

<원저>

Cobey 검사법과 Modified Cobey 검사법에 대한 방사선학적 연구

고유림·주영철·이승근

삼성서울병원 영상의학과

Radiographic Study of Cobey Method and Modified Cobey Method

Yu-Rim Go·Young-Cheol Joo·Seung-Keun Lee

Dept. of Radiology, Samsung Medical Center

Abstract The Cobey method and the modified Cobey method are most commonly used in clinical practice. Therefore, the purpose of this study was to investigate the radiological differences between Cobey and modified Cobey and provide radiographic information about changes of hindfoot image with X-ray entrance center and tube angle change in modified Cobey. This study was performed on foot and ankle phantom. First, for image comparison of Cobey and modified Cobey, the images obtained by applying the same X-ray entrance center to the ankle joint were compared and analyzed. Second, in the modified Cobey, the X-ray entrance center is set as ankle joint and lateral malleolus. The X-ray tube angle was varied from 10° to 40° at 5° intervals for each X-ray entrance center. The images obtained by varying the X-ray tube angle from 10° to 40° at intervals of 5° for each X-ray entrance center were compared and analyzed. The irradiation conditions were the same with 110 kVp, 200 mA, 10 ms, and 110 cm of source - image receptor distance (SID). Image evaluation was performed by two radiologists. Measurements were made on the lateral point, middle point, and calcaneus width based on a hypothetical line parallel to the calcaneal tuberosity. Data were analyzed by using descriptive statistics as the mean of the distance to each measurement location. The modified Cobey was longer than the Cobey by an average of 3 to 4 mm lateral and medial points, and the calcaneus width was similar (ICC = 0.939). In modified Cobey method, when the X-ray entrance center is ankle joint, the lateral point is about 3 mm and the medial point is about 4.3 mm longer than lateral malleolus. Also, when the X-ray tube angle is more than 20°, the degree of distortion is large. The ICCs for the lateral, medial point, and calcaneus width were 0.998, 0.961, and 0.997, respectively, as the X-ray entrance center and tube angle were changed. There was no significant difference between Modified Cobey and Cobey. Modified Cobey showed no need to compensate the 20° detector angle of the Cobey. In addition, we suggest that tube angle should be limited within 20° when modified Cobey is performed.

Key Words: Hindfoot, Hindfoot alignment, Cobey, Modified Cobey

중심 단어: 후족부, 후족부 정렬, Cobey, 변형 Cobey

I. 서 론

발(foot)은 족근관절(ankle joint)이하의 해부학적 구조물을 말하며, 체중 부하와 보행 시 충격 흡수의 역할을 한다. 발은 해부학적으로 7개의 족근골(tarsal bone)과 5개의

중족골(metatarsal bone), 14개의 족지골(phalanx)로 나뉘며, 기능적으로는 전족부(forefoot), 중족부(midfoot), 후족부(hindfoot)으로 분리된다. 전족부는 중족골과 족지골이 속하고, 주상골(navicular), 입방골(cuboid), 설상골(cuneiform) 3개가 중족부로 나뉘며, hindfoot은 거골(talus)과 종골

Corresponding author: Young-Cheol Joo, Dept. of Radiology, Samsung Medical Center, 81, Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea / Tel: +82-2-3410-2235 / E-mail: skulljoo@naver.com

Received 22 April 2019; Revised 17 May 2019; Accepted 20 June 2019

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

(calcaneus)이 구성한다[1]. 종골은 인간의 보행 시 가장 먼저 지면과 닿는 부위이다. 이때 관상면에서 종골과 경골(tibia)의 정렬 상태(hindfoot alignment)를 정확하게 임상적으로 평가하는 것은 후족부의 병리학적 상태에 대한 진단 및 치료를 위한 기초가 된다[2].

발과 족근관절의 내·외반슬(varus and valgus)과 같은 후족부 부정렬(hindfoot malalignment)은 하지(lower extremity) 축(axis)의 불안정성과 다양한 장애를 유발하는 원인이 된다[3]. 2011년에 이루어진 한 연구는 초기 발목 관절염(osteoarthritis)에서 틀어진 하지 축을 보정하기 위해 후족부 부정렬이 발생하기 때문에 후족부 정렬을 평가하고 교정하는 것이 필수적이라고 하였다[2].

