女性の膝前十字靱帯再建術施行例における術後筋力評価 —再建材料による比較—

宮崎大学整形外科

船 元 太 郎・帖 佐 悦 男
園 田 典 生・山 本 恵 太郎

Knee Muscle Strength Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Female: A Comparison of Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft and Semitendinosus-Gracilis Tendon Autograft

Taro Funamoto, Etsuo Chosa, Norio Sonoda,
and Keitaro Yamamoto

Department of Orthopedic Surgery,
University of Miyazaki, Miyazaki, Japan

The purpose of this study was to evaluate knee muscle strength following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in female. We treated 12 female patients with a bone-patellar tendon-bone autograft (BTB) and 29 female patients with a semitendinosus-gracilis autograft (STG) in ACL reconstruction. Knee extensor and flexor strength were measured by KIN-COM before operation, and 3 months, 6 months and 9-12 months after operation. The angular velocity was set at 60 and 180 degrees/second. The results showed that the STG group was better than BTB group on extensor and flexor muscle strength after 3 and 6 months, but there were no significant differences after 9 to 12 months. BTB group patients over 30 years of age showed the worst recovery of extensor muscle strength after 9 to 12 months. The results suggest a delay or deficit in the recovery of knee muscle strength in middle-aged female with BTB in ACL reconstruction.

Key words : anterior cruciate ligament (膝前十字靱帯), reconstruction (再建術), knee muscle strength (膝筋力), female (女性)

は じ め に

膝前十字靱帯 (ACL) の再建術に際し再建材料として、骨付き膝蓋腱 (BTB) と多重折り半腱様筋腱・薄筋腱 (STG) が多く使用されている。今回われわれはほぼ同一の後療法を施行した女性症例を対象に BTB 法と STG 法による ACL 再建術の術後筋力の成績を比較したので報告する。

対象および方法

対象は 1997 年から 2003 年にかけて当科および当科関連病院にて BTB 法または STG 法で ACL 再建を行った 86 例のうち、9 カ月以上経過をフォローし得た 41 例の女性患者である。

BTB 法による再建 (以下 BTB 群) は 12 例、STG 法による再建 (以下 STG 群) は 29 例であった (表 1)。各群の平均年齢は BTB 群で 22.8 歳 (15~35 歳)、STG 群 26.1 歳 (14~44 歳) であった。半月板処置症

例数はBTB群1例, STG群10例であった。半月板縫合例は後療法が異なるため除外した。

訓練プログラムはBTB群とSTG群でほぼ同一とした。膝装具装着にて屈曲制限を術後2週まで、伸展制限を術後3週までとし、術後2週で荷重開始、5週で全荷重とした。訓練内容はOKC (open kinetic chain exercise) からCKC (closed kinetic chain exercise) の比重を多くし、筋力の回復により前後するが、6カ月でジョグを開始、8カ月でランニング、ジャンプ、10カ月で競技練習の開始を許可した。

筋力評価はChatte社製 KIN-COM を用い、角速度 $60^\circ/\text{秒}$ および $180^\circ/\text{秒}$ で膝伸展・屈曲の等速性運動のピークトルク値を測定した。測定は術前および術後3カ月、6カ月、9カ月～12カ月の間に実施した。ピークトルクの健患側比を算出し、その値を比較した。統計処理はunpaired T testを行い、危険率5%未満を有意とした。

結 果

膝伸展筋力の健患側比は3カ月の時点で角速度 $60^\circ/\text{秒}$ ではBTB群 $49.2 \pm 11.2\%$, STG群 $68.8 \pm 22.1\%$, 6カ月の時点ではBTB群 $61.1 \pm 16.2\%$, STG群 $79.0 \pm 16.9\%$ であり、有意にSTG群の筋力の回復を認めた (図1)。角速度 $180^\circ/\text{秒}$ では3カ月の時点でBTB群 $63.1 \pm 7.7\%$, STG群 $84.4 \pm 18.7\%$, 6カ月の時点ではBTB群 $74.0 \pm 9.9\%$, STG群 $85.2 \pm 14.1\%$ であり、有意にSTG群の筋力の回復を認めた。9～12カ月の時点では角速度 $60^\circ/\text{秒}$ ではBTB群 $76.6 \pm 16.4\%$, STG群 $83.5 \pm 14.5\%$, 角速度 $180^\circ/\text{秒}$ ではBTB群 $80.8 \pm 16.6\%$, STG群 $86.9 \pm 16.1\%$ であり、いずれも有意差はなかった。

