

의학 석사학위 논문

노인에게 발생한 골다공증 성 대퇴골
골절과 Femur Geometry와의 상관관계

아주대학교 대학원

의학과

최용준

노인에게 발생한 골다공증 성 대퇴골
골절과 Femur Geometry와의 상관관계

지도교수 정 윤 석

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2007년 2월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

최 용 준

최용준의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 정 윤 석 인

심 사 위 원 이 관 우 인

심 사 위 원 원 예 연 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2006년 12월 22일

Acknowledgements

이 논문을 처음부터 끝까지 지도해 주신 정윤석 선생님, 이관우 선생님, 원예연 선생님께 감사드리며, femur geometry 측정에 도움을 주신 내분비대사내과검사실 이병주 선생님과 data 수집에 도움을 주신 아주대학교 병원 정형외과학 교실에 감사드리며, 끝으로 늘 사랑으로 지켜봐 주시는 부모님, 장모님, 내 평생의 반려자 박한정 선생님께 감사드립니다.

노인에게 발생한 골다공증 성 대퇴골 골절과 Femur Geometry와의 상관관계

연구 목적: 대퇴골 골절의 예측인자로 골밀도 이외에 고관절 장축의 길이, 대퇴골 강도 지수 등의 대퇴골 근위부의 형태가 상관관계가 있다고 알려져 있으나 국내의 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 한국인 60세 이상의 노인에서 골다공증 성 대퇴골 골절군과 비골절군 사이의 대퇴골 근위부의 형태를 비교하고, 골절과의 연관성 및 골절에 가장 영향을 주는 대퇴골 근위부의 형태학적 인자를 알아 보고자 하였다.

연구 방법: 아주대학교병원에 대퇴골 근위부 골절로 입원한 60세 이상의 환자 51명 및 같은 기간 아주대학교 내분비대사내과 외래에 골다공증 진료를 보기 위하여 내원한 환자 51명을 대상으로 대퇴골 근위부의 형태를 이중 X-선 흡수 계측기(Lunar Prodigy DXA system, GE, Healthcare, USA)를 이용하여 측정하여 골절군과 비골절군을 비교하고 골절과 관련된 대퇴골 형태학적 인자를 통계학적으로 분석하였다.

결과: 비골절군에 비해 골절군에서 고관절 장축의 길이가 유의하게 길었으며($P<0.05$), 대퇴골 강도 지수는 골절군에서 유의하게 낮았다($P<0.01$). 대퇴골 강도 지수는 골밀도, 나이와 독립적으로 고관절 장축의 길이에 비해 골절의 예측력이 더 높았다.

결론: 골절군과 비골절군에서 대퇴골 강도 지수, 고관절 장축의 길이 등 대퇴골의 형태학적 인자들이 유의한 차이를 보였으며, 골밀도와 함께 대퇴골의 형태학적 인자가 대퇴골 근위부 골절의 유의한 예측인자가 될 수 있다.

핵심어: Hip Fracture, Osteoporosis, Risk Factors, Femur geometry, Femur strength index, Hip Axis length

차례

국문요약	i
차례	ii
그림 차례.....	iii
표 차례	iv
I. 서론.....	1
II. 연구 대상 및 방법	3
A. 연구 대상.....	3
B. 연구 방법.....	4
III. 결과.....	7
IV. 고찰.....	13
V. 결론.....	17
참고문헌	18
ABSTRACT.....	21

그림 차례

- Fig. 1. Femur variables used to measure femur strength index (FSI) and hip axis length(HAL).....5
- Fig. 2. Receiver operator characteristic (ROC) curves for diagnosis of fracture using femoral neck T score alone and using the risk probabilities from the logistic model combining T score, hip axial length (HAL), and femur strength index (FSI).....12

표 차례

Table 1. Characteristics, bone mineral density and femoral geometries of hip fracture cases and controls.....	8
Table 2. Odds ratios for hip fracture using univariate logistic regression.....	11
Table 3. Odds ratios for hip fracture using multivariate logistic regression.....	11

I. 서론

골다공증은 전 세계적으로 2억 명 이상 이환 되었을 것으로 추정되는 중요한 질환 중의 하나로(Lin과 Lane, 2004), 대퇴골 골절은 골다공증의 가장 심각한 합병증 중의 하나이다. 이러한 골다공증 성 골절은 노인의 주요한 장애 및 사망의 원인으로(Melton, 1993; Johnell과 Kanis, 2004), 한 연구에서는 대퇴골 골절로 인한 사망률을 20%이상, 영구적인 장애의 발생률을 50%이상으로 보고하기도 하였다(Woolf와 Pflieger, 2003). 우리나라도 급격하게 고령화 사회로 진행되면서 골다공증의 유병률이 늘어날 것으로 추정되며, 국내의 보고에 따르면, 2030년의 전체 여성의 골다공증 유병률을 40.3%로 추정하고 있어(김영일 등, 2002), 이에 따른 골다공증 성 대퇴골 골절 환자도 늘어날 것으로 생각된다.

골절의 위험성은 골밀도의 감소와 연관성이 큰 것으로 알려져 있으나(Melton등 1986; Ross등 1990), 골밀도의 골절의 예측력은 70세 이상의 환자에서는 떨어지는 것으로 알려져 있으며, De Laet등(De Laet 등, 1997)은 60세에서 80세로의 연령의 증가가 대퇴골 골절의 위험을 13배 증가시키는 반면, 골밀도의 감소는 위험도를 단지 2배만 증가시킬 뿐이라고 보고한 바 있다. 또한 골밀도에 따른 골절률은 인종간의 차이를 보이는 데, 하와이에 거주하는 일본인은 백인 들보다 골절률이 50%이상 적은 것으로 보고되었으며(Ross 등, 1991), 흑인은 백인보다도 골절률이 더 적은 것으로 보고되고 있다(Frisoli 등, 2005). 위와 같은 사실들은 골밀도 만으로는 노인성 골절의 위험도를 예측하는데 부족하다는 것을 보여준다.

