MRI を用いた膝後十字靭帯緊張パターンの測定

福岡大学医学部整形外科

石 田 高 康・深 堀 雄 蔵
緒 方 公 介・張 敬 範
野見山 宏

Measurements of Length Patterns of the Posterior Cruciate Ligament with Magnetic Resonance Imaging

by

Takayasu Ishida, Yuzou Fukahori, Kosuke Ogata
Keihan Choh and Hiroshi Nomiya

Department of Orthopaedic Surgery,
Fukuoka University School of Medicine, Fukuoka, Japan.

Length patterns of the posterior cruciate ligament (PCL) were measured with magnetic resonance imaging of five normal human knees. All were male right knees. The average age was 25.6 years. The sagittal view showed the PCL clearly as a low signal intensity in T1 weighted imaging. We evaluated the changes in length during knee flexion from 0 to 120 degree (0, 30, 60, 90, 120 degrees). The maximum length of the PCL was at the 60 degree flexion and its minimum length at 0 and 120 degrees. This suggested that 0 degree flexion of the knee joint avoided the hyper tensile stress of the PCL and that it was a suitable position for the treatments of PCL injuries.

Key words : posterior cruciate ligament (後十字靭帯), magnetic resonance imaging (核磁気共鳴), length pattern (伸張性)

はじめに

膝の後十字靭帯(以下 PCL と略す)の緊張や伸びに関する研究は、最近徐々に報告されて来ている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾。しかし、他の膝靭帯の研究に比べると少なく、そのメカニズムについても不明な点が多い。今までに報告された PCL の緊張や伸び等に関する研究は、大きく二つに分類される。X線学的に PCL を関節的に計測する方法と死体膝の PCL を何らかの方法で、直接計測する方法である。しかし、前者においては、X線にて PCL 描出が困難なため、PCL を直接に計測することは不可能である。そのため、この方法で求めた PCL の長さは、あくまで推定の域を出ず、正確とは言いがたい。後者においても、計測に死体膝を使用するため、PCL の緊張に影響を及ぼす種々の因子が、生

体膝と同様であるかは不明であり、また、計測に使用する装置等の違いにより、計測値も一定の見解を得ていない。そこで我々は、MRI にて PCL が良好に描出可能であることに着目し、生体膝における PCL の伸張・弛緩を計測し得たので報告する。

対象及び方法

膝に特に症状を有しない正常人で、PCL の描出が良好であった男性 5 名 5 膝(右膝)。平均年齢 25.6 歳(23~28 歳)を対象とした。また、PCL 術後患者 1 名(16 歳、女性・左膝)も参考に、対象とした。

使用した MRI 装置は 0.5 T の東芝 MRT-50A III で、T1 強調像を用いた。

被験者の膝屈曲角度を 0°, 30°, 60°, 90°, 120° の 5 段階に設定し、その各々における PCL を矢状断像にて

撮影した(図1)。固定にあたっては、中間位になる様に、前方及び後方より、固定した。併せて、 0° 、 30° に関しては、後方ストレス撮影を施行した。上記の方法で検査を行った6膝中、PCLが全長に渡り、3スライス以上、均一に太く描出された5膝のみを用いて、PCLの長さを測定した。長さの測定方法には、低信号で描出されたPCLの中央をプロットして、独自のプログラムを用いたデジ・タイザーにて、計測した。その両端は、大腿骨付着部位を大腿骨側の低信号の近位端とし、脛骨付着部位を脛骨関節面の後方延長上とした。それぞれ5回ずつ計測し、最大及び最小値を省いた残り3回の測定値の平均をそれぞれの膝屈曲角度におけるPCLの全長とした。そして、5膝の個体差を考慮し、膝屈曲角度 0° の際のPCL全長を1として、他の膝屈曲角度のPCL全長はその比で算出した。また、PCL再建術を施行した1例(16歳、女性)についても同様の計測を施行した。

結 果

PCLは、T1強調像を用いたMRIにおいて、均一な低信号として、良好に描出された。

結果は図2の如く、各膝ごとに共通した傾向が認められた。5膝のPCL長は、膝屈曲 30° 、 60° 、 90° 、 120° で、各々、 1.046 ± 0.016 、 1.113 ± 0.026 、 1.058 ± 0.08 、 0.995 ± 0.129 であった。これらの数値に有意性は認められなかったが、PCLの全長は、膝屈曲 0° から 60° までは徐々に延長し、 60° 付近をピークにそれ以上の膝屈曲に従い、短縮した。

後方ストレス時との比較では、膝屈曲 0° の平常時1に対し、 1.025 ± 0.036 で、 30° は、平常時 1.046 ± 0.016 に対し、 1.055 ± 0.270 と 0° の際と同様にPCLの伸びを認めた。

