

<원저>

폐경 후 여성의 골밀도 수치와 지방조직과의 연관성

- The Relationship Between Bone Mineral Density and Adipose Tissue of Postmenopausal Women -

1)화명일신기독병원 영상의학과·2)부산가톨릭대학교 방사선학과·3)동의대학교 방사선학과

김선화¹⁾·김정훈²⁾·임인철³⁾

— 국문초록 —

폐경 후 여성에서 골다공증과 비만은 삶의 질적인 면에서 많은 영향을 미친다. 폐경 후 여성은 호르몬의 변화로 골다공증과 비만의 위험이 높아진다. 골다공증과 체중과의 관련성이 알려져 있고 특히 체지방량과의 관련성이 논의되고 있다. 본 연구에서는 폐경 후 여성에서 골밀도 수치에 따라 체지방 중 심장외막지방과 복부피하지방과 비교하여 골밀도 수치 변화가 지방조직과 관련이 있는지 알아보려고 하였다. 내과 및 검진센터를 방문한 폐경 후 여성 중 골밀도검사와 심장초음파를 실시한 160명이 연구대상이었다. 심장외막지방두께는 세 단면의 측정값을 평균하였으며, 골밀도 수치는 L-spine과 대퇴골 경부의 T값을 사용하여 분석하였다. 및 골밀도검사는 진단기준에 맞게 측정하여 연구결과 나이가 증가할수록 골다공증의 위험이 높아지고 체중은 감소할수록 골다공증의 위험이 높아지는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 폐경 후 여성에서 지방조직과 골밀도 수치변화의 연관성을 보기 위한 연구결과에서는 심장외막지방두께의 증가는 골밀도 수치에 음의 상관관계를 보였고($p < 0.05$), 복부피하지방두께의 증가는 골밀도 수치에 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다($p < 0.05$). 즉 지방조직의 침착위치에 따라 골밀도 수치가 미치는 영향이 서로 다른 것으로 나타났다. 폐경기 여성에서 심장외막지방조직의 두께 변화를 정기적으로 검사한다면 골다공증을 미리 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

중심 단어: 골다공증, 심장외막지방, 복부피하지방, 폐경 후 여성

I. 서 론

골다공증은 골밀도가 낮고 골 구조의 미세 구조가 악화되어 취약성이 증가하는 전신 골격질환으로 고령인구의 이환율이 높아 전 세계적으로 중요한 보건문제로 대두되고 있다[1-4]. 골밀도를 설명하는 요인 중 체지방 및 근육량으로 인한 중력의 영향이 중요하며, 지방질량의 경우 렙틴, 인슐린, 아밀린 등이 분비되는 것으로 알려진 기타 요인의 상호 작용성 호르몬과 같은 지방 세포에서 골밀도(Bone mineral density: BMD)에 영향을 미치는 것으로 나타났다[5]. 지방

세포 또는 뼈 계통으로의 세포의 “전환”은 상호 배타적이지 않을 수 있으며, 유전적 결정인자는 생리학적 및 병리학적 상태 모두에서 중요할 수 있다[6].

지방조직은 내장 또는 피하, 즉 침착의 위치에 따라 서로 다른 역할을 한다고 알려져 있다[7]. 즉, 지방세포의 종류나 침착 위치에 따라 뼈 건강에 유익한 영향을 미칠 수도 반대로 뼈 건강에 유익하지 못한 영향을 미칠 수도 있다.

지방질량과 뼈 질량 사이의 관계를 조사한 연구에서 연령과 상관없이 두 조직 간에 긍정적인 연관성을 밝힌 연구결과가 있다[8-10]. 지방과 뼈의 관계는 기계적 부하에 의한

영향뿐만 아니라 지방 세포에 의해 분비되거나 조절되는 골활성 호르몬이 골 대사 작용에도 영향을 미치는 것으로 연구된다[11]. 지방세포에 의해 생성되는 포만 조절 호르몬인 렙틴(Leptin)은 성인 환자에서 골아 세포의 증식과 분화를 증가시킨다[12]. 지방조직은 폐경기 여성에서 골 신진대사에 중요한 에스트로겐 유도에 기여하는 효소인 방향족화(Aromatase)라는 효소의 발생 근원이다. 즉 폐경기성 골다공증은 에스트로겐의 감소에 기인한다고 한다[13]. 난소에서 분비하는 에스트로겐 호르몬이 폐경기 이후 에스트로겐 생성을 멈추면 뼈의 미네랄이 더 빨리 사라진다. 여성은 남성보다 골다공증을 일으킬 가능성이 약 5배 더 높아지고 [14], 지방세포에서의 에스트로겐은 파골세포에 의한 골 흡수를 억제하는 것으로 알려져 있다[2].

