JOURNAL OF RADIATION INDUSTRY

Technical paper

16(4) : 551-558 (2022)
https://doi.org/10.23042/radin.2022.16.4.551

무릎뼈접선방향검사에서 X선 검출기와 정강뼈가 이루는 각에 대한 X선 중심선 각도의 최적화 및 정형화를 위한 연구

이경섭[1], 구은회[1,*]

[1]청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

A Study on the Standardization of Knee Flexion Angle and Tube Angle for Minimizing Overlap in 'Patella Tangential Projection'

Kyeong Seob Lee[1] and Eun Hoe Goo[1,*]

[1]Department of Radiological Science, Cheongju University, 298, Daeseong-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do 28503, Republic of Korea

Abstract Currently, in the general X-ray examination room, the degree to which the knee can be bent is different for each patient during "patella tangential projection" examination, and accordingly, the examination method performed by the examiners is not standardized. The purpose of this study is to standardize the Hughston method during "Patella tangential projection" examination based on the fact that the angles of the knees that the patient can bend are all different and the center line angle is changed accordingly. The research method obtained images by changing the angle of the X-ray detector and tibia by 10° from 60° to 90° in a prone position, and changing the center ray angle by 5° from 25° to 45° to the head for each fixed angle. Statistical analysis was performed on the Likert 5-point scale and the calculated average value was used for the study by measuring the area where the Femur and Tibia interfere with the knee bone. According to the study, if the angle between the X-ray detector and the tibia was fixed at 90°, the image of the centerray angle of 30° was obtained with the least area of interference between the thigh and tibia, If the angle between the X-ray detector and the tibia is 80°, the centerray angle is 35°, and if the angle between the X-ray detector and the tibia is 70°, the image with the least area of interference between the tibia and the knee was obtained at 40°. When the angle formed by the X-ray detector and the tibia was 60°, most images were classified as images of no diagnostic value, indicating that the width of femur and tibia interfering with the patella could not be analyzed. If the patient's knee bending motion is restricted during the examination, the appropriate centerray angle should be used according to the bending angle, and it is recommended to use equipment such as knee angle assistants for accurate determination of the angle and stable knee bending.

Key words: Patella tangential projection, Hughston method, Knee bending, Centerray angle

1. 서 론

인체의 무릎관절의 구조는 해부학적 특성상 굴곡 및 신전운동이 동반되는 연합 운동을 하는 복잡한 가동 관절이다[1]. 때문에 무릎관절은 타 관절에 비하여 하중에 의한 관절질환의 발생이 빈번히 일어나는 부위이다. 또한 현

http://www.ksri.kr/

Copyright © 2022 by
Korean Society of Radiation Industry

*Corresponding author. Eun Hoe Goo
Tel. +82-43-229-7994 Fax. +82-43-229-7947 E-mail. gooeh@cju.ac.kr

