

## 한국여성의 골밀도와 운동과의 관계

이희자

계명대학교 가정대학 식품영양학과

### The Relationship of Exercise to Bone Mineral Density of Korean Women in Taegu

Lee, Hee Ja

*Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Taegu, Korea*

#### ABSTRACT

The relationship between exercise and bone mineral density(BMD) was investigated in 153 healthy women. The BMD of lumbar spine, femur(neck, ward's triangle, trochanter) and total body was determined by dual energy X-ray absorptiometry in a group subjects(65) aged 19~59 years who had been exercising(swimming or aerobic dancing) regularly for at least 2 years as well as in a similar group of nonexercising control subjects(88). Weight, height, total lean body mass(=weight-total fat body mass-bone mineral content), animal and meat Ca, Ca index, energy expenditure, BMD, PYD/Cr were significantly higher in the exercisers than the controls. There were significantly negative correlations between age, ALP and osteocalcin and BMD, but significantly positive correlations between weight, BMI, total fat body mass and total lean body mass and BMD. Stepwise multiple regression analysis revealed that total lean body mass may be a better independent predictor to BMD than total fat body mass. The nutrient intakes were more closely related to BMD in the exercisers than the controls, but energy expenditure was more closely related to BMD in the controls than the exercisers. Stepwise multiple regression analysis revealed that BMD was closely related to menopause, osteocalcin, age, weight in both groups but energy intake in the exercisers alone, energy expenditure in controls alone. In premenopausal women, the exercisers had significantly greater BMD than the controls. But, in postmenopausal women, no significant difference between two groups was detected. When compared to BMD of the subjects with same age range to minimize the effect of age, aerobic dancing appears to be capable of exerting a positive effect on BMD in a group of subjects aged 19~44. However, no relationship of the swimming to BMD could be identified in a group of subjects aged 37~59. The results of this study suggest that the usefulness of exercising appears to be significantly greater in premenopausal women than postmenopausal women and weight bearing activity, aerobic dancing is associated with increasing BMD at the weight bearing sites and could be beneficial in the prevention of bone loss. But the usefulness of swimming on bone should be further investigated. (*Korean J Nutrition* 29(7) : 806~820, 1996)

**KEY WORDS :** bone mineral density(BMD) · exercise · aerobic dancing · swimming · energy expenditure.

## 서 론

골량의 감소는 연령의 증가와 연관이 높으며 특히 여성에게 있어서 폐경은 골량을 감소시켜 골절 위험성을 증가시킨다. 골재형성(bone remodeling) 및 골밀도는 유전적, 생리적 요인 및 여러 환경인자 등에 의해 많은 영향을 받는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 선행연구<sup>2)</sup>에서도 골밀도에 미치는 환경인자 중 에너지 소비량의 영향이 영양소의 영향보다 크게 나타났고 활동의 강도와 지속시간 및 체중은 에너지 소비량에 많은 영향을 미치는 것임을 알 수 있었으므로 운동군과 비운동군으로 나누어 신체활동량 및 골밀도를 측정하여 신체 활동량이 골밀도에 유리한 영향을 미치는지 검증할 필요성이 있었다. 활발한 신체 활동이 골격의 건강을 유지하는데 있어서 매우 중요하다는 것은 일반적으로 인정하는 바이지만, 이런 연구들의 대부분이 신체활동을 평가하는데 있어서 현재의 신체활동 수준을 측정하는 범주를 넘지 못하고 있는 실정이며, 국내에서는 그러한 연구도 소수에 불과하다<sup>3)</sup><sup>4)</sup>. 더욱이 어떤 운동이 골소실을 막고 골다공증을 예방하는데 가장 좋은지는 확실치 않다. 운동이 골밀도에 미치는 영향에 관한 연구 결과들이 다소 일치하지 않는 것은 연령, 성별, 성호르몬 상태, 운동의 종류와 강도, 지속기간 및 골격의 측정 부위에 따라 많은 차이가 있었기 때문이었다. 그러나 체중부하 운동이 골격에 유리한 영향을 미치는 운동으로 많이 제시되고 있다<sup>5)~7)</sup>. 이 말을 바꾸어 보면 수영은 골소실이나 골다공증을 예방하는데 있어 효과적인 방법이 되지 못한 것으로 보여진다. 요즘 우리나라에서도 수영장이 많이 생기고 있고 수영은 노인이나 체중부하 운동을 할 수 없는 환자들에게 상대적으로 안전한 운동이기 때문에 수영이 골소실을 예방하고 치료하는데 효과가 있는지 여부를 확인할 필요가 있다. 또한 여성들이 손쉽게 많이 하고 있는 에어로빅 무용(체조) 역시 골다공증 예방에 효과가 있는지 확인할 필요가 있으나, 우리 나라 사람을 대상으로 한 운동과 골밀도에 관한 연구는 찾기 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 2년 이상 동안 운동을 지속적으로 해온 여성들 대상으로 이중 에너지 방사선 콜밀도 측정기로 체중이 실리는 부위인 요추와 대퇴골 및 전신의 골밀도를 측정하여 지속적인 운동이 한국 여성의 골격 부위에 따른 골밀도 및 골지표에 영향을 미치는지를 파악하고, 운동이 생리 상태에 따라 골밀도에 미치는 정도에 차이가 있는지를 파악하기 위해 폐경 전과 폐경 후로 나누어 분석하고자 한다. 그리고 요즘 많은 여성들이 하고 있는 운동 중 전형적인 비체중부하 운동인 수영과 체중부하 운동

인 에어로빅 무용(체조)이 체조성, 골밀도 및 골지표에 유리한 영향을 미치는지를 파악하여 골다공증의 예방 및 치료를 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 조사 대상

대구시에 거주하는 19~59세의 여성 중 예비조사를 통하여, 자궁이나 난소를 적출하여 폐경이 된 여성, 단순 척추 방사선 검사상 압박 골절이 있는 여성, 내분비 대사성 질환이나 혹은 만성 질환이 있는 경우, 호르몬 치료 등으로 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용한 과거력이 있는 여성은 대상에서 제외하고 이 연구에 협조적인 건강한 여성 153명을 선정하여 조사하였다. 운동군은 1시간 이상 주 5회 정도 2년 이상 동안 지속적으로 운동을 해온 사람으로 구성하였으며, 대조군은 지속적으로 운동을 하지 않은 사람으로 구성하였다.

### 2. 질문지의 작성 및 구성

본 연구에서 사용한 질문지는 개인별 면담으로 조사하였다. 조사 대상자의 영양 섭취 조사는 선행 연구<sup>2)</sup>에서 와 같이 문수제 등<sup>8)</sup>에 의해 한국인에게 적용될 수 있도록 고안된 간이 영양 섭취 조사 방법(convenient method)을 사용하였고, 칼슘 평가를 보완하기 위하여 Ca index를 구하였다.

에너지 소비량(energy expenditure, EE)을 구하기 위하여 한국인의 영양 권장량(6차 개정, 1995)에 따라서 평상시 24시간 동안의 활동 내용 및 7 단계로 나누어진 활동 상태에 따른 소비 시간량을 측정하기 위하여 설문지를 자가 기록하게 한 후, 한국인의 영양 권장량(6차 개정, 1995, 활동 종류별 에너지 소요량)에서 제시한 활동 상태에 따른 해당 에너지 소비량 가중치(kcal/kg/hr)를 곱하여 하루 중 활동 및 에너지 소비량(kcal/kg/day)을 구하였고, 여기에 체중을 곱하여 1일 에너지 소비량(kcal/day)을 산출하였다.

### 3. 신체 계측, 체조성 및 골밀도 측정

신장, 체중, 허리와 엉덩이 둘레를 오전 9시경에 측정하였다. 이중 에너지 방사선 콜밀도 측정기(dual energy X-ray absorptiometry, DEXA : Lunar Radiation corp., Madison, Wisconsin, U.S.A)를 이용하여 체조성 {체중(g)=체지방량(g)+체지방량(g)+골량(g)}을 측정하여 체지방률(체지방량/(체지방량+체지방량)\*100%)을 산출하였고, 체중이 실리는 부위인 요추(lumbar spine, LS)와 대퇴골의 세 부위 즉 대퇴경부(femoral neck, FN), ward's triangle(WT), 대퇴전

자부(trochanter, TC) 및 전신(total body, TB)의 골밀도를 측정하였다. 요추 골밀도는 전후면 투영(Anteroposterior projection, AP)으로 측정하였고, 요추 골밀도로 표현되는 수치는 제2요추에서 제4요추까지의 골밀도의 평균 수치를 사용하였다.

#### 4. 혈액, 요 채취 및 분석

검사 전날부터 10시간 정도 금식을 시킨 후 다음날 아침 첫 소변을 채취하여 냉동 보관(-20°C)하였다. 오전 8시경 공복상태에서 전주정맥에서 1인당 10ml 채혈하여 2500rpm에서 원심 분리(Vision scientific Co., LTD, Korea)한 후 상층액을 분리하여 냉동 보관(-20°C)후 사용하였다.

