775例 (89.5%) に再鏡視を施行し、ACLは629例 (81.2%) に良好な滑膜被覆が観察され、内側半月板は657例 (84.8%), 外側半月板は666例 (85.9%) が明らかな変性などの悪化を認めなかった。受傷から再建術施行までの期間が2週未満と2週以上で比較したが、関節可動域 (ROM), VASによる自覚的復帰度合い, MRI所見, 再鏡視所見とも有意差を認めなかった。手術施行時年齢が40歳未満と40歳以上で比較した結果は5°以上の伸展制限が10°以上の屈曲制限を認めた症例数とVASによる自覚的復帰度合いが5~7の症例数が有意に40歳以上で多かったが, MRI所見, 再鏡視所見では有意差は認めなかった。受傷から再建術施行までの期間が2週未満でも術前後のリハビリテーションなどの患者教育を徹底することで術後成績を向上することができた。手術施行時年齢が40歳以上でも再建術を施行することにより, 関節軟骨のけば立ちや半月板の擦り切れなどの変性進行を防ぐことができた。

(平成23年8月25日受理)

キーワード: 膝, 前十字靭帯, 再建術, 膝蓋腱

### 緒言

膝関節捻挫の後に膝が腫脹し, それが関節血症であった場合に60~80%が前十字靭帯 (Anterior Cruciate Ligament; ACL) 損傷とされている。スポーツ外傷で多いとされるACL損傷後には膝関節の亜脱臼発作や疼痛発作を高率に認める。損傷を放置した場合, スポーツ活動に支障をきたすばかりでなく, 半月板や関節軟骨の障害を併発して膝関節機能の低下, さら

には長期的に外傷性膝関節症をきたす, とされている<sup>1)</sup>。幅のあるACLを1本あるいは複数本の腱にて再建するには限界があり, 過去にはHey Groves<sup>2)</sup>の手術に始まり多数の治療方法が開発<sup>3)</sup>され, その成果が報告されてきた。再建方法としては大別して関節内再建と関節外再建がある<sup>3)</sup>が, 最近では前者が主流である。ACL再建手技としては, 膝蓋腱法 (bone to tendon to bone graft, 以下BTB法) による再建が先に報

別刷請求先  
中村 恭啓  
〒700-8505 岡山市北区中山下2-1-80  
川崎医科大学附属川崎病院スポーツ・外傷整形外科学

電話: 086 (225) 2111  
ファックス: 086 (224) 6555  
Eメール: y.nakamura@med.kawasaki-m.ac.jp

告されたが、術後合併症としての膝前部痛の問題<sup>4)</sup>が報告されるようになった。その解決策として後から半腱様筋薄筋腱法 (semitendinosus and gracilis tendons, 以下 STG 法) が開発された。しかし、移植腱と母床間に骨性の癒合が得られ、抜釘により異物が体内に残らない、などの利点から当科では一貫して BTB 法による再建を行ってきた。さらに、一般的に手術成績が劣るといわれている手術時年齢が40歳以上の症例<sup>1)</sup>や、可動域制限を招きやすいとされる受傷後2週間以内の症例<sup>5, 6)</sup>に対しても積極的に再建術を施行してきた。

これまでわれわれは、手術前からリハビリテーション進行表 (図1) を基に患者教育および後療法を徹底することにより、手術時年齢が40歳以上でも手術成績は劣らない、また受傷から再建術施行までの期間が2週間未満でも術後成績は劣らないという仮説を立てて治療にあたってきた。本研究の目的は当科での再建術施行症例を検証し、BTB法の優秀性とその問題点を検討することである。

## 対 象

2002年1月から2010年11月までの9年11か月に当科で ACL 再建を受けた1,038例中6か月以上経過観察ができた866例 (経過観察率83.9%)。受傷時年齢は9~74歳で平均24.7歳であった。39歳以下は766例 (88.5%)、40歳以上は100例 (11.5%) であった。受傷時のスポーツ種目はトップ5がバスケットボール179例、バレーボール148例、サッカー113例、柔道57例、ハンドボール47例であった。