Received 25 November 2022 Revised 26 December 2022 Accepted 30 December 2022

대인들의 여가 생활이 증가하면서 스포츠 활동과 같은 무릎 등의 하지관절 질환의 발생 역시 증가하고 있는 추세이다[2]. 인체의 무릎관절은 스포츠 손상, 추락, 교통사고 등의 외력에 의하여 빈번히 손상되며 슬관절과 같은 관절 사이 구조 이상에 의한 관절 내 염증이 발생되기도 한다[3,4]. 이러한 질환의 진단을 위하여 일반 X-선 검사 중 무릎뼈접선방향검사(Patella Tangential Projection)를 기초적인 검사로 유용하게 이용한다[5]. 허나 Patella Tangential Projection 시 무릎의 굽혀진 각도가 환자 및 검사자의 변수에 의해 정형화되어 있지 않은 것이 현실이다. 이러한 변수는 무릎뼈(Patella)의 넙다리뼈(Femur) 및 정강이뼈(Tibia)에 의한 최소 겹침을 요구하는 영상을 얻을 수 없으며 영상의 진단 정보를 저해시킨다. 검사자는 이러한 영상을 얻었을 시 보다 높은 진단 정보를 제공하기 위하여 재검사를 해야 하는 경우가 빈번하게 발생되게 된다. Digital Radiography (DR) 장치에서의 평균적인 무릎검사 표면입사선량은 전후 검사에서 0.53 mGy, 가측검사에서 0.52 mGy로 나타났으며 보건복지부의 가이드라인에서 표기한 진단참고 준위는 전후 검사(Anterioposterior Projection)에서 0.68 mGy, 가측검사(Lateral Projection)에서 0.65 mGy이다. 따라서 환자 및 검사자의 변수에 의한 재검사는 보건복지부에서 제공한 진단참고수준의 가이드라인에 표기된 선량 이상의 피폭을 환자에게 발생시키게 된다(Table 1) [6]. 일반적인 Patella Tangential Projection의 경우 환자 스스로 힘을 주어 무릎 각도를 고정하고 있어야 한다. 따라서 다리에 힘이 없거나, 언어 인지가 안되는 등의 여러 가지 요인으로 인해 고정해둔 각도를 유지하지 못하는 환자의 Patella Tangential Projection 검사 시에는 일정한 검사가 불가능하다는 단점을 가지고 있다[7]. 반면 무릎 각도 보조기를 이용한 Patella Tangential Projection의 경우 환자의 무릎이 일정한 각도에서의 고정이 가능해지며 이로 인하여 검사자의 일정한 검사를 가능하게 한다. 따라서 본 연구는 슬개골접선방향 검사 중 Hughston Method에서의 무릎 각도와 중심선 관계를 연구하여, Tibia 및 Femur가 Patella에 최소한으로 간섭하는 영상의 획득 법을 무릎 각도 보조기를 이용하여 정형화하는 것에 목적을 두며 진단의 유용성 상향에 목적을 두고 재검사 빈도 수를 감소시켜 진단참고수준에 맞는 선량으로 검사를 진행할 수 있도록 하려 한다.

Table 1. Diagnostic refernece level guide lines for X-ray imaging

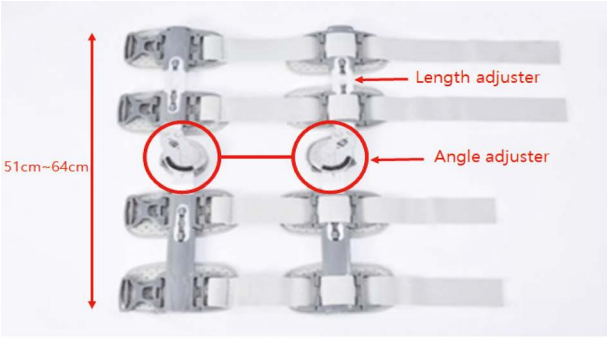
Body part	NOM*	Entrance surface dose (mGy)			
		Average	1st quartile	Median	3rd quartile
Femur (AP)	178	1.43	0.86	1.20	1.73
Knee (AP)	178	0.53	0.33	0.45	0.68
Knee (Lat)	177	0.52	0.33	0.43	0.65
Ankle (AP)	178	0.32	0.19	0.28	0.39

NOM*: Number of measurement.

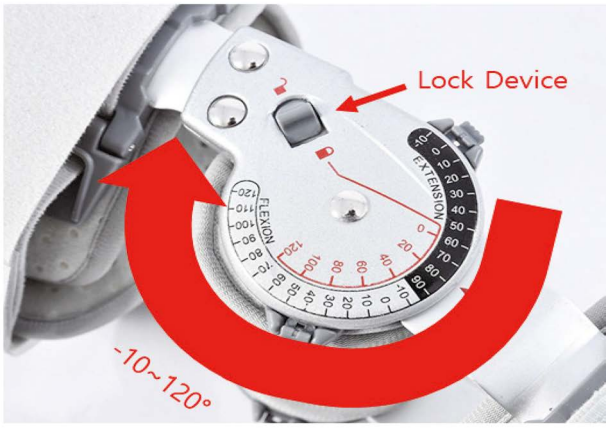
2. 대상 및 방법

2.1. 실험 대상

실험 장비는 Phillips X-ray DR System (Digital Diagnostic Rel 4.2, Philips Healthcare, Netherlands)을 사용하였다. 실험 대상은 Knee Joint 및 Patella에 영향을 줄만한 시술, 수술 이력이 없는 사람 30인으로 진행하였으며, 여자 평균나



(a) Full look of adjustable knee brace



(b) Detail of angle adjuster

Fig. 1. Picture of adjustable knee brace.

