

청년기 여성의 골밀도와 골대사지표의 변화: 1년 추적조사

김명희¹, 황선경^{1*}, 김주성²
¹부산대학교 간호대학, ²신라대학교 간호학과

Changes in Bone Mineral Density and Biochemical Markers of Bone Turnover in Young Women: A 1-Year Follow-up Study

Myung-Hee Kim¹, Sun-Kyung Hwang^{1*} and Ju-Sung Kim²

¹College of Nursing, Pusan National University

²Department of Nursing, Silla University

요약 본 연구는 청년기 여대생을 대상으로 신체 각 부위의 골밀도와 생화학적 골대사지표를 측정 후 1년 뒤의 변화를 추적 조사하였다. 각 신체부위별 주요 골격의 1년 후 평균 골밀도변화에서 전완부 골밀도는 유의하게 변화한 반면 요추골, 대퇴골 근위부(경부, 전자부, 워드 삼각부) 및 전신골밀도에서는 변화가 없었다. 골대사지표 중 골형성지표인 혈청 오스테오칼신과 골흡수지표인 요중 디옥시피리디놀린은 모두 유의하게 변화하였다. 초기 청년기 여성에서 골밀도의 뚜렷한 변화가 없어도 골대사는 여전히 활발히 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

Abstract This study investigated the changes in bone mineral density(BMD) and biochemical bone turnover markers over 1 year in healthy young college women. In comparison of changes in BMD at the lumbar spine, proximal femur (trochanter, femoral neck, Ward's triangle), and whole body over 1 year, there was only a significant difference in that at forearm. However, serum osteocalcin, a marker of bone formation, and urinary deoxypyridinoline, a marker of bone reabsorption, were significantly changed over 1 year. These findings indicate that although BMD does not significantly change in early young adult, the changes of bone metabolism markers seem to mean active bone turnover in early young adult women.

Key Words : Bone mineral density, Bone turnover marker, Young women, Serum osteocalcin

1. 서론

1.1 연구의 필요성

평균수명의 증가와 함께 인간은 누구나 건강을 가능한 오래 유지하기를 원하므로 만성퇴행성 질환을 예방하는 데 사회적 관심이 증가되고 있다. 특히 여성 노인의 비율이 높아지면서 골다공증이나 관절염 같은 근골격계 질환이 노후의 삶의 질을 좌우하므로 성장기부터 관심을 가지고 건강한 생활습관을 통한 꾸준한 예방과 관리가 요구되는 주요 건강문제로 인식되고 있다.

생의 주기에 따른 골의 변화에서 골량(bone mass)은 성장과정에서 점진적으로 증가하여 최대 골량 상태에 이른 후 일정기간 유지된다. 골의 성장은 사춘기의 시작과 밀접한 관계가 있는데, 여성에서는 초경이후 골량의 증가가 둔화되지만 골대사가 지속되어[1] 청년 후기까지는 최대 골량의 80~90%를 획득하며[2], 그 이후에도 지속적으로 꾸준히 증가하여 20~30대 중반에 걸쳐 최고치에 이르고 최적의 골밀도를 이루게 된다[3]. Teegarden[4]의 연구에서는 평균 22.1±2.5세에 99%의 골밀도를 얻게 된다고 하였으나, 최대 골량을 이루는 시기에 대해서는 일치된 견해가 없으므로, 청소년 후기와 청년기 초기 여성

본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의해 연구되었음.

*교신저자 : 황선경 (skhwang@pusan.ac.kr)

접수일 09년 11월 07일

수정일 (1차 09년 11월 20일, 2차 09년 12월 09일)

게재확정일 09년 12월 16일

에서 지속적인 골질량의 증가에 대한 연구가 필요하다 [5]. 연령이 증가함에 따라 골조직내 미세구조의 통합성이 상실되면서 골량의 소실이 일생에 걸쳐 서서히 진행되기 때문에 골절이 발생하기 전까지는 뚜렷한 증상을 나타내지 않게 된다[6].

골량은 골밀도(Bone mineral density) 수준을 반영해주는 지표이며, 골밀도는 골다공증을 진단하는데 필요한 중요한 요소일 뿐만 아니라 골절의 위험도를 판단하는 중요한 예측인자로서[7], 골다공증 진단뿐만 아니라 약물치료의 효과를 측정하거나 역학적 추적조사에 널리 사용된다 [8,9]. 골밀도 검사는 정적인 대사상태를 반영하는 지표로서 현재의 골절가능성을 가장 잘 예측할 수 있는 방법이지만 실제 X-ray상에서 골량의 변화가 보이려면 6 내지 12개월의 기간이 경과하여야 한다[10]. 그래서 미래의 골밀도를 예측하거나 골의 대사성 전환을 알기 위하여 골형성과 소실의 정도를 판정하는 생화학적 골대사지표의 분석이 함께 필요하다[11].

골대사지표는 골교체율을 평가함으로써, 임상적으로는 골소실 속도와 골절위험도의 예측, 골다공증 치료에 대한 반응의 평가 등에 사용되고 있다[10]. 골대사지표 중 대표적인 것으로는 골형성지표로 오스테오칼신(osteocalcin)과 골흡수지표로 데옥시피리디놀린(deoxypyridinoline)이 알려져 있으며, 오스테오칼신은 지금까지 폐경여성의 골감소율을 예측하는데 가장 좋은 단일인자로 알려져 있다[9,12].

그동안 대부분의 골밀도와 골대사지표에 관한 연구는 골다공증과 관련이 있어 중년기 이후의 건강문제로 인식하여 연구대상이 중년이나 노년기에 집중되어왔다. 이는 골밀도가 급격히 감소되는 중년기와 노년기에 골절과 같은 사건에 의해 골다공증이 주로 발견되기 때문이다. 하지만 생의 초기에 최대골량의 발달을 최적화시키는 것이 중년 이후, 특히 여성은 폐경이후의 골감소증이나 골다공증으로 인한 골절을 예방할 수 있는 효과적인 방법이므로 이 시기의 골밀도 수준과 골변화를 아는 것은 매우 중요하다[13,14].

