



# 前十字靭帯再建術後の膝関節可動域制限の予測についての検討

伊藤, 浩充  
佐浦, 隆一  
丸山, 孝樹  
木田, 晃弘  
角田, 雅也

---

**(Citation)**

神戸大学医学部保健学科紀要, 16:31-37

**(Issue Date)**

2000-12-01

**(Resource Type)**

departmental bulletin paper

**(Version)**

Version of Record

**(JaLCOI)**

<https://doi.org/10.24546/00069886>

**(URL)**

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00069886>



## 前十字靭帯再建術後の膝関節可動域制限の予測についての検討

伊藤 浩充,<sup>1</sup> 佐浦 隆一,<sup>1</sup> 丸山 孝樹,<sup>2</sup> 木田 晃弘,<sup>2</sup> 角田 雅也<sup>2</sup>

### 要 旨

前十字靭帯 (ACL) 再建術後に生じる膝関節の可動域 (ROM) 制限残存について、その可能性を予測するために必要な指標を検討することが本研究の目的である。ACL再建術後3ヶ月以内に正常可動域を獲得した症例40例 (A群) と、正常可動域に回復できずROM制限が残存した症例10例 (B群) について、膝屈曲ROM回復推移と他動的膝屈曲時の抵抗値変化を比較検討した。その結果、術後5週では115°、同6週では120°、同7週ないし8週では最低130°獲得されていなければ、ROM制限を高率に残すことが分かった。また、他動的膝屈曲時の抵抗値では、術後7週における屈曲120°の値が1.1kgm以上、同8週における屈曲120°の抵抗値が1.3kgm以上を示した場合、少なくとも80%以上の確率で膝ROM制限残存の可能性を予測できることが分かった。したがって、ROM回復の推移と他動的抵抗値を調べることにより早期に術後ROM制限残存を予測できると考えられた。

索引用語：前十字靭帯再建術, 膝屈曲ROM, 他動的膝屈曲抵抗値.

### 緒 言

前十字靭帯(ACL)再建術後において、最も機能予後に影響を与える因子として膝関節の可動域(ROM)が挙げられる。ACL再建術後の理学療法において、膝関節の安定性を損ねることなく関節の可動性を早期に回復させることは重要である。しかし、ACL再建術後のROMの回復が遅く、膝関節にROM制限を残す症例がある。ACL再建術後患者の術後膝ROM制限の出現率は4~35%と報告され<sup>1-4)</sup>、この危険因子として受傷後急性期の再建術施行<sup>1, 2, 5, 6, 7)</sup>、内側側副靭帯(MCL)の同時修復<sup>3, 5, 8)</sup>、手術における外側からの同時侵襲<sup>9)</sup>、半月の同時修復<sup>3, 8)</sup>、術後長期の固定<sup>4)</sup>、術後感染<sup>10)</sup>、反射性交感神経ジストロフィー<sup>8, 10)</sup>、膝蓋腱の採取<sup>10)</sup>、不適切な骨孔の位置や移植靭帯を過度に緊張させての移植<sup>8, 11)</sup>などが報告されている。そして、これらの危険因子を排除すべく手術手技やリハビリテーションに改良がなされ、ROM制限の出現率は減少できるようになってき

た<sup>1, 3, 4, 6)</sup>。

しかしながら、依然としてROM制限を残す症例もあり、このような場合にはリハビリテーションの遅延をできるだけ最小限に留める必要がある。そのためには、stiff kneeの可能性のある症例を術後早期に発見することが望まれる。

したがって、本研究の目的は、ACL再建術後の膝ROM制限を残す可能性を予測するための指標について検討することである。

### 対象と方法

膝蓋腱によるACL再建術を受け、しかも術後1年時における膝関節前後方向の安定性評価として行われたKT-1000の測定値が左右差5mm未満であった50例である。手術時の平均年齢は23歳(16~40歳)、平均身長は168cm(152~186cm)、平均体重は64kg(45~88kg)、平均Body Mas Index(BMI)は22.3kg/m<sup>2</sup>(18.4~28.4kg/m<sup>2</sup>)であった。ACLの再建は、全

