

## &lt;원저&gt;

# Merchant 검사 시 슬개대퇴관절 겹침 최소화를 위한 중심 X선 입사각에 대한 평가

고예원·주영철·김민석·고유림

삼성서울병원 영상의학과

## The Assessment of Tube Incidence Angle for Minimizing the Patellofemoral Joint Overlap Distance in Merchant View

Ko Ye-Weon·Joo Young-Cheol·Kim Min-suk·Go Yu-Rim

Department of Radiology, Samsung Medical Center

**Abstract** This study aimed to found out the effect of patellofemoral overlap distance by changing femur thickness and center X-ray angles in Merchant method images. Based on the femur thickness, it suggested tube angle minimizes overlap. It was conducted by Merchant method, a knee tangential view, and the image was obtained by changing the thigh thickness from 14 to 20 cm and the center ray angle from 60°, 57°, 55°. The images were measured by five researchers using a method of measuring the overlap, which was designed by them. The results showed at 60°, 57°, 55° angle, the patellofemoral overlap distance resulted in 0.47±0.66 to 20.89±0.65 cm, 2.26±0.28 to 15.73±0.62 cm, 1.39 ± 0.83 to 12.49 ± 0.37 cm. However, for 57° and 55°, no overlap in thickness under 14.5 and 14 to 15.5 didn't appear, it showed high correlation between femur thickness and overlap. The difference in the mean value of overlap in each group showed a statistically significant difference ( $p<0.01$ ), all were classified as independent groups in the post-hoc test. In all images, the patellofemoral overlap distance increased as the thickness increased, and at the average thickness of Korean men and women, overlap decreased when reducing center ray. When conducting Merchant tests on Koreans, it was suggested it would be useful to use 57° angle because it minimize the effects of overlap and intrusions of tibia.

**Key Words :** Knee tangential view, Merchant method, Patellofemoral joint, Femur thickness, Center X-ray angle

**중심 단어 :** 무릎 접선 측방향검사, Merchant 검사법, 슬개대퇴관절, 허벅지두께, 중심 X선 입사각도

## 1. 서 론

무릎(knee)은 인체에서 가장 큰 관절로, 대퇴골(femur), 경골(tibia) 및 슬개골(patella)로 구성되며, 경대퇴관절(tibiofemoral joint)과 슬개대퇴관절(patellofemoral joint)로 구분할 수 있다. 무릎관절(knee joint)은 구조상 불안정한 해부학적 특성으로 인해 교통사고, 스포츠 손상, 추락 등의 외력에 의해 골, 인대, 반월상 연골 손상 등이 빈번하게 발생하며[1-3], 무릎관절의 다양한 외상성 질환 진단 및

평가에 이용되는 영상의학과적 검사는 전·후 검사(knee anteroposterior projection), 측면 검사(lateral projection), 과간와검사(intercondyloid fossa projection)와 슬개골 접선 측방향 검사 (tangential projection of patella) 등이 있다[4, 5].

슬개골 접선 측방향 검사는 관절의 마모 및 대퇴골과 경골의 축 관계 파악에 유용하고, 체중 부하가 큰 슬개대퇴관절의 손상을 판단하는데 필수적이다[6]. 이 검사는 Hungerford and Ficat이 최초로 제안했다. 그들은 슬개대

Corresponding author: Joo Young-Cheol, Department of Radiology, Samsung Medical Center, 81, Irwon-Ro, Gangnam-gu, Seoul, 06351, Republic of Korea / Tel: +82-2-3410-2535 / E-mail: skulljoo@naver.com

Received 21 May 2020; Revised 12 June 2020; Accepted 23 June 2020

Copyright ©2020 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

퇴관절을 관찰하기 위해 엎드린 자세에서 무릎을 30~90° 구부려, 무릎 굴곡각에 따라 검사하는 Settgast method를 이용하였다[7, 8]. 그 후, Knutsson, Merchant, Hughston 등이 다양한 검사법을 제안했지만[8], 슬개골과 대퇴골 사이의 정상 관계를 측정하는데 더욱 유리한 Merchant 검사법이 현재 여러 의료기관에서 유용하게 사용되고 있다[9].