그러므로 골형성과 골흡수가 활발한 청년기 여성의 골밀도와 골대사지표의 파악이 중요하며 이러한 검사들을 통하여 정확한 골대사 양상을 이해하고 이 시기의 최대골량 형성을 증진시킬 수 있도록 돕는 것은 매우 중요한 과제이므로 골밀도와 관련 지표가 되는 요인에 대한 다각도의 연구가 필요하다. 이에 본 연구는 청년기 여성의 골건강 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자, 청년기 여성을 대상으로 골밀도와 골대사지표의 변화 상태를 1년 후 추적조사하여 비교하고자 한다.

1.2 연구 목적

본 연구는 청년기 여성을 대상으로 신체 각 골격부위의 골밀도와 생화학적 골대사지표를 측정 후 1년 뒤의 변화를 추적 조사한 것으로 구체적 연구 목표는 다음과 같다.

- 1) 청년기 여성의 각 신체 부위별 골밀도의 변화를 조사한다.
- 2) 청년기 여성의 생화학적 골대사지표의 변화를 조사한다.
- 3) 청년기 여성의 신체부위별 골밀도를 WHO 골밀도 진단기준을 적용하여 분류한 후 골밀도진단수준의 분류 변화를 관찰한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 청년기 여성의 골밀도와 생화학적 골대사지표를 측정 후 1년 뒤의 변화를 추적한 전향적 조사연구이다.

2.2 연구대상 및 자료수집

연구대상자는 연구목적을 설명한 모집공고를 보고 자발적으로 연구참여를 희망하고 동의한 다음의 기준을 충족한 동일학과의 여대생으로서 총 2회의 자료수집 전과정의 참여를 완료한 총 29명을 대상으로 하였다.

- 1) 소모성 질환이나 대사성 근골격계질환이 없는 자
- 2) 근골격계 및 내분비계 영향을 미칠 수 있는 여성호르몬, 갑상선 호르몬, 칼슘제제 및 스테로이드 등의 약물 복용력이 없는 자
- 3) 난소 또는 자궁적출술 등을 받지 않았으며 월경을 하는 자
- 4) 체중감량을 위한 식이제한을 하지 않은 자

자료수집은 1차는 2002년 10월부터 11월까지, 2차는 2003년 10월부터 11월까지 각 2개월간 이루어졌으며, 모든 연구대상자의 2회 자료수집시기가 1년의 간격에 맞춰지도록 개별화된 일정에 따라 진행하였다. P대학병원 골밀도검사실에서 연구자와 방사선기사 1인에 의해 체중 및 신장, 골밀도를 측정하였으며 신체활동수준 등의 자료수집을 위한 면담이 구조화된 질문지를 이용하여 연구자에 의해 직접 면담을 통해 이루어졌다.

생화학적 골대사지표의 측정을 위한 혈액 및 소변검체 수집은 하루 중 체내분비농도의 차이를 고려하여 오전 9시~11시 사이에 연구자와 간호사 2인에 의해 채혈, 채뇨하였으며 검사 전날 자정부터 금식하도록 하였다. 소변검체는 아침 첫 소변은 비우고 두 번째 소변을 채뇨하였으며 수집 직후 차광처리하였다. 수집된 모든 검체는 P대학 병원 핵의학과에서 해당 검사방법에 따라 매회 2회 분석한 후 그 평균값을 본 연구결과로 사용하였으며, 생화학적 골대사지표의 측정을 위한 검체수집이 완료된 후 참여한 연구대상자에게 간식이 제공되었다.

1차 자료수집시 총 32명이 참여하였으나, 2차 자료수집시 1명이 골밀도측정을 하지 않았고, 2명은 골밀도와 생화학적 골대사지표에 대한 검사를 하지 않아서 총 3명(9.4%)이 탈락하였다. 탈락 사유로는 1명은 연락두절, 2명은 개인적인 사유로 수차례의 검사일정 조정에도 불구하고 검사 시기를 맞추기 못하여, 최종 29명(90.6%)이 연구에 참여하였다.

2.3 연구도구

2.3.1 골밀도

골밀도는 골조직의 방사선 투과율 차이를 반영하여 골의 밀도를 산출하는 이중에너지 X-선 흡수계측법(DEXA: Dual Energy X-ray Absorptiometry)의 QDR 4500A(Hologic, USA)를 이용하여 측정하였는데, 이 검사법은 정확성과 편리성으로 골밀도 진단에 가장 널리 사용되고 있다[8,15,16]. 대상자가 우세하게 사용하는 팔의 전완부(요골과 척골), 요추골(L1~L4), 대퇴골의 경부, 전자부, 워드 삼각부 및 전신골밀도 등 총 6개 부위에서 골밀도를 측정하였으며, 이러한 측정부위는 골밀도 검사를 위해 임상에서 주로 사용되는 부위를 포함한 것이다[17].

연구참여자들은 방사선 투과율의 오차 발생을 방지하기 위해 각종 금속류(목걸이, 반지 등)를 제거한 후 환자유용 가운만 착용한 채 골밀도 촬영에 임하였다.

골밀도 진단은 WHO 분류기준[18]에 의거하여 각 부위의 T-score>-1.0을 정상, -2.5<T-score≤-1.0을 골감소증, T-score≤-2.5를 골다공증으로 분류하였는데, T-score는 건강한 젊은 성인의 평균치와 비교하여 평균값에서 몇 표준편차 만큼 떨어져 있는지를 나타낸다.

2.3.2 생화학적 골대사지표

생화학적 골대사 지표는 대표적인 골형성지표인 혈청 오스테오칼신과 골재흡수 지표인 요중 데옥시피리디놀린을 사용하였다[19,20].

1) 혈청 오스테오칼신(serum osteocalcin): 일중 체내 분비농도의 차이를 고려하여 오전 9시-11시 사이에 채혈하였으며 혈액검체는 2500rpm으로 10분간 원심분리하여 혈청성분만 추출하여 섭씨 -70°에서 동결 보관하였다. ELSA-OSTEO (CIS bio international, France)분석 키트로 방사선 동위원소를 표시자로 이용하여 항원항체반응을 추적하는 면역방사계측법(immunoradiometric assay)에 의해 측정하였다.

