

슬관절 전방 십자 인대 파열의 진단에 있어서 KT-2000 기기의 유용성

관동대학교 의과대학 명지병원 정형외과학교실

박재형 · 김형수 · 유정현 · 정광규

The Benefit of KT-2000 Knee Ligament Arthrometer in Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injury

Jai-Hyung Park, MD., Hyoung-Soo Kim, M.D., Jeong-Hyun Yoo, M.D., Kwang-Gyu Jung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Myongji Hospital, College of Medicine, Kwandong University, Koyang, Korea

ABSTRACT: Purpose: In this study, we intended to ascertain the benefit of KT-2000 Knee arthrometer(KT-2000) in the diagnosis of ACL(Anterior cruciate ligament) injury by comparing the anterior displacement of normal knee with that of ACL deficient knee.

Materials and Methods: We designated two examiners to measure the anterior displacement of the knee joint of 30 healthy individuals, using KT-2000, at 30° flexion setting of muscle full relaxation, contraction, 25° internal rotation and 25° external rotation and analyzed these results according to the variables and measured the preoperative anterior displacement of the ACL injured knee in the 30 patients who have gone through an arthroscopic ACL reconstruction later.

Results: The results of examiner 1 are 6.5 ± 1.5 mm, 2.5 ± 0.9 mm, 4.8 ± 1.2 mm, 6.4 ± 1.3 mm in right knee and 5.6 ± 1.3 mm, 2.1 ± 0.8 mm, 4.5 ± 1.2 mm, 5.2 ± 1.3 mm in left knee, in order of muscle full relaxation, contraction, 25° internal rotation and 25° external rotation. The results of examiner 2 are 6.9 ± 1.2 mm, 2.9 ± 1.1 mm, 5.6 ± 1.6 mm, 6.9 ± 1.5 mm in right, 5.5 ± 1.7 mm, 1.9 ± 0.9 mm, 5.1 ± 1.9 mm, 5.7 ± 1.6 mm in left knee, The side to side difference of examiner 1 in the setting of muscle relaxation is 0.9 ± 1.0 mm. The anterior displacement of ACL injured knee is average 11 ± 2.93 mm and difference of average 6.5 ± 2.31 mm from that of normal knee. In comparison between the right and left knees of healthy individuals, the both results of two examiners showed the statistical difference in the setting of muscle full relaxation but, the results showed the side to side difference below 2 mm in 25case(83%), 21case(70%) respectively and above 3mm in just 1 case. In the comparison between the normal and ACL injured knees, the results show the statistical difference of the side to side difference in the setting of muscle relaxation($p < 0.05$).

Conclusion: The KT-2000 result is affected by relaxation of muscles around knee, flexion angle of knee joint, rotation of tibia, the strength of displacing force, time of the test and physical factors as height and weight. However, the Accuracy of diagnosis of ACL injury by KT-2000 will increase if the examiner is skillful and the tests are made on the exact position of knee joint.

KEY WORDS: ACL, Anterior displacement, KT-2000 Knee Ligament Arthrometer

서 론

* Corresponding author

Jeong-Hyun Yoo, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Myongji Hospital,
College of Medicine, Kwandong University, 697-24 Hwajung-
dong, Dukyang-Gu, Koyang, Kyunggi, 412-270, Korea
Tel: 82-31-810-5114, Fax: 82-31-964-6440
E-mail: yjh89331@yahoo.co.kr

전방 십자 인대 손상은 나이에 관계없이 활동적인 연령층에서 심각한 장애를 초래하며 대부분 스포츠와 관련된 손상이며 격렬한 운동 즉 미식 축구, 스키, 농구, 축구 등을 즐기는 집단에서는 정상 빈도보다도 훨씬 높다¹⁾. 치료받지 않은 만성 전방 십자 인대 손상 환자는 심한 슬관절 불안정

성, 동등, 슬관절 내 다른 구조물의 이차적 손상 및 퇴행성 관절염의 조기 발현 가능성이 높아 일상 생활 패턴과 운동 수준의 변화가 불가피하다. 슬관절 십자 인대 손상의 진단에는 여러 가지 이학적 검사^{3,6)}, 단순 방사선 촬영, 자기 공명 영상, 관절경 검사 등 다양한 방법이 있으나 이학적 검사나 단순 방사선 촬영은 객관성 및 재현성이 결여되고, 자기 공명 영상이나 관절경 검사는 경제적 비용 부담이 크며 마취의 위험 부담이 따르는 단점이 있다. 이에 따라 슬관절 전방 십자 인대의 손상 시 이의 정확한 진단을 위한 기계적 방법 중의 하나로 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer가 이용된다. 이 기기가 최근 국내에서 사용되기 시작했고 이를 통해 정상 한국인의 슬관절 전방 전위 측정에 영향을 미치는 인자들을 알아보고, 또한 전방 십자 인대 손상의 진단에 있어 그 유용성을 알아보고자 한다.