노인성 골절에는 낙상의 경향, 신경학적 질환, 시력 및 근력의 저하, 평형감각의 이상 등 골밀도 이외의 다양한 요소가 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 이외에 대퇴골 근위부의 형태(femur geometry)는 낙상에 따른 에너지를 흡수할 수 있는 요소 중의 하나로 골강도는 골밀도 이외에 이러한 femur geometry에 의해서도 결정되는 것으로 알려져 있다(Crabtree등, 2002). 1993년 Faulkner등(Faulkner 등, 1993)이 고관절 장축의 길이(hip axis length, HAL)의 증가가

골절의 위험도의 증가와 관련이 있다고 보고한 이래로 여러 femur geometry의 요소들이 골절과 연관이 있다고 보고된 바 있다[Gnudi 등, 2002; Frisoli 등 2005]. 국내에서도 이중 에너지 X선 흡수 계측기(dual energy X-ray absorptiometry)를 통하여 측정된 HAL가 대퇴골 골절과 연관이 있다고 보고된 바 있으나(손영찬 등, 1997), HAL가 골밀도 측정 후 출력된 결과지에서 자를 통하여 수작업으로 측정되어 측정값이 정확하지 않을 가능성이 있으며, HAL 이외의 다른 femur geometry의 요소들은 측정이 되지 않았다. 최근의 골밀도 장비의 발전으로 이러한 femur geometry가 골밀도 측정과 동시에 자동으로 측정이 가능하게 되었으며, 또한 대퇴골 근위부 강도 지수(femur strength index, FSI), 대퇴골 근위부 단면 관성 모멘트(femoral cross sectional moment of inertia, CSMI), 대퇴골 단면적(Cross Sectional Area, CSA)등 다양한 femur geometry 또한 측정이 가능해졌다. 따라서 저자들은 한국인 60세 이상의 노인에서 골다공증 성 대퇴골 골절군과 비골절군 사이의 femur geometry를 비교하고, 골절과의 연관성 및 골절에 가장 영향을 주는 femur geometry의 인자를 알아 보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

A. 연구 대상

1. 골절군

2005년 4월 1일부터 2006년 8월 31일 까지 교통사고 및 사람의 신장보다 높은 곳에서의 낙상 등 고 에너지로 인한 대퇴골 골절을 제외한 골다공증 성 대퇴골 골절로 아주대학교 병원에 입원한 60세 이상 74명의 환자를 대상으로 하여, 이중 Lunar Prodigy DXA System(GE, Healthcare)으로 골밀도를 측정된 60명의 환자 중, 암 및 만성 신부전, 갑상선 항진증과 같은 골대사에 영향을 줄 수 있는 동반 질환을 가진 환자, 골밀도 측정 당시 골대사에 영향을 줄 수 있는 steroid, bisphosphonate, selective estrogen-receptor modulator(SERM) 제제 등 약물의 복용력이 있거나, 현재 여성 호르몬 대체요법을 받고 있는 환자, 또는 양측 대퇴골 골절로 인하여 femur geometry를 측정할 수 없었던 환자 8명을 제외한 총 51명의 환자를 대상으로 하였다. 연구 대상자의 약물 복용력, 골절 시 수상경로, 동반질환 유무 등을 본원 의무기록을 통하여 조사하였다.

2. 비 골절군

같은 기간 아주대학교 병원 내분비내과 내과 외래에 골대사 관련 질환의 진료를 위하여 내원한 환자 중 과거 대퇴골 골절의 과거력이 없고, 골절군과 같이 골대사에 영향을 줄 수 있는 질환을 가진 환자 및 골대사에 영향을 줄 수 있는 steroid, bisphosphonate, selective estrogen-receptor modulator(SERM) 제제 등 약물의 복용력이 없으며, 현재 여성 호르몬 대체요법을 받고 있지 않은 대상자 중 Lunar Prodigy DXA system(GE, Healthcare, USA)을 통하여 골밀도 및 femur geometry를 측정된 51명을 대상으로 하였다. 비골절군의 약물 복용력, 골절 시 수상경로, 동반질환 유무 등을 역시 본원 의무기록을 통하여 조사하였다.

B. 연구 방법

1. 골밀도 및 femur geometry의 측정

측정 전 연구 대상자의 신장과 몸무게를 측정하였으며, 골밀도는 Lunar Prodigy DXA system(GE, Healthcare, USA)을 통하여 골질이 없는 쪽의 대퇴골 경부에서 측정되었다. 골밀도 값은 절대값으로 표시하였다(g/cm^2). Femur geometry는 Lunar Prodigy가 제공하는 Hip strength analysis 프로그램을 이용하여 자동으로 구하였으며, 측정된 변수들은 다음과 같다(Fig. 1.).

