

골밀도를 이용한 대퇴근위부 형태 변화의 상관관계 평가

Assessment of the Correlation for Geometry Transition using Bone Mineral Density in Proximal Femur

김다혜*, 고성진**, 강세식**, 김정훈**, 김동현**, 예수영**, 김창수**
부산가톨릭대학교 보건과학대학 대학원 방사선학과*, 부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과**

Da-hye Kim(daheagoo@naver.com)*, Seong-Jin Ko(sjko@cup.ac.kr)**,
Se-Sik Kang(sskang@cup.ac.kr)**, Jung-Hoon Kim(donald@cup.ac.kr)**,
Dong-hyun Kim(dhkim@cup.ac.kr)**, Soo-Young Ye(syye@cup.ac.kr)**,
Changsoo Kim(cszzim@cup.ac.kr)**

요약

우리나라는 급격한 경제성장과 의료기술의 발달로 고령화 사회가 되면서 골다공증 발병이 증가하고 있다. 또한 서구화된 생활로 암질환이 증가하였고 항암치료과 방사선 치료 등으로 인해 골다공증이 발생하게 된다. 골다공증은 골밀도의 감소로 인한 것으로 대퇴근위부의 형태학적 구조 변화와도 밀접한 관계를 가지고 있으며, 대퇴 근위부의 형태학적 구조 변화는 고관절 골절의 위험을 나타내는 요인이다. 본 연구는 T-score변화에 따라 정상, 골감소증, 골다공증으로 분류하여 각 군별로 대퇴 근위부의 형태학적 변화를 관찰하고 상관관계를 분석하였다. 조사대상은 부산지역의 D종합병원의 남녀 350명을 대상으로 연령, 성별, T-score변화로 질환을 구분하여 분석하였다. 결과는 연령, 성별에 따라 골다공증의 발병빈도는 유의한 차이를 보였고, T-score변화에 따른 질환 분류와 대퇴근위부 형태학적 특성의 7가지 파라미터로서 Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA는 유의한 차이를 보였으며 골다공증과 높은 상관관계가 있었다. 그러므로 연구 결과는 T-score변화에 따른 대퇴근위부의 형태학적 변화를 상관관계 분석함으로써 골다공증을 진단하는데 대퇴 근위부의 형태학적 변화가 지표로서 활용가능하리라 사료되며, 향후에 대퇴근위부의 형태학적 파라미터가 골다공증 진단의 정확성을 높이고 예측인자로서 임상활용이 가능하리라 판단된다.

■ 중심어 : | 골밀도 | T-score | 골다공증 | 대퇴근위부 형태학적 특성 |

Abstract

Osteoporosis is increasing in Korea as it becomes an aging society with the rapid economic growth and the development of medical technology. Osteoporosis also develops due to chemo and radiation therapy of cancer which also increases owing to Westernized diet. Osteoporosis is caused by reduced bone density, has close relationship with the change of geometry of proximal femur, which is a factor of hip fracture risk. The purpose of this study was the analysis of the correlations of osteoporosis and the change of geometry of proximal femur, which was observed according to T-score variance. The 350 male and female patients are chosen from D hospital in Busan, who were classified by age, sex and T-score values (normal, osteopenia, and osteoporosis). The results show that the age and gender have significant difference in the incidence of osteoporosis; the disease classification according to T-score value has significant difference in the geometry of the proximal femur such as Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Section modulus, CSMI, and CSA, and is highly correlated with the incidence of osteoporosis. Therefore, the findings of this research is that the change of the geometry of the proximal femur could be used as an indicator in the diagnosis of osteoporosis, could enhance the accuracy of the diagnosis in the future, and could be used as a clinical predictive factors through the analysis of the correlations of T-score variance and the geometry changes of the proximal femur.

■ keyword : | Bone Mineral Density | T-score | Osteoporosis | Femur Geometry |

I. 서론

연령이 증가함에 따라 우리의 뼈는 질량과 밀도가 줄어들어 골다공증이 발생한다[1]. 최근에는 20~30대의 젊은 사람들에게서도 골다공증 발병률이 증가하고 있는데 이러한 현상은 여성들의 잘못된 생각으로 몸매를 위해 무리하게 다이어트를 하고 충분한 영양소를 섭취하지 않은 상태로 격렬한 운동을 하게 되면서 영양 불균형이 일어나고 칼슘대사 기능이 떨어져서 뼈에 구멍이 생기게 되는 것이다. 뿐만 아니라 여성들의 음주와 흡연을 증가도 골다공증의 발병률을 높이고 있다. 골다공증이 있는 뼈는 작은 충격에도 부러지기 쉬운데 특히 고관절 골절은 여러 부위의 골절 중에서 가장 위험한 골절로 사망률이 높고 치료 후에도 원활히 활동을 할 수 없을 만큼 회복이 어려우므로 골절의 예방이 무엇보다 중요하다[2].

