

디지털 텔로메터를 이용한 무릎 외측측부인대의 안정성 평가

성열훈*

청주대학교 방사선학과*

Evaluation of the Knee Lateral Collateral Ligament Stability by Using the Digital Telometer

Youl-Hun Seoung*

Dept. of Radiological Science, The Cheongju University*

요약 본 연구에서는 디지털 텔로메터를 이용하여 20 대 정상 남자와 여자 무릎 외측측부인대의 안정성에 대한 평가를 시행하고자 하였다. 지원대상자는 본 연구 목적에 동의하고 과거 무릎 관련 질병이 없는 정상 성인 31 명(남자 16 명, 21.1±1.5 세, 여자 15 명, 21.2±1.2 세)을 대상으로 하였다. 실험방법은 디지털 텔로메터를 이용하여 내측대퇴 경골관절간에 내반력의 힘을 가한 후 압통정도를 조사하였고 디지털 방사선영상에서 외측 무릎관절공간(JSW)을 측정하였다. 그 결과 무릎에 부하의 힘을 가하지 않은 상태에서의 남자그룹의 JSW는 5.60±0.76 mm, 여자그룹의 JSW는 5.05±0.55 mm로 유의한 차이를 보였다(p=0.022). 그러나 무릎에 부하의 힘을 가한 결과, 여자그룹이 남자그룹보다는 다소 더 넓었지만 통계학적으로 유의한 차이가 없다(p>0.05). 무릎에 부하의 힘을 가할 때 남녀 모두 약 17~19 daN에서 압통을 느꼈다. 이 결과는 향후 디지털 텔로메터를 이용한 무릎 관절 외측측부인대의 안정성 검사 시 유용할 것으로 사료된다.

주제어 : 디지털 텔로메터, 내반력, 외측측부인대, 안정성

Abstract The purpose of the study was to evaluation of the knee lateral collateral ligament (LCL) stability of normal males and females in twenties by using digital telometer. The volunteer subjects agreed the research goal and were 31 normal adults(16 male: 21.1±1.5 years, 15 female: 21.2±1.2 years) who have not got any illness regarding their knee. X-ray images were taken varus stress on medial femorotibial joint space using by digital telometer, and grade of pain was surveyed. We measured the joint space width (JSW) in the digital radiology. As a result, the JSW of male group were 5.60±0.76 mm and JSW of female group were 5.05±0.55 mm (p=0.022) on the neutral state of the knee. Based on the result of varus stress on the knee, female group showed much widen than male group but it was not significant difference (p>0.05). When increased varus stress on the knee, all groups were felt pain from 17 daN to 19 daN. The result could be valuable when the varus stress on the LCL by using the digital telometer.

Key Words : Digital telometer, Varus stress, Lateral collateral ligament, Stability

Received 11 January 2013, Revised 7 May 2013

Accepted 20 May 2013

Corresponding Author: Youl-Hun Seoung(The Cheongju University)

Email: radimage@cju.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

무릎의 외측측부인대는 대퇴골외상과(lateral femoral epicondyle)에서 기시하여 비골골두(fibular head)에 부착된다. 이는 등근 건(tendon)모양으로 슬관절이 신전(extension)된 상태에서 내반력(varus stress)에 대하여 주된 외측 안정성을 담당한다. 이 외에 무릎관절의 외측 안정성에 관여하는 구조물은 장경대(iliotibial band), 대퇴이두건(biceps femoris tendon) 그리고 슬와건(popliteus tendon)이 있으며 이들을 외측사중 복합체(quadruple complex of nicholas)라고 한다[1]. 그러나 인대의 손상은 무릎관절의 심한 불안정성과 관절연골의 손상을 초래하여 심한 장애를 만들 수 있다[2,3]. 특히 외측측부인대 손상은 족부가 땅에 서있는 상태에서 슬관절의 내측부에 직접적인 힘이 가해질 때 손상된다[4]. 그러나 외측측부인대는 내측측부인대보다도 강인하여 손상빈도가 적고 다른 인대 손상(전, 후방 십자 인대 등)과 동반하며 비골신경(peroneal nerve)의 손상도 초래하지만 안정성 평가 관련 연구는 미흡하다[5]. 최근에는 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)를 이용하여 평가하기도 하지만 고가의 비용과 만성 불안정성 환자에서는 진단율이 낮은 단점이 있다[6,7]. 따라서 비교적 저비용인 단순 방사선영상검사가 오래 전부터 정량적 평가법으로 이용되어 왔다. X-선을 이용한 무릎 방사선영상은 뼈의 밀도와 원자번호가 외측사중 복합체를 포함한 연부조직보다 높아 생기는 X-선의 감약차이로 주로 골 조직이 영상화된다. 따라서 무릎관절사이에 존재하는 연골 등은 빈 공간으로 보이는데 이 공간의 크기로 무릎의 퇴행성과 안정성 여부를 진단하기도 한다[8]. 단순 방사선영상 검사에서 외측측부인대의 안정성 평가는 검사자들이 양 무릎 상부에 단단한 지지체를 대고 대퇴부를 끈으로 묶어서 고정시키고 양발목을 잡아 내부로 밀어내는 내반력 부하를 시행하여 외측 측부 인대 손상을 평가하였다[9]. 그러나 이 방법은 검사자가 피폭되는 단점과 시행하는 검사자에 따라 다른 결과를 가져올 수 있어 일반화하는데 문제점이 있다. 따라서 검사가 용이하고 비침습적이며 객관적인 평가를 얻기 위해 디지털 텔로메터(digital telometer) 또는 텔로스(Telos device)라는 스트레스 장비를 도입하여 인대손상 평가를 하고 있다[10]. 이러한 방법은 정량적인 힘을 동일하게 양측 무릎에 일괄적으로 부여할 수 있고 의료진의 피로도 피할 수 있다. 하지만