- 1) 단면 관성 모멘트(Cross sectional moment of inertia, CSMI)(cm^4): 굽힘에 대한 저항력을 측정하는 데 필수적인 값으로 대퇴골 경부 축을 중심으로 골질(material)의 분포를 측정한 값
- 2) 단면적(Cross sectional area, CSA)(mm^2): 경부의 관심 부위(region of interest, ROI)에서의 최소 CSMI를 보이는 단면의 면적
- 3) y(mm): 대퇴골 경부의 최상부 경계에서부터 질량 중심까지의 거리
- 4) d1(mm): 대퇴골 경부 축을 따라서 최소 CSMI 단면에서부터 대퇴골두(head) 중심까지의 거리
- 5) d2(mm): 대퇴골 간부(shaft)축과 대퇴골 경부축의 교차점에서 대퇴골두까지의 거리
- 6) d3(mm): 평균 대퇴 경부 직경
- 7) alpha(degree): 대퇴간부를 2등분하는 선과 수직선이 이루는 각
- 8) theta(degree): 대퇴골 경부와 대퇴골 간부를 2등분하는 선이 이루는 각
- 9) 대퇴골 강도 지수(Femur strength index, FSI): 낙상 시 대퇴골 대전자부에 가해질 것으로 예상되는 압축스트레스에 저항할 수 있는 대퇴골 경부의 강도를 연령, 신장, 체중으로 보정한 지수(Yoshikawa 등, 1994)
- 10) 고관절 장축의 길이(Hip axis length, HAL)(mm): 대전자 외측면에서부터 대퇴경부와 대퇴골두의 중간을 지나 골반골의 내측면까지를 연결하는 선의 길이

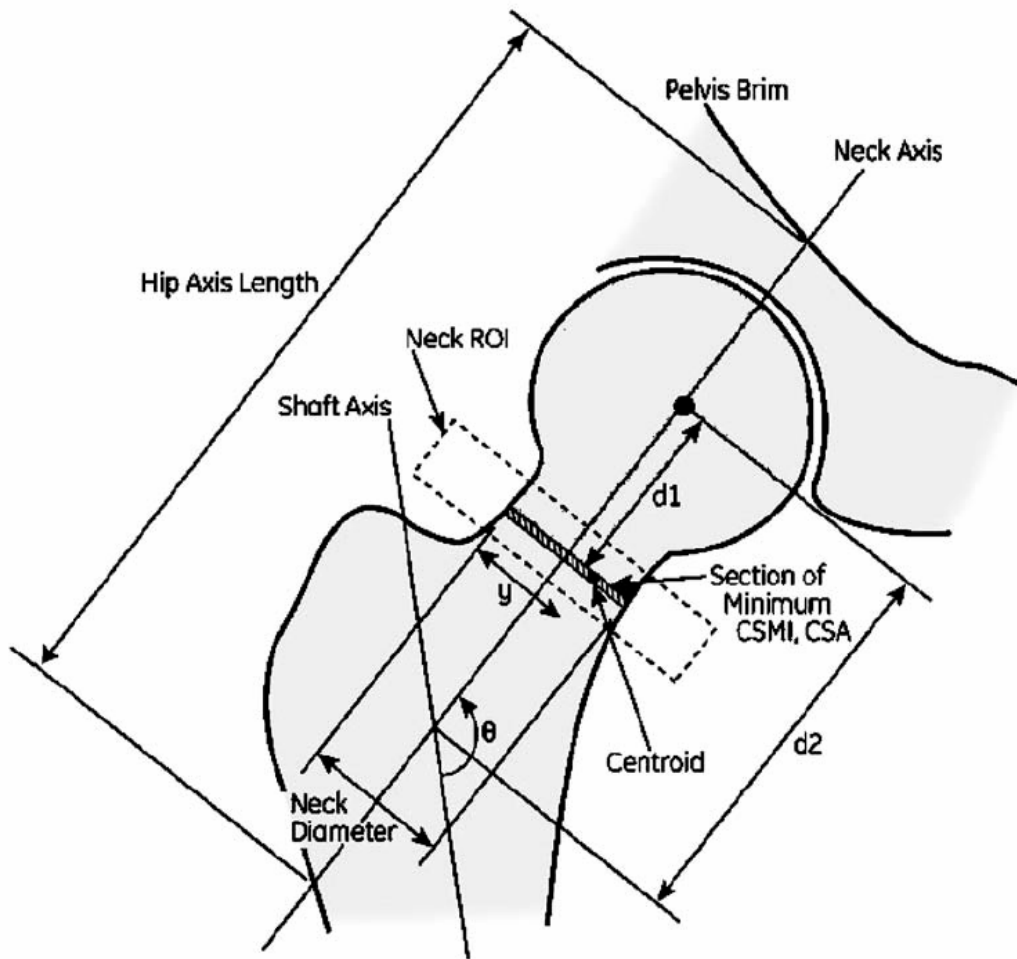


Fig. 1. Femur variables used to measure femur strength index (FSI) and hip axis length (HAL). (from Faulkner 등, 2006).

2. 통계 방법

골절군과 비골절군 사이의 연령, 체중, 신장, 체질량지수, 혈청 칼슘, 인, 부갑상선 호르몬, 소변 NTX농도 및 대퇴골 경부의 골밀도 및 HAL, FSI 등의 femur geometry를 Student's t test를 이용하여 비교하였으며, 변수 중 FSI, CSMI, d3, y, 혈청 인, 혈청 부갑상선호르몬 농도는 정규분포를 이루지 않았기 때문에 자연 로그치환을 한 후 분석하였다. 각군의 측정치는 평균±표준편차로 표시하였다. 또한 두 군간의 연령이 유의한 차이를 보였기 때문에 ANCOVA를 통하여 연령에 대해 보정한 후 양군간의 측정치를 다시 비교하였다. 각각의 인자들의 대퇴골 근위부에 대한 골절의 위험도(odd ratio)를 알아보기 위하여 연령 및 골밀도를 보정한 단순 로지스틱 회귀 분석(univariate logistic regression)을 이용하였으며, Femur geometry의 인자 중 CSMI, CSA, y, d1, d2, d3, alpha, theta 값은 모두 FSI를 구하기 위해 측정되는 값으로(Yoshikawa등, 1994), 가장 골절과 관련이 있는 인자를 알아보기 위하여 이들 값들을 포함하고 있는 FSI와 HAL, 연령, 대퇴골 경부 골밀도를 다중 로지스틱 회귀분석(multivariate logistic regression)을 이용하여 분석하였다. 또한 대퇴골 경부 골밀도의 T 점수와 T 점수 및 FSI, HAL를 포함하는 회귀식의 골절의 예측력을 비교하기 위하여 Receiver operator characteristics(ROC) 분석을 이용하였다.