최근 건강보험심사평가원의 자료에 따르면 골다공증성 골절로 소요되는 비용을 추산한 결과 연간 의료비 4390억원, 사회 경제적 비용 6100억원 등 연간 약 1조 490억원의 비용이 드는 것으로 나타나 골절이 발생할 경우 직접적인 치료비용으로 볼 수 있는 의료비보다 사회경제적 비용 등 간접비용이 더 크므로 심각한 사회 문제가 되고 있다[8].

Dual-energy X-ray absorptiometry(DEXA)을 이용한 골밀도 측정은 고관절 골절을 예측하는 의학적 지표이다[3]. 뼈의 강도는 BMD 수치만으로 결정되는 것이 아니라, 골의 구조와 같은 관련 인자들에 의해서도 영향을 받는데 최근에는 DEXA를 이용하여 골밀도를 측정하면서 대퇴근위부의 형태학적 특성(Femur Geometry) 측정과 대퇴 강도 분석(Hip strength analyses)이 동시에 가능하게 되었다[2].

본 연구는 골다공증성 골절을 예측하는데 가장 중요한 역할을 하는 골밀도 수치 T-score와 대퇴근위부의 형태학적 특성 변화를 측정하고 T-score변화에 따른 질환의 분류(정상, 골감소증, 골다공증) 각 군별에서의 Femur Geometry 변화를 파악하며, 상관관계를 분석을 하였다.

II. 이론적 배경

1. 골밀도와 골다공증

뼈는 끊임없이 조골과 골흡수 과정을 통하여 밀도를 유지하는데, 출생부터 사춘기까지는 골흡수에 비해 조골작용이 더 빠르게 일어나고, 그 후 30세까지는 이 두 과정의 속도가 비슷하게 일어나지만 30세 이후부터는 조골작용보다 골흡수 속도가 빠르게 일어남으로써 점차 뼈의 밀도와 질량이 감소하게 된다[1].

이러한 골대사의 변화 양상은 남성과 여성이 다르게 나타나는데, 여성의 경우에는 골흡수 억제작용을 갖고 있는 에스트로겐 분비가 폐경을 계기로 감소하여 이 시기부터 남자에 비해 골 흡수율이 현저하게 높아진다. 여성의 경우 40세 이후 년 0.3~0.4%씩 골밀도가 감소하다가 폐경을 맞이하면서 10년 동안 매년 2~3% 씩 골밀도가 급격하게 감소하는데, 남성의 경우는 50세 이후부터 매년 0.5%씩 골밀도가 감소한다[1]. 평생동안 고관절의 골밀도는 여자는 50%, 남자는 35% 정도 감소하는데, 골밀도가 10~15% 감소함에 따라 척추 골절은 2배, 기타 골절은 1.7배나 위험성이 증가하게 된다.

골밀도는 임상적으로 골다공증의 진단에 가장 유용한 기준으로, 골다공증 치료 방침의 결정에 도움을 주며 뼈의 소실과 증가 속도 또는 치료에 대한 반응을 평가하는데도 이용된다[5].

골밀도 측정부위는 요추, 대퇴경부, 종골, 원위 요골로 알려져 있는데[9], 일반적으로 요추 및 대퇴경부의 골밀도를 측정하며 가장 표준이 되는 검사방법은 DEXA이다. 1987년 도입된 이래로 이중에너지 방사선 흡수법은 골밀도 측정에 가장 많이 이용되고 있는 방법으로 정밀도가 높고 짧은 시간에 스캐닝이 가능하며 방사선 피폭량이 매우 적기 때문에 대부분의 임상 연구는 이 방법을 이용하여 골밀도를 측정하고 있다[4][5].

골밀도 측정 결과는 T-score를 사용하는데 이는 뼈의 강도를 나타내는 수치로 특정인과 젊은 어른들의 정상 최대 골밀도치의 차이를 정상 골밀도의 표준편차로 나눈 숫자이다[15]. 골절에 대한 절대적인 위험도를 나타내기 위해 골량이 가장 높은 젊은 연령층의 골밀도와 비교한 값으로[18], WHO에서는 골밀도 검사결과를 다음과 같이 구분하고 있다[표 1].

표 1. T-score 변화에 따른 질환의 분류

Classify group	Range
Normal	$-1.0 \leq T\text{-score}$
Osteopenia	$-2.5 < T\text{-score} < -1.0$
Osteoporosis	$T\text{-score} \leq -2.5$
Severe osteoporosis	$T\text{-score} \leq -2.5$ + Osteoporotic fractures

골다공증이란 말 그대로 구멍이 많은 뼈라는 뜻으로, 뼈의 질적, 양적인 변화로 골다공증이 있는 뼈의 모양은 조적이 가늘어지고 공간이 증가하여 뼈가 약해진다[6]. 골다공증은 골절이 있을 때만 증상을 보이는데, 고관절, 척추, 손목의 골절이 가장 흔히 발생한다[23].