性別は女性439例 (50.7%)、男性427例 (49.3%) であった。受傷側は右408例 (47.1%)、左458例 (52.9%) であった。

合併損傷とその対策としては内側側副靭帯断裂が29例に観察され、うち5例は ACL 再建時に修復術を施行した。内側半月板断裂は249例 (28.8%) に観察され、うち114例は ACL 再建時に縫合した。可動域制限があり、無血野パケツ柄状縦断裂を呈していた83例は切除した。そ

れ以外の52例は無血野の比較的範囲の狭い縦断裂あるいは、後角部分の横断裂であったので放置<sup>7-9)</sup>とした。外側半月板断裂は648例 (74.8%) に合併を見、そのうち11例は再建時に縫合、26例は切除をおこなった。残り611例は後節横断裂で放置とした。

受傷から再建術施行までの日数は4~7,715日で、平均247.9日であった。受傷から14日未満で手術を受けたのは106例 (12.2%)、受傷から30日未満で手術を受けたのは335例 (38.7%) であった。術後合併症としては1例に疼痛を伴い、感染症を疑わせる混濁した関節内貯留液の排出が3回観察されたが、術後2週で腰椎麻酔下に生食5,000mlで洗浄し、そのまま鎮静した。深部静脈塞栓症は認めなかった。最終観察段階時に消炎鎮痛剤の服薬などの治療を要する前膝部痛を訴えた症例はなかった。

尚、当研究は川崎医科大学附属川崎病院のホームページにインフォームドコンセントを得るためのメッセージを掲示し、川崎医科大学倫理審査委員会の承認を得た。

## 当科における ACL 損傷に対する治療プロトコール

術前 MRI などの画像検査や術前関節鏡検査などから決定された治療方針を患者に説明した上で、術前からしっかりと関節可動域 (Range Of Motion ; ROM) 訓練や下肢筋力増強訓練を行いながら、術後リハビリテーション進行表 (図1) を説明、指導した。手術は ACL の解剖学的付着部分に穿った骨孔から BTB を導き、スクリュー固定した。術後は2~4日間、膝約45°屈曲でのギプス固定の後、ギプスシャーレとし、ROM訓練を開始した。術後4~6日で Don Joy 社 (Vista, CA) 製 ACL 用硬性装具を装着し、積極的に ROM 訓練と筋力強化訓練を行った。荷重については可及的すみやかに全荷重とした<sup>10)</sup>。装具は術後6週間完全装着とし、その後は2週間外出時のみの装着とした後、装着解除とした。術後10週でジョギング開始し観察下に走行速度を上げて、術後6か月での直線



## 再鏡視所見

再建 ACL については滑膜の被覆状態が良好なもの、それ以外のものに分けた。半月板については術前の鏡視時の状態と殆ど変化のないものと、変性が進行したものに分けて比較した。

## 結果

## ROM

受傷から再建術施行までの期間が2週未満と2週以上の比較(表1)に関して統計学的に有意差を認めなかった。手術時年齢については40歳以上において(表2)伸展制限5°以上か屈曲制限10°以上の症例が有意に多かった( $p < 0.05$ )。

表1 可動域制限の有無を受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	伸展制限5°未満かつ屈曲制限10°未満	伸展制限5°以上かつ屈曲制限10°以上
2週未満	97例	11例
2週以上	701例	57例

表2 可動域制限の有無を手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	伸展制限5°未満かつ屈曲制限10°未満	伸展制限5°以上かつ屈曲制限10°以上
40歳未満	712例	51例
40歳以上	81例	16例

## VAS

受傷から再建術施行までの期間が2週未満と2週以上の比較(表3)に関しては統計学的に有意差を認めなかった。また、VASが0の症例は2週未満が0例、2週以上が26例であった。手術時年齢については40歳以上において(表4)VASが5~7である症例が有意に高かった( $p < 0.05$ )。また、VASが0の症例は40歳未満が22例、40歳以上が4例であった。

表3 自覚的復帰度をVASで5~7と8~10に分けて、受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	VAS 5~7	VAS 8~10
2週未満	37例	70例
2週以上	264例	465例

表4 自覚的復帰度をVASで5~7と8~10に分けて、手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	VAS 5~7	VAS 8~10
40歳未満	243例	495例
40歳以上	57例	37例

## MRI上のACLの連続性

受傷から再建術施行までの期間が2週未満と2週以上の比較(表5)に関しては統計学的に有意差を認めなかった。手術時年齢についても40歳未満と40歳以上において(表6)統計学的に有意差を認めなかった。