(a) Measurement method using hughston method (b) Adjustment of knee angle using angle brace

Fig. 2. Mesurement of interference area of the patella by femur or tibia

Table 2. X-ray irradiation conditions for research

SID*	kVp	mA	Sec†	Grid
120 cm	60 kV	200 mA	0.05 sec	Used

SID*: Source image receptor distance, Sec†: Second.

이 27.67±3.50세 6인, 남자 평균나이 30.17±1.86세 24인이 참여하였다. 본 연구는 성인 200명을 대상으로 하였다.

2.2. 실험 고정기구

본 연구의 일정한 무릎 각도 고정을 위하여 알루미늄 합금, 나일론, 천, 부직포 등으로 제작되어진 무릎 각도 보조기(ALC40, VamsLuna, China, Shenzhen city)를 사용하였다. 이 보조기구는 51 cm에서 64 cm까지 길이의 조절이 가능하며 −10°에서 120°까지 무릎의 굽혀지는 각도를 조절 가능하다(Fig. 1).

2.3. 실험 방법

실험에 쓰인 검사법은 Hughston Method로 우측 편측검사를 진행하였다. 검사 시 Source Image Receptor Distance (SID)는 120 cm를 유지하였으며 X-선 조사 조건은 Table 2를 따라 고정하였다.

X-선 검출기(Detector)와 Tibia의 각도는 90°부터 10°씩 변화시키며 60°까지 위치시켰고 각 Detector와 Tibia 사이의 각도를 변화시킬 때마다 중심선 각도(Center Ray Angle)를 머리쪽으로 25°에서 45°까지 변화시켜 검사하였다(Fig. 2). 검사한 영상에서 나온 Patella가 Tibia 또는 Femur에 의하여 간섭이 이루어질 경우 간섭된 부위의 넓이를 측정하여 비교하였다. 단, Patella의 간섭이 이루어진 부위가 Tibia와 Femur가 아닌 발가락뼈(Phalanges) 또는 발허리뼈(Metatarsal Bone)일 경우 무의미한 영상으로 판단하여 넓이 측정에서 제외하였다.

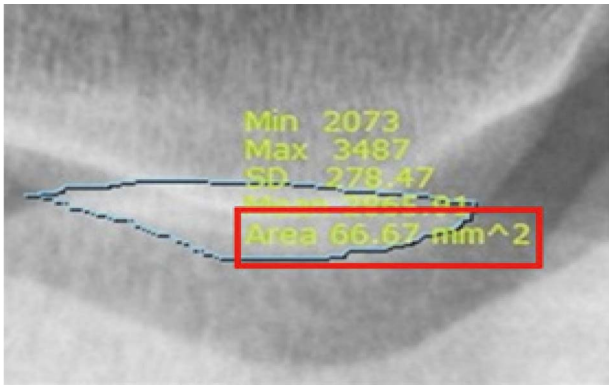


Fig. 3. Measurement of interference area with M6.

2.4. 분석 방법

2.4.1. Patellofemoral joint 간섭 평가

Patella가 Tibia 또는 Femur에 간섭되어진 넓이 측정은 Infinitt PACS (M6, Infinitt Healthcare Co., So uth Korea)의 Region of Interest (ROI) 측정을 통하여 이루어졌으며 측정의 정확도를 높이기 위하여 각 영상에서의 넓이를 3번씩 측정하여 평균 및 표준편차를 계산하였다(Fig. 3).

2.4.2. 정성적 분석

정성적인 방법으로는 Likert 5점 척도를 사용하였고, 각 영상의 점수를 1~5점으로 분류하여 통계를 산출하

였다. Patellofemoral Joint가 충분히 열려 Patella가 간섭되지 않은 영상은 5점, Patellofemoral Joint가 충분히 열려있지만 Patella의 상하 가장자리가 겹치지 않은 영상은 4점, Patellofemoral Joint가 충분히 열려있지 않지만 Patella가 거의 간섭되지 않은 영상은 3점으로 분류하였고, Patellofemoral Joint가 닫혀 Patella가 Femur 또는 Tibia에 많이 간섭된 영상을 2점, Patellofemoral Joint가 보이지 않고 임상적 의미가 없는 영상은 1점으로 분류하였다.

