

Radiation Dose and Image Evaluation for Position Change in Low Extremity Teleography

Yeongcheon Kim, Jongnam Song, Namgil Choi, Yeon Jeong*, Jaebok Han

Dept. of Radiology, Dongshin University, Dept. of Radiology, Chonnam National University

하지전신계측검사에서 자세의 변화에 따른 방사선량 및 영상평가

김영천, 송종남, 최남길, 정연*, 한재복

동신대학교 방사선학과, 전남대학교병원 영상의학과*

Abstract

In this study, radiation doses of major organs in various postures in lower extremity teleography were measured and compared to investigate the utility of the test methods. Ten adult males who underwent lower extremity teleography at a tube voltage of 73 kVp, tube current of 32 mAs, and SID of 180 cm. Using rando phantom, glass dosimeter was attached to the eye lens, thyroid gland, and genital gland to measure the radiation dose in each area 5 times in each anteroposterior posture and posteroanterior posture. The results were compared and analyzed through Paired T-test. The images from the anteroposterior posture and posteroanterior posture were evaluated through the blind test on a scale of 5. As a result, the posteroanterior method could reduce the dose than the anteroposterior posture method: less dose for the eye lens by 6%, thyroid gland by 6%, and genital gland by 26%. Since there was no significant difference in image evaluation, the posteroanterior posture is considered better than the anteroposterior posture in lower extremity teleography.

Key Words : Low Extremity Teleography, Radiation Dose, Image Evaluation

요 약

하지전신계측검사(low extremity teleography)에서 자세 변화에 따른 중요장기의 방사선량을 측정하고 영상을 비교·분석하여 검사방법에 따른 유용성을 알아보려고 하였다. 대상은 하지전신계측검사를 시행한 성인남자 10명을 대상으로 촬영조건은 관전압 73 kVp, 관전류량 32 mAs, SID 180 cm로 설정하였다. 방사선량 측정은 란도 팬텀을 이용하여 수정체, 갑상선, 생식선 부위에 유리선량계(glass dosimeter)를 부착한 후 전후방향자세와 후전방향자세를 각각 5번씩 시행하여 부위별로 방사선량을 측정한 후 Paired T-test로 비교·분석 하였다. 영상평가는 전후방향자세와 후전방향자세를 시행한 영상을 blind test를 실시하여 5점 척도로 평가하였다. 결과적으로 전후방향자세검사에 비해 후전방향자세검사가 수정체 약 6%, 갑상선 약 6%, 생식선에 미치는 방사선량을 약 27% 감소시킬 수 있으며 영상평가에서도 두 그룹 간에 큰 차이가 없어, 하지전신계측검사에서 전후방향자세검사보다 후전방향자세검사가 유용할 것으로 사료된다.

중심단어 : 하지전신계측검사, 방사선량, 영상평가

I. INTRODUCTION

최근에 질병의 진단, 치료 및 예방에 중요한 역할을 하고 있는 영상의학과와 시설 및 장치는 과학의 진보에 따라 상당히 빠른 속도로 발전하고 있다. 특히 야나로그 촬영에서 디지털 촬영 장치로의 변화에서 computed radiography (CR), digital radiography (DR), 다중검출기 컴퓨터 단층촬영(multi-detector computed tomography, MDCT)의 등장으로 이전보다 다양한 검사방법과 동일한 시간에 많은 검사를 시행하게 되어 전체적인 피폭선량 증가를 예상할 수 있다. 이러한 이유로 영상의학과와 검사에서 피폭선량에 대한 심각성과 그에 따른 저감을 위한 노력이 진행되고 있다^[1-4].

DR시스템에서도 하지전신계측검사(low extremity teleography)를 시행하고 있는데 이는 전체의 하지를 검사하기 때문에 검사부위가 넓고 피폭선량의 문제가 발생할 수 있다. 하지전신계측검사는 전장촬영을 목적으로 하며 최대한 직선범에 근접한 방사각을 가지고 조사하는 방법과 X-선 tube의 상·하 이동과 동시에 detector가 연동하여 움직이는 방식으로 나눌 수 있다.

이 촬영은 양측 다리를 촬영하여 전반적인 장골의 형태와 길이 계측을 목적으로 시행한다. 획득된 영상은 hip joint, knee joint, ankle joint의 관찰 정도가 명확해야 하고 patella가 정중앙에 위치해야 하며 ankle joint의 정자세가 요구된다. 이때 촬영 부위에는 하지의 뼈 부위뿐만 아니라 방사선에 민감한 중요장기 부위가 방사선에 무방비하게 노출되어 있는 것이 사실이다.

