骨付き膝蓋腱を用いた膝前十字靱帯再々建術の検討

福岡大学整形外科

花 田 弘 文・原 道 也

張 敬 範・内 藤 正 俊

Revision Surgery for Reconstructed Ruptured Anterior Cruciate Ligament Using Bone-Patellar Tendon-Bone Graft

Hirofumi Hanada, Michiya Hara, Keihan Cho,
and Masatoshi Naito

Department of Orthopaedic Surgery,
School of Medicine, Fukuoka University, Fukuoka, Japan

Recent findings in both basic studies and clinical studies have led to the improvement of the outcome of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. However, graft failure occasionally occurs, resulting in the need for revision ACL reconstruction. Some technical difficulties exist which are specific to revision surgery. In this paper, we describe our methods for evaluating patients with failed ACL reconstruction in order to investigate the mechanism of failure to improve future preoperative planning. 6 patients consisting of 5 males and 1 female, with an average age of 24 years (ranging from 20 to 31 years) were studied. The average time from primary to revision ACL surgery was 48 months (ranging from 18 to 72 months). All patients who underwent revision ACL surgery were studied postoperatively (all with harvested contralateral patellar tendon grafts). We also reviewed stability (Lachman test, Pivot shift test) and recurvatum, and performed radiographic examination.

Lachman test was -(negative) in 5 cases and $\pm$ in 1 case after the patients resumed their regular sports activity. After revision ACL reconstruction, the findings were -(negative) in 3 cases and $\pm$ in 3 cases. Pivot shift test was -(negative) in 6 cases after the patients resumed their regular sports activity. After revision ACL reconstruction, the findings were -(negative) in 4 cases and $\pm$ in 2 cases.

The recurvatum was 15° in 1 case and 5° in 1 case.

The side to side difference in the anterior laxity was 2.2 mm measured with Telos SE after the patients resumed their regular sports activity. After revision ACL reconstruction, it was 2.5 mm.

From the magnetic resonance imaging (MRI) findings, low signal intensity was observed in 2 cases, intermediate intensity in 3 cases and high signal intensity in 1 case after the patients resumed their regular sports activity. After revision ACL reconstruction, low signal intensity was observed in 1 case while intermediate intensity was observed in 5 cases.

The failure cases were due to sports. In addition, 1 case had inadequate rehabilitation.

The Lysholm Knee Scores were 94.2 after the patients resumed their regular sports activity, 90.5 after revision ACL reconstruction.

The main causes of failed ACL reconstruction were sports related re-injuries. In order to reduce the occurrence of such sports related re-injuries, proper attention should

be paid to such factors as: notch impingement, general joint laxity and inadequate rehabilitation.

Key words : anterior cruciate ligament (膝前十字靱帯), reconstruction (再建術), revision surgery (再々建術)

はじめに

近年、膝前十字靱帯（以下 ACL）再建術は基礎的および臨床的研究²⁾⁴⁾⁵⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾が積み重ねられ、比較的稳定した術後成績が得られるようになった。しかしその一方では、手術症例の増加に伴って術後経過の思わしくない症例や、スポーツ復帰後に再建靱帯の再断裂が生じた症例を経験することがある。近年、ACL 再々建術に関する報告⁶⁾⁷⁾¹²⁾¹⁹⁻²¹⁾も散見されるが、他施設で初回手術を行ったものに対する ACL 再々建術について報告したものが多く、再手術に至った要因を詳細に評価したものは少ない。本研究の目的は、当院および関連施設にて骨付き膝蓋腱（以下 BTB）を用いた ACL 再建術を施行し、再断裂を生じ再々建術に至った症例に対し再断裂の危険因子を検討し、再断裂の発生を予防することである。

対象および方法

1991 年 10 月から 1999 年 3 月まで当院および関連施設にて BTB による ACL 再建術を施行した 514 例中、BTB の再断裂を生じ、再々建術を施行した男性 5 例、女性 1 例の計 6 例である。年齢は 20～31 歳、平均 24 歳であった。初回再建術から再々建術までの期間は 18～72 ケ月、平均 48 ケ月であった。再々建術後の経過観察期間は 8～52 ケ月、平均 28 ケ月であった。再断裂を生じた原因は全例スポーツによる再受傷で、受傷肢位は全例膝外反、下腿内旋であった。再々建材料には全例 BTB を健側から採取した。これらの症例に対して関節動揺性、反張膝の有無、Lysholm score、画像所見について検討を行った。

