

# 이중 에너지 X선 흡수 계측법을 이용한 BMD 검사 시 발생할 수 있는 기술적인 오류 분석

— The Study of Technical Error Analysis on BMD Using DEXA —

대구가톨릭대학병원 진단 방사선과 · 대구가톨릭대학교 방사선학과<sup>1)</sup>

강영한 · 조광호<sup>1)</sup>

### 국문초록

**연구목적:** 이중 에너지 X선 흡수 계측법(DEXA, dual-energy X-ray absorptiometry)을 이용한 골다공증 진단 시 발생할 수 있는 기술적인 오류의 유형을 분석하고, 골밀도(BMD, bone mineral density) 값에 미치는 영향에 대해 알아보려고 실시하였다.

**연구대상 및 방법:** 환자 정보(연령, 체중, 신장, 폐경연령) 입력 오류와 관심영역(ROI, region of interest) 설정에 대한 오류로 나누어 연구하였다. 환자정보 입력 오류는 연령과 폐경연령을 5살, 10살 많게 또는 적게 입력하고, 신장과 체중도 동일한 조건으로 증감하며 입력하여 척추팬텀으로 각각 10회씩 스캔하였다. ROI 설정 오류는 폐경기 여성 10명을 대상으로 스캔을 실시하여 요추부, 고관절부, 전완으로 나누어 ROI를 변화시키며 BMD(g/cm<sup>2</sup>), T-score 값을 얻었고, 각각의 결과 값으로 정밀도 1%를 적용하여 평균에 대한 차이 분석을 실시하였다.

**결 과:** 연령과 신장, 체중 폐경연령에 대한 환자 정보 입력 오류는 정밀도 1%에서 유의하지 않게 나타났다. ROI 설정 오류는 요추부 ROI 설정 시 ROI 기준선을 좌우 1 cm, 2 cm 좁혔을 때 평균 0.006 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 그리고 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.15 감소하였다. 제 12흉추를 포함하였을 때 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score는 평균 0.063 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 감소하였고, 제 5번 요추를 포함하였을 때 각각 0.077 g/cm<sup>2</sup>, 0.5 증가하였다. 고관절 관심영역을 대퇴골 두 위쪽 또는 좌측으로 0.5 cm 이동하였을 때의 결과 값은 평균에 대한 차이를 보이지 않았다. 하지만 소전자 아래쪽 0.5 cm, 1 cm 이동하였을 때의 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score는 0.031 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 그리고 0.094 g/cm<sup>2</sup>, 0.65 로 증가하였다. 전완의 관심영역을 수근부 아래쪽, 위쪽으로 1 cm으로 이동하였을 때 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score는 0.042 g/cm<sup>2</sup>, 0.9 감소 또는 0.096 g/cm<sup>2</sup>, 0.40 증가하였다. 좌우 기준선이 1 cm, 2 cm 넓어질 때 BMD(g/cm<sup>2</sup>), T-Score는 평균 0.008 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 증가 또는 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.3으로 증가하였다.

**결 론:** 골밀도 측정 시 발생할 수 있는 기술적인 오류는 다양하며, 오류에 따라 정상 BMD 값과 T-score 에 변동이 있음을 알 수 있었다. 환자정보 입력과정에 발생할 수 있는 연령과 체중, 신장, 폐경 연령에 따른 입력오류는 BMD와 T-score에 영향을 미치지 않았으나 일반적 골밀도 검사 시에는 중요한 요소이다. ROI 지정 오류 시에는 BMD 값과 T-score에 유의한 차이가 있었다. 정확한 골밀도 검사를 위해서는 환자 정보에 대해서도 자세한 파악이 있어야 하겠지만 검사자의 기술적 지식이 결과 값에 영향을 미치게 됨을 충분히 인지하고 검사에 임하여야 하겠다.

**중심 단어:** 골밀도, 이중에너지 X선 흡수 계측법, 관심영역

\* 이 논문은 2006년 11월 13일 접수되어 2006년 12월 6일 채택 됨.  
책임저자 : 조광호, (712-702) 경상북도 경산시 하양읍 금락1리 330번지  
대구가톨릭대학교 방사선학과  
TEL : 053-850-3436, FAX : 053-850-8030  
E-mail : ghcho0639@cu.ac.kr

## I. 서 론

인간의 평균 수명이 늘어남에 따라서 퇴행성 질병들이 점차 증가하고 있다. 골다공증은 가장 흔한 골대사성 질환으로서 단위면적 내의 골 미네랄이 감소되어 경미한 충격에도 쉽게 골절을 일으킬 수 있는 상태로서 특히 노령층 및 폐경기 이후의 여성에 흔히 나타나며 갱년기 이후 여성 골절의 가장 중요한 원인으로 알려져 있다. 특히 21세기에 접어들면서 급속히 증가하는 추세인 골다공증은 다른 질환과 다르게 초기 증상이 없을 뿐만 아니라 임상적으로 심각한 문제를 일으키지는 않지만, 일단 합병증인 골절이 발생되면 그 치료가 어렵기 때문에 건강한 노후 생활을 위해서도 사전에 예방과 주의를 기울일 필요가 있다<sup>1)</sup>.

