

## 유산소 운동에 따른 골밀도의 변화

대구대학교 물리치료학과  
박 래 준  
밀성의원 물리치료실  
강 기 창

## The Change of Bone Density by Aerobic Exercise

Park, Rae-Joon, Ph.D., P.T.  
Dept. of Physical Therapy, Taegu University  
Kang, Gy-Chang, M.S., P.T.  
Dept. of Physical Therapy, Milsung Clinic

### <Abstract>

The purpose of this study was to investigate the change of bone density by partial weight bearing and non-weight bearing exercise.

Twelve female volunteers in good health (between 20 and 30 years of age) were studied as subjects. Subjects were divided into three groups: an experimental group 1 (n=4 swimming group), group 2 (n=4 bicycle group) and control group (n=4). Before and after 11 weeks (five times a week), the subjects were examined for change of bone density using a dual energy X-ray absorptiometry.

The results were summarized as follows

1. There was increase in bone density of femoral neck in the group that swam but there was no difference in lumbar, femoral neck and femoral ward's triangle region ( $P < 0.05$ )
2. There was increase in bone density of femoral ward's triangle in the group that swam but there was no difference in lumbar, femoral neck and femoral ward's triangle region ( $P < 0.05$ )
3. After a aerobic exercise by partial weight bearing and non-weight bearing, there was no difference in the part of excessive muscle's exercise but there is the increase of the bone density in figures.

### I. 서 론

세계보건기구(WHO)에서 일반적으로 골다공증(Osteoporosis)을 골생산량과 골소실 속도의 불균형으로 인한 골소실 속도의 현저한 증가라고 정의 하였다. 여성의 경우 폐경후 약 30%에서 골다공증으로 판명되고 있

고 골다공증이 폐경후부터 진행되는 점으로 미루어 보아 난소에서 생산되는 여성호르몬인 에스트로겐 결핍이 주된 원인인 것으로 알려지고 있다(Riis 1996). 이러한 골다공증의 원인은 유전적 요소로서 골형성 부전증, 호모시스테인 뇨증, Hormone 불균형으로 인한 갑상선기능항진증, 부신피질기능항진증, 선단거대증, 성선기능저하증, 영양장애로 인한 칼슘흡수부족, 칼슘섭취부족, 중양성

이 논문은 1998학년도 대구대학교 연구비 일부지원에 의한 논문임.

인, 백혈병, 골수종, 호르몬생산성종양, 골수증식성인 겸상적혈구 빈혈, 지중해 빈혈 및 노인성, 폐경기후 운동부족, 흡연, 음주 등의 원인들이 있다(박창일 1996).

이런 골다공증의 측정에 있어 1987년이래 양광자 감마선 측정법을 대체 하여 전세계적으로 DXA(Dual Energy X-ray Absorptometry)가 널리 쓰이고 있고 DXA는 방사선이 인체를 투과할 때 투과물질의 방사선 투과율(흡수량)의 차이를 측정함으로써 투과물질의 밀도를 산출하는 방식을 이용한 것이다(Sivonen 등 1996).

측정 부위에 있어서 골다공증이 전반적인 골소실을 야기하므로 부위별 골밀도가 전체 골밀도를 반영한다고 주장하였으나 최근 여러 연구에서 골다공증에 의한 골무기질의 소실은 부위에 따른 차이가 있는 것으로 확인되어 정확한 부위별 골밀도를 알기 위해서는 직접적인 부위별 측정이 필요하다고 하였고 일반적으로 요추의 골밀도를 측정할 때 2번 요추에서 4번 요추가 이용된다.

왜냐하면 1번 요추는 높은 골밀도를 보이고 늑골과 중첩되어 오차가 발생할수 있으며 5번 요추는 다른 요추에 비해 높은 골밀도를 보이고 골반골과 중첩되어 오차가 커질수 있기 때문에 제외된다고 하였고 그외에 골밀도 측정부위는 어느 부위에서든지 가능하나 실제로 대퇴경부, 대퇴 Ward's 삼각 및 요골의 원위부가 주로 이용된다(양승오 1996).

Ravn 등(1994)은 1,238명의 백인 여성에게 DXA를 사용하여 대퇴골의 골밀도를 측정한 결과 389명의 폐경기 전 여성(21~54세)에서 대퇴골 부위와 Ward's 삼각 부위에서 매년 0.3%의 골소실을 관찰한 반면, 폐경기 여성(48~75세)에서는 폐경기 시작 후 5년 이내에 9~13%의 심한 골소실이 관찰되었다고 하였으며 이런 결과로 폐경기가 시작된 시점으로부터 10~15년이 가장 높은 골소실을 보이지만 폐경 후 10년이 지나면 대퇴골의 골소실은 안정상태에 이른다고 하였다.