1. 神戸大学医学部保健学科

2. 神戸大学医学部附属病院理学療法部

例受傷後最低1ヶ月経過し、しかも急性期症状の消退した時期に行われた。また、手術は関節鏡視下に行われ、手術側と同側の膝蓋腱を再建材料として移植された者が39例、手術側と反対側の膝蓋腱を移植された者が11例であった。半月損傷の合併は34例に認められ、そのうち、縫合術は内側半月12例、外側半月7例、内外両側の半月3例に行われ、部分切除術は内側半月6例、外側半月3例、内外両側の半月3例に行われた。術後の固定期間については、2週間のブレース伸展位固定以外はROMの回復に従いブレースの制限角度をゆるめ、徐々に可動範囲を広げていった。

ACL再建術後4週より術後12週まで1週間毎に膝屈曲ROMと他動的膝屈曲時のトルク値(抵抗値)を測定した。測定は、川崎重工株式会社製リハメイトを用いて行った。リハメイトの設定条件は、等速2の他動モードで速度を $3^{\circ}/\text{sec}$ 、加速時間を0.1秒に設定した。測定実施は腹臥位で行い、膝屈曲 $30^{\circ}$ から等速度で他動的に屈曲し、疼痛の出現した時点の屈曲角度を読み取った。このときの抵抗感として出現したトルクカーブから屈曲 $60^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ 、 $120^{\circ}$ の時のトルク値(抵抗値)を読み取った。対象症例のうち、術後3カ月以内に膝関節ROMが全可動域可能となった者をA群、一方、術後3カ月以内に膝関節ROMが回復せず、その後もROM制限が存在した者をB群とし比較検討した。

## 結 果

対象症例について年齢、身長、体重、BMI、術後1年時の膝関節の安定性評価は、A群とB群との間に有意な差は認められなかった(表1)。

膝屈曲ROMの改善推移をみると、A群では術後3週で平均 $95^{\circ}$ 、術後4週で $108^{\circ}$ 、術後5週で $121^{\circ}$ 、術後6週で $126^{\circ}$ 、術後7週で $138^{\circ}$ 、術後8週で $141^{\circ}$ 、術後9週で $144^{\circ}$ 、術後10週で $147^{\circ}$ 、術後12週で $151^{\circ}$ であったのに対し、B群では術後3週で平均 $77^{\circ}$ 、術後4週で $80^{\circ}$ 、

表1. 対象症例

	A 群	B 群
症例数(名)	40	10
男・女(名)	26・14	5・5
身長(m)	1.69(0.09)	1.67(0.08)
体重(kg)	65.1(12.2)	60.4(9.7)
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.7(2.6)	21.6(1.5)
KT-1000(#1)	1.7(2.1)	0.5(2.3)

( )内はSDを示す

#1 術後1年時の左右差(mm)

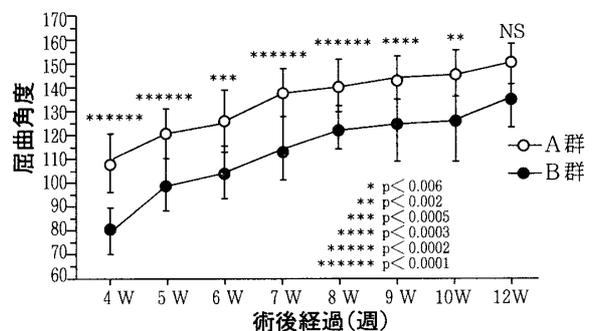


図1. 膝屈曲角度の経過時的变化

術後5週で $98^{\circ}$ 、術後6週で $104^{\circ}$ 、術後7週で $114^{\circ}$ 、術後8週で $123^{\circ}$ 、術後9週で $124^{\circ}$ 、術後10週で $127^{\circ}$ 、術後12週で $136^{\circ}$ とA群と比べて有意に回復が悪かった(図1)。さらに、各時期において、ROM回復の遅い症例数をパーセンテージで比較して見ると術後4週で $110^{\circ}$ 未満がA群は52%、B群は100%、術後5週で $115^{\circ}$ 未満がA群は25%、B群は100%、術後6週で $120^{\circ}$ 未満がA群は25%、B群は100%、術後7週で $130^{\circ}$ 未満がA群は22%、B群は100%、術後8週で $130^{\circ}$ 未満がA群は15%、B群は91%、 $140^{\circ}$ 未満がA群は50%、B群は100%であった(表2)。