表5 MRI上のACLの連続性の有無を受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	連続性あり	連続性なし
2週未満	96例	1例
2週以上	696例	12例

表6 MRI上のACLの連続性の有無を手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	連続性あり	連続性なし
40歳未満	700例	10例
40歳以上	88例	3例

## 再鏡視の結果

ACLの滑膜被覆状態、内側半月板及び外側半月板の術前後の状態変化については、何れも受傷から再建術施行までの期間が2週未満と2週以上の比較(表7, 9, 11)に関しては統計学的に有意差を認めなかった。手術時年齢についても40歳未満と40歳以上において(表8, 10, 12)統計学的に有意差を認めなかった。

表7 鏡視上のACLの滑膜被覆状態を受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	ACLの滑膜被覆状態良好	ACLの滑膜被覆状態不良
2週未満	81例	18例
2週以上	547例	127例

表8 鏡視上のACLの滑膜被覆状態を手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	ACLの滑膜被覆状態良好	ACLの滑膜被覆状態不良
40歳未満	550例	132例
40歳以上	75例	12例

表9 鏡視上の内側半月板の状態を受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	内側半月板の状態に 変化なし	内側半月板の変性が 進行
2週未満	91例	9例
2週以上	566例	108例

表10 鏡視上の内側半月板の状態を手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	内側半月板の状態に 変化なし	内側半月板の変性が 進行
40歳未満	582例	102例
40歳以上	72例	15例

表11 鏡視上の外側半月板の状態を受傷から再建術施行までの期間で比較

受傷から再建術施行までの期間	外側半月板の状態に 変化なし	外側半月板の変性が 進行
2週未満	92例	8例
2週以上	574例	100例

表12 鏡視上の内側半月板の状態を手術施行時年齢で比較

手術施行時年齢	外側半月板の状態に 変化なし	外側半月板の変性が 進行
40歳未満	588例	95例
40歳以上	74例	13例

## 考 察

ACL 断裂の診断は今や、MRI にて90%以上の確率で可能とされており<sup>12)</sup>、MRI が広く普及している我が国ではさほど困難ではなくなった。治療は大別して保存療法、修復術、再建術がある。いずれを選択するかは、患者が置かれている環境、スポーツ種目とその競技レベル、試合予定などに左右されることが多い。保存療法については、手術を施行しないことが却って患者に軽症感を与え、結果的に放置となることもあり、関節軟骨損傷を伴った例では予後不良との指摘<sup>13)</sup>もあることから相当の注意を要する。修復術については、一次修復術と保存療法との間に有意差はなかったとするものや<sup>14)</sup>補強修復術は一次修復術よりも、一次修復術は保存療法より有意により結果であった<sup>14,15)</sup>などとする報告が散見されるが、再建術の成績を上回る報告はなく、治療法としては主流ではない。

現在では ACL 損傷に対する治療法としては移植腱を用いた靭帯再建術がもっとも安定した

成績が得られ、広く行われている。再建術の際の移植材料としては半月板や腸脛靭帯 (iliotibial band, 以下 ITB) が使用されていた時期<sup>3)</sup>もあった。再建材料としての半月板の犠牲は変形性膝関節症を進行させるためにすぐに廃れた。ITB についても採取部分の手術侵襲が大きくなるという欠点があり、文献的にも中・長期的に膝不安定性の再発の危険性が指摘<sup>16-18)</sup>された。その後 ITB は次第に選択されなくなり強度に優れた BTB や STG に移行<sup>19)</sup>した。また、人工靭帯は文献的にもその有用性が疑問視され<sup>20-22)</sup>ており使用されなくなってきている。ACL 再建材料としては、BTB 法のほうが先に報告された。術後患者のコホート研究により、合併症としての膝前部痛<sup>4)</sup>や膝蓋大腿関節症の問題<sup>23)</sup>が報告されるようになった。その解決策として STG 法が開発された経緯がある。BTB 法と STG 法の比較では、前方引き出し<sup>19,24-27)</sup>、回旋不安定性<sup>19,25,26)</sup>、伸展筋力<sup>19,25,27)</sup>、屈曲筋力<sup>27,28)</sup>、復帰<sup>8,26,29)</sup>、患者満足度<sup>27)</sup>、長期不安定性<sup>19)</sup>において差がないとする報告もあれば、前方引き出し<sup>8,26,27,30)</sup>、回旋不安定性<sup>27,30)</sup>、患者満足度<sup>29)</sup>、長期不安定性<sup>27)</sup>において BTB が優るとする報告ものもある。いずれを選択するかは術者の手術手技や経験によるところが大きい。