골다공증의 발생기전은 다음과 같다. 유전적 또는 체질적 요인으로 뼈의 음성평형상태가 지속되어 섬세한 뼈대의 자질을 가지는 상태, 골질이 정상속도로 흡수되지만 뼈의 형성이 부진한 상태, 뼈가 정상속도로 형성되지만 뼈의 흡수가 증가된 상태 등이다[8]. 2008년 국민건강영양조사 결과, 50세 이상 인구의 19.3%, 폐경 여성의 32.6%가 골다공증을 앓고 있고, 이는 같은 연령대 남성의 유병률 4.9%보다 무려 6배 이상 골다공증이 있는 것으로 조사되었다[5]. 여성은 폐경기 이후부터 가벼운 외상으로도 손목이 잘 부러지고 60세 이후에는 척추에 압박 골절이, 65~70세 이후에는 고관절 골절이 잘 발생하는데 50세 이상의 여성에서 고관절 골절의 발생률(2008년, 인구1만 명당)은 20.7명으로 남성 9.8명에 비해 2.1배 높았다[5][6]. 골절은 뼈의 강도가 약할 때 발생하는데 뼈의 강도는 뼈의 형태학적 구조, 소주골의 구조, 미세구조의 이상, 골밀도 등에 의하여 결정된다.

골다공증성 골절은 골다공증의 가장 심각한 합병증으로써 동통, 기형 유발, 기능저하 등을 유발하여 삶의 질이 낮아지고 결국은 조기 사망에 이를 수 있으므로 골절 예방을 위한 골다공증의 예방 및 치료가 중요하며, 이미 골절이 된 경우라도 적극적인 치료로 조기에 기능을 회복시킴으로써 합병증 및 사망률을 낮출 수 있다[7].

2. 대퇴 형태학적 특성 (Femur Geometry)

골밀도는 골절의 중요한 결정인자이지만, 골밀도 수치가 낮다고 골절이 반드시 일어나는 것은 아니다. 골밀도 수치가 동일하더라도 뼈의 강도와 형태학적 특성 차

이로 인해 골절의 발생 여부에 영향을 준다. 이렇듯 골밀도 수치와 더불어 대퇴장축길이(Hip axis length), 대퇴 경부각(Neck angle), 대퇴 경부 피질비율(Cortical ratio neck), 대퇴거 피질비율(Cortical ratio calcar), 대퇴 간부 피질비율(Cortical ratio shaft), 대퇴 경간각(Hip/shaft Angle), 대퇴 경부폭(min neck width), 대퇴 강도지수(Strength index), 좌굴비율(Buckling ratio), 섹션계수(Section modulus), 단면관성모멘트(Cross sectional moment of inertia, CSMI), 단면적(Cross sectional area, CSA) 등의 대퇴근위부의 형태학적 특성은 고관절 골절의 위험도를 나타내는 중요한 요소이다[10]. 최근에는 DEXA로 골밀도를 측정함과 동시에 대퇴 근위부의 형태학적 특성 인자와 강도를 자동으로 계측할 수 있는 소프트웨어를 포함하는 골밀도 계측기들이 많이 나와 있다[2][12].

이미 많은 연구에서 대퇴 근위부의 형태학적 특성과 골밀도, 골절 위험성 간의 중요성에 대해 보고한 바 있다[10-13]. HSA(Hip Strength Analysis) 프로그램을 이용해 대퇴부의 HAL, CSMI, FSI(femur strength index)를 측정하여 HAL과 FSI가 폐경이후 여성에서 고관절 골절의 중요한 예측인자로 작용하였으며[12], Neck-shaft angle, neck width, HAL의 대퇴근위부 형태학적 인자들이 고관절 골절을 예측하기 위한 적절한 인자인지를 분석하여 neck width와 HAL이 고관절 골절을 예측하는데 도움을 줄 수 있다고 보고한바 있다[13]. 이렇듯 DEXA를 이용하여 골밀도를 측정함과 동시에 대퇴근위부의 형태학적 특성 인자를 측정하고 연관성을 분석하여 이를 골다공증 진단에 이용하면 고관절 골절의 위험을 평가하는데 유용할 것이라 생각한다.