2) 요중 데옥시피리디놀린(urinary deoxypyridinoline): 공복후 아침 두 번째 소변을 채취하여 차광처리후 동결하였다가 Pylilinks-D(Metra Biosystems Inc., USA)분석 키트로, 효소를 표시자로 이용하여 항원항체반응으로 사정하는 효소면역측정법으로 측정하였는데 분석한 후 신장기능에 따른 오차를 제거하기 위하여 요중 크레아티닌(urine creatinine)값으로 보정하여 최종 측정값을 구하였다.

2.3.3 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 연령, 체중, 신장, 체질량지수, 초경, 월경주기, 신체활동수준이 포함되었다. 체중은 전자체중계(CAS, 100AC, Korea)로 신장은 신장계(CAS, HC-2000, Korea)를 이용하여 측정하였고, 체질량지수(BMI)는 체중에 대한 신장을 보정하여(kg/m²) 산출하였다

신체활동수준은 다양한 신체활동 내역을 제시한 후 해당 활동이나 운동항목에 대해 대상자가 주당 참여하는 시간을 기록하게 하였다. 이를 Ainsworth 등[21]이 제시한 활동별 해당 MET(Metabolic Equivalent of Task)를 적용하여 METs 5.0 이상의 신체활동에 대해 격렬한 신체활동수준으로, METs 5.0 미만은 보통의 신체활동수준으로 연구자가 구분하여 분류하였다. 1 MET은 조용히 앉은 휴식상태에서의 신체대사율을 의미하는 것으로 다양한 환경에서 수행되는 특정 활동은 휴식시 MET수준의 몇 배라는 식으로 수량화되어 표현될 수 있다.

2.4 자료분석 방법

수집된 자료는 SPSS/WIN 14.0 프로그램을 이용하여 분석하였고, 유의수준은 p< 0.05로 설정하였다.

- 1) 연구대상자의 일반적 특성, 골밀도 및 골대사지표는 빈도와 백분율, 평균 및 표준편차로 분석하였다.
- 2) 각 해당부위의 골밀도와 골대사지표의 변화는 paired t-test로 분석하였다.

3) 각 골격부위의 골밀도를 WHO 기준에 따른 분류와 변화에 대한 추이는 빈도와 백분율로 나타내었다.

3. 연구 결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다. 연령은 20세에서 25세 범위의 청년기 여성들이었고, 평균 연령은 22.8세였다. 체중은 평균 52.4 kg으로 50~60 kg 미만이 전체의 62.1 %를 차지하였으며, 키는 평균이 160.8 cm로 160~170 cm 미만이 55.2%를 차지하였다. 체질량지수(BMI)는 18.5~25.0미만이 93.1%로 평균 20.2로 조사되었다. 연구참여자의 초경시기는 평균 13.7세였으며, 12~15세가 93.1%를 차지하였고, 75.9%는 월경이 규칙적이었으며 운동수준별 규칙적인 신체활동과 관련하여 격렬한 운동은 27.6%, 중등도 운동은 79.3%가 참여하고 있었다.

[표 1] 대상자의 일반적 특성 (N=29)

특성	구분	N(%) / M±SD	
연령(세)	20~22	18(62.1)	
	23~25	11(37.9)	
		22.8±0.94	
체중(kg)	<50.0	8(27.6)	
	50.0~<60.0	18(62.1)	
	≥60.0	3(10.3)	
		53.0±6.27	
신장(cm)	150.0~<160.0	11(37.9)	
	160.0~<170.0	16(55.2)	
	≥170.0	2(6.9)	
		160.8±5.01	
체질량지수(kg/m ²)	<18.5	2(6.9)	
	18.5~<24.9	27(93.1)	
		20.4±1.54	
초경(세)	12~13	15(51.7)	
	14~15	12(41.4)	
	16	2(6.9)	
		13.7±1.20	
월경주기	규칙적	22(75.9)	
	불규칙적	7(24.1)	
신체활동수준			
	격렬한 신체활동 ^a	한다	8(27.6)
		안한다	21(72.4)
	중등도 신체활동 ^b	한다	23(79.3)
안한다		6(20.7)	

^a 격렬한 신체활동(Mets≥5.0),

^b 중등도 신체활동(2.0≤Mets<5.0)

신장, 체중 및 체질량지수는 1년 후 각각 52.4 kg, 160.8 cm, 20.2 kg/m²였으며, 1년 전과 유의한 차이가 없었다(p>0.05)

3.2 신체부위별 골밀도 및 생화학적 골대사 지표 변화

연구대상자의 각 신체부위별 주요 골격의 평균 골밀도와 그 변화는 표 2와 같다. 요골과 척골을 포함한 전완부 골밀도가 유의하게 감소하였고(p=0.020), 요추골, 대퇴골 근위부(경부, 전자부, 워드삼각부)와 전신골밀도는 1년 후 유의한 변화가 없었다. 생화학적 골대사지표인 혈청 오스테오칼신은 14.92±3.25에서 24.00±5.68 ng/ml로 유의하게 증가하였으며(p<0.001), 요중 테옥시피리디놀린도 20.10±8.86에서 28.69±17.43 nmol/mmolCr로 유의하게 증가하였다(p=0.024).

3.3 신체 부위별 골밀도의 WHO 기준에 따른 분류

신체 각 부위의 골밀도를 T-score를 이용한 WHO 분류 기준[18]에 따라 정상군, 골감소증군, 골다공증군으로 분류한 결과는 표 3과 같다. 1차 기초자료와 1년 후의 2차 자료에서 각 부위별 골다공증의 빈도는 매우 낮았으나(0~6.9%), 골감소증은 각각 31.0%~51.7%, 34.5%~51.7%로 나타났다.

