



Title	膝前十字靭帯組織修復のバイオメカニクス
Author(s)	大山, 直樹; 山越, 憲一; 山田, 康晴 他
Citation	電子科学研究, 1, 90-91
Issue Date	1993
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/24293">https://hdl.handle.net/2115/24293</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	1_P90-91.pdf



# 膝前十字靭帯組織修復の バイオメカニクス

自律調節研究分野 大山直樹, 山越憲一, 山田康晴, 磯田由美  
内山英一, 黒沢秀樹

ヒトの膝前十字靭帯(以下, ACL)の自己修復能については現在のところ不明な点が多い。そこで, われわれは日本白色系家兎後肢の ACL に対して, 2 種類の部分断裂例を作製し, 2, 4, 12 週と経時的に力学的及び組織学的特性について検討した。今回の研究から, ACL の部分断裂において, 外側の線維は内側の線維に比べて伸びやすいため, 経時的に断面積を増加させ, その力学的特性を保とうと組織修復を行っていると考えられた。この相違は内外側にかかる力学的負荷が関与していることが示唆された。

## 目的

通常, ヒト膝前十字靭帯(ACL)が一旦損傷すると, ACL は吸収, 消失すると言われているが, 現在でも十分な確証は得られていない。そこで, 我々は日本白色系家兎後肢の ACL に対して, 2 種類の部分断裂例を作製し, 2, 4, 12 週飼育後にその力学的及び組織学的特性について検討した。

## 対象と方法

対象は体重  $2.9 \pm 0.23$  kg の成熟日本白色系家兎 58 羽である。作製モデルは, 強度試験として, 内側群: ACL 中央外側 1/2 を切離した群 ( $n = 25$ ), 外側群: ACL 中央内側 1/2 を切離した群 ( $n = 21$ ) とし, 対照は切離膝の反対側とした。引張試験システムは, まずレーザー変位計を用いて ACL の断面積を測定し, 次に, CCD camera を用いた試作 dimensional analyzer により歪みを, load cell により張力を同時に計測でき, 応力-歪線図が計算されるものである。術後経時的に ACL の面積比(切離側/対照側), 応力-歪線図から高応力領域の弾性係数( $E_c$ ) (主にコラーゲン線維の弾性特性), 破断強度( $\sigma_p$ ) を求め (Fig.1), 更に切離部の組織学的所見も 2, 4, 12 週と各 2 羽ずつ経時的に検討した。

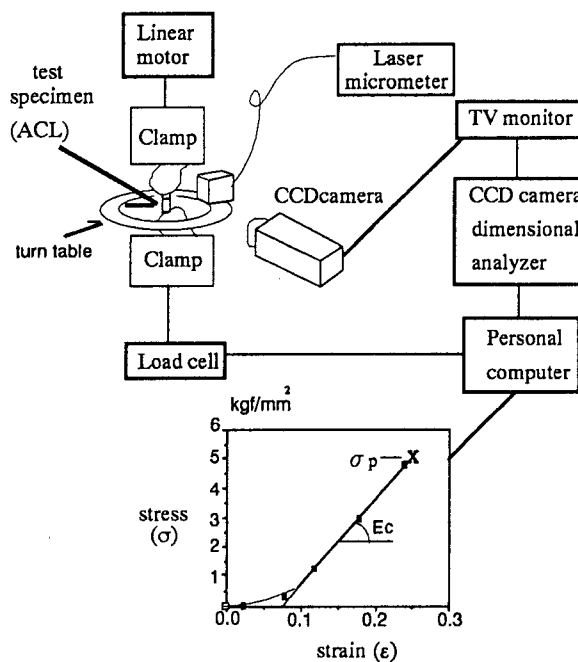


Fig.1 Experimental set-up for the measurement of mechanical properties of anterior cruciate ligament (ACL)

## 結果及び考察

Fig.2 に示される様に, 両群とも切離側は対照側に比べてどの時期でも ACL の面積は大きかった。内側群では, 術後 2 週に比べて 12 週の方が有意に ( $p < 0.05$ ) 減少し, 外側群では, 術後 2 週に比べて 12 週において有意に ( $p < 0.05$ ) 面積が増加していた。また,

