

A Study on the Standardization of the Test Method Upon Testing the Anterior Cruciate Ligament Damage Using TELOS

Jongcheon Lim, Dongkyoon Han*

*Dep. of radiology Yanyang Univsity. Hospital, Dep. radiological science, college health science Eulji University**

TELOS를 이용한 Knee Stress (Lachman)검사의 표준화에 대한 연구

임종천, 한동균*

한양대의료원 영상의학과, 을지대학교 보건과학대학 방사선학과*

Abstract

This study aims to find out the standardized test criteria regarding patients with the anterior cruciate ligament damage by identifying the degree of the flexion gap of femur and tibia upon bending of the anterior cruciate ligament in order to carry out the accurate test of such impairment. On the standardized test method and judgement criteria upon the anterior cruciate ligament test using Telos, it has been shown that there was no significant difference in the results according to the position of a fixed roller in the anterior cruciate ligament test for normal patients. However, in a test for patients who had undergone the anterior cruciate ligament reconstruction, it has been shown that the measured values of the anterior cruciate ligament tended to be pushed when the position of a fixed roller was less than 1cm in the test according to the position of a fixed roller of Telos (less than 1cm, more than 3cm), and this was statistically significant. The anterior cruciate ligament test (knee stress test) is a limited method used in orthopedics and rehabilitation medicine, and there have been no standardized test guidelines available yet although numerous ligament measurement tests have been performed. In addition, since the measured values are often different depending on testers even on the test that is expected to give the same result, the reproducibility of the test is still low. Accordingly, it is considered that the criteria for the anterior cruciate ligament test need to be established, and this would contribute to the accuracy of the diagnosis through the accurate test and standardized measurements.

Key Words : Telos1, Anterior cruciate ligament, lachman-test(Knee stress-test)

요 약

전방 십자 인대는 슬관절에서 가장 중요한 구조물로서 경골의 전방 전위 시 전체 위력에 대한 저항의 약 86%를 차지하고 회전의 축을 이루고 있어서 슬관절의 안정성을 유지 하는 기능을 한다. 슬관절의 인대 검사 장비인 TELOS 장비로 Lachman 검사 시 정상 측과 수술 측 모두 인가되는 힘에 비해 하여 선형적으로 무릎의 굴곡이 일어났으며, 검

사 시 외부 힘에 따라 무릎 굴곡이 발생하여 무릎 권고 각도의 유지하기가 어려웠다. 대퇴 고정 롤러의 위치를 슬개골 위 1cm미만과 3cm이상에 위치 시켜 동요를 측정하여 롤러 위치에 따른 대응t 검정을 실시하였으며, 그 결과 롤러의 위치 1cm 이었을 때 무릎 동요에 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 또한 무릎의 굴곡 각도와 동요의 상관분석을 통해 두 변수 사이에는 상관성이 없는 것으로 나타났으며 이는 Telos Device를 이용한 전방십자인대 검사는 무릎의 굴곡각도 보다는 대퇴 고정롤러의 위치에 영향을 받는 것으로 판단되며 따라서 대퇴 고정롤러의 위치를 슬개골 가까이 위치 시키는 것이 대퇴골을 안정적으로 고정 시키고 경골의 움직임을 유발하여 정확한 무릎 관절의 동요를 진단 할수 있는 검사 방법이라 사료된다.