혈청 내에 있는 ALP(alkaline phosphatase)는 PNPP, AMP(IFCC, Bower-Mc-Comb)법<sup>9)</sup>에 의해서 측정하였다. 혈청 내에 있는 osteocalcin은 immunoradiometric assay(IRMA) kit(#40~2235) (Immutopics Inc., CA., U.S.A)를 사용하여 gamma counter(ICN Co., 4/600 HE model, Alabama, U.S.A)로 측정하였다<sup>10)</sup>.

Pyridinoline(PYD)과 creatinine(Cr)은 collagen crosslink kit(Metra Biosystems Inc., CA., U.S.A)를 이용하여 공복시 첫 요에서 측정하여, 이들 사이의 비를 구하므로써 콜라겐 교차 결합률 값을 얻었다(PYD/Cr). Pyridinoline 분석은 ELISA법<sup>11)</sup>에 의해서, creatinine 분석은 modified Jaffe법<sup>12)</sup>에 의해서 측정하였다.

#### 5. 자료 처리 및 분석방법

평균과 표준편차를 구하고, 유의성 검증은 t-test 및 one-way ANOVA를 사용하였으며, 다중 범위 비교(multiple range tests)는 Duncan test를 이용하였다. 골밀도와 여러 변수와의 상관성은 Pearson의 correlation coefficient로 구하였다. 골밀도와 관련인자의 상관성을 검토함에 있어 연령에 대한 차이를 배제하고 분석(Partial correlation coefficient)하였다. 단계적 다중 회귀 분석(multiple regression analysis, stepwise method)을 통하여 골밀도에 미치는 상대적인 강도를 측정하였다. 이상의 모든 통계 분석은 SPSS 통계 Package Program을 사용하였고 유의수준은 0.05미만으로 하였다.

### 연구 결과

#### 1. 조사 대상자들의 실태 조사 결과

##### 1) 인구학적인 특성

조사 대상자의 연령 분포는 19세부터 59세까지로 총

153명의 여성으로 구성되었으며 연령의 영향을 가능한 줄이기 위하여 운동군과 대조군의 연령 분포를 제한하여 모두 동일하게 하였고, 평균 연령은 운동군이 39.58±12.26세 대조군이 39.99±12.04세로 통계적으로 유의적인 차이가 없었다(Table 1). 운동군 중에서 수영을 2년 이상 지속적으로 해 온 대상자는 32명이었고, 에어로빅 체조를 2년 이상 지속적으로 해 온 대상자는 33명이었다. 폐경 후 여성은 운동군이 15명, 대조군은 20명으로 유의적인 차이가 없었다.

#### 2) 신체계측 및 체조성의 비교

신장과 체중은 운동군이 대조군보다 유의하게 더 높았으나, BMI(body mass index) 와 WHR(waist/hip)은 유의적인 차이가 없었다. 제지방량([TLBM(g)=weight(g)-TFBM(g)-bone mineral content(g)])은 운동군이 대조군보다 유의하게 더 높았고, 체지방률과 체지방율([TFBM/(TFBM+TLBM)\*100]) 역시 운동군이 대조군보다 높았으나 유의성은 없었다(Table 1).

#### 3) 골지표의 비교

골형성 지표인 ALP와 osteocalcin은 유의성은 없었으나 대조군이 운동군보다 높았다. 골흡수 지표인 PYD/Cr은 대조군이 운동군보다 유의하게 더 높았다(Table 1).

#### 4) 골밀도의 비교

요추, 대퇴경부, ward's triangle 및 전신의 골밀도는 운동군이 대조군보다 유의하게 더 높았으며, 대퇴전자부 골밀도는 대조군이 운동군보다 높았으나 유의성은 없었다(Table 1).

#### 5) 영양소 섭취 및 Ca index의 비교

각 영양소별로 살펴볼 때 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보인 영양소는 동물성 칼슘, 우유 칼슘으로 운동군의 섭취량이 대조군보다 더 많았다(Table 2). 식물성 칼슘 섭취량은 유의성은 없었으나 대조군이 운동군보다 많았고, 총 칼슘 섭취량 중 흡수율이 낮은 식물성 식품으로 부터 섭취하는 비율은 운동군이 68%, 대조군이 74% 이었다. Ca index는 운동군이 대조군보다 유의하게 더 높았다.

#### 6) 에너지 소비량의 비교

1일 에너지 소비량(kcal/day)은 운동군이 대조군보다 유의하게 더 높았다(Table 2).

#### 2. 골밀도와 여러 영향인자와의 관련성

##### 1) 골밀도와 연령과의 상관관계

운동군에서 연령과 골밀도간에는 모든 부위에서 유의

**Table 1.** Age, physical characteristics, bone marker, bone mineral density of the groups (age range ; 19-59)

Variable	Controls (n=88)		Exercisers (n=65)		P value
	Mean	SD	Mean	SD	
Age(yr)	39.99	12.04	39.58	12.26	NS
Height(cm)	155.74	5.33	158.05	4.93	.007
Weight(kg)	54.31	7.50	58.42	.69	.001
BMI( $kg/m^2$ )	22.46	3.40	23.38	2.51	NS
WHR	.79	.07	.79	.05	NS
TFBM(g)	16538	5720	18048	5128	NS
TLBM(g)	34956	2815	36774	5347	.007
Fat%	31.4	6.5	32.9	8.9	NS
ALP(IU/l)	61.9023	20.023	57.0323	23.788	NS
Osteocalcin( $mg/ml$ )	4.4582	1.954	4.1294	1.896	NS
PYD/Cr( $nmol/nmolCr$ )	82.2849	112.476	39.0105	18.312	.000
BMD( $g/cm^2$ )	LS	.1125	.152	.177	.005
	FN	.8581	.142	.146	.010
	WT	.7850	.173	.184	.022
	TC	.8105	.162	.148	NS
	TB	1.1102	.084	.111	.018

BMI : body mass index

WHR : waist/hip circumference

TFBM : total fat body mass

TLBM : total lean body mass

ALP : alkaline phosphatase

PYD/Cr : pyridinoline/creatinine

BMD : bone mineral density

LS : lumbar spine

FN : femoral neck

WT : ward's triangle

TC : trochanter

TB : total body

TLBM(g)=weight(g)-TFBM(g)-bone mineral content(g)

Fat%=[TFBM / (TFBM+TLBM) \* 100]

**Table 2.** Nutrient intake, Ca index, energy expenditure of the groups

(age range ; 19-59)

Variable	Controls (n=88)		Exercisers (n=65)		P value
	Mean	SD	Mean	SD	
<b>Daily nutrient intake</b>					
Energy(kcal)	1890	370	1943	560	NS
CHO %kcal	63	7	64	9	NS
(g)	296	57	309	91	NS
Protein %kcal	17	17	17	3	NS
(g)	80	21	82	31	NS
animal	29	11	33	18	NS
plant	51	15	49	18	NS
Fat %kcal	20	5	19	7	NS
(g)	43	15	42	21	NS
Calcium (mg)	762	183	757	217	NS
animal Ca	198	79	239	108	.008
dairy	95	66	124	74	.014
meat	103	47	115	75	NS
plant Ca	564	156	518	162	NS
Iron(mg)	17.8	4.5	17.7	5.7	NS
Vit A (R.E)	1366	385	1308	428	NS
Vit B <sub>1</sub> (mg)	1.0	.2	1.1	.3	NS
Vit B <sub>2</sub> (mg)	1.2	.4	1.2	.5	NS
Niacin(mg)	19.3	3.8	19.4	5.8	NS
Vit C (mg)	54.4	17.2	58.3	19.4	NS
<b>Ca index</b>					
Ca index	207	65	232	82	.040
<b>Energy expenditure</b>					
EE (kcal)	2229	393	2366	320	.022

Ca index : Ca intake \* frequency CHO : Carbohydrate EE : energy expenditure

적인 음의 상관관계를 나타내었으나, 대조군에서는 요추와 ward's triangle, 대퇴경부에서만 유의적인 음의 상관관계를 나타내었다(Table 3). 따라서 골밀도와 연령간에는 대체로 상관성이 있으므로 이후부터 골밀도와 관련인자를 검토할 때에는 연령을 통제하고 분석하였다.

## 2) 골밀도와 골지표와의 상관관계

운동군에서 골형성 지표(ALP, osteocalcin)는 요추와 대퇴경부, ward's triangle, 전신골밀도와 유의적인 음의 상관관계를 나타내었으나, 골흡수 지표(PYD/Cr)는 모든 부위의 골밀도와 유의적인 상관관계를 나타내지 않았다.

대조군에서도 골형성 지표(ALP, osteocalcin)는 요추와 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도와 유의적인 음의 상관관계를 나타내었고, 골흡수 지표(PYD/Cr)는 요추 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다(Table 4).

