

<원저>

슬대퇴관절의 Merchant View에서 중심 X선 위치에 따른 일치각 평가

김현진¹⁾·주영철²⁾·최재호³⁾·임우택¹⁾¹⁾건국대학교병원 영상의학과·²⁾삼성서울병원 영상의학과·³⁾안산대학교 방사선과

Assessment of Congruence Angle according to the Central X-ray in the Merchant View of Patellofemoral Joint

Hyun-jin Kim¹⁾·Yeong-chul Joo²⁾·Jae-ho Choi³⁾·Woo-taek Lim¹⁾¹⁾Department of Radiology, Konkuk university medical center²⁾Department of Radiology, Samsung medical center³⁾Department of Radiological Technology, Ansan university

Abstract The Precise measurement of the knee's Congruence angle is required for diagnosis of patella dislocation. The purpose of this study is to consider the distortion diagram and usefulness about the test of the bilateral side and one side through the evaluating congruence angle from Merchant view of patellofemoral joint to central X-ray. We've evaluated the sulcus angle and Congruence angle following central X-ray's changes when we took Merchant view of patellofemoral joint aimed to right lower limb from human whole body phantom. The subject of the evaluation was classified as normal group and varus group, and the varus group has experimented with External rotation of legs as 15° and 30°. When normal groups result as 0, 7.5, 15 cm, it was measured as 17.25 ± 1.34°, 19.60 ± 1.41°, 20.55 ± 1.77° each. The gap between minimal and maximum angle was 3.3°, and the value was shown as getting bigger when it further away from the central X-ray. When Congruence angle in 15° varus group was 0, 7.5, 15 cm, it was each 16.45 ± 1.34°, 17.10 ± 0.99°, 17.80 ± 1.13°. And when Congruence angle in 30° varus group was 0, 7.5, 15 cm, it was measured each 18.35 ± 1.63°, 18.95 ± 1.06°, 19.60 ± 1.41°. The difference between minimum and maximum of angle in 15° varus group and 30° varus group was each 1.35° and 1.25°, the angles have shown as increasing the further away from the center. The patellofemoral joint showed that the congruence angle increases as the further away from Central X-ray, and also it is judged that is possible to change the congruence angle by a degree of varus knee. Thus, accurate measurement of the congruence angle is shown to advantage that methods for examining by split each side at two times than methods for examining both sides at a time. Therefore, it is expected to helpful on the diagnostic side of patella dislocation and subluxation.

Key Words : Patellofemoral joint, Congruence angle, Patella, Central X-ray, Knee

중심 단어 : 슬대퇴관절, 일치각, 슬개골, 중심 X선, 무릎

I. 서론

현대인들의 소득 향상과 함께 여가 생활을 즐기기 위한 스포츠 활동이 증가하고 있으며, 더불어서 발목이나 무릎 등 하지관절 질환의 발생이 증가하고 있다[1]. 특히 다른 관

절에 비해 체중 부하가 높은 슬대퇴관절(Patellofemoral Joint)의 손상 비율이 상당 부분을 차지하고 있다. 스포츠로 인한 질환뿐만 아니라 고령화 및 잘못된 자세는 슬대퇴관절 내측부의 협착과 같은 퇴행성 질환을 유발시키기도 한다 [2]. 또한 하지 정렬 축의 변형으로 인하여 변형성 슬관절증

Corresponding author: Woo-Taek Lim, Department of Radiology, Konkuk university hospital, 120-1, Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul, 05030, Republic of Korea / Tel: +82-2-2030-5504 / E-mail: y4769@nate.com

Received 6 November 2019; Revised 3 December 2019; Accepted 24 December 2019

Copyright ©2019 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

(Osteoarthritis of knee joint)이 생길 수 있다[3]. 변형성 슬관절증은 무릎 변형에 의한 지나친 무게 및 관절연골의 퇴행변성에 의하여 발생하는 질병으로서, 하지의 역학적 축(Mechanical axis)은 내측으로 0~3°이내가 정상범위이며 해부학적 축(Anatomical axis)은 역학적 축에 대해 5~7°에서 정상범위를 갖는다[4].