Ratio of area

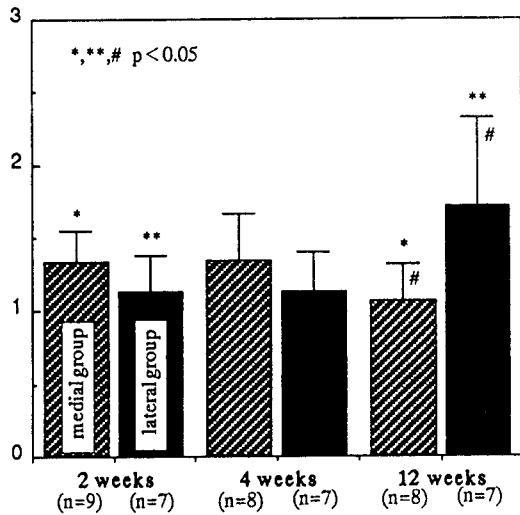


Fig.2 Ratio of area of the desected to the control side vs. postoperative period

kgf/mm<sup>2</sup>

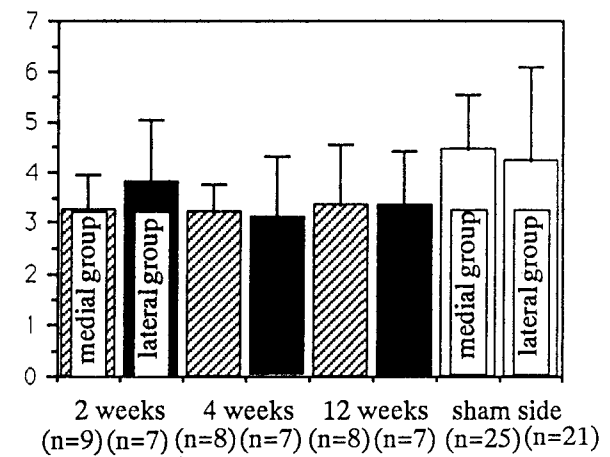


Fig.4 Tensile strength ( $\sigma$ ) of the medial and lateral group vs. postoperative period. The  $\sigma$  values in each group of the sham side are shown in the right end of this graph.

kgf/mm<sup>2</sup>

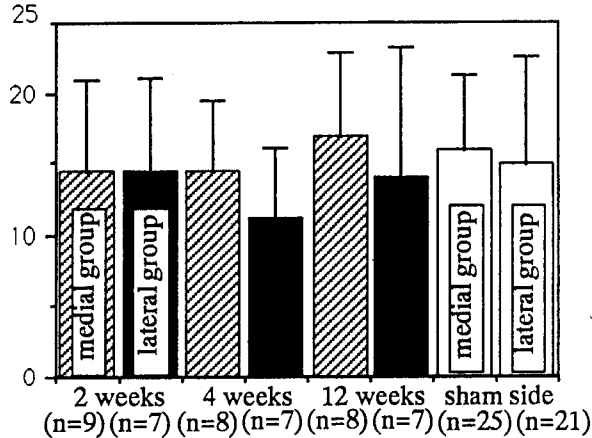


Fig.3 Elastic modulus ( $E_c$ ) of the medial and lateral group vs. postoperative period. The  $E_c$  values in each group of the control (sham side) are indicated in the right end of this graph

術後12週において、外側群の面積は内側群のそれより

も有意に ( $p < 0.05$ ) 増加していた。

一方、弾性係数の経時的変化では、内側群は術後2週と比べて12週では増加する傾向が見られるのに対して、外側群ではやや低下する傾向があった (Fig.3)。破断強度については両群とも切離側は対照側に比べて低下するも有意差は認められず、両群間でも有意差は認められなかった (Fig.4)。切離部の組織学的所見は、術後2、4週では両群とも明らかな癒痕組織は認められず、術後12週ではやや癒痕組織が認められ、内側群よりも外側群において膠原線維の蛇行及び細片化が強く認められた。

### 結論

今回の実験から、ACLの部分断裂において、外側の線維は内側の線維に比べて伸びやすいため、経時的に断面積を増加させ、その力学的特性を保とうと組織修復を行っていると考えられる。

### 【参考文献】

- [1] Amiel, D. et al.: The Phenomenon of "Ligamentization": Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Autogenous Patellar Tendon. *J Orthop Res* 4: 162-172, 1986.
- [2] Arnoczky, S.P.: Microvasculature of the Cruciate Ligaments and Its Response to Injury. *J Bone and Joint Surg* 61-A: 1221-1229, 1979.
- [3] Hefti, F.L. et al.: Healing of the Transacted Anterior Cruciate Ligament in the Rabbit. *J Bone and Joint Surg* 73-A: 373-383, 1991.
- [4] Woo, S.L-Y. et al.: A Comparative Evaluation of the Mechanical Properties of the Rabbit Medial Collateral and Anterior Cruciate Ligament. *J Biomechanics* 25: 377-386, 1992.