중심단어: TELOS STRESS DEVICE, 전방십자인대, Lachman

I. 서 론

고속경제 성장으로 인한 국민 GNP상승 및 주 5일 제 근무 등 여가 시간이 증대 되면서 현대인의 평일 여가활동으로 가장 많이 이용 하는것은 운동(24.8%)으로 나타났다. 이는 여가 활동의 패턴이 휴식형태의 여가에서 활동적인 스포츠로 변모하고 있다는 것을 의미한다^[1]. 최근 다양한 스포츠 활동이 증가하면서 삶의 질을 높이고자 스포츠 활동에 참여하는 인구가 늘고 있으며, 그에 따라 부상의 위험에 많이 노출되고 있다. 그 중에서도 슬관절 손상이 가장 많이 일어나고 있다^[2]. 슬관절을 지지해 주는 인대와 관절 주위의 근육들은 슬관절의 안정성을 유지하는 데 중요한 역할을 하는데^[3], 그 중에서도 전방 십자 인대는 슬관절에서 가장 중요한 구조물로써 경골의 전방 전위 검사 시 전체 위력에 대한 저항의 약 86%를 차지하고 회전축을 이루고 있어서 슬관절의 안정성을 유지하는 기능을 한다^[4]. 전방 십자인대의 기능이 이상일 경우 스포츠 활동을 비롯한 회전량이 많은 활동에 장애를 줄 뿐만 아니라 적절한 치료시기를 놓치게 되면 반월상 연골의 손상이나, 대퇴 경골간 관절의 퇴행성 관절염이 조기에 유발될 수 있다^[5]. 건강보험심사평가원 자료를 토대로 분석한 연구에 의하면 무릎을 다쳐 입원한 환자 중 무릎 내부 이상(십자인대 파열, 연골파열 등)으로 입원한 환자는 2012년 56,679명으로 2011년 (45,966명)에 비해 무려 23.3%나 증가했다^[6]. 슬관절인대의 손상에 대한 진단적 검사로는 이학적 검사, 단순 방사선 촬영, 자기 공명 영상(MRI), TELOS STRESS DEVICE, KT2000 등이 있다. 이학적 검사는 문진, 청진, 촉진등에 의한 의사의 주관적 소견의 진단이어서 객관적 진단이 부족하며, MRI검사는 인대의 상태를

해부학적으로 잘 표현해 줄 수 있으나 검사 비용이 고가이고, 무릎 인대의 기능적 검사를 하는 데는 한계가 있다. KT2000 Knee Ligament Arthrometer는 전 후방 전위를 객관적으로 측정하는 장비이며, Lachman 검사를 정량화한 것이나, 무릎의 굴곡 및 회전에 대한 영향 인자를 내재하고 있으며^[7], 국내 수도권 13개 병원 중 4개 병원(69.2%) 에서만 KT 2000검사를 시행 하고 있어 검사 비율이 Telos Device 에 비해 상대적으로 낮다. Telos Stress Device는 장비를 이용하여 경골(Tibia)에 힘을 가하여 방사선 촬영(X-ray) 후 그 영상으로 대퇴골(Femur)과 경골의 동요 (displacement)를 측정하고, 슬관절 전방 십자인대 손상과 기능적 측면의 정확한 진단을 평가하는 데는 유용한 검사 방법이나 검사자, 장비 조립 방법에 따라 검사의 재현성이 다른 경우가 있다. X-ray 검사는 방사선사가 직접 다루며 촬영해야 한다^[8]. 따라서 본 논문은 무릎 관절의 굴곡력이 동요에 어떠한 영향을 미치는 지를 규명하고, 이 들 굴곡력, 대퇴고정 골러 위치와 무릎의 동요간의 인자가 어떠한 상관 관계가 있는 지 확인하여 객관적인 검사 방법을 계획하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 검사 대상 및 방법

연구 대상은 2013년 3월부터 8월까지 6개월간 H병원으로 내원한 환자 중 전방십자인대 재건술(ACL Reconstruction)을 시행한 환자 총 24명을 대상으로 시행하였다. 환자 검사 시행 시 전방십자인대 재건술(ACL Reconstruction)을 시행한 환측과 재건술을 시행하지 않은 건측을 대상으로 양측 모두에 대하여 검사를 시행하였다. 환자의 환측과 건측에 대하여 아래와

같이 Femur roller 위치를 변경시켜 각각 두 번 검사를 시행하였다. Femur Roller location(d)이 Patella upper margin 1cm 이내에 위치하며, Pressure Device(d')는 plateau 아래 3cm에 위치시킨다[Fig. 1].