当科では、再建材料と母床とが骨性に癒合することの利点、抜釘により人工腱など異物を体内に残さない、などを長所と考え、BTB による再建を実践してきた。また手術前からリハビリテーション進行表を基に患者教育および後療法を徹底することにより、一般的に手術成績が劣るといわれている手術時年齢が40歳以上の症例<sup>1)</sup>や、可動域制限を招きやすいとされる受傷後2週間以内の症例<sup>5,6)</sup>に対しても積極的に再建術を施行してきた。その術後成績は手術施行時年齢が40歳以上においても変形性膝関節症変化を進行させることなく、全体でVAS にて7割以上が85.4%、8割以上が61.9%、10割復帰が23.7%と満足の得られる<sup>31)</sup>結果となった。手術手技的には現在、鏡視下再建術が主流であるが、当科では関節鏡を併用して広い視野を得つ

つ関節内洗浄が少ない生理食塩水で速やかに行える関節最少切開法でおこなっている。文献上は関節切開法と鏡視下法との間に明らかな有意差は認めないとするもの<sup>32-34)</sup>が存在するが、今後は検討の余地があると考えている。

今後は再建靭帯の組織学的な経時的变化<sup>35)</sup>に基づいた、約6か月での競技復帰を目標とする加速度的リハビリテーションメニュー<sup>36)</sup>の導入を検討している。一般的に、受傷時のダメージが膝全体の炎症として残存しており、手術操作が更なる炎症を加えるという考察から術後可動域制限が残りやすいとされる受傷後2週以内に再建術施行<sup>5, 6, 36)</sup>症例、或いは変形性膝関節症性変化が始まる目安とされる40歳以上に再建術施行<sup>1)</sup>症例の手術成績は劣ると言われている。しかし今回の調査において、受傷後2週未満に再建術を施行した症例については治療の必要性を短期間に理解し、目標とする試合や完全復帰に向けてより早い治療に取り組もうとする高い意欲があり、再建術までの膝くずれの回数を減らすことにより半月板の状態をより良い状態に保ったまま<sup>7)</sup>再建術を受けることは術前状態がむしろ良好と言える。このことが2週未満に再建術を施行した症例中、可動域制限を残した症例数は受傷後2週以降に再建術を施行して可動域制限を残した症例数と比較して有意差がなく、その他自覚的復帰度合い、MRI所見や再鏡視所見についても両者に有意差を認めなかった重大要因と考えられる。また引退或いは競技種目の変更を余儀なくされた症例は皆無であったことなどから手術前のリハビリテーションや術後経過表の指導などの患者教育を徹底することにより、再建術を取らせて遅らせる必要はないものとする。また、手術施行時年齢が40歳以上の症例については、成績良好とする報告<sup>37-39)</sup>もあり、今回の結果からは手術施行時年齢が40歳未満の症例に比べて術後ROMの制限、復帰レベルの低下が有意であるものの、MRIおよび再鏡視所見において再建靭帯の状態に有意差のないことや、再鏡視所見で半月板の変性に有意差を認めなかったことなどからすると、変

形性関節症の進行を防ぐ意味で再建術は十分意義のある治療法<sup>40-42)</sup>と考えられる。

再建方法の工夫としては従来、多重折りも含めて一束再建術が主流であったが、ACLの解剖学的構造に基づいた二重束再建術が増加してきている。これまでの一束再建術の弱点と言われていた回旋不安定性をさらに改善できる可能性があり、その優位性と問題点が明らかにされつつある<sup>43-45)</sup>。また将来的には、いずれの再建材料を選択するにせよ、組織銀行体制が整い、移植医療が進展すると、新鮮凍結同種腱の使用の可能性もある<sup>46, 47)</sup>。

