

ACL Cadaver Study に参加して

名古屋市立大学医学部

相羽久輝

名古屋市立大学大学院医学研究科 社会復帰医学講座 整形外科

野崎正浩 小林正明 後藤英之

大谷真史 多和田兼章 永谷祐子

大塚隆信

名古屋市立大学 関節再建医学

井口普敬 渡辺宣之

【はじめに】

前十字靭帯 (anterior cruciate ligament : ACL) は、膝の前方安定性制御¹⁾、脛骨の膝に対する内方回旋の制御¹⁾、膝関節固有知覚²⁾などの機能を担っている。近年 ACL は前内側線維束 (anteromedial bundle : AM 線維束) と後外側線維束 (posterolateral bundle : PL 線維束) より成り立っていることが報告されており、これらは膝の前方安定性に関して異なる働きを担っていると考えられている。ACL のこのような二つの線維束を解剖学的な位置にて再建する方法 (解剖学的二重束 ACL 再建術) の有用性は様々な論文などで報告されている。Yagi ら³⁾は、解剖学的二重束 ACL 再建術は解剖学的一重束 ACL 再建術に比べバイオメカニクス的に正常膝と近いキネマティクスを再現すると述べている。また、Woo ら⁴⁾は、解剖学的一重束 ACL 再建術は脛骨内旋および外転の制御が不十分であるとし、Ekdahl、Nozaki ら⁵⁾は、動物実験において解剖学的二重束 ACL 再建術が膝の機能回復に関して優れていると述べている。

このような解剖学的二重束 ACL 再建術を行う為の術式には、Transtibial drilling 法⁶⁾、Far-Anteromedial Portal drilling 法⁷⁾ (FM drilling 法) などがある。Transtibial drilling 法は、脛骨の ACL 付着部位に向けて脛骨内側皮質より

ピンを刺し脛骨骨孔と大腿骨骨孔を同時に作成する方法である。一方、FM drilling 法では、脛骨骨孔は Transtibial drilling 法に従い作成するが、大腿骨骨孔を関節鏡の内側ポータルよりもさらに内側の Far-Anteromedial portal よりピンを刺入することで作成する。Transtibial drilling 法は、ACL 再建術においてこれまで広く行われており、侵襲も少ない手技であるが、解剖学的二重束 ACL 再建術に用いた場合、大腿骨骨孔作成時に解剖学的付着部に刺入しにくいことが指摘されている⁸⁾。一方 FM drilling 法では大腿骨骨孔作成時の自由度は高いが、潜在的な腓骨神経損傷や大腿骨軟骨損傷のリスクがあることが指摘されている⁷⁾。

そこで我々は、このような再建方法の有用性を検証する目的で、①Transtibial drilling 法を用いて解剖学的二重束 ACL 再建術を行った際に必要な脛骨軸との角度、②Transtibial drilling 法または FM drilling 法による解剖学的二重束再建術を行った際の腓骨神経損傷の危険性を調査した。

【対 象】

靭帯損傷、関節変形症例を除外した、3名3膝 (男性2膝、女性1膝)、平均年齢79.7歳 (55-93歳) の屍体膝を対象とした。

【方 法】

1. ピン至適刺入角度計測

皮膚及び膝伸展機構を切除し、大腿骨及び脛骨側のAM線維束・PL線維束の付着部位が確認できるように数mm残しACLを切除した。ACLの付着部位を肉眼的に確認しながら、Transtibial drilling法にて①脛骨側AM線維束付着部位から大腿骨側AM線維束付着部位（AM-AM）②脛骨側PL線維束付着部位から大腿骨側PL線維束付着部位（PL-PL）にピンを刺入し、膝屈曲角度90°または120°でそれぞれピンと脛骨長軸のなす角度を矢状断及び環状断において計測した。