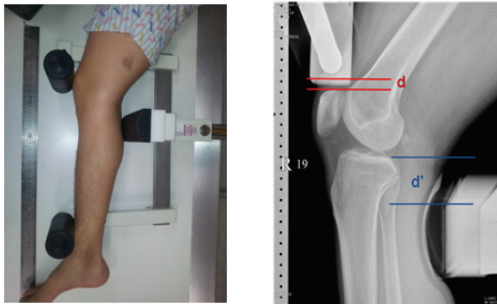


Fig. 1. Femur roller lie 1cm upper patella.

Femur Roller location(d)는 Patella upper margin 3 cm 이상, Pressure Device location(d')는 plateau 아래 3cm에 위치시킨다[Fig. 2].



Fig. 2. Femur roller lie 3cm more upper patella.

Fig. 1의 환자는 옆으로 누운 자세에서 Femur와 Tibia의 장축이 20°~30°를 이루도록 하고, Femur Roller와 Tibia Roller 사이에 무릎 관절을 위치시킨다. 이때 Femur roller를 슬개골 상연 1cm미만, Pressure Device를 tibia plateau아래 3cm지점에 위치시킨 후, Scout Image를 통해 위의 모든 조건에 맞게 환자 및 장비가 정확하게 위치하였는지 확인한다.

Pressure Device를 환자의 앞쪽으로 가해지는 힘이 0 daN, 10 daN, 15 daN, 20 daN, 25 daN에서 검사를 시행하였다.

2. 측정방법

2.1 측정기준선

Pressure power가 증가됨에 따라 tibia의 회전이 발생하며[Fig. 3], 이에 따라 H병원 재활의학과 임상 2명에게 전방십자 인대 검사 영상을 평가 의뢰하고, 객관적인 측정을 위하여 측정 기준 선을 양측 Femoral posterior condyle이 접친 지점과 tibia plateau의 수직된 양측 tibia condyle 중간 지점을 잇는 선을 측정 기준선으로 제시하였다.

2.2 Pressure power에 따른 영향

2.2.1 무릎 굴곡 (Femur-Plateau) 측정

십자인대의 정확한 측정을 위하여 주위 근육을 이완시켜야 하고 이를 위해서는 Femur-Tibia axis angle(F-T angle)이 20°~30°를 이루도록 권고하고 있다[7]. F-T angle을 측정 재연성을 높이기 위하여 Femur-Tibia Plateau angle(F-P angle)로 변환하면, F-T angle은 20°~30°이고, F-P angle은 70°~80°와 같으며[Fig. 4], 0~25daN의 힘을 증가하여 건측과 환측의 무릎의 굴곡의 변화를 측정하였다.

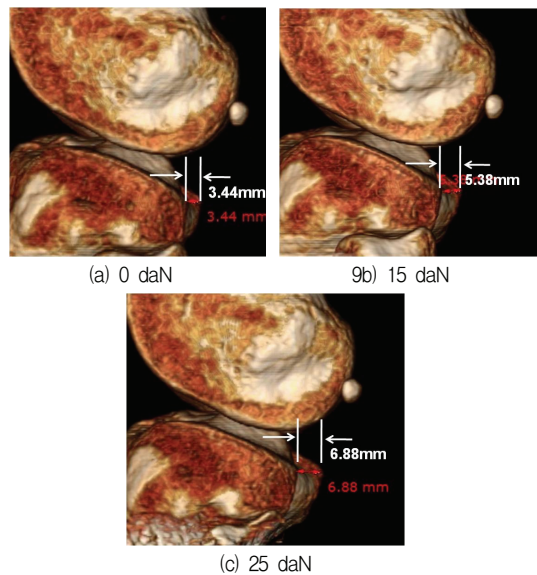


Fig. 3. Measured according to the rotation of tibia condyle daN.

2.2.2. 무릎 동요 (displacement) 측정

2.2.1과 동일한 방법으로 환자의 자세를 유지하고, 건측과 환측에 0~25 daN의 힘을 인가하여, 무릎의 동요를 측정하였다.