대상 및 방법

슬관절 손상의 과거력이 없는 30명의 성인 남자를 대상으로 하였고(평균 연령 28.9세, 체중 72.2 kg, 신장 172 cm), 검사 시행 시 대상의 키, 체중, 나이, 대퇴부 둘레(슬개골의 10 cm 상방), 하퇴부 둘레(슬개골의 10 cm 하방)를 기록하였다. 또한 1996년 1월부터 1997년 6월 까지 본 정형외과 교실에 내원하여 전방 십자 인대 손상으로 진단 받고 관절경적 전방 십자 인대 재건술을 시행 받은 30명의 환자를 대상으로 하여 수술전 KT-2000 Ligament Arthrometer의 결과를 후향적으로 분석하였다.

모든 검사는 2명의 검사자에 의해 시행되었고 순서는 검사자 1, 검사자 2의 순서로 하였다. 검사자 1은 2년 이상의 KT-2000 Ligament Arthrometer사용의 임상 경험이 있는 사람이었다고, 검사자 2는 검사자 1로부터 교육을 받아 6개월 이상의 기간동안 여러 대상을 통해 임상 경험을 한 사람이었다. 동일한 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer를 사용하였고, 검사시 전방으로 가해지는 힘은 30lb, 슬관절의 굴곡 각도는 30°로 모두 동일하였다. 정상 슬관절에 대한 검사는 1일 간격으로 검사자 1이 먼저 양측 슬관절에 대하여 우측 슬관절 먼저 대퇴부 근육을 이완시킨 상태로 한차례 검사를 시행하고 다시 근육을

수축시킨 뒤 시행하였다. 이때, 근육의 이완이 충분치 않을 경우에 수차례에 걸쳐 슬관절을 전후방으로 움직이게 한 뒤 충분한 근육의 이완이 이루어진 뒤 재차 시도하였다. 그 이후에 대퇴 근육의 완전한 이완 상태에서 경골의 25°내회전 상태, 그리고 25°외회전 상태에서 전방 전위를 측정 후 다음 날 검사자 2에 의해 동일하게 검사하였다. 한편, 슬관절 전방 십자 인대 손상으로 전방 십자 인대 재건술을 시행 받은 30명의 남자 환자를 대상으로 하여, 이들의 수술전 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer의 결과를 후향적으로 분석하였다. 수상 당시에서부터의 기간은 최소 3개월에서 최고 11년(평균27.7개월)이었고, 평균연령은 27.7세였다. 이때 검사는 정상 슬관절을 측정한 검사자 1, 2에 의해서 무작위로 시행되었으며, 측정은 환자가 외래 내원 시 시행한 것이다. 슬관절을 30°굴곡 상태로 대퇴부 근육을 완전히 이완시킨 뒤 3차례 이상 전방 전위 검사를 실시하여 이를 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer로 기록하였다.

Statistical Analysis System Package(SAS, Cary, North Carolina)를 이용하여 통계 처리 하였다.

결 과

정상 슬관절 전방 전위 결과를 보면 근육 완전 이완, 근육 수축, 25°내, 외회전 위치에 따라 검사자 1의 슬관절 전방 전위는 우측은 6.5±1.5 mm, 2.5±0.9 mm, 4.8±1.2 mm, 6.4±1.3 mm 좌측은 5.6±1.3 mm, 2.1±0.8 mm, 4.5±1.2 mm, 5.2±1.3 mm이었다(Table 1). 검사자 2의 슬관절 전방 전위는 우측은 6.9±1.2 mm, 2.9±1.1 mm, 5.6±1.6 mm, 6.9±1.5 mm 좌측은 5.5±1.7 mm, 1.9±0.9 mm, 5.1±1.9 mm, 5.7±1.6 mm이었다(Table 2). 검사자 1의 좌우 슬관절 전방 전위의 차이는 각각 0.9±1.0 mm, 0.5±1.2 mm, 0.3±1.1 mm, 1.3±1.2 mm, 검사자 2는 1.4±1.1 mm, 1.0±1.2 mm, 0.5±1.6 mm, 1.2±1.6 mm이었다(Table 3,4). 검사자간 비교에서는 우측 슬관절에서는 근육 수축시, 그리고 25°내회전시에 통계학적인 차이가 있었고 좌측 슬관절에서는 25°내회전과 25°