Merchant 검사법은 환자가 검사대에 바로 누운 자세에서 무릎을 45° 구부리고, 중심 X선을 발쪽 방향으로 60° 입사하여 무릎관절의 축방향 영상을 획득한다[5]. 하지만 대퇴골과 테이블의 수평유지 실패 시, 슬개대퇴관절의 간격 변화, 허벅지근육의 슬개대퇴관절 침범, 슬개골의 변형 등의 문제가 발생할 수 있으며, 이는 질환 진단을 방해할 수 있다. 이 검사법은 1970년대 서양인을 기준으로 만들어졌으며, 한국인과 서양인의 엉덩이와 허벅지의 두께 차이로 대퇴골과 테이블의 수평을 맞추는데 어려움이 발생한다. 그래서 일부 임상에서는 대퇴골과 테이블의 수평 조건을 맞추기 위해 테이블의 높낮이를 조정하는 방법을 사용하고 있다. 하지만, 테이블 높낮이 조절은 방사선검사 장비의 특성상 일관적인 높이 조절이 어렵고, 방사선사의 주관적 요소 개입으로 객관적인 영상 구현에 어려움을 초래할 수 있다.

이에 본 연구에서는 Merchant 검사 시 진단적 가치가 높은 영상 구현을 위해, 중심 X선 입사각도 별 허벅지 두께 변화에 따른 슬개대퇴관절의 겹침 비교를 통해 모든 허벅지 두께에서 겹침을 최소화할 수 있는 중심 X선 입사각을 알아보고, 한국인 표준 허벅지 두께를 고려한 중심 X선 입사각을 제시하고자 한다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 실험 대상

Whole Body Phantom PBU-50(PH-2, KYOTO KAGAKU, JAPAN)의 Left leg/foot Phantom을 대상으로 하였으며, X선 발생장치는 GC 85A(Samsung electronics, KOREA)를 사용하였다. 영상측정은 Centricity RA1000(General Electronic, USA) 의료영상저장전송시스템(picture archiving and communication system; PACS)에서 측정하였다.

### 2. 실험 방법

Phantom은 허벅지를 테이블에 밀착시키고 Merchant 검사 전용장치를 이용하여 무릎관절을 45° 구부린 자세로 유지하였다. 허벅지 두께 변화 시 경골의 움직임이 무릎관절 각도 변화에 영향을 미치는 것을 방지하기 위해 경골 부위를 고정시켰다(Fig. 1).

허벅지의 평균 두께는 2015년 인체치수사업에서 측정한 허벅지둘레 치수를 두께로 변환하여 도출하였다. 허벅지 둘레는 볼기와 다리의 연결 부분에서 아래주름의 가장아래쪽인 볼기고랑점(Gluteal fold)을 지나는 수평의 둘레를 말한다[11]. 본 연구에서는 허벅지를 원기둥이라 가정하여, 원기둥의 둘레 공식[ $2\pi r$ ( $\pi=3.14$ ,  $r$ =원기둥 반지름), 원기둥의 지름( $2r$ )]에서 반지름을 도출하여 허벅지 둘레를 두께로 환산하였다(Fig. 1).

