

膝関節屈曲角度におけるAnterolateral ligamentの描出能

仙台整形外科病院 放射線部 ○坂本 佳子(Sakamoto Yoshiko)

猪川 訓志 小山 裕樹 伊藤 淳一 和泉 孝子

【背景・目的】

Anterolateral ligament(ALL)は、近年の膝の詳細な解剖研究により、膝の外側に単独で分離される靭帯の存在が高い確率で確認¹⁾されてきた。膝の外側を斜走し、MRIでも描出できる²⁾と言う報告がされるようになり、膝関節の内旋運動を制御³⁾していることや、同様に内旋運動を制御するAnterior cruciate ligament (ACL) 損傷時には約80%の確率でALLも損傷⁴⁾していることが確認され、またACLとの同時再建で、手術成績が良好⁵⁾であるとの報告がされるようになった。このことより、MRIによるALL描出の重要性が増している。

通常、MRIの膝関節屈曲撮像角度はACLが良好に描出される軽度屈曲位の15度が多く用いられているが、ALLは膝関節屈曲角度35度以上での内旋を制御している⁶⁾との報告もある。そこで、今回、膝関節を15度と35度に変化させたときの、ALLの描出能を検討した。

【使用機器・対象】

使用機器は、SIEMENS社製MAGNETOM ESSENZA 1.5 T Syngo VD14, 使用コイルはExtermity Matrix coil 8chを用いた。

対象は本研究に同意の得られたACL損傷歴のない健常ボランティア17名33膝(平均年齢43歳, 男性7名, 女性10名)。

撮像シーケンスは、可変フリップ角を用いた3D-TSE PDvarを使用し、撮像パラメータは、ブラーリングとSNRを考慮し、TR=1000 ms, TE=28 ms, Slice thickness=0.7 mm, ETL=41, Band width=425 Hz/Px, Echo train duration=147 ms, Echo spacing=5.64 msとした。

【方法】

膝関節を屈曲角度15度と35度で撮像し、得られたボリュームデータよりMPR画像を作成した。ALLは、「大腿骨外側上顆のLateral collateral ligament(LCL)付着部前後から、頸骨側は腓骨骨頭とGerdy結節の midpoint に連続するlow signal band」と定義し、Coronal, Axial, Sagittalの各支点を大腿骨のLCL付着部とし、頸骨側は腓骨骨頭とGerdy結節までの距離を1度ずつ変化させ、ALLを描出した(Fig.1)。

この画像を用いて、角度変化におけるALLの全体長をLength(L), 脛骨粗面からALLの脛骨付着部までの長さをTibial insertion (D)⁷⁾(Fig.2)とし計測。またALLの描出率を検討した。統計解析にはWelch's-T検定を用いた。

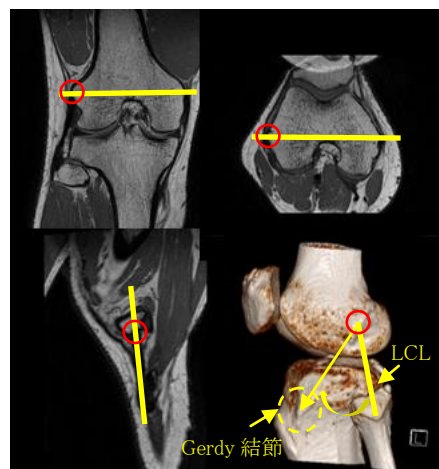


Fig.1 MPR の作成方法

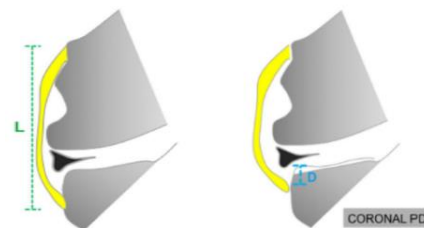


Fig.2 Length(L), Tibial insertion(D)の計測位置⁷⁾

【結果】

Lengthは、屈曲角度15度で 34.9 ± 3.70 , 35度で 35.9 ± 3.21 で、差は1.0 mmであったが有意ではなかった。この時に相関係数は、0.91で相関を認めた。

Tibial insertionでは、屈曲角度15度で 5.21 ± 1.32 , 35度で 5.95 ± 1.43 で、差は0.74 mmで有意な結果となった(Fig.3)。この時の相関係数は0.76で相関を認めた。

