Journal of Radiation Industry 13(4) : 377~382(2019)

DXA를 이용한 숙련된 방사선사와 초보 방사선사의 정밀도 측정과 검사시간 및 분석시간에 관한 연구

김 호 성[1,*]

[1]신한대학교 방사선학과

A Study on the Precision Test, Examination and Analysis Time of Experienced Medical Radiation Technologists and Beginner Radiation Technologists Using DXA

Ho Sung Kim[1,*]

[1]*Department of Radiological Science, Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu, Gyeonggi 11644, Republic of Korea*

Abstract - Variations between experienced x-ray technologists and beginners could be discovered on DXA accuracy tests, indicating their differences in knowledge and experience. This study analyzes the relationship between DXA scan times on the accuracy test and the level of experience with DXA. Through this research we may improve the diagnostic dependability and productivity of DXA studies. The target group of this research were 24 technologists in Seoul who have been working in the DXA departments of general hospitals. We have analyzed their accuracy test and scanning time data, as well as the duration of the accuracy analysis. We then divided them into two groups, one with more than 3 months of sufficient training and the other with only 1 month of basic training. After comparing the data between the two groups, we discovered a slightly higher DXA accuracy in the beginner group, however the difference was not statistically meaningful. The experienced group demonstrated faster scan times and following analysis time to a statistically meaningful degree ($p < 0.05$). Based on this research, we can conclude that dependability and productivity could be improved through sufficient enough training for a certain period of time.

Key words : Experienced and novice Radio-Technologist, Precision test, Scan time, Analysis time

서 론

통계청이 발표한 '2018 인구주택총조사' 결과에서 우리나라가 전체 인구 중 14.8%가 65세 이상인 '고령 사회'로 처음 진입했다(통계청 2019).

2018년 7월 1일 건강보험심사평가원의 보건의료빅데이터에 따르면, 골다공증으로 인한 건강보험 요양급여비용은 2013년 805억6000만 원에서 2017년 1153억1000만 원으로 4년간 43% 증가했다. 이 기간 골다공증으로 의료기관에서 진료를 받은 환자도 80만5304명에서 90만6631명으로 13% 증가했다. 남성은 5만6303명에서 5만5831명으로 약간 줄었지만 여성은 74만9001명에서 85만800명으로 13.6% 증가해 환자 증가분의 대부분을 차지했다(건강보험심사평가원, 보건의료빅데이터 2018).

2017년 대한골대사학회와 국민건강보험공단이 발표한

* Corresponding author: Ho Sung Kim, Tel. +82-31-870-3418, Fax. +82-31-870-3419, E-mail. hskimsh@shinhan.ac.kr

「2017 한국인 골다공증 및 골다공증 골절 Fact Sheet」에서는 50세 이상 여성의 37%, 남성의 7.5%에서 골다공증이 발생함을 보고하였으며, 골감소증의 발생 비율은 남·여 각각 46%, 48%로 2명 중 1명이 골감소증인 것으로 보고하였다. 또한 여성에서는 연령이 10세 증가할 때마다 골다공증이 2배씩 증가하여 70세 이상 여성은 68.5%가 골다공증 환자이며, 2008년 이후 2013년까지 골다공증 골절 발생률이 매년 4%씩 증가하는 것으로 보고하였다. 이는 고령화 사회로 인한 골다공증도 빠른 속도로 증가하고 있다는 것을 알 수 있다.

골밀도(bone mineral density; BMD) 검사는 골다공증의 진단과 골절을 예측하기 위한 검사로 골밀도의 정량적인 방사선학적 검사(Lewiecki and Lane 2008)로 이중 에너지 X선 흡수법(dual-energy X-ray absorptiometry, DXA)을 사용하고 있으며, 골다공증 검사의 경우 올바른 진단을 위해서는 골밀도측정기 각각에 대한 물리학적 특성과 그에 따른 바른 해석 및 흔히 범하는 오류와 그에 대한 대처법을 아는 것이 반드시 필요하다(Kim and Lee 2013).