また、PCL再建術後の1例においては、膝屈曲 30° 、 60° 、 90° 、 120° で、各々1.069、1.075、1.053、1.033であった。後方ストレスは、 0° で1.032、 30° では平常時1.069に対し1.150で正常PCL群の測定結果に類似していた。

考 察

MRIにより、PCLは前十字靭帯に比し容易に描出が可能である。これは、PCLが前十字靭帯と比較し太く、三次元的に複雑な走行をしていないという解剖学

図1 それぞれの膝屈曲角度におけるPCLのMRI像。

後十字靭帯は顆間窩から脛骨後方まで全長にわたり、黒い低信号域として良好に描出されている。(矢印)

図2 各膝屈曲角度におけるPCL全長の変化。
PCLの全長は膝屈曲0°から60°までは
徐々に延長し、60°付近をピークにそれ以上
の屈曲に従い短縮している。(平均値：太
線)

的な理由による。また、PCLが良好に描出されたことにより、直視下に近く、PCLを観察・測定し得た。PCLの全長は、膝屈曲60°までは徐々に延長し、それを越えると徐々に短縮した。後方ストレス時は、膝屈曲0°よりも、30°の方がPCLは延長し、緊張は増加していた。また、PCL再建術後の1例においても同様の結果が得られた。すなわち、これは、膝屈曲60°付近でPCLの全長が最も長く、0°及び120°付近では緊張があまり無く、弛緩していた状態であることを画像上で捉えることが出来た。

緒方ら(我々)⁵⁾は、新鮮な切断肢を用いたPCL緊張度に関する報告で、我々の測定結果と同様に、PCLは伸展位で比較的ゆるんでいた。逆に内外側副靱帯の緊張度は伸展位で強く、屈曲するにしたがって弱まるが、PCL切離後は屈曲位でも緊張度が増加する。これらは、PCLの大部分は伸展位では比較的ゆるんでおり、側副靱帯が正常であれば、後方ストレスを受けにくいことを示唆している。また、この報告の中で、PCLの単独損傷の術後は膝伸展位での固定が良いと述べられている。この理由として、術後膝屈曲位に固定すると、下腿の重みにより再建靱帯に伸張のストレスが加わることや、上述したようにPCLでは、内外側副靱帯が正常であれば、後方ストレスをうけにくいことが、挙げられている。

黒沢ら³⁾は、死体膝を用いたPCLの歪み計測において、PCLの前方線維が屈曲と共に延長し60°ないし70°において最大の伸びとなり、その後は対称的に短縮し約120°で膝屈曲0°で、ほぼ同じ緊張を示したと報告し

ている。これは、我々が得た結果とほぼ一致していた。

PCL損傷やその術後において、それがPCLの単独損傷であるなしに関わらず、安静肢位として、膝軽度屈曲位固定が一般的である。しかし、今回の我々の測定結果から判断するならば、膝屈曲0°、つまり、膝伸展位の方が、膝軽度屈曲位よりも、PCLの緊張度は弱く、膝伸展位で固定した方が、PCLの安静を保てると考えられ、MR画像上からみた報告も緒方らの報告を支持する結果となった。

ま と め

MRIにて膝屈曲角度の違いによるPCLの観察・計測を施行した。PCLは低信号として良好に描出され、膝屈曲60°にてPCLが最大の伸びを呈した。また、PCLは膝屈曲0°、120°で弛緩し、特に0°ではMR画像上でも緩んだ状態として見え、安静肢位として、膝屈曲0°が至適角度であると考えられた。

文 献

- 1) Fuss, FK : Anatomy of the Cruciate Ligaments and Their Function in Extension and Flexion of the Human Knee Joint. Am J Anat 184 : 165-176, 1989.
- 2) Kurosawa, H. Yamakoshi, K, et al : Clin Orthof Relat Res 265 : 233-240, 1991.
- 3) 黒沢秀樹他：屍体膝後十字靱帯の歪み計測，東京膝関節研究会誌 7 : 170-175, 1987.
- 4) 緒方公介：後十字靱帯再建のバイオメカニクス，骨・関節・靱帯 9 : 1039-1045.
- 5) Ogata K, McCarthy JA : Measurements of length

- and tension patterns during reconstruction of the posterior cruciate ligament. Am J. Sports Med, 20, 3, 1992.
- 6) 酒井 裕他：後十字靱帯の張力測定，日整会誌，63，S 1085，1989.
- 7) Vahey JW, Draganich LF : Tensions in the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments of the Knee During Passive Loading : Predicting Ligament Loads from In Situ Measurements. J Orthop Res 9 : 529-538, 1991.
- ~~~~~