Journal of Radiation Industry 12(4) : 311~316(2018)

재활치료 환자에서 DXA를 이용한 요추부와 대퇴경부 골밀도 검사의 상관관계

정묘영[1,2] · 지연상[3] · 김창복[3,*] · 동경래[3] · 류재광[4] · 최지원[5]

[1]조선대학교 호남권역 재활병원, [2]동신대학교 보건의료학과, [3]광주보건대학교 방사선과,
[4]서울아산병원 핵의학과, [5]전주대학교 방사선학과

Correlation Analysis of the Lumbar Spine and Femur Neck BMD using Dual Energy X-ray Absorptiometry in Rehabilitated Patients

Myo-Young Jung[1,2], Yun-Sang Ji[3], Chang-Bok Kim[3,*], Kyung-Rae Dong[3], Jae-Kwang Ryu[4] and Ji-Won Choi[5]

[1]*Department of Radiology, Chosun University Honam Regional Rehabilitation Hospital, 61027, Haseoro 590, Buk-gu, Gwang-ju, Republic of Korea*
[2]*Department of Public Health and Medicine, Dongshin University Graduate School, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Republic of Korea*
[3]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero 419 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, Republic of Korea*
[4]*Depatment of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 88, Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Republic of Korea*
[5]*Department of Radiological Science, Jeonju University, 303, Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 55069, Republic of Korea*

Abstract - Average life expectancy is getting longer due to medical developments and improvements in living standards. So much so that the elderly have an increased risk of developing osteoporosis. Therefore, it is important to prevent, diagnose, and treat the senile disease at an early stage through a bone density test. Bone density is measured by dual energy X-ray absorption (DXA). In this study, while using DXA, in cases when the measurements for both the lumbar and the femur could not be taken simultaneously, the correlation between both measurements were known, and the measurement of one area was used to make a clinical inference for the value of the other. Measurements were taken using Lunar Prodigy Advance (GE) for 43 participant with clinically significant fractures. Statistical calculations were produced and analysed regarding bone density. In case of T-score, lumbar spine produced a statistical result of −2.112±1.836 and femur neck was −1.716±1.565. In case of Z-score lumbar spine produced a statistical result of −0.151±1.513, and femur neck −0.026±1.283. It is indicated that the pearson correlation coefficient of T-score between lumbar spine and femur neck is high at 0.699, and the pearson correlation coefficient of Z-score is considered relatively high at 0.503. The correlation of bone

* Corresponding author: Chang-Bok Kim, Tel. +82-10-3633-7718, Fax. +82-62-958-7669, E-mail. cbkim@ghu.ac.kr

density between lumbar spine and femur neck is shown to be statistically meaningful in T-score's p-value at 0.000 and Z-score's p-value at 0.001. In conclusion, it seems to have clinical usefulness that we can infer the result of one measurement through that of the other part tested, based on the knowledge of the correlation coefficients between lumbar spine and femur neck.