검사조건은 60 kVp, 100 mA, 64 ms, 초점-영상수용체 간

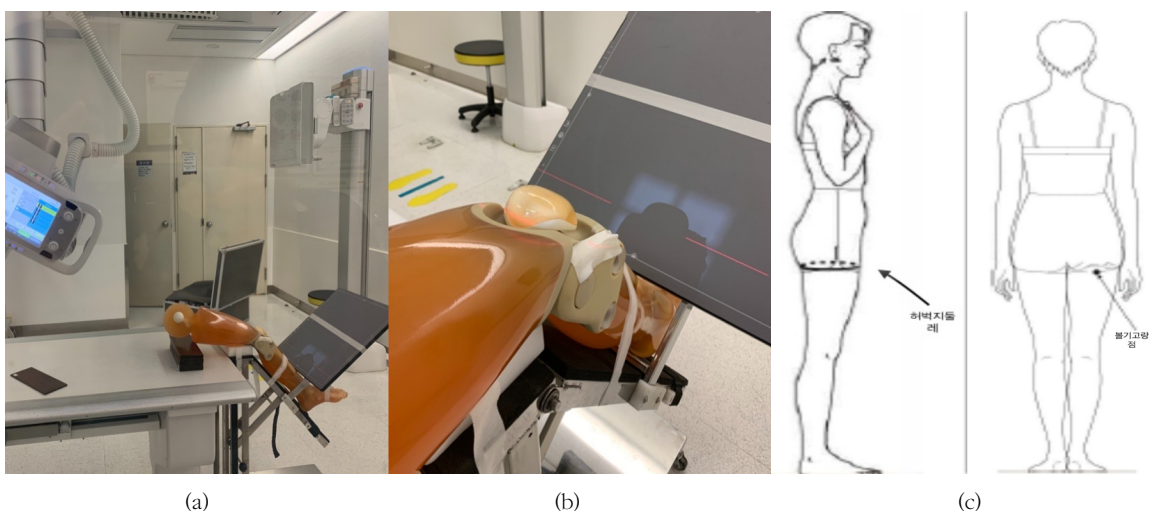


Fig. 1. Experiment of the changing femur thickness and tube angle in Merchant method and point

(a) shows how to change femur thickness by placing wood block (0.5, 1.0, 1.5 cm) at the gluteal fold and (b) is the center ray of patellofemoral joint. The central x-ray angle is changed by 60°, 57°, 55°. (c) each shows the circumference of the femur and gluteal fold.

거리(source to image receptor distance; SID)는 110 cm로 동일하게 적용하였으며, 다음과 같은 방법으로 실험을 진행하였다.

### 1) 중심 X선 입사각도별 허벅지 두께 변화에 따른 영상 변화 실험 방법

허벅지 두께의 변화를 위해 0.5 cm, 1 cm, 2 cm 나무 블럭을 사용하여 14~20 cm까지 0.5 cm씩 증가 시켰으며, 중심 X선 입사각도 60°, 57°, 55°에서 허벅지 두께 변화에 따른 영상을 획득하였다[Fig. 1].

### 2) 영상측정방법

방사선사 5명(임상경력 15년 이상 1명, 10년 이상 2명, 1년 이상 2명)이 1주간의 사전 훈련 후 서로의 측정치에 영향을 주지 않도록 다른 시간과 장소에서 측정하였다.

획득한 영상에서 슬개골과 허벅지 겹침의 차이를 측정하였으며, 슬개대퇴관절 겹침 거리(patellofemoral overlap distance; PFOD)라고 정의하였다. 본 연구자들이 고안한 PFOD 측정방법은 대퇴의 내측관절융기(medial femoral condyle)와 외측관절융기(lateral femoral condyle)에 가상의 선을 긋고, 이 선과 용기사이고랑(intercondylar groove)의 가장 낮은 지점에서 슬개골을 방향으로 수직으로 선을 그렸을 때 교차하는 지점부터 허벅지 연부조직과 슬개골의 겹침 정도를 측정하였다[Fig. 2].

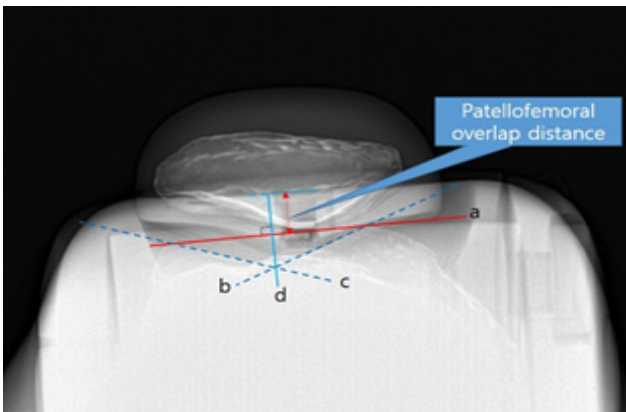


Fig. 2. Measurement way of overlap distance of the patella and femur soft tissue

Patellofemoral overlap distance is the standard researchers have made to estimate overlap of patellofemoral articular surface. a is the line connected by the end point of medial femoral condylar and lateral femoral condylar. d is the line from the cross point of b and c to the end point of soft tissue of the femur. d has to be vertical against a. The study defines that patellofemoral overlap distance is the distance from a to soft tissue of femur.