1987년 <sup>153</sup>Gd 대신 X선을 이용한 골밀도 측정 장치인 미국 Hologic사에서 처음으로 개발되었다. DEXA법은 가늘게 조절된 X선속과 인체를 투과한 X선을 검출하는 검출기로 구성되어 있으며, 두 종류의 X선 에너지를 얻기 위해서는 X선관을 사용해서 2개의 에너지를 방출하는 필터에 의해 2개의 에너지(40/70 keV)로 나누고 있다. 필터를 사용하는 방법은 80 kVp(0.75 mA)의 X선관과 350 mg/cm<sup>2</sup>의 Cerium filter를 사용하여 40 keV와 70 keV의 피크를 가진 2개의 다른 에너지를 얻는 방법이다<sup>2)</sup>.

DEXA법의 측정 원리는 연속 에너지의 X선을 사용하므로 선속 경화 현상(beam hardening)과 시간 분해능에 대한 보정이 필요하다. X선관을 사용하여 변환에 의해 이중 에너지를 얻는 방법에서는 넘침 현상(spill over)에 대한 보정은 불필요 하지만 필터를 사용하여 두 종류의 에너지를 얻는 방법에서는 이에 대한 대책이 필요하게 된다<sup>3)</sup>.

본 연구는 이중 에너지 X선 흡수 계측법(DEXA dual-energy X-ray absorptiometry)을 이용한 골다공증 진단 시 발생할 수 있는 기술적인 오류의 유형을 분석하고, 골밀도(BMD, bone mineral density) 값에 미치는 영향에 대해 알아보려고 실시하였다.

## II. 연구방법

미국 Hologic사의 QDR 4500W(USA)를 이용하여 환자 정보(연령, 신장, 체중, 폐경 연령 등) 입력에 대한 오류, ROI 설정 시 오류 등으로 나누어 실험을 하였다.

### 1. 환자 정보 입력 오류

척추 Phantom을 이용한 환자 정보 입력 오류 분석은

먼저 환자 정보를 나이 55세, 몸무게 53 kg, 신장 155 cm, 폐경 연령 50세로 가정하여 입력하였다. 정보입력 후 10회 반복 Scan을 실시하여 BMD(g/cm<sup>2</sup>)가 0.980, T-Score는 -0.2이라는 기준 값을 얻었다. 그리고 QDR 4500W 지침서에 제시된 Precision 1% 값을 이용하여 오류에 대한 오차범위로 설정하였다.

환자 정보 중 다른 조건을 일정하게 입력한 후 연령과 폐경연령을 5살, 10살 많게 또는 적게, 신장 및 체중도 동일한 조건으로 증감하며 각각 10회씩 Scan을 하였다. Scan 후 평균에 대한 차이 분석을 실시하여 기준 값과 차이가 나는 정도를 확인하였다.

Table 1. The criteria of patient information input error

Age	Weight	Height	Menopause age
55	53 kg	155 cm	50
Phantom	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score	Precision
Criteria	0.980	-0.20	1%

## 2. ROI 설정에 대한 오류

2006년 6월 5일부터 6월 8일까지 본원을 내원한 폐경기 여성 10명을 대상으로 요추와 고관절, 전원의 골밀도 검사를 실시한 후 결과 값을 이용하여 기준선을 변화하며 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-Score 결과 값을 측정을 하여 평균에 대한 차이 분석을 실시하였다. 기준 값은 척추 Phantom을 이용하여 얻은 결과 값을 이용하였다.

## III. 결 과

### 1. 환자 정보 입력 오류

#### 1) 연령

나이를 5살 많게 또는 적게, 그리고 10살 많게 또는 적게 입력한 후의 Scan 결과 값의 평균은 표 2와 같이 나타났다. 연령에 대한 입력 오류 결과는 BMD(g/cm<sup>2</sup>) 값이 0.987, 0.979, 0.985, 0.985로 나타나 기준이 되는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값(0.980, -0.2)의 Precision 1% 내에 포함이 되는 수치이고 평균에 대한 차이는 없었다.