관절연골의 마모 상태나 대퇴골과 경골의 축관계를 조사하는 데에는 한 쪽 다리로 선 자세에 의한 체중부하(Weight bearing) 검사 방법과 접선 축방향 검사(Tangential axial projection)가 유용하다[5]. 슬대퇴관절을 검사하는 접선 축방향 검사 방법에는 Knutsson method, Merchant method, Settegast method, Hughston method 등이 있다. 이 중 Settegast method와 Hughston method는 슬개골에 하중이 가해지기 때문에 골절 유무나 탈구 유무의 검사에는 적합하지 않다[6].

슬관절 손상이 의심되는 환자에서는 슬대퇴관절의 관절면 및 슬개골 종축 검사가 필요하며 보편적 검사 방법으로 Knee merchant view가 이용되고 있다[7]. Merchant view는 대표적인 슬대퇴관절 검사 방법으로 슬개골의 반측면상과 아탈구 및 탈구 정도를 진단하고 슬대퇴관절의 표면과 형태를 묘사하기 위해 시행한다[8]. Merchant view 검사를 통하여 슬개골의 탈구 및 아탈구를 판단하는 중요한 척도인 일치각(Congruence angle)과 구각(Sulcus angle)을 측정할 수 있다. Merchant view 검사 시 양쪽(Both)을 모두 검사하는 경우, 각 병원 특성에 따라 양쪽을 동시에 검사하거나 한 쪽씩(Right or Left) 두 번에 나누어 검사하기도 한다. 한 쪽씩 검사하는 경우 영상의 왜곡을 최소화 할 수 있지만 두 번의 검사로 인해 피폭이 증가하며, 양측 검사의 경우 중심에서 멀어짐에 따른 일치각의 변화가 있을 것으로

예상된다.

따라서 본 연구는 슬대퇴관절의 Merchant view에서 중심 X선 위치에 따른 일치각을 평가함으로써, 양쪽 검사와 한쪽 검사의 왜곡도 및 유용성에 대하여 고찰하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 실험 대상 및 장비

실험은 Canon X-ray DR System (CXDI-701C Wireless, Canon Inc., Kanagawa, Japan)을 사용하여, 인체 팬텀(Whole body phantom PBU-60, Kyoto Kagaku Inc., Kyoto, Japan)의 슬관절(Knee Joint) 및 슬개골(Patella)이 포함된 우측 하지 부분(Part of right lower-leg)을 이용하였다(Fig. 1a).

2. 측정 방법

Merchant 검사 고정 장치에 하지 팬텀을 위치시키고 대퇴골(Femur)과 경골(Tibia)의 각도는 45°로 유지하였다. 촬영은 다리의 장축이 회전되지 않은 정상군(Normal group)과 슬대퇴관절의 내측이 좁아져 Varus화 된 형태(내반군; Varus group)를 가정하여 팬텀을 우측으로 회전하며 측정하였다.

먼저, 정상군의 촬영을 위해 대퇴골의 내측 상과(Medial femoral condyle)와 외측 상과(Lateral femoral condyle)는 수평으로 유지하였다. 중심 X선이 슬대퇴관절면을 수직으로 통과할 수 있도록 X선관의 각도는 수직면에서 다리쪽 60°로 설정하였다. 측정 조건은 65 kVp, 8 mAs로 고정하였