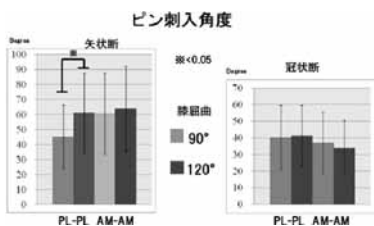
2. 腓骨神経損傷

Transtibial drilling法により①AM-AM②PL-PLそれぞれピンを刺入し、またFM drilling法により③大腿骨側AM線維束付着部位（FM-AM）、④大腿骨側PL線維束付着部位（FM-PL）へそれぞれピンを刺入し、大腿骨外側皮質をガイドピンが貫いた場所と腓骨神経との最短距離を膝屈曲角度90°および120°で計測した。

【結 果】

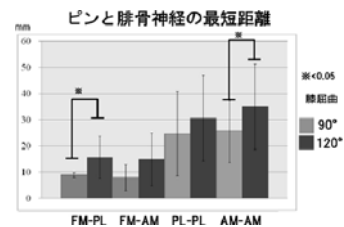
ピン至適刺入角度は、矢状断においてAM-AMでは膝屈曲90°で平均60.7°、膝屈曲120°で平均64.0°であった。PL-PLでは膝屈曲90°で平均45.3°、膝屈曲120°で平均61.0°、120°では90°に比べて有意に大きな値となっていた（ $P<0.05$ ）。冠状断においては、AM-AMでは膝屈曲90°で平均37.0°、膝屈曲120°で平均34.0°であった。PL-PLでは膝屈曲90°で平均40.3°、屈曲120°で平均41.3°となった。（表1）

表 1



腓骨神経とピンの最短距離についてはFM-PLで、膝屈曲90°で平均9.0mm、膝屈曲120°で平均15.7mmであり、120°では90°に比べて有意に大きな値となった（ $P<0.05$ ）。FM-AMで膝屈曲90°で平均8.0mm、屈曲120°で平均15.0mm、PL-PLで膝屈曲90°で平均24.7mm、屈曲120°で平均30.7mm、AM-AM群で、膝屈曲90°で平均25.7mm、屈曲120°で平均35.0mmであり、120°では90°に比べて有意に大きな値となった（ $P<0.05$ ）。（表2）

表 2



【考 察】

Transtibial drilling法にて骨孔を作成するためには矢状断においては、ピン刺入角度は脛骨関節面に対し水平に近づける必要があることが今回の実験より示唆された。実際の靭帯再建の為にピンをガイドとしてドリルを行い骨孔を作成する必要があり、脛骨軟骨損傷のリスクが深く懸念される。Hemingら⁸⁾も、脛骨骨孔を脛骨関節面に近い位置に作成する必要があると述べており、我々も同様の結果を得た。

膝屈曲90°でのFM drilling法では、腓骨神経との距離が平均10mm以下であり、腓骨神経損傷を引き起こす可能性が十分にあり、この危険性が屈曲角度を120°とすることによって減らすことができると考えられた。これらの結果は中村ら⁷⁾と同様の結果であった。

【結 語】

- 解剖学的二重束ACL再建においてTranstibial drilling法では骨孔を脛骨関節面に水平に近づけて作製する必要があった。

- 大腿骨骨孔作成時における腓骨神経損傷の危険性はFM drilling法で高いので、深屈曲位で

参考文献

- 1) Yagi M, et al.: Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2002 ; 30 : 660-666.
- 2) Melnyk M, et al.: Changes in stretch reflex excitability are related to "giving way" symptoms in patients with anterior cruciate ligament rupture. *J Neurophysiol.* 2007 ; 97 : 474-80. (Epub 2006 Aug 30.)
- 3) Girgis FG, et al.: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1975 ; 106 : 216-31.
- 4) Woo SL, et al.: The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am.* 2002 ; 84-A : 907-14.
- 5) Ekdahl M, Nozaki M, et al.: The effect of tunnel placement on bone-tendon healing in anterior cruciate ligament reconstruction in a goat model. *Am J Sports Med.* 2009 ; 37 : 1522-30.
- 6) Yasuda K, et al.: Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy.* 2004 ; 20 : 1015-25.
- 7) Nakamura M, et al.: Potential risks of femoral tunnel drilling through the far anteromedial portal: a cadaveric study. *Arthroscopy.* 2009 ; 25 : 481-7.
- 8) Heming JF, Rand J, Steiner ME, et al.: Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007Oct ;