수행된 많은 논문에서는 15 daN의 힘을 일괄적으로 주고 있었다[10,11]. 이는 무릎근육이 크고 강인한 사람은 기존의 15 daN의 힘을 가해도 손상된 인대에 주는 영향이 적어 안정성 평가에 한계가 있음을 임상적 경험으로 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 가장 신체적 활동이 왕성하고 건강한 20 대 성인의 남자와 여자를 기준으로 디지털 텔로메터를 이용하여 무릎 관절 외측측부인대의 안정성에 대한 평가를 시행하였다. 그리고 최적의 무릎 외반력에 대한 부하력을 찾아 기초자료로 제시하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 대상 및 검사장비

<Table 1>과 같이 본 연구를 위해 지원한 젊은 남자 16 명과 여자 15 명을 대상으로 2012년 6월부터 10월까지 수행하였다. 이들은 과거에 무릎 관련한 질병이 없는 자들로 연구 목적을 이해하고 동의하였다.

<Table 1> General characteristics

Sex	n	Age(years)	Weight(kg)	Height(cm)
male	16	21.1 ± 1.5	63.1 ± 18.5	171.2 ± 3.5
female	15	21.2 ± 1.2	44.3 ± 6.1	157.4 ± 2.1

검사장비로는 압력교정을 마친 디지털 텔로메터(DST-1000, Daiseung medical co., Korea)를 이용하였다. 이 장비의 구성은 [Fig. 1]과 같이 2 개의 지지대(counter-support)가 “ㄷ” 모양의 프레임(frame) 바깥쪽에 위치하고 있어 대퇴부와 종아리를 고정해 준다. 그리고 디지털 압력바(pressure device)가 대퇴경골관절공간(medial femorotibial joint space)에 인장강도를 나타내는 daN (deca-newton) 단위로 힘을 가할 수 있도록 되어 있다. 영상 획득은 디지털 방사선영상기기(CXDI, Cannon, Japan)를 이용하였다. 얻어진 영상자료는 디지털 표준의 료영상(digital imaging and communications in medicine, DICOM) 파일로 획득하였으며, 저장과 전송은 의료영상저장전송시스템 (picture archiving and communication system, PACS)을 이용하였다.

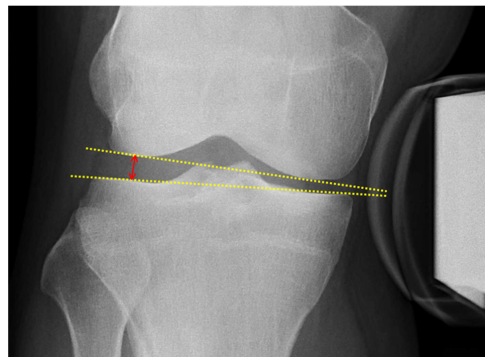


[Fig. 1] The telometer for the forced lateral stress radiographs of the femorotibial joint