Table 1. Anterior displacement measurement in both knee of the subjects (Tester 1)

Position	Mean±SD		Minimum		Maximum	
	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt
Muscle relaxation	6.5±1.5	5.6±1.3	3.6	3.0	11.3	8.4
Muscle contracture	2.5±0.9	2.1±0.8	0.8	1.0	5.6	5.0
25° Internal rotation	4.8±1.2	4.5±1.2	2.5	2.8	7.8	8.2
25° External rotation	6.4±1.3	5.2±1.3	3.2	2.2	8.0	8.2

Rt: right Lt: left

(unit: mm)

외회전시 통계학적인 차이가 있었을 뿐 근육 이완시에는 좌 우측 모두 검사자간의 통계학적인 차이는 없었다 (P>0.05)(Table 5). 검사자 1의 우측 슬관절 근육 이완

시를 기준으로 하여 신장, 체중, 대퇴부 둘레, 하퇴부 둘레 등의 신체적인 요소를 두 군으로 나누어 비교한 결과 통계학적 차이가 없었다(Table 6). 좌우 슬관절의 비교에서 검

Table 2. Anterior displacement measurement in both knee of the subjects (Tester 2)

Position	Mean±SD		Minimum		Maximum	
	Rt	Lt	Rt	Lt	Rt	Lt
Muscle relaxation	6.9±1.2	5.5±1.7	4.6	2.0	9.6	10.0
Muscle contracture	2.9±1.1	1.9±0.9	1.0	0.5	3.7	4.0
25° Internal rotation	5.6±1.6	5.1±1.9	2.9	1.0	9.6	10.0
25° External rotation	6.9±1.5	5.7±1.6	4.0	2.1	11.5	9.5

Rt: right Lt: left (unit: mm)

Table 3. Side to side difference in anterior displacement measurements (Tester 1)

Position	Mean±SD	Minimum	Maximum	P-value
Muscle relaxation	0.9±1.0	0.1	3.8	0.0010
Muscle contracture	0.5±1.2	0.2	4.3	0.0460
25° Internal rotation	0.3±1.1	0.0	2.7	0.2243
25° External rotation	1.3±1.2	0.1	2.7	0.0001

(unit: mm)

Table 4. Side to side difference in anterior displacement measurements (Tester 2)

Position	Mean±SD	Minimum	Maximum	P-value
Muscle relaxation	1.4±1.1	0.1	3.1	0.0001
Muscle contracture	1.0±1.2	0.0	3.3	0.0001
25° Internal rotation	0.5±1.6	0.0	4.1	0.0941
25° External rotation	1.2±1.6	0.2	5.9	0.0002

(unit: mm)

Table 5. Interobserver difference in anterior displacement

Position	Mean±SD		P-value	
	Rt	Lt	Rt	Lt
Muscle Relaxation	-0.3±1.1	0.2±1.2	0.1100	0.4565
Muscle contracture	-0.3±0.7	0.2±1.1	0.0187	0.3635
25° Internal rotation	-0.8±1.4	-0.5±1.4	0.0049	0.0403
25° External rotation	-0.5±1.7	-0.5±1.1	0.1634	0.0154

(unit: mm)

Table 6. anterior displacement according to factors

	Height (cm)		Body weight (kg)				Thigh circumference (cm)		Calf Circumference (cm)
			72≥		72<		46≥		46<
	173≥	173<	72≥	72<	46≥	46<	39≥	39<	
Mean±SD	6.62±2.66	6.45±2.15	6.31±1.33	6.83±3.13	6.38±3.13	6.72±1.56	6.26±1.16	6.82±3.54	

(unit: mm)

사자 1과 2의 경우 각각 근육 이완 시 25례(83%), 21례(70%)에서 좌우 차이가 2 mm 미만이었으며, 3 mm 이상은 모두 1례에 불과하였다. 전방 십자 인대 손상으로 관절 경적 재건술을 받은 환자의 손상 받은 슬관절의 전방 전위는 최고 14.5 mm에서 최저 7 mm(mean=11±2.93)이었고 건측과의 차이는 최고 8.5 mm, 최저 3.2 mm(mean= 6.5±2.31 mm)로 정상 관절의 좌우차와는 통계학적 차이가 있었다(p<0.05)(Table 7).