Key words : Bone density test, Osteoporosis, Osteopenia, DXA, Correlation

서 론

의학의 발전과 생활수준의 향상으로 평균수명이 늘어나 노인 인구의 증가로 고령화 사회로 전환됨에 따라 골감소증(Osteopenia) 및 골다공증(Osteoporosis)이 노인성 질환으로 주목되고 있다. 골다공증(Osteoporosis)은 주변에서 흔히 볼 수 있는 질병으로, 해마다 골다공증에 의한 골절환자의 발생률이 높아지면서 연간 치료비도 계속 늘어나고 있는 추세이다. 특히 여성의 경우 폐경기를 맞이함에 따라 남성에 비해 골다공증의 확률이 높아지고 그에 따른 골절확률 또한 높아지기 때문에 더욱 골다공증에 대한 주의가 필요하다(Kim *et al*. 2009). 그러므로 골밀도검사(BMD)를 통해 골다공증을 미리 예방하는 것이 중요하다. 골다공증의 진단은 크게 임상적 진단과 방사선학적 진단으로 분류한다. 임상적 진단은 골다공증이 골절(Fracture)이나 2차적 구조변화 발생 전에 무증상이기 때문에 정확한 진단에 어려움이 있다. 방사선학적 진단은 단순방사선검사, 골밀도검사(BMD), 전산화단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등이 있다(Han and Cho 2012). 골다공증 진단에 가장 많이 활용하는 검사는 주로 이중에너지 엑스선 흡수법(Dual energy x-ray absorptiometry, DXA)을 이용한다. DXA는 15~80 keV에 이르는 저에너지와 고에너지 두 가지의 방사선을 발생시켜 사용하는 것으로, 측정시간이 한 부위 당 3~5분으로 다른 장비에 비해 짧고, 우수한 정확성과 해상도를 보인다는 장점을 지니고 있다(Yang and Kim 1996; Blake and Fogelman 2001; Fiter *et al*. 2001). DXA를 이용한 골밀도 측정에는 대부분 요추와 대퇴경을 이용하고 있다. 요추의 경우 주로 소주골로 이루어져 있어 대사율이 빨라 체내 환경의 변화에 민감하다. 또한 폐경 시에 골의 소실이 가장 먼저 일어나는 동시에 골다공증성 골절이 제일 많이 일어나는 부위이다. 대퇴골 경부의 경우 골절의 발생 시 골다공증으로 인한 골절 중에서 가장 심각한 문제를 야기한다. 따라서 골밀도 측정 시 요추와 대퇴경이 선호되고 있다(Kim *et al*. 2009). 골밀도 검사 결과는 T-score와 Z-score를 적용한다. T-score는 실제 측정값과 이론적 최대 골량의 평균치의 차이를 표준편차로 나누어 나타낸 수치이고, Z-score는 실제 측정값과 각 연령과 성별에 따른 이론적 정상치와의 차이를 표준편차로 나누어 나타낸 수치이다.

본 연구는 사고로 인한 장애 또는 신체의 장애, 혹은 수술적 치료로 인해 재활치료 환자 중 두 부위의 골밀도 측정에 어려움을 겪는 상황이 발생하는 경우 두 부위의 골밀도에 기초한 진단의 일치도를 파악, 예측하는 일이 필요하기 때문에 요추부와 대퇴부 골밀도의 상관관계에 대해 파악하여, 요추부와 대퇴부를 동시에 검사할 수 없는 경우 두 부위 간 골밀도 수치간의 상관관계를 알고, 요추부와 대퇴부 중 한 부위를 검사하여 다른 부위의 골밀도를 유추할 수 있는 임상적 유용성을 고찰하고자 한다.

대상 및 방법

연구대상 2017년 01월부터 2018년 07월까지 광주광역시에 위치한 일개 C대학교 재활병원 입원환자 중 요추부와 근위대퇴부의 골밀도 검사를 시행 받은 환자 43명을 대상으로 하였다. 환자 연령은 45세부터 88세까지로 평균연령 68.7세였으며, 그 중 남자 12명 여자 31명 이였다. 검사장비는 골밀도 측정기기 GE medical system lunar (USA)의 Prodigy advance를 사용하여 측정하였다. 본 장비는 세계보건기구(World health organization, WHO) 기준과 식약청에서 인정받은 장비로 대부분 병원에서 골밀도 검사에 시행하는 것이다(Fig. 1). 또한 장비 제조회사에서 권고하는 Phantom을 이용하여 Daily QC가 철저히 운영된 장비이다(Fig. 2).

검사방법은 L-spine AP scan은 환자를 바로누운자세

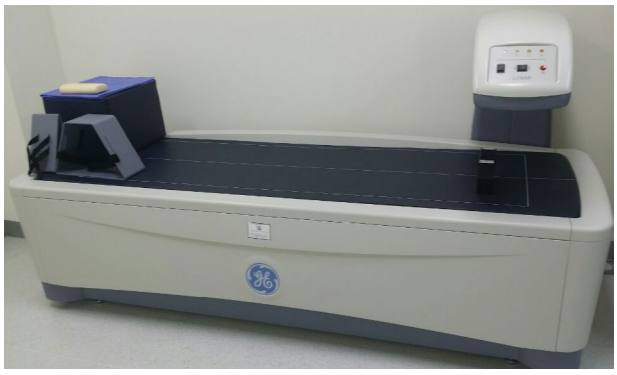
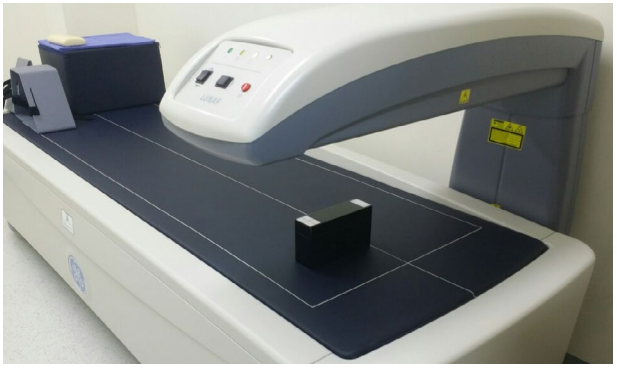
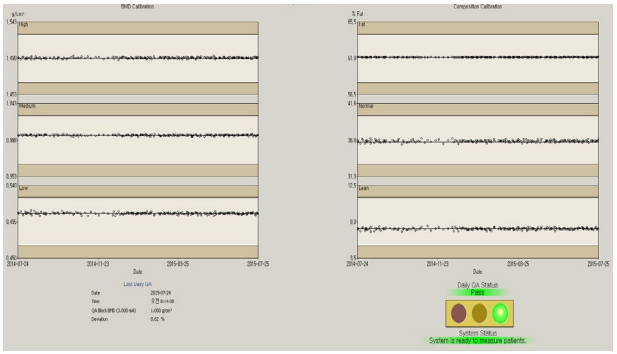