結 果

徒手不安定検査：Lachman test はスポーツ復帰時陰性が 5 例、偽陽性が 1 例であったが、再々建術後は陰性が 3 例で、やや緩めの偽陽性が 3 例残った（図 1）。Pivot shift test ではスポーツ復帰時は全例陰性

であったが、再々建術後は陰性が 4 例になり、偽陽性が 2 例残った（図 2）。

反張膝：再断裂の要因と思われる反張膝を有したものは 2 例であった（図 3）。1 例は初回再建術前が伸展 15°、もう 1 例は初回再建術前が伸展 5°であったが、2 例とも再々建術後は反張膝が消失していた。

Lysholm score：スポーツ復帰時が平均 94.2 点、再々建術後が平均 90.5 点で、再々建術後は初回再建術後と比較するとやや成績は劣る傾向にあった。

	スポーツ復帰時	再々建術後 1 年
Lachman test (+)	なし	なし
(±)	1 例	3 例
(-)	5 例	3 例

図 1 Lachman test
再々建術後にやや緩めの偽陽性が 3 例残った。

	スポーツ復帰時	再々建術後 1 年
Pivot shift test (+)	なし	なし
(±)	なし	2 例
(-)	6 例	4 例

図 2 Pivot shift test
再々建術後は偽陽性が 2 例残った。

図 3 再断裂の要因と思われる反張膝（10°）を呈していた。

Lachman ストレス X 線：膝関節 30° 屈曲位で 15lb の負荷をかけ脛骨前方移動距離を計測した。脛骨前方移動距離の対健側差は、スポーツ復帰時は平均 2.2mm、再々建術後は平均 2.5mm で初回再建術後と比較するとやや脛骨の前方移動が認められた。また当科における他の初回再建術の成績よりもやや劣る結果であった。

MRI：スポーツ復帰時はプロトン密度強調画像において、再建靱帯が low intensity を呈したのは 2 例、intermediate が 3 例、再建靱帯の notch impingement を呈したと思われる high intensity の 1 例であったが、再々建術後は high intensity の症例は消失し、intermediate が 5 例に増加し、low intensity を呈したものが 1 例になった（図 4）。

症 例 供 覧

〔症例 1〕24 歳男性、体操選手

1993 年 7 月に右膝再建術を施行した。大腿四頭筋筋力の患健比が 80% 以下にもかかわらず、我々の許可も無く術後 3 ヶ月よりスポーツ復帰し、体操中に膝外反、下腿内旋で受傷し再断裂した。1995 年 2 月に再々建術を施行した。再々建術後の Lachman test、pivot shift test は偽陽性であった。再々建術後 4 年 4 ヶ月の現在、競技レベルのスポーツは行っていないが、日常生活に支障なく、満足度も良好である（図 5）。

〔症例 2〕21 歳女性、ハンドボール選手

反張膝（伸展 5°）を有する。1994 年 9 月に右膝再建術を施行した。1996 年 8 月、ハンドボール中に膝外反、下腿内旋で受傷し再断裂した。1997 年 5 月に再々建術を施行した。MRI はスポーツ復帰時はやや彎曲した intermediate から low intensity であっ

たが、再々建術後 1 年時は intermediate に変化していた。再々建術後 2 年の現在、反張膝は消失した。競技レベルのスポーツは行っていないが、日常生活に支障なく、満足度も良好である（図 6）。

a 再建術時

b 再建靱帯断裂

c 再々建術時

図 5 症例 1：24 歳男性

	スポーツ復帰時	再々建術後 1 年
low	2 例	1 例
intermediate	3 例	5 例
high	1 例	なし

図 4 MRI 評価
impingement を呈したと思われる high の 1 例が再々建術後は消失し intermediate が 5 例に増加した。

a スポーツ復帰時

b 再々建術後1年

図6 症例：21歳症例

- a スポーツ復帰時はやや彎曲した intermediate から low intensity であった。
b 再々建術後1年時は intermediate に変化していた。

考 察

膝前十字靱帯（以下 ACL）再建術は基礎的および臨床的研究²⁾⁴⁾⁵⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾が積み重ねられ、安定した術後成績が得られるようになった。再建材料として当初は腸脛靱帯が多用されていたが、その後 BTB が gold standard¹³⁾ となったが、近年はハムストリングスを用いる傾向も徐々に増えつつある。一方、人工靱帯（Leeds-Keio 人工靱帯）などを用いたものもある。しかし、いかなる材料を用いても再建靱帯の再断裂は避けることのできない合併症の一つであり、その報告例も散見されるようになってきた⁶⁾⁷⁾¹²⁾¹⁹⁻²¹⁾。我々は手術症例と文献を参照し以下の項目について考察した。

