

## 골밀도검사의 올바른 질 관리에 따른 임상적용과 해석

— 이중 에너지 방사선 흡수법을 중심으로 —

### — A Study of Equipment Accuracy and Test Precision in Dual Energy X-ray Absorptiometry —

광주보건대학 방사선과 · 서울아산병원 핵의학과<sup>1)</sup> · 조선대학교 원자력공학과<sup>2)</sup>

동경래 · 김호성<sup>1)</sup> · 정운관<sup>2)</sup>

— 국문초록 —

**목 적:** 골밀도검사의 중요한 부분을 차지하고 있는 검사 장비 및 검사자의 정밀도와 정확도는 환경에 따라 차이가 있기 때문에 질 관리가 체계적으로 이루어져야 한다. 골밀도 검사장비의 노화 및 잦은 고장에 의하여 장비의 교체 및 추가 구입으로 인하여, 추적검사를 하는 환자들의 호환성에 문제가 있다. 따라서 장비 교체 및 증설 후 동일한 장비처럼 호환하여 사용해도 환자의 임상적인 골밀도 변화를 정확하고 정밀하게 반영할 수 있는지 알아보려고 한다.

**재료 및 방법:** 장비 정밀도는 GE Lunar Prodigy Advance 2대의 장비(P1, P2)와 HOLOGIC Spine Phantom (HSP)을 이용하여 각 장비에서 20번씩 스캔하여 팬텀을 이용한 정밀도 데이터를 획득하였고(Group 1), 여성 120명(평균나이 48.78, 20~60세)을 대상으로 각 장비에서 15명씩, 같은 환자가 두 번 촬영을 하여 각 검사자의 정밀도를 측정했다(Group 2), 또한 검사자의 정밀도는 팬텀(ASP)을 이용하여 매일 아침마다 질 관리 시행 후 얻은 데이터를 기준으로, 각각의 장비에서 HSP를 이용하여 각 장비에서 20번씩 스캔 후 데이터를 획득하여 검사자 정밀도 및 교차 보정 데이터를 산출하였고(Group 3), 여성 120명(평균나이 48.78, 20~60세)의 동일 환자를 대상으로 한 장비에서 한 번씩 교차로 측정하여 검사자 정밀도 및 교차보정 데이터를 산출하였다(Group 4).

**결 과:** Daily Q.C Data는  $0.996 \text{ g/cm}^2$ , 변동계수(%CV) 0.08로 안정된 장비로서 Group 1에서 Mean±SD 및 %CV값은 ALP(P1 :  $1.064 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.190 g/cm<sup>2</sup>, P2 :  $1.061 \pm 0.003 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.192), Group 2에서 Mean±SD 및 %CV값은 P1 :  $1.187 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.164 g/cm<sup>2</sup>, P2 :  $1.198 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.163, Group 3에서의 Mean±2SD 및 %CV는 P1 - (spine :  $0.001 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.94, Femur :  $0.001 \pm 0.019 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.96), P2 - (spine :  $0.002 \pm 0.018 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.55, Femur :  $0.001 \pm 0.013 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.48), Group 4에서 Mean±2SD 및 %CV는, r 값은 spine :  $0.006 \pm 0.024 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.86, r = 0.995, Femur :  $0 \pm 0.014 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.54, r = 0.998이었다.

**결 론:** HOLOGIC Spine Phantom과 LUNAR ASP %CV는 ISCD에서 규정한 정상오차 범위인 ±2% 안에 모두 포함되었고 BMD가 비교적 일정한 값을 유지하며 측정되어 뛰어난 재현성을 보였다. 하지만 Phantom은 환자의 체중이나 체지방 조성의 변화 등 임상적인 부분을 반영하는 데는 한계성을 갖고 있어 mis-calibration을 check하는데 유용할 것으로 판단된다. Group 3과 Group 4의 결과에서 환자를 하나의 장비로 두 번 측정된 값을 보았을 때와 두 대의 장비를 교차하여 측정된 값 모두 2SD값 이내에 포함되었고 선형회귀분석(Regression Analysis) r 값이 0.99 이상으로 높은 정밀도와 상관도를 나타냄으로써 두 장비를 호환하여 추적검사를 시행하여도 영향이 없었다. 신뢰있는 BMD 산출을 위해서는 정기적으로 장비 및 검사자의 기능테스트와 이에 대한 적절한 교정행위가 이루어져야 할 것이다.