국제방사선방호위원회(ICRP)에 따르면 방사선 감수성이 예민한 장기로는 갑상선, 수정체, 피부, 생식선 등이 있다. 이들 장기 중에서 특히 생식선은 피폭선량을 받을수록 방사선 장해의 확률이 높아지는 확률적 영향을 받고 유전적인 영향까지 끼칠 수 있기 때문에 그 중요성이 더욱 강조되고 있다^[5]. 여기서 확률적 영향이란 방사선 방호를 목적으로 분류한 생물학적 영향의 하나로서, 영향의 발생에는 문턱값이 존재하지 않는다고 가정한 영향으로서 선량이 증가함에 따라 영향의 발생빈도는 증가한다. 각 사례에 대하여 영향

의 인과관계를 입증하는 것은 어려우며 영향은 집단을 대상으로 하여 평가하게 되는데, 발암과 유전적 영향이 그 대표적인 예이다^[6]. 이러한 이유로 방사선을 사용할 때는 그에 따라 생기는 위험을 최소로 해야 한다. 그리고 이 말은 방사선 피폭으로 인한 위험은 방사선량과 비례하므로, 피폭선량을 최소로 하여야 한다는 의미가 된다^[7].

일반적으로 하지전신계측검사 시 방사선사가 시행할 수 있는 피폭선량 저감 방법은 첫 번째, 진단적 가치를 크게 훼손하지 않는 범위 내에서 차폐체를 이용해 생식기 범위를 차폐하는 방법이 있다. 두 번째, 전후방향 또는 후전방향으로의 자세변화를 통해 중요한 생식선 부분을 직접 X-선에 노출되지 않게 검사하는 방법이다. 세 번째, 최적의 노출조건으로 최상의 영상을 획득하여 피폭선량을 줄이는 방법이 있다^[8].

이에 본 연구에서는 하지전신계측검사에서의 자세의 변화에 따른 방사선에 민감한 중요장기의 방사선량 측정하고 영상을 비교·분석하여 검사 방법에 따른 유용성을 알아보고자 하였다.

II. MATERIALS AND METHOD

1. 연구대상 및 조건

대상은 하지전신계측검사를 시행한 성인남자 10명(연령 24.3±8.0세)을 대상으로 전후방향자세(AP position)와 후전방향자세(PA position)를 검사하였다. 촬영조건은 관전압 73 kVp, 관전류량 32 mAs로 설정하였고 확대를 최소화하기 위해 SID는 180 cm로 하였다. 장비는 이중에너지가 가능하고 평판형 검출기를 사용하는 digital radiography Definium 6000(GE, Milwaukee, USA)을 이용하여 영상을 획득하였다.

2. 연구방법

2.1 방사선량 측정

인체 등가물질인 란도 팬텀을 이용하여 방사선량에 민감한 수정체, 갑상선, 생식선 부위에 아래와 같이 수

정체는 2군데(Fig. 1), 갑상선은 4군데(Fig. 2), 생식선 부위는 6군데(Fig. 3)에 유리선량계(glass dosimeter)를 삽입한 후 하지전신계측검사를 전후방향자세(Fig. 4)와 후전방향자세(Fig. 5)로 각각 5번씩 시행하여 방사선량을 측정하였다.



Fig. 1. Glass dosimeter attached lens.

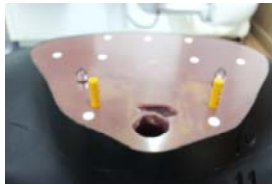


Fig. 2. Insert the glass dosimeter thyroid location.

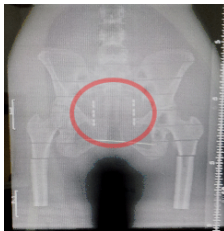


Fig. 3. Insert glass dosimeter gonad location x-ray image.



Fig. 4. Phantom AP Position.



Fig. 5. Phantom PA Position.

2.2 영상평가

2.2.1 전후방향자세

전후방향자세검사는 환자의 시선이 정면을 보게 하고 양쪽 발에 동등하게 몸무게를 분산되도록 발을 똑바로 위치시키며 환자의 안정성을 위해 지지대를 사용하여 양쪽 손은 손잡이를 잡아 넘어지지 않게 지탱을 하였다. 그리고 hip joint, knee joint, ankle joint가 회전되지 않도록 하고 양쪽 발은 반듯이 일자로 하여 영상을 획득하였다(Fig. 6)(Fig. 8).