### 3) 자료분석방법

방사선사 5명이 측정한 PFOD를 기초자료로 활용하였다. 측정된 값에 대한 측정자 간 신뢰도 분석과 측정자 각각의 측정값에 대한 합을 평균으로 변환하였다. 각각의 중심 X선 입사각도 별 허벅지 두께 변화에 따른 PFOD의 평균값 비교 분석을 위해 일원배치분산분석(one-way ANOVA)를 이용하였으며, 사후분석으로는 Duncan을 사용하였고, 두 값의 상관성 분석을 위해 Pearson 상관분석을 실시하였다. 통계 프로그램은 SPSS(version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였고, 유의수준  $\alpha$ 는 0.05,  $p$ -value 0.05 이하를 통계적으로 유의한 것으로 설정하였다.

## III. 결 과

### 1. 중심 X선 입사각 60°에서 허벅지 두께에 따른 슬개대퇴관절 겹침

중심 X선 입사각도 60°에서는 허벅지 두께에 따른 PFOD는 모든 허벅지 두께에서 겹침이 발생하였으며, 그 범위는  $0.47 \pm 0.66 \sim 20.89 \pm 0.65$  cm로 나타났다. 측정값에 대한 평균비교결과는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며 ( $p < 0.01$ ), 사후검정결과 모두가 독립적인 그룹으로 분류되었다(Table 1), [Fig. 3].

### 2. 중심 X선 입사각도 57°에서 허벅지 두께에 따른 슬개대퇴관절 겹침

57°의 중심 X선 입사각도에서는 허벅지 두께에 따른 PFOD는 허벅지 두께 14 cm에서는 겹침이 관찰되지 않았으며, 15 cm이하의 허벅지 두께에서는 겹침이 1 cm이하로 나타났다. 15.5 cm 이상에서 슬개대퇴관절의 겹침 범위는  $2.26 \pm 0.28 \sim 15.73 \pm 0.62$  cm이었고, 허벅지 두께 14 cm를 제외한 모든 그룹의 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 차이( $p < 0.01$ )를 보였으며 사후검정에서도 모두 독립적인 그룹으로 나타났다(Table 2), [Fig. 3].

### 3. 중심 X선 입사각도 55°에서 허벅지 두께에 따른 슬개대퇴관절 겹침

중심 X선 입사 각도를 55°로 입사한 경우, 허벅지 두께 14~15.5 cm에서는 슬개대퇴관절의 겹침이 측정되지 않았으며, 이는 모든 측정자의 측정결과에서 동일한 결과로 나

타났다. 허벅지 두께 16 cm에서부터 범위는  $1.39 \pm 0.83 \sim 12.49 \pm 0.37$  cm이었다. 각 그룹에서 PFOD의 평균값의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였으며( $p < 0.01$ ), 사후 검정에서도 모두 독립적인 그룹으로 분류되었다(Table 3), [Fig. 3].

4. 중심 X선 입사각과 허벅지 두께에 따른 슬개대퇴관절 겹침에 대한 상관분석

허벅지 두께와 슬개대퇴관절의 겹침에 관한 상관분석 결과, 모든 중심 X선 입사각( $60^\circ$ ,  $57^\circ$ ,  $55^\circ$ )에서 허벅지 두께와 슬개대퇴관절의 겹침은 매우 높은 양의 상관관계

**Table 1.** Comparison of measurement results of patellofemoral overlap distance about changing femur thickness at center X-ray  $60^\circ$

X-ray incidence angle( $^\circ$ )	Femur thickness (cm)	n	patellofemoral joint overlap space(cm)			F	p	ICC
			mean $\pm$ SD	min	max			
60	14	25	$0.47 \pm 0.66^a$	0.00	1.80	2550.424	0.01	.690
	14.5		$2.44 \pm 0.028^b$	2.50	3.10			
	15		$3.50 \pm 0.035^c$	2.50	4.40			
	15.5		$5.09 \pm 1.10^d$	0.00	5.80			
	16		$6.38 \pm 0.60^e$	4.60	7.00			
	16.5		$8.34 \pm 0.65^f$	5.60	9.00			
	17		$10.07 \pm 0.46^g$	9.40	11.50			
	17.5		$11.80 \pm 0.53^h$	10.40	13.30			
	18		$13.54 \pm 0.46^i$	12.50	14.30			
	18.5		$15.39 \pm 0.45^j$	14.20	16.00			
	19		$17.22 \pm 0.69^k$	15.20	18.00			
19.5	$18.96 \pm 1.04^l$	15.00	20.00					
20	$20.89 \pm 0.65^m$	19.70	22.00					