반면, 신체조성의 두 대표적인 질환인 골다공증과 비만은 공통적인 유전적, 환경적 요인을 공유하여 증가된 지방조직은 뼈의 건강에 유익하지 못한 영향을 미친다는 보고도 있다[15,16]. 최근 연구에서는 지방 조직을 과도한 지방을 저장하는 동적인 장기와 인간 생물학에서 중요한 역할을 하는 아디포킨과 사이토카인을 생성하는 분비기관으로 정의하고 있다[17]. 가능한 매커니즘으로서, 비만은 전신성 염증 상태로 알려져 있고, 지방조직은 다양한 염증성 사이토카인을 분비한다[18]. 염증유발성 물질로 알려진 사이토카인은 비만이나 대사성질환에 직접적으로 영향을 미치며, 골세포에도 영향을 미칠 것으로 생각된다. 지방조직 중 심장의 주위를 둘러싸고 있는 심장외막지방(epicardial adipose tissue : EAT)은 갈색지방의 대표적인 예이다. 이 심장외막지방조직에서는 지방산 과부하가 지속되면 심장주위지방조직세포에서 염증유발성 물질인 사이토카인, 평화근세포성장인 등을 직접 분비한다[19]. 이는 심장외막지방조직이 다른 부위의 지방조직과 마찬가지로 골세포에도 영향을 미칠 것으로 판단된다.

이전 연구가 지방조직이 대사증후군 및 당뇨병과 같은 대사질환의 발병에 미치는 부정적인 역할에 초점을 맞추었지만, 골 대사에 대한 정확한 영향을 밝히는 연구는 미비한 실정이다. 골다공증은 점점 노령화되어 가는 현대사회의 중요한 건강문제이며, 노후의 삶의 질의 문제라고 생각된다. 이것은 단순한 노화현상이 아니고 대사성 골 질환 중에서 가장 흔한 질환이며 특히 폐경기 후 여성에서 발생하는 골절의 가장 주요한 원인이다[20,21].

이에 본 연구에서는 폐경기 후 여성에서 골다공증에 영향을 미치는 요인으로 알려진 지방조직 중 부착위치가 다른 심장외막지방과 복부피하지방의 두께 변화와 골밀도 수치를 비교분석하여 어떠한 연관성이 있는지를 알아보고자 한다.

II. 본 론

1. 연구대상

2015년 10월부터 2016년 10월까지 부산 H병원에 내과 및 검진센터로 내원하여 골밀도검사, 심장초음파를 실시한 평균 폐경 연령인 48세를 기준으로 하여 만 48~69세 폐경 후 여성으로 하였다. 이들 중 급성감염, 류마티스 관절염, 말기 심부전환자, 악성종양 등의 과거력이 있고, 자궁 및 난소 적출술을 시행한 경우나 관련 약물을 복용한 경우를 제외한 총 160명을 대상으로 연구하였다.

2. 연구방법

초음파검사를 통하여 각각의 지방조직 두께를 측정하여 골밀도 수치와의 관계를 분석하였다. 심장지방두께 및 복부피하지방두께를 측정하기 위하여 고해상도의 초음파기(Philips N.Y., Netherlands, IE33, S5-1 probe)를 이용하여 표준 영상을 얻었다. 초음파검사는 미국심장초음파자격증을 소지한 전문초음파사가 시행하였으며, 심장초음파의 표준영상 기준은 American Society of Echocardiography's of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the chamber quantification Writing Group에서 정하는 기준을 따랐다[22]. 심장외막지방두께는 parasternal long-axis view(EAT1), parasternal short-axis view(EAT2), modified 4-chamber view(EAT3)의 각 세 단면 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3과 같이 심장외막지방조직에 해당하는 영상을 획득하여 측정값을 얻었다. 이는 심장외막지방이 주로 우측 심장의 free wall에 분포되어 있으며, 다음의 각 단면에서 최적의 커서 빔 방향과 우심실에서 초음파 해상도가 뛰어나 심외막지방조직의 가장 정확한 측정을 허용하는 것이다[23,24]. 본 연구에서는 Kim 등의 연구에서 사용한 3가지 단면인 parasternal long-axis view(EAT1), parasternal short-axis view(EAT2), modified 4-chamber view(EAT3)의 단면과 같은 위치에서 심장외막지방 두께를 측정하였다. 각 단면에 해당하는 영상을 획득하여 정확한 심장외막지방 두께에 해당하는 영상을 확대하여 5회 반복 측정된 값을 평균하여 그 값을 연구 분석에 사용하였다[25].

또한 다른 부위에 위치하는 지방조직과 골밀도 수치를 비교하기 위하여 복부피하지방두께를 Fig. 4와 같이 측정하였으며, 측정방법은 심장초음파용 S5-1 probe를 이용하여 바로 누운 자세에서 무릎을 세워 복부의 긴장을 최소화시키고 평온한 호흡을 하는 상태에서 탐촉자를 검돌기 아래에 수평

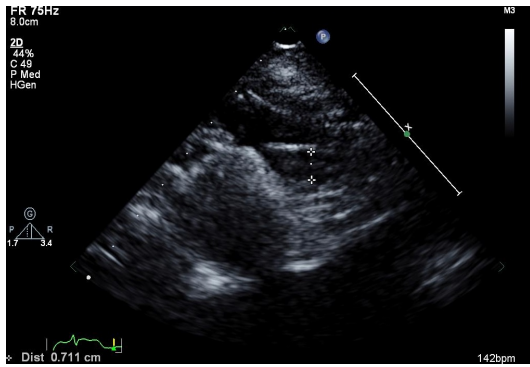


Fig. 1 Parasternal long-axis view (EAT1)