2.2.2 후전방향자세

후전방향자세검사는 환자의 시선이 후면을 보게 한 후 양쪽 손은 손잡이를 잡아 넘어지지 않게 지탱을 하고 hip joint, knee joint, ankle joint가 회전되지 않도록 하고 양쪽 발은 반듯이 일자로 하여 영상을 획득하였다(Fig. 7)(Fig. 9).



Fig. 6. AP position.



Fig. 7. PA position.



Fig. 8. AP image.



Fig. 9. PA image.

2.3 영상 평가기준 및 평가방법

2.3.1 화질 평가기준

화질평가기준은 첫 번째로 hip joint에서 큰돌기, 작은돌기, 볼기뼈를 관찰하고 대칭으로 보이는 정도와 중심선 정렬을 확인하였다. 두 번째로 knee joint에서는 넙다리장강관절의 관절면과 회전상태를 파악하였고 patella의 정중앙 위치를 평가하였다. 세 번째로 ankle joint에서는 정강뼈, 종아리뼈의 먼쪽과 양쪽복사뼈, 목말뼈를 관찰하였고 다리의 장축이 조사면과 중심선에 정렬되는 정도를 평가하였다.

마지막으로 AP와 PA 영상의 전체적인 화질, 다리의 장축과 중심선의 정렬 정도, 좌우 대칭을 평가하였다 (Fig. 10).



Fig. 10. Image evaluation standard.

2.3.2 화질 평가방법

정형외과 전문의 1명과 영상의학과 전문의 1명, 10년 이상 근무한 방사선사 3명이 의료영상저장전송시스템(PACS)에 저장된 영상을 해상도 2,048×2,560의 관독 모니터를 이용하였고, blind test를 실시하여 5점 척도(excellent: 5점, good: 4점, fair: 3점, moderate: 2점, bad: 1점)로 평가하였다.

3. 통계방법

방사선량 측정값과 화질 평가에 따른 5점 척도값의 자료를 통계프로그램 SPSS for Windows 12.0(statistical package for the social sciences, SPSS INC. Chicago, IL, U.S.A)을 이용하여 대응표본 t 검정(paired t-test)을 시행하였고 통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

III. RESULT

1. 위치변화에 따른 수정체 방사선량 측정 결과

위치변화에 따른 부위별 방사선량 측정에서 수정체는 오른쪽과 왼쪽 2군데를 각각 5번씩 측정하였는데 전후방향자세에서 0.05 mGy, 후전방향자세에서 0.047 mGy로 나타났다(Table 1, 2).

Table 1. AP position measurement of lens

	1	2	3	4	5
RT. lens	0.052	0.051	0.050	0.049	0.05
LT. lens	0.051	0.052	0.048	0.046	0.052
mean	0.050				

Table 2. PA position measurement of lens

	1	2	3	4	5
RT. lens	0.048	0.047	0.049	0.049	0.05
LT. lens	0.046	0.046	0.046	0.045	0.046
mean	0.047				

2. 위치변화에 따른 갑상선 방사선량 측정 결과

위치변화에 따른 부위별 방사선량 측정에서 갑상선은 오른쪽과 왼쪽 4 군데를 각각 5번씩 측정하였는데 전후방향자세에서 0.05 mGy, 후전방향자세에서 0.047 mGy로 나타났다(Table 3, 4).

Table 3. AP position measurement of thyroid

	1	2	3	4	5
Rt. Thyroid	0.05	0.052	0.051	0.050	0.053
Lt. Thyroid	0.048	0.048	0.049	0.048	0.047
mean	0.050				

Table 4. PA position measurement of thyroid

	1	2	3	4	5
Rt. Thyroid	0.047	0.047	0.047	0.044	0.047
Lt. Thyroid	0.046	0.044	0.047	0.048	0.048
mean	0.047				

3. 위치변화에 따른 생식선 방사선량 측정 결과

위치변화에 따른 부위별 방사선량 측정에서 생식선은 오른쪽과 왼쪽 6군데를 각각 5번씩 측정하였는데 전후방향자세에서 3.099 mGy, 후전방향자세에서 2.269 mGy로 나타났다(Table 5, 6).