2.3 Femur Roller 위치에 따른 영향

2.3.1 무릎 굴곡 (Femur-Plateau angle) 측정

환자의 환측의 Femur 고정 roller의 위치를 patella 위 1cm 미만과 3 cm이상에 위치 시켜 각 1회 총 2 회 검사를 시행하며, 이 때 Pressure Device는 경골 Plateau 아래 3 cm 지점에 위치시켜 10, 15, 20, 25 daN의 힘을 인가하여, F-P angle을 측정하였다

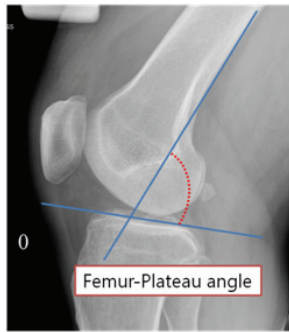


Fig. 4. F-P angle.

2.3.2. 무릎 동요 (displacement) 측정

2.3.1 과 동일한 방법으로 환측에 검사를 시행하며, 이 때 무릎의 동요를 측정 하였다.

2.4 분석방법

통계처리는 SPSS Inc, Chicago, IL, U.S.A 프로그램을 이용하여 모든 분석에 p 값이 0.05 미만일 경우를 유의한 것으로 판단하였다. Pressure power에 Femur roller 위치에 따른 무릎의 굴곡과 동요의 집단 간 차이검증은 ANOVA test 로 집단 간 분석 후 LSD 다중 분석 비교로 검정하였으며, Femur roller 위치에 따른 차이는 Paired test를 실시하였다. 무릎의 굴곡과 Femur roller 위치의 상관분석을 통해 상관성을 검증하였다.

Ⅲ. 결 과

1. Pressure power 에 따른 영향

1.1 무릎 굴곡 측정

1.1.1 건측결과

인가된 힘에 따른 집단 간 분석 및 LSD 분석 값은 높은 유의한 차이(p<.05)의 굴곡을 보였으며[Table 1], 무릎 굴곡각도의 평균 및 표준편차는 10daN 은 62.66±6.27, 15daN 은 60.58± 7.05, 20daN 은 58.53±7.36, 25daN은 56.12±8.6 이다. 힘 인가에 따른 5daN 마다 굴곡 각도는 2.60, 2.08, 2.06, 2.41 이고, 평균 2.28 의 굴곡을 보였다.

Table 1. Normal side analysis

	Pressure power	Pressure power	*p
Normal side	10 daN	20 daN	.045
		25 daN	.002
	15 daN	0 daN	.024
		25 daN	.031
	20 daN	0 daN	.001
		10 daN	.045
	25 daN	0 daN	.000
		10 daN	.002
		15 daN	.031

LSD Multiple Comparison by ANOVA

1.1.2 환측결과

건측과 동일한 방법으로 10~25daN 을 변화 시켜 입력 하였으며, daN 힘의 집단 간 분석값은 유의한 차이를 보이며(p<.05), 무릎의 굴곡이 있음을 보여 준다 (Table 2). 다중비교분석에서도 각 daN 별 유의한 차이를 보여준다. 무릎 굴곡의 평균및 표준편차는 10daN 은 61.08±6.27, 15daN 은 59.51±7.05, 20daN 은 56.96±7.36, 25daN 은 54.18±8.6 이다. 5daN 별 굴곡 각도는 2.71, 2.52, 2.65, 2.73 이고 평균 2.65° 굴곡을 보였으며, 건측과 환측의 무릎의 굴곡 독립 t 검정 결과 유의한 차이는 없었다.(p>.05)

Table 2. Operate side analysis

Operate side	Pressure power		*p
	10daN	25daN	
			.015

1.2 무릎동요(displacement) 측정

분산의 동질성검정을 통해 건측 p=0.938, 환측 p=0.994 로서 각 수준별 등분산이 만족되어 LSD 사후 분석을 실시하였다.