1. ICC is Interclass correlation
2. p is calculated by one-way ANOVA and post-hoc is used by Duncan

**Table 2.** Comparison of measurement results of patellofemoral overlap distance about changing femur thickness at center X-ray  $57^\circ$

X-ray incidence angle( $^\circ$ )	Femur thickness (cm)	n	patellofemoral joint overlap space(cm)			F	p	ICC
			mean $\pm$ SD	min	max			
57	14	25	-	-	-	5173.763	0.01	.653
	14.5		$0.64 \pm 0.22^a$	0.00	1.00			
	15		$0.54 \pm 0.64^b$	0.00	2.00			
	15.5		$2.26 \pm 0.28^c$	1.50	2.80			
	16		$2.95 \pm 0.25^d$	2.30	3.40			
	16.5		$4.87 \pm 0.32^e$	4.10	5.50			
	17		$5.89 \pm 0.40^f$	4.90	6.80			
	17.5		$7.26 \pm 0.33^g$	6.40	7.80			
	18		$9.19 \pm 0.25^h$	8.70	9.80			
	18.5		$10.66 \pm 0.29^i$	10.10	11.20			
	19		$12.41 \pm 0.38^j$	11.50	13.10			
19.5	$14.11 \pm 0.42^k$	13.30	15.00					
20	$15.73 \pm 0.62^l$	14.30	17.20					

1. - is unmeasurable case because of invisible space
2. ICC is Interclass correlation
3. p is calculated by one-way ANOVA, post-hoc is used by Duncan

**Table 3.** Comparison of measurement results of patellofemoral overlap distance about changing femur thickness at center X-ray 55°

X-ray incidence angle(°)	Femur thickness (cm)	n	patellofemoral joint overlap space(cm)			F	p	ICC
			mean±SD	min	max			
55	14-15,5	25	-	-	-	8178,164	0,01	,546
	16		1,39±0,83 <sup>a</sup>	1,00	2,00			
	16,5		2,89±0,39 <sup>b</sup>	2,20	3,70			
	17		3,51±0,24 <sup>c</sup>	3,00	4,00			
	17,5		4,77±0,28 <sup>d</sup>	4,10	5,20			
	18		6,12±0,25 <sup>e</sup>	5,60	6,60			
	18,5		7,58±0,27 <sup>f</sup>	7,10	8,10			
	19		9,08±0,20 <sup>g</sup>	8,70	9,40			
	19,5		10,84±0,27 <sup>h</sup>	10,10	11,20			
	20		12,49±0,37 <sup>i</sup>	11,40	13,10			

1. - is unmeasurable case because of invisible space

2. ICC is Interclass correlation

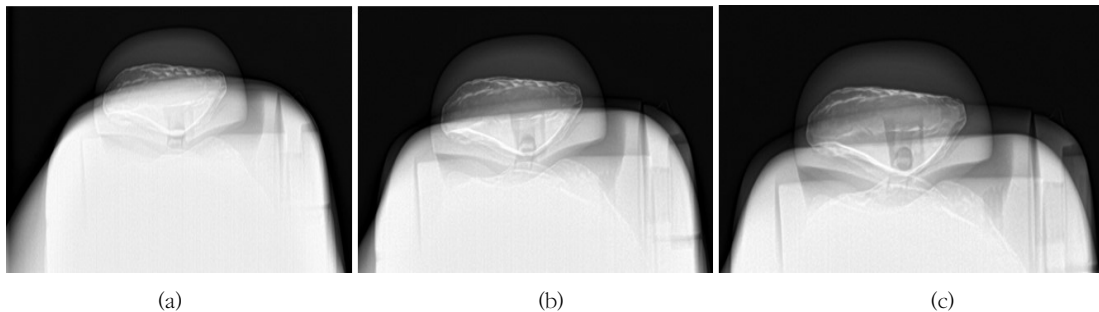
3. p is calculated by one-way ANOVA, post-hoc is used by Duncan

**Table 4.** Correlation analysis results of femur thickness and patellofemoral overlap distance

Tube angle	Tube angle	overlap distance of male	overlap distance of female
Tube angle	1		
overlap distance of male	,994 <sup>**</sup>	1	
overlap distance of female	,998 <sup>**</sup>	,998 <sup>**</sup>	1

1. it is used by Pearson correlation analysis method,

2. <sup>\*\*</sup> means p-value under 0,01.

