



Evaluation of Hamstring Strength and Tendon Regrowth After Harvesting for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

田所, 浩

(Degree)

博士 (医学)

(Date of Degree)

2007-02-14

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙2920

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2002920>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



【 1 7 9 】

氏 名・（本 籍） 田所 浩 （ 兵庫県 ）

博士の専攻分野の名称 博士（医学）

学 位 記 番 号 博ろ第1996号

学位授与の 要 件 学位規則第5条第1項該当

学位授与の 日 付 平成19年2月14日

【 学位論文題目 】

Evaluation of Hamstring Strength and Tendon Regrowth After
Harvesting for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction
(前十字靱帯再建膝における膝屈筋力と採取腱再生に対する検討)

審 査 委 員

主 査 教 授 田原 真也

教 授 石井 昇

教 授 寺島 俊雄

【目的】

膝前十字靱帯（ACL）再建術において、採取腱の再生能に関しては未だ議論を有する所であり、採取腱の再生は術後機能回復の前提条件の一つとして認識されている。

過去、骨付き膝蓋靱帯が移植腱として選択されており、採取腱再生に関して多数の報告がある。Coupens らは、MRI 評価にてゆっくりではあるが、正常像へ形態学的に回復すると報告し、Karns らは、顕微鏡による生検標本の観察にて採取腱が回復する事を報告した。一方、Burks らと LaPrade らは、組織学的・生体力学的には採取後 1 年以上たっても回復しておらず、骨付き膝蓋靱帯採取後の機能回復の限界を示した。

近年、膝屈筋腱を使用した ACL 再建術が多く行われるようになったが、採取膝屈筋腱の再生能は未だ確認されていない。採取した半腱様筋腱（St）・薄筋腱（G）の再生を評価した報告は幾つかあるが、いずれも質的なものである。また、骨付き膝蓋靱帯を使用した場合より術後筋力の回復は早く良好であると報告され、この機能回復に優れた点をもって採取膝屈筋腱の再生能が高いとされた。ところが、中嶋らと Ohkoshi らは、St と G を用いた ACL 再建膝では膝深屈曲位での筋力は回復しない事を報告した。そこで、膝屈筋腱採取後の膝屈筋力は完璧に回復するの否かという疑問が生ずる。

組織の回復と筋力の回復は今まで別個の研究であり、組織的再生と機能回復との関係は明らかにされていない。当研究の目的は、St・G を用いた ACL 再建膝における採取腱の再生と膝屈筋力回復との関係を明らかにする事である。

【対象と方法】

対象は 1995 年 1 月から 1996 年 12 月までに無作為で抽出された自家多重折り同側 St・G を用いた ACL 再建例で、対側には障害が無く、手術側に KT-1000 arthrometer にて 3mm 以上の前方動揺性の無い成功例であった。28 例（女性 18 例・男性 10 例）で、手術時平均年齢 22.2 歳（15 歳～42 歳）、術後経過期間平均 5.6 年（2 年～7 年）であり、以下の MRI・筋力評価を行った。

術後リハビリテーションは、術直後よりブレースによる膝 30° 屈曲位での固定を行い、1 週目より可動域訓練を行った。部分荷重を 3 週目より開始後、漸次増加し術後 5 週間で全荷重を行った。ジョギングを 5 ヶ月目に開始し、9～12 ヶ月でスポーツ復帰を許可した。

MRI 評価

MR 撮影は両側膝に行い伸展位で撮像した。横断面・関節レベルでの St・G の状態を患健側間で比較、NIH image を用い断面積を比較した。

膝屈筋力評価

同一症例に対し Cybex dynamometer を用い、(1)座位での膝 90° 屈曲位 (2)腹臥位足関節最大底屈位にて膝 90° 屈曲位 (3)腹臥位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位 の 3 肢位

で等尺性収縮の膝屈筋最大トルクを測定後、患健側間で比較し、比率を計算した。

統計学的検討は Stat View-J 5.0 を使用し、t 検定にて行った。

【結果】

MRI 評価

解剖学的に移植腱採取後の St とと思われる位置に腱様組織が認められたものが 22 例(79%) 例、G とと思われる位置に腱様組織が認められたものが 13 例(46%)であった。

次に、上記の再生したと思われる組織の断面積を計測し、対側と比較した。

非手術側と比較し、肥大していると思われる組織が認められた群を Hypertrophic 群、萎縮していると思われる組織が認められた群を Atrophic 群とし、2 群に分別した。