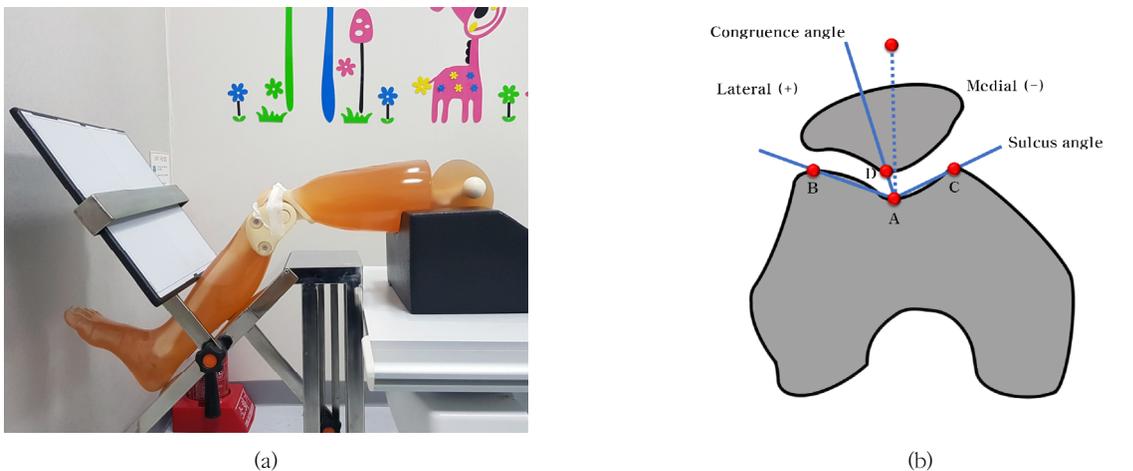


Fig. 1. Measurement of congruence angle and sulcus angle of the patellofemoral Joint (b) in the part of right leg for merchant view (a)

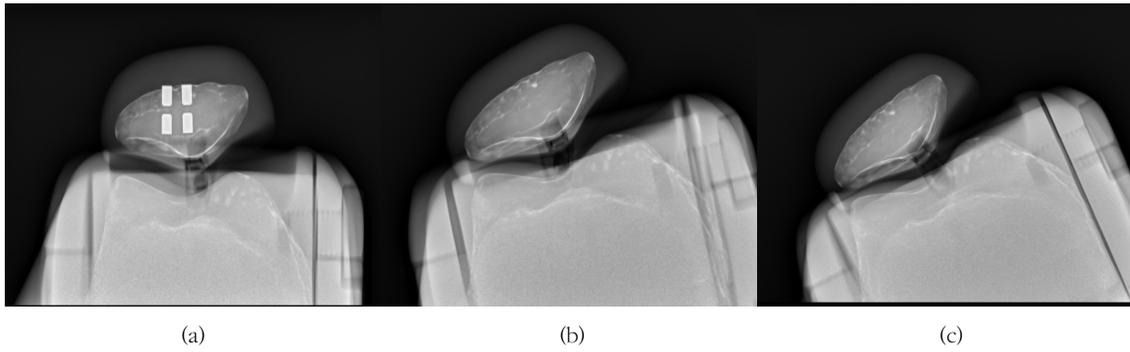


Fig. 2. X-ray images of normal group (a), 15° varus group (b) and 30° varus group (c) in the merchant view

으며, 초점-영상면 사이 거리(Source to image-receptor distance, SID)는 150 cm로 하였다.

중심 X-선 변화에 따른 슬개골 및 슬개퇴관절의 변화에 대하여 알아보기 위해 팬텀을 고정된 상태로 X-선관을 0 cm, 7.5 cm, 15 cm 만큼 내측으로 이동하여 30회 씩 촬영한 후 구각 및 일치각을 측정하였다(Fig 2).

내반군 촬영을 위해 수평면에서 대퇴골의 양측 상과를 이은 선이 이루는 각도를 15°, 30°로 설정한 후, 같은 방식으로 중심으로부터 0 cm, 7.5 cm, 15 cm 지점에 입사하여 일치각의 변화 여부를 알아보았다. 이하 명칭은 15° 내반군, 30° 내반군으로 정의하였다.

일치각은 슬개골과 대퇴 활차(Femoral trochlea) 관절면과의 관계로서, 이는 슬개골의 내외측간 위치에 의해 영향을 받는다. 대퇴골 활차의 가장 깊은 위치 A와 대퇴내과(Medial femoral condyle) 및 대퇴외과(Lateral femoral condyle)의 가장 높은 지점을 각각 B와 C라고 할 때 AB와 AC가 이루는 각을 구각(Sulcus Angle)이라고 한다(Fig 1b). 구각의 이등분선을 연결한 기준선과 슬개골의 관절능선(Articular ridge)의 가장 낮은 지점인 D와 대퇴 활차의 가장 낮은 점인 A를 이은 선 AD 사이에 일치각이 형성된다. 구각의 평균은 138 ± 6°이며 145°를 초과할 경우 비정상으

로 판단한다. 일치각의 평균은 -6 ± 11°이며 16°를 초과할 경우 비정상적으로 판단한다[9,10].