신체 각 부위의 골밀도에 대해 WHO가 제시하는 골밀도 분류기준을 적용한 후 각 해당 골격부위별 1년 후 골밀도 진단분류 단계에서의 변화는 표 4와 같다. 총 29명의 연구참여자 중 11명(37.9%)에서 골밀도분류 범위가 호전 또는 악화되는 변화가 나타났다. 그러나 이들 11명 중 2개 부위 이상에서 동시에 골밀도분류 범위의 이동이 나타난 경우는 없었다. 판정이 호전된 부위는 전완부골, 요추골, 대퇴골 전자부, 및 전신골밀도에서 각 1명씩 나타났다. 악화는 모두 정상골밀도에서 골감소증으로 판정된 경우로서 요추골에서 3명(10.3%)으로 가장 많았으며 전완부골, 대퇴골 워드삼각부 및 전신골밀도에서 각 1~2명씩 조사되었다. 신체부위별로 구분해 볼 때 전완부골, 대퇴골 근위부(경부, 전자부, 워드삼각부) 및 전신골밀도에서 조사대상자의 86~100%는 각 해당부위의 골밀도수준 판정에서 변화가 없었다.

[표 2] 신체 부위별 골밀도수준과 골대사지표에 대한 1년간의 변화 비교 (N=29)

	Baseline	12 개월 후	t	p
	M±SD	M±SD		
골밀도(g/cm²)				
전완부(요골+척골)	0.492±0.03	0.487±0.03	-2.468*	.020
요추골(1-4)	1.080±0.06	1.075±0.06	-1.141	.264
대퇴골 근위부				
경부	0.876±0.08	0.872±0.07	-1.236	.227
전자부	0.686±0.07	0.684±0.07	-0.481	.634
워드삼각부	0.793±0.09	0.794±0.08	0.276	.785
전신골밀도	1.058±0.04	1.058±0.04	0.229	.821
골대사지표				
Osteocalcin (ng/ml)	14.92±3.25	24.00±5.68	8.308**	<.001
Deoxypyridinoline (nmol/nmolCr)	20.10±8.86	8.69±17.43	2.396*	.024

[표 3] WHO기준에 따른 신체 부위별 골밀도수준의 분류 (N=29)

	Baseline			12 개월 후		
	정상골밀도	골감소증	골다공증	정상골밀도	골감소증	골다공증
전완부(요골+척골) 골밀도	12(41.4)	15(51.7)	2(6.9)	12(41.4)	15(51.7)	2(6.9)
요추골(1-4) 골밀도	19(65.5)	9(31.0)	1(3.4)	16(55.2)	13(44.8)	0(0.0)
대퇴골 근위부 골밀도						
경부	18(62.1)	10(34.5)	1(3.4)	18(62.1)	10(34.5)	1(3.4)
전자부	14(48.3)	15(51.7)	0(0.0)	15(51.7)	14(48.3)	0(0.0)
워드삼각부	18(62.1)	10(34.5)	1(3.4)	16(55.2)	12(41.4)	1(3.4)
전신골밀도	16(55.2)	13(44.8)	0(0.0)	16(55.2)	13(44.8)	0(0.0)

WHO 분류기준 : 정상골밀도(T-score>-1.0), 골감소증(-2.5<T-score≤-1.0), 골다공증(T-score≤-2.5);

*값은 모두 N(%)를 나타냄.

[표 4] 신체 부위별 골밀도분류수준의 1년간 변화양상 (N=29)

골밀도	변화없음*	골밀도 호전		골밀도악화	
		골감소증	골다공증	정상골밀도	골감소증
		→ 정상골밀도	→ 골감소증	→ 골감소증	→ 골다공증
전완부	27(93.1)	1(3.4)	-	1(3.4)	-
요추골(1-4)	25(86.2)	-	1(3.4)	3(10.3)	-
대퇴골근위부					
경부	29(100.0)	-	-	-	-
전자부	28(96.6)	1(3.4)	-	-	-
워드삼각부	27(93.1)	-	-	2(6.9)	-
전신	27(93.1)	1(3.4)	-	1(3.4)	-

* 변화없음; 정상골밀도→ 정상골밀도, 골감소증→골감소증, 골다공증→ 골다공증; 값은 모두 N(%)를 나타냄.

4. 논의

본 연구는 청년기 여성의 골밀도와 골대사지표를 1년 후 추적조사하여 변화를 비교하고 골밀도를 WHO[15]에서 제시하고 있는 T-score에 근거한 평가기준에 따라 분류하여 분석한 것이다.

연구대상을 청년기 여성인 여대생으로 한정하였는데 이는 생활환경과 행동환경이 유사한 집단을 선택하는 것이 이들의 경향을 파악하고 추후 일정기간 후 비교하는데 보다 정확한 자료를 얻을 수 있다고 보았기 때문이다.

본 연구에 참여한 청년기 여성의 신체계측 평균이 체중 53.0 kg, 신장 160.8 cm, 평균 체질량지수(BMI)는 20.4 kg/m²로 조사되어 대상자의 93% 이상이 정상범위를 나타내었으며 이는 1년 후 신체계측치와의 비교에서도 유의한 차이가 없었다. 다른 여대생을 대상(N=225)으로 한 연구[14]에서 체중 53.4 kg, 신장 161.2 cm, BMI 20.6 과 매우 유사하여 일반적인 청년기 초기 여성의 특성을 잘 반영한다고 볼 수 있다. 그러나 본 연구대상자중 BMI 18.5 kg/m²미만의 저체중상태로 판명된 대상자가 2명 있었고, 위의 연구에서도 BMI 최소 범위가 15.3 kg/m² 이었으므로, 이러한 경우 골조직 취약성의 잠재적인 건강문제 위험에 대한 인식이 요구되며 정상범위의 체중회복과 바람직한 신체조성관리의 중요성에 대한 관심과 교육이 필요하다고 본다. 또한 신체적 활동에서 힘든 운동(METs ≥5)의 정기적인 참가율이 매우 낮았는데, 이는 청년기 여성들에서 운동의 중요성에 대한 인식이 시급함을 의미하며, 이에 대해 적정 수준의 규칙적인 신체활동의 중재가 필요함을 시사한다.