他動的膝屈曲時の抵抗値の継時的推移を示すと、屈曲 $60^{\circ}$ でA群は術後3週から4週で平均 $0.23\text{kgm}$ 、5週から10週で $0.20\text{kgm}$ 、12週で $0.18\text{kgm}$ であったのに対し、B群は術後4週で $0.28\text{kgm}$ 、5週から6週で $0.25\text{kgm}$ 、7週から10週で $0.24\text{kgm}$ 、12週で $0.19\text{kgm}$ となり特に術後5週、7週、8週時の抵抗値が有意に

表2. 膝屈曲可動域によって判定された症例数(%)

術後	4w		5w		6w		7w		8w		9w		10w	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
<110°	51.9	100.0	10.7	87.5	7.1	66.7	0.0	33.3	0.0	9.1	0.0	9.1	0.0	9.1
<115°	74.1		25.0	100.0	17.9	83.3	4.3	4.4	0.0	18.2	0.0	18.2	0.0	18.2
<120°	81.5		35.7		25.0	100.0	4.3	55.6	0.0	27.3	0.0	18.2	0.0	18.2
<125°	85.2		53.6		39.3		8.7	77.8	7.7	54.5	4.8	45.5	0.0	45.5
<130°	100.0		92.9		50.0		21.7	100.0	15.4	90.9	14.3	72.7	7.7	72.7
<135°			96.4		67.9		34.8		34.6	90.9	23.8	72.7	7.7	72.7
<140°			100.0		85.7		47.8		50.0	100.0	33.3	90.9	7.7	81.8
<145°					100.0		73.9		53.8		52.4	90.9	38.5	90.9
<150°							82.6		80.8		76.2	90.9	69.2	90.9
≥150°							100.0		100.0		100.0	100.0	100.0	100.0

大きかった(図2)。同様に屈曲90°では、A群は術後4週で0.48kgm、5週で0.44kgm、6週で0.41kgm、7週で0.37kgm、8週から10週で0.35kgm、12週で0.3kgmであったのに対し、B群では術後5週で平均0.72kgm、6週で0.54kgm、7週で0.6kgm、8週から10週で0.48kgm、12週で0.33kgmであり、特に5週、6週、7週、8週時の抵抗値が有意に大きかった(図3)。また、屈曲120°では、A群は術後5週で1.08kgm、6週で1.13kgm、7週から8週で0.94kgm、9週で0.9kgm、10週で0.82kgm、12週で0.74kgmであったのに対し、B群では術後7週で1.63kgm、8週で1.23kgm、9週で0.94kgm、10週で0.87kgm、12週で0.7kgmであり、特に7週時の抵抗値が有意に大きかった(図4)。さらに、各時期において、抵抗値の高い症例数をパーセンテージで比較して見ると、術後4週で膝屈曲60°の抵抗値が0.3 kgm以上を示す者がA群は33%、B群は60%、術後5週で膝屈曲90°の抵抗値が0.6 kgm以上を示す者がA群は18%、B群は67%、術後7週で膝屈曲120°の抵抗値が1.1 kgm以上を示す者がA群は27%、B群は75%、術後8週で膝屈曲120°の抵抗値が1.3 kgm以上を示す者がA群は16%、B群は83%であった(表3、4、5)。