3. 자료 분석 방법

일치각의 측정에는 GE PACS (Picture archiving and communication system, Centricity, GE Healthcare, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 분석의 정확도를 높이기 위하여 임상 경력 15년 이상 방사선사 1명과 4년 이상 경력의 방사선사 1명이 측정 방법에 대한 이론적 고찰과 연습을 통하여 측정 방법을 공유하였으며, 실제 측정 시에는 맹검법(Blind test)을 사용하여 측정된 데이터에 대한 편향적 오류를 최소화하였다.

III. 결 과

정상군에서 구각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 143.95 ± 0.35°, 145.50 ± 0.57°, 145.90 ± 0.42°이었으며, 일치각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 17.25 ± 1.34°, 19.60 ± 1.41°, 20.55 ± 1.77°로 측정되었다(Table 1).

Table 1. Congruence angle and sulcus angle of normal patellofemoral joint [unit : degree]

		Measure 1	Measure 2	M ± SD
Sulcus angle	0 cm	143.70	144.20	143.95 ± 0.35
	7.5 cm	145.90	145.10	145.50 ± 0.57
	15 cm	146.20	145.60	145.90 ± 0.42
	M ± SD	145.27 ± 1.37	144.97 ± 0.71	145.12 ± 0.99
Congruence angle	0 cm	16.3	18.2	17.25 ± 1.34
	7.5 cm	18.6	20.6	19.60 ± 1.41
	15 cm	19.3	21.8	20.55 ± 1.77
	M ± SD	18.07 ± 1.57	20.20 ± 1.83	19.13 ± 1.92

M; mean, SD; standard deviation

Table 2. Congruence angle and sulcus angle in the varus alignment of patellofemoral joint [unit : degree]

		Measure 1	Measure 2	M ± SD	
Sulcus angle	VA 15°	0 cm	143.9	143.2	143.55 ± 0.49
		7.5 cm	144.4	143.0	143.70 ± 0.99
		15 cm	144.8	144.3	144.55 ± 0.35
		M ± SD	144.40 ± 0.45	143.00 ± 0.70	143.93 ± 0.71
	VA 30°	0 cm	143.9	143.50	143.70 ± 0.28
		7.5 cm	145.7	144.40	145.05 ± 0.92
		15 cm	146.0	144.60	145.30 ± 0.99
		M ± SD	145.70 ± 1.14	144.40 ± 0.59	144.68 ± 0.99
Congruence angle	VA 15°	0 cm	15.5	17.4	16.45 ± 1.34
		7.5 cm	16.4	17.8	17.10 ± 0.99
		15 cm	17.0	18.6	17.80 ± 1.13
		M ± SD	16.30 ± 0.75	17.93 ± 0.61	17.12 ± 1.09
	VA 30°	0 cm	17.2	19.5	18.35 ± 1.63
		7.5 cm	18.2	19.7	18.95 ± 1.06
		15 cm	18.6	20.6	19.60 ± 1.41
		M ± SD	18.00 ± 0.72	19.93 ± 0.59	18.97 ± 1.21

M; mean, SD; standard deviation, VA; varus alignment

구각과 일치각에서 최소각과 최대각의 차이는 각각 1.95°와 3.3°이었으며, 중심에서 멀어질수록 그 크기가 증가하는 것으로 나타났다.

15° 내반군에서 구각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 143.55 ± 0.49°, 143.70 ± 0.99°, 144.55 ± 0.35°이었으며, 30° 내반군에서 구각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 143.70 ± 0.28°, 145.05 ± 0.92°, 145.30 ± 0.99°로 측정되었다(Table 2). 15° 내반군과 30° 내반군에서 최소각과 최대각의 차이는 각각 1.0°와 1.6°이었으며, 중심에서 멀어질수록 그 크기가 증가하였다.