Table 5. AP position measurement of gonad

	1	2	3	4	5
Rt. Gonad1	3.04	3.05	3.05	3.04	3.04
Lt. Gonad1	3.06	3.06	3.00	3.06	3.03
Rt. Gonad2	3.13	3.13	3.97	3.12	4.00
Lt. Gonad2	3.15	3.15	3.05	3.14	3.04
Rt. Gonad3	2.9	2.88	2.77	2.89	2.87
Lt. Gonad3	3.12	3.14	2.82	3.11	3.15
mean	3.099				

Table 6. PA position measurement of gonad

	1	2	3	4	5
Rt. Gonad1	2.19	2.12	2.14	2.13	2.15
Lt. Gonad1	2.21	2.20	2.21	2.22	2.24
Rt. Gonad2	2.27	2.29	2.31	2.28	2.32
Lt. Gonad2	2.25	2.25	2.26	2.27	2.26
Rt. Gonad3	2.44	2.32	2.28	2.33	2.30
Lt. Gonad3	2.33	2.34	2.36	2.40	2.41
mean	2.269				

4. 위치변화에 따른 전신의 방사선량 측정 결과

위치변화에 따른 전신의 방사선량 측정 결과값은 전후자세에서 평균 0.037 mGy이었고 후전자세에서 0.011 mGy로 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$)(Table 7).

Table 7. Measurement of whole body

	AP	PA	P-value
mean	0.037±0.006	0.011±0.001	0.00

5. 위치변화에 따른 화질 평가 결과

화질 평가를 위해 5명의 평가자가 blind test를 실시하여 5점 척도로 평가한 결과에서 전후방향자세에서 4.98점이었고 후전방향자세에서 4.97점으로 두 그룹 간에 통계적 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 8).

Table 8. Image quality evaluation

	AP	PA	p-value
1 eva.*	5	5	
2 eva.	5	5	
3 eva.	4.97	4.97	
4 eva.	4.97	4.94	
5 eva.	4.96	4.94	
mean	4.98	4.97	0.587

*eva : evaluator

IV. DISCUSSION

방사선을 이용한 진단과 치료에 있어서 고선량 피폭에 의한 단시간에 고선량의 방사선피폭으로 인한 영향은 결정적 영향의 발현으로 탈모, 수포, 피부홍반 불임과 발암 유발 등이 발생한다. 이러한 고선량 부분에 관한 선행된 다수의 연구는 잘 알려져 있으나, 100 mSv 이하의 저선량 방사선이 인체에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서는 아직 과학적으로 증명되지 않은 상태이다^[9]. 멀티미디어를 통한 많은 정보의 공유, 방사선과 관련된 소식 때문에 방사선 피폭이 사람들 관심의 중요한 부분으로 대두되어 가는 것을 피해갈 수 없게 되었고 피폭선량이 많아지는 것에 대해 두려움을 갖고 있다. 하지만 무작정 방사선량을 줄인다면 영상에서 알아낼 수 있는 정보는 제한적일 수밖에 없으므로, 진단정보는 극대화시키고 피폭선량을 줄이는 것이 동시에 이루어져야 한다. 또한 진단용 방사선 발생 장치 중 가장 빈번히 사용되고 있는 일반 X선 촬영 장치의 3년 정기점검 사이에 주기적인 수시 정도 관리 검사 항목과 방법 및 기준 수립되어야 한다^[10].

현재 영국 방사선방호위원회에서는 5년 주기로 환

자 검사 정보에서 환자의 연령, 체중, 성별, 관전압, 필터, 조사조건에 대한 규약을 제정하였다. 그리고 흉부 후전촬영(chest PA) 0.13 mGy, 복부촬영(Abdomen) 3.54 mGy, 허리척추뼈 전후 촬영(L-spine AP) 4.15 mGy, 허리척추뼈 측면 촬영(L-spine lat) 8.99 mGy로 일반방사선촬영 권고량을 제안하고 있다⁹⁾.

본 연구에서 하지전신계측검사는 ankle 부위 왜곡을 방지하기 위해 X-선 tube의 상·하 이동과 검출기가 동시에 연동하여 움직이는 촬영방식의 장비로 실험을 시행하였다. 실험 결과 방사선량에 민감한 부위인 수정체, 갑상선, 생식선의 비교 수치는 다음과 같다. 전후방향자세에서 수정체는 평균 0.050 mGy, 후전방향자세에서 평균 0.047 mGy, 갑상선의 전후방향자세에서 평균 0.050 mGy, 후전방향자세에서 평균 0.047 mGy, 생식선은 전후방향자세에서 평균 3.099 mGy, 후전방향자세에서 평균 2.269 mGy로 전후방향자세검사는 후전방향자세보다 평균 방사선량이 많게 나타났다. 또한 전체 방사선량에서도 전후방향자세는 평균 0.037 mGy, 후전방향자세는 0.011 mGy로 전후방향자세보다 후전방향자세가 약 70% 방사선량이 감소한 것으로 나타났고 통계적으로도 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$).