본 연구대상자의 골밀도의 1년 동안의 변화를 조사한 결과 요추골, 대퇴골 근위부(경부, 전자부, 위드삼각부), 전신골밀도에서는 유의한 변화를 관찰할 수 없었고, 전완부 골밀도는 유의한 차이가 있었다. 이는 골량증가가 20대 청년기동안 주로 일어나며 25~35세 전후로 최고치의 골밀도에 이르게 된다는 사실[2,3,22,23]에 근거할 때 본 연구대상자들의 골밀도변화가 증가추세에 있을 것이라는 기대와는 다소 다른 결과를 보였다. 그리고 전완부 골밀도의 변화는 비록 통계적으로 유의하였지만 그 정도가 매우 적으며(0.005 g/cm²) 편차의 범위 내에 있어 실제적으로 차이가 있다고 말하기는 어렵다.

한국 여대생(N=55, 평균 연령 21.5세)을 대상으로 한 연구[24]에서 2년에 걸쳐 3회 골밀도를 측정한 결과, 요추는 1.126, 1.132, 1.149 g/cm²으로 증가하였고, 대퇴경부는 0.973, 0.932, 0.980 g/cm², 대퇴전자부는 0.782, 0.758, 0.759, 위드삼각부는 0.899, 0.892, 0.936 g/cm²으로 증감이 지속적이지 않고 일관성없이 변화하고 있음을

보여주었다. 이러한 결과와 비교해 볼 때 본 연구의 골밀도도 유의한 차이보다는 변화하는 과정에 있으므로 보아야 할 것이다.

한국의 고등학교 1, 2학년(평균 16세)을 대상으로 한 연구[25]에서 여학생의 골밀도는 요추골 0.958 g/cm², 대퇴골 경부 0.888 g/cm², 전자부 0.695 g/cm², 위드 삼각부 0.749 g/cm²로 나타나, 요추골의 골밀도는 본 연구에서 (1.075-1.080 g/cm²) 약간 높았으나 다른 부위는 거의 비슷하였다. 골밀도의 값을 비교하기는 무리가 있으나, 요추골의 골밀도가 본 연구에서 1년간의 변화는 유의하지 않았지만, 16세의 여학생과 비교하여 높게 나타난 것은, 요추골의 골량은 30대까지도 증가가 계속된다는 결과[23]와 관련지어 이해할 수 있을 것이다.

골성장은 골면적과 골무기질량 모두에서의 증대를 의미하며 골길이 성장의 중지시기는 골량의 빠른 축적의 중단보다 1~7년간 일찍 나타난다. 이러한 시기의 차이는 골모델링의 증대(bulk of bone modeling)가 선행된 이후에 골조직의 강화가 빠르게 진행됨에 따른 것이다[23]. Henry 등[2]은 골조직의 강화가 일어나는 동안의 골량증대는 소주골이나 피질골의 비후 또는 골기질의 증대라기 보다는 골크기의 증가에 기인됨에 따라 체적골밀도(volumetric BMD)에서는 거의 변화가 없을 수 있음을 지적하였다. 이렇듯 골은 끊임없이 형성, 흡수, 재형성이 나타나는 역동적으로 변화하는 조직이다[26]. 따라서 본 연구에서 요추골과 대퇴골 근위부 골밀도, 전신골밀도에 변화가 없었고 전완부 골밀도가 유의하게 감소된 연구결과에 대해 단순히 골밀도의 증가 또는 감소유무에 대한 평가보다는 생애과정중 20대 초반의 각 골격부위별 골조직의 성장 및 골조직 강화의 특성과 맞물려 있는 본 연구대상자들의 골밀도 변화양상에 대해 기존의 설명들을 복합적으로 연계지어 고려해 볼 필요가 있다.

본 연구결과는 Slosman 등[27]이 20~35세 연령의 남녀를 1년후 추적조사한 연구에서 요추골, 대퇴골 근위부 및 전신골밀도의 평균변화는 1년전 기초조사시와 유의한 차이가 없었다는 보고와 비슷한 결과였다. 또한 건강한 여대생 156명을 5년간 추적조사한 연구[23]에서 20대 골량획득의 중간값을 계산하였는데 전완부골은 4.8%, 요추골 5.9%, 전신은 12.5%라고 하였다. 이러한 연구결과는 각 신체부위별로 다양한 속도의 골조직변화가 계속되고 있음을 보여준다. 이는 본 연구결과에서 각 부위별 골밀도 수준의 변화가 서로 다름과 일치한다. 즉 비록 본 연구에서 측정된 다수 부위의 골밀도에서 유의한 변화는 없었으나 선행연구들을 통해 본 연구대상자들의 골조직이 여전히 변화되고 있음을 확인해준다.

골조직의 밀도변화를 단기간에 관찰하기가 어려움에

따라 이를 보완하기 위해 생화학적 골대사지표를 골조직의 변화를 파악하는데 함께 사용하는 경우가 많다[10,11]. 골대사지표로서 여러개의 골형성지표와 골흡수지표를 사용하면 좋지만 경제적인 측면을 고려할 때 골형성지표와 골흡수지표 중 하나를 선택하여 사용하는 것이 바람직하다고 하였다[28].

본 연구에서 골대사지표로 골형성을 나타내는 혈청 오스테오칼신과 골재흡수를 나타내는 지표인 요중 데옥시피리디놀린을 조사한 결과, 모두 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이 결과는 1년 후에 골밀도에는 유의한 변화가 거의 나타나지 않았지만 골대사는 더욱 활발함을 의미하는데, 이는 Harel 등[1]이 초경이 지난 11~18세 여성을 대상으로 한 연구에서 초경이 지난 직후 골대사가 높고, 시간이 증가할수록 골대사지표는 감소하였으며, BMD와 골대사지표와는 역상관이 나타났다는 보고와는 차이가 있었다. 하지만 사춘기 이후에도 골대사에서 골증가는 느린 속도로 지속된다고 하였다.