2.4.3. 정량적 분석(SNR, CNR)

SNR과 CNR의 적용 대상은 정성적 평가 결과에서 평균적으로 가장 높은 점수를 받은 무릎 각도별 Center ray angle을 사용한 영상을 대상으로 하였다.

신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio) 및 대조도 잡음비(Contrast to Noise Ratio) 계산에 필요한 데이터를 얻기 위하여 Image J (National Institutes of Health, Laboratory for Optical and Computational Instrumentation, State of Maryland in U.S.A.) 프로그램을 사용하였고, 잡음(Background Noise)의 표준편차, 무릎허벅지뼈관절(Patellofemoral Joint)의 신호 평균 및 Patella의 신호 평균 데이터를 산출하였다(Fig. 4).

이러한 결과에서 얻어진 데이터를 이용하여 SNR은 Eq. (1)을 이용하여 계산하였으며 CNR은 Eq. (2)를 이용하여 계산하였다.

$$SNR = \frac{Patellofemoral\ Joint\ SI_{avg}}{Background\ SD_{avg}} \quad (1)$$

$$CNR = \frac{Patella\ Bone\ SI_{avg} - Patellofemoral\ Joint\ SI_{avg}}{Background\ SD_{avg}} \quad (2)$$

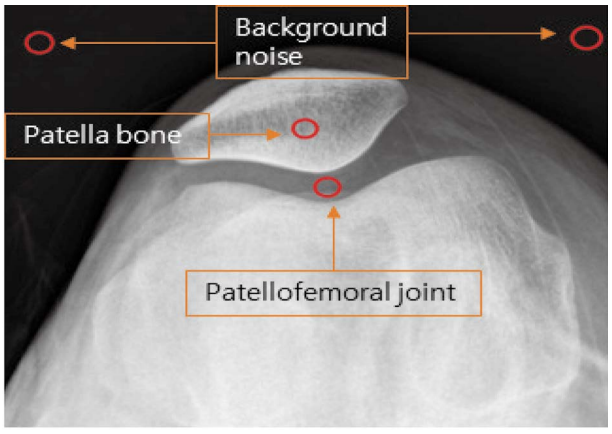


Fig. 4. Data calculation method using Image J program.

2.5. 통계 방법

본 실험 대상자에 대하여 분석으로는 One-way RM ANOVA test를 사용하였으며, 정성적 분석 방법으로 Friedman test를 적용하였다. 정량적 분석으로 SNR에 대한 통계적 유의성은 독립표본 t 검정(independent sample t-test)로 계산되었으며, 사후 분석으로는 Wilcoxon signed rank test를 사용하였다. 본 데이터 분석에 적용된 프로그램은 SPSS software (SPSS 22.0 for windows, SPSS, Chicago, IL USA) 프로그램을 이용하여 p값이 0.05 이하일 때 유의성을 두었다.