중심 단어 : BMD, DEXA, Cross Calibration, Precision

\* 이 논문은 2007년 11월 12일 접수되어 2008년 3월 7일 채택 됨.

교신저자: 김호성, (138-736) 서울시 송파구 풍납2동 388-1번지  
서울아산병원 핵의학과  
TEL : 02-3010-4561, FAX : 02-3010-4588  
E-mail : yamany@paran.com

## I. 서 론

골밀도(BMD: bone mineral density)는 골다공증을 진단하는데 필요한 중요한 요소 중의 하나로 이를 정확히 측정하는 것은 골다공증을 진단하는 것뿐만 아니라 골절의 위험도를 판단하고 치료 효과를 파악하는데 중요하다. 골밀도를 정확히 측정하기 위한 방법으로는 여러 종류의 검사법이 있으나 이중 에너지 방사선 흡수법(Dual Energy X-ray Absorptiometry: DEXA)<sup>1)</sup>이 1987년에 도입된 이후 짧은 검사시간과 우수한 정밀도(precision) 및 양 광자 감마선 흡수법(Dual Photon Absorptiometry)과는 달리 동위원소를 교체할 필요가 없다는 점 등의 장점에 현재 가장 널리 이용되고 있다. 현재 전 세계적으로 사용되고 있는 DEXA 기종은 Hologic Inc.과 Lunar Corp. 및 Norland Corp. 세 회사에서 만든 기종으로, 어느 DEXA 기종으로 골밀도를 측정하느냐에 따라 같은 환자라 하더라도 골밀도 측정치와 T-score 및 젊은 정상 성인의 골밀도 평균치(정상참고치)에 대한 백분율<sup>2)</sup>이 차이가 나는 것으로 알려져 있다. 같은 기종이라 하더라도 X-ray 발생 장치 등의 기계적 장치(hardware)나 작동 및 분석프로그램(software)의 향상(upgrade)에 의해서도 발생한다. 본 연구는 DEXA를 중심으로 한 골밀도 검사에 있어서 정확한 적용과 해석 및 올바른 질 관리에 대하여 알아보려고 한다.

## II. 연구 배경

건강의 개념이 최근에는 질병 치료 개념에서 건강 증진, 삶의 질 향상이라는 목표로 전환되고 있기 때문에 골다공증을 예방하고 조기 발견하는 것이 급선무라 하겠다. 이를 위해서는 적절한 때에 맞추어 골밀도 검사를 시행하고 골절 예방을 위한 노력을 각별히 해야 할 것이다. 최근 이러한 사회적 변화를 반영하듯 내분비내과, 산부인과, 정형외과, 가정의학과 등에서 골밀도 검사 처방건수가 증가하고<sup>3)</sup> 골밀도 측정을 위한 검사자가 점차 늘어나고 있다. 하지만 검사의 수요가 증가하면서 여러 가지 문제가 발생하였다. 첫째, 현대의 골밀도 장비를 Full가동함에 따른 과부하와 기계 자체가 가진 결함에 의한 고장 발생률이 증가하였고, 둘째로 한정된 검사장비로 인한 검사자의 검사대기 시간의 증가에 따른 서비스의 질 저하가 발생되었다. 셋째로 다양한 기능을 겸비한 보다 정확하고 신속한 검사가 가능해진 신규 골밀도 장비의 출현으로 장

비교체에 따른 추적검사를 하는 환자들의 결과 호환성이 문제가 제기되었고, 마지막으로 검사대기 일수를 줄이기 위하여 장비수를 여러 대로 증설 후 동일한 장비처럼 호환<sup>4)</sup>하여 사용해도 환자의 임상적인 골밀도 변화를 정확하고 정밀하게 반영할 수 있는가 하는 것이다. 따라서 이런 문제점을 해결해 보고자 이 연구를 시행하였다.