고 찰

전방 십자 인대 재건술의 결과를 가능한 한 객관적으로 평가하기 위해 여러 가지의 슬관절 검사기가 개발되었으며, 최근 인대 손상의 진단에 있어서 객관성을 높이고 방사선 노출이나 마취의 위험 부담을 없애는 KT-1000, KT-2000 Knee Ligament Arthrometer를 사용하게 되었다⁶⁾. KT-1000 Knee Ligament Arthrometer는 전후방 전위의 객관적인 측정을 위해 Daniel등에 의해 처음 상업적으로 개발되었다. 이 기기는 Lachmann 검사를 정량화한 것으로 Manual testing보다 더 정확하며, 기존의 grading techniques보다 더 검사자-검사자간 검사가 정확하다⁷⁾. KT-2000 Knee Ligament Arthrometer는 KT-1000 Knee Ligament Arthrometer에 부하된 힘과 경골의 전위 정도를 lb 및 0.1 mm 단위로 도표에 나타내는 X-Y plotter가 더해진 기구이다(Fig. 1). 이 기구의 역할을 크게 두 가지로 구분하면 첫째, 십자 인대의 결

손 유무를 진단하고 둘째, 결손되거나 재건된 십자 인대의 치료 후 경과 관찰 및 치료 결과를 판정하는 것이다. 이를 위해 반복적 검사를 시행하였을 때 환자에 따라 검사 결과가 다양하게 나타나며, 같은 환자에서도 검사하는 시기나 검사하는 사람에 따라 결과에 차이가 나타난다. 이러한 검사의 결과가 대표성을 보이고 있고, 이완도가 신빙성 있게 측정된다면, 전방 십자 인대 재건 수술 이전에 전방 십자 인대의 손상이 임상적으로 확인될 수 있으며 또한, 수술 시와 수술 후에도 항상 정도를 신빙성 있게 측정할 수 있다⁸⁾. KT-2000 Knee Ligament Arthrometer를 사용할 때 검사자, 그리고 검사 시간에 따라 서로 다른 결과가 나타날 수 있다. 이러한 슬관절의 이완성에 대한 임상적 측정에 영향을 주는 요인으로는 슬관절의 굴곡 각도, 경골의 회전, 검사 중의 경골의 회전의 자유성 여부, 전위력의 강도, 적용 시점, 방향, 그리고 슬관절 주변 근육의 이완 등을 들 수 있다^{4,5,14)}. 이에 대해 Anorczyk등⁹⁾에 의하면 중요한 요인으로 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer 사용에 대한 경험 여부가 포함된다. 대부분의 전방 십자 인대의 전방 전위 측정에 있어서 부정확성의 가장 흔한 원인은 슬관절 주변 근육의 완전한 이완의 부족 때문이다. 이를 방지하기 위해 대상자는 앙와위에서 전 과정을 통해 근육을 이완한 상태로 있게 해야 하며, 경우에 따라 근육 이완의 정도가 대상에 따라 차이가 있다. 이러한 현상은 검사 시작 시 근육의 충분한 이완이 부족하고, 하지에 대한 검사 기구의 무게, 그리고, 실제적인 검사에 대한 불안으로 인해 야기된다. 이를 해결하기 위하여 근전도를 이용하여 슬관절 주변의 근육들의 완전한 이완을 확인하는 것이 도움이 된다¹¹⁾.