3. 결 과

3.1. Patellofemoral joint 간섭평가 결과

영상분석으로 얻어진 Patella가 간섭되어진 넓이의 평균을 산출하였을 때 Detector-Tibia의 각도를 90°로 고정하였을 경우 Tube Angle 45°에서 101.34±71.2 mm^2, 40°에서 37.00±35.85 mm^2, 35°에서 6.13±2.61 mm^2, 30°에서 1.04±2.61 mm^2, 25°에서 34.08±29.00 mm^2으로 30°의 Tube Angle에서 가장 Patella가 Femur 및 Tibia의 간섭이 적은 결과를 나타냈다(p=0.000). Detector-Tibia의 각도를 80°로 고정하였을 경우에는 Tube Angle 45°에서 25.61±29.92 mm^2, 40°에서 5.15±9.88 mm^2, 35°에서 2.84±9.37 mm^2, 30°에서 38.62±29.04 mm^2, 25°에서 123.72±50.92 mm^2으로 35°의 Tube Angle에서 가장 Patella가 Femur 및 Tibia의 간섭이 적은 결과를 나타냈다(p=0.000). Detector-Tibia의 각도를 70°로 고정하여 영상을 획득하였을 때는 Tube Angle 45°에서 7.57±16.88 mm^2, 40°에서 4.85±9.12 mm^2, 35°에서 10.53±6.92 mm^2으로 Tube Angle 40°에서 가장 Patella가 Femur 및 Tibia의 간섭이 적은 결과를 나타냈으며 30° 이하의 Tube Angle을 사용한 모든 영상에서는 Patella 영역에 Phalanges 및 Metatarsal Bone의 간섭이 이루어져 측정이 불가한 영상이 획득되었다(p=0.000). Detector-Tibia의 각도를 60°로 고정하여 연구를 진행하였을 때 Tube Angle 45°에서 5.71±11.09 mm^2, 40°에서 1.18±2.20 mm^2의 평균넓이를 계산할 수는 있었지만 35° 이하의 Tube Angle을 포함한 그 이상 Tube Angle을 사용한 대부분의 영상에서 Patella 영역에 Phalanges 및 Metatarsal bone의 간섭이 이루어졌으며 이에 따라 측정이 불가한 경우가 대다수였다(Table3), (p=0.000).

Table 3. Width data that interfered with patella for changes in tube angle with tibia-detector angle

TA*	Detector-Tibia Angle	Mean ± SD† (mm^2)
45°	90°	101.34 ± 71.28
	80°	25.61 ± 29.92
	70°	7.57 ± 16.88
	60°	5.71 ± 11.09
	p	0.0000
40°	90°	37.00 ± 35.85
	80°	5.15 ± 9.88
	70°	4.85 ± 9.12
	60°	1.18 ± 2.20
	p	0.0000
35°	90°	6.13 ± 10.20
	80°	2.84 ± 9.37
	70°	10.53 ± 6.92
	60°	X
	p	0.0000
30°	90°	1.04 ± 2.61
	80°	38.62 ± 29.04
	70°	X
	60°	X
	p	0.0000
25°	90°	34.08 ± 29.00
	80°	123.72 ± 50.92
	70°	X
	60°	X
	p	0.0000

Data are given as Mean ± SD values.
TA*: Tube angle. SD†: Standard deviation., Friedman test, $p < 0.05$.

Table 4. Mean and standard deviation of Likert 5-point scale data for tube angle according to Tibia-Detector Angle

TA*	Detector-Tibia Angle	Mean ± SD† (Point)
45°	90°	2.13 ± 0.35
	80°	3.00 ± 0.91
	70°	3.80 ± 0.76
	60°	2.63 ± 1.47
	p	0.0000
40°	90°	2.63 ± 0.67
	80°	3.90 ± 0.84
	70°	3.87 ± 1.22
	60°	1.53 ± 1.20
	p	0.0000
35°	90°	3.63 ± 0.67
	80°	4.30 ± 0.79
	70°	1.93 ± 0.01
	60°	1.00 ± 0.00
	p	0.0000
30°	90°	4.4 ± 0.77
	80°	2.50 ± 0.68
	70°	1.00 ± 0.00
	60°	1.00 ± 0.00
	p	0.0000
25°	90°	2.63 ± 0.49
	80°	1.80 ± 0.41
	70°	1.00 ± 0.00
	60°	1.00 ± 0.00
	p	0.0000

Data are given as Mean ± SD values.
TA*: Tube angle. SD†: Standard deviation., Friedman test, $p < 0.05$.