## III. 연구방법 및 분석

장비 정밀도 측정은 HOLOGIC Spine Phantom을 이용하여 Prodigy A, Prodigy B의 두 장비에서 각각 20번씩 스캔하였고 수검자를 대상으로 한 장비 정밀도 측정은 BMD검사를 의뢰한 수검자 중 여성 120명(평균나이 48.78세, 20~60세)을 대상으로 Prodigy A, Prodigy B의 두 장비에서 검사하였다. 검사장비는 GE Lunar Prodigy Advance(LUNAR Coporation, Madison, USA), 사용팬텀으로는 ASP(Aluminum Spine Phantom: LUNAR, USA)과 HOLOGIC Spine Phantom(HOLOGIC, USA)을 사용하였다.

연구방법으로 Daily QC는 제조회사에서 정한 지침에 따라 팬텀을 이용하여 매일 아침마다 질 관리를 시행하였고 두 장비의 교차보정 중 Phantom을 이용한 교차보정은 각각의 장비에서 HOLOGIC Spine Phantom과 LUNAR AI Spine Phantom을 위치 변화 없이 20번씩 스캔하였다(Fig. 1). (전자를 Group 1, 후자를 Group 2라 명명 함) HOLOGIC Spine Phantom(Fig. 2)은 4개의 척추 구조물로 되어 있고(L1-L4) 이들의 크기와 농도는 동일한 반면 LUNAR AI Spine Phantom(Fig. 3)은 4개의 척추 구조물로 되어 있으나(L1-L4) 정상인의 척추와