III. 재료 및 방법

부산의 D종합병원에서 2010년 7월부터 2012년 5월까지 골밀도 검사의 적응증에 해당하여 골밀도 검사를 시행한 20대에서 80대까지의 남, 여 350명을 대상으로 하였다. 심한 척추기형, 퇴행성변화, 압박골절, 자세불량, 대동맥 석회화, 기형 및 종양, 인공물 삽입 등으로 인해 골밀도 수치에 영향을 줄 수 있는 환자 26명을 제외하고

324명의 결과를 분석하였다. 검사를 시행하기 전 병원의 의무기록 시스템을 이용하여 검사기록과 수술기록을 확인하고 환자들에게 검사의 목적과 검사방법, 소요시간에 관한 정보를 설명하였다. 검사자들은 상의와 하의를 모두 탈의하고 환자용 가운으로 갈아입은 후 검사대의 중앙선에 맞추어 바른 자세로 눕는다. 사각 스펀지 받침대를 이용하여 다리를 받쳐주고 허리가 검사대와 밀착될 수 있도록 하였다. 검사장비는 LUNAR prodigy advance (GE, LUNAR prodigy advance303061, USA)를 이용하였으며 요추부는 1-4번까지의 평균치를 측정하였고 요추5번은 골밀도의 편차가 크므로 제외하였다. 그리고 좌측 대퇴부의 경부, 전체, 전자부를 측정부위로 선택하였으며 정밀도가 낮은 ward부위는 제외하였다. 수술 등으로 인해 좌측 대퇴부를 검사하기 어려운 경우 우측 대퇴부를 측정하였다. Femur Geometry는 골밀도 검사를 시행함과 동시에 자동 측정되었고, 내장 소프트웨어(Encore2009 ver.13.20)를 이용하였다. 측정된 결과는 PASW statistics v.18.0 (SPSS Inc, USA)을 이용하여 대상자의 일반적 특성과 골밀도, 대퇴근위부의 형태학적 특성 변화를 파악하기 위해 빈도분석, 교차분석, T-score와 대퇴 근위부의 형태학적 특성의 두 변량의 관련성을 파악하기 위해 일원배치분산, 상관관계분석 하였다.



그림 1. 실험장비

IV. 결과

연구 대상자는 연령구분을 20~30대, 40대, 50대, 60~80대로 분류하였다. 324명 중 20~30대가 16명, 40대 69명, 50대 117명, 60~80대 122명이며, 이 중 60~80대 37.7%로 가장 많았고, 50대 36.1%로 두 번째로 많았다. 그리고 검사자의 대부분이 50대 이상이며, 대상자의

92.9%가 여성이었고, 남자는 7.1%로 검사자의 대부분이 여성이었다[표 2].

표 2. 대상자의 일반적 특성

Variable	Grade	Patients Number(%)
Ages	20~30대	16 (4.9)
	40대	69 (21.3)
	50대	117 (36.1)
	60~80대	122 (37.7)
Gender	Female	301 (92.9)
	male	23 (7.1)

연령대에 따른 요추부, 대퇴부의 정상, 골감소증, 골다공증의 빈도 조사결과는 20~30대가 요추부에서 81.3% 정상, 대퇴부에서 75.0% 정상으로 대부분이 정상이었다. 20~30대에서 40대까지는 골감소증과 골다공증의 비율이 상당히 감소하였으나, 골소실이 많아지는 50대부터는 요추부와 대퇴부 모두에서 정상보다 골감소증과 골다공증의 비율이 급격히 커졌다. 결과에서 연령이 증가함에 따라 정상군의 비율은 줄어들고 골다공증군의 비율이 커졌다. 연령에 따른 골다공증의 발병빈도는 요추부와 대퇴부에서 유의수준 .01에서 통계적인 유의한 차이를 나타냈다[표 3][표 4].

표 3. 연령에 따른 요추부 정상, 골감소증, 골다공증

Ages	20~30대	40대	50대	60~80대	χ^2
Normal(%)	13 (81.3)	48 (69.9)	44 (37.6)	20 (16.4)	
Osteopenia(%)	3 (18.8)	17 (24.6)	47 (40.2)	57 (46.7)	70.314**
Osteoporosis(%)	0 (0)	4 (5.8)	26 (22.2)	45 (36.9)	

** p < .01

표 4. 연령에 따른 대퇴부 정상, 골감소증, 골다공증

Ages	20~30대	40대	50대	60~80대	χ^2
Normal(%)	12 (75.0)	48 (69.6)	50 (42.8)	30 (24.6)	
Osteopenia(%)	2 (12.5)	20 (29.0)	59 (50.4)	67 (54.9)	52.962**
Osteoporosis(%)	2 (12.5)	1 (1.4)	8 (6.8)	25 (20.5)	