Markolf 등¹⁰⁾에 의하면, 관절을 지나는 모든 근육은 그 관절의 이완성의 측정에 영향을 준다. 그러므로 검사 기구가 편안하여야 하고 검사자는 근육의 이완 정도를 평가하여 환자로 하여금 근육의 충분한 이완 상태를 유지하게 해야 한다. 본 연구에 의하면 근육의 이완이 확실해야 검사의 오차가 줄어들을 알 수 있다. 즉 30°굴곡 상태에서 근육을 이완시킨 상태와 근육을 수축시킨 상태로 검사를 시행했을 때,

Table 7. Anterior displacement in the ACL deficient patients

Anterior displacement	11±2.93 mm
Side to side difference	6.5±2.31 mm
Duration	27.7 Month
Age	27.7 Years



Fig. 1. KT-2000 Knee Ligament Arthrometer

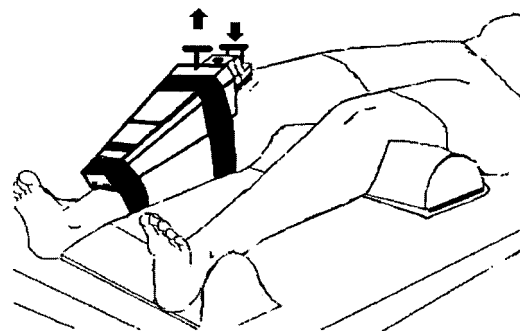


Fig. 2. Diagram During the test

그 결과에 있어서 평균 4 mm 이상의 차이가 있었다. 실제로 본 연구의 결과치는 기존의 다른 논문의 결과, 즉 검사자간 결과의 유의한 차이는 있으나, 검사자내의 결과는 유의한 차이가 없었던 것과는 달리, 검사자간의 차이보다는 슬관절의 위치에 따라 오히려 검사자내의 결과에서 더 유의한 차이가 있었으며, 이러한 결과를 보인 가장 큰 원인은 검사자의 능숙도 보다는 오히려 검사 대상 슬관절의 완전한 근육 이완이 이루어지지 않았기 때문으로 생각된다(Table. 5)

한편, 외부의 힘에 의한 슬관절의 전위 정도는 가해지는 힘의 강도, 적용되는 지점, 그리고 방향의 차이에 따라 영향을 받는다. 서로 다른 강도의 힘을 줄 때, 슬관절 면의 아래로 서로 다른 거리에 적용시킬 때, 그리고 내측과 외측으로 힘의 방향이 틀려질 때 결과가 상이하게 나타난다^{4,15)}. 관절면 원위부 5 cm 지점에 적용시킬 경우, 그보다 원위부에 적용시킬 경우와 비교하여 가장 큰 힘을 받는다. 각각의 대상에 대하여 적용되어지는 이러한 차이를 줄여주기 위하여 모든 검사에 대하여 같은 방식으로 검사를 해야 하며, 적용되는 힘도 기구의 손잡이(handle)와 동일한 선상에서 가해져야 한다⁴⁾. 본 검사에서는 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer의 슬개골 반응대(pad) 부위의 내측에 있는 관절 기준선과, 슬관절의 내측 관절 면을 같은 위치로 맞추어 동일한 지점에 힘이 가해지게 하였다. 그러나 검사 대상의 신장 차이가 있는 경우에 실제로 적용되는 경골 축의 위치가 다를 수 있었으나, 결과적으로 신장의 차이에 따르는 전방 전위는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 6).

또한 검사자의 경험도 및 능숙함이 영향을 준다. 본 연구에 이용되는 Arthrometer는 슬개골 반응대(sensor pad)와 경골 결절의 반응대(sensor pad)와의 상대적인 움직임을 측정하는 것이다. 이러한 경골과 대퇴골의 상대적인 움직임의 정확한 측정을 위해서는 슬개골 반응대(sensor pad)가 슬개골에 대하여 확실하게 안정화되어야 하고, 이는 다시 말하면 슬개골이 대퇴골의 활차내에 확실하게 위치하여야 한다는 말이다. 슬개골 반응대(sensor pad)에 압력이 일정하게 주어지지 않으면 이는 측정에 있어서 오차가 발생하는 원인으로 작용하게 된다⁴⁾. 실제로 검사자간 그리고 검사자간 차이가 발생할 수 있는 데 이는 각각의 검사자가 검사에 있어서 원형의 슬개골에 편평한 모양의 반응대(sensor pad)를 꼭 일정하게 유지시키지 못하기 때문이며, 또한 대상에 대하여 같은 정도의 근육 이완을 얻지 못했기 때문이다. 전자의 경우는 기구의 모양을 바꾸어서 해결할 수 있으나 후자의 경우는 기구와는 관계없이 전적으로 검사자의 숙련도에 좌우된다⁴⁾. 그러므로 능숙한 검사자와 경험이 부족한 검사자간의 전방 전위의 차이가 있으리라 예상되나 본 연구에서는 근육 이완시에는 검사자간의 차이는 통계학적으로 차이가 없어 근육 이완이 잘 이루어지면 검사자간의 차이를 줄일 수 있는 것으로 생각되며 검사자내의

차이는 근육 이완시에도 검사자 1, 2 모두에서 좌우차가 나지만 검사자 1, 2 각각 25례(85%)와 21례(70%)에서 2 mm 이하의 차이를 보였으며 3 mm 이상의 차이는 모두 1례로 전방 십자 인대 파열 환자와는 큰 차이가 남을 알 수 있었다.