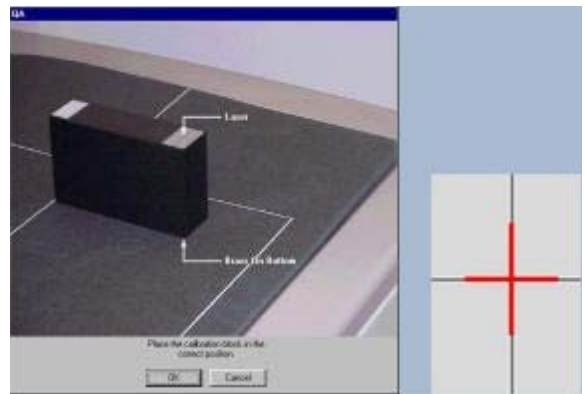


Fig. 1. Daily Q.C. method

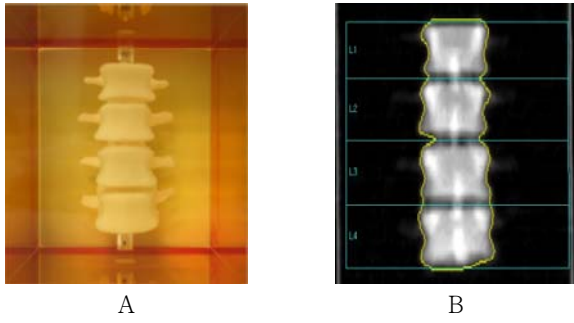


Fig. 2. A. Hologic spine phantom, B. Hologic spine phantom scan data

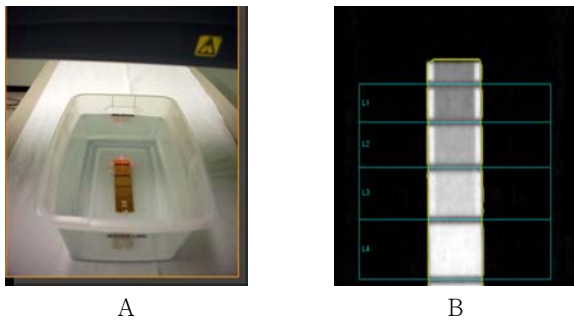


Fig. 3. A. Lunar AI spine phantom, B. Lunar AI spine phantom scan data

비슷하게 다양한 크기와 농도로 되어있다. Phantom 스캔 결과 분석은 제조사의 권고사항에 따라 시행하였고, L1-L4 영역의 골밀도(BMD, g/cm<sup>2</sup>), 골무기질량(BMC, g), 측정영역(area, cm<sup>2</sup>)으로 두 장비의 차이를 비교하였다. 결과 분석은 Daily QC는 6개월간의 매일 질 평가를 하여 Shewhart Chart Rules에 따라 분석하였고 Phantom을 이용한 검사자 정밀도 측정은 장비에서 20번 측정된 팬텀에서 L1-L4영역의 골밀도, 골무기질량, 측정영역을 평균±표준편차로 나타내었고, 변동계수율(%CV)을 계산하였다. 또한 수검자 대상 검사자 정밀도 측정은 장비에서 두 번씩 검사한 수검자의 Spine AP(L1-L4)와 Left femur(total) 영역에서 골밀도의 차이(difference)와 그의 평균±표준편차를 구하고, ISCD(International Society for Clinologic Densitometry)에서 권고한 precision calculation tool을 이용하여 변동계수율을 구하였다. 마지막으로 두 장비의 Phantom과 수검자의 교차보정에서 Phantom(Group 1, Group 2)을 이용한 방법에서는 각 장비에서 20번 측정된 각 팬텀을 L1-L4영역의 골밀도, 골무기질량, 측정영역을 평균±표준편차로 나타내었고, 변동계수율을 계산하였다.

$$CV = (SD/mean) * 100$$

또한 수검자(Group 3, Group 4)를 이용한 방법에서는 각 장비에서 한 번씩 교차 검사한 Spine AP(L1-L4)와 Left femur(total) 영역에서 골밀도의 차이와 그의 평균±표준편차를 구하고, ISCD(International Society for Clinologic Densitometry)에서 권고한 precision calculation tool을 이용하여 변동계수율을 구하였다. 그리고 Group 3에서의 SDD(Intra device SDD)와 Group 4에서의 SDD(Inter device SDD)를 산출하였고

$$SDD = 1.96 SD (if = 5\%)$$

ISCD에서 권고한 cross-calibration calculation tool을 이용하여 선형회귀분석(Regression Analysis), Paired T-test를 시행하였고, Bland-Altman Plot(MedCalc Software, version 9.3.2.0, Mariakerke, Belgium)을 이용하였다.

## IV. 결 과

### 1. Daily QC Data

1) Daily Q.C Data는 System functional test(Trend Summary) BMD Medium(3.000 mA)으로 0.996 g/cm<sup>2</sup>의 BMD Phantom을 이용하여 매일 측정된 Shewhart Chart이다(Fig. 4). Daily QC Phantom을 이용하여 매일 QC를 시행하였고 평균 BMD값은 점으로 표시되며 모든 BMD값은 변동계수 0.08로 Shewhart Rule을 범위에 포함되어 있으므로 안정된 장비로 분석되었다. 만약 그 Rule을 벗어난다면 장비회사를 통하여 Service를 받아야 하며 Shewhart Chart는 일정한 기간동안의 QC trend를 한 눈에 볼 수 있는 장점이 있다.

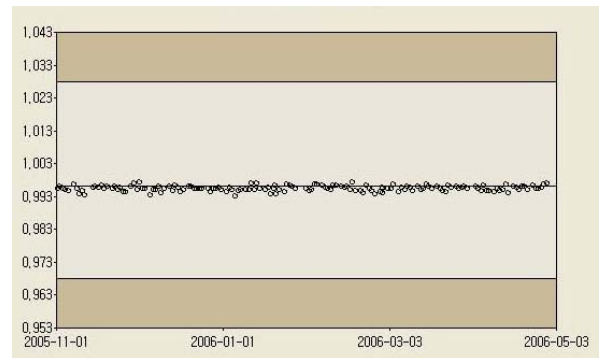


Fig. 4. Daily QC data of 6 month

## 2) Phantom을 이용한 정밀도와 교차보정

Phantom을 이용한 Group 1에서 Mean±SD 및 %CV 값은 ALP P1:  $1.064 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.190  $\text{g/cm}^2$ , P2:  $1.061 \pm 0.003 \text{ g/cm}^2$  %CV = 0.192, Group 2에서 Mean±SD 및 %CV 값은 P1:  $1.187 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.164  $\text{g/cm}^2$ , P2:  $1.198 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.163 였다(Table 1).