2.2 검사 및 측정방법

검사방법은 Tallroth와 Lindholm[10]이 시행한 내측측 인대에 대한 안정성 평가방법을 외측측부인대에 적용하였다. 지원대상자는 검사대 위에서 누운 상태에서 단독 외측측부인대의 안정성을 평가하기 위해 무릎을 신전(extension)하고 무릎뼈(patella)는 정면을 향하게 놓는다. 그런 다음 디지털 텔로메터를 이용하여 오른쪽 무릎 외측측부인대 내반력 부하 검사를 시행하였다. 2 개의 지지대는 대퇴경골관절공간에서 상하 20 cm에 위치한 후 부하를 11 daN에서 1 daN씩 증가하여 가한 후 최대 통증을 느끼는 내반력까지 각각의 상태에서 방사선영상을 획득하였다. 이때 지원대상자들의 피로를 줄이기 위해 방사선 범의 조사야를 15 × 15 cm로 최소화하고 발생조건도 46 kVp, 5 mAs로 최소 조건으로 설정하였으며 지원대상자 모두 방사선차폐복을 입고 시행하였다. 무릎 관절 외측측부인대의 안정성 평가는 부하가 없을 때의 방사선영상과 부하가 있을 때의 방사선영상을 PACS Clinic Viewer(G3, Infinitt Healthcare, Korea)에서 디지털 카리퍼(digital caliper)를 사용하여 측정하였다. [Fig. 2]와 같이 양측 대퇴골의 관절구(femoral condyles)의 가장 튀어나온 부분에서 선을 긋고 이 선에서 수직으로 경골 고평부(plateau)까지의 거리(joint space width, JSW)를 3 명이 측정하였다[12]. 또한 지원자들이 외측측부인대에 내반력을 가하여 느끼는 통증정도를 5 단계(무압통 1 단계, 무압통지속 2 단계, 압통유발 3 단계, 압통지속 4

단계, 강한압통 5 단계)로 조사하였다. 그리고 압통의 지속성을 없애기 위해 1 회 조사 후 10 분간 휴식을 취한 후 다음 검사를 실시하였다. 최종 획득하고자한 결과 값은 남자그룹과 여자그룹에서 가해진 내반력에 의한 JSW 값과 압통단계에 따른 내반력의 힘 크기이다.



[Fig. 2] Measurement of the width of the femorotibial joint space(arrow). The treatment of the digitized image provides a precise delineation of the bone edges.

2.3 통계적 분석

수집된 데이터는 SPSS software (SPSS 15.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA)로 통계학적 분석을 실행하였다. 3 명 평가자들의 평가 일치도를 분석하기 위해 급내 상관계수(Intra-Class Correlation, ICC)를 이용하여 단일 측도가 최소 0.8 이상의 값과 p 값이 0.05 보다 작을 때 일치한다고 분석하였다. 이 때 평가자들이 측정 한 젊은 남, 여 성인 두 그룹에 대한 JSW의 평균값과 내반력에 대한 압통의 척도를 비교하기 위해 Mann-Whitney 검정으로 분석하였고 p 값이 0.05 보다 작게 나오면 그룹들 사이에 유의한 차이가 있다고 분석하였다.

3. 결과

3.1 방사선영상 평가자 일치도

<Table 2>은 3 명의 평가자간 일치도에 대한 급내 상관계수 결과로 남, 여 모두 단일 측도가 각각 0.929, 0.924로 분석되었고 p 값도 0.05 보다 작게 측정되어 평가자 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

<Table 2> Interobserver intra-class correlation of on knee varus stress radiographs

Observer	male		female	
	single measure	p-value	single measure	p-value
1				
2	0.929	0.001	0.924	0.001
3				

3.2 성별에 따른 무릎 관절 외측측부인대의 안정성에 대한 비교

무릎에 부하의 힘을 가하지 않은 상태에서의 남자 JSW는 5.60 ± 0.76 mm, 여자 JSW는 5.05 ± 0.55 mm으로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p = 0.022). 그러나 남녀 모두 같이 무릎에 부하의 힘을 11 daN에서 21 daN까지 가한 결과, JSW가 남자는 7.81 ± 1.59 mm에서 9.42 ± 1.78 mm까지 증가하였고, 여자는 7.83 ± 0.93 mm에서 9.89 ± 0.92 mm 까지 증가하여 남자보다는 다소 더 넓었지만 남, 여 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없었다<Table 3>.