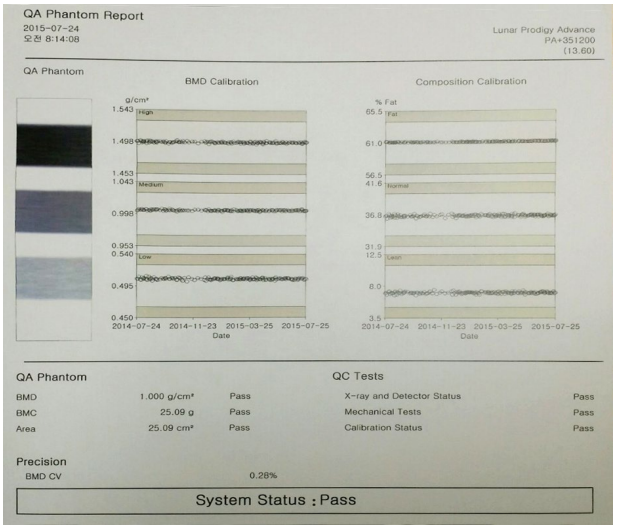
Fig. 1. Lunar prodigy advance.



(a) BMD QC



(b) QC result



(c) QC report

Fig. 2. Phantom QC.

(Supine)에서 요추가 올바르게 정렬될 수 있도록 하여 검사를 하였다(Fig. 3).

Proximal femur scan은 발목 고정 삼각대를 이용하여 환자의 발을 고정한 다음 환자의 허벅지를 안쪽으로 돌려 대퇴경(Femur neck)이 넓게 보이게 자세를 잡은 후 검사를 하였다(Fig. 4).

Fig. 3. L-spine scan.