통계 분석은 SPSS for Windows (ver. 13.0; SPSS Inc., Chicago, USA) 을 이용하였고, 통계학적 유의 수준은 $P < 0.05$ 미만으로 하였다.

III. 결과

1. 골절군과 비골절군의 임상적 특성

골절군에서 남성의 비율은 15.7%, 비골절군에서는 11.8%로 골절군에서 남성의 비율이 높았으나 통계적인 유의성은 없었다. 골절군의 평균 연령은 77.4 ± 7.4 세, 비골절군은 67.0 ± 5.6 세로 골절군에서 유의하게 높았다($P < 0.001$). 골절군과 비골절군에서 신장과 체중의 유의한 차이는 없었으나, 신장을 연령으로 보정한 후 비교했을 때 골절군에서 비골절군 보다 유의하게 높았다($P = 0.013$).

Table 1. Characteristics, bone mineral density and femoral geometries of hip fracture cases and controls

Variables	Hip fracture group (n=51)	Controls (n=51)	<i>P</i> (unadjusted)	<i>P</i> ^a (Age-adjusted)
Age(years)	77.4±7.4	67.0±5.6	<0.001	
Sex (male%)	15.7	11.8	ns	
Weight(kg)	53.2±10.7	53.6±8.2	ns	ns
Height(cm)	155.6±8.0	153.1±6.5	ns	0.013
BMI(kg/m ²)	21.9±3.4	22.8±3.0	ns	ns
BMD _{Femoral neck} (g/cm ²)	0.591±0.103	0.712±0.089	<0.001	<0.001
HAL(mm)	103.8±7.1	100.8±5.9	0.014	0.019
FSI ^b	1.27±0.39	1.49±0.28	<0.001	<0.001
CSMI ^b (mm ⁴)	6508.0±2472.2	6455.0±1612.0	ns	ns
CSA(mm ²)	89.0±20.1	103.1±15.0	<0.001	ns
D1(mm)	16.4±3.6	15.3±2.8	ns	0.035
D2(mm)	47.3±5.7	46.6±3.5	ns	ns
D3(mm)	32.4±3.7	30.8±1.7	0.008	0.026
y ^b (mm)	17.2±1.9	15.8±1.2	<0.001	0.001
Alpha(degree)	-0.0±3.1	-2.1±2.8	0.001	0.024
Theta(degree)	125.0±3.4	125.8±3.5	ns	ns

Data are means ± SD or %. *P* values by independent Student's t test for continuous variables and χ^2 tests for categorical variables are given.

^a *P* values by ANCOVA adjusted for age

^b Log transformed

BMD, bone mineral density; BMI, body mass index; CSMI, cross sectional moment of inertia; CSA, cross sectional area; FSI, femur strength index; HAL, hip axis length; NTX, N-telopeptide

2. 골절군과 비골절군의 골밀도 및 femur geometry 비교

골절군과 비골절군에서 연령 보정 전 후 모두에서 골밀도의 유의한 차이를 보여주었다($P < 0.001$). HAL는 골절군에서 $103.8 \pm 7.1 \text{ mm}$, 비골절군에서 $100.8 \pm 5.9 \text{ mm}$ 로 골절군에서 유의하게 길었으며($P = 0.014$), FSI는 골절군에서 1.27 ± 0.39 , 비골절군에서 1.49 ± 0.28 로 비골절군에서 유의하게 높았으며($P < 0.001$), 연령으로 보정 후에도 통계적 유의성은 변하지 않았다. d3, y, alpha 값도 연령으로 보정 전 후 통계적으로 유의한 차이를 보여 주었다($P < 0.05$, 각각). d1은 연령으로 보정 후 유의한 차이를 보였으며($P < 0.05$), CSA는 연령 보정 전 유의한 차이를 보였다($P < 0.001$). CSMI, theta 값은 보정 전후 모두 유의한 차이를 보여주지 못하였다(Table 1).

3. FSI, HAL, 대퇴경부 골밀도, 나이에 대한 로지스틱 회귀분석

단순 로지스틱 회귀 분석 결과 10세당 연령의 교차비(95% 신뢰구간)는 6.7(3.3, 13.6)이었으며, 연령으로 보정한 대퇴골 경부 골밀도의 교차비(95% 신뢰구간)는 3.8(1.7, 8.4)이었다. 연령과 골밀도로 보정한 각 femur geometry인자에 대한 교차비(95% 신뢰구간)는 FSI 3.3(1.6, 6.6), HAL는 2.2(1.2, 4.4), CSMI 2.1(1.1, 4.1), CSA 3.2(1.1, 9.7), d1 2.3(1.2, 4.3), d2 1.3(0.8, 2.2), d3 2.2(1.1, 4.4), y 3.1(1.4, 6.6), alpha 2.0(1.0, 3.9), theta 1.0(0.6, 1.7)로 FSI의 교차비가 가장 높았다(Table 2). CSMI, CSA, d1, d2, d3, y, alpha, theta 값은 모두 FSI를 구하기 위하여 측정되는 값으로(Yoshikawa등, 1994), FSI, HAL, 연령, 골밀도를 포함하는 다중 로지스틱 회귀분석을 한 결과, 연령의 10세당 교차비(95% 신뢰구간)는 8.4(3.1, 22.6), 골밀도, HAL, FSI의 1 표준편차 당 교차비(95% 신뢰구간)는 각각 4.8(1.9, 12.2), 2.2(1.0, 4.4), 2.6(1.4, 5.1)로 연령의 교차비가 가장 높았으나, femur geometry 중에서는 FSI가 가장 높은 교차비를 보여 주었다(Table 3).