3.2. 정성적 분석 결과

Detector-Tibia의 각도를 90°로 고정하였을 경우 Tube Angle 45°에서 2.13 ± 0.35점, 40°에서 2.63 ± 0.67점, 35°에서 3.63 ± 0.67점, 30°에서 4.4 ± 0.77점, 25°에서 2.63 ± 0.49점으로 30°의 Tube Angle이 가장 높은 점수의 결과를 나타냈다(p = 0.000). Detector-Tibia의 각도를 80°로 고정하였을 경우에는 Tube Angle 45°에서 3.00 ± 0.91점, 40°에서 3.90 ± 0.84점, 35°에서 4.30 ± 0.79점, 30°에서 2.50 ± 0.68점, 25°에서 1.80 ± 0.41점으로 35°의 Tube Angle이 가장 높은 점수를 나타냈다(p = 0.000). Detector-Tibia의 각도를 70°로 고정하여 영상을 획득하였을 때는 Tube Angle 45°에서 3.80 ± 0.76점, 40°에서 3.87 ± 1.22점, 35°에서 1.93 ± 0.01점으로 Tube Angle 40°에서 가장 높은 점수를 나타냈으며 30° 이하의 Tube Angle을 사용한 모든 영상에서는 1.00 ± 0.00점으로 모든 대상이 진단적 가치가 없는 영상으로 판단되어지는 점수를 얻을 수 있었다(p = 0.000). Detector-Tibia의 각도를 60°로 고정하여 영상을 획득하였을 때는 Tube Angle 45°에서 2.63 ± 1.47점, 40°에서 1.53 ± 1.20점으로 45°에서 가장 높은 점수를 나타내었다(Table 4), (p = 0.000).

허나 Detector-Tibia의 각도를 60°로 고정했을 경우의 5점 척도 결과는 Tube Angle 45° 및 40°일 때 1~5점까지의

Table 5. Likert 5-point scale data for Tube Angle according to Tibia-Detector Angle fixed 60° (n = 30).

Subject no.	Tube angle				
	45°	40°	35°	30°	25°
Subject 1	4	4	1	1	1
Subject 2	3	1	1	1	1
Subject 3	5	4	1	1	1
Subject 4	1	1	1	1	1
Subject 5	5	1	1	1	1
Subject 6	3	4	1	1	1
Subject 7	1	1	1	1	1
Subject 8	1	1	1	1	1
Subject 9	4	1	1	1	1
Subject 10	1	3	1	1	1
Subject 11	4	4	1	1	1
Subject 12	4	1	1	1	1
Subject 13	1	1	1	1	1
Subject 14	2	1	1	1	1
Subject 15	1	1	1	1	1
Subject 16	3	1	1	1	1
Subject 17	4	1	1	1	1
Subject 18	4	1	1	1	1
Subject 19	1	1	1	1	1
Subject 20	1	1	1	1	1
Subject 21	4	1	1	1	1
Subject 22	4	1	1	1	1
Subject 23	3	1	1	1	1
Subject 24	1	1	1	1	1
Subject 25	1	1	1	1	1
Subject 26	4	1	1	1	1
Subject 27	1	1	1	1	1
Subject 28	1	1	1	1	1
Subject 29	4	1	1	1	1
Subject 30	4	1	1	1	1

분포가 대부분 고르지 못하며 Tube Angle이 35° 이하로 고정 시 모든 영상의 점수가 1.00±0.00점으로 나타나 진단적 유용성이 없는 영상으로 분류되었다(Table 5).

3.3. SNR 및 CNR 분석 결과

Detector-Tibia 각도 90°에서 Likert 5점 척도의 점수 중 가장 높은 점수를 나타내었던 Tube Angle 30° 영상의 SNR은 280.27±1.22%, CNR은 80.26±2.48%, Detector-Tibia 각도 80°에서 Likert 5점 척도의 점수 중 가장 높은 점수를 나타내었던 Tube Angle 35° 영상의 SNR은 190.70±0.95%, CNR은 60.44±2.16%로 측정되었다. Detector-Tibia 각도 70°에서 Likert 5점 척도의 점수 중 가장 높은 점수를 나타내었던 Tube Angle 40° 영상의 SNR은 171.07±2.00%, CNR은 45.44±1.86%로 측정되었고, Detector-Tibia 각도 60° 영상의 측정은 대부분의 영상이 진단적 유용성이 없는 영상으로 분류되어 측정에서 제외하였다(Table 6).

Table 6. Data of SNR and CNR in Detector-Tibia Angles

TA	Detector-Tibia Angle	SNR	CNR
30°	90°	280.27±1.22	80.04±2.48
35°	80°	190.70±0.95	60.44±2.16
40°	70°	171.07±2.00	45.44±1.86

Data are given as Mean±SD values.