정상적인 슬관절과 그리고 전방 십자 인대 손상을 받은 슬관절에서 내측 경골 고평부보다는 외측의 전후방 전위가 심하다. 그 이유는 내측 경골 고평부의 내측부 반월상 연골이 관상 인대(coronary ligament)와 후사위 인대(posterior oblique ligament)에 의해 경골에 부착되어 있어 이로 인해 내측 경골 고평부의 전위가 제한되기 때문이다. 반면, 외측부는 상대적으로 외측부 반월상 연골의 가동성이 크고, 외측 경골 고평부의 볼록한 형태로 인해 전위가 심하다^{10,16)}. Fiebert 등은 중립, 외회전, 내회전 위치에서 대퇴골에 대한 경골 전방 전위를 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer를 이용하여 측정한 결과, 다른 연구 논문과 마찬가지로 경골의 내회전이 대퇴골에 대한 경골의 전방 전위를 제한한다고 주장하였고 Kennedy 등과 King 등은 경골을 30° 굴곡 상태에서 내회전 시킬 때 외회전, 중립의 위치일 때에 비하여 전방 전위가 적게 일어난다고 주장하였다^{7,12,13)}.

전방 전위와 후방 전위의 힘이 가하여 질 때에는 전위 이외에 동시에 회전도 일어난다. Fukubayashi 등⁹⁾에 의하면 전방 전위시는 경골의 내회전이 동반되고, 후방 전위시는 경골의 외회전이 동반되며 이러한 회전에 제한이 있을 때 경골의 전방전위가 30% 이상 감소한다고 보고하였다. 이러한 슬관절의 위치에 따르는 결과의 차이를 막기 위해서는 또한 검사시의 족부의 정확한 위치가 중요하다. 학자들의 연구에 의하면, 기존의 손잡이(handle)를 통해서 동일한 선상에서 작용하는 힘에 의해서만 회전력이 최소 상태로 동일한 적용지점에 적절하게 작용된다고 한다^{4,5,14)}. 본 연구에서도 세가지의 위치의 차이 즉 중립위, 25° 내회전, 25° 외회전에 따라 검사자 1의 경우 우슬관절을 기준으로 각각 평균 6.5±1.5 mm, 4.8±1.2 mm, 6.4±1.3 mm, 검사자 2의 경우 6.9±1.2 mm, 5.6±1.6 mm, 6.9±1.5 mm로 25° 내회전시 슬관절의 전방 전위가 제한됨을 알 수 있었다(Table. 1).

Sherman 등¹⁷⁾의 연구에 의하면, 건강한 사람의 이완도의 절대치는 사람에 따라 넓게 분포되고 있으나, 동일한 사람의 양측 슬관절에 있어서는 거의 차이가 없었고, 92~95%에서 2 mm 미만의 차이를 보였다. 또한 편측 슬관절 손상을 받은 사람의 경우에 있어서 이완도는 건측에 비하여 큰 양측 슬관절의 차이(side-to-side difference)가 있었으며, 95~96%에서 2 mm 이상의 차이를 보였다. Daniel 등⁴⁾의 실험에 의하면 89N의 힘으로 실험했을 때 건강한 사람의 경우 5.7 mm, 전방 십자 인대 손상을 받은 사람의 경우 13.0 mm의 평균 전방 전위를 보였다. 건