관상면에서 정확한 후족부 정렬을 측정하기 위해, 1975년 Cobey는 선 자세(standing position)에서 후전방향(P-A position)으로 후족부 정렬을 평가하는 Cobey 검사법을 제안하였다[5]. Cobey 검사법이 알려진 후, 후족부 정렬 평가를 위한 다양한 방법이 제시되었지만[6], 임상에서 Cobey 검사법과 modified Cobey 검사법이 가장 빈번하게 사용되고 있다. modified Cobey 검사법은 중심 X선의 입사각도(tube angle)와 방향은 Cobey가 제안한 방법과 동일하지만 detector를 위치시키는 방식의 차이가 있다[7,8]. 입사각과 detector를 위치시키는 방법 차이는 영상의 왜곡과 해부학적 구조물의 형태 변화와 같은 문제점을 발생시킬 수 있다.

하지만, 이와 같은 문제점에 대한 문헌적 고찰은 미비한 상태이며, 정형외과학적 선행연구에서는 후족부 정렬의 내·외반슬 정도를 측정하는 방법에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있다. 그러므로 환자를 직접 검사하는 방사선사의 관점에서 두 검사법의 차이가 영상에 미치는 영향에 대한 방사선학적 연구와 고찰이 필요하다.

이에 본 연구는 hindfoot 관련 검사법 중 임상에서 검사 빈도가 높은 Cobey 검사법과 modified Cobey 검사법의 방사선학적 차이를 고찰하고 modified Cobey 검사법에서 중심 X선 입사점과 입사각 변화가 영상에 미치는 영향을 밝히 고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 실험대상

본 연구는 Foot & Ankle phantom(RS116T, California, USA)을 대상으로 하였다. 혈관조영술 시 사용되는 가이드 와이어를 이용하여 phantom의 전면과 후면에 두 개의 선을 표시하였다. 전면에는 하지축의 전면 장축과 두 번째 발가

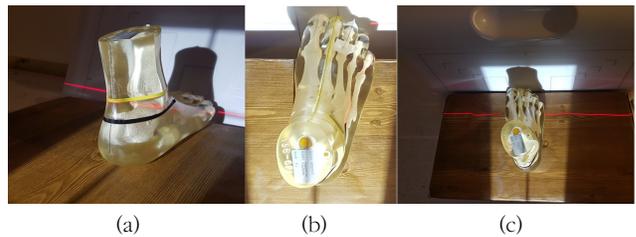


Fig. 1. Virtual line and posture of the foot & ankle phantom
The figure(a) shows the X-ray entrance center marked of phantom and the line connecting the long axis of the lower limb to the center of the calcaneus. In the image(b), the line above the horizontal line is ankle joint, and the line below is the lateral malleolus line. The figure(c) is an attitude of phantom.

락을 연결하는 가상선을 표시하였고, 후면에는 아킬레스건과 함께 진행되는 하지의 후면 장축과 종골의 중앙점을 연결하는 가상선을 부착하였다[Fig. 1].

2. 실험방법

1) 실험도구

X선 발생장치는 GC 85A(Samsung Electronic, Korea)를 사용하였다. 영상 측정은 Centricity RA 1000(General Electronic, USA) 의료영상저장전송시스템(picture archiving and communication system, PACS)에서 측정하였다.

2) 연구방법

(1) Phantom 자세 및 영상 획득 방법

Phantom자세는 P-A position에서 두번째 발가락을 detector의 중앙에 위치시키고, 전면과 후면에 가상의 선이 영상에서 일치될 수 있게 자세 잡이 하였다.