**Table 2.** The mean result of age input error

	Age	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
5	High	0.987	-0.28
	Low	0.979	-0.19
10	High	0.985	-0.27
	Low	0.985	-0.21

2) 체중

체중을 5 kg, 10 kg 많게 또는 적게 입력한 후의 Scan 결과 값의 평균은 표 3과 같이 나타났다. 체중에 대한 입력 오류 결과는 BMD(g/cm<sup>2</sup>) 값이 0.989, 0.990, 0.981, 0.988로 나타나 기준이 되는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값(0.980, -0.2)과 Precision 1% 내에 포함이 되는 수치이고 평균에 대한 차이는 없었다.

**Table 3.** The mean result of weight input error

	Weight(kg)	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
5	High	0.989	-0.12
	Low	0.990	-0.28
10	High	0.981	-0.21
	Low	0.988	-0.26

3) 신장

신장을 5 cm, 또는 10 cm 크거나 작게 입력한 후의 Scan 결과 값의 평균은 표 4와 같이 나타났다. 체중에 대한 입력 오류 결과는 BMD(g/cm<sup>2</sup>) 값이 0.978, 0.986, 0.988, 0.983으로 나타나 기준이 되는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값(0.980, -0.2)과 Precision 1%내에 포함이 되는 수치이고 평균에 대한 차이는 없었다.

**Table 4.** The mean result of height input error

	Height(cm)	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
5	High	0.978	-0.19
	Low	0.986	-0.18
10	High	0.988	-0.17
	Low	0.983	-0.19

4) 폐경 연령

폐경 연령을 5살 많게 또는 적게, 그리고 10살 많게 또는 적게 입력한 후의 Scan 결과 값의 평균은 표 5와 같이 나타났다. 폐경 연령에 대한 입력 오류 결과는

BMD(g/cm<sup>2</sup>) 값이 0.976, 0.989, 0.979, 0.988로 나타나 기준이 되는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값(0.980, -0.2)과 Precision 1% 내에 포함이 되는 수치이고 평균에 대한 차이는 없었다.

**Table 5.** The mean result of menopause age input error

	Menopause Age	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
5	High	0.976	-0.22
	Low	0.989	-0.16
10	High	0.979	-0.21
	Low	0.988	-0.15

2. ROI 설정 오류

1) 일반적 특성

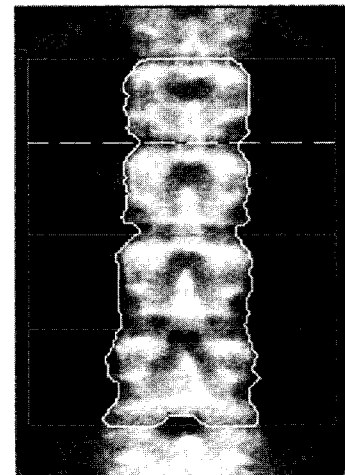
ROI 설정 오류를 측정하기 위한 폐경기 여성 10명의 일반적 특성은 연령 평균 54.5세이었고, 체중 평균은 53.2 kg, 신장은 153.7 cm, 폐경연령은 51.6세이었다.

**Table 6.** General characteristics

person (Women)	age	weight	height	menopause age
10	54.5	53.2 kg	153.7 cm	51.6

2) 요추

요추부의 관심영역(ROI) 설정 기준은 L-1에서 L-4까지 포함하고, 좌우 기준선의 변동은 없어야 하며, 척추 구분선은 추간강 중앙으로 연결되어야 한다(Fig. 1).



**Fig. 1.** The criteria of Lumbar spine ROI confirming

요추부 관심영역 설정 시 오류 분석을 위해 골밀도 검사를 실시한 후 요추부의 기준선을 Fig. 2의 (a)와 같이 1cm 좁혔을 때와, Fig. 2의 (b)와 같이 2cm 좁힌 후의 BMD(g/cm<sup>2</sup>), T-Score의 결과 값은, 기준선이 1cm 좁아질 때 평균 0.974, -0.30으로 0.006 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 감소하였고, 2cm 좁아질 때 평균 0.959, -0.35로 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.15 감소하여 Precision 1%에서 평균에 대한 차이가 있는 결과가 나타났다.