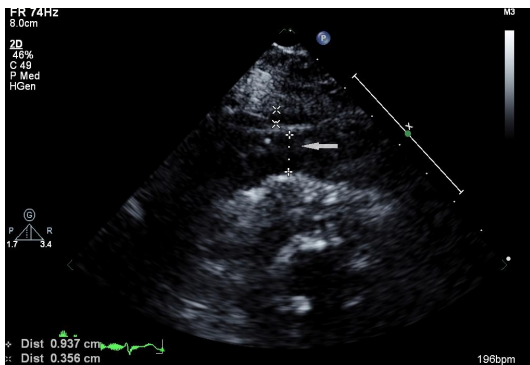


Fig. 2 Parasternal short-axis view (EAT2)

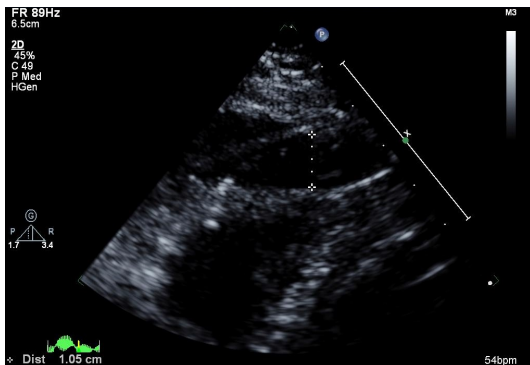


Fig. 3 Modified 4-chamber view (EAT3)

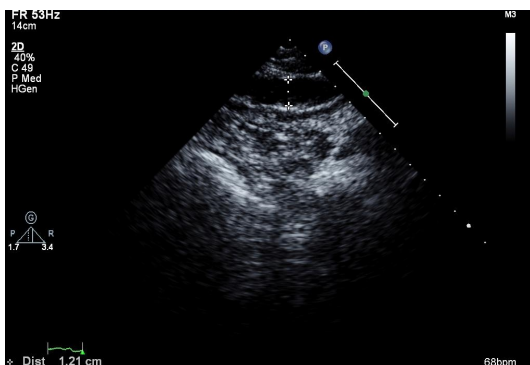


Fig. 4 Abdominal subcutaneous fat (sub-fat)

으로 두고 압박을 가하지 않은 상태로 복부피하지방에 해당하는 초음파 영상을 얻은 후 확대하여 피하지방조직과 간좌엽의 상연이 수직이 되게 측정하였다. 지방조직의 두께를 5회 측정하여 평균값을 구하였다[25].

골밀도검사는 dual energy x-ray absorptiometry (DXA, DEXXAM T, Osteosys, Korea)를 사용하여 연구 대상의 허리 척추와 대퇴 경부에서 측정되었다. 보고된 골밀도는 L1-spine부터 L4-spine까지 4개의 평균부위를, 대퇴골 경부(Lt. Femur neck)에서 T값으로 산출하여 그 중 최저값을 기준으로 하였다. 골다공증은 세계 보건기구 (WHO) 기준에 따라 T값이 -2.5 미만이고, 골감소증은 $-2.5 < T값 < -1.0$ 으로 T값 -1.0 이상은 정상으로 정의하였다. T값은 젊은 성인 여성의 기준 골밀도를 기준으로 계산되었다.

3. 분석방법

통계분석은 SPSS for windows version 18을 이용하였으며, 각 집단 간의 유의한 차이를 확인하기 위하여 일원분산분석(ANOVA)를 실시하였고, 사후검증은 등분산을 가정했을 때는 Scheffe 검정결과를 해석하고, 등분산을 가정하지 않았을 때는 Dunnett T3 검정결과를 해석하였다. 대상자의 일반적 특성 및 각 측정치 간의 상관관계는 pearson상관관계분석을 이용하였다. 각 변수들과 골다공증에 대한 영향요인을 알아보기 위하여 회귀분석을 시행하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 평균나이는 55.6세이며, 평균체중 58.3 kg, BMI 평균은 23.4로 분석되었다. 각 단면에서 측정된 심장외막지방두께의 평균값은 EAT1은 8.2 mm, EAT2는 5.111 mm, EAT3는 5.425 mm로 측정되었다. 복부피하지방두께의 평균값은 8.485 mm로 측정되었다. 골밀도 검사의 경우 L1-spine 부터 L4-spine까지 4개의 평균부위 중 T값 중 최저값을 평균한 값은 -0.802 이며, Femur neck의 T값을 평균한 값은 -0.808 로 분석되었다 (Table 1).