<Table 3> Comparison of differences on knee varus stress radiographs by sex (Mann-Whitney U-test)

daN	JSW (mm) (mean ± SD)		p-value
	male (n = 16)	female (n = 15)	
0	5.60 ± 0.76	5.05 ± 0.55	0.022
11	7.81 ± 1.59	7.83 ± 0.93	0.968
12	8.03 ± 1.61	8.19 ± 0.87	0.693
13	8.36 ± 1.73	8.44 ± 0.83	0.812
14	8.52 ± 1.62	8.69 ± 0.86	0.782
15	8.59 ± 1.61	8.85 ± 0.88	0.580
16	8.77 ± 1.62	9.01 ± 0.82	0.580
17	8.95 ± 1.62	9.18 ± 0.86	0.594
18	9.15 ± 1.63	9.33 ± 0.90	0.797
19	9.23 ± 1.69	9.52 ± 0.92	0.553
20	9.35 ± 1.70	9.71 ± 0.94	0.514
21	9.42 ± 1.78	9.89 ± 0.92	0.378

3.3 내반력에 따른 무릎 압통의 성별 비교

<Table 4>은 외측측부인대 안정성 평가를 위해 시행한 내반력의 압통 정도를 조사한 결과이다. 남녀 모두 11 daN에서는 아무 느낌이 없었으며, 압통유발도 남녀 모두 유의한 차이 없이 약 17 daN 내외에서 시작되었다(p =

0.498). 압통지속은 약 19 daN에서 남녀 모두 유의한 차이 없이 유발되었다(p = 0.734). 강한 압통은 약 21 daN에서 남녀 모두 유의한 차이 없이 유발되었다(p = 0.303).

<Table 4> Comparison of an oppressive pain on sex by using digital telometer

Grade	male (daN)	female (daN)	p-value
1*	11.00 ± 0.00	11.00 ± 0.00	1.000
2**	14.01 ± 1.87	14.90 ± 1.86	0.159
3***	16.90 ± 2.07	17.35 ± 2.08	0.498
4****	19.40 ± 2.37	19.15 ± 2.25	0.734
5*****	21.75 ± 2.86	20.85 ± 2.58	0.303

* No Pain, ** No Continuous Pain, *** Induced Pain, **** Continuous Pain, ***** Strong Pain

4. 고찰

외측측부인대는 손상의 빈도 수가 적고 단독손상은 매우 드물다. 따라서 전, 후방 십자 인대 손상 시 동반하여 발생한다[13,14]. Stäubli와 Birrer[15]는 전방십자인대 손상 환자의 95%에서 외측측부인대의 이상소견이 있으며 전방십자인대 재건술의 실패 요인 중 진단이 누락되어 치료되지 않은 외측측부인대의 동반손상이라는 발표를 하면서 반드시 확인해야 할 손상으로 강조하기도 했다. 이 구조의 손상에 대한 일반적인 이학적 검사법으로는 보행, 시진, 전후방 전위, 경골 외회전 검사, 후외방 전이 검사, 외회전 전방 검사 등이 있다[16]. 그러나 이러한 검사들은 의료진의 정성적 평가이어서 확진에는 한계가 있다[17]. 따라서 최근에는 디지털 텔로미터를 이용하여 JSW이 얼마 벌어지는 정도로 무릎의 외측측부인대의 안정성을 평가한다. 그러나 인종과 성별, 연령대 등에 따라 가해지는 부하의 힘을 차등해야 하지만 선행된 많은 논문에서는 15 daN의 힘을 동일하게 주고 있었다[10,11] 또한 선행된 연구들은 사체를 대상으로 무릎관절의 외측측부인대 불안정성을 실험하였기 때문에 임상에 적용하는데 한계점이 있다[18].

본 연구에서는 외측측부인대의 단독 평가를 위해서 무릎을 최대한 신전(extension)하여 주변 인대의 영향을 최소화하였다. 또한 내반력이 정확하게 대퇴골관절공간에 가해질 수 있도록 디지털 방사선영상으로 확인하였다. 큰 내반력이 가해질 때는 대퇴골과 경골이 검사대와

