

요추부 골밀도 측정 시 장내 변화가 골밀도에 미치는 영향

- The Influences of Bowel Condition with Lumbar Spine BMD Measurement -

동남보건대학교 방사선과·삼성서울병원 영상의학과¹⁾

윤 준·김연민¹⁾·이후민·이정민

— 국문초록 —

골밀도는 골다공증 진단에 중요하게 이용되고 있고, 치료 및 예방에 중요한 지표가 되고 있다. 그러나 골밀도는 피검자의 상태, 골밀도 측정기, 검사자 등에 의해 정밀도의 오차가 발생할 수 있다. 골밀도에 미치는 다양한 요인 중 요추 부위에 실질적인 영향을 일으킬 수 있는 장내가스, 음식, 물을 통하여 환자의 상태에 따라 어떻게 변화하는지 알아보려고 하였다. Aluminium spine phantom(ASP)을 이용하여 수조의 물 높이 변화와 가스의 유무에 따른 골밀도의 변화를 알아보았다. 또한 자원자를 대상으로 물이 증가하거나 음식물 증가에 의한 골밀도의 영향을 알아보았다. Aluminium spine phantom을 통한 골밀도 측정에서 수조의 물 높이가 증가함에 따라 골밀도가 감소하여 통계적으로 유의한 변화를 관찰하였다($p=0.026$). 가스의 유무에 따른 골밀도의 유의한 차이가 없었다($p=0.587$). 자원자를 대상으로 한 연구에서는 음식물의 유무에 따른 골밀도가 유의한 차이가 없었으며($p=0.812$), 물의 유무에 따라서도 골밀도의 유의한 차이가 없었다($p=0.618$).

따라서 요추부 골밀도 측정에서 골의 경계를 인지하는데 어려움이 없다면, 환자의 금식여부나 대장 내시경 검사 후에 시행하는 골밀도 검사는 골밀도에 큰 영향을 끼치는 인자가 아님을 알 수 있었다.

중심 단어: 요추부 골밀도, 골밀도장치, 장내가스, 골밀도 영향, 골다공증

I. 서 론

골밀도(Bone Mineral Density) 검사는 골다공증 유무를 진단하고 치료 및 골절 위험을 파악하는데 중요한 지표로 사용하고 있다¹⁾. 그러므로 무엇보다도 골밀도의 정확한 측정이 이루어져야 한다.

골밀도는 Z-score와 T-score값으로 나타낼 수 있는데 Z-score는 성별, 나이에 따라 분류하여 평균치와의 차이를 정상치의 표준편차를 따라서 나타낸 것이고 T-score는 젊은 어른들의 최대치와의 차이를 정상치의 표준편차

로 나누어 얻어낸 값이다. 보통 전자는 50세 이전의 남성이나 소아, 폐경 전 여성에게 사용되고 후자는 이외의 경우에 사용되며, 값이 -1이내가 정상, -1에서 -2.5이내에는 골감소증, -2.5이하에는 골다공증으로 판정된다²⁻⁴⁾.

골밀도 측정 방법으로는 DEXA(이중에너지 방사선 흡수 계측기), RA(방사선 흡수법), QCT(정량적 전산화 단층 촬영법), QUS(정량적 초음파), QMR(정량적 자기공명 영상) 등이 이용된다. 이 중에서 DEXA는 현재 가장 널리 사용되고 있으며, 이중에너지 방사선 흡수치를 이용한 골밀도 측정 방법이다. DEXA는 해상력이 좋고, 짧은 시간에 측정이 가능하며 피폭량이 적다는 장점이 있지만⁵⁻⁹⁾ 피검자, 골밀도 측정기, 검사자 등에 의해 정밀도 정확 오차가 발생하는 문제점을 지닌다¹⁰⁾.