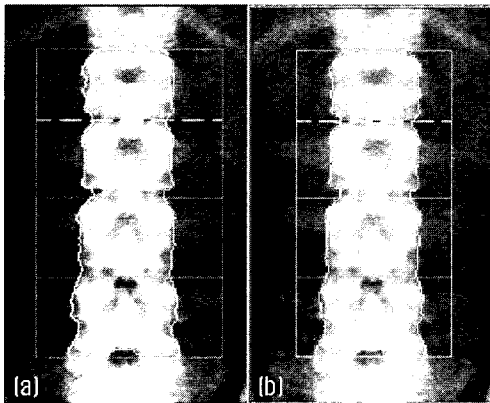


Fig. 2. Lumbar spine ROI cut down into 1 cm(a), 2 cm(b)

Table 7. The mean result of lumbar spine ROI width cut down into 1 cm, 2 cm

ROI width	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
1 cm shorten	0.974	-0.30
2 cm shorten	0.959	-0.35

요추부의 관심영역 설정 시 Fig. 3의 (a)와 같이 T-12를 포함할 때에는 BMD와 T-score값이 평균 0.917, -0.50으로 0.063 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 감소하였고, Fig. 3의 (b)와 같이 L-5을 포함한 결과 값은 평균 1.057, 0.30으로 0.077 g/cm<sup>2</sup>, 0.5 증가하였다. 이 결과 값은 Precision 1%에서 평균에 대한 차이가 있었다.

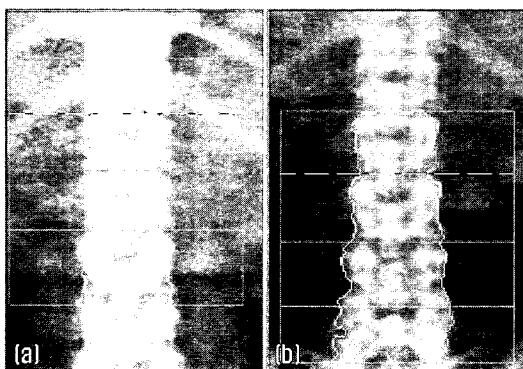


Fig. 3. Lumbar spine ROI include T-12(a) and L-5(b)

Table 8. The mean result of lumbar spine ROI include T-12 and L-5

ROI	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
T12 inclusion	0.917	-0.50
L5 inclusion	1.057	0.30

### 3) 고관절

고관절의 관심영역(ROI) 설정 기준은 대퇴골두가 포함되고, 관골구와 대전자, 소전자까지 포함되어야 한다(Fig. 4).

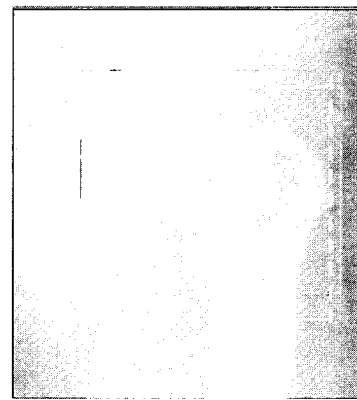


Fig. 4. The criteria of hip joint ROI confirming

고관절 관심영역 설정 시 기준선을 Fig. 5의 (a)와 같이 대퇴골두 위로 0.5 cm 이동하여 측정된 결과 BMD (g/cm<sup>2</sup>)와 T-score값이 평균 0.983, -0.016으로 나타났다. Fig. 5의 (b)와 같이 관골구 왼쪽 0.5 cm 이동하여 측정된 결과는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값이 0.988, -0.14로 나타났다. 이는 기준이 되는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score 값(0.980, -0.2)과 Precision 1%내에 포함이 되는 수치이고 평균에 대한 차이는 없었다.

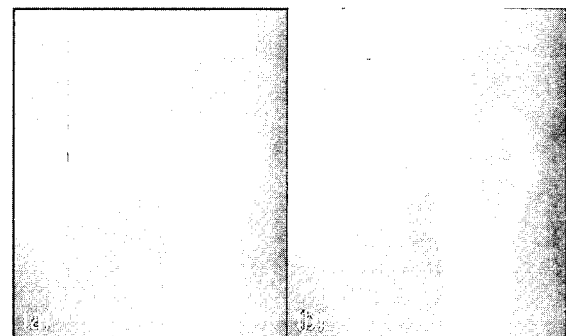
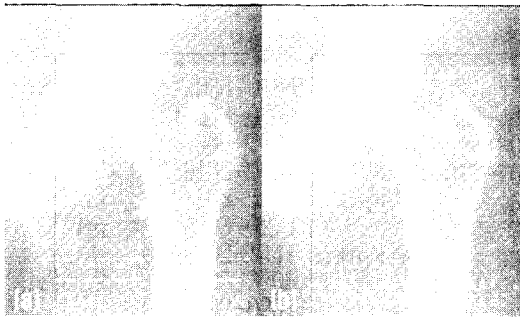