** p < .01

표 5. 요추부 정상, 골감소증, 골다공증 군별 형태학적 특성

Lumbar	Normal M(SD)	Osteopenia M(SD)	Osteoporosis M(SD)	F-value
Hip axis length (mm)	103.065(6.1153)	102.331(7.2651)	100.280(5.3108)	4.504*
Neck angle (deg)	57.38(3.645)	57.56(3.690)	57.85(3.307)	.401
Cortical ratio neck (%)	16.578(5.1116)	16.141(5.3724)	16.148(5.7890)	.251
Cortical ratio calcar (%)	7.030(1.9334)	7.025(2.4014)	5.807(2.1547)	9.096**
Cortical ratio shaft (%)	17.185(3.9880)	16.290(4.8033)	14.948(3.5396)	6.568**
Hip/shaft Angle (deg)	122.06(4.447)	123.10(3.843)	124.19(3.910)	6.457**
min neck width (mm)	29.355(2.2014)	29.260(2.7835)	28.879(1.8634)	.990
Strength index	1.678(0.3491)	1.523(0.3457)	1.487(0.3757)	8.977**
Buckling ratio	3.590(1.1292)	3.805(1.2566)	3.939(1.3601)	2.052
Section modulus (mm ³)	556.509(101.9023)	489.462(109.6301)	422.649(75.2526)	43.421**
CSMI (mm ⁴)	9020.096(2318.7507)	8032.177(2519.6944)	6896.987(1435.4269)	21.477**
CSA (mm ²)	133.401(21.1733)	117.226(16.6581)	105.000(16.6002)	58.516**

* p < .05, ** p < .01 M(Mean), SD(Standard Deviation)

요추부의 T-score변화에 따른 질환 분류별 형태학적 특성 인자 변화이다. 324명 중 요추부의 골다공증은 75명, 골감소증은 124명, 정상은 125명이다. 결과는 Hip axis length와 Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft는 골다공증군에 비해 정상군에서 더 컸고, 그리고 Hip/shaft Angle은 정상군에 비해 골다공증군에서 더 컸다. Strength index는 정상군에서 크다는 것을 확인할 수 있었고, Section modulus와 CSMI, CSA 또한 골다공증군에 비해 정상군에서 크게 나타났다.

정상, 골감소증, 골다공증 군별로 Hip axis length는 유의수준 .05에서, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA는 유의수준 .01에서 통계적인 유의한 차이를 나타냈다[표 5].

대퇴부 T-score변화에 따른 질환분류별 형태학적 특성 인자 변화이다. 324명 중 대퇴부의 골다공증은 36명, 골감소증은 148명, 정상은 140명이다. 결과는 Cortical ratio neck, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft는 골다공증군에 비해 정상군에서 더 컸고, Hip/shaft Angle, Buckling ratio는 정상군에 비해 골다공증군에서 컸다. 그리고 요추부에서와 동일하게 Strength index는 정상군에서 크다는 것을 확인할 수 있었고, Section modulus와 CSMI, CSA 또한 골다공증군에 비

해 정상군에서 크게 나타났다.

정상, 골감소증, 골다공증 군별로 Cortical ratio neck, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Buckling ratio, Section modulus, CSMI, CSA는 유의수준 .01에서 통계적인 유의한 차이를 나타냈다[표 6].

요추부와 대퇴부의 T-score와 형태학적 특성 변화와의 상관관계이다. 요추부에서의 결과는 Hip axis length와 Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA는 T-score와 양의 상관관계가 나타났으며, Hip/shaft Angle과 Buckling ratio는 T-score와 음의 상관관계가 나타났다. 요추부 T-score와 Hip axis length는 유의수준 .05에서, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Buckling ratio, Section modulus, CSMI, CSA는 유의수준 .01에서 통계적인 유의한 상관관계를 나타냈다. 요추부 T-score와 CSA의 상관계수는 .590으로 여러 변수들 중 가장 높은 상관을 보였다.

대퇴부에서의 결과는 Cortical ratio neck과 Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA는 T-score와 양의 상관관계가 나타났으며, Hip/shaft Angle과 Buckling ratio는 T-score와 음의 상관관계가 나타났다. 대퇴부 T-score와 Cortical

표 6. 대퇴부 정상, 골감소증, 골다공증 군별 형태학적 특성

Femur	Normal M(SD)	Osteopenia M(SD)	Osteoporosis M(SD)	F-value
Hip axis length (mm)	102.674(6.6567)	101.671(6.2066)	101.986(6.9529)	.871
Neck angle (deg)	57.71(3.627)	57.53(3.568)	57.14(3.514)	.372
Cortical ratio neck (%)	17.561(5.5496)	15.588(5.1045)	14.425(4.6258)	7.687**
Cortical ratio calcar (%)	7.340(1.8996)	6.624(2.3545)	4.931(1.8172)	19.082**
Cortical ratio shaft (%)	17.653(3.7073)	15.801(3.9800)	13.314(5.6538)	18.391**
Hip/shaft Angle (deg)	121.92(4.038)	123.53(3.956)	124.53(4.669)	8.678**
min neck width (mm)	29.117(2.2425)	29.182(2.5182)	29.669(2.2797)	.789
Strength index	1.695(0.3607)	1.511(0.3421)	1.369(0.2965)	17.348**
Buckling ratio	3.393(0.9804)	3.931(1.2966)	4.419(1.4728)	13.651**
Section modulus (mm ³)	563.766(102.8558)	464.347(89.9024)	397.361(84.7486)	62.689**
CSMI (mm ⁴)	9031.600(2385.4292)	7632.182(2164.5515)	6855.250(1894.8152)	20.880**
CSA (mm ²)	136.172(19.0119)	111.507(11.5732)	97.750(20.9399)	122.303**