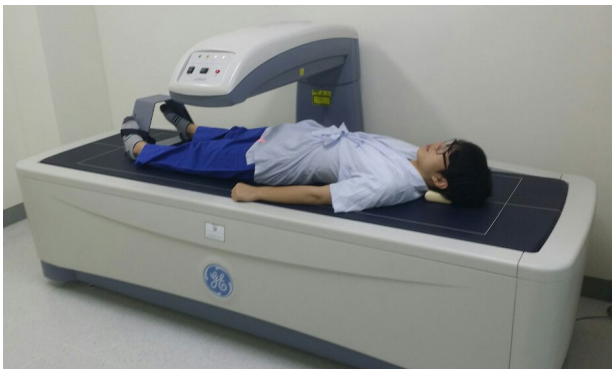


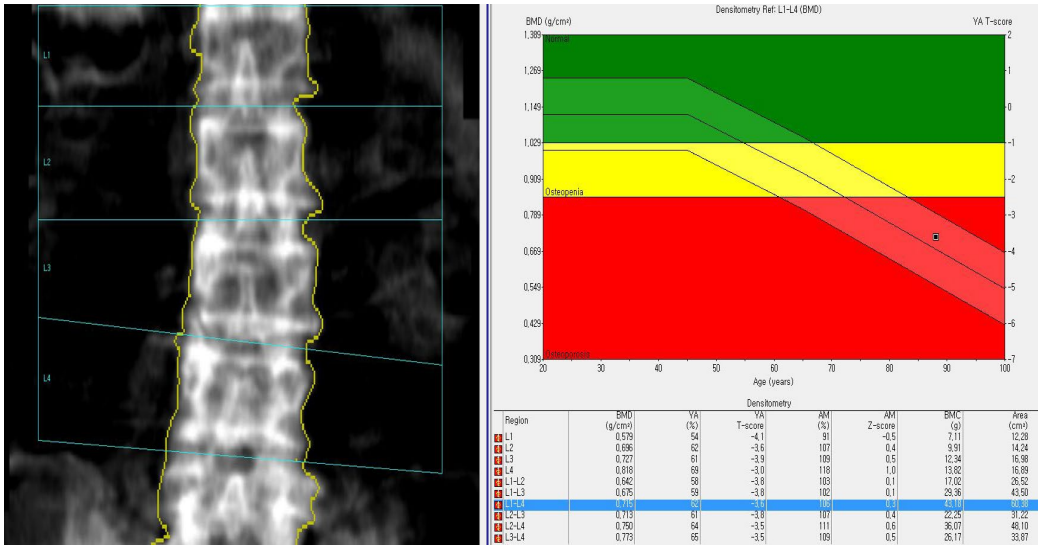
Fig. 4. Proximal femur scan.

본 연구의 검사결과는 enCORE 2011 software (Ver.13.60, GE healthcare)로 골밀도를 분석하여 요추는 L_1~L_4 부위를 측정하였고, 대퇴경부(Femur neck)는 환자 상태에 따라 왼쪽이나 오른쪽 중 한 부위를 측정하여 각각 T-score와 Z-score를 수치화 하였다(Fig. 5).

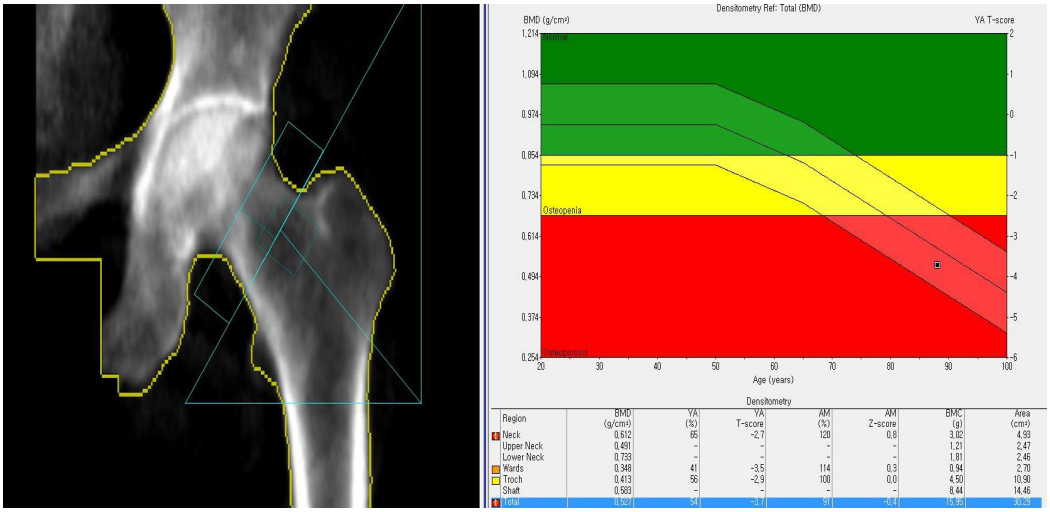
통계처리는 측정된 요추부에서 L_1~L_4의 평균치의 T-score와 Z-score, 대퇴부에서 골절에 대하여 임상적 의의가 있는 대퇴경(Femur neck)의 T-score와 Z-score를 SPSS Ver. 20.0을 이용하여 평균과 요추부와 대퇴경부의 골밀도 수치 간 상관관계를 알아보기 위해 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)를 이용하여 분석하였다.

결 과

요추부(L_1~L_4)와 대퇴경부(Femue neck)의 T-score와 Z-score의 평균과 표준편차 결과는 다음과 같다. T-score의 경우 요추부(Lumbar spine)는 −2.112±1.836, 대퇴경부(Femur neck)는 −1.716±1.565이다. Z-score의 경우 요추부는 −0.151±1.513, 대퇴경부는 −0.026±1.283이다(Table 1).