일반적으로 건강검진에서는 금식 후에 골밀도 검사를 진행 하지만 검사 진행상 선 진행이 어려운 경우에는 대장내시경 후에 검사하는 경우가 발생하고 있다. 또한 영

* 접수일(2014년 10월 20일), 심사일(2014년 11월 7일), 확정일(2014년 12월 4일)

* 본 연구는 동남보건대학 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

교신저자: 김연민, (135-750) 서울시 강남구 일원동 50
삼성서울병원 영상의학과, C.P. : 010-9933-2564,
Tel : 02-3410-7499, Fax : 02-2030-5383
E-mail : kimyonmin@naver.com

상의학과에서는 금식에 관계없이 진행하고 있으나 골밀도의 변화에 관한 연구는 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 장내 영향을 주는 인자들인 가스, 물, 음식이 실질적인 검사 시에 얼마나 영향을 주는지 정도관리에 사용되는 Aluminium Spine Phantom(ASP)과 6명의 자원자들을 대상으로 검사하여 향 후 BMD 측정 시 임상 검사방법의 기준을 제시하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 실험장비별 재현성 비교

골밀도 측정에 미치는 영향 중 기기장비에 의한 재현성은 중요하게 다뤄져야 할 부분이다. 장비의 질 관리의 이해 부족과 방법의 무지로 인한 잘못된 결과는 환자에게 치명적인 오류를 범할 수 있다¹¹⁾. 그러므로 검사자는 이러한 오류에서 벗어나고자 반복적인 기기의 재현성 검사를 통해 검사 재현 능력 및 결과의 신뢰성을 높여야 한다.

따라서 본 실험은 재현성 높은 실험을 위해서 S병원의 Lunar 장비; L2~L4 BMD(mean) Value: 1.245 g/cm^2 으로 주기적으로 정도관리를 통하여 골밀도에 대한 제반 사항을 관리하는 국제적인공인학회(International Society for Clinical Densitometry, ISCD) 기준을 통하여 실험에 적합한 상태인지 측정하였다(Table 1).

또한 신뢰성을 확인하기 위해 S병원에서 진료에 사용 중인 DEXA 장비 중 Lunar Prodigy(GE Inc, Madison, WI, USA) 3대의 장비와 Hologic QDR, Delphi(Hologic Inc, Bedford, MA, USA) 2대의 골밀도를 비교하고자 하였다. Lunar와 Hologic의 장비에 Lunar의 정도관리에 사용되는 Al Spine Phantom과 물 수조를 가지고 각각 10회씩 측정하여 장비 간 골밀도의 평균과 표준편차를 비교하였다(Fig. 1, 2).

Table 1 Results of ISCD Bone Densitometry Precision Calculating Tool

PE(%)	.826 (within 1.9%)
LSC(%)	2,288 (within 5.3%)
MTI (years)	1,144

* PE(The precision error), LSC(the least significant change), MTI(monitored time interval)



Fig. 1 GE사의 Prodigy ADVANCE

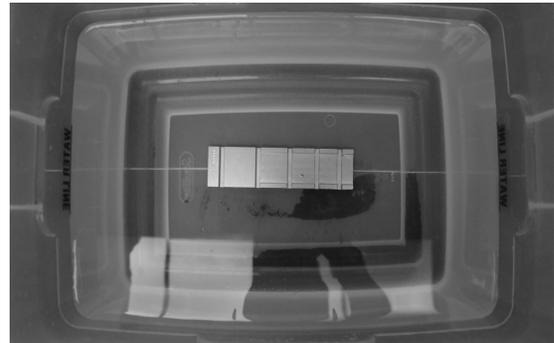


Fig. 2 Aluminium Spine Phantom(ASP)

2. 실험 방법

1) 수조 높이에 따른 골밀도 측정

본 실험을 하기에 앞서서 주로 골밀도 검사를 받는 40~60대 여성의 복부둘레를 복부두께로 환산하고자 하였다. 통계청 자료¹²⁾에 따르면 한국 여성 평균 복부둘레는 89.5 cm이었고, 같은 복부둘레를 가진 환자의 CT 영상을 참고하여 두께로 환산하였을 때 19 cm로 측정되었다(Fig. 3). ASP를 이용하여 물 수조의 높이를 $17 \pm 2 \text{ cm}$ 하여 각각 10회씩 BMD 검사를 하여 복부두께에 따른 골밀도의 관계를 알아보았다(Fig. 4).