Fig. 5. Hip joint ROI expanded 0.5 cm to femoral head upper(a), and 0.5 cm to acetabulum left(b)

**Table 9.** The mean result of hip joint ROI change

ROI	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
Femoral Head upper 0.5 cm	0.983	-0.16
Acetabulum left 0.5 cm	0.988	-0.14

고관절 관심영역 설정 시 기준선을 Fig. 6(a)와 같이 소전자 아래 0.5 cm 이동하여 측정된 결과, BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-score는 1.011, 0.10으로 각각 0.081 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 증가하였고, Fig. 6(b)와 같이 기준선을 소전자 아래 1cm 이동하여 측정된 결과는 평균 1.074, 0.45로 각각 0.094, 0.65 증가하여 Precision 1%에서 평균에 대한 차이가 있었다.



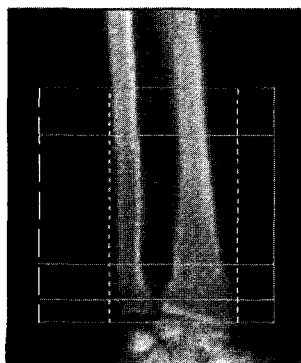
**Fig. 6.** Hip joint ROI expanded 0.5 cm(a), 1 cm(b) to lesser trochanter lower

**Table 10.** The mean result of Hip joint ROI expanded

ROI	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T Score
lesser trochanter lower 0.5 cm	1.011	0.10
lesser trochanter lower 1 cm	1.074	0.45

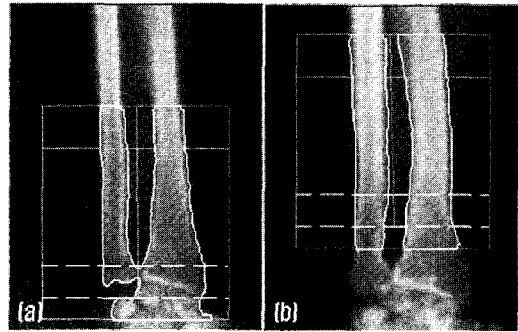
4) 전완

전완의 관심영역 설정 기준은 손목관절 중양이 포함되고 좌측으로 척골의 경계, 우측에는 요골의 경계까지 포함되어야 한다(Fig. 7).



**Fig. 7.** The criteria of Forearm ROI confirming

전완의 관심영역을 Fig. 8(a)와 같이 수근부(Wrist) 아래 1cm 포함한 결과, BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-Score 값이 평균 0.938, -1.10으로 0.042 g/cm<sup>2</sup>, 0.9 감소하였고, Fig. 8(b)와 같이 기준선을 수근부 위쪽으로 1cm 이동시킨 결과는 BMD(g/cm<sup>2</sup>)와 T-Score 값이 평균 1.076, 0.20으로 0.096 g/cm<sup>2</sup>, 0.40 증가하였다. 이 결과 값은 Precision 1%에서 평균에 대한 차이가 있었다.

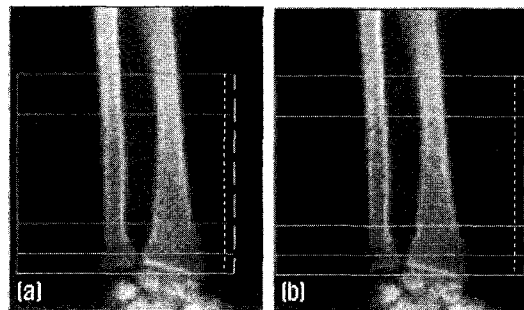


**Fig. 8.** The forearm ROI shift 1 cm to wrist lower(a) and 1 cm to wrist upper(b)

**Table 11.** The mean result of Forearm ROI shift

ROI	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T-Score
Wrist lower 1 cm	0.938	-1.10
Wrist upper 1 cm	1.076	0.20

전완의 관심영역 설정 시 Fig. 9(a)와 같이 요골과 척골부의 좌우 기준선이 1cm 넓어질 때 BMD(g/cm<sup>2</sup>), T-Score는 평균 0.988, -0.10으로 0.008 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 증가하였고, Fig. 9(b)와 같이 기준선이 2cm 넓어질 때 BMD(g/cm<sup>2</sup>), T-Score는 평균 1.001, 0.10으로 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 증가하였다. 이는 Precision 1%에서 평균에 대한 차이가 있었다.