2. 골밀도 수치와 변수 간의 차이검증

골밀도 측정 후 L-spine BMD와 Femur neck BMD의 두 부위 중 T값의 최저값으로 정상(normal), 골감소증(osteopenia),

Table 1 Characteristics of subjects

Variable	Mean	SD
Age (year)	55.57	5.590
Height (cm)	156.26	5.200
Weight (kg)	58.29	8.138
BMI (kg/m ²)	23.88	3.256
EAT1 (mm)	8.200	2.269
EAT2 (mm)	5.111	1.925
EAT3 (mm)	5.425	1.746
Abd. subcutaneous fat (mm)	8.485	3.621
L-spine BMD (T- score)	-0.802	1.370
Lt Femur neck BMD (T- score)	-0.808	1.079

SD : standard deviation

EAT : Epicardial Adipose Tissue

BMD : Bone Mineral Density

Table 2 Comparison of parameters between the groups

Variable	groups (mean \pm SD)			F / p	post-hoc analysis
	normal (a)	osteopenia (b)	osteoporosis (c)		
Age (year)	54.11 \pm 5.347	55.60 \pm 5.249	60.18 \pm 5.030	11.165 / 0.000*	a, b < c Scheffe
Weight (kg)	62.02 \pm 8.436	56.42 \pm 6.176	51.96 \pm 6.654	19.563 / 0.000*	a > b > c Dunnett T3
BMI (kg/m ²)	24.854 \pm 3.670	23.346 \pm 2.688	22.392 \pm 2.498	6.841 / 0.001*	a > b, c Scheffe
EAT1 (mm)	8.577 \pm 2.292	7.863 \pm 2.162	8.010 \pm 2.426	1.813 / 0.167	
EAT2 (mm)	5.030 \pm 1.694	4.804 \pm 2.003	6.306 \pm 2.014	5.444 / 0.005*	a, b < c Scheffe
EAT3 (mm)	5.272 \pm 1.640	5.483 \pm 1.953	5.741 \pm 1.387	0.665 / 0.515	
Abd. subcutaneous fat (mm)	9.104 \pm 4.220	7.770 \pm 3.199	8.664 \pm 2.187	2.411 / 0.093	

* $p < 0.05$, SD : standard deviation, EAT : Epicardial Adipose Tissue, BMD : Bone Mineral Density

골다공증(osteoporosis)으로 분류하여 각 집단과 변수들 간 차이검증을 분석하였다.

골밀도검사 진단기준에 따른 정상, 골감소증, 골다공증의 세 집단과 나이, 몸무게, BMI, EAT2의 변수들이 통계적으로 차이가 있는 것으로 분석되었다.

나이가 증가하면 정상과 골감소증간의 차이가 있고, 정상과 골다공증간의 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 체중과 골밀도 수치를 비교한 결과는 세 집단간 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 이는 체중이 감소할수록 골다공증의 위험이 높아지는 것으로 나타났다. BMI와 집단간의 비교에서는 정상과 골감소증간 차이가 있고, 정상과 골다공증간 차이가 있는것으로 나타났다($p < 0.05$). 심장외막

지방두께와의 차이검증 결과는 측정 위치 중 EAT2에서 측정된 위치에서 두께가 증가할수록 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 정상과 골감소증간에서 차이가 있고, 정상과 골다공증간에도 차이가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 2).

3. 골밀도 수치에 따른 변수들 간의 상관관계분석

골밀도검사에서 L1-spine부터 L4-spine 4개의 평균부위 중 가장 낮은 T값을, Lt. Femur neck 에서 측정된 T값으로 변수들 간의 상관분석을 실시하였다.

골밀도 측정값과 변수들 간의 상관분석 결과 L-spine

Table 3 Pearson's correlation between the BMD and parameters

Variable	age	weight	BMI	EAT1	EAT2	EAT3	sub-fat	L spine BMD	femur BMD
Age	1								
N	160								
Weight	.021	1							
N	160	160							
BMI	.140	.887*	1						
N	160	160	160						
EAT1	.193*	.129	.138	1					
N	160	160	160	160					
EAT2	.335*	.206*	.231*	.376*	1				
N	160	160	160	160	160				
EAT3	.404*	.264*	.343*	.327*	.683*	1			
N	160	160	160	160	160	160			
sub-fat	.115	.537*	.620*	.189*	.273*	.274*	1		
N	160	160	160	160	160	160	160		
L spine BMD	-.384*	.455*	.340*	.010	-.154*	-.189*	.192*	1	
N	160	160	160	160	160	160	160	160	
femur BMD	-.286*	.489*	.375*	.060	-.145	-.150	.105	.718*	1
N	160	160	160	160	160	160	160	160	160

* $p < 0.05$, EAT : Epicardial Adipose Tissue, BMD : Bone Mineral Density, sub-fat : abdominal subcutaneous fat

BMD의 T값과 나이, 체중, BMI, EAT2, EAT3, 복부피하지방두께와 약한 상관관계가 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

상관관계 분석결과 나이는 음의 상관관계로 나이가 증가할수록 골밀도 수치가 감소하였으며, 체중 및 BMI는 양의 상관관계로 변수가 증가할수록 골밀도 수치가 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

심장외막지방두께는 음의 상관관계가 복부피하지방두께는 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 지방조직과의 분석에서는 심장외막지방두께, 특히 EAT2, EAT3위치에서 측정된 지방두께는 양의 상관관계로 두께가 증가할수록 L-spine BMD의 골밀도 T값은 감소하는 것으로 나타났다. 반대로 복부피하지방은 음의 상관관계로 두께가 증가할수록 L-spine BMD의 T값은 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 3).