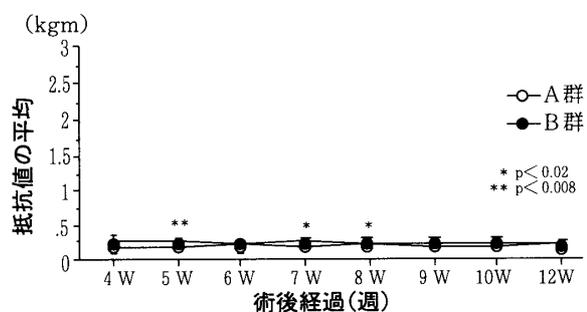


図2. 屈曲角度60度での抵抗値

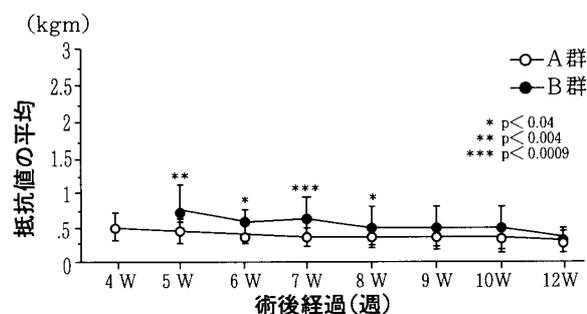


図3. 屈曲角度90度での抵抗値

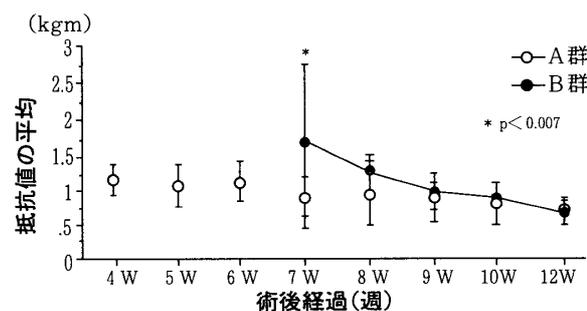


図4. 屈曲角度120度での抵抗値

表 3. 他動的膝屈曲時の抵抗値によって判定された症例数(%)：膝屈曲 60 度の場合

術 後	4 w		5w		6w		7w		8w		9w		10w	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
抵抗値 (kgm)														
≥0.4	11.1	20.0	3.2	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
≥0.3	33.3	60.0	19.4	50.0	19.4	50.0	13.0	44.4	11.1	37.5	11.1	3.3	10.5	33.3
<0.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

表 4. 他動的膝屈曲時の抵抗値によって判定された症例数(%)：膝屈曲 90 度の場合

術 後	4 w		5w		6w		7w		8w		9w		10w	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
抵抗値 (kgm)														
≥1.1	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	16.7	0.0	12.5	0.0	11.1	0.0	11.1	0.0	11.1
≥0.9	7.7	0.0	3.6	33.3	0.0	16.7	0.0	12.5	0.0	11.1	0.0	11.1	0.0	11.1
≥0.7	34.6	0.0	7.1	50.0	0.0	50.0	0.0	37.5	0.0	22.2	0.0	22.2	0.0	22.2
≥0.6	36.6	0.0	17.9	66.7	14.8	50.0	8.0	50.0	7.4	22.2	7.4	22.2	6.7	22.2
≥0.5	46.2	0.0	42.9	66.7	33.3	50.0	24.0	50.0	18.5	33.3	18.5	22.2	13.3	22.2
≥0.4	73.1	0.0	64.3	100.0	66.7	100.0	60.0	87.5	51.9	66.7	51.9	44.4	33.3	44.4
≥0.3	96.2	0.0	96.4		92.6		92.0	100.0	85.2	100.0	85.2	100.0	73.3	100.0
<0.3	100.0	0.0	100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0	

表 5. 他動的膝屈曲時の抵抗値によって判定された症例数(%)：膝屈曲 120 度の場合

術 後	4 w		5w		6w		7w		8w		9w		10w	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
抵抗値 (kgm)														
≥1.3	20.0	0.0	16.7	0.0	38.1	0.0	9.1	75.0	16.0	83.3	10.0	14.3	7.7	0.0
≥1.1	60.0	0.0	50.0	0.0	52.4	0.0	27.3	75.0	20.0	83.3	20.0	14.3	15.4	0.0
≥0.9	100.0	0.0	77.8	0.0	85.7	0.0	59.1	75.0	52.0	83.3	50.0	57.1	30.8	50.0
≥0.7		0.0	94.4	0.0	95.2	0.0	86.4	100.0	76.0	100.0	75.0	100.0	69.2	100.0
≥0.6		0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	95.5		84.0		85.0		84.6	
≥0.5				0.0		0.0	100.0		100.0		100.0		100.0	