屈曲筋力の健患側比は3カ月の時点の角速度 $180^\circ/\text{秒}$ でBTB群 $86.7 \pm 10.8\%$, STG群 $100.2 \pm 21.1\%$ であり、有意にSTG群の筋力の回復を認めた (図2)。6カ月、9～12カ月時には有意差を認めなかった。

次に、30歳未満、30歳以上に分けBTB群とSTG群の術後筋力を比較した。BTB群30歳未満症例数は9例、BTB群30歳以上3例、STG群30歳未満20例、STG群30歳以上9例であった (表1)。

30歳未満の比較では、伸展筋力の健患側比は、3カ月の時点で角速度 $60^\circ/\text{秒}$ ではBTB群 $50.0 \pm 11.1\%$, STG群 $75.1 \pm 24.4\%$, 6カ月の時点ではBTB群 62.2

図1 BTB群とSTG群間における伸展筋力の比較
 $60^\circ/\text{sec}$, $180^\circ/\text{sec}$ ともに3カ月、6カ月の時点で有意にSTG群で術後筋力の回復を認めた。9-12カ月の時点では両者に有意差はなかった。

図2 BTB群とSTG群間における屈曲筋力の比較
 $180^\circ/\text{sec}$ で術後3カ月の時点で有意にSTG群で術後筋力の回復を認めた。

表1 対 象

	症例数	手術時年齢	半月板処置
BTB	12例	22.8 ± 7.3 歳	1例
STG	29例	26.1 ± 10.5 歳	10例
	症例数	手術時年齢	半月板処置
BTB : 30歳未満	9例	19.3 ± 4.2 歳	0
BTB : 30歳以上	3例	33.3 ± 2.1 歳	1例
STG : 30歳未満	20例	19.7 ± 4.4 歳	7例
STG : 30歳以上	9例	40.2 ± 3.3 歳	3例

$\pm 18.4\%$, STG群 $83.6 \pm 15.4\%$ であり、有意にSTG群の筋力の回復を認めた (図3)。角速度 $180^\circ/\text{秒}$ では3カ月の時点でBTB群 $62.5 \pm 8.4\%$, STG群 87.4

図3 年齢群別のBTB群とSTG群間における伸展筋力の比較

30歳未満では60°/secでは3カ月、6カ月の時点で、180°/secでは3カ月の時点で有意にSTG群で有意に術後筋力の回復を認めた。30歳以上では両群間に有意差はなかった。

図4 年齢群別のBTB群とSTG群間の屈曲筋力の比較

30歳未満、30歳以上いずれも両群間に有意差はなかった。

表2 9-12カ月時点の60deg/secにおける伸展筋力健康側比80%未満の症例数

	全症例数	80%未満症例数	%
BTB: 30歳未満	9例	3例	33.3%
BTB: 30歳以上	3例	2例	66.7%
STG: 30歳未満	20例	5例	25.0%
STG: 30歳以上	9例	3例	33.3%

±20.5%であり、有意にSTG群の筋力の回復を認めた。9～12カ月の時点では角速度60°/秒ではBTB群81.7±14.1%、STG群87.1±12.3%であり、角速度180°/秒ではBTB群86.5±13.8%、STG群87.8±

17.5%であり、いずれも有意差はなかった。

30歳以上の比較では、いずれの時期においても角速度60°/秒、180°/秒ともにBTB群とSTG群間に有意差を認めなかった。

屈曲筋力では30歳未満の比較、30歳以上の比較両方で、いずれの時期においてもBTB群とSTG群間に有意差を認めなかった(図4)。

9～12カ月の時点での伸展筋力の角速度60°/秒における健康側比が80%未満の症例数は、30歳以上のBTB群において3例中2例で66.7%と最も高率であった(表2)。30歳未満のSTG群は20例中5例で25.0%と最も低率であった。30歳以上でBTB法によるACL再建を行った1例の長期フォロー結果は、12カ月時点で角速度60°/秒における伸展筋力の健康側比が48.0%、1年11カ月で61.7%、3年6カ月で87.2%と筋力回復の遅延を認めた。