Table 2. Odds ratios for hip fracture using univariate logistic regression.

Variable	Odds ratio(95% CI)	<i>P</i> value
BMD ^a Femoral neck ^c (per SD)	3.8(1.7, 8.4)	0.001
Hip axis length(per SD)	2.2(1.2, 4.4)	0.018
Femur strength index ^a (per SD)	3.3(1.6, 6.6)	0.001
CSMI ^b (per SD)	2.1(1.1, 4.1)	0.026
Cross sectional area ^c (per SD)	3.3(1.1, 9.7)	0.034
d1(per SD)	2.3(1.2, 4.3)	0.013
d2(per SD)	1.3(0.8, 2.2)	0.333
d3(per SD)	2.2(1.1, 4.4)	0.035
y(per SD)	3.1(1.4, 6.6)	0.004
alpha(per SD)	2.0(1.0, 3.9)	0.038
Theta ^c (per SD)	1.0(0.6, 1.7)	0.982
Age(per decade)	6.7(3.3, 13.6)	<0.001

^a Bone mineral density^b Cross sectional moment of inertia

^codds ratios for the additive inverse, since risk increases with decreasing value

all variables were adjusted for age and BMD, except age and BMD

BMD was adjusted for age

Table 3. Odds ratios for hip fracture using multivariate logistic regression.

Variable	Odds ratio(95% CI)	<i>P</i> value
BMD ^a Femoral neck ^b (per SD)	4.8(1.9, 12.2)	<0.001
Hip axis length(per SD)	2.2(1.0, 4.4)	0.030
Femur strength index ^b (per SD)	2.6(1.4, 5.1)	0.004
Age(per decade)	8.4(3.1, 22.6)	<0.001

^a Bone mineral density

^bOdds ratios for the additive inverse, since risk increases with decreasing value

4. T 점수 와 T 점수, FSI, HAL를 포함하는 회귀식의 골절의 예측력 비교

ROC 분석 결과 T 점수의 곡선 하 면적(AOC)는 0.837, 회귀식은 0.796로 T 점수에 FSI 및 HAL를 포함하였을 때 더 높은 골절의 예측력을 보여 주었다(Fig. 2).

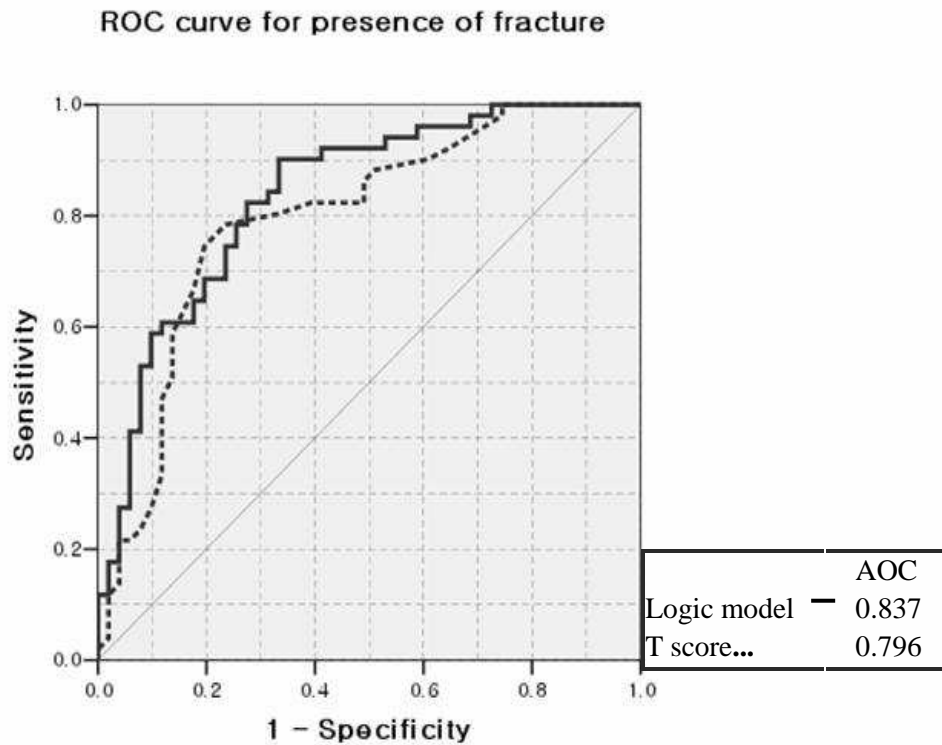


Fig. 2. Receiver operator characteristic (ROC) curves for diagnosis of fracture using femoral neck T score alone and using the risk probabilities from the logistic model combining T score, hip axial length (HAL), and femur strength index (FSI).