4. 골밀도 수치와 변수 간의 연관성 분석

L-spine BMD T값과 변수간의 분석결과 29.4%의 설명력을 보이며($F=12.030$, $p < 0.05$), 몸무게, EAT2, EAT3 변수가 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 변수간

의 상대적 영향력 평가는 다음과 같다. 베타(β)값을 비교하여 보았을 때 변수 중 몸무게, EAT3, EAT2순으로 L-spine BMD와 비교하여 상대적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 몸무게가 증가할수록 골밀도 수치가 증가하는 것이다. 다시 말하면 몸무게가 감소할수록 골다공증의 위험이 높아진다고 할 수 있다. 심장외막지방두께의 변화에서는 EAT3, EAT2의 측정위치에서 측정된 지방조직 두께의 변화가 L-spine BMD 수치와 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 4). 이는 EAT3, EAT2의 측정위치의 심장외막지방두께가 증가할수록 골밀도수치가 감소하는 것으로 분석되었다. 이는 몸무게의 변화와는 서로 상반된 영향관계를 나타냈다.

Femur neck BMD T값과 변수간의 분석결과 33.7%의 설명력을 보이며($F=14.462$, $p < 0.05$), 몸무게, EAT2, EAT3 변수가 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 변수간의 상대적 영향력 평가는 다음과 같다. 베타(β)값을 비교하여 보았을 때 변수 중 몸무게, EAT2, EAT3 순으로 Femur neck BMD와 비교하여 상대적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉 몸무게가 증가할수록 골밀도 수치가 증가하는 것이다. 이는 L-spine BMD와 마찬가지로 몸무게

Table 4 Multiple linear regression analysis between L-spine BMD and variables

dependent variable	independent variable	SE	β	t	p	R ² 분할값
L-spine BMD	weight	0,012	0,455	6,417	0,000**	0,202
	BMI	0,064	-0,294	-1,938	0,054	0,013
	EAT1	0,043	-0,043	-0,603	0,548	0,003
	EAT2	0,053	-0,265	-3,540	0,001*	0,054
	EAT3	0,075	-0,270	-2,833	0,005*	0,032
	sub-fat	0,033	0,021	0,241	0,810	0,004
	R = 0,566, R ² = 0,294, F = 12,030, p = 0,000, Durbin-Watson = 2,196					

* $p < 0,05$, ** $p < 0,000$, SE : standard error

EAT : Epicardial Adipose Tissue, BMD : Bone Mineral Density, sub-fat : abdominal subcutaneous fat

Table 5 Multiple linear regression analysis between Femur BMD and variables

dependent variable	independent variable	SE	β	t	p	R ² 분할값
Femur BMD	weight	0,009	0,489	7,054	0,000**	0,235
	BMI	0,049	-0,275	-1,844	0,067	0,011
	EAT1	0,033	0,004	0,052	0,959	0,005
	EAT2	0,041	-0,283	-3,891	0,000**	0,063
	EAT3	0,058	-0,221	-2,361	0,019*	0,020
	sub-fat	0,050	0,166	1,980	0,050	0,013
	R = 0,362, R ² = 0,337, F = 14,462, p = 0,000, Durbin-Watson = 1,939					

* $p < 0,05$, ** $p < 0,000$, SE : standard error

EAT : Epicardial Adipose Tissue, BMD : Bone Mineral Density, sub-fat : abdominal subcutaneous fat

가 감소할수록 골다공증의 위험이 높아진다고 해석된다. 심장외막지방두께의 변화에서는 EAT2, EAT3의 측정위치에서 측정된 지방조직 두께의 변화가 Femur BMD 수치와 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0,05$), (Table 5).

IV. 고 찰

골다공증으로 인한 골절은 발생할 때까지 무증상인 경우가 많고 일단 골절이 발생하면 예후가 나쁘기 때문에 골다공증 발생의 위험요소를 가진 사람을 인식하고 적절한 시기에 적절한 선별검사 방법으로 골다공증 환자를 찾아내는 것이 중요하다고 할 수 있다[26]. 골다공증은 진단되고 나면 다시 정상으로 돌아가는 것이 불가능하다. 그러므로 골감소가 발생하기 전에 미리 예측하여 예방할 수 있다면 폐경기 이후의 삶의 질을 높일 수 있을 것으로 생각된다. 폐경 후 여성의 에스트로겐이 지방세포의 아로마타제에서 공급되는 것, 지방세포와 조골세포가 세포 분화 상 같은 근원을 가진다는 것 등 지방세포와 조골세포와의 연관성이 있다고 알려

져 있다[27]. 많은 연구자들은 골다공증과 비만이 병태생리학적 연관성이 있음을 제안했다. 지방세포와 뼈세포는 모두 동일한 골수 줄기 세포에서 유래한다[6].

골감소와 지방세포와의 연관성연구에서 지방세포의 증가가 골감을 지연시키거나 또는 골감을 증가시킨다는 상반된 연구결과들이 나오고 있다.