흔히 범하는 오류 중에서 방사선사의 정밀도 측정은 재검사를 할 경우 최소한의 오류를 줄임으로서 실제 생물학적 변화의 유무를 정확하게 파악하여 약물의 효과나 골다공증의 유무를 판별하는 데 중요한 요소이다.

앞선 연구에 의하면 검사자의 정도관리에서 방법을 모르는 경우가 35%, 알지만 시행을 안 하는 경우가 52%로 반 이상이 정도관리를 시행하지 않은 상태로 검사가 진행된다고 보고되었다(Kim 2017). 일부 병원을 제외하고 정밀도 측정에 관련한 이해 및 지식의 부족과 병원 여건(검사의 건수 증가)에 따라 어려움 있다고 판단된다. 이러한 검사의 요구는 초보 방사선사가 활용될 수 있으며 정밀도 측정을 통해 인정을 받았더라도 정확하고 신뢰할 수 있는 결과를 얻기 위한 충분한 교육과 경험이 없을 수 있다(Persson *et al*. 2019). 또한 환자가 많지 않은 경우 충분한 연습과 교육이 이루어지기 어렵고 잦은 담당자의 업무 회전이 정밀도 측정을 어렵게 할 수 있다. 이를 토대로 정밀도 측정에서 숙련된 방사선사와 초보 방사선사들의 지식이나 경험들에 따라 측정에 따른 차이가 발생할 것으로 예상한다.

따라서 본 연구는 방사선사의 정밀도 측정에서 골밀도 검사에 숙련된 방사선사와 초보 방사선사들의 정밀도 차이와 검사 시간 및 분석 시간의 상관관계에 대해 분석하여, 올바른 정밀도 측정에 필요한 요소를 확인하고 골밀도 검사의 신뢰성 및 생산성 향상에 관련하여 연구를 진행하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상 및 방법

본 연구의 대상은 서울특별시에 위치한 종합병원의 골밀도 검사실에서 최근 10년간 24명(남: 10, 여: 14)의 방사선사가 측정한 정밀도 자료와 검사 및 분석시간을 조사하였다. 이 중 3개월 이상의 충분한 교육과 연습이 이루어진 집단과 1개월 내 단기간 교육과 실습이 이루어 진 후 정밀도 측정을 한 집단으로 나누어 비교하였다. 정밀도 측정은 GE Lunar Prodigy Advance (Madison, WI, USA) 4대의 장비를 이용하였고, 장비간의 호환성을 위해 교차보정(Cross-Calibration)된 상태로 ISCD에서 권고한 내용을 바탕으로 Lumbar와 Hip을 측정하였다(Table 1).

Table 1. 2019 ISCD Official Positions - Adult - Precision Assessment

Precision Assessment

- ✓ Each DXA facility should determine its precision error and calculate the LSC.
- ✓ The precision error supplied by the manufacturer should not be used.
- ✓ If a DXA facility has more than one technologist, an average precision error combining data from all technologists should be used to establish precision error and LSC for the facility, provided the precision error for each technologist is within a pre-established range of acceptable performance.
- ✓ Every technologist should perform an in vivo precision assessment using patients representative of the clinic's patient population.
- ✓ Each technologist should do one complete precision assessment after basic scanning skills have been learned (e.g., manufacturer training) and after having performed approximately 100 patient-scans.
- ✓ A repeat precision assessment should be done if a new DXA system is installed.
- ✓ A repeat precision assessment should be done if a technologist's skill level has changed.
- ✓ To perform a precision analysis:
  - Measure 15 patients 3 times, or 30 patients 2 times, repositioning the patient after each scan.
  - Calculate the root mean square standard deviation (RMS-SD) for the group.
  - Calculate LSC for the group at 95% confidence interval.
- ✓ The minimum acceptable precision for an individual technologist is:
  - Lumbar Spine: 1.9% (LSC = 5.3%)
  - Total Hip: 1.8% (LSC = 5.0%)
  - Femoral Neck: 2.5% (LSC = 6.9%)
  - Retraining is required if a technologist's precision is worse than these values.
- ✓ Precision assessment should be standard clinical practice. Precision assessment is not research and may potentially benefit patients. It should not require approval of an institutional review board. Adherence to local radiologic safety regulations is necessary. Performance of a precision assessment requires the consent of participating patients.