일본여성의 골대사지표 수준에 대한 변화스펙트럼을 조사한 Iki 등[29]은 영아기를 제외한 전 생애과정에서 걸쳐 사춘기 중반의 골대사지표수준이 가장 높고, 이러한 골대사지표 수준은 40세까지 나이가 증가함에 따라 감소하다가, 폐경기에는 10대 후반의 골대사지표 수준과 유사한 단계에 이를 때까지 급속히 증가한다고 하였다. 이에 비해 남성의 골대사는 20대에서 가장 높고 40~50대에서 가장 낮았으며 70대에 일부 지표들의 소폭 증가가 나타난다고 하였다[30]. 성장하는 골격에서 생화학적 지표의 해석은 어렵다. 왜냐하면 모델링과 리모델링이 모두 일어나고 있기 때문인데, 모델링에서 골흡수와 골형성의 지표 모두의 증가는 성장과 골격형성에 일치하는 반면에 리모델링에서의 유사한 변화는 증가된 골대사와 골소실을 의미한다[31].

본 연구에서 특히 혈청오스테오칼신의 변화가 많은 차이가 있었는데 두 값은 모두 참고치(8.8~39.4 ng/ml) 내에 있었으므로, 1년 전의 baseline자료에서의 낮은 값이 1년 후에 증가한 변화가 실제적인 골대사의 변화 양상인지에 대한 것은 다른 연령대의 연구 결과와 비교해 보는 것이 필요하다. 본 혈청 오스테오칼신 검사의 분석키트에 제시되어 있는 20-30대 여성들의 참고치는 8.8~39.4 ng/ml이며 평균 21.8 ng/ml, 중앙값(median) 21.1 ng/ml였다. 석정호 등[32]의 연구에서 골대사지표인 혈청오스테오칼신은 20대에 높고 나이가 들에 따라 감소하다가 50대에 갑자기 증가한다고 보고하였으며, 31~50세의 참고치로 8.00~31.45 ng/ml를 제시하였다.

본 연구의 골밀도검사결과에서 전완부골밀도를 제외하고는 다른 부위에서는 유의한 변화가 없음에도 불구하고

고 골대사지표의 유의한 증가가 있음이 나타났는데, 이것은 비록 1년이라는 경과기간 중 골밀도에서는 유의한 변화가 다양한 부위에서 나타나지는 않으나 이전의 연구[33] 보고에 근거하여 고려해볼 때 평균연령 22.8세인 본 연구대상자들은 여전히 청년후기까지는 최대 골량형성 단계에 놓여 있음을 기대할 수 있다.

또한 세계보건기구가 제시하는 T-score에 근거한 골밀도 분류기준을 적용했을 때 본 연구에서 각 부위별 골감소증에 해당하는 경우는 34.5~51.7%, 골다공증은 3.4~6.9%로 나타나 조동숙과 이정윤[14]의 여대생을 대상으로 말단 골밀도검사에 속하는 정량적 초음파법으로 족부 종골을 측정하여 T-score에 근거한 분류를 통해 골감소증은 13.53%, 골다공증은 1.7%로 나타나 본 연구와는 차이가 있었다. 본 연구대상자 29명중 11명이 1년 후 골밀도 진단분류단계에 변화를 보였으며 그중 4명은 호전된 단계로, 7명은 악화된 단계로의 변화를 보였다. 이들 중 2개 부위 이상에서 진단분류단계의 변화를 중복되게 나타낸 이는 없었지만, 37.9%에서 골조직과 관련된 급격한 변화가 있었음을 보여주었다.

그러나 골성장의 중단과 골상실의 시작도 골격부위마다 차이가 있어 척추골보다 골반골에서 일찍 나타나며 [34], 척추골과 여성의 요골원위부의 체적골밀도는 점진적으로 증가하는 경향이 있다고 하였다[1]. 또한 원위부 전완골은 19~22세경, 요추골은 22~29세경까지 골량축적이 진행된다[1,22]고 하였다. 한국여성을 대상으로 한 Lim 등[35]의 연구에서 한국여성이 백인 여성보다 최대 골량이 낮고, 초경 3-4년 후에 빨리 나타난다고 보고한 바 있다. 이러한 연구결과에 근거할 때 본 연구에서 전완부 골밀도의 유의한 감소와 T-score를 기준한 골다공증 분류기준에서 악화방향으로 변화된 대상자들에 대해 각 해당부위의 골밀도가 최고골밀도 형성기 이후의 감소추세인지 또는 20세 초반의 역동적 골조직변화기 중에 나타나는 가변적인 골밀도의 일시적 현상인지에 대한 규명은 보다 장기적인 추후검사를 통한 반복 연구가 필요하므로, 검사결과의 해석에 신중해야 할 것이다.

그리고 본 연구에 사용된 골밀도 검사기구인 DEXA는 우수한 해상력과 빠른 스캔의 장점을 가지며 정밀도의 오차도 적은 것으로 알려져 있으나, 정확도의 오차는 전완부에서 2-4%, 대퇴골에서 6-10% 정도 된다고 한다[8]. 또한 정량적 골밀도 측정법은 기준이 되는 평균과 표준편차에 따라 동일한 골밀도 값이라도 T-score가 달라지므로 인종별, 민족별로 기준치를 정의하는 것이 중요하다. 국내에서는 아직 신뢰할 만한 기준치가 없는 상태로 한국인의 정상 성인의 골밀도 표준자료가 만들어져야 할 것이다.

본 연구는 편의표집에 의한 소수의 여대생만을 대상으로 한 연구로 결과에 대한 일반화에는 많은 제한이 따른다. 현재까지는 대부분의 골밀도와 골대사지표에 관한 연구가 골다공증과 관련된 중년기 이후의 건강문제로만 인식되어 연구대상이 중년이나 노년기에 집중되어왔지만, 모든 골격부위의 빠른 골무기질 획득은 상대적으로 생의 초반부에 일어나기 때문에[22] 건강한 골조직의 획득과 관리를 위한 중재는 빠를수록 효과적이라 할 수 있다. 따라서 보다 일찍 성장기부터 관심을 가지고 골격계의 발달과 골건강유지를 위한 다각적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 한국여성의 골밀도 및 골대사변화에 대한 충분한 기준자료를 마련하기 위해서는 광범위한 규모와 다양한 연령층의 여성을 대상으로 골밀도 및 골대사에 대한 다양한 측정기법을 복합적으로 적용한 반복연구가 이루어져야 할 것이다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 청년기에 속하는 여대생을 대상으로 신체 각 부위의 골밀도와 생화학적 골대사지표를 측정 후 1년 뒤의 변화를 추적 조사하였다. 골밀도는 이중에너지 X-선 흡수계측법을 이용하여 대상자가 우세하게 사용하는 팔의 전완부, 요추골, 대퇴골의 경부, 전자부, 워드삼각부 및 전신골밀도 등 총 6개 부위에서 골밀도를 측정하였고, 골대사지표는 혈청 오스테오칼신과 요중 데옥시피리디놀린으로 측정하였다.