## 3-1) 골밀도와 신체측정치 및 체조성과의 상관관계

운동군에서 신장은 대퇴경부 골밀도와 유의적인 양의

상관관계를 나타내었으며, 체중과 BMI는 요추와 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으나 WHR은 어느 부위와도 유의적인 상관관계를 나타내지 않았다. 체지방량은 요추와 대퇴경부, 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고, 제지방량은 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으나 체지방율은 어느 부위와도 유의적인 상관관계를 나타내지 않았다.

대조군에서 신장은 어느 부위와도 유의적인 상관관계를 나타내지 않았으며, 체중과 BMI는 요추와 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으며 WHR은 모든 부위의 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다. 체지방량, 제지방량 및 체지방율은 요추와 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다(Table 4).

## 3-2) 골밀도와 체지방량 및 제지방량과의 다중 회귀 분석

체지방량 및 제지방량 중 골밀도에 미치는 상대적인 강도를 알기 위해서 다중 회귀 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같으며, model은 적합하였다. 운동군에서 요

**Table 3.** Correlation coefficients(r) between age and bone mineral density in groups (age range ; 19 – 59)

Group	LS	FN	WT	TC	TB
Controls	-.48***	-.16 <sup>NS</sup>	-.36***	-.23*	-.20 <sup>NS</sup>
Exercisers	-.44***	-.55***	-.58***	-.45***	-.46***

\*p < .05 \*\*\* p < .001 NS : not significant

**Table 4.** Age adjusted partial correlation coefficients(r) of physical characteristics and bone marker with bone mineral

Group	Variable	LS	FN	WT	TC	TB
Controls	Height	.08 <sup>NS</sup>	.08 <sup>NS</sup>	.02 <sup>NS</sup>	.09 <sup>NS</sup>	-.02 <sup>NS</sup>
	Weight	.48***	.49***	.45***	.19 <sup>NS</sup>	.61***
	BMI	.43***	.46***	.44***	.17 <sup>NS</sup>	.62***
	WHR	.24*	.40***	.36***	.22*	.43***
	TFBM	.47***	.48***	.46***	.16 <sup>NS</sup>	.60***
	TLBM	.34***	.36***	.30**	.20 <sup>NS</sup>	.41***
	Fat%	.40***	.39***	.41***	.05 <sup>NS</sup>	.53***
	ALP	-.32**	-.29**	-.33**	-.09 <sup>NS</sup>	-.37***
	Osteocalcin	-.38***	-.31**	-.33**	-.10 <sup>NS</sup>	-.50***
	PYD/Cr	.22*	.08 <sup>NS</sup>	.13 <sup>NS</sup>	-.01 <sup>NS</sup>	.19 <sup>NS</sup>
Exercisers	Height	.13 <sup>NS</sup>	.26*	.09 <sup>NS</sup>	.11 <sup>NS</sup>	.13 <sup>NS</sup>
	Weight	.31**	.40***	.27*	.14 <sup>NS</sup>	.41***
	BMI	.30*	.33**	.27*	.11 <sup>NS</sup>	.41***
	WHR	.20 <sup>NS</sup>	.16 <sup>NS</sup>	.19 <sup>NS</sup>	.11 <sup>NS</sup>	.23 <sup>NS</sup>
	TFBM	.26*	.26*	.22 <sup>NS</sup>	.05 <sup>NS</sup>	.39***
	TLBM	.22 <sup>NS</sup>	.23 <sup>NS</sup>	.10 <sup>NS</sup>	.11 <sup>NS</sup>	.26*
	Fat%	.10 <sup>NS</sup>	.16 <sup>NS</sup>	.19 <sup>NS</sup>	.03 <sup>NS</sup>	.20 <sup>NS</sup>
	ALP	-.64***	-.31**	-.38**	-.19 <sup>NS</sup>	-.62***
	Osteocalcin	-.58***	-.39**	-.42***	-.19 <sup>NS</sup>	-.62***
	PYD/Cr	-.11 <sup>NS</sup>	.03 <sup>NS</sup>	-.10 <sup>NS</sup>	.01 <sup>NS</sup>	-.11 <sup>NS</sup>

\* p < .05 \*\*p < .01 \*\*\*p < .001 NS : not significant

추, 대퇴경부, ward's triangle, 전신 골밀도에는 제지방량이 양의 영향을 나타내었다.

대조군에서 요추, ward's triangle 골밀도에는 제지방량이 양의 영향을 나타내었으며, 대퇴경부, 전신의 골밀도에는 체지방량 및 제지방량이 양의 영향을 나타내었으나 그 영향 정도는 제지방량이 더 커졌다.

이상의 결과에서 제지방량은 운동 유무에 관계없이 골밀도에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### 4) 골밀도와 영양소 섭취 및 Ca index와의 상관관계

운동군에서 에너지 섭취량, 총 단백질, 식물성 단백질, 지방, 나이아신은 대퇴경부 및 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으며, 탄수화물, 단백질% kcal는 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었고, 동물성 단백질, 육류 칼슘, 철분은 대퇴경부 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다.

대조군에서 식물성 칼슘은 대퇴전자부 골밀도와 유의

**Table 5.** Multiple linear regression models predicting skeletal densities at selected sites, using total fat body mass(TFBM) and total lean body mass(TLBM)  
(age range ; 19-59)

Site	Predictors	B	SE B	$\beta$	sigT	R <sup>2</sup>
Controls						
LS	TLBM	1.56E-05	5.64E-06	.2866	.0071	.082
	Constant	.5693	.1976		.0050	
FN	TLBM	1.45E-05	5.39E-06	.2880	.0085	.191
	TFBM	5.74E-06	2.65E-06	.2316	.0331	
	Constant	.2560	.1755		.1484	
WT	TLBM	1.85E-05	6.31E-06	.3013	.0043	.091
	Constant	.1382	.2214		.5343	
TB	TLBM	8.94E-06	3.08E-06	.2994	.0047	.248
	TFBM	4.31E-06	1.51E-06	.2936	.0055	
	Constant	.7263	.1003		.0000	
Exercisers						
LS	TLBM	1.09E-05	3.94E-06	.3291	.0074	.108
	Constant	.7873	.1464		.0000	
FN	TLBM	9.87E-05	3.21E-06	.3632	.0032	.132
	Constant	.5564	.1195		.0000	
WT	TLBM	9.27E-05	4.17E-06	.2715	.0300	.074
	Constant	.5111	.1552		.0016	
TB	TLBM	7.53E-05	2.43E-06	.3639	.0029	.132
	Constant	.8711	.0902		.0000	

**Table 6.** Age adjusted partial correlation coefficients(r) of nutrients intake, Ca index and energy expenditure with bone mineral density  
(age range ; 19-59)

Group	Variable	LS	FN	WT	TC	TB
Controls	Plant Ca	.15 <sup>NS</sup>	.14 <sup>NS</sup>	.12 <sup>NS</sup>	.21*	.14 <sup>NS</sup>
	Vit B <sub>1</sub>	.24*	.10 <sup>NS</sup>	.07 <sup>NS</sup>	.07 <sup>NS</sup>	.25*
	EE	.35***	.47***	.41***	.18 <sup>NS</sup>	.47***
Exercisers	Energy	.24 <sup>NS</sup>	.32**	.24 <sup>NS</sup>	.24 <sup>NS</sup>	.31**
	CHO(g)	.24 <sup>NS</sup>	.22 <sup>NS</sup>	.18 <sup>NS</sup>	.21 <sup>NS</sup>	.25*
	Protein(%)	.15 <sup>NS</sup>	.17 <sup>NS</sup>	.12 <sup>NS</sup>	.14 <sup>NS</sup>	.26*
	(g)	.21 <sup>NS</sup>	.30*	.22 <sup>NS</sup>	.22 <sup>NS</sup>	.30*
	Animal	.15 <sup>NS</sup>	.25*	.16 <sup>NS</sup>	.16 <sup>NS</sup>	.21 <sup>NS</sup>
	Plant	.21 <sup>NS</sup>	.27*	.22 <sup>NS</sup>	.22 <sup>NS</sup>	.31*
	Fat(g)	.14 <sup>NS</sup>	.33**	.23 <sup>NS</sup>	.20 <sup>NS</sup>	.25*
	Meat Ca	.14 <sup>NS</sup>	.26*	.17 <sup>NS</sup>	.16 <sup>NS</sup>	.19 <sup>NS</sup>
	Iron	.14 <sup>NS</sup>	.26*	.15 <sup>NS</sup>	.22 <sup>NS</sup>	.24 <sup>NS</sup>
	Niacin	.22 <sup>NS</sup>	.27*	.20 <sup>NS</sup>	.23 <sup>NS</sup>	.27*
	EE	.14 <sup>NS</sup>	.19 <sup>NS</sup>	.12 <sup>NS</sup>	.07 <sup>NS</sup>	.27*

\*p<.05   \*\*p<.01   \*\*\*p<.001   NS : not significant   CHO : Carbohydrate   EE : Energy expenditure

적인 양의 상관관계를 나타내었으며, 티아민은 요추 및 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다 (Table 6).