측정된 자료의 분석은 ROI Copy기능을 사용하였으며 Area 값만 확인하고 수동으로 결과를 분석하여 기록하였다.

2. 자료 분석 및 통계 분석

측정된 정밀도 검사 자료는 ISCD에서 배포한 Precision

Table 2. Precision measurement result of an experienced medical radiation technologists

	R.T	Hip_Total				L1_L4			
		RMS_SD	CV	%CV	LSC	RMS_SD	CV	%CV	LSC
Experienced medical radiation technologists	A	0.026	0.03	1.07%	2.95%	0.091	0.026	0.94%	2.61%
	B	0.019	0.021	0.75%	2.09%	0.025	0.027	0.99%	2.75%
	C	0.023	0.027	0.96%	2.66%	0.025	0.029	1.04%	2.89%
	D	0.022	0.024	0.87%	2.40%	0.028	0.026	0.94%	2.61%
	E	0.019	0.02	0.72%	1.99%	0.033	0.03	1.07%	2.98%
	F	0.026	0.026	0.95%	2.63%	0.029	0.026	0.94%	2.61%
	G	0.027	0.029	1.03%	2.86%	0.027	0.029	1.05%	2.90%
	H	0.023	0.029	1.06%	2.95%	0.028	0.03	1.08%	2.99%
	I	0.025	0.026	0.94%	2.59%	0.028	0.026	0.93%	2.58%
	J	0.018	0.02	0.73%	2.01%	0.025	0.027	0.96%	2.67%
	K	0.021	0.024	0.87%	2.40%	0.034	0.029	1.03%	2.86%
	L	0.023	0.028	1.00%	2.76%	0.03	0.029	1.03%	2.87%

Table 3. Precision measurement result of an beginner medical radiation technologists

	R.T	Hip_Total				L1_L4			
		RMS_SD	CV	%CV	LSC	RMS_SD	CV	%CV	LSC
Beginner medical radiation technologists	M	0.022	0.024	0.86%	2.38%	0.029	0.03	1.09%	3.03%
	N	0.023	0.026	0.93%	2.58%	0.03	0.028	1.02%	2.82%
	O	0.024	0.026	0.93%	2.57%	0.031	0.03	1.08%	2.98%
	P	0.024	0.025	0.91%	2.52%	0.031	0.03	1.08%	2.98%
	Q	0.022	0.024	0.88%	2.45%	0.03	0.029	1.04%	2.87%
	R	0.025	0.026	0.96%	2.65%	0.03	0.028	1.03%	2.84%
	S	0.024	0.025	0.89%	2.46%	0.031	0.03	1.08%	2.99%
	T	0.024	0.027	0.99%	2.74%	0.032	0.029	1.05%	2.90%
	U	0.024	0.027	0.97%	2.68%	0.03	0.03	1.07%	2.96%
	V	0.023	0.026	0.94%	2.60%	0.03	0.03	1.08%	2.99%
	W	0.023	0.025	0.91%	2.51%	0.029	0.03	1.08%	2.99%
	X	0.023	0.026	0.95%	2.64%	0.028	0.031	1.11%	3.08%

Calculation tool을 이용하여 Hip과 Spine Total 값에서 RMS_SD, CV, %CV, LSC를 95% 신뢰도로 분석하여 숙련된 방사선사와 초보 방사선사를 비교하여 분석하였고, 검사 시간과 분석 시간은 초 단위로 측정하여 분단위로 환산한 후 평균과 표준편차를 같은 방법으로 비교하여 분석하여 하였다. 그리고 통계분석은 SPSS 통계프로그램 Ver. 22.0을 이용하여 정밀도 측정의 차이 및 시간적인 차이를 기술 통계량과 일원분산분석을 실시하였으며, 평가자간 신뢰도를 평가하기 위해 급내상관분석(ICC: Intraclass Correlation Coefficient)을 하였다. p값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 정밀도 측정의 비교

숙련된 방사선사의 정밀도 측정 결과는 대부분이 Hip Total에서보다 Lumbar Total의 경우가 %CV가 높게 측정되었으며 95% 신뢰도에서 LSC는 3% 이내로 안정적인 수준이었다. Hip에서의 LSC 최소값은 1.99%, 최대값은 2.95%였으며, Spine에서의 LSC 최소값은 2.58%, 최대값은 2.99%였다(Table 2).