IV. 고찰

전 세계적으로 골다공증은 인구의 고령화로 인하여 중요한 문제로 대두되고 있다. 골다공증으로 유발 될 수 있는 여러 질환 중에 특히 대퇴골 골절은 경제적, 사회적, 개개인의 삶의 질을 평가하는 측면에서 가장 부정적인 영향을 미치는 질환이다(조남한, 2005). 그리스에서 보고한 역학연구에 따르면 1977년에서 1992년까지 15년 동안 대퇴골 골절률이 2배의 급격한 증가율을 보였으며(Paspati 등, 1998), 스웨덴의 한 연구에서도 1980년에서 90년까지 10년간의 대퇴골 골절률의 증가율을 78%로 보고한 바 있다(Rogmark 등, 1999). 안성을 대상으로 한 국내의 역학 연구에서 대퇴골 골절률이 5년간 약 100% 증가된 것으로 보고되어 유럽의 증가율에 비해 높은 양상을 보여 주었다(조남한, 2005). 따라서 노인에게 있어서 골다공증 성 대퇴골 골절의 예측 인자 및 이를 통한 대퇴골 골절의 고 위험군을 알아내고, 적절한 치료로 고 위험군의 골절을 예방하는 것은 중요한 문제라 할 수 있다.

대퇴골 골절에 있어서 골밀도의 영향이 크다는 것은 이미 알려진 사실이나, 골밀도가 낮은 사람들이 모두 골절이 유발되지 않는다는 사실은 골절에 있어서 골밀도 이외에 다양한 요소들이 영향을 미친다는 것을 의미한다. 이 중에 대퇴골의 형태학적 특징은 성장기에 형성되어 일생 동안 유지되는 선천적인 요소로 최근 이것과 대퇴골 골절의 연관성에 대한 연구가 많이 있어왔다.

1993년 Faulkner 등은 최초로 대퇴골 골절군의 HAL가 연령과 골밀도에 관계없이 비골절군의 HAL보다 길다는 것을 보고하여, HAL가 골절의 유용한 예측인자가 될 수 있음을 보고하였다. 이들은 고관절 장축이 대퇴부의 지렛대 팔(moment arm) 역할을 하여, 이 길이가 길수록 외부의 작은 힘에 의해서도 쉽게 골절을 일으키며, 고관절 장축이 길수록 대퇴골의 전자부가 골반 밖으로 돌출되어 넘어질 때 직접적인 외력이 돌출된 대전자부에 작용할 가능성이 높다는 것을 이러한 사실의 근거로 제시하였다(Faulkner 등, 1993).

몇몇 연구가 이러한 사실을 뒷받침하고 있는데, Nakamura 등은 미국인과

일본인 대퇴골 골절 환자의 비교 연구에서 미국인이 굴곡력(bending force)에 대항하는 골강도와 골밀도가 더 크지만 대퇴골 장축의 길이가 길어 골절 유병률이 일본인보다 높은 이유를 설명할 수 있다고 하였으며(Nakamura 등, 1994), 최근에 Faulkner 등은 미국, 스페인, 브라질을 포함하는 다기관 연구에서 골절군과 비골절군 사이의 HAL의 차이를 재 확인한 바 있다(Faulkner 등, 2006). 본 연구에서도 골절군과 비골절군 사이에 HAL는 유의한 차이를 보여 주었으며, 이러한 차이는 나이를 보정한 후에도 유지되었다. 또한 HAL의 대퇴골 골절에 대한 위험도는 나이와 골밀도를 보정했을 때 1 표준 편차 증가 당 2.2배 증가하는 결과를 보여 주어, HAL가 한국인에 있어서도 대퇴골 골절의 유의한 예측인자가 될 수 있음을 보여주었다.

국내에서도 HAL을 포함하는 femur geometry에 대한 연구가 있어 왔다. 1997년 손 등이 골밀도 검사 결과지를 통한 HAL를 측정하여 골절군과 비골절군을 비교하였는데, 골절군에서 비골절군보다 HAL가 긴 것은 확인하였으나, 골밀도 측정 결과지에서 측정한 길이를 그대로 제시하여(골절군 6.77cm 대 비골절군 6.57cm) 실측값과는 많은 차이를 보여주었으며, 수작업으로 측정되어 측정의 정확성도 확신할 수가 없었다(손영찬 등, 1997). 1999년 원 등도 골밀도 측정 결과지에서 HAL 포함하는 형태학적 계측을 하여 골절군과 비골절군을 비교하였다. 그 결과 골절군의 HAL 평균 54.16mm, 대조군은 54.56cm로 유의한 차이를 보여 주지 못하였다(원예연 등, 1999). 그러나 이 역시 결과지에 자를 대고 수작업으로 측정한 결과로 본 연구에서 자동으로 측정한 HAL가 103.8 mm, 비골절군이 100.8mm인 것과 비교하여 큰 차이를 보여, 그 결과를 신뢰할 수 없다. 또한 원 등의 연구는 골절 군에서 외상환자를 제외하지 않았을 가능성이 있어 외상 환자 및 골대사에 영향을 줄 수 있는 질환 및 약물 복용력이 있는 환자를 제외한 본 연구와는 차이를 보인다. 최근에 Faulkner 등이 본 연구와 같은 측정 장비로 측정하여 보고한 평균 HAL는 골절군이 103mm, 비골절군이 100mm로 본 연구의 결과와 크게 다르지 않았다(Faulkner 등, 2006). 이 연구에서 대상자의 평균키는 156cm, 본 연구에서는 154.3cm로 큰 차이를 보여 주지 않았으나, 인종간의 차이를 고려하였을 때, 과연 한국인과 서양인의