평행이 되지 못하고 위로 솟아올 수가 있는데 이때는 고정 밴드로 압박하여 최대한 검사대와 평행이 되게 하여 JSW 측정에 오류가 없게 하였다. 그 결과, 내반력의 부하가 없는 경우 20 대의 정상 남자의 JSW는 약 5.6 mm, 여자는 약 5.1 mm로 측정되었다. 이는 외측 반월상 연골의 두께라고 추정해도 무방할 것이다. 최종혁 등[19]이 연구한 MRI에서 측정된 한국인 외측 반월상 연골크기는 6.47 ± 0.86 mm를 제시하고 있는 것과는 다소 차이가 있지만 이 연구에서도 실측치에 대한 추가 연구를 요구하고 있었으며 이는 검사장비의 물리적인 특성 차이로 추정된다. 또한 무릎관절에 내반력의 부하를 가한 안정성 평가 결과에서 가해지는 힘이 증가할수록 JSW는 남자, 여자 그룹 모두 유의한 차이 없이 증가했지만 여자 그룹이 남자 그룹보다 다소 더 증가한 것은 외측측부인대가 더 유연한것이기 때문이라고 판단된다. 그러나 무릎에 부하의 힘을 가할 때 압통은 남녀 모두 17 daN과 19 daN 사이에서 느끼고 있었으며 21 daN 이상에서는 강한 압통을 호소하였다. 이는 외측측부인대의 생역학적인 인장강도 성질이 남, 여 모두 비슷하다는 반증으로 보인다. 그러나 본 연구에서는 내반력의 크기를 성별로 비교하기 위해 남녀 모두 측정된 21 daN까지만 기록하였지만 일부 남자의 경우에는 22 daN 이상의 힘에서 내반력을 견디는 사례도 있었으며 이 중 최대 28 daN까지도 견디는 사례도 있었다. 그러나 일부 여자의 경우에는 21 daN 이전에 최대 내반력을 느끼는 사례가 있었으며 최대 24 daN까지 견디는 사례도 있었다. 따라서 외측측부손상이 있는 환자인 경우에는 남녀 모두 최대 17~19 daN 범위 이상의 부하를 가해서는 안 될 것이다. 특히, 20 대 성인 남녀 대상의 외측측부인대 내반력 검사 시 기존의 15 daN보다 2 daN에서 4 daN이 상향된 힘을 부여해도 무방할 것이다.

무릎관절의 내측측부인대의 안정성 평가에서 JSW가 반대측 정상 무릎과 비교하여 3~5 mm 이면 Grade I, 6~10 mm 이면 Grade II, 10 mm 이상이면 Grade III으로 평가하는 것으로 보고되고 있다[20,21]. 하지만 외측측부인대는 내측부위인대보다도 강인하여 손상빈도가 적어서 환자군과 비교하지 못한 점과 다양한 연령대에 대한 비교하지 못한 점이 본 연구의 제한점이며 이는 향후 본 연구결과를 토대로 진행되어야 할 것이다.

5. 결론

디지털 텔로메터를 이용하여 20 대 정상 성인 무릎 관절 외측측부인대의 안정성에 대한 방사선영상학적 평가를 시행한 결과, 무릎에 부하의 힘을 가하지 않은 상태에서의 남자의 JSW는 5.60 ± 0.76 mm, 여자의 JSW는 5.05 ± 0.55 mm로 유의한 차이를 보였다($p = 0.022$). 그러나 무릎에 부하의 힘을 가한 결과, 여자가 남자보다는 다소 더 넓었지만 남, 여 모두 통계학적으로 유의한 차이가 없다($p > 0.05$). 또한 정상 성인 무릎 관절 외측측부인대의 안정성은 17~19 daN까지는 큰 무리가 없어 보인다. 이 결과는 향후 디지털 텔로메터를 이용한 무릎 관절 외측측부인대의 안정성 검사 시 유용할 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the research grant of Cheongju University in 2013-2014.

REFERENCES

- [1] A. Harilainen, Evaluation of knee instability in acute ligamentous injuries. *Ann Chir Gynaecol*. Vol. 76, No. 5, pp. 269-273, 1987.
- [2] J. C. Hughston, J. R. Andrews, M. J. Cross, A. Moschi, Classification of knee ligament injuries. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am*, Vol. 58, No. 2, pp. 173-179, 1976.
- [3] D. C. Wascher, J. D. Grauer, K. L. Markoff, Biceps tendon tenodesis for posterolateral instability of the knee. An in vitro study. *Am J Sports Med*, Vol. 21, No. 3, pp. 400-406, 1993.
- [4] Seung-II Bin, Tae-Seok Nam, Ji-Hyun Ahn, Kwang-Whan Jung, Conservative Treatment of the Knee Injury and Pain. *J. of Korean Orthop. Soc. Sports Med*, Vol. 3, No. 2, pp. 107-110, 2004.
- [5] J. C. DeLee, M. B. Riley, C. A. Rockwood, Jr., Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *Am J Sports Med*, Vol. 1, No. 4, pp. 199-207, 1983.
- [6] G. Ross, A. W. Chapman, A. R. Newberg, A. D. Scheller, Magnetic resonance imaging for the