초보 방사선사의 정밀도 측정 결과도 대부분이 Hip Total에서보다 Lumbar Total의 경우가 %CV가 높게 측정되었으며 95% 신뢰도에서 LSC는 3% 이내로 안정적인 수준이었지만 2명의 경우는 3.0%를 초과하는 경우도 있었다. Hip에서의 LSC 최소값은 2.38%, 최대값은 2.74%였으며, Spine에서의 LSC 최소값은 2.82%, 최대값은 3.08%로 숙련된 방사선사보다 평균값에서 조금 높은 수준으로 조사되었다(Table 3).

2. 검사시간 및 분석시간의 비교

숙련된 방사선사의 검사시간은 Hip Total에서 최소시간은 1.5분±0.2이며, 최대시간은 1.9±0.3이었고, Lumbar Total에서 최소시간은 1.6분±0.2이며, 최대시간은 1.9±0.4로 검사 시간에서의 차이는 거의 없었다. 또한 분석시간은 Hip

Table 4. Comparison of examination and analysis times for experienced medical radiation technologists

	R.T	Examination time (min)				Analysis time (min)				Total time	SD
		Hip	SD	Spine	SD	Hip	SD	Spine	SD		
Experienced medical radiation technologists	A	1.5	0.2	1.8	0.3	3.3	0.6	3.8	0.4	10.4	0.38
	B	1.9	0.3	1.9	0.3	3.6	0.4	3.9	0.4	11.3	0.35
	C	1.6	0.3	1.9	0.3	3.5	0.5	3.8	0.5	10.8	0.40
	D	1.7	0.3	1.8	0.2	3.6	0.5	4.1	0.5	11.2	0.38
	E	1.6	0.2	1.7	0.2	3	0.4	3.5	0.5	9.8	0.33
	F	1.6	0.3	1.9	0.4	3.5	0.5	3.7	0.4	10.7	0.40
	G	1.6	0.3	1.9	0.3	3.5	0.5	3.8	0.4	10.8	0.38
	H	1.6	0.3	1.6	0.3	3.3	0.6	3.8	0.4	10.3	0.40
	I	1.6	0.2	1.6	0.2	3.5	0.4	3.6	0.2	10.3	0.25
	J	1.7	0.3	1.9	0.3	3.4	0.5	3.9	0.3	10.9	0.35
	K	1.5	0.2	1.9	0.2	3.1	0.5	3.5	0.4	10	0.33
	L	1.7	0.2	1.9	1.3	3.6	0.5	4	0.3	11.2	0.58

Table 5. Comparison of examination and analysis times for beginner medical radiation technologists

	R.T	Examination time (min)				Analysis time (min)				Total time	SD
		Hip	SD	Spine	SD	Hip	SD	Spine	SD		
Beginner medical radiation technologists	M	2.1	0.2	2.2	0.3	4	0.5	4.5	0.5	12.8	0.38
	N	2	0.3	2.1	0.3	3.7	0.4	4.6	0.3	12.4	0.33
	O	2	0.2	2.2	0.2	3.7	0.5	4.4	0.5	12.3	0.35
	P	2.2	0.2	2.5	0.2	4.2	0.6	4.5	0.4	13.4	0.35
	Q	2	0.2	2.3	0.2	3.7	0.4	3.8	0.4	11.8	0.30
	R	2	0.2	2.1	0.3	4	0.4	4.5	0.5	12.6	0.35
	S	2.1	0.3	2.2	0.2	4	0.3	4.7	0.3	13	0.28
	T	2.1	0.3	2.2	0.2	3.9	0.6	4.4	0.4	12.6	0.38
	U	2	0.3	2.1	0.2	3.8	0.4	4.2	0.4	12.1	0.33
	V	2	0.3	2.1	0.2	3.8	0.3	4.6	0.4	12.5	0.30
	W	2.2	0.2	2.1	0.2	4.1	0.3	4.3	0.4	12.7	0.28
	X	1.8	0.2	1.9	0.3	3.9	0.4	4	0.5	11.6	0.35