강한 사람의 경우 좌우 비교시 92%가 2 mm 미만, 전방 십자 인대 손상을 받은 사람은 건측과 비교하여 96%가 2 mm 이상의 차이를 보였다. In vitro 검사 시 전방 십자 인대를 절단 뒤 시행한 전방 전위도는 평균 6.3 mm 증가했으며 이는 전방 십자 인대 손상 환자의 결과와 유사하다. 본 연구에서도 이와 거의 유사한 결과를 보였다. 즉, 건강한 사람의 우측 슬관절을 기준으로 할 때, 검사자 1은 평균 6.5 mm의 전방 전위를, 검사자 2는 평균 6.6 mm의 결과를 나타냈고 좌우 비교시 검사자 1은 평균 0.9 mm, 검사자 2는 평균 1.2 mm의 차이를 보였다. 또한 검사자 1은 25례(85%)에서 좌우 차이가 2 mm 미만이었고 3 mm 이상은 1례에 불과하였다. 이러한 결과는 그러나 기존의 결과 보다는 낮은 수치였다. 슬관절 전방 십자 인대 손상으로 수술을 받은 사람의 경우 손상 받은 부위의 전방 전위는 평균 11 ± 2.93 mm, 건측과의 차이는 6.5 ± 2.31 mm를 나타냈고 전 레에서 양측의 차이가 2 mm 이상이어 통계학적으로 차이가 있었다($P < 0.05$). 이러한 결과를 볼 때 통계학적으로 검사자간의 비교, 검사자내의 비교에 서로 차이가 있을수 있으나 충분히 근육을 이완시키고 검사자의 숙련도를 높인다면 임상적으로 슬관절 손상시의 건측과 환측의 차이에 비해 훨씬 낮게 나타남을 알 수 있다.

결 론

슬관절 손상의 진단 및 치료 결과의 판정에 있어서 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer는 기존의 연구 결과에서 알 수 있듯이 신뢰성이 높은 유용한 기구이다. 그러나 본 연구의 결과에서 나타나듯이 서로 다른 검사자간의 결과, 또한 검사자내의 결과에서도 통계학적으로 차이가 있을 수 있으며 이는 보다 정확하고 능숙한 기구의 사용이 필요하며 이보다 더 중요한 것은 검사 대상의 슬관절 주변 근육의 완전한 이완임을 알 수 있었다. 그러나 이러한 통계학적인 차이가 있음에도 불구하고, 실제 슬관절 손상을 받은 경우와는 임상적으로 큰 차이를 보이기 때문에 KT-2000 Knee Ligament Arthrometer는 전방 십자 인대에 대한 검사 기구로 충분히 유용한 기구이며, 이를 통해 슬관절 전방 전위 평가 및 치료 결과를 판정할 수 있다.

REFERENCES

- 1) Arms SW, Pope MH and Johnson RJ: The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *Am J Sports Med*, 12:8-18, 1984.
- 2) Arnoczky SP: Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop*, 172: 19-25, 1983.
- 3) Detenbeck LC: Function of the cruciate ligaments in knee stability. *Am J Sport Med*, 2: 217-221, 1974.

- 4) Daniel DM, Malcom LL and Losse G: Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg*, 67-A: 720-725, 1985.
- 5) Daniel DM, Stone ML and Sachs R: Instrumented measurement of anterior knee laxity in patient with acute anterior cruciate ligament disruption. *Am J Sports Med*, 13: 401-407, 1985.
- 6) Ellison AE and Berg EE: Embryology, anatomy, and function of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am*, 16: 3-14, 1985.
- 7) Feagin JA: The Cruciate Ligaments: Diagnosis and Treatment of ligamentous Injuries About the Knee, New York: Churchill livingstone Inc: 217-233, 1988.
- 8) Foster IW, Warrent-Smith CD and Tew M: Is the KT 1000 Knee Ligament Arthrometer reliable? *J Bone Joint Surg*, 71-B: 843-847, 1989.
- 9) Fukubayashi T, Torzilli PA, Sherman MF and Warren RF: An in Vitro Biomechanical Evaluation of Anterior-Posterior Motion of the Knee. Tibial Displacement, Rotation, and Torque. *J Bone Surg*, 64-A: 258-264, 1982.
- 10) Jakob RP, Hassler, Heinz and Staebli HU: Observations on Rotatory Instability of the Lateral Compartment of the Knee. Experimental Studies on the Functional Anatomy and the Pathomechanism of the True and the Reversed Pivot Shift Sign. *Acta Orthop Scandinavica Supplementum*: 191, 1981.
- 11) Jonsson T, Althoff B, Peterson L and Rentrom P: Clinical Diagnosis of Ruptures of the Anterior Cruciate Ligament. A Comparative Study of the Lachman Test and the Anterior Drawer Sign. *Am J sports Med*, 10: 100-102, 1982.
- 12) Kennedy JC, Weinberg HW and Wilson AS: The anatomy and function of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 56-A: 223-235, 1974.
- 13) King S, Butterwick DI and Currier JP: the anterior cruciate ligament: A review of recent concepts I. *Orthop Sports Phys Ther*, 8: 110-122, 1986.
- 14) Malcom LL, Daniel DM and Stone ML: The measurement of anterior knee laxity after ACL reconstructive surgery. *Clin Orthop*, 196: 35-41, 1985.
- 15) Markolf KL, Graff-Radford, Adrian and Amstutz: In vivo Knee Stability. A Quantitative Assessment using an Instrumented Clinical Testing Apparatus. *J Bone and Joint Surg*, 60-A: 664-674, 1978.
- 16) Muller, Werner: The Knee; Form, Function, and Ligament Reconstruction. New York, Springer-Verlag: 69-123, 1983.
- 17) Sherman OH, Markolf KL and Ferkel RD: Measurement of anterior laxity in normal and anterior cruciate absent knees with two instrumented test devices. *Clin Orthop*, 215: 156-161, 1987.