1.2.1 건측결과

건측의 경우 인가되는 힘에 따른 유의한 동요는 없었으며(Table 3.) 계측값으로 보았을 때 10daN과 25daN 구간에서는 평균 0.73mm 의 차이를 보였다. 10daN의 평균과 표준편차는 2.63±2.11, 15daN은 3.23±2.30, 20daN은 3.33±2.39, 25daN은 3.36±2.39 이다.

Table 3. Normal side analysis between pressure power

Normal side	Pressure power		*p
	10daN	15daN	.370
		20daN	.296
		25daN	.275
	15daN	10daN	.370
		20daN	.881
		25daN	.844
	20daN	10daN	.296
		15daN	.881
		25daN	.962
	25daN	10daN	.275
		15daN	.844
		20daN	.962

1.2.2 환측결과

LSD 사후분석 다중분석비교결과 환측은 10~20daN 의 상호 유의한 차이는 없으나, 10daN 과 25daN 과는 유의한 차이(<0.05)를 보여, 건측과는 달리 환측의 경우 인가 압력에 대한 무릎 동요에 영향을 받는 것을 알 수 있다[Table 4]. 수치 결과는 5daN별로 평균 0.93mm의 평균차를 보였다. 10daN의 평균과 표준편차는 5.57±4.21, 15daN은 7.04±3.98, 20daN은 7.73±4.04, 25daN은 8.38±4.24 이다.

Table 4. Operate side analysis between pressure power

Operate side	Pressure power		*p
	10daN	15daN	.221
		20daN	.072
		25daN	.020
	15daN	10daN	.221
		20daN	.559
		25daN	.263
	20daN	10daN	.072
		15daN	.559
		25daN	.590
	25daN	10daN	.020
		15daN	.263
		20daN	.590

2. Femur Roller 위치에 따른 영향

2.1 무릎굴곡(Femur-plateau angle) 측정

환측의 롤러 위치 1cm 과 3cm 에 따른 대응표본 t 검정 결과 유의한 차이를 보여(p<.05), 롤러 위치에 따라 무릎의 굴곡 각도가 다를 수 있다(Table 5). 롤러 위치에 따른 무릎굴곡 평균과 표준편차는 1cm은 62.76±7.37, 3cm은 57.32±6.52 로서 롤러 위치 3cm에서 더 많은 무릎의 굴곡이 있음을 알 수 있다.

Table 5. Knee flexion analysis to roller 1cm and 3cm

	Mean	SD	t	p
Femur-Plateau angle	5.440	6.438	4.139	.000

p-value by paired t-test

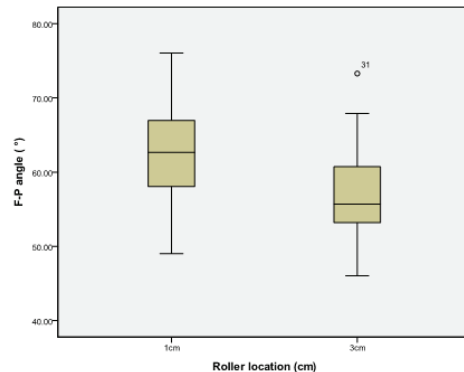


Fig. 5. Assess for Femur-Plateau angle according to Femur Roller location

2.2 무릎동요(displacement) 측정

롤러위치 1cm과 3cm에 따른 대응 표본 t 검정결과 t 값이 3.72, $p < .00$ 로서 롤러위치에 따른 유의한 차이를 보이며, 1cm에서 더 많은 무릎의 동요가 발생하는 것을 알 수 있다(Table 6). 1cm에서 무릎동요 평균과 표준편차는 7.49 ± 3.65 , 3cm은 6.51 ± 3.45 이다.