(a) L-spine AP analyze image



(b) Proximal femur AP analyze image

Fig. 5. Analyze.

요추부(L_1~L_4)와 대퇴경부(femur neck)의 상관관계는 다음과 같다. 요추부와 대퇴경부의 T-score 상관계수는 0.699로 높은 상관관계를 보였다. 또한 요추부와 대퇴경부의 Z-score 상관계수는 0.503으로 비교적 높은 상관관계를 보이며 요추부와 대퇴경부의 상관관계는 의미 있는 것으로 나타났다(Table 2).

고 찰

국민건강보험공단에서 건강보험료 지급자료를 분석한 내용에 의하면 골다공증으로 진료를 받은 사람이 2008년 61만 4,397명에서 2013년 80만 137명으로 매년 5.6%씩 증가되고 있다고 한다(정책연구원 2015). 이처럼 고령화 사회에 접어들면서 노인인구가 증가하고 이에 따라 노인성 질환으로 분류되는 골다공증의 진단 또한 급격한 증가를 보이고 있다. 또한 우리나라처럼 나트륨 섭취량이 과다한 국가일 경우 장기적으로 골다공증을 유발할 수 있는 확률이 더 높기 때문에 그 위험성은 더욱 강조된다. 골다공증(Osteoporosis)은 골 조직의 미세구조가 감소하여 뼈가 약화되고 골절위험이 증가되는 질병이다. 골다공증 그 자체로서는 위험이 되지 못하지만 일단 합병증으로써 골절이 발생하게 되면 요추부 또는 대퇴부에 한하여 골절이 없는 사람에 비해 5년간 생존율이 80%까지 낮아질 수 있는 위험한 질병이다(Kim and Dong 2009). 현재로서는 골량을 유지할 수는 있으나, 낮은 골량을 정상수치로 증가시킬 수 있는 치료

Table 1. Mean and mean difference (mean ± SD) between T-score and Z-score in lumbar spine and femur neck

Classification	Lumbar (L_1~L_4)	Femur neck
T-score (mean ± SD)	−2.112 ± 1.836	−1.716 ± 1.565
Z-score (mean ± SD)	−0.151 ± 1.513	−0.026 ± 1.283

Table 2. The correlation of T-score & Z-score between lumbar spine and femur neck

Classification	T-score		Z-score	
Lumbar spine and Femur neck	Pearson correlation	p	Pearson correlation	p
	0.699	0.000***	0.503	0.001***

Interaction effect using Pearson correlation coefficient. ***p < 0.001

Table 3. Categorization of world health organization's osteoporosis

Classification	T-score
Normal	−1.0 more then
Osteopenia, or low bone mass	−1.0 ~ −2.5
Osteoporosis	−2.5 less then
Severe or established osteoporosis	−2.5 less then and fracture

방법은 없다고 한다. 그러므로 골밀도가 감소하여 골다공증으로 진행되기 이전에 치료를 시작하여야 한다. 골다공증을 정확히 진단하려면 골 생검 검사를 실시해야 하지만 이는 환자에게 고통을 주는 검사이기 때문에 골밀도측정을 통해 진단을 시행한다. 골밀도가 골다공증에 이용될 수 있는 이유는 골밀도가 골 강도의 60%~80%를 대변할 수 있고 골절발생과 밀접한 연관성이 있으며 비 침습적인 검사가 가능하기 때문이라고 한다. 골밀도측정기가 임상적으로 이용되기 전에는 골다공증을 정의하는데 있어 골절의 유무가 매우 중요하였으나 최근에는 골밀도측정만으로도 골절이 발생하기 전에 먼저 골다공증을 진단할 수 있게 되었다(Kendler *et al*. 2006; Kim *et al*. 2012).