**Fig. 9.** The forearm ROI expanded 1 cm(a), 2 cm(b) externally

**Table 12.** The mean result of forearm ROI expanded

ROI expanded	BMD(g/cm <sup>2</sup> )	T Score
1 cm	0.988	-0.10
2 cm	1.001	0.10

#### IV. 고 찰

골다공증의 초기에는 외양으로나 단순방사선 검사에 별 변화가 나타나지 않고, 다만 피곤함이나 요통 외에는 뚜렷한 자각증상이 없고, 골다공증이 진행되면 등이나 허리가 부러지고, 방사선 검사 상 척추골의 변형이나 압박 골절이 보이게 된다<sup>1)</sup>.

원발성 골다공증의 분류에 의하면 제 1형인 폐경기 골다공증은 에스트로젠(estrogen)의 감소가 주된 원인으로 골 흡수가 증가하면서 혈중 칼슘(calcium) 농도가 높아지고 이에 따라 부갑상선 호르몬의 분비가 감소되고, 따라서 장내의 칼슘 흡수가 낮아지는 결과로 골다공증이 발생하는 것으로 알려져 있다. 제 2형인 노인성 골다공증은 생리적인 대사의 감소, 음식물 등에 의한 칼슘의 섭취 감소, 그리고 각종 호르몬 및 효소의 감소에 기인하는 것으로 알려져 있으며, 이로 인한 골 형성의 골 형성의 장애와 골 흡수의 증가를 초래하는 것으로 알려져 있다<sup>4)</sup>. 1993년 세계 골다공증 학회에 보고된 바에 의하면 가장 위험한 인자는 폐경기 이후의 백인, 아시아인이면서 마른 체격의 여성과 가족력이 있는 사람으로 꼽았고, 난소 적출, 조기폐경, 아기를 낳지 못하는 여성, 좌식 생활양식, 과량의 커피를 마시는 경우, 비타민 D의 부족 등이다<sup>5)</sup>.

폐경 후 골 손실을 발견하는 데는 척추가 가장 예민한데, 그 중에서도 요추부위가 가장 예민하다. 척추는 50% 이상이 해면골로 이루어져 있는데 폐경기에는 해면골이 치밀골보다 교체속도가 8배 정도 빨라서 골량 소실은 이렇듯 대사율이 빠른 부위의 골이 먼저 소실되는 까닭에 골다공증 환자에게는 해면골의 감소로 척추골의 압박골절을 초래하게 된다<sup>6)</sup>. 저자의 연구에서도 폐경기 여성의 골밀도 검사에서 요추부위의 골 손실이 뚜렷하게 발견되었다.

골다공증의 진단은 젊은 여성 정상 BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ )의 -2.5 표준편차 미만(T-score  $\leq -2.5$ )인 경우를 골다공증(osteoporosis)으로, BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ )가 정상인의 -1과 -2.5 표준편차 사이( $-2.5 < \text{T-score} < -1$ )에 있으면 골감소증(osteopenia)으로 진단하며 정상 BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ )의 -1 표준편차 이상(T-score  $\geq -1$ )이면 정상으로 판정하며, 만약 T-score가 -2.5 표준 편차 미만이면 동시에 1개 이상의 상습적 골절이 있을 때 심한 골다공증으로 진단한다. 특정부위의 골절 위험을 예측하는 데는 그 부위의 BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ )를 측정하는 것이 바람직하며, 골다공증의 증상이 있는 환자의 경우 척추와 대퇴골의 BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) 측정이 유용한 것으로 알려져 있다<sup>7)</sup>.

DEXA 장치의 X선관과 X선 발생방식은 고정양극 X선

관을 사용한 연속 X선과 회전양극 X선관을 사용한 펄스 X선 두 방식이 있으며 Pencil beam을 이용한 장치는 고정양극 X선관을, fan beam을 이용한 장치에는 회전 양극 X선관을 채택하고 있다. 그리고 이중에너지 X선을 발생시키기 위하여 현재 사용 중인 방식은 X선관에 인가하는 순차적으로 변환시켜 이중 에너지를 발생시키는 스위칭 펄스 방식과 관전압을 일정하게 인가하되 일정 에너지만을 투과시켜주는 K-edge filter 방식이 있다. 검출기는 X선관으로부터 조사되어 피사체를 투과한 X선을 검출하여 전기 신호로 변환하는 장치이다. DEXA방식의 검출기에는 주로 Cadmium tungstate detector와 Silicon dual detector가 사용된다. DEXA 검출기가 갖추어야 할 요건은 X선 에너지를 효율적으로 흡수해야 하며, 직선성이 우수하고, 잔광과 회복시간이 짧으며, 양호한 안정성과 재현성, 긴 수명 그리고 다중 채널 검출기에서는 다수의 검출기가 하나로 되어 있으므로 인접하는 검출기와의 사이에 의한 불감 영역이 적고, 디지털 신호를 얻는데 충분한 신호 전기량이 있어야 한다. 또한 유효 방사선 피폭량은 단순 흉부 촬영의 50분의 1 정도이므로 방사선 안전관리 측면에서도 아무런 문제가 없다<sup>3)</sup>.