## 考 察

ACL 再建術後に生じる ROM 制限については、過去の報告に基づき risk factor を排除することによって予防できるようになってきている<sup>1, 3, 4, 12, 13</sup>。予防の重要な点は、手術は急性期症状が治まった後に実施すること、合併損傷組織に対する処置を最小限にすること、適切な骨孔の作成をすること、大腿骨顆間部を拡大すること(notch plasty)等の手術手技に関する内容や、術前での ROM 制限の改善、術後における早期の伸展可動域の獲得等を含めたりハビリテーションプログラムの早期化があげられている<sup>1, 3, 4, 12, 13</sup>。このようにして、ACL 再建術に

伴う術後の ROM 制限を残す率は減少傾向にある。しかしながら、これらの予防策が効を奏しない症例も依然として存在している。このような症例の場合、ACL 再建術後に生じた ROM 制限を回復させることは、患者は勿論のこと、治療に携わる理学療法士や医師にとっても忍耐力が要求され、欲求不満が募り、多大な時間と労力を要する。したがって、このような問題の解決のためにも、早期に ROM 制限の出現を予測する必要があり、そうすることによって、出きるだけ早期に ROM 改善への対処を行うことが重要である。

ACL 再建術後における ROM 制限の出現の予測は、臨床症状から判断する方法として、局

所の炎症症状や疼痛、ROMの回復推移、他動的に関節を動かした時の抵抗感(end feel)がある<sup>12)</sup>。しかし、これらはいずれも主観的な判断によるところが大きい。そこで、我々はROMの回復推移とend feelを客観的に測定する方法を使用して、ROM制限を残すことの予測がどの程度可能かを検討した。その結果、まず、ROMの回復推移でみると、ROM制限を生じた症例(B群)とそうでない症例(A群)とでは、あきらかにROMの回復推移が異なり、術後10週までROM獲得は概ね20度の差でB群の方が劣っていた。そして、術後5週では115°、術後6週では120°、術後7週ないしは8週の時点ではROMが最低130°獲得されていなければ、ほぼ90%以上の確率でROM制限を残すことが分かった。さらに、end feelの客観的評価として他動的に動かした時に生じる抵抗値では、術後7週で膝屈曲120°の抵抗値が1.1kgm以上、術後8週で膝屈曲120°の抵抗値が1.3kgm以上を示した場合、ROMの回復と合わせて判断すればかなり高率に膝ROM制限残存の可能性を予測できることが分かった。また、この判定に用いた抵抗値は、健常者における測定値の基準からも妥当な値と考えられた<sup>14)</sup>。

ACL再建術後に残存した頑固なROM制限の場合、麻酔下での愛護的なmanipulation、関節鏡視下での関節内癒着やCyclops Lesionsを含めた病巣の搔爬やnotch plasty等が施される<sup>15-17)</sup>。これを実施する時期としては、理学療法の効果がみられなくなり、炎症症状が消退し、リハビリテーションゴールの達成が非常に困難と判断される時期である。つまり、最低でも術後6ヶ月以上の経過観察が必要とされている<sup>15,17)</sup>。しかし、経過観察が遷延するほど関節包の拘縮、大腿四頭筋やハムストリングス、下腿三頭筋の短縮という膝拘縮を助長する因子が増え、そのため十分な膝機能回復が得られない場合もある。このようなことを回避するためにも、ROM制限の予防は勿論のこと、術後のROM制限残存を早期から予測し、2次的な障害を予防することが重要である。本研究で得ら

れた結果では、少なくとも術後3ヶ月以内にかんがりの高率で術後のROM制限残存の可能性を予測できることが示唆できた。したがって、臨床症状に加えてROM獲得の経時的推移と他動的な抵抗感としての抵抗値を参考にすることにより、術後のROM制限残存の可能性を早期に発見し対処することができ、術後のリハビリテーションの遅延を最小限に留めることが可能ではないかと考えられた。