골다공증과 비만은 유전적 및 환경적 요인을 공유하여 증가된 지방 조직은 뼈의 건강에 유의하지 못한 영향을 미친다[15,16]. Zhao 등의 연구에 따르면 중국과 백인에서는 뼈 질량에 대한 체형의 기계적 부하효과가 조정되었을 때 지방 질량과 뼈 질량간의 유의한 음의 상관관계가 관찰되었다[2]. 또한 다른 연구에 따르면 낮은 골밀도 수치가 심장혈관 질환의 위험 증가와 연관될 수 있으며 임상적으로 심장혈관질환 후 낮은 골밀도와 골절의 위험이 증가한다는 것이 밝혀졌다[28,29]. Silva 등의 연구에서는 최근 급성관상동맥질환이 발생한 환자는 급성 관상동맥질환이 없는 대사증후군 환자군보다 척추 및 비척추 골다공증 골절의 합병증이 유의하게 높게 나타났다[30]. 본 연구결과 심장의 막지방의 두께가 증가할수록 L-spine BMD, Femur neck

BMD의 골다공증의 위험이 높아지며 심장외막지방두께의 변화가 골밀도 수치의 변화에 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 이는 심장외막지방조직의 증가가 심장혈관 질환과 연관성이 있는 이전 연구결과에서 심장외막지방조직이 골밀도 수치와 연관성이 있는 본 연구의 연구결과와 일치하였다.

반대의 결과를 얻은 연구에 따르면 지방 질량은 체중의 16~25%를 차지하는 체지방의 체중부하 효과 또는 지방 조직의 호르몬 및 대사 작용으로 인해 골 질량과 지방조직이 양의 상관관계가 있다고 하였다[31-34]. Joanna 등은 Femur Neck의 골밀도 수치와 절대지방량과의 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다[35]. 본 연구에서도 체중과 BMI수치는 골밀도 수치와 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 체중과 BMI가 증가할수록 골밀도 수치가 큰 것으로 나타났다. 이는 골밀도를 설명하는 요인 중 체지방 및 근육량으로 인한 중력의 영향이 중요하며 지방질량의 경우 렙틴, 인슐린, 아밀린 등을 분비하는 것으로 알려진 기타 요인의 상호 작용성 호르몬과 같은 지방세포에서 BMD에 긍정적인 영향을 미친다는 보고[5]가 있는 것과 연관성이 있을 것으로 생각된다.

Kim 등은 50세 이상 여성에서 제지방과 지방량은 L-spine BMD와 양의 상관관계를 보였고, Waist : Hip ratio(WHR)은 음의 상관관계를 보이는 연구결과가 있다[36]. 이는 지방 조직은 내장 또는 피하, 즉 침착의 위치에 따라 다른 역할을 한다[7]는 것을 뒷받침하는 연구결과이다. 근본적인 메커니즘은 분명하지 않지만 지방이 뼈에 미치는 영향이 주로 지방 조직의 염증 과정에 기인하여 지방과 뼈 사이에 부정적인 관계가 생기는 것으로 추론하고 있다[34].

결론적으로 심장외막지방두께가 증가할수록 골다공증의 위험이 높아진다고 할 수 있다. 또한 통계적으로 유의하지 않으나 복부피하지방두께는 증가하면 골밀도 수치가 증가하는 것으로 분석 되어 지방조직의 부착 위치에 따라 상의한 결과를 나타내었다. 이는 몸무게와 복부피하지방두께는 증가할수록 골밀도 수치가 증가하여 골다공증의 위험이 줄어드는 반면, 심장외막지방두께는 증가할수록 골다공증을 일으킬 위험이 커진다고 할 수 있다.

그러나 본 연구에서는 다른 단면의 심장외막지방두께와 복부피하지방두께에서 통계적으로 유의한 결과를 얻지 못하였다. 이는 폐경기 전체 여성이 아닌 특정지역의 50대, 60대 여성만을 대상으로 하였고, 대상자가 충분하지 않아 통계적으로 유의한 결과를 도출하지 못한 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구 분석결과에서 심장외막지방조직이 골밀도의 수치에 음의 상관관계를 나타내었지만 복부피하지방조직은 골밀도 수치에 양의 상관관계를 나타내어 같은 지방조직이지만 침착 위치에 따라 골다공증에 미치는 영향이 다르다는 것을 알 수 있다.

폐경기 여성 전체와 여러 가지 관련요인들을 조정하여 각기 다른 침착 부위의 지방조직을 비교 연구한다면 지방조직이 골밀도 수치의 변화에 미치는 요인과 연관성을 통계적으로 유의미하게 규명할 수 있고 이를 토대로 연구결과를 일반화된 지표로 활용 가능할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Youri E C Taes, Bruno Lapauw, Griet Vanbillemont, Veerle Bogaert, Dirk De Bacquer, Hans Zmierzczak, Stefan Goemaere, Jean-Marc Kaufman: Fat mass is negatively associated with cortical bone size in young healthy male siblings, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 94(7), 2325-2356, 2009
2. Lan-Juan Zhao, Young-jin Liu, Peng-Yung Liu, James Hamilton, Robert R Recker, Hong-Wen Deng: Relationship of obesity with osteoporosis, *Journal of Clinical of Endocrinology and Metabolism*, 92(5), 1640-1646, 2007
3. Agnieszka Janicka, Tishya A L Wren, Monique M Sanchez, Frederick Dorey, Paul S Kim, Steven D Mittelman, Vicente Gilsanz: Fat mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 92(1), 143-150, 2007
4. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagonosis, and Therapy: Osteoporosis prevention, Diagnosis, and Therapy, *Southern Medical Journal*, 94(6), 569-642, 2001
5. Toru Akune, Shinsuke Ohba, Satoru Kamekura, Massayuki Yamaguchi, Ung-II Chung, Naoto Kubota, Yasuo Terauchi, Yoshifumi Harada, Yoshiaki Azuma, Kozo Nakamura, Takashi Kadowaki, Hiroshi Kawaguchi: PPARgamma insufficiency enhances osteoporosis through osteoblast formation from bone marror pro-