### 5) 골밀도와 에너지 소비량과의 상관 관계

운동군에서 에너지 소비량은 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으나, 대조군에서 에너지 소비량은 요추와 대퇴경부, ward's triangle 및 전신 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다(Table 6).

### 6) 골밀도와 여러 영향인자와의 다중 회귀 분석

골밀도와 상관성을 보이는 여러 영향인자들 등 어느 요인이 가장 커다란 영향을 미치는지를 검토하기 위해 실시한 다중 회귀 분석 결과는 Table 7과 같으며 모든 model의 적합성 여부를 검증한 결과 모두 적합하였다. 표본수가 비교적 작은 반면에 보고자 하는 관련성 있는 변수가 많을 경우 stepwise model 변수의 기준을 entry 0.1 이하로 하고 removal 0.15 이상으로 하는 것이 가능한 많은 유의적인 변수를 찾아낼 수 있으므로 골밀

**Table 7.** Multiple linear regression analysis of factors at five skeletal sites

Group	site	Independent variable	B	SE B	$\beta$	SigT	(age range ; 19 - 59) $R^2$
Controls	LS	Menopause(no : yes)	-.1536	.0396	-.4275	.0002	.500
		Weight	.0076	.0018	.3722	.0001	
		Age	-.0042	.0015	-.3356	.0063	
		Constant	.9049	.0870		.0000	
FN	FN	Weight	.0049	.0024	.2592	.0441	.336
		Menopause(no : yes)	-.1290	.0301	-.3834	.0000	
		EE	9.06E - 05	4.58E - 05	.2512	.0510	
		Constant	.4192	.0926		.0000	
WT	WT	Menopause(no : yes)	-.0790	.0505	-.1926	.1217	.374
		EE	8.47E - 05	5.45E - 05	.1927	.1239	
		Age	-.0061	.0019	-.4216	.0023	
		Weight	.0073	.0030	.3159	.0189	
TC	TC	Constant	.4608	.1108		.0001	
		Menopause(no : yes)	-.1001	.0409	-.2563	.0166	.066
		Constant	.8324	.0191		.0000	
		Osteocalcin	-.0084	.0040	-.1951	.0405	
TB	TB	Weight	.0054	8.67E - 04	.4827	.0000	.538
		Menopause(no : yes)	-.0833	.0185	-.4175	.0000	
		Constant	.8728	.0537		.0000	
		Menopause(no : yes)	-.1979	.0407	-.4747	.0000	
Exercisers	LS	Osteocalcin	-.0343	.0091	-.3679	.0004	.494
		Constant	1.3755	.0386		.0000	
		Age	-.0067	.0011	-.5578	.0000	
		Weight	.0048	.0022	.2260	.0309	
FN	FN	Energy intake	5.97E - 05	2.41E - 05	.2291	.0160	.505
		Osteocalcin	-.0156	.0079	-.2037	.0522	
		Constant	.8541	.1517		.0000	
		Age	-.0086	.0014	-.5634	.0000	
WT	WT	Osteocalcin	-.0316	.0090	-.3280	.0009	.483
		Energy intake	5.43E - 05	3.06E - 05	.1658	.0815	
		Constant	1.2144	.0875		.0000	
		Age	-.0058	.0014	-.4717	.0001	
TC	TC	Energy intake	5.74E - 05	2.93E - 05	.2177	.0546	.252
		Constant	.9194	.0762		.0000	
		Osteocalcin	-.0309	.0050	-.5301	.0000	
		Age	-.00397	.75E - 05	-.4334	.0000	
TB	TB	Energy intake	4.35E - 05	1.69E - 05	.2206	.0127	.559
		Constant1	.3458	.0481		.0000	

Multiple linear regression models predicting skeletal densities at selected sites, using age, weight, WHR, osteocalcin, menopause, energy, protein, calcium intake and energy expenditure(EE)

**Table 8.** Characteristics of exercising and control women by menstrual status

(age range ; 19-59)

Variable	Controls		Exercisers		P value
	Mean	SD	Mean	SD	
Premenopausal women		(n=68)		(n=50)	
BMD(g/cm <sup>2</sup> ) LS	1.1639	.125	1.2472	.116	.000
FN	.8840	.128	.9552	.137	.004
WT	.8255	.157	.9035	.163	.010
TC	.8324	.165	.8354	.147	NS
TB	1.1323	.075	1.1808	.087	.002
Bone marker					
ALP (IU/l)	55.95	14.52	50.52	13.79	.043
Osteocalcin(mg/ml)	3.86	1.57	3.74	1.22	NS
PYD/Cr(nmol/nmolCr)	85.73	113.83	39.71	20.35	.006
Postmenopausal women		(n=20)		(n=15)	
BMD(g/cm <sup>2</sup> ) LS	.9405	.098	.9908	.205	NS
FN	.7700	.155	.7919	.105	NS
WT	.6473	.155	.6694	.131	NS
TC	.7323	.126	.6914	.086	NS
TB	1.0349	.068	1.0383	.114	NS
Bone marker					
ALP (IU/l)	82.15	23.10	78.73	35.57	NS
Osteocalcin(mg/ml)	6.50	1.79	5.44	2.98	NS
PYD/Cr(nmol/nmolCr)	73.56	109.76	36.69	8.72	NS

ALP : alkaline phosphatase

PYD/Cr : pyridinoline/creatinine

BMD : bone mineral density

LS : lumbar spine

WT : ward's triangle

TC : trochanter

FN : femoral neck

TB : total body

도에 대한 여러 영향인자들의 다중 회귀 분석시에 변수의 기준을 entry 0.1 이하로 하고 removal 0.15 이상으로 하여 분석하였다. 운동군의 경우 요추 골밀도에는 폐경 유무, osteocalcin이, 대퇴경부 골밀도에는 연령, 체중, 에너지 섭취량, osteocalcin이, ward's triangle 골밀도에는 연령, osteocalcin이, 대퇴전자부 골밀도에는 연령, 에너지 섭취량이, 전신 골밀도에는 osteocalcin, 연령, 에너지 섭취량이 주요 영향을 미치는 요인되었다( $p < .05$ ).

대조군의 경우 요추 골밀도에는 폐경 유무, 체중, 연령이, 대퇴경부 골밀도에는 체중, 폐경 유무, 에너지 소비량이, ward's triangle 골밀도에는 연령, 체중이, 대퇴전자부 골밀도에는 폐경 유무가, 전신 골밀도에는 osteocalcin, 체중, 폐경 유무가 주요 영향을 미치는 요인되었다( $p < .05$ ).

### 3 폐경과 운동 유무 및 종류에 따른 골밀도, 골자표의 비교

#### 1) 폐경 및 운동 유무에 따른 비교

폐경 전 여성에서 요추와 대퇴경부, ward's triangle 및 전신의 골밀도는 운동군이 대조군보다 유의하게 높았다. 골형성 지표인 ALP와 골흡수 지표인 PYD/Cr은 대

조군이 운동군보다 유의하게 더 높았다. 폐경 후 여성에서는 두 군간에 유의적인 차이가 없었다(Table 8).

#### 2) 운동의 종류에 따른 비교

운동의 종류에 따라서 골밀도의 차이가 있는지를 알아보기 위해 운동군을 운동 종류에 따라 나누어 비교한 결과 에어로빅 체조군의 모든 부위의 골밀도가 유의하게 가장 높았고, 수영군과 대조군에 있어서는 유의적인 차이는 없었다. 이 경우 운동군과 대조군의 연령 분포는 동일하였으나 수영군(37~59세)과 에어로빅 무용군(19~44세)의 연령 분포에는 다소 차이가 있어서 연령이 세군간에 모두 유의적인 차이가 있었다( $p < .001$ ). 선행 논문<sup>2)</sup>에서 뿐만 아니라 본 연구에서도 연령이 골밀도에 미치는 영향은 크므로 연령의 영향을 최대한 배제하고 운동의 종류가 골밀도에 미치는 영향 유무를 알아보기 위해서 연령 분포를 똑같이 하여 비교 분석하였다. 수영군(37~59세)과 대조군(37~59세)을 비교한 결과 골밀도에는 유의적인 차이가 없었으나, 골흡수 지표는 대조군이 유의하게 높았다(Table 9). 에어로빅 무용군(19~44세)과 대조군(19~44세)을 비교한 결과 골밀도, 신장, 체중, BMI, 체지방 및 제지방량, 에너지 소비량에 있어서 에어로빅 무용군이 유의하게 높았으나 골흡수 지표는

**Table 9.** Characteristics of nonexercising and swimming women

Variable	Nonexercisers (n=49)		Swimmers (n=32)		(age range ; 37-59) P value	
	Mean	SD	Mean	SD		
Age(yr)	49.29	6.40	49.97	.591	NS	
Height(cm)	153.59	4.70	156.56	4.38	.006	
Weight(kg)	57.45	8.10	58.50	7.29	NS	
BMI( $kg/m^2$ )	24.34	3.18	23.84	2.58	NS	
TFBM(g)	19516	5624	19063	4899	NS	
TLBM(g)	35107	2829	35526	6666	NS	
Fat%	35.10	5.08	35.39	10.31	NS	
ALP (IU/l)	68.84	21.65	64.25	28.39	NS	
Osteocalcin(mg/ml)	4.69	2.35	4.33	2.38	NS	
PYD/Cr(nmol/nmolCr)	80.92	122.52	35.60	8.58	.013	
BMD( $g/cm^2$ )	LS FN WT TC TB	1.0696 .8561 .7533 .7922 1.1077	.166 .145 .166 .121 .098	1.1287 .8532 .7611 .7495 1.1103	.202 .130 .163 .121 .118	NS NS NS NS NS
Energy intake(kcal)	1966	355	2008	525	NS	
Protein(g)	84	22	83	27	NS	
Calcium(mg)	805	179	760	204	NS	
EE(kcal)	2334	417	2305	305	NS	

BMI : body mass index

EE : energy expenditure.