## 文 献

1. Fisher SE, Shelbourne KD. Arthroscopic treatment of symptomatic extension block complicating anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 21:558-564, 1993.
2. Strum GM, Friedman MJ, Fox JM, et al. Acute anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop* 253:184-189, 1990.
3. Noyes FR, Mangine RE, Barber SD. The early treatment of motion complications after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 277:217-228, 1992.
4. Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 18:292-299, 1990.
5. Harner CD, Irrgang JJ, Paul J, et al. Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 20:499-506, 1992.
6. Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, et al. Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 19:332-336, 1991.
7. Mohtadi NGH, Webster-Bogaert S, Fowler PJ. Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study. *Am J Sports Med* 19:620-625, 1991.

8. Paulos LE, Rosenberg TD, Drawbert J, et al. Infrapatellar contracture syndrome. An unrecognized cause of knee stiffness with patellar entrapment and patella infera. *Am J Sports Med* 15:331-341, 1987.
9. Graf B, Uhr F. Complication of intraarticular anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med* 7:835-848, 1988.
10. Sachs RA, Reznik A, Daniel DM, et al. Complication of knee ligament surgery. (In) *Knee Ligaments: Structure, Function, Injury, and Repair*. Daniel D (Ed) Raven Press, Ltd. New York, pp.505-519, 1990.
11. Fullerton LR, Andrews JR. Mechanical block to extension following augmentation of the anterior cruciate ligament: A case report. *Am J Sports Med* 12:166-168, 1984.
12. Cosgarea AJ, Sebastianelli WJ, DeHaven KE. Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *Am J Sports Med* 23:87-92, 1995.
13. Fu FH, Irrgang JJ, Harner CD. Loss of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. (In) *The Anterior Cruciate Ligament: Current and Future Concepts*. Jackson DW (Ed) Raven Press, Ltd. New York, pp.373-380, 1993.
14. 伊藤浩充、市橋則明、古賀友彌、他. 正常膝関節における他動的膝屈曲時の抵抗変化に関わる因子について. *神大医短紀要* 9 : 63-68, 1993.
15. Dodds JA, Keene JS, Graf BK, et al. Results of knee manipulations after anterior cruciate ligament reconstructions. *Am J Sports Med* 19:283-287, 1991.
16. Forman SK, Jackson DW. Cyclops lesions. (In) *The Anterior Cruciate Ligament: Current and Future Concepts*. Jackson DW (Ed) Raven Press, Ltd. New York, pp.365-372, 1993.
17. Shelbourne KD, Johnson GE. Outpatient surgical management of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 22:192-197, 1994.

## Prediction for the Possibility of Residual Stiff Knee After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Hiromitsu Itoh,<sup>1</sup> Ryuichi Saura,<sup>1</sup> Takaki Maruyama,<sup>2</sup> Akihiro Kida,<sup>2</sup>  
and Masaya Tsunoda<sup>2</sup>

**ABSTRACT:** It is important to predict the residual stiff knee as early as possible after the anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. Retrospective study was conducted for fifty patients with ACL reconstruction to identify predictive values for the residual stiff knee. Time-course recovery in the range of motion (ROM) and in the torque-development against passively isokinetic knee flexion, which can indicate the stiff knee, were used for the predictive values. Regarding the recovery of ROM following surgery, 115° at 5th week, 120° at 6th week and 130° at 7th or 8th week were identified as the predicting values and the rates of sensitivity were nearly 100%. However, the rates of specificity were less than 80%. In addition, as to the torque development, the predicting values were 1.1kgm at 120° in 7th week and 1.3kgm at 120° in 8th week. Its rates of sensitivity and specificity were more than 80%. These results may suggest that these values could highly predict the residual stiff knee after ACL reconstruction. And we would recommend that both values should be utilized for early detecting the possibility of residual knee stiffness and for preventing delaying rehabilitation program.

**Key Words :** Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, ROM, Stiff Knee.

---

1. Faculty of Health Sciences, Kobe University School of Medicine  
2. Division of Rehabilitation, Kobe University Hospital.