** p < .01 M(Mean), SD(Standard Deviation)

표 7. 골밀도 수치 T-score와 형태학적 특성의 상관관계

Parameters	Lumbar T-score	Femur T-score
Hip axis length (mm)	.141*	.033
Neck angle (deg)	-.050	.070
Cortical ratio neck (%)	.106	.212**
Cortical ratio calcar (%)	.177**	.272**
Cortical ratio shaft (%)	.247**	.288**
Hip/shaft Angle (deg)	-.212**	-.175**
min neck width (mm)	.082	-.063
Strength index	.265**	.293**
Buckling ratio	-.172**	-.279**
Section modulus (mm ³)	.515**	.455**
CSMI (mm ⁴)	.394**	.293**
CSA (mm ²)	.590**	.583**

* p < .05, ** p < .01

ratio neck, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Buckling ratio, Section modulus, CSMI, CSA는 유의수준 .01에서 통계적인 유의한 상관관계를 나타냈다. 대퇴부 T-score와 CSA의 상관계수는 .583으로 여러 변수들 중 가장 높은 상관을 보였다[표 7].

IV. 고찰 및 결론

우리의 뼈는 나이가 들면서 자연스럽게 서서히 영성해지고 약해진다. 골다공증이 있는 뼈의 단면은 스펀지의 단면처럼 구멍이 송송 나있고 이 뼈는 그만큼 하중을 잘 이기지 못하여 작은 충격에도 골절이 일어나게 되는 것이다[14].

골밀도는 골절의 위험과 연관성이 많지만 골밀도만

으로 골절을 예측할 수는 없으며, 이미 선행된 여러 논문에 따르면 대퇴근위부의 형태학적 특성 인자들이 고관절 골절과 연관성이 높고 골절의 예측인자로서 중요한 역할을 한다고 보고한 바 있다[17][19].

본 연구에서는 T-score 변화에 따른 질환 분류(정상, 골감소증, 골다공증)로 구분하여 각 군별로 대퇴 근위부의 형태학적 특성으로서 Hip axis length, Neck angle, Cortical ratio neck, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, min neck width, Strength index, Buckling ratio, Section modulus, CSMI, CSA의 변화를 분석하였다. 연구 결과 12가지 파라미터에서 Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA가 통계적 차이를 나타냈다. Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Strength index, Section modulus, CSMI, CSA는 정상군과 비교하여 골다공증군에서 수치가 낮음을 알 수 있었고, Hip/shaft Angle은 정상군보다 골다공증군에서 각도가 높았다. 그리고 Hip axis length는 요추부에서만 통계적 차이를 나타내었으며, 골다공증군에 비해 정상군에서 더 길었다.

T-score와 대퇴 근위부의 형태학적 특성 인자의 상관관계는 Hip axis length, Cortical ratio neck, Cortical ratio calcar, Cortical ratio shaft, Hip/shaft Angle, Strength index, Buckling ratio, Section modulus, CSMI, CSA가 통계적으로 유의한 상관관계를 나타냈는데, 여러 변수 중 Section modulus과 CSA는 아주 높은 상관을 보였다. 대퇴근위부의 정면 영상을 이용하여 골다공증을 평가한 연구에서는 여러 변수 중 대퇴 피질골 두께 지표가 골밀도와 아주 높은 상관관계가 있다고 보고한 바 있다[24].

관련 연구를 살펴보면 골절군과 비골절군의 T-score와 cortical thickness, Buckling ratio, Section modulus, CSMI에 대해 분석한 연구에서는 비골절군에 비해 골절군에서 T-score, cortical thickness, Section modulus, CSMI가 낮았으며, Buckling ratio는 컸음을 보고하였다.[21]. 대상을 분류하는 방법 등 연구 방법의 차이가 있겠지만 골절군과 골다공증군을 골밀도 수치가 낮은 그룹이라는 같은 의미로 보았을 때 본 연구에서도 동일한 결과로 Cortical ratio와 Section modulus, CSMI가

정상군에 비해 골다공증군에서 낮았으며, Buckling ratio는 더 컸다. Hip/shaft Angle 또한 골절군에 비해 각도가 크다는 선행연구[22]와 동일한 결과로 골다공증군에서 각도가 컸다. Strength index에 대한 연구에서는 대부분이 골절군에 비해 비골절군에서 높다는 결과를 도출하였으며[16], 본 연구에서도 동일한 결과가 도출되었다. Hip axis length에 대하여 길이가 길수록 골절이 잘 일어난다고 보고된 바 있는데[20], 골절군과 비골절군의 대퇴근위부의 형태학적 특성을 분석하여 골절군에서 Hip axis length가 더 길며 이를 이용하면 고관절 골절 예측에 도움이 될 것이라 하였다[16][17]. 그러나 본 연구에서는 Hip axis length가 요추부에서만 정상, 골감소증, 골다공증의 분류에서 유의한 차이를 보였고 골다공증군보다 정상군에서 오히려 더 길었으며, 위 논문과 상반된 결과가 도출되었다. 본 연구 결과와 같은 맥락의 결과인 또 다른 연구에서는 비골절군에 비해 골절군에서 Hip axis length가 더 짧았다는 결과를 발표하였다[19].