HAL는 다른 동양인들과 비교하여 차이가 없는 지는 향후 연구가 더 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 국내에서는 최초로 이중 에너지 X선 흡수 계측법을 통하여 FSI를 측정하여 대퇴골 근위부 골절군과 비골절군을 비교하였다. Yoshikawa 등은 이중 에너지 X선 흡수 계측법을 이용하여 낙상에 의해 대퇴골 전자부에 전해지는 압축력과 굴곡 모멘트에 대해 골절되지 않고 견딜 수 있는 대퇴골 경부의 강도를 다양한 척도들을 이용하여 Femur strength index라는 지수로 개발하였다. 이 지수는 CSMI, CSA, 대퇴골 경간각, 대퇴골 경부의 직경, 신장, 체중, 나이 등 다양한 요소들이 지수에 대한 계산에 포함되어 골 조직검사 등의 침습적인 시술 없이 대퇴골의 강도를 비교적 정확하게 측정할 수 있는 방법으로, 이들은 이 지수의 유용성을 사체의 대퇴골을 이용하여 확인한 바 있다(Yoshikawa 등, 1994). Lunar®사에서는 이중 에너지 X선 흡수 계측법을 통하여 측정된 결과로 복잡한 계산식 없이 자동으로 이 지수를 구할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다. 이 소프트웨어를 최초로 이용하여 Faulkner등이 보고한 바에 따르면 골절군의 FSI는 1.34, 비골절군은 1.56으로 골절군에서 유의하게 낮은 결과를 보여 주었으며(Faulkner 등, 2006), 본 연구에서도 골절군에서 1.27, 비골절군에서는 1.49로 역시 유의한 차이를 보여 주었다. 또한 Faulkner 등은 FSI의 대퇴골 골절에 대한 교차비를 1 표준편차 당 1.5로 보고하여, HAL의 1.3보다 높은 결과를 보여 주어, HAL, 골밀도와 독립적으로 대퇴골 골절의 유의한 예측인자가 될 수 있음을 보고하였다(Faulkner 등, 2005). 본 연구에서도 골밀도, 나이, HAL, FSI를 포함하는 다중 로지스틱 회귀분석 결과 HAL의 교차비가 1 표준편차당 1.9인 것에 대하여 FSI는 2.9로 더 높은 예측력을 보여 주었다. 또한 ROC분석을 통하여 FSI와 HAL, 골밀도를 포함하는 회귀식은 골밀도 단독의 경우 보다 더 높은 예측력을 보여 주었다. 이는 한국인에 있어서도 FSI가 골절의 중요한 예측인자가 될 가능성이 있음을 시사하는 바로, 향후 FSI의 대퇴골 골절에 대한 예측력을 알아보기 위하여 FSI가 낮은 환자에서 대퇴골 골절의 발생률이 실제로 높은 지에 대한 대규모 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 골절 환자에 대해 후향적으로 의무기록을 통하여 낙상 경로,

과거력 및 약물 복용력 등을 조사하여 골절군 환자 중 심각한 외력으로 인한 외상 환자 또는 골대사에 영향을 줄 수 있는 질환 및 약물 복용력이 있는 환자를 완벽하게 제거하였다고 할 수 없으며, 이외 골절에 영향을 줄 수 있는 흡연력, 음주력, 식습관, 운동습관 등은 연구에 고려되지 않았다. 또한 골절군의 신장, 체중, 연령에 맞추어서 대조군을 선정하지 못하였다. 대상이 된 골절군의 환자수도 51명으로 적어 근위부 대퇴 골절의 종류(경부 또는 전자부)에 따른 분석을 할 수 없었다. 따라서 이 연구가 일반적인 고령의 환자를 대표하는 연구라고는 할 수 없다. 향후 이들 femur geometry들이 골절의 중요한 예측인자가 될 수 있는지는 좀 더 많은 대상군 모집을 통한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각되며, 아울러 femur geometry의 한국인 표준에 대한 기준도 정해져야 할 것으로 생각된다.

그러나 본 연구는 HAL를 포함하는 femur geometry를 국내에서 최초로 이중 에너지 X선 흡수 계측법을 통하여 자동으로 측정하여 대퇴골 골절군과 비골절군을 비교한 연구로, 한국인에 있어서 HAL가 더 길수록 골절의 위험이 높다는 것을 새로운 측정기계를 이용하여 재차 확인하였으며, 특히 한국인에 있어서 FSI가 골절을 예측하는데 유용한 수단이 될 수 있음을 국내 최초로 밝힌 연구로 의의가 있다고 하겠다.

V. 결론

HAL, FSI 등의 femur geometry는 고령의 한국인 근위부 대퇴골 골절 환자에서 비골절군과 비교하여 유의한 차이를 보여 주었으며, 연령 및 골밀도와 독립적으로 유의한 골절의 예측력을 보여 주었으며, femur geometry중 가장 높은 예측력을 보여 준 것은 FSI였다. 향후 이들 femur geometry들이 골절의 중요한 예측인자가 될 수 있는지는 좀 더 많은 대상군 모집을 통한 전향적 연구가 필요할 것으로 생각되며, 아울러 femur geometry의 한국인 표준에 대한 기준도 정해져야 할 것으로 생각된다.