考 察

これまでにBTB法とSTG法による膝前十字靱帯再建術後の筋力比較を行った報告¹⁻³⁾⁵⁻⁹⁾では、術後早期にはBTB法で伸展筋力の低下ならびにSTG法で屈曲筋力の低下を報告³⁾⁶⁾⁹⁾するものが多い。しかしフォロー期間が長くなると有意差はなくなり、両者で筋力に差はないという報告¹⁾²⁾がみられる。今回の症例では、3カ月、6カ月の時点では伸展筋力、屈曲筋力ともにSTG群で有意に術後筋力の回復を認め、STG法の成績が良好であった。9～12カ月の時点ではBTB群とSTG群で筋力に有意差はなかった。STG法の術後屈曲筋力については、深い屈曲時の筋力の低下が報告されている。今回の評価はピークトルクのみのため、屈曲筋力においてもSTG法の筋力が高く評価されたのと考えられた。

今回の年齢群別の比較では30歳未満では3カ月、6カ月の時点の伸展筋力で有意にSTG群の術後筋力の回復を認めた。30歳以上ではBTB法とSTG法で筋力の回復に有意差はみられなかった。スポーツへの復帰には健康側比が80%以上というのがその条件の一つとされる。そこで9～12カ月時点での角速度60°/秒における伸展筋力の健康側比をみると、30歳以上のBTB群で80%未満の症例が最も高率にみられた。このうち1例では健康側比が80%以上に回復するのに3年6カ月を要した。この結果は、BTB法を施行

した比較的年齢の高い女性患者では、術後の筋力回復が遅延、もしくは筋力が低下することを示唆するものと考えられる。年齢と術後筋力の比較については、Bach ら⁴⁾は BTB 法で再建した症例において年齢と術後筋力の関係について、膝伸展筋力が年齢に相関して低下したと報告している。また、BTB 法で筋力の回復が遅延する症例がみられたとの報告もある^{7,8)}。今回の報告では症例数が少ないことが課題であるが、比較的年齢の高い女性に BTB 法を施行した場合、スポーツへの復帰が遅延する可能性があることが示唆された。年齢によって術式の選択を考慮する必要があると考えられた。

ま と め

① BTB 法と STG 法による膝前十字靱帯再建術を施行した女性 41 例で膝筋力を等速性運動で比較検討した。

② BTB 群に比し STG 群で術後早期の筋力回復を認めたが、9～12 カ月の時点では健患側比の差はみられなかった。

③ BTB 法で再建した 30 歳以上の症例では筋力回復の遅延もしくは低下が示唆された。

参 考 文 献

1) Aglietti, P., et al.: Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 22 : 211-218, 1994.

2) Anderson, J. L., et al.: Changes in muscle torque following anterior cruciate ligament reconstruction. A comparison between hamstrings and patella tendon graft procedures on 45 patients. *Acta. Orthop. Scand.*, 73 : 546-552, 2002.

3) Aune, A. K., et al.: 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.

4) Bach, B. R. Jr., et al.: Arthroscopy-assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon substitution. Two- to Four-year follow-up results. *Am. J. Sports Med.*, 22 : 758-767, 1994.

5) Beynon, B. D., 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.*, 84-A : 1503-1513, 2002.

6) Feller, J. A., Webster, K. E.: A randomized comparison of patellar tendon and hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 31 : 564-573, 2003.

7) Feller, J. A., Webster, K. E., Gavin, B.: Early post-operative morbidity following anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus hamstring graft. *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthrosc.*, 9 : 260-266, 2001.

8) 徳広 聡ら：膝前十字靱帯再建術の成績—BTB 法と STG 法—。東日本整災会誌, 12 : 12-15, 2000.

9) Witvrouw, E., et al.: Patellar tendon vs. doubled semitendinosus and gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Int. Orthop.*, 25 : 308-311, 2001.