골밀도 측정 방법에는 단순 엑스선 촬영법, 단일광자 흡수 측정법(SPA), 이중광자 흡수 측정법(DPA), 이중 에너지 엑스선 흡수 계측법(DXA), 이중 에너지 엑스선 골밀도 측정법(DEXD), 이중 에너지 정량 전산화 단층법(DEQ CT)이 있다(Kim *et al*. 2009). 과거 골밀도 측정 및 골강도 변화는 골반부의 엑스선 촬영을 통해 Singh index를 측정하는 방법이 주를 이루었다. 그러나 이 방법은 주관적 측면이 강하고 반복 실험에 따른 정확도가 떨어지는 등 단점이 많다(Han and Cho 2012). 그래서 현재 골밀도 검사는 주로 DXA (Dual energy x-ray absorptiometry) 장비를 이용하여 실시한다. DXA는 약 15 keV에서 약 80 keV 정도의 저에너지와 고에너지의 두 가지의 방사선을 발생시켜 피사체를 통과할 때의 감쇠정도를 측정하는 방식으로, X-ray의 강도는 두께, 밀도 및 원자 구성 등 물질의 기본 특성에 의해서 결정되고 감쇠되는 사실을 기초로 한다. 이때 감쇠계수는 고에너지와 저에너지 엑스선을 각각 따로 측정하므로 저에너지의 감쇠 정도에 의해서 연부조직이 감해져서 계산된다. 이것이 투과범위에 대한 질량을 반영한 골 감쇠를 나타내는 것이라고 한다(Kim *et al*. 2010). 특히, DXA장비는 측정시간이 다른 장비에 비해 검사시간이 짧고 높은 정확도과 해상도를 보이며, 또한 양 광자 감마선 흡수법(Dual photon absorptiometry)과 달리 동위원소(RI)를 교체할 필요가 없다는 장점을 지니고 있어 임상에서 많이 사용되고 있다(Yoo *et al*. 1993; Yang and Kim 1996; Blake and Fogelman 2001; Fiter *et al*. 2001). 인체의 골밀도(Bone density) 측정 시에는 요추부와 대퇴경부를 선호한다. 요추부와 대퇴경부가 검사에 선호되는 이유는 먼저 척추체가 주로 소주골로 이루어져 있기 때문이다. 골밀도가 저하되는 경우 소주골의 골 소실이 현저하기 때문에 체내 골밀도 변화와 치료반응에 관해 민감한 반응을 관찰할 수 있다. 또한 대퇴골의 경우도 대퇴경부 검사 시 소주골을 잘 반영할 수 있으며 골절 시 위험성이 다른 인체지지골격보다 크게 높기 때문에 골다공증의 진단과 치료 효과판정에 많이 이용되고 있다고 한다(Kim *et al*. 2010; Han and Cho 2012).

골다공증 치료 효과판정은 골밀도 결과를 기준으로 나이, 성별, 종족 간의 정상 평균치와 비교해서 해석을 하고 있으며 Z-score와 T-score를 적용하고 있다. Z-score는 실제 수치와 각 연령에 따른 이론적 정상치와의 차이를 나타내는 수치로 표준편차로 표시된다. 즉, (측정값 − 동일집단의 평균값)/표준편차가 Z-score가 되며 정상치가 연령 증가에 따라 감소하기 때문에 결과를 Z-score로 표시하는 것이 편리하다. T-score는 측정된 골밀도와 이론적 최대 골 량의 평균치의 차이로 연령과 무관한 수치이다. 즉, (측정값 − 젊은 집단의 평균값)/표준편차를 T-score라고 한다(Jang *et al*. 1996). 실제적인 측면에서 폐경기에 도달하였을 때는 Z-score와 T-score 모두 이용할 수 있다. 이는 폐경기 전에는 이 두 score 사이에 큰 차이가 없기 때문이다. 그러나 고령에서는 연령증가에 따른 골 소실로 인하여 두 score 사이에 큰 차이가 발생한다. 즉, 고령 환자에서 골절의 위험도를 평가하는 데는 T-socre가 훨씬 유용한 개념으로 임상에서 주로 사용된다(Jang *et al*. 1996). 골다공증은 WHO 정의에 의해 각각 정상(T-score ≧ −1), 골감소증(−1 > T-score ≧ −2.5), 골다공증(T-score < 2.5)으로 분류된다(Table 3) (Kim *et al*. 2009; Kim *et al*. 2010; Kim *et al*. 2012).

본 연구의 제한점은 인공물로 인해서 검사 결과에 영향을 미치는 환자가 없었지만, 골밀도 검사에서 환자 체내에 정형외과 수술로 인한 인공물이 뼈와 겹치면서 골밀도가 높게 측정될 수 있는 요인을 고려하지 않아 후속연구에서는 인공물을 고려한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한, 적은

연구대상의 수가 모든 골다공증 환자를 대표할 수 없으므로 보다 많은 환자를 대상으로 하는 다양한 연령대에서의 비교 연구가 후속연구에서 이루어져야 할 것이다.