現在、人工関節分野で取り入れられつつあるコンピューター支援システム<sup>48)</sup>も今後ACL再建に導入される可能性があり、最近のトピックスの1つである。ポイントはその精度と再現性の高さでありこれまで術者の経験と感覚に頼っていた領域へのチャレンジである。すでにいくつかのシステムが臨床で使用されている。今後は社会的注目度も増加するものと思われるが、未だ成熟途上の分野であり、コンピューターテクノロジーの進化に伴いさらなる発展が期待される<sup>1)</sup>。

## 結 語

1. 2002年1月から2010年11月の間に当科で1,038例のACL再建術を経験し、うち半年以上の観察が可能であった866例の手術成績を受傷から再建術施行までの期間を2週未満と2週以上、および手術時年齢を40歳未満と40歳以上に分けて文献的考察を含めて報告した。
2. 手術成績は自覚的復帰度合いがVASにて7割以上が85.4%、8割以上が61.9%、10割復帰が23.7%と満足の得られる結果となった。
3. 術前リハビリテーションや術後経過表指導などの患者教育をより徹底することにより、受傷後2週間未満と2週以降に施行された再建術の成績はROM、MRI所見、再鏡視所見のいずれにおいても有意差はな

く、再建術施行を2週以降に取って遅らせる必要はないものと考えられた。

- 4) 40歳以上の症例に施行された再建術の成績は40歳未満の症例に施行された再建術に比べ、可動域と術後の復帰レベルに低下をみとめたが、再鏡視での半月板の外見上の悪化は少なく、変形性膝関節症の進行を防ぐために有意義な治療法と考えられた。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり、御指導と御高覧をいただきました川崎医科大学脊椎・災害整形外科教室の長谷川徹教授に深甚なる謝意を表します。

## 引用文献

- 1) 日本整形外科学会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：前十字靭帯（ACL）損傷診療ガイドライン。東京。南江堂。2006。
- 2) Hey Groves EW：Operation for the repair of the crucial ligaments. *Lancet* 3: 674-675, 1917
- 3) Jensen JE, Slocum DB, Larson RL, James SL, Singer KM: Reconstruction procedures for anterior cruciate ligament insufficiency: a computer analysis of clinical results. *Am J Sports Med* 11: 240-248, 1983
- 4) Sachs RA, Daniel DM, Garfein RF: Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 17: 760-765, 1989
- 5) Harner CD, Irrgang JJ, Paul J, Dearwater S, Fu FH: Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20: 499-506, 1992
- 6) Mohtadi NG, Webster-Bogaert S, Fowler PJ: Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study. *Am J Sports Med* 19: 620-624, 1991
- 7) Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, Lofgren AC, Bredenberg M, Westman I, Wredmark T: A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 83-B: 348-354, 2001
- 8) Wu WH, Hackett T, Richmond JC: Effects of meniscal and articular surface status on knee stability, function, and symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction: a long-term prospective study. *Am J Sports Med* 30: 845-850, 2002
- 9) Talley MC, Grana WA: Treatment of partial meniscal tears identified during anterior cruciate ligament reconstruction with limited synovial abrasion. *Arthroscopy* 16: 6-10, 2000
- 10) Kvist J: Rehabilitation following anterior cruciate ligament injury: current recommendations for sports participation. *Sports Med* 34: 269-280, 2004
- 11) 小椋 将弘：Excel で簡単統計 Excel 2007対応版。東京。講談社 2009
- 12) Fischer SP, Fox JM, Del Pizzo W, Friedman MJ, Snyder SJ, Ferkel RD: Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. A multi-center analysis of one thousand and fourteen patients. *J Bone Joint Surg Am* 73: 2-10, 1991
- 13) Drongowski RA, Coran AG, Wojtys EM: Predictive value of meniscal and chondral injuries in conservatively treated anterior cruciate ligament injuries. *Arthroscopy* 10: 97-102, 1994
- 14) Zysk SP, Refior HJ: Operative or conservative treatment of the acutely torn anterior cruciate ligament in middle-aged patients. A follow-up study of 133 patients between the ages of 40 and 59 years. *Arch Orthop Trauma Surg* 120: 59-64, 2000
- 15) Andersson C, Odensten M, Gillquist J: Knee function after surgical or nonsurgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: a randomized study with a long-term follow-up period. *Clin Orthop Relat Res* 264: 255-263, 1991
- 16) Reid JS, Hanks GA, Kalenak A, Kottmeier S, Aronoff V: The Ellison iliotibial-band transfer for a torn anterior cruciate ligament of the knee. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 74: 1392-1402, 1992
- 17) Dempsey SM, Treagonnig RJ: Nine-year follow-up results of two methods of MacIntosh anterior cruciate ligament reconstructions. *Clin Orthop Relat Res* 294: 216-222, 1993
- 18) Jorgensen U, Bak K, Ekstrand J, Scavenius M: Reconstruction of the anterior cruciate ligament with the iliotibial band autograft in patients with chronic knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 9: 137-145, 2001
- 19) Otero AL, Hutcheson L: A comparison of the doubled semitendinosus/ gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 9: 143-148, 1993
- 20) Schroven IT, Geens S, Beckers L, Lagrange W, Fabry