Hindfoot 영상 획득은 Cobey법과 modified Cobey 검사법을 이용하였다. Cobey 검사법은 입사각(tube angle)을 종골을 향하여 20°로 입사하며, 이때 detector는 중심 X선(center ray)에 수직이 되게 한다[Fig. 2(a)]. Modified Cobey 검사법은 입사각과 X선 입사 방향은 Cobey가 제안한 방법과 동일하지만 detector를 발의 관상면과 수직이 되게 위치시킨다[Fig. 2(b)].

본 연구에 이용한 영상 획득 방법은 다음과 같다.

첫째, Cobey와 modified Cobey 검사법으로 각각의 hindfoot 영상을 획득하였고, 중심 X선은 족근관절을 기준으로 하였다.

둘째, modified Cobey 검사법에서 중심 X선의 입사점을 족근관절과 외측과(lateral malleolus)로 변화 시키며, 각 입사점 마다 입사각을 10°~40°까지 5°간격으로 변화 시키며 영상을 획득하였다.

조사 조건은 110 kVp, 200 mA, 10 ms, 초점-영상수용체간

거리(source to image receptor distance; SID)는 110 cm로 동일하게 적용하였다.



Fig. 2. Cobey method and Modified Cobey method

(a) is the Cobey method. The central X-ray is incident at 20° in the direction of the calcaneus. The detector is perpendicular to the central X-ray. (b) is the modified Cobey method. The X-ray tube angle and direction of the central X-ray are the same as those proposed by Cobey. However place the detector perpendicular to the coronal plane of the foot.

(2) 영상 측정 방법

영상 측정은 방사선사 2명(15년 이상 1명, 2년 이상 1명)이 1주간의 사전 훈련 후 서로의 측정치에 영향을 주지 않기 위해 개별적으로 측정하였다.

영상 변화에 따른 종골의 변화 측정을 위해 아래와 같은 3가지 기준을 설정하였으며, 종골조면(calcaneal tuberosity)에 평행한 가상의 선을 기준선으로 설정하였다[Fig. 3].

첫째, 외측점(lateral point)은 거골하관절(subtalar joint)의 가장 바깥쪽 점과 종골의 외측면이 만나는 지점으로 설정하였다.

둘째, 중앙점(medial point)은 종골의 내·외측돌기(medial and lateral process) 사이의 거리의 중간 지점에서 수직으로 거골하관절과 만나는 지점으로 하였다.

셋째, 종골 너비(width) 변화는 종골의 내·외측돌기 사이의 거리를 측정하였다.

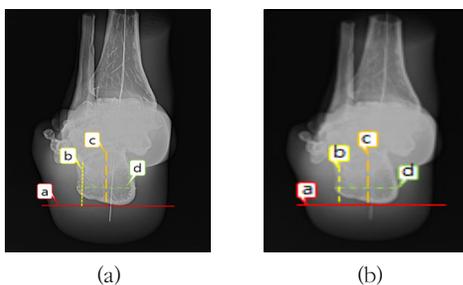


Fig. 3. Measurement point and measurement method

(a) is Cobey method image, (b) is modified Cobey method image. 'a' is a virtual line parallel to the calcaneal tuberosity. It was set as the starting point of all measurements, 'b' is the distance from 'a' to the outermost point of the subtalar joint and is called the lateral point, 'c' is the distance from the 'a' to 'd' mid-distance to the subtalar joint. It is called the medial point, 'd' is width of the calcaneus. It is the distance between the medial and lateral processes of the calcaneus.

(3) 자료 분석 방법

자료 분석방법은 두 명의 연구자가 2회 측정된 값의 합을 평균으로 계산하여 분석하였다.

외측점과 중앙점의 길이와 종골 넓이에 대한 기술통계를 제시하였으며, 측정자 간 신뢰도는 급내상관계수(Intraclass correlation coefficient, ICC)를 통하여 평가하였다. ICC는 0(전혀 상관 관계없음)에서 1(완전 일치)까지의 값을 가지며 0.00~0.39를 불량(poor), 0.40~0.74를 보통(moderate), 0.75~1.00을 우수(excellent)로 정의하였다. 통계프로그램은 SPSS(version 22.0, SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였다.