- genitors, *Journal of Clinical Investigation*, 113(6), 846–901, 2004
6. Clifford J. Rosen, Anne Klibanski: Bone, Fat, and Body composition: Evolving concepts in the pathogenesis of osteoporosis, *The American Journal of Medicine*, 122(5), 409–414, 2009
 7. B L Wajchenberg, D Giannella-Neto, M E da Silva, R F Santos: Depot-specific hormonal characteristics of subcutaneous and visceral adipose tissue and their relation to the metabolic syndrome, *Hormone and Metabolic Research*, 34(11), 616–621, 2002
 8. Khosla S, Atkinson EJ, Riggs BL, Melton 3rd LJ: Relationship between body composition and bone mass in women, *Journal of Bone and Mineral Research*, 11(6), 857–863, 1996
 9. RJ MacLinnis, C Cassar, CA Nowson, LM Paton, L Flicker, JL Hopper, RG Larkins, JD Wark: Determinants of Bone Density in 30-to 65-Year-Old Women: A Co-Twin Study, *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(9), 1650–1656, 2003
 10. S. M. F. Pluijm, M. Visser, J. H. Smit, C. Popp-Snijders, J. C. Roos, P. Lips: Determinants of Bone Mineral Density in Older Men and Women: Body Composition as Mediator, *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(11), 2142–2151, 2001
 11. K O Klein, K A Larmore, E de Lancey, J M Brown, R V Considine, S G Hassink: Effect of obesity on estradiol level, and its relationship to leptin, bone maturation, and bone mineral density in children, *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 83(10), 3469–3544, 1998
 12. M Yamauchi, T Sugimoto, T Yamaguchi, D Nakaoka, M Kanzawa, S Yano, R Ozuru, T Sugishita, K Chihara: Plasma leptin concentrations are associated with bone mineral density and the presence of vertebral fractures in postmenopausal women, *Clinical Endocrinology*, 55(3), 341–348, 2001
 13. Lee Jee Eun, Lee Sa Ra, Song Hye Kyung: Muscle mass is a strong correlation factor of total hip BMD among Korean premenopausal women, *Osteoporosis and Sarcopenia*, 2(2), 99–102, 2016
 14. Skouby Sven O, Gram Jorgen, Andersen Lars F, Sidelmann Johannes, Petersen Kresten R, Jespersen Jorgen: Hormone replacement therapy: Estrogen and progestin effects on plasma C-reactive protein concentrations, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 186(5), 969–977, 2002
 15. Clifford J Rosen Mary L Bouxsein: Mechanisms of disease is osteoporosis the obesity of bone?, *Nature Clinical practice rheumatology*, 2(1), 35–43, 2006
 16. Agnieszka Janicka, Tishya A L Wren, Monique M Sanchez, Frederick Dorey, Paul S Kim, Steven D Mittelman, Vicente Gilsanz: Fat mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 92(1), 143–150, 2007
 17. Galic Sandra, Oakhill Jon S, Steinberg Gregory R: Adipose tissue as an endocrine organ, *Molecular and Cellular Endocrinology*, 316(2), 129–139, 2009
 18. Viviane Z Rocha, Peter Libby: Obesity, inflammation, and atherosclerosis, *Nature Reviews, Cardiology*, 6(6), 399–409, 2009
 19. Patricia Iozzo: Myocardial, pericardial, and Epicardial Fat, *American Diabetes Association*, 34(2), 371–379, 2011
 20. Smith R.: Collagen and disorders for bone(editorial review), *Clinical Science*, 59, 215–222, 1980
 21. Joanna Dytfeld, Magdalena Ignaszak-Szczepaniak, Ewelina Gowin, Michal Michalak, Wanda Horst-Sikorska: Influence of lean and fat mass on bone mineral density(BMD) in postmenopausal women with osteoporosis, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2), 237–242, 2011
 22. Roberto M. Lang, Michelle Bierig, Richard B. Devereux, Frank A. Flachskampf, Elyse Foster, Patricia A. Pellikka, Michael H. Picard, Mary J. Roman, James Seward, Jack Shanewise Scott Solomon, Kirk T. Spencer, Martin St. John Sutton, William Stewart: Recommendations for chamber quantification: A report from the American society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, Abranch of the European Society of Cardiology, *Journal of American society Echocardiogram*, 18, 1440–1463, 2005