TFBM : total fat body mass

TLBM : total lean body mass

ALP : alkaline phosphatase

PYD/Cr : pyridinoline/creatinine

BMD : bone mineral density

LS : lumbar spine

FN : femoral neck

WT : ward's triangle

TC : trochanter

TB : total body

**Table 10.** Characteristics of nonexercising and aerobic dancing women

(age range ; 19-44)

Variable	Nonexercisers (n=52)		Aerobic dancers (n=33)		P value	
	Mean	SD	Mean	SD		
Age(yr)	31.56	7.40	29.52	7.38	NS	
Height(cm)	157.27	5.01	159.48	5.06	.052	
Weight(kg)	51.87	5.13	58.33	6.54	.000	
BMI( $kg/m^2$ )	21.02	2.56	22.94	2.40	.001	
TFBM(g)	14330	4435	17063	5226	.012	
TLBM(g)	34735	2872	37983	3327	.000	
Fat%	28.74	5.95	30.51	6.45	NS	
ALP (IU/l)	53.79	13.86	50.03	15.77	NS	
Osteocalcin(mg/ml)	3.92	1.26	3.94	1.29	NS	
PYD/Cr(nmol/nmolCr)	109.84	137.01	42.32	24.01	.001	
BMD( $g/cm^2$ )	LS FN WT TC TB	1.1675 .8765 .8407 .8326 1.1236	.1172 .105 .1609 .1804 .0687	1.2455 .9818 .9380 .8550 1.1843	.1278 .1341 .1614 .1543 .0899	.05 .001 .008 NS .001
Energy intake(kcal)	1823	348	1881	594	NS	
Protein(g)	75	21	81	34	NS	
Calcium(mg)	726	190	754	232	NS	
EE(kcal)	2143	344	2426	328	.000	

BMI : body mass index

EE : energy expenditure.

TFBM : total fat body mass

TLBM : total lean body mass

ALP : alkaline phosphatase

PYD/Cr : pyridinoline/creatinine

BMD : bone mineral density

LS : lumbar spine

WT : ward's triangle

TC : trochanter

FN : femoral neck

TB : total body

대조군이 유의하게 높았다(Table 10).

이상의 결과 운동의 유무와 종류에 따라 골밀도와 골지표 및 체조성에 미치는 영향은 유의적인 차이가 있었다.

## 고 찰

많은 단편적인 연구<sup>13-15)</sup>에 의하면 운동은 성인 골격에 긍정적인 영향을 미친다고 하며, 이러한 대부분의 결과들은 신체활동 범위가 다양한 운동군과 대조군 사이에 여러 골격 부위의 골량에 있어서 실질적으로 차이가 있음을 보고하였다. Dalen과 Olssen<sup>13)</sup>은 50~59세 남성 cross-country runner(25년 질주 경력)와 3개월간 훈련한 49~59세의 사무직 남성을 비교한 결과 두 집단간의 차이는 말단 해면골 부위에서는 약 20% 이었으나 3번 요추와 대퇴경부에서는 10% 이하이었고, 단기간 활동 군은 3개월 훈련기간 동안 골량을 증가시키지 못했다고 보고하였다. Karlsson 등<sup>14)</sup>은 전문 발레 무용수들의 골밀도를 BMI를 통제한 후 비교한 결과 여성의 경우 대퇴골과 다리에서, 남성은 대퇴경부에서 대조군보다 골밀도가 높았다고 하였다. Brewer 등<sup>15)</sup>은 30~49세 폐경 전 여성 중 훈련 경력이 평균 5년인 장거리 질주 선수들이 대조군보다 중위 요골의 골량이 약 5% 많았으나 원위 요골에서는 유의적인 차이가 없었다고 하였다.

피겨 스케이트<sup>16)</sup>, 운동 참여<sup>15)17-18)</sup>, 저항운동을 겸한 유산소 운동<sup>5)19-20)</sup>, 웨이트 트레이닝<sup>6)21-22)</sup>, 일반적인 신체 활동<sup>23-25)</sup> 등의 활발한 운동 경력을 가진 사람들과 대조군 사이에도 이와 비슷한 차이가 있었다. 이런 변화의 크기는 어떤 골격에 실질적인 도움을 줄 수 있는 운동의 특성, 신체활동의 형태, 강도, 측정부위, 대상자의 성, 생리상태에 따라 다르나 요골에서는 5%<sup>15)</sup>, 요추에서는 10%<sup>20)</sup>, 골반에서는 11%, 다리에서는 4%<sup>16)</sup>, 대퇴전자부 및 대퇴경부에서는 15~16%<sup>22)</sup>의 차이가 있었고 말단 치밀골은 축골격이나 해면골보다 변화가 적었다고 보고하였다. 모든 연구에서 일치하지는 않지만 폐경 전<sup>15)17-21)26-27)</sup>, 과도기<sup>23)28)</sup>, 후<sup>29-31)</sup> 집단에서도 두 군간에 비슷한 차이가 있었다. 본 연구에서도 2년 이상 운동을 지속적으로 해온 운동군의 골밀도가 대조군보다 높게(요추 : +7%, 대퇴경부 : +7%, ward's triangle : +9%, 전신 : +3%) 나타나서 활발한 운동 경력을 가진 사람들 이 대조군보다 골밀도가 높았다는 많은 단편적 연구 결과들을 지지하였다. 1일 에너지 소비량 역시 운동군이 대조군보다 더 높았을 뿐만 아니라 대조군내에서도 에너지 소비량은 대부분의 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었던 점으로 보아 운동 및 활발한 신체활동을

하는 생활양식이 골밀도에 유리함을 알 수가 있었다

그러나 단편적 연구 결과들은 운동이 성인의 골량을 증가시켜준다는 것을 증명하지는 못했다. 대부분의 단편적 연구들은 운동이 시작되기 전의 개인의 골량에 관한 정보가 없고, 골량 비교에 영향을 미칠 수 있는 특별한 활동을 자신의 체격에 의해 스스로 선택할 가능성도 있으므로 골량의 기본 조건에 영향을 미치는 아동기와 청소년기의 신체활동 기록이 일반적으로 없을 뿐만 아니라, 조사 집단에 따라 다를 수 있으므로 엄격한 표본선택이 일반적으로 받아지기 어려운 많은 제한점을 내포하고 있다. 그러나 Slemenda 등<sup>16)</sup>의 연구에 의하면 10~23세 여성 피겨 스케이트 선수들은 대조군보다 체격이 더 약하고 월경불량 상태였으나 상체의 골밀도는 비슷하고 다리와 골반의 골밀도는 더 높았다고 하였다. 이런 차이가 10대 중반까지는 분명치 않았으므로 편파적인 집단에서 피겨 선수를 선택했을 가능성은 없으며, 단편적 연구의 제한점을 통제할 수 있다고 하였다.

모든 연구에서 운동의 긍정적인 효과가 나타난 것은 아니다. Rockwell 등<sup>21)</sup>은 폐경 전 여성에게 주 2회 45분 간씩 웨이트 트레이닝을 실시한 결과 근력은 증가되었음에도 불구하고 요추 골밀도는 4.5개월 경과시 2.9% 감소, 9개월 경과시 3.96% 감소한데 비해 대조군은 9개월 동안 변화가 없었다. 단기간의 이 정도의 웨이트 트레이닝은 폐경 전 여성의 요추 골량을 감소시킨다고 보고하였는데 이것은 많은 단편적인 연구 결과와는 달랐다. 이 차이는 운동의 결과라기보다는 골격의 차이로 볼 수도 있을 것이고 4.5개월 경과시 차이가 더 크게 나타난 것은 운동에 대한 새로운 골재형성 상태를 만들기 위한 적응 단계의 탓으로 볼 수도 있으므로 장기간에 걸친 연구가 요망되었다. Bilanin 등<sup>32)</sup>은 28세 장거리 달리기 남자 선수들의 요추 골밀도가 대조군에 비해 낮았으며, 이들 선수들의 낮은 테스토스테론은 무월경 여성 운동 선수<sup>33-35)</sup>에서 관찰되는 바와 비슷한 현상일 것이라고 시사하였다. Buchanan 등<sup>36)</sup>은 정상월경 및 과소월경을 하는 운동군과 대조군 사이에 요추 골량의 차이는 없었으나, 골량과 테스토스테론 및 에스트라디올 사이에는 유의적인 상관이 있어서 호르몬이 신체활동보다 골량에 더 중요하다고 하였다. 본 연구에서도 운동의 효과 정도는 폐경 후보다 폐경 전(대조군에 비해 운동군의 골밀도 - 요추 : +7%, 대퇴경부 : +8%, ward's triangle : +9%, 전신 : +4%)에 두드러져 호르몬의 역할이 매우 중요함을 확인할 수 있었으므로, 최대골량의 극대화를 위해서는 아동기 및 청소년기에 충분한 운동을 하는 것이 생애 후반기에 하는 운동보다 더 중요하다.