- 최종 자료수집시 본 연구대상자들의 평균 연령은 22.8세의 청년 여성들로 체질량지수는 18.5~25.0미만이 93.1%를 차지하였다.
- 각 신체부위별 주요 골격의 1년 후 평균 골밀도변화에서 전완부 골밀도는 유의한 차이가 있었으나 요추골, 대퇴골 근위부(경부, 전자부, 워드삼각부) 및 전신골밀도에서는 변화가 없었다. 골대사지표중 골형성지표인 혈청 오스테오칼신과 골흡수지표인 요중 데옥시피리디놀린은 모두 유의하게 증가하였다.
- 골밀도수준을 WHO기준에 따라 정상, 골감소증, 골다공증으로 분류하였을 때 최초 자료수집시 각 골격부위별 골다공증의 빈도는 매우 낮았으나(0~6.9%), 골감소증은 31.0~51.7%로 나타났다. 1년 후 29명 중 11명(37.9%)이 골밀도진단분류단계에 변화를 보였으며 그중 4명은 호전된 단계로, 7명은 악화된 단계로의 변화하였다. 각 골격부위별로 살펴보면 전완부, 대퇴골 근위부, 전신골밀도의 경우 대부분의 대상자에서 골밀도판정단계에 변화가 없었던 반면에

요추골에서는 1명이 호전단계로, 3명이 악화단계로 나타나 가장 많은 변화를 보였다.

이상에서 초기 청년기 여성들의 각 신체 부위별 골밀도는 다양한 속도로 변화하며 비록 골밀도의 뚜렷한 변화가 없어도 골대사는 여전히 활발히 이루어지고 있는 것으로 생각된다. 이에 본 연구결과를 바탕으로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

- 1) 청년기 여성의 역동적인 골밀도 및 골대사의 변화를 규명하기 위해 보다 장기적인 추후검사를 통한 반복 연구가 필요하다.
- 2) 한국여성의 골밀도 및 골대사변화에 대한 기준자료를 마련하기 위해 광범위한 규모와 다양한 연령층을 대상으로한 종단적 연구가 요구된다.

참고문헌

- [1] Harel, Z., Gold, M., Cromer, B., Bruner, A., Stager, M., Bachrach, L., Wolter, K., et al., "Bone mineral density in postmenarchal adolescent girls in the United States: associated biopsychosocial variables and bone turnover markers", *J Adolesc Health Care*, Vol. 40, No. 1, pp. 44-53, 2007.
- [2] Henry, Y. M., Fatayerji, D., & Eastell, R., "Attainment of peak bone mass at the lumbar spine, femoral neck and radius in men and women: relative contributions of bone size and volumetric bone mineral density". *Osteoporos Int*, Vol. 15, pp. 263-273, 2004.
- [3] 한인권, "골다공증의 개념". 대한골대사학회, 제3차 골다공증 연수강좌, pp. 101-104, 1999.
- [4] Teegarden, D., Proulx, W. R., Martin, B. R., Zhao, J., McCabe, G. P., Lyle, R. M., Peacock, M., Slemenda, C., Johnston, C. C., & Weaver, C. M., "Peak bone mass in young women", *J Bone Miner Res*, Vol. 10, No. 5, pp. 711-715, 1995.
- [5] Anderson, J. J. B., Tyllavsky, F. A., Halioua, L., & Metz, J. A., "Determinants of peak bone mass in young adult women: A review", *Osteoporosis Int*, Vol. 3, Suppl 1, pp. 23-36, 1993.
- [6] 김기수, 나수균, 손호영, 양규현, 장준섭, 최영길, 한인권, "골다공증", 서흥출판사, pp. 11-49, 11월, 2000.
- [7] Marshall, D., Johnell, O., & Wedel, H., "Meta-analysis of how well measure on bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures". *BMJ*, Vol. 312, pp. 1254-1259, 1996.
- [8] 동경래, 김호성, 정운관, "골밀도검사의 올바른 질관