15° 내반군에서 일치각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 16.45 ± 1.34°, 17.10 ± 0.99°, 17.80 ± 1.13°이었으며, 30° 내반군에서 일치각은 0, 7.5, 15 cm일 때, 각각 18.35 ± 1.63°, 18.95 ± 1.06°, 19.60 ± 1.41°로 측정되었다. 15° 내반군과 30° 내반군에서 최소각과 최대각의 차이는 각각 1.35°와 1.25°이었으며, 중심에서 멀어질수록 그 크기가 증가하는 것으로 나타났다.

IV. 고 찰

슬관절은 골 구조상 불안정하기 때문에 정상적으로 운동이 이루어지고 외력에 견디기 위해서는 반드시 주위의 강한 인대(Ligament)와 근육(Muscle)의 지지가 필요하다

[11,12]. 슬관절에 강한 외력이 전달되면, 슬관절의 손상이 초래되고, 이는 다른 관절에서보다 중대한 기능 장애를 일으킨다[13].

슬관절의 손상이 의심되는 환자에서는 슬대퇴관절 및 슬개골 종축 검사가 필요하다[13]. Merchant view는 이를 위한 가장 보편적인 검사 방법이며, 대퇴골 활차의 각도 및 슬개골의 정확한 반측면상의 묘출을 통해 슬개골의 탈구 및 아탈구 등의 진단에 중요한 척도인 일치각을 측정할 수 있다[15,16].

본 논문은 중심에서 멀어짐에 따른 일치각 및 구각의 변화를 알아보려고 하였다. 실험은 정상군과 15° 내반군, 30° 내반군으로 나누어 일치각 및 구각의 변화 여부를 측정하였다.

측정 결과, 정상군, 15° 내반군, 30° 내반군 모두에서 슬대퇴관절과 중심 X선이 멀어질수록 구각은 증가하는 것으로 나타났다. 평균값으로 보았을 때, 구각은 정상군에서 145.12°로 가장 큰 값을 나타냈으며 15° 내반군, 30° 내반군에서 각각 143.93°, 144.68°로 측정되었다.

일치각 또한 X-선 중심에서 멀어짐에 따라 정상군, 15° 내반군, 30° 내반군 모두에서 증가하였다. 정상군에서 일치각은 19.13 ± 1.92°로 가장 큰 값으로 나타났으며 30° 내반군에서 18.97 ± 1.21°, 15° 내반군에서 17.12 ± 1.09°로 그 뒤를 이었다. 이는 본 논문에서 무릎의 내반된 상태를 인위적으로 구현해내기 위하여 팬텀의 슬개골을 외전(External

rotation)시킨 영향으로 보인다. 구각의 상태는 동일하나 슬개골이 외측으로 회전하면 일치각 기준선의 하나인 슬개골 관절능선 가장 아랫부분이 내측으로 더 가까워지기 때문에 일치각이 감소한 것으로 판단된다.

정상군에서 일치각의 최대각과 최소각의 차이는 3.3°로 측정되었다. 15° 내반군, 30° 내반군에서 최대각과 최소각의 차이는 각각 1.35°와 1.25°로 나타났다. 정상군을 기준으로 보았을 때, 중심에서 멀어질수록 일치각에서 3° 이상의 차이가 나타날 수 있음을 의미한다. 일치각은 슬개골의 탈구 및 아탈구의 기준으로 적용되므로, 3° 이상의 차이는 진단적 측면에서 일치각의 측정에 영향을 줄 수 있을 것으로 보여진다.

슬개골의 상태를 외전시켰기 때문에 정상군과의 직접적인 비교를 할 수는 없으나, 슬대퇴관절과 중심 X선이 멀어질수록 두 내반군 모두에서 일치각은 증가하는 양상을 보였고, 15° 내반군의 일치각에 비해 30° 내반군의 일치각이 큰 것으로 볼 때 내반된 정도에 따른 영향이 있는 것으로 판단된다. 슬개골의 정렬 상태가 동일했다면 정상군에 비해 내반된 정도에 따라 일치각은 증가했을 것으로 예상된다.