**Fig. 3.** Differences in patellofemoral overlap distance by changing central x-ray angle

The image is obtained by changing the center X-ray tube angle fixed at 18 cm which is the average Korean male femur thickness, (a) is an image of a central X-ray tube angle of 60°, (b) 57° and (c) 55°. (a) shows the most severe patellofemoral overlap distance, and (c) observes tibia.

( $r=.994$ ,  $r=.998$ ,  $r=.971$ )로 나타났으며, 통계적으로 유의하였다( $p<0.01$ ), <Table 4>.

#### IV. 고찰

무릎관절은 비교적 편평한 경골 상단 관절에 둥근 모양인 대퇴골의 관절면이 접촉하고 있는 경첩관절(hinge joint)이

다. 굴곡-신전 운동과 대퇴골에 대한 경골의 회전운동이 동반되는 연합 운동을 하는 복잡한 기동관절로서, 불안정하여 외력의 안정성은 주변의 인대나 근육에 의하여 유지되고 있다[1, 2, 4]. 연골 연화증, 재발성 아탈구, 무릎 관절염 등은 무릎관절에서 발생빈도가 높은 외상을 주소로 하는 질환이다. 정밀진단을 위해 CT와 MRI가 이용되지만[12-15], 이 검사들은 하중이 가해진 자세 및 관절이 굴곡 및 신전상태에서의 영상을 획득할 수 없다는 단점으로 인해 일반방사선 검사는 무릎질환 관찰의 가장 기초적인 검사로 진행되며,

이 중 슬개대퇴관절 관찰을 위해 슬개골 축방향 검사는 반드시 필요하다[16].

기존의 선행연구들은 정형외과학적 측면에서 슬개대퇴관절의 접합각(congruence angle) 및 고랑(sulcus angle)에 대한 연구가 대부분이었으며[16-18], 다양한 방법이 제시되었고 각 검사 별 장·단점이 선행연구를 통해 밝혀졌다. Settegast method는 특별한 장치 없이 검사할 수 있다는 장점이 있지만, 무릎을 과도하게 구부리기 어려운 경우 불가능하다. Hughston method는 Settegast method에 비해 무릎의 굴곡 각도가 작아 무릎 굽힘 운동에 제한적인 환자에게 적용이 가능 하지만, 영상의 왜곡이 가장 크다는 것이 단점이다. Knutsson와 Furmaier method는 누워서 검사하는 장점이 있지만, 현재 X-ray tube와 콜리메이터(collimator)의 규격으로 불가능하다. 이에 비해 Merchant method는 detector 고정을 위한 기구가 필요하지만, 자세의 안정성과 무릎 굴곡운동이 제한된 환자에게 적용이 가능하며, 항상 같은 자세로 검사 가능하여 재현성이 우수하고, 미약한 슬개골 탈구를 잘 묘사할 수 있는 장점이 있어, 현재 임상에서는 가장 많이 이용되고 있다[5, 10].

본 연구 결과, Merchant method 적용 시, 허벅지 두께가 증가할수록 PFOD가 증가하는 것을 알 수 있었으며, 모든 각도에서 허벅지 두께별 평균값들의 차이는 통계적으로 유의하였고, 각 중심 X선 입사각에서 허벅지 두께와 PFOD는 매우 높은 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. Merchant method 관련 연구에서는 중심 X선 입사각도를 60°로 조사할 것을 권고하고 있지만, 이 각도에서는 모든 허벅지 두께에서 슬개대퇴관절의 겹침이 발생했다. 하지만, 중심 X선 입사각도 57°와 55°에서는 14 cm와 14~15.5 cm의 허벅지 두께에서는 슬개대퇴관절 겹침이 없었으며, 중심 X선 입사각도 55°의 경우 슬개대퇴관절 겹침이 가장 적게 나타났으나, 정강뼈의 음영이 슬개대퇴관절을 침범하는 경우가 있었다.

허벅지 두께가 성인에 비해 상대적으로 얇은 소아의 경우에서는 55°의 중심 X선 입사각도가 도움이 될 것으로 생각된다. 또한, 한국인의 평균 허벅지 두께(남 18 cm, 여 17.5 cm)를 고려했을 때[11], Merchant 검사 시 중심 X선 입사각도는 57°로 사용하는 것이 슬개대퇴관절의 겹침 및 정강뼈의 관절 내 침범을 최소화 할 수 있는 각도라고 사료된다.