- G: Experience with the Leeds-Keio artificial ligament for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2: 214-218, 1994
- 21) Barrett GR, Line LL, Jr., Shelton WR, Manning JO, Phelps R: The Dacron ligament prosthesis in anterior cruciate ligament reconstruction. A four-year review. *Am J Sports Med* 21: 367-373, 1993
  - 22) Fukubayashi T, Ikeda K: Follow-up study of Gore-Tex artificial ligament-special emphasis on tunnel osteolysis. *J Long Term Eff Med Implants* 10: 267-277, 2000
  - 23) Jarvela T, Paakkala T, Kannus P, Jarvinen M: The incidence of patellofemoral osteoarthritis and associated findings 7 years after anterior cruciate ligament reconstruction with a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med* 29: 18-24, 2001
  - 24) Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Kohler K, Karlsson J: Patellar Tendon or Semitendinosus Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction?: A Prospective Randomized Study with a Two-Year Follow-up. *Am J Sports Med* 31: 19-25, 2003
  - 25) Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H: Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 29: 722-728, 2001
  - 26) Muneta T, Sekiya I, Ogiuchi T, Yagishita K, Yamamoto H, Shinomiya K: Effects of aggressive early rehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with multi-strand semitendinosus tendon. *Int Orthop* 22: 352-356, 1998
  - 27) Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, Kannus P, Kaplan M, Samani J, Renström: Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg* 84-A: 1503-1513, 2002
  - 28) Carter TR, Edinger S: Isokinetic evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction: hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy* 15: 169-172, 1999
  - 29) Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr: Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 31: 2-11, 2003
  - 30) Barrett GR, Noojin FK, Hartzog CW, Nash CR : Reconstruction of the anterior cruciate ligament in females: A comparison of hamstring versus patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 18: 46-54, 2002
  - 31) Smith FW, Rosenlund EA, Aune AK, MacLean JA, Hillis SW: Subjective functional assessments and the return to competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 38: 279-284, 2004
  - 32) Cameron SE, Wilson W, St Pierre P: A prospective, randomized comparison of open vs arthroscopically assisted ACL reconstruction. *Orthopedics* 18: 249-252, 1995
  - 33) Raab DJ, Fischer DA, Smith JP, Markman AW, Steubs JA: Comparison of arthroscopic and open reconstruction of the anterior cruciate ligament. Early results *Am J Sports Med* 21: 680-683; discussion 3-4, 1993
  - 34) Shelbourne KD, Rettig AC, Hardin G, Williams RI: Miniarthrotomy versus arthroscopic-assisted anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft. *Arthroscopy* 9: 72-75, 1993
  - 35) Falconiero RP, DiStefano VJ, Cook TM: Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy* 14: 197-205, 1998
  - 36) Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M: Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med* 19: 332-336, 1991
  - 37) Ciccotti MG, Lombardo SJ, Nonweiler B, Pink M: Non-operative treatment of ruptures of the anterior cruciate ligament in middle-aged patients. Results after long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 76: 1315-1321, 1994
  - 38) Kuechle DK, Pearson SE, Beach WR, Pawlowski DF, Whipple TL, Caspari Dagger RB, Meyers JF: Allograft anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years of age. *Arthroscopy* 18: 845-853, 2002
  - 39) Novak PJ, Bach BR Jr, Hager CA: Clinical and functional outcome of anterior cruciate ligament reconstruction in the recreational athlete over the age of 35. *Am J Knee Surg* 9: 111-116, 1996
  - 40) Roos H, Adalberth T, Dahlberg L, Lohmander LS: Osteoarthritis of the knee after injury to the anterior cruciate ligament or meniscus: the influence of time and age. *Osteoarthritis Cartilage* 3: 261-267, 1995
  - 41) Viola R, Vianello R: Intra-articular ACL reconstruction in the over-40-year-old patient. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7: 25-28, 1999