肥厚して見える再生腱は St では 6 例(27%)、G では 4 例(31%)であった（本文 Table2）。

さらに、Hypertrophic 群と Atrophic 群を含めた全体における再生した腱組織の断面積は、St と G で各々 $0.15 \pm 0.09 \text{ cm}^2$ と $0.07 \pm 0.03 \text{ cm}^2$ であり、対側正常膝の $0.15 \pm 0.09 \text{ cm}^2$ と $0.08 \pm 0.02 \text{ cm}^2$ に比べ統計学的有意差は無かった。

膝屈筋力評価

本文 Table3 に示されるように、測定 3 肢位の全てで手術側は膝屈筋力の低下を認め、特に腹臥位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位での低下が著しく、非手術側と比べ 49%しか膝屈筋力の回復がみられなかった。

形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との関係

形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との関係を調べるために、手術側の膝屈筋力を

本文 figure3 のように画像的な再生腱の大きさで Hypertrophic, Atrophic, unidentifiable の 3 群に分別し比較した。手術側の膝屈筋力は移植腱採取後の再生の如何に関わらず、手術側の膝屈筋力に比べ、有意に低い値を示した。腱再生の状態が肥厚して見える Hypertrophic 群でさえ、腹臥位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位での膝屈筋力は、非手術側の半分以下しか得られていなかった（本文 Table4）。以上より、形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との間には関連が見られないことが示された。

【考察】

当研究は、膝屈筋腱を用いた ACL 再建膝における移植腱採取後の腱再生能を明らかにし、形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との関係を評価するために計画された。

1992 年に Cross らが St と G の再生を最初に報告して以降、腱再生に対する報告が幾つか見られている。Eriksson らは MRI にて St においては、術後 6～12 ヶ月後には解剖学的に正常なけい骨結節までの腱再生が 11 例中 8 例に認められたと報告し、さらに 2 症例には組織学的検査を行い、正常組織が見られると報告している。Ferretti らも同様に St におけ

る進行性の腱再生を報告している。

当研究では、St では 79%に、G では 46%に腱再生がみられた。腱再生は筋膜の深層より発生すると考えられており、現在まで報告された内の多数では、少なくとも 1 本の腱は再生していた。当研究でも同様で、それらの報告に一致すると考え、膝屈筋腱の再生能を示している。

以前に発表された多数の報告では、膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後の等速性膝屈筋力の改善は満足いくものであった。Lipscomb らは、St と G を用いた ACL 再建膝で術前の 99% まで膝屈筋力が回復したと報告している。Maeda らや Yasuda らも同様に術後等速性膝屈筋力は非手術側と比べ同等まで回復したと報告していることから、移植腱採取後の腱再生の出現と、術後膝屈筋力の回復とは関連付けられるであろう。今回は別で、我々が行った膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後の等速性膝屈筋力検査でも満足行く筋力の回復は見られている。ところが今回の研究では、膝深屈曲位での等尺性膝屈筋力は有意に低下していた。この筋力の差は日常生活では解らないが、股関節を伸展し膝を深屈曲するような体勢を取するようなスポーツ（例えば新体操やレスリング、柔道など）で明らかになる。

膝屈筋力の回復は、腱採取後 Hypertrophic 群においてすら認められるが、形態的な再生と筋力の回復には矛盾がある。この矛盾は再生腱の遠位端が癒合する部位の違いで説明できる。Cross らは MRI にて膝窩中央に伸びた再生腱を確認し、Ferretti らは Simonia らと同様に元来のけい骨粗面への癒合を示したが、Papandrea らは腱様組織が元来の位置より中枢で癒合すると示した。Eriksson らは St のみ採取した膝では、数例は並走する G に癒合し、他は非解剖学的位置に癒合していると報告した。

当研究での有意な膝屈筋力低下は、多因子によるものと思われる。採取腱の他にも、活動レベルが下がる事や、非手術側を多用するなどの原因がこの筋力低下の原因の一つであると考えられる。さらに、St と G の両方を採取することも筋力回復の妨げとなり得る。これら各要素が、手術後膝屈筋力低下の要素として影響しているか、さらなる調査が必要であろう。

当研究では、形態的な腱再生と機能的回復とは必ずしも一致しない事が示された。再生腱の遠位癒合端の詳細な画像的評価が、形態的さらに機能的な膝屈筋の回復を明らかにするであろう。

論文審査の結果の要旨

受付番号	乙 第 1997 号	氏 名	田所 浩
論文題目 Title of Dissertation	Evaluation of Hamstring Strength and Tendon Regrowth After Harvesting for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction 前十字靱帯再建膝における膝屈筋力と採取腱再生に対する検討		
審査委員 Examiner	主 査 田原真也 Chief Examiner 副 査 石井 昇 Vice-examiner 副 査 寺島 俊雄 Vice-examiner		
審査終了日	平成 19 年 1 月 17 日		