요추부위에 있어서 BMD( $\text{g}/\text{cm}^2$ )는 특별히 관심이 있는 어느 요추 부위에서 계산되어도 무방하지만 주로 L1-L4 부위에서 계산한다. 검사의 정확도는 언제나 같은 부위를 스캔할 수 있는가와 L1-L4 외의 어떤 요추가 검사 시에 포함되는가에 따라 달라질 수 있다. 관심 영역에 T 12가 포함된다면 (T12-L3) 일반적인 경우 BMD 값은 감소하고 L5가 관심 영역에 포함된다면 (L2-L5) 평균 BMD 값은 증가할 것이다. 왜냐하면 L1은 L2-L4에 비하여 BMD 값이 높기 때문이다<sup>8)</sup>. 저자의 연구에서도 T-12를 포함하였을 때 골밀도 값이 낮게 나타났고, L-5 포함 시 결과가 증가하는 것으로 나타나 동일한 결과를 보였다.

근위대퇴골에 있어서 관심영역은 보통 대퇴골경(neck)을 1~1.5 cm 넓이로 지나도록 잡는다. 부가적 부위로는 Word's 삼각점이나 대전자(greater trochanter) 부위가 선정될 수 있다. 근위대퇴골의 골 소실은 Word's 삼각점에서 시작되어 점차로 외각으로 확산되어 간다. 이것으로 조기 골 손실을 발견할 수 있으며 대퇴골 neck 부위의 비교에 의해서 더욱 확실하게 구별할 수 있다<sup>9)</sup>.

요추와 대퇴골의 골밀도에 있어 표준 이상이나 이하의 몸무게 1kg의 차이는 약 0.004  $\text{g}/\text{cm}^2$ 의 증가 또는 감소하는 관계이다. 이와 같이 방사선 스캔을 할 때에, 프로그램은 같은 성별의 그룹에서의 평균 체중으로부터 환자의 몸무게가 벗어나는 때 1kg에 대한 약 0.004  $\text{g}/\text{cm}^2$ 인

동년비 값(Aged Matched value)을 적용하고 있다<sup>10)</sup>. 저자의 연구에서는 환자 정보 입력과정에 발생하는 오류만을 대상으로 하였기에 신장과 체중, 연령, 폐경 연령 등의 많거나 적게 입력 한 결과는 차이가 없는 것으로 나타났다.

## V. 결 론

노인성 질환인 골다공증은 노인층 인구의 증가로 인하여 그 중요성이 부각되고 있고, 골밀도 검사 건수도 증가하고 있다. 골밀도는 연령증가에 따라 변화되고 부위에 따라 서로 차이가 있으므로 골밀도 검사는 요추와 고관절, 전완을 각각 측정하여 차이를 살펴보는 것이 바람직할 것이다.

골다공증 검사 시 발생할 수 있는 기술적인 오류는 다양하며, 오류에 따라 정상 BMD( $g/cm^2$ ) 값과 T-score에 변동이 있음을 알 수 있었다. 환자정보 입력과정에 발생할 수 있는 연령과 체중, 신장, 폐경 연령에 따른 입력 오류는 BMD( $g/cm^2$ )와 T-score에 영향을 미치지 않았으나 일반적 골밀도 검사 시에는 중요한 요소이다. ROI 지정 오류 시에는 BMD( $g/cm^2$ ) 값과 T-score에 유의한 차이가 있었다. 보다 정확한 검사를 위해 요추 검사 시 기준선 변동 없이 요추 1-4번을 관심 영역으로 지정해야 하고, 고관절 검사 시에는 대퇴골두와 대전자, 소전자까지만 포함하여야 한다. 전완 검사 시에는 손목관절, 요골과 척골의 경계까지만 포함하여야 한다.

정확한 골밀도 검사를 위해서는 환자 정보에 대해서도 자세한 파악이 있어야 하겠지만 검사자의 기술적 지식이 결과 값에 영향을 미치게 됨을 충분히 인지하고 검사에 임하여야 하겠다.

