前十字靱帯再建術後の大腿部の
筋萎縮と筋力低下について
— 後療法の変更による影響 —

熊本大学整形外科

白 石 稔・水 田 博 志
中 村 英 一・久保田 健 治
長 元 法 喜・大 塚 豊
大 江 浩一郎・高 木 克 公

Atrophy and Weakness of Thigh Muscles after Reconstruction
of the Anterior Cruciate Ligament

by

Minoru Shiraishi, Hiroshi Mizuta, Eiichi Nakamura,
Kenji Kubota, Noriyoshi Nagamoto, Yutaka Otsuka,
Kouichirou Oe and Katsumasa Takagi

Department of Orthopaedic Surgery,
Kumamoto University School of Medicine, Kumamoto

Rehabilitation after reconstruction of anterior cruciate ligament (ACL) has improved within the last several years. The purpose of this study was to evaluate the effect of our new rehabilitation program on the atrophy and weakness of thigh muscles after reconstructive surgery. Twenty-five patients who underwent double-stay reconstruction using iliotibial tract and then treated with our new rehabilitation program from March 1990 to June 1991 (Group N) were evaluated. Group N were compared with thirty patients treated with our former rehabilitation program from March 1988 to February 1990 (Group C). The circumference of the thigh was measured during the first post-operative year. Peak torque of quadriceps and hamstrings were assessed using the Cybex II and anterior stability on Xray were measured at one year after reconstruction. Atrophy of the thigh in Group N was less and recovered sooner than in Group C. Although the hamstring weakness in Group N was not improved in comparison with Group C, quadriceps weakness in Group N was statistically improved. In addition anterior stability in Group N was equal to that in Group C. Our new rehabilitation program has been effective in improving thigh atrophy and weakness of quadriceps, but not to a sufficient degree. It is necessary to investigate more effective rehabilitation programs following reconstruction of ACL.

Key words : anterior cruciate ligament reconstruction (前十字靱帯再建術), rehabilitation (後療法),
atrophy and weakness of thigh muscles (大腿筋萎縮・筋力低下)

はじめに

前十字靭帯 (ACL) 再建術後の大腿筋, 特に大腿四頭筋の筋力低下は, 術後成績を大きく左右する因子である。われわれは第 80 回の本学会で, 腸脛靭帯を用いた ACL 二重支持再建術後の大腿筋力について報告した¹¹⁾¹⁵⁾が, 術後 1 年での大腿四頭筋筋力及びハムストリング筋力は, 各々, 健側の 74 %, 85 %であり, 術後 2 年以上経過した者でも 1 cm 以上的大腿筋萎縮が半数にみられた。そこで, その後は, 術後の筋萎縮・筋力を改善するために, 新たな後療法プログラムを作成し治療を行ってきた。今回, ACL 再建術後 1 年間の大腿筋萎縮と大腿筋力の推移, 膝関節の安定性に対する新たな後療法プログラムの効果を検討したので報告する。

対 象

対象は, 当科にて腸脛靭帯を用いた ACL 二重支持再建法を施行した症例のうち, 本後療法プログラムを施行した 1990 年 3 月から 1991 年 6 月までの 25 例である。これらを N 群とし, 一方, 第 80 回の本学会で報告した¹⁵⁾1988 年 3 月から 1990 年 2 月までの症例 30 例を C 群として N 群と比較検討した。2 群間では, 手術時年齢, 性別, 受傷から手術までの期間, 合併損傷の有無には特に有意な差を認めなかった (表-1)。

後 療 法

N 群と C 群の後療法の概略を図-1 に示す。N 群では C 群と比較して, 各筋力訓練の開始時期を各々 1 週～4 週はやめ, かつ従来より訓練の負荷及び回数を増やした。また, 荷重開始を 1 週, 全荷重を 4 週はやめ, さらに, 可動域制限装具 (LMB) の装着期間を 6 週短

縮した。

方 法

膝蓋上 10 cm の大腿周径差を測定し, 患健差を筋萎縮の指標⁹⁾とした。また, 角速度 30°/sec における大腿四頭筋及びハムストリングの最大トルク値を Cybex II を用いて測定し, 患/健比を筋力の指標とした。さらに, 10 kg 前方引出し下の 90°屈曲位側面 X 線像での前方移動度を中点計測法¹⁴⁾にて計算し, 前方不安定性の指標とした。統計学的には, Welch 法にて t 値の補正を行った後, student's t-test を用いて検討した。

結 果

大腿周径差は, C 群では, 術前 0.9 cm であったものが術後徐々に増大し, 術後 12 週で最大値 5.1 cm となった。その後は経時的に改善するものの, 術後 1 年でもなお 2.0 cm の周径差がみられた。これに対し, N 群では, 術前は 1.3 cm, 術後 8 週で 3.9 cm と最大値を示すが, 術後 1 年では周径差は 0.5 cm まで回復していた。N 群では C 群に比べ術後の筋萎縮はより軽度で, 術後 12 週から 1 年の間では有意な差を認め ($P < 0.05$), またその回復も早かった (図-2 A)。