본 연구의 제한점으로는 인체를 대상으로 하지 아니하고 팬텀을 대상으로 하여 일치각을 정상 범위 내로 구현하지 못한 점, 팬텀을 이용함으로써 다양한 형태의 표본이 충분하지 못한 점 등을 들 수 있다.

V. 결론

결론적으로, 슬대퇴관절이 X선 중심에서 멀어짐에 따라 일치각은 증가하는 것으로 나타났으며, 무릎이 내반된 정도에 의해서도 일치각이 변화할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 양측을 한 번에 검사하는 방법에 비하여 편측을 각각 두 번에 나누어 검사하는 방법이 일치각의 정확한 측정에 유리할 것으로 보이며, 그에 따라 진단적 측면에서 슬개골의 탈구 및 아탈구의 정확한 판단에 도움이 될 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Uhm SY, Cho YK, Kang SJ. A study on the accuracy and convenience of imaging method using support device in knee joint lateral radiography. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2017;11(4):253-9.
- [2] Jack E. Experimental rupture of the medial collateral ligament of the knee. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1950;32(3):396-402.
- [3] McAlindon T, Cooper C, Kirwan J, Dieppe P. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1993;52(4):258-62.
- [4] Cherian J, Kapadia BH, Banerjee S, Jauregui, JJ, Issa K, Mont MA. Mechanical, anatomical, and kinematic axis in TKA: Concepts and practical applications. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2014;7(2):89-95.
- [5] McAlindon T, Cooper C, Kirwan J, Dieppe P. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1993;52(4):258-62.
- [6] Seoung YH. Usefulness evaluation of merchant auxiliary equipment of body type changing suitable for X-ray table integral type. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2013;14(6):2773-9.
- [7] Seo, SY, Han MS, Jeon MC, Yu SJ, Kim YK. The evaluation of usefulness new assistant device to observe posterior cruciate ligament rupture and patellofemoral joint injury in emergency patient. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2010;33(2):93-6.
- [8] Son SH, Kim SK. The evaluation of usefulness new assistant device to increase patient convenience and processes efficiency of radiographic procedures for merchant view. *Korean Journal of Digital Imaging in Medicine*. 2010;12(1):43-50.
- [9] Gould ES. Measurements and classifications in musculoskeletal radiology by simone waldt and klaus woertler, thieme munich, Germany. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2014;40(1):248-9.
- [10] Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *JBJS*. 1974;56(7):1391-6.
- [11] Orthopaedics fifth. The korean orthopaedic association; 1999:509.
- [12] Jeong JM, Jeong SB, Kim SH, Lee JH. Comparative evaluation of reproducibility of knee joint collateral-

- al ligament stress-radiogram using telometer, Journal of Radiological Science and Technology. 2018;41(6):539-43.
- [13] Chung YK, Lee KB, Young WK. A clinical study of traumatic dislocation of the knee joint: Analysis of 7 cases. Journal of the Korean Orthopaedic Association. 1986;21(4):703-8.
- [14] Son SH, Kim SK. The evaluation of usefulness new assistant device to increase patient convenience and processes efficiency of radiographic procedures for merchant view. The Korean Society for Digital Imaging in Medicine. 2010;12(1):43-50.
- [15] Urch SE, Tritle BA, Donald S. Axial linear patellar displacement: A new measurement of patellofemoral congruence. The American Journal of Sports Medicine. 2009;37(5):970-3.
- [16] Inoue M, Shino K, Hirose H, Horibe S, Ono K. Subluxation of the patella. Computed tomography analysis of patellofemoral congruence. The Journal of Bone and Joint Surgery. 1988;70(9):1331-7.

구분	성명	소속	직위
제1저자	김현진	건국대학교병원	방사선사
공동저자	주영철	삼성서울병원	방사선사
공동저자	최재호	안산대학교	교수
교신저자	임우택	건국대학교병원	방사선사