- 리에 따른 임상적용과 해석: 이중 에너지 방사선 흡수법을 중심으로”, 방사선 기술과학, 제31권, 제1호, pp. 17-23, 2008.
- [9] 오한진, 오장균, 이동배, “폐경 후 골다공증의 치료방법별 효과 및 골대사 지표 변화에 의한 골밀도 변화의 예측성”, 가정의학회지, 제22권, 제8호, pp. 1234-1246, 8월, 2001.
- [10] Demers, L. M., & Kleerekoper, M., “Recent advances in biochemical markers of bone turnover”, Clin Chem, Vol. 40, No. 11, pp. 1994-1995, 1994.
- [11] 최영숙, 조동영, “건강검진이 의뢰된 여성의 골밀도 측정과 골대사 생화학적 지표와의 상관관계에 관한 연구”, 건국외과학술지, 제10권, 10월, 119-126, 2000.
- [12] Genero, P., & Delmas, P. D., "Assessment of the serum levels of bone alkaline phosphatase with a new immunoradiometric assay in patients with metabolic bone disease", J Clin Endocrinol Metab, Vol. 77, pp. 1046-53, 1993.
- [13] Carrie Fessler, A. L. & Bonjour, J. P., "Osteoporosis as a pediatric problem", Pediatr Clin North Am, Vol. 42, No. 4, pp. 811-824, 1995.
- [14] 조동숙, 이정윤, “여대생 골밀도와 영향요인에 관한 연구”, 여성건강간호학회지, 제14권, 제4호, 12월, pp. 297-305, 2008.
- [15] Gosfield, E. & Bonner, F., "Evaluating bone mineral density in osteoporosis", Am J Phys Med Rehabil, Vol. 79, No. 3, pp. 283-291, 2000.
- [16] Singer, A., "Osteoporosis diagnosis and screening", Clin Cornerstone, Vol. 8, No. 1, pp. 9-18, 2006.
- [17] Lewiecki, M., Watts, N. B., McClung, M. R., Petak, S. M., Bachrach, L. K., Shepherd, J. A., & Downs, R. W., "Position statement: official positions of the international society for clinical densitometry", J Clin Endocrinol Metab, Vol. 89, No. 8, pp. 3651-3655, 2004.
- [18] World Health Organization, "Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis", WHO Technical Report Series, pp. 843, 1994.
- [19] Caulfield, M. P. & Reitz, R. E. "Biochemical markers of bone turnover and their utility in osteoporosis", MLO: Med Lab Obs, Vol. 36, No. 4, pp. 34-37, 2004.
- [20] Hammett-Stabler, C. A., "The use of biochemical markers in osteoporosis", Clin Lab Med, Vol. 24, No. 1, pp. 175-97, 2004.
- [21] Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, M. L., Swartz, A. M., Strath, S. J., O'Brien, W. L., Bassett, Jr., D. R., Schmitz, K. H., Emplincourt, P. O., Jacobs, Jr., D. R., & Leon, A. S., "Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities", Med Sci Sports, Vol 32, No. 9, Supple, pp. S498-S516, 2000.
- [22] Matkovic, V., Jelic, T., Wardlaw, G. M., Ilich, J.Z., Goel, P.K., Wright, J. K., Andon, M. B., Smith, K. T. & Heaney, R. P., "Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis: inference from cross-sectional model", J Clin Invest, Vol. 93, No. 2, pp. 799-808, 1994.
- [23] Recker, R. R., Davies, K. M., Hinders, S. M., Heaney, R. P., Stegman, M. R., & Kimmel, D. B., "Bone gain in young adult women", JAMA, Vol. 268, No. 17, pp. 2403-2408, 1992.
- [24] 송윤주, “한국 여대생의 골밀도 변화와 이에 영향을 미치는 요인 분석”, 서울대학교 대학원 박사학위논문, 2001.
- [25] 안혜선, 김선희, 이상선, “청소년의 골밀도에 영향을 주는 요인에 관한 연구: 신체계측치, 생활습관 및 기타 환경요인”, 한국영양학회지, 제38권, 제3호, pp. 242-250, 4월, 2005.
- [26] Yang, L., & Grey, V. "Pediatric reference intervals for bone markers", Clin Biochem, Vol. 39, pp. 561-568, 2006.
- [27] Slosman, D. O., Rizzoli, R., Pichard, C., Donath, A., & Bonjour, J. P., "Longitudinal measurement of regional and whole body bone mass in young healthy adults", Osteoporos Int, Vol. 4, No. 4, pp. 185-190, 1994.
- [28] Marcus, R., "The nature of osteoporosis", Clin Endocrinol Metab, Vol. 81, pp. 1-5, 1996.
- [29] Iki, M., Akiba, T., Matsumoto, T., Nishino, H., Kagamimori, S., Kagawa, Y., Yoneshima, H., & JPOS study group., "Reference database of biochemical markers of bone turnover for the Japanese female population: Japanese population-based osteoporosis(JPOS) study", Osteoporos Int, Vol. 15, pp. 981-991, 2004.
- [30] Fatayerji, D., & Eastell, R., "Age-related changes in bone turnover in men", J Bone Miner Res, Vol. 14, No. 7, pp. 1203-1210, 1999.
- [31] Compston, J. E., McConachie, C., Stott, C., Hannon, R.A., Kaptoge, S., Debiram, I., Love, S., & Jaffa, A., "Changes in bone mineral density, body composition and biochemical markers of bone turnover during

weight gain in adolescents with severe anorexia nervosa: a 1-year prospective study", Osteoporos Int, Vol 17, pp. 77-84, 2006.

- [32] 석정호, 조은혜, 이수연, 김종원, "Elecys 2010을 이용한 골대사지표검사의 평가", 대한진단검사의학학회지, 제26권, 제3호, pp. 146-152, 2006.
- [33] 김주성, 김명희, 신재신. "체중부하운동이 여대생의 골대사에 미치는 효과". 대한간호학회지, 제34권, 제5호, pp. 760-770, 2004.
- [34] Hui, S. L., Zhou, L., Evans, R., Slemenda, C. W., Peacock, M., Weaver, C. M., McClintock, C., & Johnston, Jr. C. C., "Rates of growth and loss of bone mineral in the spine and femoral neck in white females", Osteoporos Int, Vol. 9, pp. 200-205, 1999.
- [35] Lim, S. L., Lee, N. H., Lee, J. H., Choi, M. S., Chung, Y. S., Ahn, K. J., Lee, H. C, Huh, K. B., "Peak bone mass and affecting factors in Korean women", Yonsei Med J, Vol. 34, No. 1, pp. 57-62, 1993.

김 명 희(Myung-Hee Kim) [정회원]



- 1995년 10월 ~ 현재 : 부산대학교 간호학과 교수

<관심분야>
성인간호학, 재활간호

황 선 경(Sun-Kyung Hwang) [정회원]



- 1992년 5월 : University of Akron (USA), MSN (간호학석사)
- 1998년 2월 : 부산대학교 대학원 간호학과 (간호학박사)
- 2003년 2월 ~ 2003년 8월 : University of Washington (WA), School of Nursing, Visiting scholar (Postdoctoral fellowship)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 간호학과 조교수

<관심분야>
성인간호학, 중환자 간호, 근거중심간호

김 주 성(Ju-Sung Kim) [정회원]



- 1996년 2월 : 부산대학교 의과대학 간호학과 (간호학석사)
- 2002년 2월 : 부산대학교 의과대학 간호학과 (간호학박사)
- 2004년 1월 ~ 2005년 12월 : University of Illinois at Chicago(USA), postdoctoral research fellow
- 2006년 3월 ~ 현재 : 신라대학교 간호학과 조교수

<관심분야>
만성질환자관리