그러므로 Hip axis length의 고관절 골절 예측인자로서의 역할에 대해서는 아직까지 여러 논문에서 반론이 많은 만큼 지속적인 연구가 필요할 것이다.

향후 연구방향은 본 논문에서 제한점으로 대상자의 신장과 체중, 연령에 따른 신장 차이, 질환 과거력, 약물 복용력, 식습관, 음주, 흡연, 운동습관 등을 완벽히 고려하지 못하였고, 골밀도 수치와 Femur Geometry는 장비에 따라 편차가 있어 여러 업체의 장비에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 성별에 따른 정상, 골감소증, 골다공증의 빈도 조사결과 통계적으로 유의한 차이가 있기는 하였으나, 여성에 비해 남성 검사자의 수가 월등히 적고 성별 비율이 적절하지 않아 분석의 의미가 떨어졌다. 추후 적절한 성비로 비교, 분석이 필요할 것이다.

이미 Femur Geometry에 관해 많은 연구들이 보고되어 있지만, Femur Geometry 파라미터의 종류가 제한적으로, 다양한 파라미터들에 대한 연구가 부족하였다. Femur Geometry가 골절 예측인자로서 역할을 하기 위해서는 한정된 Femur Geometry를 분석하기 보다는 여러 파라미터들에 대한 분석이 필요하므로, 본 연구에서는 타 연구들에 비해 다양한 Femur Geometry 파라미터에 대한 평가를 하였으며, 골밀도 측정과 동시에 보

다 다양한 Femur Geometry의 측정을 병행한다면 골다공증의 진단의 정확성을 높이고 골다공증성 골절 예측에 도움이 될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김선웅, 김기학, 이청무, 최태희, 정일규, *발육발달학*, 대한미디어, pp.159-186, 2007.
- [2] S. Mori, "Assessment of hip fracture risk related to the structure, Article in Japanese," *Clin Calcium* Vol.20, No.9, pp.1349-1356, 2010.
- [3] Pasi Pulkkinen, Juha Partanen, Pekka Jalovaar, and Timo Jämsä, "Combination of bone mineral density and upper femur geometry improves the prediction of hip fracture," *Osteoporosis International* Vol.15, No.4, pp.274-280, 2004.
- [4] 대한골다공증학회, *골밀도 측정가이드*, 청운출판사, pp.209-211, 2009.
- [5] 대한공중보건의사협회, *대한민국 공중보건의사를 위한 진료지침서*, 웬즈데이, pp.70-74, 2011.
- [6] 박명윤, 이진순, *노인 영양과 복지*, 광문각, pp.264-265, 2006.
- [7] 대한골다공증학회, *골다공증(Osteoporosis 3판)*, 영림의학, pp.38-40, 2006.
- [8] 김재구, 노호성, *운동처방총론(과학적 운동처방과 운동요법의 실제)*, 대경북스, pp.240-246, 2009.
- [9] 한민석, 전민철, 서선열, 김종진, 김용균, "원위 요골 골밀도의 측정 자세 및 요추 골밀도의 상관관계에 관한 연구", *방사선기술과학* Vol.33, No.1, pp.19-24, 2010.
- [10] N. J. Crabtree, H. Kroger, A. Martin, H. A. P. Pols, R. Lorenc, J. Nijs, J. J. Stepan, J. A. Falch, T. Miazgowski, S. Grazio, P. Paptou, J. Adams, A. Collings, K. T. Khaw, N. Rushiton, M. Lunt, A. K. Dixon, and J. Reeve, "Improving risk assessment: hip geometry, bone mineral distribution and bone strength in hip fracture cases and controls. The EPOS study," *Osteoporosis International*, Vol.13, No.1, pp.48-54, 2002.
- [11] K. G. Faulkner, S. R. Cummings, D. Black, L. Palermo, C. C. Gluer, and H. K. Genant, "Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The Study of Osteoporotic Fractures," *Journal of Bone Mineral Research*, Vol.8, No.10, pp.1211-1217, 1993.
- [12] K. G. Faulkner, W. K. Wacker, H. S. Barden, C. Simonelli, P. K. Burke, S. Ragi, and L. Del Rio, "Femur strength index predicts hip fracture Independent of bone density and hip axis length," *Osteoporosis International* Vol.17, No.4, pp.593-599, 2006.
- [13] C. Bergot, V. Bousson, A. Meunier, M. Laval-Jeantet, and J. D. Laredo, "Hip Fracture Risk and Proximal Femur Geometry from DXA Scans," *Osteoporosis International*, Vol.13, No.7, pp.542-550, 2002.
- [14] 박훈기, *건강상식: 골다공증이란?*, 대한지방행정 공제회(구 대한지방행정협회地方行政) 제45권, 제518호, pp.149-151, 1996.
- [15] J. A. Kanis, and the WHO study Group, "Assessment of the fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis," *Osteoporosis International*, Vol.4, No.6, pp.368-381, 1994.
- [16] 최용준, *노인에게 발생한 골다공증성 대퇴골 골절과 Femur Geometry와의 상관관계*, 아주대학교 대학원 의학과 석사논문, pp.1-17, 2007.
- [17] S. Gnudi, C. Ripamonti, L. Lisi, M. Fini, R. Giardino, and G. Giavaresi, "Proximal femur, geometry to detect and distinguish femoral neck fractures from trochanteric fractures in postmenopausal women," *Osteoporosis International* Vol.13, No.1, pp.69-73, 2002.
- [18] 대한골다공증학회, *골다공증 진단 및 치료지침* pp.24-30, 2008.
- [19] K. M. Karlsson, I. Sembo, K. J. Obrant, I.