III. 결 과

1. Cobey와 modified Cobey 검사법의 영상 비교

Cobey 검사법의 외측점과 중앙점까지의 거리는 34.6 ± 0.62 mm와 44.6 ± 1.49 mm로 나타났으며, 종골의 넓이는 42.2 ± 0.22 mm이었다.

Modified Cobey 검사법에서 외측점, 중앙점과 종골의 넓이는 각각 39.2 ± 0.41 , 47.9 ± 3.13 , 43.2 ± 0.51 mm로 나타났다. 두 영상에 대한 관찰자 간 급내상관계수(ICC)는 0.939로 매우 우수한 결과를 보였다[Table 1].

2. Modified Cobey 검사법에서 중심X선 입사점과 입사각도 변화에 따른 영상의 lateral 및 medial point 값 변화 비교

Modified Cobey 검사법에서 중심 X선 입사점 변화에 따른 외측점과 중앙점 값의 변화는 입사각 15° 이하에서는 값의 변화가 미비했다. 하지만 두 point 모두 입사각 20° 이상부터는 유의미한 변화가 나타났으며, 입사점이 족근관절 일 때가 외측과에 비해 외측점은 약 3 mm, 중앙점은 약 4.3 mm 길게 나타났다.

입사각 변화에 따른 외측점 값의 변화는 입사점이 족근관절인 경우 20° 이하에서는 6~8 mm 범위였으나, 25° 이상부터는 각도 변화에 따라 약 10 mm 이상의 차이를 보였다. 입사점이 외측과인 경우에는 중심선 입사각도가 30° 이상에서 각도 변화에 따라 약 10 mm 이상의 길이 변화가 있었고, 25° 이하에서는 약 4~8 mm 이내의 차이가 나타났다.

입사각의 변화로 인한 중앙점 값의 차이는 입사점을 족근관절로 고정시킨 경우 입사각 변화에 따라 약 10 mm 정도 중앙점 거리가 증가하였다. 외측과를 입사점으로 고정시키고 입사각을 변화시킨 경우에는 각의 변화에 따른 중앙점의

Table 1. Comparison of measurement results of Cobey method and modified Cobey method

unit : mm

measure	n	Cobey			modified Cobey			ICC*
		lateral point	medial point	calcaneus width	lateral point	medial point	calcaneus width	
measure 1	2	35.2±0.21	43.5±0.14	42.1±0.28	38.9±0.14	46.0±3.68	42.8±0.28	.939
measure 2		34.2±0.35	45.8±0.99	42.4±0.07	39.6±0.07	49.9±0.85	43.6±0.28	
total		34.6±0.62	44.6±1.49	42.2±0.22	39.2±0.41	47.9±3.13	43.2±0.51	

1. The lateral and medial points indicate the position measured in the image. The width is the distance between the lateral process and the medial process of the calcaneus. All measurements are expressed as mean and standard deviation.
2. *is the Intraclass correlation coefficient .

Table 2. Comparison of lateral point and medial point in images according to X-ray entrance center and tube angle change in modified Cobey