大腿四頭筋筋力の患/健比は, 術前, N 群では 76 %, C 群では 82 %と有意な差を認めなかったが, 術後 1 年では, C 群では 76 %と術前より低下しているのに対し, N 群では 85 %と術前に比べ筋力の増強がみられ, 両群間には有意な差を認めた ($P < 0.05$)。ハムストリング筋力の患/健比は, 術前, N 群では 84 %, C 群では 86 %と有意差はなく, 術後 1 年においても, N 群では 87 %, C 群では 86 %と有意差は認めなかった。本後療法により, ハムストリング筋力の明らかな改善はみられなかった (図-2 B)。

前方不安定性については, 再建術後 1 年での前方移動度は, N 群では健側 67 %, 患側 66 %, C 群では健側 66 %, 患側 67 %であり, 両群共に患健差を認めず, 膝の安定性に関しては後療法の変更による悪影響はみられなかった (図-2 C)。

考 察

今回の調査結果では, N 群では C 群と比較し, 術後の筋萎縮はより軽度で筋萎縮の回復も早かった。また, 筋力に関しても, ハムストリングでは明らかな改善はみられなかったものの, 術後 1 年での大腿四頭筋筋力

表 1 C 群と N 群の比較

	C 群	N 群	有意差
症例数 (名)	30	25	
男	14	10	
女	16	15	—
手術時年齢 (歳)	22.2	19.8	
受傷～手術までの経過期間 (月)	(14～39) 11.1	(14～34) 9.3	—
合併損傷 (%)	70	72	—

図 1-A

図 1-B

図 1 腸脛靱帯を用いた ACL 二重支持再建術後の後療法

A, C群: 1988年3月~1990年2月

B, N群: 1990年3月~1991年6月

の患/健比は、C群では76%であったのが、N群では85%と有意に改善していた。この結果、N群では大腿四頭筋筋力とハムストリング筋力の比率は健側とほぼ同等の値を示した。しかしながら、術後1年の大腿部

の筋力が健側の85%という結果は、スポーツ等への早期復帰をめざす上ではいまだ不十分と思われ¹³⁾¹⁷⁾、また、ハムストリング筋力の向上がみられなかった点も含め、筋力回復に関して、より効果的な後療法プログ

図 2-A 大腿周径差

図 2-B 大腿筋力

図 2-C 脛骨前方移動度

図 2 測定結果

- A: 膝蓋上 10 cm における大腿周径差の術後 1 年間の推移の比較
- B: 大腿筋力の術前・術後 1 年での比較
Cybex II を用いて角速度 30°/sec での最大トルク値を比較した。
- C: 脛骨前方移動度の術前・術後 1 年での比較
10 kg 前方引出し下の 90°屈曲位側面 X 線像での前方移動度を村瀬ら¹⁴⁾の中心計測法により測定した。

星川の後療法との比較

図 3 星川の後療法⁷⁾⁸⁾と N 群の後療法の比較

ラムの作製が望まれる。

近年、ACL のバイオメカニクスが明らかになるに伴い¹⁾²⁾⁴⁾⁵⁾²⁰⁾、より積極的な後療法が早期より行われるようになってきた¹⁰⁾¹⁸⁾²²⁾²³⁾。後療法の進め方は再建材料及び初期固定の方法などにより異なってくるが、星川⁷⁾⁸⁾はわれわれと同様な腸脛靭帯を用いた二重支持再建術において、N 群の後療法よりも各訓練の開始時期がかなり早い後療法を報告している(図-3)。われわれは、1991 年 7 月の症例からは、N 群の後療法をさらに改良して実施しており、筋萎縮・筋力低下の改善に関してはより効果的であるとの印象をもっている。現在の後療法の成績については後日報告する予定である。

自家組織を ACL 再建術の再建材料として用いる場合は、再建材料採取が大腿筋力に及ぼす影響についても考慮する必要がある。膝蓋腱採取に関しては、膝伸展筋力に悪影響を与えるとの報告がみられ、一方、ハムストリング採取に関しては、大腿部の筋力に与える影響は膝蓋腱の場合より少ないとされている⁶⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²¹⁾²⁴⁾。しかしながら、腸脛靭帯採取が大腿筋力に及ぼす影響に関してはいまだ明らかではない。Moza ら¹²⁾は、カエルの腓腹筋を用いた実験で、筋膜切開を加えることにより神経刺激時の等張性収縮距離の減少、すなわち筋収縮力の低下がみられると報告している。また、腸脛靭帯を用いた再建術後の大腿部を MRI で観察すると、福林ら³⁾が述べるように、大腿四頭筋は全体的に外旋偏位を生じている。これらの点を考慮にいれると、腸脛靭帯採取が大腿四頭筋筋力に与える影響は無視できるものではないと考えられ、今後の検討課題と思われる。