Fig. 3 CT image, patients with abdominal girth diameter

BMD는 L2~L4의 BMD Values를 측정, ROI 범위가 L2 - 3 cm, L3 - 3.5 cm, L4 - 4 cm 되도록 하였다 (Fig. 5).

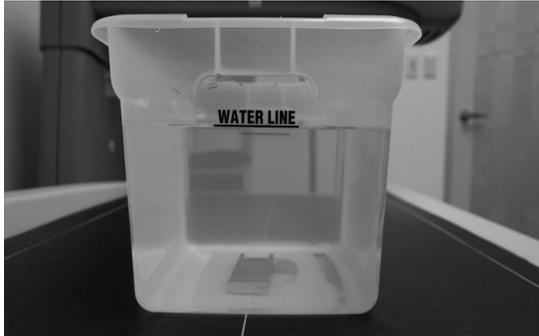


Fig. 4 Plastic water tank

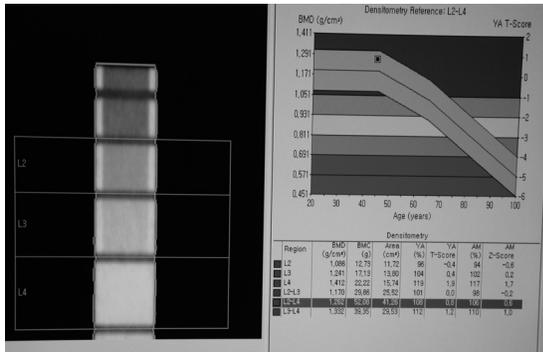


Fig. 5 The Aluminium Phantom's resultant image

2) 가스 유무에 따른 골밀도 측정

평균 복부두께와 같게 19 cm 수조에서 가스의 유무에 따른 골밀도의 변화를 확인하기 위하여 공기가 든 5.0 cm 두께의 풍선을 물 수조 안에 넣어 L2~L4 위에 일직선으로 위치시켜 골밀도를 측정하였다.

L2~L4의 BMD Values를 측정, ROI 범위가 L2 - 3 cm, L3 - 3.5 cm, L4 - 4 cm가 되도록 하였다.

3) 6명 자원자의 물, 음식 유무에 따른 골밀도 측정

자원자 남자 4명(평균나이 30세), 여자 2명(평균나이 21세)을 대상으로 장내에 물이 증가하는 상황을 대신하기 위하여 8.0 cm 두께의 물풍선을 복부위에 올려 요추부위에 일직선으로 위치 시켜 골밀도를 측정하였다. 또한, 자원자 6명을 대상으로 장내에 음식물이 있는 상황을 대신하기 위하여 김밥을 복부위에 올려 요추부위에 일직선으로 위치 시켜 골밀도를 측정하였다.

4) 데이터 처리 방법

통계처리는 SPSS(version 21.0) 프로그램을 이용하였고, 수조의 두께 증가에 따른 골밀도 영향에 대한 상관분석은 Pearson 상관분석을 이용하였으며, 물, 가스, 음식 여부에 따른 골밀도 값의 비교는 t-test를 사용하였다.

III. 결 과

1) 장비 간 골밀도 차이

동일한 검사자와 팬텀으로 실험하더라도 제조사가 다른 경우에는 골밀도가 다르게 나타났다. Lunar 기종의 골밀도 값 평균이 1.257 g/cm², Hologic 1.08 g/cm²로 약 16%의 차이를 보였다(Table 2). 또한 Hologic 회사의 장비라도 Hologic QDR 1.092 g/cm²과 Hologic Delphi 1.068 g/cm²로 골밀도 평균에 차이를 보였다(p<0.05).