unit : mm

measure point	X-ray entrance	measure	n	tube angle(°)						ICC*	
				10	15	20	25	30	35		40
Lateral point	ankle joint	measure1	2	24.5	31.2	38.9	44.9	54.7	68.5	79.1	.998
				±0.42	±0.92	±0.14	±1.06	±0.28	±0.64	±0.99	
		measure2		25.9	31.1	39.6	46.5	56.8	66.6	77.0	
			±0.57	±0.49	±0.07	±0.49	±0.28	±0.92	±0.92		
	total		25.2	31.1	39.2	45.6	55.7	67.5	78.0		
			±0.90	±0.60	±0.41	±1.14	±1.23	±1.27	±1.46		
medial point	ankle joint	measure1	2	26.8	29.8	36.0	43.7	52.6	61.9	75.3	.961
				±2.19	±0.42	±0.00	±0.42	±0.71	±0.57	±1.41	
		measure2		24.6	30.5	36.6	45.9	52.2	62.9	75.9	
			±0.28	±1.06	±0.35	±0.92	±0.99	±0.64	±0.99		
	total		25.6	30.1	36.2	44.7	52.4	63.3	75.6		
			±1.78	±0.75	±0.37	±1.37	±0.73	±0.73	±1.05		
medial point	ankle joint	measure1	2	31.0	40.6	46.0	55.1	66.8	75.5	83.0	.961
				±0.28	±0.49	±3.68	±0.21	±0.57	±0.78	±0.57	
		measure2		34.9	41.6	49.9	59.5	68.3	76.1	89.6	
			±4.24	±0.92	±0.85	±1.91	±1.20	±0.28	±0.42		
	total		32.9	41.1	47.9	57.3	67.5	75.7	86.3		
			±3.33	±0.87	±3.13	±2.82	±1.17	±0.60	±3.83		
medial point	ankle joint	measure1	2	31.8	39.6	48.5	53.2	64.6	69.9	81.8	.961
				±4.74	±0.00	±0.21	±0.57	±1.63	±2.76	±0.35	
		measure2		35.2	41.5	48.5	55.6	66.9	72.9	88.8	
			±1.48	±0.78	±0.14	±0.57	±1.20	±0.21	±0.14		
	total		33.5	40.5	48.5	54.4	65.7	71.4	85.3		
			±3.50	±1.21	±0.15	±1.46	±1.81	±2.39	±4.13		

1. The measurement point represents the position measured by in the image. The width is the distance between the lateral process and the medial process of the calcaneus. All measurements are expressed as mean and standard deviation.
2. *is the Intraclass correlation coefficient .

변화 폭이 약 7~8 mm 이내로 나타났다.

두 영상에 대한 관찰자 간 급내상관계수(ICC)는 외측점의 경우 0.998, 중앙점은 0.961로 모두 우수한 결과를 보였다 [Table 2].

3. Modified Cobey 검사법에서 중심X선 입사점과 입사각도 변화에 따른 영상의 calcaneus width 변화 비교

Modified Cobey 검사법에서 중심 X선 입사점 변화에 따른 종골 넓이 변화의 차이는 오차범위 내에서 차이가 없었다.

Table. 3. Comparison of calcaneus width in images according to X-ray entrance center and tube angle change in modified Cobey unit : mm

measure point	X-ray entrance point	measure	n	tube angle(°)						ICC*
				10	15	20	25	30	35	
ankle joint	measure1	42,3	2	42,3	42,8	43,7	44,3	45,1	45,6	.997
		±0,49		±0,42	±0,28	±0,57	±0,28	±0,00	±0,71	
	measure2	42,7	43,1	43,6	43,9	44,5	45,7	46,4		
		±0,85	±0,42	±0,28	±0,28	±0,57	±0,28	±0,28		
	total	42,4	42,7	43,2	43,8	44,4	45,4	46,0		
		±0,62	±0,57	±0,51	±0,038	±0,38	±0,39	±0,63		
calcaneus width	measure1	41,8	2	43,1	43,4	43,3	44,5	44,2	45,7	.997
		±0,28		±1,27	±0,42	±0,21	±0,42	±0,71	±0,71	
	measure2	42,9	42,8	43,1	44,0	45,1	45,7	46,9		
		±0,14	±0,00	±0,49	±0,28	±0,21	±0,78	±0,92		
	total	42,3	42,9	43,2	43,6	44,7	44,9	46,2		
		±0,66	±0,75	±0,42	±0,47	±0,41	±1,03	±0,94		

1. The measurement point represents the position measured by in the image. The width is the distance between the lateral process and the medial process of the calcaneus. All measurements are expressed as mean and standard deviation.

2. *is the Intraclass correlation coefficient .

입사점을 족근관절 또는 외측과로 고정시킨 후 중심 X선 입사각도를 변화시킨 경우 종골 너비의 차이는 입사각이 약 1mm이내의 범위에서 증가하였다.

두 영상에 대한 관찰자간 급내상관계수는 0,997로 매우 우수한 결과를 보였다[Table 3].