Table 1. Phantom's precision and cross - calibration

|      | Lunar aluminum spine phantom |       | QDR Hologic spine phantom |       |
|------|------------------------------|-------|---------------------------|-------|
|      | BMD 1                        | BMD 2 | BMD 1                     | BMD 2 |
| Mean | 1.064                        | 1.061 | 1.187                     | 1.198 |
| SD   | 0.002                        | 0.003 | 0.002                     | 0.002 |
| %CV  | 0.190                        | 0.192 | 0.164                     | 0.163 |

Group 3에서의 Mean±2SD 및 %CV는 P1 - spine:  $0.001 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.94, Femur:  $0.001 \pm 0.019 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.96, P2 - spine:  $0.002 \pm 0.018 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.55, Femur:  $-0.001 \pm 0.013 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.48, Group 4에서 Mean±2SD 및 %CV는, r 값은 spine:  $0.006 \pm 0.024 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.86, r = 0.995, Femur:  $0 \pm 0.014 \text{ g/cm}^2$ , %CV = 0.54, r = 0.998이였다(Table 2, 3).

Table 2. Patient's precision and cross - calibration(Prodigy A)

| Group | Statistics             | Prodigy A                                 |                   |
|-------|------------------------|---|-------------------|
| 1     | Mean±SD                | $1.064 \pm 0.002 \text{ (g/cm}^2\text{)}$ |                   |
|       | %CV                    | 0.190                                     |                   |
| 2     | Mean±SD                | $1.187 \pm 0.002 \text{ (g/cm}^2\text{)}$ |                   |
|       | %CV                    | 0.164                                     |                   |
| 3     | Area                   | Spine L1-L4                               | Femur total       |
|       | Mean±2SD               | $0.001 \pm 0.030$                         | $0.001 \pm 0.019$ |
|       | %CV                    | 0.940                                     | 0.960             |
|       | SDD( $\text{g/cm}^2$ ) | 0.020                                     | 0.018             |
|       | r                      | 0.990                                     | 0.992             |
| 4     | Area                   | Spine L1-L4                               |                   |
|       | Mean±2SD               | $0.006 \pm 0.024$                         |                   |
|       | %CV                    | 0.860                                     |                   |
|       | SDD( $\text{g/cm}^2$ ) | 0.024                                     |                   |
|       | r                      | 0.995                                     |                   |

Table 3. Patient's precision and cross - calibration(Prodigy B)

| Group | Statistics             | Prodigy B                                 |                    |
|-------|------------------------|---|--------------------|
| 1     | Mean±SD                | $1.061 \pm 0.003 \text{ (g/cm}^2\text{)}$ |                    |
|       | %CV                    | 0.292                                     |                    |
| 2     | Mean±SD                | $1.198 \pm 0.002 \text{ (g/cm}^2\text{)}$ |                    |
|       | %CV                    | 0.163                                     |                    |
| 3     | Area                   | Spine L1-L4                               | Femur total        |
|       | Mean±2SD               | $0.002 \pm 0.018$                         | $-0.001 \pm 0.013$ |
|       | %CV                    | 0.550                                     | 0.480              |
|       | SDD( $\text{g/cm}^2$ ) | 0.018                                     | 0.013              |
|       | r                      | 0.996                                     | 0.997              |
| 4     | Area                   | Femur total                               |                    |
|       | Mean±2SD               | $0 \pm 0.014$                             |                    |
|       | %CV                    | 0.540                                     |                    |
|       | SDD( $\text{g/cm}^2$ ) | 0.013                                     |                    |
|       | r                      | 0.998                                     |                    |