Riis 등(1996)은 최대 골밀도와 폐경후 골밀도 손실이 골절 위험도에 미치는 영향에 대한 연구에서 골밀도 손실율이 빠르면 골절의 위험이 높으며, 최초 측정된 골밀도가 낮고 골소실이 빠르면 골절율이 2배 높다고 보고하였다.

또한 Melton (1985)은 골다공증으로 판명되는 여성이 고혈압 환자와 비슷한 수치이며 미국에서는 골다공증으로 인한 고관절 주위 골절의 치료로 한해 동안 약 180억 불을 지출한다고 하여 골다공증으로 인한 경제적 손실을 보고하였고, 고관절 주위 골절은 1년내 사망율이 20%로

매우 높고 치료후에도 약 25%만이 골절전 상태로 되돌아가기 때문에 커다란 사회문제가 되고 있다고 하였다. 그러므로, 대퇴골경부의 골절은 골다공증의 심한 합병증으로 예방이 무엇보다 중요하다. 골절은 연령, 골의 기하학적 구조, 넘어지는 빈도와 세기, 유전적 소인, 생활양식, 근력약화에 의한 자세불량, 반사 감소, 평형기능의 장애 등에 영향을 받는다(양승오 1996).

골기질의 감소에 있어서 나이에 따른 골량의 감소는 50대에는 손목주위, 60대에서는 척추 그리고, 70대에는 고관절주위에서 주로 발생하였다. 여성은 남성에 비해 약 2배 정도 골다공증에 이환될 위험이 높는데 그 이유는 최대 골량이 적고, 폐경후 골소실이 급격히 증가하며, 여성이 남성보다 평균수명이 길 뿐만 아니라 골반의 폭이 넓어 측면으로 넘어질 때 고관절 골절을 일으키기 쉽기 때문이다(양규현 1996).

한편 현대 사회가 고령화 되어가고 모든층에서 운동의 부족현상이 나타나고 있는데 그 일환으로 청소년층에서도 운동부족으로 인한 골밀도의 약화가 빈발하게 일어나고 있고 골밀도는 30대 중반에 최고가 되며 그후 매년 1%씩 감소한다고 하였고 청소년층과 특히, 폐경기의 여성에게 있어서 운동량의 절대부족은 골다공증에 지대한 영향을 미치게 되므로 골다공증의 예방과 고관절주위 골절을 막기 위해서는 운동이 담당하는 몫을 간과할 수는 없는 것이다. 이에 Joseph 등(1984)은 골다공증은 환자의 비활동적 생활방식과 관계있고 이들의 관리에 있어 척추의 신전과 복부 강화 운동이 재활에 필수적이라고 강조하여 골다공증 방지에 운동의 영향이 지대하다고 하였다.

Carter 등(1987)과 Whalen 등(1987) 그리고 Rubin 등(1985)은 골밀도는 부하의 양에 따라 증가하며 이를 위해 근강화 훈련을 목적으로 하는 고강도의 부하와 적은 반복의 운동 프로그램이 골다공증 예방에 효과가 있다고 하였다. Gleeson 등(1990)은 체중부하운동이 폐경기전 여성에 있어 요추부의 골밀도 증가를 야기시켰다고 하였고 Bassey와 Ramsdale(1994)은 폐경기전 여성에게 과부하운동으로 뒹꾸기를 실시하였을 때 3.4%가 증가된 골밀도의 변화를 보고 하였고 또한 Gutin과 Kasper(1992)도 적당한 운동은 골다공증을 막아주어 골밀도에 기여한다고 하였고 심한 유산소운동과 근력강화 운동시에 가장 효과적이라고 하였다. 이와 같이 운동이 골밀도를 증가시키는 것은 사실이나 어떤것이 효과적인지는 여러 의견들이 있고 일반적으로 부하운동의 경우 골밀도의 증가를 가져왔으나 무부하와 부분부하에서의 유산소 운동의 경

우는 효과가 의문시 되고 있다.

따라서 본 연구는 무부하와 부분부하에서의 유산소 운동이 골밀도에 영향을 미칠수 있다고 전제하고 수영과 고정 자전거 타기를 선택하여 운동이 골밀도에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 울산광역시 강남병원에 근무중인 자 중에서 1997년 6월 18일부터 1997년 9월 5일까지 11주간 본 연구에 자원한 만 20~30세의 건강한 여성 12명을 대상으로 실험군1(자전거군), 실험군2(수영군), 대조군으로 나누어 한군에 4명씩 무작위 선택을 하였다 (Table 1). 본 연구대상의 조건은 압박골절이나 퇴행성 변화, 복부 대동맥의 석회화가 없는 자, 운동장애 등의 신경근육계의 이상이 없는 자, 다이어트나 약물을 복용 하지 않는 자 및 내과적으로나 산부인과적으로 문제가 없는 자로 하였다.