ま と め

1. 腸脛靱帯を用いた前十字靱帯二重支持再建術後の大腿筋萎縮・大腿筋力に対する新たな後療法プログラムの効果について検討した。

2. 今回の後療法プログラムにより、膝関節の安定性は損なわれることなく、大腿周径差と大腿四頭筋筋力は有意に改善した。

3. 後療法プログラムについてはなお改良の余地が残されており、さらに腸脛靱帯採取が大腿筋力に及ぼす影響についても今後の検討が必要である。

文 献

- 1) Arms, S. W., et al.: The biomechanics of anterior cruciate ligament and reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 12 : 8-18, 1984.
- 2) Ericson, M. O. and Nisell R.: Tibiofemoral joint force during ergometer cycling. *Am. J. Sports Med.*, 14 : 285-290, 1986.
- 3) 福林 徹ら：競技者の前十字靱帯損傷に対する手術的治療。臨床スポーツ医学, 9 : 257-263, 1992.
- 4) Grood, E. S., and Suntay, W. J.: Biomechanics of the knee-extension exercise. *J. Bone and Joint Surg.*, 66A : 725-733, 1984.
- 5) Henning, C. E., et al.: An in vivo strain gauge study of elongation of the anterior cruciate ligament. *Am. J. Sports Med.*, 13 : 22-26, 1985.
- 6) 平岡正毅, 八木知徳：筋力回復からみた各種前十字靱帯再建術の比較検討。日本整形外科スポーツ医学会誌, 11 : 135-137, 1992.
- 7) 星川吉光：新鮮前十字靱帯損傷の診断と治療。膝関節靱帯損傷診療マニュアル, 54-63, 守屋秀繁, 東京, 金原出版, 1991.
- 8) 星川吉光：前十字靱帯損傷—腸脛靱帯による再建術—。臨床スポーツ医学, 9, 臨増：100-103, 1992.
- 9) 勝本 弘ら：ACL 損傷における大腿部筋萎縮について。東京膝関節学会会誌, 9 : 235-238, 1988.
- 10) 黄川昭雄ら：筋力回復過程からみた前十字靱帯損傷。東京膝関節学会会誌, 9 : 266-271, 1988.
- 11) 水田博志ら：膝前十字靱帯不全に対する腸脛靱帯を用いた二重支持再建術の術後成績。整形外科と災害外科, 40 : 16-19, 1991.
- 12) Mozan, L. C., and Keagy, R. D.: Muscle relationship in functional fascia. *Clin.Orthop.*, 67 : 225-230, 1969.
- 13) 宗田 大: Kennedy LAD を用いる前十字靱帯再建法。膝関節靱帯損傷診療マニュアル, 115-121, 守屋秀繁, 東京, 金原出版, 1991.
- 14) 村瀬研一ら：膝関節前後方向強制位の X 線計測法。東京膝関節研究会会誌, 4 : 179-186, 1983.
- 15) 中村英一ら：膝前十字靱帯不全に対する再建術後の大腿部の筋萎縮と筋力の変化について。整形外科と災害外科, 40 : 20-25, 1991.
- 16) 仁賀定雄ら：前十字靱帯再建術における自家移植靱帯採取が筋力回復に及ぼす影響(第2報)。日整会誌, 65 : S 497, 1991.
- 17) 岡本連三ら：膝靱帯損傷における筋力訓練とそのバイオメカニクス。臨整外, 22 : 29-34, 1987.
- 18) Okoshi, Y., et al.: Biomechanical analysis of rehabilitation in the stading position. *Am. J. Sports Med.*, 19 : 605-611, 1991.
- 19) 大越康充ら：半腱様筋腱および薄筋腱を用いた膝前十字靱帯再建法—筋採取が筋力に及ぼす影響—。日整会誌, 66 : S 532, 1992.
- 20) Ostering, L. R., et al : Co-activation of sprinter and distance runner muscles in isokinetic exercise. *Med. Sci. Sports Exer.*, 18 : 431-435, 1986.
- 21) Rosenberg, T. D., et al.: Extensor mechanism function after patellar tendon graft harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am. J. Sports Med.*, 20 : 519-526, 1992.
- 22) 安田和則ら：膝前十字靱帯再建術後の筋力訓練 (1 報)：日整会誌, 59 : 1041-1049, 1985.
- 23) 安田和則ら：膝前十字靱帯再建術後の筋力訓練 (2 報)：日整会誌, 59 : 1051-1058, 1985.
- 24) Yasuda, K. et al.: Quantitative evaluation of knee instability and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendon. *Am. J. Sports Med.*, 20 : 471-475, 1992.