## V. 고 찰

DEXA 장비가 선호되는 이유는 High energy X-ray, multidetector, rotating arm을 특징으로 보다 우수한 해상력과 빠른 스캔시간이 장점이다. 방사선 노출이 적으며 정밀도의 오차도 감소되었고 대퇴골 근위부를 포함하여 신체 여러 부위를 측정할 수 있으며, 특히 전신의 골밀도뿐만 아니라 lean body mass와 지방, 연부조직의 조성도 빠른 시간 내(5분~20분)에 정확하게 측정할 수 있는 것이 장점이다. 정확도의 오차는 전완부에서 2~4%, 척추와 대퇴골에서 6~10% 정도이다. 최신 기종에는 morphometry라는 소프트웨어가 포함되었으나 이의 유용성에 대한 연구는 현재 진행 중이다<sup>5-7)</sup>. 하지만 DEXA를 사용하였을 때 야기되는 문제가 있기 때문에 정밀오차와 정확 오차<sup>8)</sup>를 정확히 파악해야 한다. 정확오차의 발생은 피검자, 검사자, 골밀도측정기에 의한 요인으로 구분하기도 한다. 이러한 정확오차 중 일부는 동시에 정밀 오차의 원인이 되기도 한다. 정확오차를 발생 요인별로 구분하면 첫 번째로 피검자에 따른 오차는 골격의 퇴행성 변화와 압박골절, 대동맥 석회화<sup>9-10)</sup> 등에 의해 흔히 측정오차가 발생하며 측정 부위의 인공물, 즉 속옷에 부착된 단추, 보석류, 금속물, 수술에 의한 변화, 장내 조영제 등도 흔히 발생하는 오차의 원인이다. 또한 과도 비만과 간질환으로 복수가 있는 경우 복부의 두께가 30 cm 이상이면 검사 결과를 신뢰할 수 없다<sup>11)</sup>. 방사성동위원소에 의해서

도 검사 수치에 변화를 초래할 수 있다. 따라서 뼈 스캔과 동시에 시행하게 되면 방사성 의약품 주사 전에 골밀도 검사를 먼저 시행하는 것이 좋다. 둘째 검사자에 따라 흔히 발생하는 오차는 검사자세를 올바르게 취하지 못하고, 요추의 위치 선정을 잘못하거나 대퇴골의 관심영역을 제대로 설정하지 못하는 것 등이다. 각 요추를 정확하게 구분하기 위하여 X-선 검사를 참고하기도 한다. 요추와 요추 사이의 분리선을 정확하게 위치시키지 않고, 위, 아래의 요추에 분리선이 중복된다면 오차가 발생한다. 대퇴골에서는 하지를 내전시키는 각도가 중요하다. 셋째 골밀도 측정기에서 발생하는 오차는 진단기기 자체와 기계적 보정(calibration)<sup>12)</sup>에 의한 오차로 흔히 발생한다. 골밀도 측정시 측정 부위의 테두리를 기계가 자동적으로 인식하여 그려주는데 골밀도가 매우 낮은 일부가 빠로 인식되지 않을 수 있으므로 직접 수정해 주어야 한다. 현재 국내에서 사용하는 골밀도의 정상 표준치는 골밀도 측정기 제조회사마다 많은 차이를 나타내고 있어 동일인에서도 진단이 달라지는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결을 위한 방안은 얼마나 오차를 줄이는가가 가장 중요한 과제이다. 따라서 오차가 발생할 수 있는 요인을 파악하여 ISCD에서 권고한 사항<sup>13)</sup>에 맞게 관리를 해야 한다. 따라서 임상적 적용을 위해서는 일정기간 후에 골밀도 변화를 관찰할 때 측정된 수치가 생체 내 골밀도 변화를 직접 반영하는 것인지 측정 오차인지를 감별하는 것이 매우 중요하다. 즉, 최소한 의미있는 변화(Least significant change, LSC)<sup>14)</sup>보다 큰 변화를 나타내야만 유의한 변화로 정의할 수 있다. 골밀도의 적절한 추적기간은 LSC와 치료에 대한 골밀도의 변화폭에 따라 결정된다. 환자의 연령, 기저 골밀도치 외에 골소실과 연관된 요인들을 고려한다. 또한 예상되는 치료효과 등을 감안하여 가장 적합한 추적기간을 계산하는 것이 이상적이나 실제로는 복잡하여 임상진료에 적용하기 어렵다. 정밀오차가 일반적으로 알려진 범위 내에서 조절되고 있다면 척추나 대퇴골에서는 1~2년마다 골밀도 측정을 시행한다. 이보다 짧은 기간에 측정하면 정밀오차 범위 내에 있으므로 실제 변화 여부를 평가할 수 없다. 스테로이드에 의한 골소실은 매우 빨리 진행될 수 있으므로 6개월마다 측정할 수 있다.