3.4. 사후 분석 결과

본 연구의 사후 분석 결과 Tibia-Detector의 각도가 90°일 경우 Tube Angle 30°, 35°, 40°, 45°에서 모두 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), Tibia-Detector의 각도가 80°일 경우도 Tube Angle 30°, 35°, 40°, 45°에서 모두 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). Tibia-Detector의 각도가 70°일 경우 Tube Angle 30°, 35°, 40°, 45°에서 모두 유의한 차이가 있었지만($p<0.05$). Tibia-Detector의 각도가 60°일 경우는 30°, 35°, 40°, 45° 모두 Femur 및 Tibia 그리고 Phalanges가 Patella 음영에 모두 관여하여 겹쳐졌으므로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 따라서, Tibia-Detector의 각도가 70° 이하의 각도에서는 Hughston 검사를 권장하지 않는다는 결과를 얻을 수 있었다.

4. 고 찰

기존의 Patella Tangential Pojection에 대해 선행되었던 연구들은 정형외과적 시야에서서 연구한 Patellofemoral Joint의 접합각(Congruence Angle) 및 고랑(Sulcus Angle) 등의 연구가 대부분이었다[8-10]. 연구에 활용된 일반촬영 검사법은 대부분 Merchant Method였으며 이 검사법은 영상의 왜곡이 적고 재현성이 좋다는 장점을 가지고 있다[11,12]. 하지만 이는 재현성을 위해 Detector를 고정할 수 있는 기구가 필요하며 허벅지 두께에 유효한 영향을

받는다. 또한 Patella Tangential Projection의 다른 한 방법인 Settegest Method는 90°를 초과하여 무릎을 구부려 검사를 해야 함으로 Knee Joint에 병변이 있는 등 무릎 굴곡 운동능력이 떨어지는 경우 검사가 불가능하다. 본 연구에서 사용한 Hughston Method는 Detector에 입사하는 X-ray의 각도가 수직이 아니므로 영상이 왜곡되어 나타난다는 단점과 기구를 사용하지 않고 검사하여 재현성이 떨어진다는 단점이 있지만 Detector와 피사체 간의 거리(Object to Image Receptor Distance: OID)가 가까워 Merchant Method보다 선예도가 좋은 영상을 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다[13]. 또한 Hughston Method는 Settegest Method와 같이 과도한 무릎 굴곡운동을 하지 않고 검사가 가능하여 임상에서 유용히 쓰이고 있다. 본 연구는 선행 연구에서의 Hughston Method의 단점인 낮은 재현성을 상승시키기 위하여 무릎 각도 보조기를 사용하여 연구를 진행함으로써 이를 보완하였으며 해당 결과 정량적인 각도 계산이 가능하였고 이로 인하여 재현성이 증가될 수 있었다. 연구의 결과로 Hughston Method를 이용하여 검사 시 무릎이 굽혀지는 각도와 CR Angle의 관계를 알 수 있었고, 무릎이 굽혀지는 각도가 감소할수록 CR Angle을 증가시켜 검사해야 한다는 점을 알 수 있었다. 대부분의 Hughston Method의 검사 방법을 고지하고 있는 연구들은 무릎을 45~55° 구부리고 CR Angle을 머리쪽으로 45° 입사하는 것을 권고하고 있다[14]. 하지만 Hughston Method의 단점인 '영상의 왜곡'을 줄이기 위해서라도 CR Angle을 감소시키고 무릎을 더 구부리는 것이 좋을 것으로 사료되며 무릎이 굽혀지는 각도에 따라 CR Angle을 45° 고정이 아닌 조절하여 검사해야 하는 것을 알 수 있었으며 또한 Patellofemoral Joint 기준의 SNR 및 CNR의 결과에서도 Detector-Tibia 각도가 90°, Tube Angle이 30°일 때 가장 SNR과 CNR이 높은 결과를 얻었고 Tube Angle이 증가할수록 SNR과 CNR이 감소하는 결과를 얻었으므로 기존의 Hughston Method의 검사법 대신 가능한 Detector-Tibia 각도는 90°, Tube Angle 30°를 사용해야 함을 알 수 있었다. 본 연구의 의의는 Patella Tangential Projection 검사 중 Hughston Method의 검사법을 정형화시키고 무릎이 굽혀지는 각도에 따른 CR Angle을 객관적으로 제시했다는 점이다. 이 연구의 제한점은 허벅지의 두께와 CR Angle의 관계를 정확히 제시하지 못하였고 표본의 수가 부족하였다는 점이다.