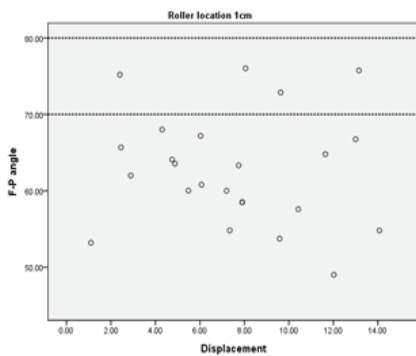
Table 6. Displacement analysis to roller 1 cm and 3cm

	Mean	SD	t	p
Displacement	0.98	1.30	3.72	.001

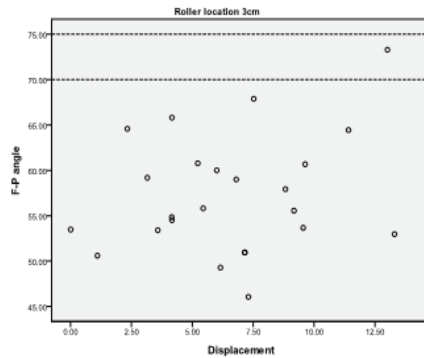
p-value by paired t-test

2.3 무릎각도와 동요의 상관관계

롤러위치 1cm 과 3cm 으로 달리한 무릎각도와 동요의 상관분석 결과 롤러위치 1cm 이었을 때 ($r = .082$, $p > .05$)와 3cm 이었을 때 ($r = .244$, $p > .05$), 두 개의 변수는 유의한 상관관계가 없으며, 산점도 에서도 무릎굴곡과 동요의 2차원 이상의 뚜렷한 관계가 나타나지 않고 측정치들의 퍼짐과 경향성이 산발적인 결과를 보임으로 유의한 상관관계가 없음을 알 수 있다.



(a) Correlation knee flexion and displacement on roller 1cm



(b) Correlation knee flexion and displacement on roller 3cm

Fig. 6. Correlation knee flexion and displacement(a), (b).

IV. 고찰

Pressure device 의 인가되는 힘이 증가 될수록 15daN 이상 부터는 십자인대 lachman 검사 의 권고 자세인 무릎굴곡(Femur-Tibla angle 20~30°) 의 유지 는 어려웠다. Matsumoto 는 사체 및 정상 대조군과 한쪽 슬관절 전방 십자인대 손상이 있는 환자를 대상으로 KT-2000 arthrometer 를 이용하여 측정 한 결과 정상군의 경우 평균 20 lb(10 daN)에서 평균 5.7mm의 전방 전위 소견을 보였으며, 환자군은 평균 13mm의 정방 전위 소견을 보였다^[9]고 하였으며, 임준택은 전방십자인대는 탄성을 가지고 있다^[10]고 하여, 정상인대도 일정한 힘에 의한 제한적인 동요가 있을 수 있음을 제시 하였다. 그러나 본 연구의 Telos Device 에서는 건축의 전방위 소견인 무릎동요는 통계적 유의성은 없었으나, 그래프를 통한 결과로는 유사한 결론을 내릴 수 있었다. 십자인대 수술 후 초기 건축과 환측의 인대기능의 차이는 있으나^[10], 수술 후 재활운동으로 꾸준하고 체계적인 재활 시 건축과 환측의 십자인대 기능의 차이는 유의한 차이가 없다^[11]. 이는 주위 근력의 향상과 함께 무릎의 기능이 정상적인 수준까지 회복된 것으로 볼 수 있다^[12] 고 하였다. 본 연구에서는 환측, 건축 모두 20daN 까지 동요의 유의한 차이는 없으나, 환측의 25daN 에서는 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 현재 대 다수의 병원에서 시행되고 있는 십자인대 재건술을 대상으로 한 검사 시 15daN의 힘

이 인가되고 있는 점을 고려할 때 25daN 인가 시 슬관절 동요에 대한 임상적 연구가 필요 하리라 생각 된다. 환측의 Femur roller 의 위치에 따른 무릎굴곡 및 동요의 결과는 3cm 롤러 위치가 유의한 차이로 더 많은 굴곡을 보였으며, 동요는 롤러위치 1cm 미만일 때 더 많은 동요가 유의하게 발생하였다. 무릎 굴곡이 주위 근육을 이완시켜 무릎 관절 동요에 미치는 영향을 분석한 상관분석에서 무릎굴곡과 동요는 상관관계를 보이지 않았다. 다른 ACL검사 90° flexion drawer study는 무릎각도 90° 상태에서도 전방십자인대의 기능검사가 되고 있는 것을 미루어 볼 때, TELOS DEVICE STRESS 검사는 무릎의 각도보다는 Femur 고정 roller의 위치에 유의한 차이가 있는 것으로 판단된다.