Table 2 Average each of the equipment

Equipment	Mean±SD
Lunar Prodigy1	1.263±.0020
Lunar Prodigy2	1.250±.0047
Lunar Prodigy3	1.259±.0053
Hologic QDR	1.092±.0060
Hologic Delphi	1.068±.0039

* BMD Value(g/cm²)

2) 수조 높이에 따른 골밀도 결과

물 수조 높이가 증가함에 따라서 골밀도가 감소하여, 골밀도와 두께의 상관관계는 Pearson 상관관계수 -0.864로 음의 상관관계가 있고, 유의확률은 0.026(p<0.05)으로 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다(Table 3). 그러나 골밀도 값의 변화량을 보면 15 cm에서 평균 골밀도 값은 1.246 g/cm²이었고, 19 cm에서 가장 작은 골밀도 값은 1.233 g/cm²로 나타나서 1.05%의 변화를 확인하였다.

Table 3 Each of averages of BMD result

Depth(cm)	Mean±SD	p
15	1.246±.0038	
16	1.240±.0064	
17	1.232±.0032	0.026
18	1.235±.0029	
19	1.233±.0086	

* BMD Value(g/cm²)

3) 가스에 유무에 따른 골밀도 결과

실험 결과 공기가 있을 때의 평균 골밀도는 $1.241 \pm .1126 \text{ g/cm}^2$ 공기가 없을 때는 $1.237 \pm .1092 \text{ g/cm}^2$ 로 공기가 있을 때의 골밀도가 약간 높았으나, p-value 0.587로 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다(Table 4).

Table 4 Results of both with and without gas

Gas	Mean \pm SD	p
presence	1.241 \pm .1126	.587
absence	1.237 \pm .1092	

* BMD Value(g/cm^2)

4) 6명 자원자의 물, 음식 유무에 따른 골밀도 결과

6명의 자원자가 골밀도 측정 시 영향을 줄 수 있는 위치인 실험자의 L-spine 2~4에 김밥을 올려놓고 L2~L4 BMD Value를 측정할 평균 골밀도는 $1.200 \pm .1017 \text{ g/cm}^2$ 음식물이 없을 때는 $1.215 \pm .1132 \text{ g/cm}^2$ 로 음식물이 없을 때의 골밀도가 약간 높았으나, p-value 0.812로 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다(Table 5).

Table 5 Results of both with and without solid food

Solid food	Mean \pm SD	p
presence	1.200 \pm .1017	.812
absence	1.215 \pm .1132	

* BMD Value(g/cm^2)

또한, 6명의 자원자가 골밀도 측정 시 영향을 줄 수 있는 위치인 실험자의 L spine 2~4에 8.0 cm 두께의 물풍선을 올려놓고 L2~L4 BMD Value를 측정할 평균 골밀도는 $1.254 \pm .1504 \text{ g/cm}^2$ 물풍선이 없을 때는 $1.215 \pm .1132 \text{ g/cm}^2$ 로 물이 있을 때의 골밀도가 약간 높았으나, p-value 0.618로 통계적으로 유의한 차이가 없음을 알 수 있었다(Table 6).

Table 6 Results of both with and without water

Water	Mean \pm SD	p
presence	1.254 \pm .1504	.618
absence	1.215 \pm .1132	

* BMD Value(g/cm^2)

IV. 고찰

골밀도는 골다공증의 진단과 치료 효과 평가에 있어 가장 객관적이고 정량적인 정보를 제공한다. 또한 골밀도 측정 시 정확성에 영향을 주는 인자는 환자의 위치, 움직임, 검사자의 ROI설정 등 다양하게 나타난다^{13,14}. 그러나 같은 사람을 측정하더라도 제조사에 따라 골밀도 결과는 차이가 있다. Lunar사의 골밀도가 Hologic사의 골밀도보다 11% 높다고 하였다¹⁵. 이는 제조회사의 팬텀과 소프트웨어가 다르기 때문이다. 팬텀을 이용한 본 실험에서도 Lunar사의 골밀도가 Hologic사의 골밀도보다 14~18% 더 높게 나왔다. 특히 Hologic사의 장비 종류에 따라서도 2.2% 차이를 보였다. 장비 회사뿐만 아니라 같은 회사의 다른 기종에서도 골밀도 값의 차이가 나타나므로 진단과 치료 및 예후 평가에는 동일한 장비로 추적검사가 꼭 필요하며, 장비를 변경하여 검사해야 하는 특별한 상황을 대비한 교차보정식 작성은 임상적 유용성이 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 팬텀 실험에서 물 수조 높이가 증가함에 따라 골밀도가 감소하는 음의 상관관계를 확인하였다. 환자를 금식상태에서 검사하는 것은 골밀도 측정값 변화를 최소화 할 수 있는 방법이다. 골밀도 값의 변화량을 보면 15 cm에서 평균 골밀도 값은 1.246 g/cm^2 이었고, 19 cm에서 가장 작은 골밀도 값은 1.233 g/cm^2 로 나타났다. 이 실험에서 변화의 차이는 $1.246 - 1.233 = 0.013 \text{ g/cm}^2$ (1.05%)이다. 신뢰도 95%로에서 최소유의변화량은 $2.77 \times 1\% = 2.77\%$ 로 두 검사간의 변화가 2.77%를 초과하면 실제 변화가 나타났다고 할 수 있다. 관측된 골밀도 차이가 1.05%로 2.77%를 초과하지 않으므로 유의한 변화라고 할 수 없다.