정형외과 전문의 1명, 영상의학과 전문의 1명, 그리고 10년 이상 근무한 방사선사 3명이 평가한 화질 분석은 전후방향자세 영상은 평균 4.98점이었고 후전방향자세 영상은 4.97점으로 두 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 이러한 결과는 전후방향자세 영상과 후전방향자세 영상을 비교했을 때 진단적 가치에서 차이가 없다는 것을 알 수 있었다. 따라서 이 연구 목적에 따라 방사선량을 최소화하면서 영상의 진단적 가치를 충분히 갖고 있는 것은 후전방향자세검사라고 하겠다.

그러나 후전방향자세촬영 시 환자의 안정적인 자세를 유지하기가 어렵다는 점은 본 연구의 제한점이라고 할 수 있다. 등을 기대고 서서 안정적인 자세로 촬영하는 전후방향자세검사와는 달리 배 쪽이 촬영대를 향한 상태로 촬영하는 후전방향자세검사는 몸이 불편하여 중심이 불안정한 환자의 경우 튜브방향으로 넘어져 낙상사고를 발생시킬 수 있는 위험성이 있다.

이러한 위험성을 인식하면서 추후 실험 방법 및 기

구를 개선한다면 하지전신계측검사 시 내부 주요장기들에 대한 방사선량을 줄여나가는 데 도움이 될 것으로 사료된다.

V. CONCLUSION

하지전신계측검사에서 자세의 변화에 따른 방사선에 민감한 중요장기의 방사선량을 측정하고 영상을 비교·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

전후방향자세에 비해 후전방향자세가 수정체 약 6%, 갑상선 약 6%, 생식선에 미치는 방사선량을 약 26% 감소시킬 수 있으며, 영상평가에서도 두 그룹 간에 큰 차이가 없어 하지전신계측검사에서 전후방향자세 보다 후전방향자세가 유용할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] Peters SE, Brennan pc, "Digital radiography, are the manufactures's settings too high? Optimization of the Kodak digital radiography system with aid of the computed radiography dose index", Eur Radio, Vol.12, pp.2381-2387, 2002.
- [2] Huda W, Sagewicz AM, Ogedn KM, Dance DR, "Experimental investigation of the dose and image quality characteristics of a digital mammography imaging system", Med Phys, Vol.30, pp.442-448, 2003.
- [3] Gkanatsios NA, Huda W, Peters KR, "Effect of radiographic techniques (kVp and mAs) on image quality and patient doses in digital subtraction angiography", Med Phys, Vol.29, pp.1643-1650, 2002.
- [4] J. D. Yeo, I. H. Go, "A Study on Perception by Examinees of the Radiology Department about Exposure to Radioactivity", The Korean Society of Radiology, Vol.7. No.5, pp.321-331, 2013.
- [5] IAEA. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources. International Atomic Energy Agency. Vienna. Safety series No. 115. 1996.
- [6] Eric J. Hall, "Radiobiology for the Radiologist", Shinkwang Pub., pp.203-204, 2012.
- [7] Hart D, Hillier MC, Wall BF HAP, Dose to patients from radiographic and fluoroscopic X-ray imaging procedures in the UK-2005 Review Chilton, UK: Health Protection Agency, HPA-RPD-029, 2007.
- [8] N. G. Choi, H. J. Seong, J. S. Jeon, Y. H. Kim, D. W. Seong,

-
- “A Comparative Study of Image Quality and Radiation Dose according to Variable Added Filter and Radiation Exposure in Diagnostic X-Ray Radiography”, Korean Association for Radiation Protection, Vol.37, No.1, 2012.
- [9] K. H. DO, "The health effects of low-dose radiation exposure", Department of Radiology, J Korean Med Assoc, Vol.54, No.12, pp.1253-1261, 2011.
- [10] Y, J, Heo, G, T, Kim, S. C. No, S. H. Nam, J. G. Park, "A Base Study on the Constancy Quality Control Test and Clause of Diagnosis Radiation Equipment", The Korean Society of Radiology, Vol.8. No.3, pp.105-110, 2014.