- evaluation of acute posterolateral complex injuries of the knee. *Am J Sports Med*, Vol. 25, No. 4, pp. 444-448, 1997.
- [7] L. Yao, D. Dungan, L. L. Seeger, MR imaging of tibial collateral ligament injury: comparison with clinical examination. *Skeletal Radiol*. Vol. 23, No. 7. pp. 521-524, 1994.
- [8] E. Vignon, M. Piperno, M. P. Le Graverand, Measurement of radiographic joint space width in the tibiofemoral compartment of the osteoarthritic knee: comparison of standing anteroposterior and Lyon schuss views. *Arthritis Rheum*. Vol. 48, No. 2, pp. 378-384, 2003.
- [9] M. Sawant, A. N. Murty, J. Ireland, Valgus knee injuries: evaluation and documentation using a simple technique of stress radiography. *The Knee*, Vol. 11, No. 1, pp. 25-28, 2004.
- [10] K. Tallroth, T. S. Lindholm, Stress radiographs in the evaluation of degenerative femorotibial joint disease. *Skeletal Radiol*. Vol. 16, No. 8, pp. 617-620, 1987.
- [11] T. M. Jung, C. Reinhardt, S. U. Scheffler, A. Weiler, Stress radiography to measure posterior cruciate ligament insufficiency: a comparison of five different techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Vol 14, No. 11, pp. 1116-1121, 2006.
- [12] K. Jacobsen, Stress radiographical measurement of the anteroposterior, medial and lateral instability of the knee joint. *Acta Orthop Scand* Vol. 47, No. 3, pp. 335-334, 1976.
- [13] J. C. Hughston, K. E. Jacobson, Chronic posterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg*, Vol. 67, No. 3, pp. 351-359, 1985.
- [14] Y. Krukhaug, A. Molster, A. Rodt, T. Strand, Lateral ligament injuries of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, Vol. 6, No. 1, pp. 21-25, 1998.
- [15] H. U. Staubli, S. Birrer, The popliteus tendon and its fascicles at the popliteal hiatus: gross anatomy and functional arthroscopic evaluation with and without anterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy*, Vol. 6, No. 3, pp. 209-220, 1990.
- [16] Jin-Goo Kim, Duck-Kyu Kim, Current Concept of Treatment of Posterolateral Instability of the Knee, *Inje medical journal*, Vol 26, No. 1, pp. 11-31, 1990.
- [17] Jung-Man Kim, Soo-Keun Kim, Won-Jong Bahk, Pitfalls in Interpretation of Physical Tests of Knee Ligament Injury. *J. of Korean Orthop. Assoc*, Vol 22, No. 1, pp. 131-139, 1987.
- [18] R. F. LaPrade, C. Heikes, A. J. Bakker, R. B. Jakobsen, The reproducibility and repeatability of varus stress radiographs in the assessment of isolated fibular collateral ligament and grade-III posterolateral knee injuries. An in vitro biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am*. Vol 90, No. 10, pp. 2069-2076, 2008.
- [19] Chong-Hyuk Choi, Jeong-Gil Lee, Woo-Suk, Song, Comparison of the Pollard Method and the MRI Dimensions for Meniscal Sizing in Koreans. *J. of Korean Orthop. Assoc*, Vol. 42, No. 6, pp. 743-749, 2007.
- [20] M. S. Bahk, A. J. Cosgarea, Physical examination and imaging of the lateral collateral ligament and posterolateral corner of the knee. *Sports Med Arthrosc*. Vol. 14, No. 1, pp. 12-19, 2006.
- [21] P. Phisitkul, S. L. James, B. R. Wolf, A. Amendola, MCL injuries of the knee: current concepts review. *Iowa Orthop J*. Vol. 26, pp. 77-90, 2006.

성 열 훈(Seoung, Youl Hun)



- 2002년 2월 : 가톨릭대학교 정보통신공학 (공학사)
- 2005년 8월 : 가톨릭대학교 일반대학원 컴퓨터공학 (공학석사)
- 2010년 8월 : 가톨릭대학교 일반대학원 의물리공학 (이학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 청주대학교 방사선학과 조교수
- 관심분야 : 디지털방사선영상학, 디지털 3 차원 의료영상, 디지털의료영상전송저장시스템.
- E-Mail : radimage@cju.ac.kr