Lohman 등<sup>19)</sup>은 폐경 전 여성에게 에어로빅 트레이닝,

에어로빅 트레이닝에 저항운동을 겸한 트레이닝을 18개 월간 실시한 결과 요추(대조군에 비해 1.9% 증가), 대퇴경부(대조군에 비해 2% 증가)의 골밀도가 증가하였고, BGP(bone gla protein)는 운동군이 5개월 경과시 20% 증가하였다. 여대생을 대상으로 한 Davee 등<sup>20)</sup>의 연구 결과 역시 지속적으로 운동을 해온 군이 요추 골밀도가 대조군에 비해 10% 정도 높았다. 골형성 지표와 골밀도가 유의적인 상관관계를 나타내었던 본 연구 결과 역시 이와 유사하였고, 폐경 전에는 운동군의 골밀도가 대조군보다 대부분 유의하게 높았다(요추 : +7%, 대퇴경부 : +8%, ward's triangle : +9%, 전신 : +4%). 특히 에어로빅 무용군의 골밀도는 대조군보다 유의하게 높았다(요추 : +8%, 대퇴경부 : +11%, ward's triangle : +14%, 전신 : +5%). 따라서 근력과 제지방량을 증가시키는 강한 훈련은 폐경 전 여성의 골량을 소량 이기는 하지만 증가시키는데 도움이 된다.

초기 폐경 후 골감소는 괴질골보다 해면골에서 더 많이 일어난다. 폐경 후 여성에게 운동은 골량의 증가에 앞서 빠른 골감소를 막을 수 있어야 한다. 체중 부하 운동은 골량이 낮은 폐경 후 여성의 치료에도 효과적인 것 같다. Pruitt 등<sup>20)</sup>은 폐경후 1~7년된 여성(53세)에게 9개월간의 웨이트 트레이닝 운동을 실시한 후 요추 골밀도는 1.6% 증가하였으나 원위요골에는 변화가 없었다고 하였다.

폐경 후 여성에게 운동 프로그램을 실시한 결과 운동에 의해 골량이 증가되었으나 그 변화의 크기는 완만했고 골격 부위에 따라 달랐다. Rilki 등<sup>37)</sup>은 저강도의 운동을 10개월간 실시한 결과 57~83세의 20명 여성의 요골 골량이 1.38% 증가하였으나 대조군은 2.5% 감소하였다. Simkin 등<sup>38)</sup>은 5개월간 팔운동을 실시한 후 골량 변화는 없었으나 폐경 여성의 원위 요골 골밀도는 3.8% 증가하였다고 하였다. 1~2년간의 고강도의 운동에 의해서 6~8%의 골량이 증가하였다<sup>30~31)</sup>. 저 또는 중강도의 운동에 의해서 대퇴골<sup>39)</sup>은 2%, 요골<sup>34,37)</sup>은 4% 이하의 골량이 증가되었다.

운동에 의해 골량이 증가되었는지 또는 유지되었는지를 알기 위해서는 최초의 골량에 대한 정보가 중요하다.

걷기는 요추와 요골의 골량에 적지만 효과가 있었다. Jones 등<sup>40)</sup>은 폐경 후 여성에게 12개월간의 걷기 운동을 실시한 후 종골에서 BUA가 9% 증가하여 종골은 체중 부하운동에 대해 반응을 보인다고 보고하였다. Nelson 등<sup>39)</sup>의 12개월 걷기 프로그램 연구에서도 유사한 결과를 나타내었다. 이 경우 고칼슘(831mg/d)을 섭취한 운동군은 요추 골량이 0.5%, 대퇴경부 골량이 2% 증가하였으나, 저칼슘을 섭취한 운동군은 대퇴부 골량이 1.1%

감소하여 적절한 식이 칼슘의 섭취도 중요하다고 하였다. 본연구에서도 운동군에서 동물성 칼슘 섭취량이 유의적으로 높았고 골밀도와 유의적인 양의 상관관계가 있는 영양소 인자들이 많았던 점으로 보아 특히 적절한 영양소 섭취가 골밀도에 유리함을 확인할 수 있었다.

수술로 폐경이 되어 에스트로겐 치료를 받는 여성의 경우에도 운동은 축골격과 말단 골격의 골량을 증가시킨다. 효과적이었다. Notelovitz 등<sup>34)</sup>의 연구에 의하면 에스트로겐 치료와 함께 1년간 여러 가지 저항운동을 한 경우 요추 골밀도는 8.3%, 요골 골밀도는 4.1% 증가하였으나, 에스트로겐 치료만 받은 경우 유의적인 변화는 없었고 골밀도를 유지하기만 하여 웨이트 트레이닝이 초기 폐경 여성의 요추 골밀도를 유지하는 유용한 방법이 된다고 하였다.

Reid 등<sup>17)</sup>은 운동군의 대퇴경부 골밀도는 체중부하 운동의 효과로 인하여 제지방량과 관련이 있으나 활동이 적은 사람들의 골밀도는 체지방량과 관련이 있다고 하였다. 운동에 의해 골밀도는 증가되지만 지방조직에는 음의 영향을 미치고, 운동의 효과는 체중부하에서 주축과 같은 역할 때문에 대퇴골 근위부에서 가장 현저하다고 하였다. 이러한 결과는 체지방량 및 체지방량 중 골밀도에 미치는 상대적인 강도를 알기 위해서 실시한 다중 회귀 분석 결과 운동군에서 체지방량만이 골밀도에 영향을 미치는 유의적인 변수로 나타났으나, 대조군에서는 체지방량도 골밀도에 영향을 미치는 유의적인 변수로 나타났던 본 연구 결과와도 유사하였다.

Chow 등<sup>30)</sup>은 폐경 후 평균 7년된 50~62세 여성을 무작위로 대조군, 에어로빅 트레이닝군, 에어로빅 트레이닝에 저항운동을 겸한 군으로 배정하여 12개월 후 비교한 결과 운동군은 골량을 8% 증가시켰고, 대조군보다 유의하게 높았으며, 운동군 사이에서는 차이가 없었다. 본 연구에서도 폐경 후에는 운동군이 대부분 수영을 해온 사람들로 구성되었는데 대조군보다 유의성은 없었으나 요추, 대퇴경부, ward's triangle 골밀도가 다소 높았다. 이러한 결과들은 폐경후 여성에서 골량 증가가 완만하더라도 운동은 골량을 유지하거나 근육 기능의 유지를 위해서도 매우 중요함을 시사한다.

운동 종류에 따라 골밀도에 차이가 있는지를 알기 위하여 Snow-Harter 등<sup>41)</sup>은 젊은 여성(19.9세)을 무작위로 나누어 8개월간 웨이트 트레이닝이나 조깅을 실시한 후 DEXA로 골밀도를 측정한 결과 요추 골밀도는 웨이트 트레이닝에 의해서 1.2%, 조깅에 의해서 1.3% 증가 효과가 있었으나, 대퇴골 근위부에서는 변화가 없었다. Heinonen 등<sup>6)</sup>은 여성 운동 선수(orienteer, cross-country skier, cyclist, weight lifter)의 골밀도를 비

교한 결과 weight lifter가 대부분의 부위에서 체중을 조정한 골밀도가 가장 높았고(9~26%), 지구력 운동 중에는 orienteer가 대퇴부(5%), 경골(5%)에서 대조군보다 유의하게 높았고, 웨이트 트레이닝이 지구력 훈련 보다 효과적으로 에스트로겐 자극을 준다고 하였다. 골격 부위에 따라 골밀도 차이는 연구된 운동의 훈련에 대한 자극의 특수성과 관련이 있었다. Cyclist의 비교적 낮은 골밀도는 cycling이 수직적인 체중부하 활동이 아니기 때문이며 전형적인 비체중부하 운동, 수영에 관한 연구 결과<sup>5)42)</sup>와 일치하였고 중력이 골무기질화 과정에 중요한 역할을 함을 시사하였다.