## VI. 결 론

Phantom과 수검자를 이용하여 측정한 장비 정밀도 및 교차 보정은 Group 1과 Group 2의 실험에서 HOLOGIC

Spine Phantom과 LUNAR ASP %CV는 ISCD에서 규정한 정상오차 범위인  $\pm 2\%$  안에 모두 포함되었고 BMD가 비교적 일정한 값을 유지하며 측정되어 뛰어난 재현성을 보였다. 하지만 균질한 특성을 가진 Phantom이 환자의 체중이나 체지방 조성의 변화 등 임상적인 부분을 반영하는 데는 한계성을 갖고 있어 팬텀을 이용한 정도관리는 장비의 mis-calibration을 check하는데 더욱 유용할 것으로 판단된다. Group 3과 Group 4의 결과를 비교한 Bland-Altman Graph에서 환자를 하나의 장비로 두 번 측정된 값을 보았을 때와 두 대의 장비를 교차하여 측정된 값 모두 2SD값 이내에 포함되었고 선형 회귀 분석(Regression Analysis) r 값이 0.99 이상으로 높은 정밀도와 상관도를 나타냄으로써 두 장비를 호환하여 환자를 추적검사를 시행함에 있어 영향을 주지 않음을 알았다. 비록 본 연구가 단기간에 행하여 졌지만 장기적으로 신뢰 있는 BMD 산출을 위해서는 정기적으로 장비의 기능테스트와 이에 대한 적절한 교정행위가 이루어져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 양준영, 김영모: 근위 대퇴골 및 요추부 골밀도 검사의 상관관계 분석, 대한골절학회지, 16(4), 570-574, 2003
2. 김덕윤: 골밀도 측정의 올바른 임상적용, 대한핵의학회지, 38(4), 275-281, 2004
3. 김영모: 근위 대퇴골 및 요추부 골밀도 검사의 상관관계 분석, 대한골절학회지, 46, 456-512, 2003
4. 조진만, 김재승, 김기수: 서로 다른 이중 에너지 방사선 흡수기계 기종 간의 골밀도 교차보정, 대한핵의학회지, 35, 282-288, 1999
5. Reid DM, Lanham SA, McDonald AG: Speed an comparability of three dual energy X-ray absorptiometer(DXA) models, Osteoporosis, 15, 575-577, 1990
6. Gundry CR, Miller CW, Ramos E, Moscona A, Stein JA, Mazess RB: Dual-energy radiographic absorptiometry of lumbar spine, Clinica experience with two different systems, Radiology, 174, 539-541, 1990
7. Genant HK, Grampp S, Gluer CC, Faulkner KG, Jergas M, Engelke K: Dization for dual X-ray absorptiometry, Korean J Nucl Med,

- 33(3), 1503–1514, 1999
8. Pocock NA, Sambrook PN, Nguyen T, Kelly P, Freund J, Eisman JA: Assessment of spinal and femoral bone density by dual X-ray absorptiometry, *J Bone Miner Res*, 7, 1081–1084, 1992
  9. Cho JA, Kim SW, Kim A, Ku JR, Kim YT, Yim CH: Standardization for dual energy X-ray absorptiometry, *Korean J Med*, 52, 445–448, 1997
  10. Wilson CR, Carrera GF, Bergersen J: The effect of patient weight on BMD measurement precision, *Calcif Tissue Int*, 71, 281–282, 2002
  11. Andresen R, Radmer S and Banzer D: bone mineral density and spongiosa architecture in correlation to vertebral insufficiency fractures, *Acta Radiologica*, 39, 538–542, 1998
  12. Kalender WA: Neue entwicklungen in der Knochendichtemessung mit Quantitaver Computer Tomographie(QCT), *Radiologe*, 28, 173–179, 1998
  13. Ku YM, jee WH, Choe BY: Relation ship between bone mineral density of lumbar paraspinal Muscles by Quatitative Computed Tomography, *J Korean Radiol Soc*, 38, 163–167, 1998
  14. Leib ES, Lewiecki M, Binkley N, H Amdy RC: Official positions of the international society for clinical densitometry, *J Clin. Densitom*, 7, 1–5, 2004