IV. 고 찰

족관절 충돌 증후군, 종골 골절 후 변형과 초기 관절염 등 다양한 질병으로 인한 하지 축의 변형 정도를 파악하고 치료 및 교정을 위해 관상 면에서 후족부 정렬을 평가하는 것은 정형외과학적으로 중요하다[1,2].

발 관련 질환 관찰을 위한 기본적인 방사선학적 검사방법은 전·후방향(anteroposterior projection), 전·후측방향 검사(anteroposterior axial projection), 전·후사방향 검사(anteroposterior oblique projection), 측방향 검사(lateral projection)가 시행된다. 체중부하 시 발의 해부학적 구조 변화 관찰을 위해, 체중부하 발 전후측방향 및 측방향 검사(weight bearing anteroposterior axial and lateral projection) 등이 진행된다[12,13,14]. 발을 구성하는 해부학적 구조물 중 종골은 입방골과 1개의 관절면, 거골과 3개의 관절면을 형성하고 있으며, 이 3개의 관절면을 전, 중, 후면 관절면이라고 한다. 특히 전방 관절은 후방 관절보다 내측 방부에 위치하고 있으므로 거골하관절의 축은 발의 수평면에 대하여 상방으로

42°, 발의 시상면에 대하여 내측으로 23°를 이루고 있다[15]. 이와 같은 해부학적 특징으로 인해 후족부를 구성하는 종골과 거골의 정확한 관절 경계면 관찰 및 후족부 정렬을 방사선 영상으로 나타내는데 한계점이 있다. 전산화단층촬영(computed tomography; CT)를 이용하는 경우 해부학적 구조를 방사선 영상보다는 잘 관찰할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, CT는 체중이 가해진 발과 족근관절 및 후족부 정렬을 관찰할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 이유로 아래와 같은 다양한 선행연구 들이 진행되었다.

1999년에 선행된 연구에서 Kleiger & Mankin은 바닥에 detector를 위치시킨 후 서서 발꿈치를 향해 45°의 각도를 주어 검사하는 방법을 고안하였다. 하지만 이 방법은 거골과 종골의 변형에 따른 후족부 정렬의 내·외반을 정도를 알 수 없었다[2]. Cobey & Sella는 종골을 향해 15°에서 20° 각도를 주어 2번째 중족골을 중심으로 detector에 수직으로 입사하여 후족부 정렬을 평가하였다[2,5,11]. Buck은 Cobey의 방법을 변형하여 detector를 수직으로 위치시키고 종골을 향해 20° 각도를 주어 후족부 정렬을 평가하였다[7].

이 중 Cobey 검사법과 modified Cobey 검사법이 후족부 정렬 관찰을 위해 가장 일반적으로 이용되고 있다. 하지만 이 2가지 검사법 모두 X선 입사 각도로 인한 종골의 왜곡이 발생한다[2]. 특히, 두 검사법의 가장 큰 차이점인 detector와 중심 X선의 각도 차이로 인한 영상 왜곡이 고려되지 않았다라는 점이다.

이에 본 연구에서는 Cobey 검사법과 modified Cobey 검

사법의 가장 근본적인 차이점인 detector 각도 20°가 영상에 미치는 영향을 비교해 보고 modified Cobey 검사법에서 중심 X선의 입사점과 입사각 변화에 따른 종골의 왜곡 정도를 비교 분석해 보았다.

본 연구의 의의는 Cobey 검사법과 modified Cobey 검사법의 비교를 통해 두 검사법의 차이점을 증명했다는 점이다. 검사를 직접 진행하는 방사선사의 업무관점에서 본다면 detector 각도를 주지 않고 검사를 진행하는 것은 효율적인 검사에 도움될 것이다. 그리고 이러한 차이점을 의료진에게 설명하고 이해시키는 것은 방사선사의 역할이라고 생각한다. modified Cobey 검사법을 진행 시 입사각이 병원마다 다른 경우가 있다. 본 연구 결과를 통해 입사각 변화에 따른 영상의 차이에 대한 객관적인 근거를 제시했다는 점과 X선 입사점과 입사각 변화에 따른 종골의 영상 왜곡 정도를 측정할 수 있는 새로운 방법을 제시했다는 점이 본 연구가 기존의 연구와 차별되는 점이다.