（要旨は1, 000字～2, 000字程度）

近年、膝屈筋腱を使用した膝前十字靱帯 (ACL) 再建術が多く行われるようになったが、採取腱の再生能に関しては未だ議論を有する所であり、採取腱の再生は術後機能回復の前提条件の一つとして認識されている。当研究の目的は、半腱様筋腱 (St)・薄筋腱 (G) を用いた ACL 再建膝における採取腱の再生と膝屈筋力回復との関係を明らかにする事である。

対象は自家多重折り同側 St・G を用いた ACL 再建成功例で、対側には障害が無い 28 例で、手術時平均年齢 22.2 歳、術後経過期間平均 5.6 年であった。以下の MRI・筋力評価を行った。

MRI 評価

MR 撮影は両側膝に行い伸展位で撮像した。横断面・関節レベルでの St・G の状態を患健側間で比較、NIH image を用い断面積を比較した。

膝屈筋力評価

同一症例に対し Cybex dynamometer を用い、(1)座位での膝 90° 屈曲位 (2)腹臥位足関節最大底屈位にて膝 90° 屈曲位 (3)腹臥位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位の 3 肢位で膝屈筋最大トルクを測定後、患健側間で比較した。

結果

MRI 評価

解剖学的に移植腱採取後の St と思われる位置に腱様組織が認められたものが 22 例 (79%) 例、G と思われる位置に腱様組織が認められたものが 13 例 (46%) であった。

次に、上記の再生したと思われる組織の断面積を計測し、非手術側と比較し、肥大していると思われる組織が認められた Hypertrophic 群は St では 6 例 (21%)、G では 4 例 (14%) みられた。萎縮していると思われる組織が認められた Atrophic 群は St では 16 例 (57%)、G では 9 例 (32%) であった腱様組織が見られない unidentifiable 群は St では 6 例 (21%)、G では 15 例 (44%) であった。

膝屈筋力評価

測定 3 肢位の全てで手術側は膝屈筋力の低下を認め、特に腹臥位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位での低下が著しく、非手術側と比べ 49% しか膝屈筋力の回復がみられなかった。

形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との関係

形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との関係を調べるために、手術側の膝屈筋力を画像的な再生腱の大きさで Hypertrophic 群、Atrophic 群、unidentifiable 群の 3 群間で比較した。手術側の膝屈筋力は移植腱採取後の再生の如何に関わらず、手術側の膝屈筋力に比べ、有意に低い値を示した。腱再生の状態が肥厚して見える Hypertrophic 群でさえ、腹臥

位足関節最大底屈位にて膝 110° 屈曲位での膝屈筋力は、非手術側の半分以下しか得られていなかった。以上より、形態学的な腱再生と膝屈筋力回復との間には関連が見られないことが示された。

当研究では、St では 79% に、G では 46% に腱再生がみられ、過去の報告と一致し、膝屈筋腱の再生能は明らかであった。

以前に発表された多数の報告では、膝屈筋腱を用いた ACL 再建術後膝屈筋力の改善は満足いくものであったが、当研究では、膝深屈曲位での膝屈筋力は有意に低下していた。この筋力の差は日常生活では解らないが、股関節を伸展し膝を深屈曲するような体勢を取るような新体操やレスリングなどのスポーツで明らかになる。

膝屈筋力の回復は、腱採取後 unidentifiable 群ですら認められる。形態的な再生と筋力の回復には矛盾があったが、この矛盾は過去の報告から再生腱の遠位端が癒合する部位の違いで説明できる。

当研究での有意な膝屈筋力低下は、採取腱の他にも、活動レベルが下がる事や、非手術側を多用するなどの原因も筋力低下の原因の一つであると考えられる。さらに、St と G の両方を採取することも筋力回復の妨げとなり得る。これら各要素が、手術後膝屈筋力低下の要素として影響しているか、さらなる調査が必要であろう。

本研究は、膝屈筋腱を使用した膝前十字靱帯再建術後、採取腱の再生と膝屈筋力回復との関係について、MRI 評価と膝屈筋力との相関を研究したものである。形態的な腱再生と膝屈筋力回復との間には必ずしも一致しない事が初めて解明され、重要な知見を得たものとして価値ある業績であると認める。よって、本研究は、博士 (医学) の学位を得る資格があると認める。