• Abstract

## A Study of Equipment Accuracy and Test Precision in Dual Energy X-ray Absorptiometry

Kyung-Rae Dong · Ho-Sung Kim<sup>1)</sup> · Woon-Kwan Jung<sup>2)</sup>

*Department of Radiological Technology, Gwangju Health College*

<sup>1)</sup>*Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center*

<sup>2)</sup>*Department of Nuclear Energy Technology, Chosun University*

**Purpose :** Because there is a difference depending on the environment as for an inspection equipment the important part of bone density scan and the precision/accuracy of a tester, the management of quality must be made systematically. The equipment failure caused by overload effect due to the aged equipment and the increase of a patient was made frequently. Thus, the replacement of equipment and additional purchases of new bonedensity equipment caused a compatibility problem in tracking patients. This study wants to know whether the clinical changes of patient's bonedensity can be accurately and precisely reflected when used it compatibly like the existing equipment after equipment replacement and expansion.

**Materials and methods :** Two equipments of GE Lunar Prodigy Advance(P1 and P2) and the Phantom HOLOGIC Spine Road(HSP) were used to measure equipment precision. Each device scans 20 times so that precision data was acquired from the phantom(Group 1). The precision of a tester was measured by shooting twice the same patient, every 15 members from each of the target equipment in 120 women(average age 48.78, 20–60 years old)(Group 2). In addition, the measurement of the precision of a tester and the cross-calibration data were made by scanning 20 times in each of the equipment using HSP, based on the data obtained from the management of quality using phantom(ASP) every morning (Group 3). The same patient was shot only once in one equipment alternately to make the measurement

of the precision of a tester and the cross-calibration data in 120 women(average age 48.78, 20-60 years old)(Group 4).

**Results :** It is steady equipment according to daily Q.C Data with  $0.996 \text{ g/cm}^2$ , change value(%CV) 0.08. The mean $\pm$ SD and a %CV price are ALP in Group 1(P1 :  $1.064 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.190  $\text{g/cm}^2$ , P2 :  $1.061 \pm 0.003 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.192). The mean $\pm$ SD and a %CV price are P1 :  $1.187 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.164  $\text{g/cm}^2$ , P2 :  $1.198 \pm 0.002 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.163 in Group 2. The average error $\pm$ 2SD and %CV are P1 - (spine :  $0.001 \pm 0.03 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.94, Femur :  $0.001 \pm 0.019 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.96), P2 - (spine :  $0.002 \pm 0.018 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.55, Femur :  $0.001 \pm 0.013 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.48) in Group 3. The average error $\pm$ 2SD, %CV, and r value was spine :  $0.006 \pm 0.024 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.86,  $r=0.995$ , Femur :  $0 \pm 0.014 \text{ g/cm}^2$ , %CV=0.54,  $r=0.998$  in Group 4.

**Conclusion :** Both LUNAR ASP CV% and HOLOGIC Spine Phantom are included in the normal range of error of  $\pm 2\%$  defined in ISCD. BMD measurement keeps a relatively constant value, so showing excellent repeatability. The Phantom has homogeneous characteristics, but it has limitations to reflect the clinical part including variations in patient's body weight or body fat. As a result, it is believed that quality control using Phantom will be useful to check mis-calibration of the equipment used. A value measured a patient two times with one equipment, and that of double-crossed two equipment are all included within 2SD Value in the Bland - Altman Graph compared results of Group 3 with Group 4. The r value of 0.99 or higher in Linear regression analysis(Regression Analysis) indicated high precision and correlation. Therefore, it revealed that two compatible equipment did not affect in tracking the patients. Regular testing equipment and capabilities of a tester, then appropriate calibration will have to be achieved in order to calculate confidential BMD.

---

Key Words : BMD, DEXA, Cross Calibration, Precision