현재 많은 병원에서 시행되고 있는 후족부 정렬의 검사법에 대한 전수 조사가 이루어지지 못한 점과 정형외과학적으로 후족부 정렬의 편향 정도의 평가만 임상적으로 유용하게 사용된다는 점이 본 연구의 제한점이다.

V. 결 론

본 연구는 후족부 정렬 관찰을 위해 임상에서 많이 이용되고 있는 Cobey 검사법과 modified Cobey 검사법의 방사선학적 차이를 고찰해 보고, modified Cobey 검사법에서 중심 X선 입사점과 입사각 변화에 따른 hindfoot 영상 차이에 대한 방사선학적 정보를 제공하고자 진행하였다. 연구의 결과는 다음과 같다.

Modified Cobey 검사법과 Cobey 검사법은 유의한 차이가 없었으며, modified Cobey 검사법으로 검사 시 Cobey 검사법의 20° detector 각도를 보상해 줄 필요성이 없음을 알 수 있었다.

Modified Cobey 검사법에서 입사점 변화에 따른 종골의 변화는 입사각이 20°이상에서부터 차이가 발생하는 것으로 나타났으며, modified Cobey 검사법을 통한 검사 시 입사각은 최대 20°범위내에서 조정하는 것이 유용할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] The Korean Orthopedic Association, Orthopedics, 1995;4.
- [2] Johnson J, Lamdan R, Granberry W, Harris G, Carrera G. Hindfoot coronal alignment: A modified radiographic method. Foot and Ankle Int. 1999; 20(12):818-25.
- [3] Hayashi K, Tanaka Y, Kumai T, Sugimoto K, Takakura Y. Correlation of compensatory alignment of the subtalar joint to the progression primary osteoarthritis of the ankle. Foot and Ankle Int. 2008;29(4):400-6.
- [4] Lee WC, Moon JS, Lee HS, Lee K. Alignment of ankle and hindfoot in early stage ankle osteoarthritis. Foot and Ankle Int. 2011;32(7):693-9.
- [5] Cobey J. Posterior roentgenogram of the foot. Clin Orthop Relat Res. 1976;118:202-7.
- [6] Reilingh M, Beimers L, Tuijthof G, Stufkens S, Maas M, Dijk N. Measuring hindfoot alignment radiographically: The long axial view is more reliable than hindfoot alignment view. Skeletal radiology. 2010;39(11):1103-8.
- [7] Buck P, Morrey B, Chao E. The optimum position of arthrodesis of the ankle. J Bone Joint Surg Am. 1987;69(7):1052-62.
- [8] Saltzman C, El-Khoury G. The hindfoot alignment view. Foot and Ankle Int. 1995;16(9):572-6.
- [9] Buck F, Hoffmann A, Saupe N, Espinosa N, Resnick N, Hodler J. Hindfoot alignment measurements: Rotation-stability of measurement techniques on hindfoot alignment view and long axial view radiographs. AJR Am J Roentgenol. 2011;197(3): 578-82.
- [10] Cobey J, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. Foot and Ankle Int. 1981;2(1): 30-6.
- [11] Radiological Imaging Analysis. Korean Society of Radiological Science. Bummooneducation; 2015.
- [12] TEXTBOOK of Radiographic Positioning and Clinical Diagnosis, 3rd(volume 2). Chung-Ku Publishing co; 2008.

- [13] Lee BS, Kim SC, Kim HS, Kim HS, Moon HS, Min JH, et al. Radiographic Imaging. Daehakseolim Publishing; 2008.
- [14] Principles of Fracture Management. The Korean Society of fractures. 817, Bummooneducation; 2013.
- [15] Han WY, Lee HS, Kim WK, Ahn JY. The new radiographic evaluation of hindfoot alignment. J Korean Foot Ankle Soc. 2012;16(3):169-74.