- 42) Heier KA, Mack DR, Moseley JB, Paine R, Bocell JR: An analysis of anterior cruciate ligament reconstruction in middle-aged patients. *Am J Sports Med* 25: 527-532, 1997
- 43) Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K: Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy* 15: 618-624, 1999
- 44) 安田 和則：解剖学的2重束前十字靭帯再建術に関する現在のコンセンサスと争点. *整形外科スポーツ会誌*28: 125-133, 2008
- 45) 鈴木 朱美：膝屈筋腱を用いた解剖学的2重束前十字靭帯再建術において術前に採取腱の予測は可能か. *整形外科スポーツ会誌*31: 89-92, 2011
- 46) Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL: Allograft versus autograft patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: A 5-year follow-up. *Arthroscopy* 17: 9-13, 2001
- 47) Shino K, Inoue M, Horibe S, Hamada M, Ono K: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using allogeneic tendon. Long-term follow up. *Am J Sports Med* 18: 457-465, 1990
- 48) Musahl V, Burkart A, Debski RE, Van Scyoc A, Fu FH, Woo SL: Anterior cruciate ligament tunnel placement: Comparison of insertion site anatomy with the guidelines of a computer-assisted surgical system. *Arthroscopy* 19: 154-160, 2003

## Clinical evaluation of bone- patellar tendon- bone grafts for anterior cruciate ligament injury.

Yasuhiro NAKAMURA

*Department of Sports Medicine & Traumatic Orthopedic Surgery, Kawasaki Hospital, Kawasaki Medical School*

**ABSTRACT** One thousand and thirty-eight cases of ACL rupture were treated between January 2002 and November 2010. Eight hundred sixty-six cases (83.9%) were observed for at least six months. All cases were reconstructed with a BTB graft from the patella. Much effort was made to return the patient to a competitive sports activity level within one year. The age at suffering from the initial injury ranged from 9 to 74 years old with a mean of 24.7 years old. There were 493 female (50.7% ) and 427 male (49.3% ) cases.

The injured side was right in 408 cases and left in 458 cases. The mean postoperative observation period was 449.2 days. The number of patients who felt 80% or more certain that they could return to competitive sports activities was 538 (61.9%). From the MRI findings, continuity of the reconstructed graft was observed in 793 cases (98.5%). Arthroscopy after reconstruction was performed in 775 cases (89.5%). The reconstructed ACL was observed to be covered with an adequate synovium in 629 cases (81.2%). The medial meniscus and lateral meniscus showed no changes in 657 cases (84.8%) and 666 cases (85.9%) respectively. Reconstructions performed less than two weeks after injury showed no significant differences in terms of ROM, arthroscopic findings, or the number of patients who could return to competitive sports activities. Statistically significantly more patients who underwent their reconstruction at an age over forty experienced a loss motion of five degree in extension or ten degree in flexion

and resumed a lower level of sports activities.

Patients who underwent the reconstruction could return to exercises for muscle strengthening and ROMs within 2 weeks. Patients over forty years old who underwent their reconstruction could prevent their menisci from fraying, tearing, or undergoing osteoarthritic changes.

key words

*(Accepted on August 25, 2011)*

Key words : **Knee, Anterior cruciate ligament, Reconstruction, Bone-patellar tendon- bone graft**

---

Corresponding author

Yasuhiro Nakamura

Department of Sports Medicine & Traumatic Orthopedic  
Surgery, Kawasaki Hospital, Kawasaki Medical School 2-1-  
80 Nakasange, Kita-ku, Okayama, 700-8505, JAPAN.

Phone : 81 86 225 2111

Fax : 81 86 224 6555

E-mail : y.nakamura@med.kawasaki-m.ac.jp