Nillson과 Westlin<sup>5)</sup>은 운동 종류에 따른 남성의 골밀도를 비교하였는데 weight lifter(9~26%), thrower, runner, soccer player, swimmer 순으로 골밀도가 낮았고, 하지에 부하가 많이 걸리는 운동의 경우 골밀도가 높았고 주로 많이 쓰는 다리쪽의 대퇴부 골밀도가 높았다. 대조군의 경우에도 정기적으로 운동을 하는 군이 안하는 군보다 더 높았다. 수영군은 운동을 하는 대조군과 차이가 없었다. 그러나 Orwoll 등<sup>42)</sup>은 남자 수영 선수군이 대조군에 비해 요추의 골량이 14%, 요골 골간의 골량이 3.7% 높았으나 여성의 경우에는 유의적인 차이는 없었다고 하였다. 이러한 성별에 따른 차이의 원인으로 남자들이 여자보다 골격에 가해지는 힘이 더 많아 골재 형성에 더 많은 영향을 발휘할 가능성도 있다고 하였다. 그러나 남자에게서 수영의 긍정적인 효과가 있었으므로 추후 연구가 필요하다고 하였다. 본 연구에서도 연령의 영향을 최대한 배제하기 위하여 연령 분포를 똑같이 하여 비교 분석한 결과 수영군(37~59세)과 대조군(37~59세) 사이에는 유의적인 차이가 없었으나, 에어로빅 무용군(19~44세)과 대조군(19~44세) 사이에는 에어로빅 무용군이 유의하게 높았으므로(요추 : +7%, 대퇴경부 : +12%, ward's triangle : +12%, 전신 : +5%), 체중부하 운동인 에어로빅 무용은 측정 부위의 골밀도를 높이는데 유리함을 알 수 있었다. 수영군과 대조군 사이에는 유의성은 없었으나 수영군의 골밀도가 다소 높았으므로 수영을 함으로써 근력, 지구력, 신체의 균형유지 및 신체 공조기능에 많은 도움을 주어 외상이나 전도 추락에 대한 방어적인 역할을 함으로써 골절의 가능성을 감소시키는 등의 긍정적인 효과가 예상되므로 다양한 연령 분포를 대상으로 한 지속적인 추후연구가 요망된다.

개인의 처음 골상태가 훈련 프로그램이 시작된 후 변화의 크기에 상당한 영향을 미칠것이나 단편적 연구의 대부분이 이 사실을 간과하고 있다. Drinkwater 등<sup>33)</sup>의 보고에 의하면 15개월 짜리 훈련에 의해서 요추 골밀도가 가장 많이 증가한 경우는 평균 40개월간 무월경이 있

은후 다시 월경이 재개된 사람의 경우이었다(6.2%증가). Leichter 등<sup>43)</sup>은 젊은 남자들에게 강도 높은 훈련을 실시한 결과 경골의 골밀도 변화는 최초의 골밀도와 음의 상관( $r = -.62$ )이 있었다고 보고하였다. 최초에 골량이 중 정도인 경우 운동 프로그램을 시작한 후 골량의 증가는 거의 없거나 얻지 못하고 최초에 골량이 매우 낮은 경우 운동 프로그램을 시작한 후 골량의 증가는 크다. Marquiles 등<sup>18)</sup>은 18~21세의 남자에게 주당 6일 8시간 씩 14주간의 고강도의 운동을 실시한 결과 왼쪽 다리의 골량은 11.1%, 오른쪽 다리의 골량은 5.2% 증가하였다. 14주 후 골밀도를 측정한 결과 중도에 훈련을 그만둔 경우는 왼쪽 다리는 9.4% 증가하였으나 오른쪽 다리는 변화가 없었다. 그러나 끝까지 훈련을 한 경우는 오른쪽 다리는 8.3% 증가하였고 왼쪽 다리는 12.4% 증가하였다.

이처럼 운동을 중지하였을 경우 골량은 감소되므로 운동의 장기적인 효과는 지속적인 운동에 의해서 얻어진다. Beverley 등<sup>44)</sup>의 보고에 의하면 6주 동안 하루에 3번씩 테니스 공을 최대한 꽉 쥐었던 사람의 경우 손목 골량이 3.4% 증가하였으나, 6개월간 운동을 중지한 후에는 기본선보다 2.6% 아래로 되돌아갔다고 하였다. Lane 등<sup>45)</sup>은 경력이 약 10년되는 장거리 질주 남녀 운동 선수(58세)들에게 폐경 전과 폐경동안 트레이닝을 실시하였다. 장거리 질주 남녀 운동 선수들의 1번 요추 골밀도(CT촬영)는 연령 조정한 대조군에 비해 40% 더 높았다. 폐경 과도기 동안 운동의 골량 유지 효과는 운동군과 대조군 사이에 큰 차이가 나게하는 주 요인이었다. 2년간의 추적 연구<sup>46)</sup>를 계속한 결과 역시 지속적으로 질주해온 군(4.4%)이 대조군(5.7%)보다 또는 그 기간 동안 운동을 중지하였던 군(10.5%)보다 골감소가 적었고, 그 변화는 여성의 경우 (13.7%) 더 크게 나타났었다. Cheng 등<sup>20)</sup>도 주당 4~8시간 운동을 해온 운동군(폐경후 여성)의 종골 골량이 많았다고 하였다. Dalsky 등<sup>31)</sup>은 19명의 폐경 후 여성(55~70세)들에게 걷기, 조깅, 계단 오르기의 운동 프로그램을 주 3회 22개월간 실시한 결과, 단기간(9개월후)의 운동에 의해서 요추 골밀도는 5.2% 증가하였고, 장기간(22개월후)운동에 의해서 6.1% 증가하였으나, 13개월간 운동을 중지한 후에는 점차 감소하여 기본선(첫 측정시 골밀도치)보다 약간 더 높았다(1.1%).

이처럼 운동을 하므로써 생애 초기의 골량을 최대화하고 골량을 유지할 수가 있으나 운동의 효과는 일시적이다. 나이가 든 폐경 후 여성에서 특히 체중 부하 운동은 지속적으로 하면 기본선보다 유의하게 증가시키나 운동을 중지 내지는 감소하면 칼슘 섭취량이 적절하더라도 골량은 기본선 또는 그 이하로 되돌아가고 가령에 따른

골감소는 계속되게 된다. 골량이 유의적으로 증가되는 운동의 역치 처방을 결정하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

## 요약 및 결론

운동이 한국 여성의 골밀도와 골지표 및 체조성에 미치는 영향을 파악하기 위하여 19~59세에 이르는 153명의 여성 대상으로 이중 애너지 방사선 골밀도 측정기(DEXA)를 이용하여 체조성과 요추와 대퇴골 및 전신의 골밀도를 측정하고, 골지표, 신체상태 및 여러 환경인자와 골밀도와의 관계를 폐경 및 운동의 유무와 종류에 따라 비교 분석하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 체중, 신장, 제지방량, 동물성 및 우유 칼슘 섭취량, Ca index, 에너지 소비량, 골밀도, 골흡수 지표(PYD/Cr)는 운동 유무에 따라 유의한 차이가 있었다.

2) 운동 유무에 관계없이 연령 및 골형성 지수(ALP, osteocalcin)는 골밀도와 유의적인 음의 상관관계를 나타내었으나, 체중, 체질량 지수, 체지방량 및 제지방량은 골밀도와 유의적인 양의 상관관계를 나타내었다.

3) 제지방량은 운동 유무에 관계없이 골밀도에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4) 골밀도와 유의적인 양의 상관관계가 있는 영양소 인자들은 대조군보다 운동군에서 더 많았다.

5) 에너지 소비량은 운동군보다 대조군에서 여러 부위의 골밀도와 유의적인 양의 상관관계가 있었다.

6) 다중 회귀 분석 결과 폐경 유무, osteocalcin, 연령, 체중은 운동 유무에 관계없이 공통적으로 골밀도에 영향을 미쳤으나, 에너지 섭취량은 운동군에서만, 에너지 소비량은 대조군에서만 골밀도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

7) 폐경 전 여성에서 골밀도는 운동군이 대조군보다 유의하게 높았으나, ALP와 PYD/Cr은 대조군이 운동군보다 유의하게 더 높았다. 폐경 후 여성에서는 두 군간에 유의적인 차이가 없었다.

8) 수영군(37~59세)과 대조군(37~59세)을 비교한 결과 골밀도에는 유의적인 차이가 없었으나 에어로빅 무용군(19~44세)과 대조군(19~44세)을 비교한 결과 골밀도에는 에어로빅 무용군이 유의하게 높았다. 골흡수 지표( $P < .01$ )는 대조군이 유의하게 높았다.

결론적으로 지속적인 운동의 유무와 종류에 따라 골밀도와 골지표 및 체조성에 미치는 영향은 유의적인 차이가 있었고, 운동이 골밀도에 미치는 영향은 폐경 후보다 폐경 전에 더 크게 나타났다. 따라서 활동적인 생활양식

이나 충분한 운동 특히 체중부하 운동을 지속적으로 함으로써 생애 초기의 골량을 최대화하고 가령에 따른 빠른 골감소를 막아 골량을 유지할 수 있다.