총 론

목적: KT-2000 Knee Ligament Arthrometer를 이용하여 정상 슬관절의 전방 전위를 측정하고, 결과에 영향을 미치는 인자들을 알아보며, 전방 십자 인대 손상 환자 슬관절의 전방 전위를 측정하여 이를 바탕으로 정상인의 전방 전위 정도를 전방 십자 인대 손상 환자와 비교하여 이 기기의 유용성을 알아 보고자 한다.

대상 및 방법: 슬관절 손상의 과거력이 없는 성인 남자 30명을 대상으로 2명의 검사자가 30lb의 힘으로 슬관절 30° 굴곡에서 근육 이완 및 수축, 25° 내회전, 25° 외회전 자세로 전방 전위를 측정하여 두 검사자간의 전방 전위 및 좌우 차이를 비교하였고, 신체 조건에 따라 두 군으로 나누어 각각의 차이에 따르는 전방 전위를 비교하였다. 전방 십자 인대 손상 환자 30명에서 슬관절을 이완시킨 상태로 3차례 이상 전방 전위 검사를 시행하였다.

결과: 검사자 1의 슬관절 전방 전위는 30° 굴곡 상태로 근육 완전 이완, 근육 수축 상태, 25° 내회전, 25° 외회전 위치에서 우측 슬관절은 6.5 ± 1.5 mm, 2.5 ± 0.9 mm, 4.8 ± 1.2 mm, 6.4 ± 1.3 mm였고 좌측 슬관절은 5.6 ± 1.3 mm, 2.1 ± 0.8 mm, 4.5 ± 1.2 mm, 5.2 ± 1.3 mm였으며, 검사자 2는 각각 6.9 ± 1.2 mm, 2.9 ± 1.1 mm, 5.6 ± 1.6 mm, 6.9 ± 1.5 mm였고, 5.5 ± 1.7 mm, 1.9 ± 0.9 mm, 5.1 ± 1.9 mm, 5.7 ± 1.6 mm였으며, 검사자 1의 전방 전위 좌우 차는 근육 이완 상태에서 0.9 ± 1.0 mm였다. 전방 십자 인대 손상으로 수술을 받은 환자의 전방 전위는 평균 11 ± 2.93 mm였고, 건측과의 차이는 평균 6.5 ± 2.31 mm였다. 좌우 슬관절의 비교에서 검사자 1 과 2는 30° 굴곡, 근육 이완시 통계학적으로 좌우차는 있었으나 각각 25례(83%), 21례(70%)에서 좌우 차이가 2 mm 미만이었고 3 mm 이상은 모두 1예에 불과하였으며 근육 이완시 정상인과 전방 십자 인대 파열 환자의 전방 전위 좌우차는 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다. ($P < 0.05$)

결론: KT-2000 Knee Ligament Arthrometer의 결과에 영향을 주는 인자는 슬관절 주변 근육의 이완, 슬관절의 굴곡 각도, 경골의 회전, 전위력의 강도, 적용시점, 그리고 키, 체중등의 신체적 요인 등이 있으나 능숙한 기계 사용과 정확한 슬관절 위치에서 검사할 때 전방 십자 인대 파열에 대한 진단에 유용한 기구이다.

색인 단어: 전방 십자 인대, 전방 전위, KT-2000 Knee Ligament Arthrometer