환자의 금식여부, 관장, 대장 내시경 검사 후에 시행하는 골밀도 검사가 영향을 줄 수 있다고 논의되어 왔다. 복부 내 가스, 음식물, 물로 인해 체 구성 성분이 변하여 연부조직으로부터 뼈의 구별을 어렵게 하기 때문이다^{16,17}.

하지만 본 연구결과에서는 공기가 있을 때와 공기가 없을 때는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 본 실험은 팬텀 실험이므로 임상 적용에 대한 추가 연구가 필요하다.

6명의 자원자에 의한 임상 적용 실험에서는 물풍선이나 김밥에 의한 골밀도의 변화에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그동안의 우려와는 다르게 골밀도에 변화가 작았다. 임상지원자의 수가 적어서 많은 아쉬움이 남는 부분이다. 또한 추가적인 요인으로 대상 자원자들이 젊고

골경계가 분명하게 구분되어 골밀도 측정에 어려움이 없었기 때문에 생각된다. 골밀도가 낮은 더 많은 임상환자를 대상으로 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

환자를 금식상태에서 검사하는 것은 골밀도 변화를 최소화 할 수 있는 방법이다. 그러나 환자의 금식여부, 관장이나 대장 내시경 검사 후에 시행하는 골밀도 검사는 실험결과 골밀도 최소유의변화량 측면에서 큰 영향을 끼치는 인자가 아니며, 골밀도 검사 시 훈련된 전문적인 검사자가 골 경계를 분명하게 그릴 수 있다면 이러한 인자들을 제거하여 골밀도 측정을 하지 않더라도 유효한 골밀도 값을 나타낼 수 있다.