Total에서 최소시간은 3.0분±0.4이며, 최대시간은 3.6±0.5이었고, Lumbar Total에서 최소시간은 3.5분±0.5이며, 최대시간은 4.1±0.5로 검사시간보다 분석시간이 약 2배 이상의 시간이 소요됨을 알 수 있다(Table 4).

초보 방사선사의 검사시간은 Hip Total에서 최소시간은 1.8분±0.2이며, 최대시간은 2.2±0.2이었고, Lumbar Total에서 최소시간은 1.9분±0.3이며, 최대시간은 2.5±0.2로 검사 시간에서의 차이는 비슷한 수준이었다. 또한 분석시간은 Hip Total에서 최소시간은 3.7분±0.4이며, 최대시간은 4.2±0.6이었고, Lumbar Total에서 최소시간은 3.8분±0.4이며, 최대시간은 4.7±0.3로 검사시간보다 분석시간이 약 2배 이상의 시간이 소요됨을 알 수 있다(Table 5).

3. 정밀도 측정에서의 기술통계량 비교

숙련된 방사선사와 초보 방사선사들의 기술 통계량을 비교해 보면 전반적으로 검사시간과 결과분석시간에서 차이가 있는 것을 확인할 수 있다(Table 6).

4. 통계

정밀도 측정과 검사시간 및 결과 분석시간에 관한 통계량은 분산분석에서 검사시간과 결과 분석시간에서 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 분산의 동질성을 검정한 Levene 통계에서는 분석시간에서 유의한 차이가 있었다($p<0.05$) (Table 7).

또한, 평가자 간 신뢰도를 평가하기 위한 급내상관분석(ICC: Intraclass Correlation Coefficient)에서는 숙련된 방사선사의 경우 Femur 측정에서 두 번의 측정 간에 얼마나 차이 있는가를 보기 위한 단일측도 ICC는 0.997, 두 번 측정에서 평균이랑 얼마나 차이 있는가를 보기 위한 평균측도 ICCs는 0.998 (95% CI 0.998~0.999) $p=0.000$, Lumbar 측정에서 단일측도 ICC는 0.996, ICCs는 0.998 (95% CI 0.998~0.998) $p=0.000$이었고, 초보 방사선사의 경우 Femur 측정에서의 단일측도 ICC는 0.996, 평균측도 ICCs는 0.998 (95% CI 0.998~0.999) $p=0.000$, Lumbar 측정에서 단일측도 ICC는 0.996, ICCs는 0.998 (95% CI 0.998~0.999) $p=0.000$로 신뢰도가

Table 6. Comparison of descriptive statistics in precision measurements

Division	Compare	N	Ave.	SD	SE	95% confidence intervals of mean		Min	Max
						L.L	U.L		
Femur examination time	Experienced medical radiation technologists	360	1.64	0.27	0.01	1.62	1.67	1.1	2.7
	Novices medical radiation technologists	360	2.02	0.26	0.01	2	2.05	1.3	2.7
Lumbar examination time	Experienced medical radiation technologists	360	1.82	0.31	0.02	1.78	1.85	1.2	2.8
	Novices medical radiation technologists	360	2.16	0.27	0.01	2.13	2.19	1.4	2.9
Femur analysis time	Experienced medical radiation technologists	360	3.4	0.52	0.03	3.34	3.45	2.1	4.8
	Novices medical radiation technologists	360	3.89	0.45	0.02	3.84	3.94	2.9	5.3
Lumbar analysis time	Experienced medical radiation technologists	360	3.78	0.44	0.02	3.73	3.82	2.5	5
	Novices medical radiation technologists	360	4.37	0.48	0.03	4.32	4.42	2.8	5.6