ALLの描出率は、屈曲角度15度で87.9%, 35度で93.9%であった。

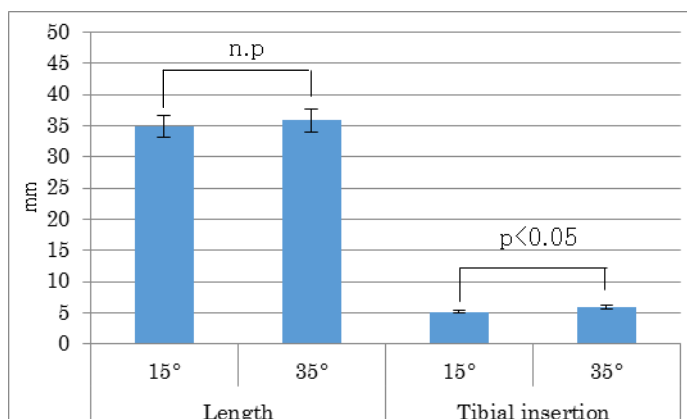


Fig.3 角度変化における長さの比較

Table 1 解剖体との比較

	Vincent(2012)	Helito(2013)	Claes(2013)	Dodds(2014)	ThisStudy 15°	ThisStudy 35°
Length	34.1 mm	37.3 mm	38.5 mm	59 mm	34.8±3.70 mm	35.9±3.21 mm
Tibial insertion	5 mm	4.4 mm	6.5 mm	11 mm	5.2±1.32 mm	6.0±1.43 mm

Table 2 MRI での比較

	Claes(2014)	Helito(2014)	Taneja(2014)	Yokosawa(2016)	Yokosawa(2016)	ThisStudy15°	ThisStudy35°
Material	2D	2D	2D	2D	3D	3D	3D
Visibility	76%	71%	51%	47%	100%	87.9%	93.9%

【考察】

Lengthの標準偏差が、膝関節屈曲角度15度で3.70、35度で3.21と共にバラつきが大きくなった。これは、ALLの大腿骨付着部が、LCLの前方や後方に位置するなど個体差があるために生じたと考える。

角度変化によりTibial insertionに生じた0.74 mmの差は、ALLの内旋制御をしている35度にしたことで、ALLが緊張、伸展したことにより長くなったと考える。このことより、ALLは屈曲角度35度以上の内旋を制御していると推測される。しかし、相関係数が0.76となり、臨床上的での相関を認めるが、バラつきを生じる結果となった。これは、機械的なコイルの高さと下腿長の不相当による屈曲角度以外のポジショニング不良によるものと考えられる。

先行研究の解剖体との比較でLength, Tibial insertion共に、解剖体とほぼ変わらない結果となり、MRIでALLが描出できていることが示された (Table 1)。

MRIでの描出率は、薄いスライス厚で3D撮像し、任意の断面を作成する事で、描出率は非常に高くなる事が示された。また屈曲角度が35度で、Tibial insertionの伸展によりALLをより認識しやすくなり描出率も向上したと考える (Table 2)。

しかし、MRIはACLとの複合描出が求められており、屈曲角度を35度にする事によって、ACLのゆるみ、前内側線維束や後外側線維束の単体断裂などの評価が過剰になる可能性を検討する必要がある。

【結語】

膝関節屈曲角度35度において、Tibial insertionが伸展され、ALLの描出能が向上するという特性を明らかにできた。

【参考文献】

- 1) Claes S et al:Anatomy of the anterolateral ligament of the knee.J Anat,2013,223,321-328
- 2) Helito CP et al:MRI evaluation of the anterolateral ligament of the knee:assessment in routine 1.5-T scans.Skeletal Radiol,2014,43,1421-1427
- 3) A.L.Dodds et al:The anterolateral ligament Anatomy,Length changes and association with second fracture.Bone Joint J, 2014,96-B,325-331
- 4) Claes S et al:High prevalence of anterolateral ligament abnormalities in magnetic resonance images of anterior cruciate ligament-injured knees.Acta Orthop.Belg.,2014,80,45-49
- 5) Sonnery-Cottet B et al:Outcome of a Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Reconstruction Technique With a Minimum 2-year Follow-up.AJSM,2015
- 6) Erin M et al:The Biomechanical Function of the Anterolateral Ligament of the Knee.AJMS,2015,43,669-674
- 7) Taneja AK et al:MRI features of the anterolateral ligament of the knee.Skeletal Radiol,2015,44,403-410
- 8) 横澤 研太 他:3D Variable Refocus Flip Angle-Turbo Spine Echo T2強調画像を用いた膝 anterolateral ligament 描出における三次元画像再構成の有用性. 日本放射線技術学会雑誌,2016,72,416-423