## 참 고 문 헌

1. 강점덕, 김종봉: 중년 여성의 요통에 따른 골밀도 측정, 대한정형물리치료학회지, 7(1), 54-63, 2001
2. 한인권, 윤현구, 장학철 외: 비만이 폐경 여성의 골밀도에 미치는 영향, 대한비만학회지, 9(2), 122-127, 2000
3. 진료영상학, 대학서림, 237-249, 2002
4. 김명희, 김주성: 중년여성의 골밀도와 신체적, 산과적 특성과의 관련 연구, 성인간호학회지, 14(4), 532-542, 2002
5. 오한진, 김상만, 김의현 외: 한국여성의 폐경 기간에 따른 요추 골밀도의 변화, 대한가정의학회지, 23(2), 224-232, 2002
6. 윤한식, 모은희: 이중에너지 X선 흡수 계측법을 이용한 폐경기 여성의 요추 및 근위 대퇴부의 골밀도 비교 연구, 대한방사선기술학회지, 22(2), 41-46, 1999
7. 손재희, 천병렬, 예민해: 폐경여성의 골밀도와 관련 요인, 한국역학회지, 24(2), 113-120, 2002
8. 주명숙, 남상륜: 골다공증 위험요인에 관한 연구, 류마티스건강학회지, 6(1), 37-50, 1999
9. 임승길: 골다공증의 치료, 대한내과학회지, 58(6), 698-702, 2000
10. 의협신보: 한국인의 정상골밀도, 2000, 2, 10
11. 이승진, 최유진, 이평재: Phantom을 이용한 Precision의 측정과 서로 다른 DEXA system의 BMD 교차보정의 유용성, 제 39차 방사선사종합학술대회초록집, 140, 2004
12. Hologic QDR 4500W manual, Hologic Co(USA), 2002

• Abstract

## The Study of Technical Error Analysis on BMD Using DEXA

Yeong-Han Kang · <sup>1)</sup>Gwang-Ho Jo

*Daegu Catholic University Hospita Diagnostic Radiology*

<sup>1)</sup>*Daegu Catholic University Department of Radiology science*

**Purpose:** This study was conducted to search for the type of technical error in DEXA(dual-energy X-ray absorptiometry) and the effect of error to measurement of BMD.

**Materials and Methods:** The changes of BMD(g/cm<sup>2</sup>, T-score) by patients information(Age, Weight, Height, Menopause age) input error and Confirming ROI error were investigated. Using spine phantom, we scanned 10 times by age(5, 10), weight(10, 20 kg), height(5, 10 cm), menopause age(5, 10) increase & decrease respectively. Scanning region(L-spine, femur, Forearm) of 10 patients was calculated by changing ROI respectively. Analysis of difference for mean(precision 1%) were carried out.

**Results:** The error of patient information(Age, Weight, Height, Menopause age) was not changed differently.

In confirming ROI, the BMD and T-score of L-spine involving T-12 was decreased to 0.063 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 and involving L-5 increased to 0.077 g/cm<sup>2</sup>, 0.5. In narrowing 1 cm of vertical line of ROI, the BMD and T-score decreased to 0.006 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 and in 2 cm, 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.15, each.

In hip ROI, Upper and left shift(0.5 cm) of line was not influenced BMD and T-score. In 0.5 cm lower shift(lesser trochanter below), the BMD and T-score increased 0.031 g/cm<sup>2</sup>, 0.3 and in 1 cm 0.094 g/cm<sup>2</sup>, 0.65, each.

In forearm ROI, the BMD and T-score decreased 0.042 g/cm<sup>2</sup>, 0.9 involving 1 cm lower wrist. And expanding 1 cm of vertical line, the BMD and T-score decreased 0.008 g/cm<sup>2</sup>, 0.1 and in 2 cm, 0.021 g/cm<sup>2</sup>, 0.3, each. The L-spine, hip, forearm ROI error was changed differently.

**Conclusion:** There are so many kinds of technical error in BMD processing. Errors according to age, weight, height, menopause age did not influence to BMD(g/cm<sup>2</sup>) and T-score. There are mean differences BMD and T-score in confirming ROI.

For the precision exam, in L-spine processing, L1-4 have to be confirmed without shift of ROI vertical line. In hip processing, the ROI have to include greater trochanter, femur head and lesser trochanter. In forearm processing, the ROI have to include wrist, radius and ulnar.

**Key Words:** BMD, DEXA, ROI