* Ave. = Average, SD = Standard deviation, SE = Standard error, L.L = Lower limit, U.L = Upper Limit

Table 7. Comparison of descriptive statistics between inspection time and analysis time in precision measurement

	Analysis of variance			Homogeneity test of variance	
	Mean squared	F	Significance level	Levene statistics	Significance level
Femur examination time	25.992	365.010	**.000**	.338	.561
Lumbar examination time	21.252	251.232	**.000**	.898	.344
Femur analysis time	43.660	187.824	**.000**	14.894	**.000**
Lumbar analysis time	63.131	300.705	**.000**	5.061	**.025**
Femur difference value	.000	.078	.780	.061	.805
Lumbar difference value	.000	.291	.589	2.468	.117

높게 측정되었으며 두 집단 간의 신뢰도는 차이는 거의 없었다.

고 찰

정밀도 측정을 수행함에 있어 ISCD에서 권장하는 것처럼 방사선사의 경우는 기본 스캔 기술을 습득한 후(예: 제조업체 교육) 약 100명의 환자 스캔을 수행한 후 하나의 완전한 정밀 평가를 수행해야 한다(ISCD. Official Positions-Adult-Precision Assessment).

장비 정도관리에서부터 정밀도측정을 수행하고 검사를 시작해야 하며 검사 시 발생할 수 있는 모든 오류를 최소화하는 노력을 해야 한다. 따라서 검사와 진단에 관련된 교육과 훈련이 반드시 필요하다(Kim *et al*. 2018).

방사선사의 숙련도에 영향을 주는 요인 중 환자의 자세잡이의 중요성을 고려할 때 가장 정확하고 신뢰할 수 있는 결과를 보장하기 위해 기존 모범 사례를 준수해야 한다(Persson *et al*. 2019). 또한 분석능력에 대해서는 자동 분석을 적용할 때 충분한 정확도를 제공하지 못하고 수동 분석을 수행해야 하므로 스캔의 최대 64%가 부적절한 것으로 보고되었다. 따라서 방사선사의 DXA 검사 및 분석 기술이 매우 중요하다(Baniak *et al*. 2014). 골밀도 측정의 초보자와 숙련된 방사선사의 정밀도 측정에서 두 군 다 신뢰도가 높게 측정되었으며, 비슷한 결과를 나타냈지만 결과 분석 시간에서의 차이를 보이고 있다. 실제 숙련된 방사선사의 검사 및 결과 분석 시간의 최저시간인 9.8±0.33분과 초보 방사선사의 최고시간인 13.4±0.35의 경우 최대 약 4분 정도의 차이가 발생할 가능성이 있다. 참고로 시간의 산정은 탈의 후 환자의 기본정보(이름, 성별, 나이, 몸무게, 과거검사유무, 조영제 검사 유무 등)를 입력 후 실제 검사에 소요되는 시간과 순수 분석에 사용되는 시간만을 산정하여 짧게 보여 질 수 있다.

이 시간을 제외하고 검사를 위해 준비하는 시간은 실제 5분 이상 소요된다.

검사시간에서 숙련자가 조금 빠른 이유는 이전 논문에서 해부학적 지식 및 장비의 Position Block과 Center line을 이용하는 방법 등으로 Re-positioning의 횟수가 줄어들기 때문이며 이는 숙련도에 따라 차이가 있다고 보고했다(Kim *et al*. 2009). 이를 위해 ISCD의 권고사항과 같이 방사선사는 100명의 환자에 대해 환자 위치 조정, 장치 조작 및 결과 분석을 수행하는 반복 훈련으로 충분히 숙련된 경험을 통해 정밀도 측정할 것을 제안하고 있다(Kim and Yang 2014).