(1) 再断裂の原因、(2) 再々建材料の選択、(3) 再断裂の予防。

(1) ACL 再断裂の原因

Johnson⁷⁾, Uribe¹⁹⁾らは手術手技の問題によるもの、再受傷によるもの、再建材料の再生不良または固定力不足によるものを挙げており、骨孔作製位置の不良などの手術手技に問題がある場合が最も多かったと

述べている。今回の検討症例では、脛骨の骨孔が Blumensaat's line の前方に作製された症例は1例も見られず、再建材料（BTB）の再生不良または固定力不足などに問題があったと思われるものもなく、全例スポーツでのストップ、ターン時の膝外反、下腿内旋の一定の受傷肢位の繰り返しによるものであった（図7）。また我々は今回の検討症例から、スポーツ外傷に伴う ACL 再断裂を助長する因子として、大腿骨顆間窩での再建靱帯の impingement、全身関節弛緩（反張膝）、不十分な術後療法などを考えた。

(2) 再々建材料の選択

初回再建時に BTB が採取されている場合、Karns⁸⁾らは再建術後4年で再断裂した症例に、再度同側より採取した再々建術を報告している。我々も以前に再建術後10年以上経過した2症例に同様の方法で再々建術を施行したが、BTB は十分に再生されており特に問題はなかった⁵⁾。だが、腱付着部での組織再生には問題があり、再採取は慎重になるべきであるという報告¹⁰⁾¹¹⁾¹⁵⁾も散見されることから我々は健側からの採取またはハムストリングスを用いた方が安全であると考

図7 スポーツでのストップ、ターン時の膝外反、下腿内旋の一定の受傷肢位の繰り返しによるものが多かった。

図8 ツイスティング

下腿前傾させ膝関節屈曲位で踵部と足趾を浮かせて母趾球（第1趾 MTP 関節）を接地点（支点）として、膝関節と足部の方向が一致するように下腿の回旋を繰り返す。

えている。また史野¹⁸⁾らは新鮮凍結保存腱は自家組織を犠牲にせずに、移植腱の長さや直径を自由に選択することが可能であり再々建術の移植材料としては理想的であると述べているが、disease transmissionの危険性なども報告されており¹⁾、その使用には慎重を要すると思われる。また人工靭帯は、術後早期からのリハビリテーションも可能でその成績は比較的良好であるとの報告も散見される。しかし、人工靭帯のwear particleによる慢性滑膜炎、関節水腫、関節軟骨変性などの問題も報告されている²¹⁾。我々は過去にDacron人工靭帯を用いて再建を行った症例で良好な成績が得られなかった²⁰⁾。それゆえに人工靭帯は用いていない。

(3) ACL 再断裂の発生に対する予防法

初回再建時の手技として、術中の正しいisometricityの獲得すなわち至適骨孔の作成²⁾を行うことが重要ということはいうまでもない。また、再建時および再鏡視での再建靭帯のimpingementを防止するために、顆間窩の狭小化を認める症例に対してはnotchplastyの追加を行うなどが考えられる。反張膝のある症例に対しては再建ACLのremodelingに必要な6ヶ月間は支柱付き装具による伸展制限を行う事も必要である。また、術後十分な筋力が得られたうえでスポーツ復帰を許可するべきと考えられる。我々のプログラムは術後6ヶ月でisokinetic machineの低角速度域として60deg/sec、高角速度域として180deg/secにおける大腿四頭筋の筋力の体重あたりのピークトルク値（以下体重比）が100%以上、体重比の患側と健側間の比（以下患健比）が80%以上となった時点でスポーツ復帰を許可している¹⁶⁾¹⁷⁾。今回の再受傷パターンが全例スポーツでのストップ、ターン時の膝外反、下腿内旋の繰り返しによることから再受傷防止のためにも、膝関節への回旋ストレスの集中を回避する目的で、下腿前傾させ膝関節屈曲位で踵部と足趾を浮かせて母趾球（第1趾MTP関節）を接地点（支点）として、膝関節と足部の方向が一致するように下腿の回旋を繰り返す（図8）ツイスティングの指導が有効であるとの報告もある³⁾⁹⁾。ツイスティング動作は膝関節にかかる内・外反力や内・外旋力のストレスを減弱させるため安全で多くのスポーツ動作で応用でき、またこの動作の習熟によりACL再受傷の予防に効果があると思われる。今後はACL再建術