V. 결 론

전방십자인대 검사(Knee stress 검사)는 ligament 측정을 하는 한정된 방법의 하나로서 수많은 인대측정 검사를 시행했음에도 아직까지 표준화된 검사 지침이 마련되지 않고 있으며, 검사자에 따라 동일한 검사를 시행함에도 검사 계측수치가 달리 나오는 경우가 있다. 근육의 특성은 성별, 신체적 조건에 따라 개인마다 매우 상이함을 알 수 있으며^[13], 본 연구는 정상인 환자와 전방십자인대 재건술(ACL Reconstruction)을 시행한 환자 각 24명을 대상으로 telos를 통한 lachman 검사를 시행하여, 고정 roller의 위치(1cm 미만, 3cm 이상)에 따라 대퇴골과 경골의 동요를 비교하여 유의한 차이가 있었다. 따라서 무릎 관절의 전방십자인대 손상 환자의 검사 시 표준화된 검사 방법 및 판단 기준을 제시하고자 하였으며, 대퇴부 고정롤러의 위치를 슬개골에 1cm 미만에 위치시켜 검사하는 것을 제안하는 바이다. 또한 검사 시 장비의 정확한 조립은 정확한 진단을 내리는 데 기초가 되리라 사료된다.

참고문헌

- [1] HaeSeong Kim, Journal of Sport and Leisure Studies, Vol. 47, pp. 171~184, 2012.
- [2] Eun-Hae Kim, "Knee flexor and function correlation after Anterior Cruciate Ligament tear", Korea Univ. graduate, 2009.
- [3] Marshall JL, Rubin RM, "Knee ligament injuries.A diagnostic and therapeutic approach", Orthop Clin North Am 8:641-668,

1977.

- [4] Ki-Seok Min, "The effects of Home-based Exercise Rehabilitation in Patients with parital Anterior Cruciate Ligament Injury",Vol.11. P1, 2004.
- [5] Yoon-Su Nam, "Estimation of Muscle-tendon Model Parameters Based on a Numeric Optimiz ation", Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 26, pp. 123, 2009.
- [6] Kook-Won Park, "Information of useful medical" "The Gyeong-gi Shimmun", Vol. 8, No. 29, p. 17, 2013.
- [7] Jae-Hyung Park, "The Benefit of KT-2000 Knee Ligament Arthrometer in Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injury", Journal of Korean Arthroscopy Soc., Vol. 2, 2004.10
- [8] Byeoungju Ahn,"Radiographic Status of the Visited Patients at University Hospital Emergeny Room" Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 5, Numver 2, 2011.4
- [9] Mstsumoto,H. et al., "Journal-Japanese orthopaedic association", Vol. 67 No. 2, 1993.
- [10] Joon-Taek Lim, "A Study on Mechanical Characteritic of Human Cruciate Ligament and Annulus Fibros using Fiber-reinforced Hyperelastic Material Model", Dan Kook Univ., pp. 23
- [11] Gerber C.,Hoppeler H.O, Claassen R., Robotti G, Zehnder R. and Jakob.r, "Lower extremity musclature in chronic symptomatic instability of the anterior cruciate ligament", J Bone Joint Surg., Vol. 65A, pp. 1034-1043, 1985.
- [12] Yong-Kwon Kim, "The Effects of a 12-week exercise training program on ligament stability, knee function, and lysholm score after anterior cruciate ligament reconstruction", Seoul Univ. graduate, pp. 78, 2002.
- [13] Eun- Kun Lee, "The Study of Knee Joint Functional Performance Test and Muscular Strength Different after Anterior Cruciate Ligament Recon struction", Kook Min Univ. graduate, pp. 28, 2007 .