검사시간과 관련하여 대한민국의 대형병원 실정은 보통 20분 단위의 예약검사로 진행되기 때문에 검사 및 결과분석도 시간 내에 처리해야 한다. 따라서 검사시간의 차이는 곧 생산성 향상에도 영향이 있기 때문에 먼 미래를 위해서는 많은 교육과 경험을 통해 숙련된 상태에서 정밀도를 측정하고 검사를 진행하는 것이 더 이득이 될 수 있을 것이다. 결국 시간적인 차이는 숙련도에 영향이 있다고 판단된다.

마지막으로 정밀도 측정에서의 몇 가지 문제점을 발견할 수 있었는데 첫 번째는 무작위 환자 선택에 있어 제한점(정상인과 골다공증 환자의 경우 결과 및 분석 시간의 차이)이 있고, 두 번째는 결과분석에서 처음 정밀도 측정 자료를 이용하여 Area만을 맞춘 후 분석하여 수치를 비교하지 않고 Area와 측정치를 함께 확인하며 측정치를 맞추는 경향이 있다. 총 24명의 방사선사 중 구두로 확인한 숙련된 방사선사 12명의 경우 30%, 초보 방사선사의 경우 70%가 그렇다고 응답하였다. 그리고 경험에 의하면 시간이 지나면서 정밀도의 변하게 되는데 어느 정도의 기간이 지나서 정밀도를 재측정해야 하는지에 대한 연구도 필요할 듯하다. 따라서 이러한 문제점을 위한 추가적인 연구가 필요하겠다.

결 론

골밀도 검사에 숙련된 방사선사와 초보 방사선사의 정밀도 결과는 초보 방사선사가 평균값에서 조금 높은 수준으로 측정되었지만 두 집단 간에서 통계적인 차이는 없었다. 그리고 검사시간 및 분석시간에서는 숙련된 방사선사의 시간이 더 짧게 소요되는 것으로 측정되었으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 이는 숙련도에 영향이 있고, 숙련도를 위해서는 충분한 교육과 연습이 일정기간 반복된 후 정밀도를 측정하는 것이 검사의 신뢰성 및 생산성 향상에 도움을 줄 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

건강보험심사평가원. 2019. 2013-2017.

대한골대사학회 & 국민건강보험공단. 2018. 2017 한국인골다공증 및 골다공증골절 Fact Sheet.

통계청. 2019. 2018 인구주택총조사 〈등록센서스 방식 집계결과〉.

Baniak N, Grzybowski S and Olszynski WP. 2014. Dual-energy X-ray absorptiometry scan autoanalysis vs. manual analysis. *J. Clin. Densitom.* **17**(1):97-103.

International Society for Clinical Densitometry (ISCD). 2019. 2019 ISCD Official Positions-Adult.

Kim BT and Lee SH. 2013. Diagnostic approach to osteoporosis: interpretation of bone density measurement. *Korean J. Fam. Pract.* **3**:6-15.

Kim HS. 2017. Research on the bone mineral densitometer quality control and the precision test of radio-technologists by dual energy x-ray absorptiometry (DXA) at metropolitan area hospital. *J. Radiation Industry* **11**(4):283-289.

Kim HS and Yang SO. 2014. Quality control of DXA system and precision test of radio-technologists. *J. Bone. Metab.* **21**:2-7.

Kim HS, Dong KR and Kim CB. 2009. Reduction of the useless radiation exposure to patients and improvement of the skill to manage the test according to minimizing changes of posture in bone mineral density. *Korea Cont. Assoc.* **9**(4):228-235.

Kim HS, Kim TH and Kim SH. 2018. Management methods of bone mineral density examination using dual energy x-ray absorptiometry. *J. Radiological Science and Technology* **41**(4):351-360.

Lewiecki EM and Lane NE. 2008. Common mistakes in the clinical use of bone mineral density testing. *Nat. Clin. Pract. Rheumatol.* **4**:667-674.

Persson C, Shiel F, Climstein M and Furness J. 2019. Does a novice technician produce results similar to that of an experienced DXA technician when assessing body composition and bone mineral density? *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **29**:435-440.

Received: 5 October 2019
Revised: 26 October 2019
Revision accepted: 2 December 2019