を施行されたスポーツ選手や指導者に対して、正しいフットワークの指導を日常診療や現場で行っていく必要性があると思われる。

ま と め

① ACLの再々建術を施行した6例の術後成績は初回再建術よりやや劣る傾向にあった。

②再断裂の原因として一定の受傷肢位の繰り返しによるものが考えられた。

③スポーツ外傷に伴うACL再断裂を予防するためには十分な術後療法の指導が必要と考えられた。

参 考 文 献

- 1) Buck, B. E. et al.: Bone transplantation and human immunodeficiency virus: an estimated risk of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). Clin Orthop, 240 : 129-136, 1989.
- 2) 藤原 明ほか：膝蓋腱を用いた前十字靭帯再建術における骨孔作成の工夫—Rectangular bone tunnelの試み—. 整形外科と災害外科, 48 : 324-328, 1999.
- 3) 花田弘文ほか：バスケットボール選手の下肢スポーツ外傷及び障害。整形外科と災害外科, 48(1) : 165-168, 1998.
- 4) 原 道也ほか：再建十字靭帯のMRI所見と病理組織像の比較。日本整形外科学会雑誌, 71(8) : 1599, 1997.
- 5) 原 道也ほか：膝前十字靭帯再建術後の膝蓋腱採取部の経時的変化。整形・災害外科, 41 : 331-337, 1998.
- 6) 井上雅裕, 史野根生：膝蓋腱を用いた前十字靭帯再建術における術後成績不良例の検討。膝, 13 : 91-93, 1987.
- 7) Johnson, D. L. et al.: Revision anterior cruciate ligament surgery; experience from Miami. Clin Orthop, 325 : 91-99, 1996.
- 8) Karns, D. J. et al.: Case report; revision anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy, 10 : 148-151, 1994.
- 9) 小柳磨毅, 史野根生：膝ACL損傷に対するリハビリテーション。整形外科アスレチックリハビリテーション実践マニュアル, 97-107, 1998.
- 10) LaPrade, R. F. et al.: The reharvest central third of the patellar tendon; a histologic and biomechanical analysis. Am. J. Sports Med, 25 : 779-785, 1997.
- 11) Liu, S. H. et al.: MRI and morphology of the insertion of the patellar tendon after graft harvesting. J. Bone Joint Surg, 78-B : 823-826, 1996.
- 12) 三岡智規ほか：Revision ACL再建術の問題点。日本整形外科学会スポーツ医学会雑誌, 15 : 47-52, 1995.
- 13) 緒方公介：膝十字靭帯再建における素材の選択—骨付き膝蓋腱。臨床整形外科, 27 : 1249-1252, 1992.
- 14) 緒方公介：骨付き膝蓋腱を使用した膝前十字靭帯再建術。日本整形外科学会雑誌, 66(3) : 463-464, 1992.

- 15) Proctor, C.S. et al.: Characterization of the repair tissue after removal of the central one-third of the patellar ligament. *J. Bone Joint Surg*, 79-A : 997-1006, 1997.
 - 16) 佐伯和彦ほか：前十字靱帯再建術後の筋力回復遅延例に対する表面筋電図の有用性. *日本整形外科学会雑誌*, 71(8) : 1597, 1997.
 - 17) 佐伯和彦ほか：前十字靱帯再建術後の表面筋電図による術後療法の筋力および筋断面積回復への影響. *日本整形外科学会雑誌*, 72(8) : 1273, 1998.
 - 18) Shino, K. et al.: Reconstruction of the anterior cruciate ligament using allogenic tendon; long-term followup. *Am J Sports Med*, 17 : 595-600, 1990.
 - 19) Uribe, J.W. et al.: Revision anterior cruciate ligament surgery; experience from Pittsburgh. *Clin Orthop*, 325 : 100-109, 1996.
 - 20) 山田昌登嗣ほか：人工靱帯を用いた ACL 再建例における再断裂症例の検討. *整形外科と災害外科*, 44(3) : 956-958, 1995.
 - 21) 安田和則ほか：revision 前十字靱帯再建術式における問題点とその解決法. *臨床整形外科*, 29 : 259-266, 1994.
- ~~~~~