결 론

골다공증의 예방과 적극적인 치료를 위해서는 골밀도 검사의 필요성이 매우 크다. 그렇기 때문에 본 연구는 재활치료 환자 중 요추부와 근위 대퇴부 골밀도 검사에서 요추 수술 혹은 고관절 수술 등 다양한 요인으로 정확한 골밀도 검사결과를 얻지 못하였을 때 두 부위 간의 골밀도 수치의 상관관계를 확인하고, 그 결과로 측정하지 못한 부위의 검사결과를 유추하는데 목적이 있다. 본 연구에서는 요추부와 대퇴경부의 골밀도 검사결과의 상관관계는 서로 비교적 높은 상관관계를 가지고 있다는 것을 알 수 있었다. 그러므로 그 상관관계를 통해 한 부위의 골밀도 결과로 다른 한 부위의 골밀도를 유추할 수 있을 것으로 사료되며 이에 따라 골다공증 및 골감소증 환자의 치료에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

사 사

The Research has been conducted by the Research Grant of Gwangju Health University in 2017 (3017020).

참 고 문 헌

정책연구원. 2015. 여성이 남성보다 13.4배 많은 골다공증, 봄철 산행시 낙상사고 주의하고, 생활습관 개선 및 운동으로 예방해야. 건강보험관리공단.

Blake GM and Fogelman I. 2001. Bone densitometry and the diagnosis of osteoporosis. *Semin Nucl Med*. **31**(1):69-81.

Dong KR, Kim HS and Chung WK. 2008. A Study of Equipment Accuracy and Test Precision in Dual Energy X-ray Absorptiometry. *J. Radiol. Sci. Technol*. **31**(1):17-23.

Fiter J, Nolla JM, Gómez-Vaquero C, Martínez-Aguilá D, Valverde J and Roig-Escofet D. 2001. A comparative study of computed digital absorptiometry and conventional dual-energy X-ray absorptiometry in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. **12**(7):565-569.

Han MS and Cho DH. 2012. The Correlation Analysis of BMD in Proximal Femur and Spine with Dual Energy X-ray Absorptiometry. *J. Korea Soc. Comput. Inf*. **17**(9):165-169.

Jang JS, Yang SO, Kim DH, Jo YS, Lee SH and Kim KY. 1996. Comparative Study of Femur BMD and Lumbar BMD Measurement Using Dual Energy X-ray Absorptiometry in Proximal Femur Fractures. *Korean J. Bone metab*. **3**(1):170-173.

Kendler DL, Kiebzak GM, Ambrose CG, Dinu C, Robertson S, Schmeer P and Van Pelt JL. 2006. Effect of calcium tablets on interpretation of lumbar spine DXA scans. *J. Clin. Densitom*. **9**(1):97-104.

Kim EH, Kim HS, Dong KR, Park YS, Chung WK and Cho JH. 2012. A Study on the Effects of a Calcium Drug on the Bone Mineral Density (BMD) by Using Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA). *J. Korean Phys. Soc*. **61**(11):1889-1897.

Kim EH, Shim DO, Dong KR, Kim HS, Kweon DC, Goo EH and Chung WK. 2010. Assessment of the Effect of Bone Density and Soft Tissue Thickness on Phantom Measurements. *J. Korean Phys. Soc*. **57**(5):1263-1269.

Kim HS and Dong KR. 2009. Increasing Work Efficiency with Prevention of Reinspection for Bone Mineral Density (BMD) Exams. *J. Korea Cont. Assoc*. **9**(5):174-181.

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. *J. Korea Cont. Assoc*. **9**(4):228-235.

Kim HS, Dong KR and Ryu YH. 2009. Accurate Quality Control Method of Bone Mineral Density Measurement (Focus on Dual Energy X-ray Absorptiometry). *J. Radiol. Sci. Technol*. **32**(4):361-370.

Yang JY and Kim YM. 1996. Correlation analysis of BMD in proximal femur and spine. *J Korean Soc. Fract*. **16**(3):440-446.

Yoo MC, Han JS, Kim IW and Lee HK. 1993. Bone mineral density and fracture threshold in the patients with femoral neck & intertrochanteric fractures due to osteoporosis. *J Orthop. Assoc*. **28**(5):1851-1965.

Received: 19 September 2018
Revised: 12 October 2018
Revision accepted: 19 November 2018