5. 결 론

Patella Tangential Projection 검사법 중 Hughston Method를 이용하여 검사 시 Detector-Tibia Angle이 90°까지 굽혀지는 환자의 경우 무릎을 90°로 고정하고 Tube Angle을 30°로 검사하는 것이 평균적으로 가장 높은 Image Quality를 얻을 수 있다. 하지만 여러 요인으로 인하여 무릎이 90°까지 구부려지지 않는 경우는 각 무릎의 굽혀진 정도에 따라 Tube Angle을 조절하여 검사가 필요하다. Detector-Tibia Angle이 80°인 경우 Tube Angle 35°, Detector-Tibia Angle이 70°인 경우 Tube Angle 40°로 검사하는 것이 평균적으로 가장 좋다. 이러한 정형화되어진 검사를 하기 위하여 본 연구에서 사용한 Knee Brace와 같은 정확한 무릎 각도를 측정 및 고정할 수 있는 기구를 사용함으로 임상적인 기초자료가 될 것이다.

참고문헌

1. Park JS and Park SY. 2013. Effect of isokinetic strength and foot-pressure with and without to injury of knee joint. *KJGD* **21**(3):205-210.
2. Uhm SY, Cho YK and Kang SJ. 2017. A study on the accuracy and convenience of imaging method using support device in knee joint lateral radiography. *J. Korean. Soc. Radiol.* **11**(4):253-259.
3. Dehaven K, Dolan W and Mayer P. 1979. Chondromalacia patellae in athletes. Clinical presentation and con-servative management. *Am. J. Sports. Med.* **7**(1):5-11.
4. Ko YW, Ju YC, Kim MS and Ko YR. 2020. The Assessment of tube incidence angle for minimizing the patellofemoral joint overlap distance in merchant view. *J. Radiol. Sci. Technol.* **43**(3):161-167.
5. McAlindon T, Cooper C, Kirwan J and Dieppe P. 1993. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann. Rheum. Dis.* **52**(4):258-262.
6. Jung EK, Lee HK, Lee BY, Lee JE, Gil JW, Park YK, Lim KR, Kim JH and Kim HJ. 2019. Diagnostic refernce level for X-ray Imaging Korea Centers for Disease Control and Prevention. 16th ed., Korea Disease Control and Prevent Agnecy, South Korea, pp. 30-46.
7. Lee DB, Seo SJ, Choi HW, Lee SH and Kim JK. 2020. Development and use of supporting device for patellar x-ray imaging. *J. Biomed. Eng. Res.* **41**(4):165-171.
8. Chung YK, Lee KB and Young WK. 1968. A clinical study of traumatic dislocation of the knee joint: Analysis of 7 cases. *J. Korean. Orthop. Assoc.* **21**(4):703-708.

9. Lee SH, Lee BK, Yoon SW and Kim YJ. 1988. The comparison of Sulcus Angle And Congruence Angle in the Patient with and without the Patella Pain Syndrome. *J. Korean. Orthop. Assoc.* **23**(4):991-996.
10. Kim HJ, Joo YC, Choi JH and Lim WT. 2019. Assessment of Congruence Angle According to the Central X-ray in the Merchant view of Patellofemoral Joint. *J. Radiol. Sci. Technol.* **42**(6):423-428.
11. Merchant A, Mercer R, Jacobsen R and Cool C. 1974. Roentgenographic Analysis of Patellofemoral Congrunence. *J. Bone Joint Surg.* **56**(7):1391-1396.
12. Keats T and Sistrom C. 2001. Atlas of Radiologic Measurement. 7th ed., Mosby, pp. 268-271.
13. Park YW. 2014. A Study on Appropriate Scanning Distance of Diagnostic Digital X-ray System. Graduate School of Health Promotion of Hansoe University, 1-57.
14. Kang SS, Ko SG and Ko IH. 2006. Textbook of Radiographic Positioning and Clinical Diagnosis. 2nd ed., Chung-Ku publishing Co., pp. 721-723.