## Literature cited

- 1) Pollitzer W, Anderson J. Ethnic and genetic differences in bone mass : a review with an hereditary vs. environmental perspective. *Am J Clin Nutr* 53 : 1244-1259, 1989
- 2) 이희자·최미자. 한국여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영향인자에 관한 연구(1) 골밀도와 영양소 섭취 및 에너지 소비량과의 관계. *한국영양학회지* 29(6) : 622-633, 1996
- 3) 최은정. 폐경 이후 여성의 영양 섭취 및 활동 상태와 골밀도의 상관관계에 관한 연구. 연세대학교 석사학위논문, 1988
- 4) 이종호·문수재·임승길·허갑범. 폐경 전 40대 한국여성들의 영양 섭취와 골밀도와의 관계. *한국영양학회지* 25(2) : 140-149, 1992
- 5) Nilsson BE, Welstlin NE. Bone density in athletes. *Clin Orthop Relat Res* 77 : 179-182, 1971
- 6) Heinonen A, Oja P, Kannus P, Sievanen H, Manttari A, Vuori I. Bone mineral density of female athletes in different sports. *Bone Miner* 23 : 1-14, 1993
- 7) Welten DC, Kemper HCG, Post GB. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J Bone Miner Res* 9 : 1089-1096, 1994
- 8) 문수재·이기열·김숙영. 간이식 영양 조사법을 적용한 중년 부인의 영양실태. *연세 논총*, 203-218, 1980
- 9) Morgenstern S, Kessler G, Auerbach J, Flor RV, Klein B. An automated *p*-nitrophenylphosphate serum alkaline phosphatase procedure for the autoanalyzer. *Clin Chem* 11 : 876-888, 1956
- 10) Price PA, Porthemore JG, Deftos LJ. New biochemical marker for bone metabolism. *J Clin Invest* 66 : 878-883, 1980
- 11) Robin S. Evaluation of urinary hydroxypyridinium crosslink measurements as resorption markers in metabolic bone diseases. *Eur J Clin Invest* 21 : 310-315, 1991
- 12) Owen JA, Scandrett FJ, Stewart CP. The determination of creatinine in plasma or serum, and in urine : A critical examination. *Biochem J* 58 : 426, 1954
- 13) Dalen N, Olssen KE. Bone mineral content and physical activity. *Acta Orthop Scand* 45 : 170-174, 1974
- 14) Karsson MK, Johnell O, Obrant KJ. Bone mineral density in professional ballet dancers. *Bone Miner* 21 : 163-169, 1993

- 15) Brewer V, Meyer BM, Keele MS, Upton J, Hagan RD. Role of exercise in prevention of involutional bone loss. *Med Sci Sports Exercise* 15(6) : 445-449, 1983
- 16) Slemenda CW, Johnson CC. High intensity activities in young women : Site specific bone mass effects among female figure skaters. *Bone Miner* 20 : 125-132, 1993
- 17) Reid IR, Legge M, Stapleton JP, Evans MC, Grey AB. Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 80(6) : 1764-1767, 1995
- 18) Margulies JY, Simkin A, Leichter I, Bivas A, Stenberg R, Giladi M, Stein M, Kashtan H, Milgrom C. Effect of intense physical activity on the bone mineral content in the lower limbs of young adults. *J Bone and Joint Surg* 68-A (7) : 1090-1093, 1986
- 19) Lohman T, Going S, Pamenter R, Hall M, Boyden T, Houtkooper L, Ritenbaugh C, Bare L, Hill A, Aickin M. Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women : A randomized prospective study. *J Bone Miner Res* 10(7) : 1015-1024, 1995
- 20) Davee AM, Rosen CJ, Alder RA. Exercise patterns and trabecular bone density in college women. *J Bone Miner Res* 5(3) : 245-250, 1990
- 21) Rockwell JC, Sorensen AM, Baker S, Leahy D, Stock JL, Michaels J, Baran DT. Weight training decreases vertebral bone density in premenopausal women : A prospective study. *J Clin Endocrinol Metab* (4) : 988-993, 1990
- 22) Colletti LA, Edwards J, Gordon L, Shary J, Bell NH. The effect of muscle building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men. *Calcif Tissue Int* 45 : 12-14, 1989
- 23) Zhang J, Feldblum J, Fortney JA. Moderate physical activity and bone density among perimenopausal women. *Am J Public Health* 82(5) : 736-738, 1992
- 24) Cheng S, Suominen H, Rantanen T, Parkatti T, Heikkinen E. Bone mineral density and physical activity in 50-60-year-old women. *Bone Miner* 12 : 123-132, 1991
- 25) Stillman RJ, Lohman TG, Slaughter MH, Massey BH. Physical activity and bone mineral content in women aged 30 to 85 years. *Med Sci Sports Exercise* (5) : 576-580, 1986
- 26) Aloia JF, Vaswani AN, Yeh JK, Cohn SH. Premenopausal bone mass is related to physical activity. *Arch Intern Med* 148 : 121-123, 1988
- 27) Halioua L, Anderson JB. Lifetime calcium intake and physical activity habits : independent and combined effects on the radial bone of healthy premenopausal women. *Am J Clin Nutr* 49 : 534-541, 1989
- 28) Pruitt LA, Jackson RD, Bartles RL, Lehnar HJ. Weight training effects on bone mineral density in early post-menopausal women. *J Bone Miner Res* 7(2) : 179-185, 1992
- 29) Donna KS, Elizabeth BC. Grip strength and bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res* 9(1) : 45-51, 1994
- 30) Chow R, Harrison JE, Notarius C. Effect of two randomised exercise programmes on bone mass of healthy post-menopausal women. *Br Med J* 295 : 1441-1444, 1987
- 31) Dalsky GP, Stocke KS, Ehsani AI, Slatopolsky E, Lee W, Birge SJ. Weight-bearing exercise training and lumbar bone mineral content in post-menopausal women. *Ann Intern Med* 108 : 824-828, 1988
- 32) Bilanin JE, Blanchard MS, Russek-Cohen E. Lower vertebral bone density in male long distance runners. *Med Sci Sports Exercise* 21(1) : 66-70, 1989
- 33) Drinkwater BL, Nilson K, Ott S, Chesnut CH. Bone mineral density after resumption of menses in amenorrheic athletes. *J Am Med Assoc* 256(3) : 380-382, 1986
- 34) Notelovitz M, Martin D, Tesar R, Khan FY, Probart C, Fields C, McKenzie L. Estrogen therapy and variable resistance weight training increase bone mineral in surgically menopausal women. *J Bone Miner Res* 6(6) : 583-590, 1991
- 35) Drinkwater BL, Nilson K, Chesnut CH, Bremner WJ, Shainholz S, Soukworth MB. Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *N Engl J Med* 311(5) : 277-281, 1984
- 36) Buchanan JR, Myers C, Lloyd T, Leuenberger P, Demers LM. Determinants of peak trabecular bone density in women : The role of androgen, estrogen and exercise. *J Bone Miner Res* 3(6) : 673-680, 1988
- 37) Rickli RE, Manus BG. Effects of exercise on bone mineral content in post-menopausal women. *Res Q Exercise Sport* 61(3) : 243-249, 1990
- 38) Simkin A, Ayalon J, Leichter I. Increased trabecular bone density due to bone loading exercise in post-menopausal osteoporotic women. *Calcif Tissue Int* 40 : 59-63, 1987
- 39) Nelson ME, Fisher EC, Dilmanian FA, Dallal GE, Evans WJ. A 1-y walking program and increased dietary calcium in post-menopausal women : effects on bone. *Am J Clin Nutr* 53 : 1305-1311, 1991
- 40) Jones PR, Hardman E, Hudson A, Norgon NG. Influence of brisk walking on the broadband ultrasonic attenuation of calcaneus in previously sedentary women aged 30-61 years. *Calcif Tissue Int* 49 : 112-115, 1991
- 41) Snow-Harter C, Bouxsein MI, Lewis BT, Carter DR, Marcus R. Effects of resistance exercise trial. *J Bone Miner Res* 7(7) : 761-769, 1992
- 42) Orwoll ES, Ferar J, Oviott S, McLung M, Huntington K. The relationship of swimming exercise to bone mass in men and women. *Arch Intern Med* 149 : 2197-2200, 1989

- 43) Leichter I, Simkin A, Margulies JY, Bivas A, Steinberg R, Giladi M, Milgrom C. Gain in mass density of bone following strenuous physical activity. *J Orthop Res* 7 : 86-90, 1989
- 44) Beverly M, Rider TA, Evans MJ, Smith R. Local bone mineral response to brief exercise that stress the skeleton. *Br Med J* 299 : 233-235, 1989
- 45) Lane NE, Bloch DA, Jones HH, Marshal WH, Wood PD, Fries JF. Long-distance running, bone density and osteoarthritis. *J Am Med Assoc* 255(9) : 1147-1151, 1986
- 46) Lane NE, Bloch DA, Hubert HB, Jones H, Simpson U, Fries JF. Running, osteoarthritis and bone density : Initial 2-year longitudinal study. *Am J Med* 88 : 452-459, 1990