참고문헌

1. 동경래, 김호성, 청운관: 골밀도검사의 올바른 질 관리에 따른 임상 적용과 해석, 방사선기술과학, 31(1), 17-23, 2008
2. Kanis JA1, Melton LJ 3rd, Christiansen C, Johnston CC, Khaltav N.: The dignosis of osteoporosis, J Bone Miner Res, 9, 1137-1141, 1994
3. John P, Bilezikia, John, Potts, Jr., Ghada El-Hajj Fuleihan, Michael Kleerekoper, Robert Neer, Munro Peacock, Jonas Rastad, Shonni J, Silverberg, Robert Udelsman, Samuel A. Wells: Summary Statement from a Workshop on Asymptomatic Primary Hyperparathyroidism, A Perspective for the 21st Century, The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 87(12), 5353-5361, 2002
4. Grattan Woodson: Dual X-Ray Absorptiometry T-Score Concordance and Discordance Between Hip and Spine Measurement Sites, Journal of Clinical Densitometry, 3(4), 319-324, 2000
5. Jang-Suk Choi, M.D., Ki-Chan An, M.D., Chang-Seop Lee, M.D.: DEXA T-score Concordance and Discordance Between hip and Lumbar Spine, Journal of Korean Spine Surg, 10(2), 75-81, 2003
6. 정선관: 단순촬영에 의한 골결핍 소견과 이중에너지 방사선흡수법 결과의 비교, 대한골대사학회지, 7(1), 43-49, 2000
7. Kanis JA, Delmas P, Burckhard P, Cooper CT.: Guidelines for Diagnosis and Management of Osteoporosis Int 7, 390-406, 1997
8. S O Yang, S Hagiwars, K Engelke, M S Dhillon, G Guglielmi, E J Bendavid, O Soejima, D L Nelson, H K Genant: Radiographic Absorptiometry for Bone Mineral Measurement of The Phalanges, Precision and Accuracy Study, Radiology, 192, 857-859, 1994
9. Genant HK, Engelke K, Fuerst T et al.: Noninvasive Assessment of Bone Mineral and Structural, State of the Art, J Bone Mineral Res., 11(6), 707-730, 1996
10. Yeong-Han Kang, Gwang-Ho Jo: The study of technical error analysis on BMD using DEXA, journal of radiological science and technology, 29(4), 229-236, 2006
11. Ho-sung Kim, Kyung-Rae Dong, Young-Hwan Ryu: Accurate Quality Control Method of Bone Mineral Density Measurement, Korean Society of Radiological Science, 32(4), 363-365, 2009
12. http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parentId=A., 통계청
13. Theodorou DJ, Theodorou SJ.: Dual-energy X-ray absorptiometry in clinical practice: application and interpretation of scans beyond the numbers, Clin Imaging, 26(1), 43-49, 2002
14. Robert H. Choplin, Leon Lenchik, Scott Wuertzer: A Practical Approach to interpretation of Dual-Energy X-ray absorptiometry for Assessment of Bone Density, Curr Radiol Rep, 2, 48, 2014
15. 대한골다공증학회: 골밀도 측정 가이드, 1, 2009
16. Jong Sook Choi, Eun Hye Kim, Jae Sook Yoo, Ho Sung Kim, Sag Ki Shin, Shee Man Cho: The Influences of Air in the Bowels upon BMD, J nucl Med Technol, 11(2), 217, 2007
17. Caligiur P, Giger ML, Favus MJ, Jia H, Doi K, Dixon LB: Computerized radiographic analysis of osteoporosis, preliminary evaluation, Radiology, 186(2), 471-474, 1993

•Abstract

The Influences of Bowel Condition with Lumbar Spine BMD Measurement

Joon Yoon · Yun-Min Kim¹⁾ · Hoo-Min Lee · Jung Min-Lee · Soon-Mu Kwon · Hyung-Wook Cho ·
Yeong-Han Kang¹⁾ · Boo-Soon Kim²⁾ · Jung-Soo Kim³⁾

Department of Radiologic Technology, Dongnam Health College

¹⁾*Dept. of Diagnostic Radiology, Samsung Medical Center*

Bone density measurement use of diagnosis of osteoporosis and it is an important indicator for treatment as well as prevention. But errors in degree of precision of BMD can be occurred by status of patient, bone densitometer and radiological technologist. Therefore the author evaluated that how BMD changes according to the condition of the patient. As Lumbar region, which could lead to substantial effects on bone density by diverse factors such as the water, food, intentional bowels. We recognized a change of bone mineral density in accordance with the height of the water tank and in the presence or absence of the gas using the Aluminum Spine Phantom. We also figured out the influence of bone mineral density by increasing the water and food into a target on the volunteers. Measured bone mineral density through Aluminum Spine Phantom had statistically significant difference accordance with increasing the height of water tank($p=0.026$). There was no significant difference in BMD according to the existence of the bowl gas($p=0.587$). There was no significant difference in a study of six people targeted volunteers in the presence or absence of the food($p=0.812$). And also there was no significant difference according to the existence of water($p=0.618$).

If it is not difficult to recognize the surround of bone in measuring BMD of lumbar bone, it is not the factor which has the great effect on bone mineral density whether the test is after endoscopic examination of large intestine and patient's fast or not.

Key Words : Lumbar Spine BMD, BMD Equipment, Bowel Gas, BMD Influences, Osteoporosis