본 연구의 의의는 무릎 접선 영상 평가에 대한 새로운 방법을 고안한 점과 허벅지 두께와 중심 X선 입사 각도에 따른 영상의 차이를 객관적인 지표로 제시했다는 점이며, 제한점은 인체모형 팬텀을 대상으로 하여 다양한 관절 질환 환자를 대상으로 연구하지 못한 점이다.

## V. 결 론

본 연구는 Merchant 검사 시 중심 X선 입사각도 별 허벅지 두께 차이가 영상 변화에 미치는 방사선학적 정보 고찰 및 한국인에게 적용 시 슬개대퇴관절 겹침을 최소화할 수 있는 적절한 입사 각도를 제시하고자 진행하였다. 본 연구의 결과 허벅지 두께와 슬개대퇴관절 겹침은 양의 상관성으로 나타났지만, 기존의 중심 X선 입사각도에서는 모든 허벅지 두께에서 슬개대퇴관절 겹침이 발생하였고, 중심 X선 각도 55°에서는 정강뼈의 슬개대퇴관절 내 침범이 발생하였다. 결론적으로, 한국인을 대상으로 Merchant 검사 시 중심 X선 입사각도는 57°를 사용하는 것이 허벅지 두께에 따른 슬개대퇴관절의 겹침과 정강뼈의 침범으로 인한 영향을 최소화할 수 있는 영상을 구현하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- [1] The Korean Orthopedic Association, Orthopedics, 1995;6(2):686-94.
- [2] DeHaven KE, Dolan WE, Mayer PJ. Chondromalacia patellae in athletes. Clinical presentation and conservative management. Am J Sports Med. 1979;7:5-11.
- [3] Hughston JCL. Subluxation of the patella. J Bone Joint Surg. 1968;50A:1003.
- [4] Greenspan A. Musculoskeletal orthopedic imaging: A practical approach, Garvey Medicine. 2008;4:243-8.
- [5] Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. J. Bone Joint Surg. 1974;56A:1391.
- [6] Mc Alindon T, Cooper C, Kirwan J, Dippe P. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. Annals of the Rheumatic Diseases. 1993;52(4):258-62.
- [7] Settegast. Typische roentgenbilder von normalen menschen. Lehmanns Med Atlanten. 1921;5:211-23.
- [8] Ficat RP, Hungerford DS. Disorder of the patellofemoral joint. Williams & Wilkins, Baltimore; 1977.
- [9] Seo SY, Han MS, Jeon MC, Yu SJ, Kim YK. The eval-

uation 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.

[10] Keats TE, Siström C. Atlas of radiologic measurement. *Atlas of Radiologic Measurement: Lower Extremity*. 2001:268-71.

[11] Size Korea. South Korea Human Body Index. <https://sizekorea.kr> (November, 9th, 2019)

[12] Martineau S, Korobkin M, Fondren FB, Hedlund LW, Goldner JL. Diagnosis of patellofemoral malalignment by computed tomography. *J Comput Assist Tomogr*. 1983;7:1050-3.

[13] Dupuy DE, Hangen DH, Zachazewski JE, Boland AL, Palmer W. Kinematic CT of the patellofemoral joint. *AJR Am J Roentgenol*. 1997;169:211-5.

[14] Shellock FG, Mink JH, Deutsch AL, Fox JM. Patellar tracking abnormalities: Clinical experience with kinematic MR imaging in 130 patients. *Radiology*. 1989;172:799-804.

[15] Brossmann J, Muhle C, Schroder C, et al. Patellar tracking patterns during active and passive knee extension: Evaluation with motion-triggered cine MR imaging. *Radiology*. 1993;187:205-12.

[16] 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.

[17] Kim HJ, Joo YC, Choi JH, Lim WT. Assessment of congruence angle according to the central X-ray in the merchant view of patellofemoral joint. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2019;42(6):423-8.

[18] Aglietti P, Insall JN, Cerulli G. Patellar pain and incongruence. I: Measurements of incongruence. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1983; 176:217-24.

구분	성명	소속	직위
제1저자	고예원	삼성서울병원	방사선사
교신저자	주영철	삼성서울병원	방사선사
공동저자	김민석	삼성서울병원	방사선사
공동저자	고유림	삼성서울병원	방사선사