23. Hmed H, Kissebah, Nadarajen Vydelingum, Robert Murray, David J. Evans, Ronald K. Kalkhoff, Peter W. Adams: Relation of body fat distribution to Metabolic Complications of obesity, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 54(2), 254-260, 1982
24. Gianluca Iacobellis, Maria Cristian Ribaud, Filippo Assael, Elio Vecci, Claudio Tiberti, Alessandra Zappaterreno, Umberto Di Mario, Frida Leonetti: Echocardiographic Epicardial Adipose Tissue is Related to Antropometric and Clinical parameters of Metabolic Syndrome: A new Indicator of Cardiovascular Risk, *The Journal Of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88(11), 5163-5168, 2003
25. S. H. Kim, J. H. Kim, C. S. Kim: Risk analysis of factors for metabolic diseases according to the epicardial adipose tissue thickness—which focused on the presented subjects with asymptomatic screening purposes, *The Korea Contents association*, 16(7), 476-483, 2016
26. Weinstein Louis, Ullery Brian: Identification of at-risk women for osteoporosis screening, *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 183(3), 547-549, 2000
27. D C Bauer, W S Browner, J A Cauley, E S Orwoll, J C Scott, D M Black, J L Tao, S R Cummings: Factors associated with appendicular bone mass in older women. The study of Osteoporotic Fractures Research Group, *Annals of Internal Medicine*, 118(9), 657-665, 1993
28. Marcelo M Pinheiro, Charles M Castro, Vera L Szejnfeld: Low femoral bone mineral density and quantitative ultrasound are risk factors for new osteoporotic fracture and total and cardiovascular mortality: a 5-year population-based study of Brazilian elderly women, *Journals of Gerontology Series A:Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(2), 196-203, 2006
29. Debby den Uyl, Mike T Nurmohamed, Lilian Hy van Tuyl, Hennie G Raterman, Willem F Lems: (Sub) clinical cardiovascular disease is associated with increased bone loss and fracture risk; a systematic review of the association between cardiovascular disease and osteoporosis, *Arthritis Research Therapy*, 13(1), 1-19, 2011
30. Silva Henrique C, Pinheiro Marcelo M, Genaro Patricia S, Castro Charles H.M, Monteiro Carlos M.C, Fonseca Francisco A.H, Szejnfeld Vera L: Higher prevalence of morphometric vertebral fractures in patients with recent coronary events independently of BMD measurements, *Bone*, 52(2), 562-567, 2013
31. Sundeep Khosla, Elizabeth J, Atkinson, B. Lawrence Riggs, L. Joseph Melton: Relationship between body composition and bone mass in women, *Journal of Bone and Mineral Research*, 11(6), 857-863, 1996
32. Wang M,C, Bachrach L,K, Van Loan M, Hudes M, Flegal K,M, Crawford P.B: The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women, *Bone*, 37(4)4, 474-481, 2005
33. S. Gonnelli, C, Caffarelli, C, Caffarelli, K, Del Santo, A, Cadirni, C, Guerriero, B, Lucani, B, Franci, R, Nuti: The relationship of ghrelin and adiponectin with bone mineral density and bone turnover markers in elderly men, *Calcified Tissue International*, 83(1), 55-60, 2008
34. Yoo Hye Jin, Park Man Sik, Yang Sae Jeong, Kim Tae Nyan, Lim Kang Il, Kang Hyun Joo, Song Wook, Baik Sei Hyun, Choi Dong Seop, Choi Kyung Mook: The differential relationship between fat mass and bone mineral density by gender and menopausal status, *Journal of Bone and Metabolism*, 30(1), 47-53, 2012
35. Dytfeld Joanna, Ignaszak-Szczepaniak, Gowin Ewelina, Michalak Michal, Wanda Horst-Sikorska: Influence of lean and fat mass on bone mineral density(BMD) in postmenopausal women with osteoporosis, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 53(2), 237-242, 2011
36. C J Kim, K W Oh, E J Rhee, K H Kim, S K Jo, C H Jung, J C Won, C Y Park, W Y Lee, S W Park, S W Kim: Relationship between body composition and bone mineral density (BMD) in perimenopausal Korean Women, *Clinical Endocrinology*, 71(1), 18-26, 2009

•Abstract

The Relationship Between Bone Mineral Density and Adipose Tissue of Postmenopausal Women

Sun-Hwa Kim¹⁾·Jung-Hoon Kim²⁾·In-Chul Im³⁾

¹⁾*Department of Radiology, HwaMyeong Iisin christian Hospital*

²⁾*Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan*

³⁾*Department of Radiological Science, Dong-Eui University*

Postmenopausal women are at increased risk for osteoporosis and obesity due to changes in hormones. The relationship between osteoporosis and body weight is known, and its relation with body fat mass is discussed. The purpose of this study was to evaluate the bone mineral density(BMD) changes of epicardial adipose tissue(EAT) and abdominal subcutaneous fat. The subjects of this study were 160 postmenopausal women who underwent BMD and echocardiography. The thickness of the epicardial adipose tissue was measured in three sections and the BMD were measured according to the diagnostic criteria. The results of this study that age increase the risk of osteoporosis increases, and as the weight and BMI decrease, the risk of osteoporosis increases($p<0.05$). The relationship between changes in bone mineral density and adipose tissue in postmenopausal women, increased epicardial adipose tissue was negatively correlated with the bone mineral density($p<0.05$), conversely, increased abdominal subcutaneous fat thickness was positively correlated with bone mineral density($p<0.05$). In other words, the effect of bone mineral density on the location of adipose tissue was different. If Echocardiography is used to periodically examine changes in the thickness of the epicardial adipose tissue, it may be prevented before proceeding to osteoporosis.

Key Words : Osteoporosis, Epicardial adipose tissue, Abdominal subcutaneous fat, Postmenopausal women