Redlund-Johnell, and O. Johnell, "Femoral neck geometry and radiographic signs of osteoporosis as predictors of hip fracture," Bone. Vol.18, No.4, pp.327-330, 1996.

- [20] 정선관, 박성훈, 김혜원, 이영환, 윤권하, 최시성, 노병석, 원종진, "골다공증성 대퇴골절의 위험인자 평가", 원광의과학, 원광대학교 의과대학 영상의학교실, 원광의학연구소, 제22권, 제1호, pp.15-19, 2007.
- [21] P. Szulc, F. Duboeuf, A. M. Schott, P. Dargent-Molina, P. J. Meunier, and P. D. Delmas, "Structural determinants of hip fracture in elderly women: re-analysis of the data from the EPIDOS study," Osteoporosis International Vol. 17, No.2, pp231-236, 2006.
- [22] C. G. Alonso, M. D. Curiel, F. H. Carranza, R. P. Cano, and A. D. Pérez, "Femoral bone mineral density, neck-shaft angle and mean femoral neck width as predictors of hip fracture in men and women. Multicenter Project for Research in Osteoporosis. Osteoporosis International, Vol.11, No.8, pp.714-720, 2000.
- [23] 대한골다공증학회, 골다공증 임상을 위한 골다공증의가이드(진단, 예방 및 치료), pp171-173, 2007.
- [24] 강영환, 조광호, 근위대퇴부 정면 영상을 이용한 골다공증 평가 시 방사선적 계측의 진단일치도, 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제6호, pp.353-360.

저 자 소 개

김 다 혜(Da-hye Kim) 정희원



- 2010년 2월 : 부산가톨릭 대학교 방사선학과(학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭 대학교 방사선학과(석사과정)
- 2010년 8월 ~ 현재 : 동남권 원자력 의학원 영상의학과

<관심분야> : 골밀도, 유방영상학, 초음파 영상학

고 성 진(Seong-Jin Ko) 정희원



- 1997년 8월 : 경성대학교 생물학과(이학박사)
- 1982년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선생물학, 방사선계측학

강 세 식(Se-Sik Kang) 정희원



- 1991년 2월 : 원광대학교 농학과(농학박사)
- 1997년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과 교수

<관심분야> : 방사선치료학, 방사선기기학

김 정 훈(Jung-Hoon Kim) 정희원



- 2003년 2월 : 경희대학교 원자력공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 경희대학교 원자력공학과(공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 방사선량 평가, 문항개발 및 분석

김 동 현(Dong-Hyun Kim) 정희원



- 2009년 2월 : 부산대학교 대학원 의공학과 졸업(공학박사)
- 1994년 ~ 2011 2월 : 부산대학교병원 영상의학과
- 2011년 ~ 현재 : 부산가톨릭대학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 자기공명영상학, 방사선관리학

예 수 영(Soo-Young Ye)

정회원



- 1998년 2월 : 부산대학교 전자공학
학과(공학석사)
- 2004년 2월 : 부산대학교 의공학
협동과정(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭
대학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 신호처리, 영상처리, 의공학, 방사선과학

김 창 수(Changsoo Kim)

정회원



- 2003년 2월 : 한국해양대학교 전
자통신공학과(공학석사)
- 2006년 2월 : 한국해양대학교 전
자통신공학과(공학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 부산가톨릭
대학교 방사선학과 조교수

<관심분야> : 영상 평가, U-Healthcare, Computer
Aided Detection(CAD)