참고 문헌

1. 김영일, 박재후, 이종수, 김진우, 양승오, 전대준, 김문찬, 정태흠, 이윤구, 이병두: 울산지역에서 주폐경기 여성의 골다공증 유병률과 연관인자, *대한내과학회지* 62: 11-24, 2002
2. 손영찬, 서정환, 김재도, 손정환, 홍영기, 박정호: 대퇴골 근위부 골절위험의 예측인자로서 대퇴골밀도와 고관절 장축의 측정, *대한정형외과학회지* 32: 62-67, 1997
3. 원예연, 김병석, 김형원, 이원익, 손근수, 조남한: 한국인 여자에서의 대퇴골 근위부 골절 위험 예측인자로서의 대퇴골 근위부의 형태학적 특성, *대한골대사학회지* 6: 113-118, 1999
4. 조남한: 골다공증 역학, *대한골다공증학회지* 3: 7-34, 2005
5. Crabtree NJ, Kroger H, Martin A, Pols HAP, Lorenc R, Nijs J, Stepan JJ, Falch JA, Miazgowski T, Grazio S, Paptou P, Adams J, Collings A, Khaw K-T, Rushiton N, Lunt M, Dixon AK, Reeve J: Improving risk assessment: hip geometry, bone mineral distribution and bone strength in hip fracture cases and controls. The EPOS study, *Osteoporos Int* 13: 48-54, 2002
6. De Laet CE, Van Hant BA, Burger H: Bone density and risk of hip fracture in men and women: cross sectional analysis, *BMJ* 315: 221-225, 1997
7. Faulkner KG, Cummings SR, Black D, Palermo L, Gluer CC, Genant HK: Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: The Study of Osteoporotic Fractures, *J Bone Miner Res* 10: 1211-1217, 1993

8. Faulkner KG, Wacker WK, Barden HS, Simonelli C, Burke PK, Ragi S, Del Rio L: Femur strength index predicts hip fracture independent of bone density and hip axis length, *Osteoporos Int* 17: 593-599, 2006
9. Frisoli A Jr, Szejnfeld VL, Piovezan RD, Takata E, Silva TA, Chaves PH: Hip axis length as an independent risk factor for hip fracture independently of femoral bone mineral density in Caucasian elderly Brazilian women, *Bone* 37: 871-875, 2005
10. Gnudi S, Ripamonti C, Lisi L, Fini M, Giardino R, Giavaresi G: Proximal femur geometry to detect and distinguish femoral neck fractures from trochanteric fractures in postmenopausal women, *Osteoporos Int* 13: 69-73, 2002
11. Johnell O, Kanis JA: An estimate of the worldwide prevalence, mortality and disability associated with hip fracture, *Osteoporos Int* 15: 897-902, 2004
12. Lin JT, Lane JM: Osteoporosis: a review, *Clin Orthop* 425: 126-134, 2004
13. Melton LJ III, Wahner HW, Richelson LS, O'Fallen WM, Riggs BL: Osteoporosis and the risk of hip fracture, *Am J Epidemiol* 124: 254-261, 1986
14. Melton LJ III: Hip fractures: a worldwide problem today and tomorrow, *Bone* 14: S1-S8, 1993
15. Nakamura K, Turner CH, Yoshikawa T, Slemenda CW, Peacock M, Burr DB, Mizuno Y, Orimo H, Ouchi Y, Johnson CC Jr: Do variations in hip geometry explain differences in hip fracture risk between Japanese and white American?, *J Bone Miner Res* 9: 671-677, 1994

16. Paspati I, Galanos A, Lyritis GP: Hip Fracture epidemiology in Greece during 1977-1992, *Calcif Tissue Int* 62: 542-547, 1998
17. Rogmark C, Sernbo I, Johnell O, Nilsson JA: Incidence of hip fractures in Malmo, Sweden 1992-1995. A trend-break, *Acta Orthop Scand* 70: 19-22, 1999
18. Ross PD, Davis JW, Vogel JM, Wasnich RD: A critical review of bone mass and the risk of fracture in osteoporosis, *Calcif Tissue Int* 46: 149-161, 1990
19. Ross PD, Norimatsu H, Davis JW, Yano K, Wasnich RD, Fugiwara S, Hosoda Y, Melton LJ III: A comparison of hip fracture incidence among native Japanese, Japanese Americans, and American Caucasians, *Am J Epidemiol* 133: 801-809, 1991
20. Woolf AD, Pfleger B: Burden of major musculoskeletal conditions, *Bull World Health Organ* 81: 646-656, 2003
21. Yoshikawa T, Turner CH, Peacock M, Slemenda CW, Weaver CM, Teegarden D, Markwardt P, Burr DB: Geometric structure of the femoral neck measured using dual energy X-ray absorptiometry, *J Bone Miner Res* 9: 1053-1064, 1994

-ABSTRACT-

**Association of Proximal Femoral Geometry with Osteoporotic
Proximal Femur Fracture in Elderly Koreans**

Yong Jun Choi

Department of Medical Sciences
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Associate Professor Yoon Sok Chung)

Objective: Recent studies demonstrated a relationship between proximal femoral geometry and the risk of hip fracture, but there is relatively little information about the association of these measurements with hip fracture in Korean. Our study assessed the relationship between femur geometry and hip fracture and evaluated the geometric factors related to hip fracture in elderly Korean.

Methods: 51 proximal femoral fracture patients aged 60 or older were compared to 51 non fracture control subjects aged 60 or older. We measured their bone mineral density (BMD) and femoral geometry using dual X-ray absorptiometry (Lunar Prodigy DXA system, GE, Healthcare).

Results: Hip axis length (HAL) was significantly higher in those with proximal femoral fracture, and femur strength index (FSI) was significantly lower in the fracture group. The fracture discrimination improved when HAL and FSI variables were combined with BMD measurements

Conclusion: Femur geometries such as HAL, FSI can be significant

predictors of hip fracture.

Key words: Hip Fracture, Osteoporosis, Risk Factors, Femur geometry, Femur strength index, Hip Axis length