Table 1. The general characteristics of subjects  
mean  $\pm$  SD

Number	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
12	23.417 $\pm$ 3.714	162.500 $\pm$ 3.477	53.583 $\pm$ 4.033

Unit : g/cm<sup>3</sup>

### 2. 연구방법

#### 1) 운동전 검사

이중에너지 방사선 흡수기(Dual Energy X-ray Absorptiometry)를 이용하여 실험군과 대조군의 요추부위와 대퇴경부와 대퇴 Ward's 삼각 부위의 골밀도를 측정하였다(Table 2).

Table 2. The bone density of subjects  
mean  $\pm$  SD

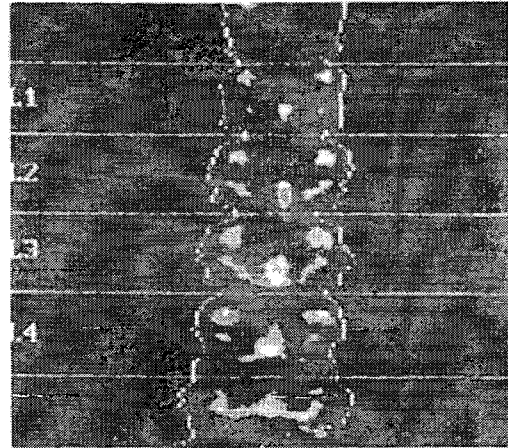
Number	L <sub>2</sub> ~L <sub>4</sub>	FN	FW
12	1.1358 $\pm$ 0.094	0.9240 $\pm$ 0.057	0.9068 $\pm$ 0.083

Unit : g/cm<sup>3</sup>

L<sub>2</sub>~L<sub>4</sub> : From lumbar second region to lumbar fourth region

FN : Femur neck

FW : Femur Ward's



LUNAR®

IMAGE NOT FOR DIAGNOSIS



LUNAR®

IMAGE NOT FOR DIAGNOSIS

Figure 1. Region of bone density measurement

#### 2) 운동 방법

1997년 6월 18일부터 1997년 9월 5일까지 주 5회, 11주간 실시하되 실험군 1(수영군), 실험군 2(자전거군) 모두에게 하루 30분씩 최대 산소 소비량의 50%정도의 유산소 운동을 실시하였고 대조군은 일상생활을 유지하도록 하였다.

#### 3) 운동후 검사

실험군과 대조군 모두에게 요추부위와 대퇴경부와 Ward's 삼각 부위의 골밀도를 측정하였다.

#### 3. 자료분석

실험성적은 SPSS/PC<sup>®</sup>를 이용하여 통계처리하였는데 운

동전과 운동후의 골밀도의 변화량에 대한 유의성 검증을 위해 t검정을 실시하였고 유의수준은  $P < 0.05$ 로 하였다.

### III. 결 과

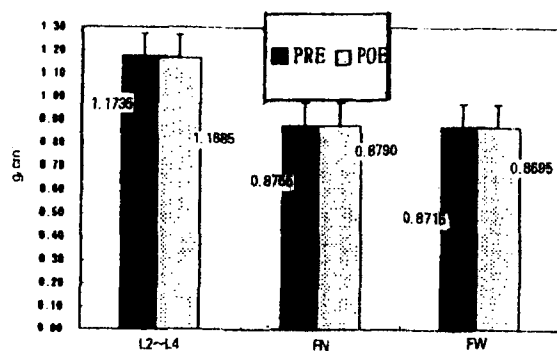
#### 1. 수영그룹의 운동실시전과 운동실시 후의 골밀도의 변화

수영그룹에 있어서의 골밀도의 변화량은 요추부에서는 감소하는 경향을 보였다. 운동실시 전의 골밀도는  $1.1735 \pm 0.144 \text{ g/cm}^2$  이었고 운동실시 후의 골밀도는  $1.1685 \pm 0.141 \text{ g/cm}^2$  이었다. 대퇴경 부위에서는 운동전후의 골밀도가 증가하는 경향을 보였다. 운동실시 전의 골밀도가  $0.8755 \pm 0.027 \text{ g/cm}^2$  이었고 운동실시 후의 골밀도가  $0.8790 \pm 0.041 \text{ g/cm}^2$  로 증가를 보였다.  $0.8695 \pm 0.106 \text{ g/cm}^2$  으로 감소하는 경향을 보였다 (Table 3, Figure 2).

Table 3. The change of bone density in swimming group mean  $\pm$  SD

Group	Swimming		
	$L_2 \sim L_4$	FN	FW
PRE	$1.1735 \pm 0.144$	$0.8755 \pm 0.027$	$0.8715 \pm 0.068$
POST	$1.1685 \pm 0.141$	$0.8790 \pm 0.041$	$0.8695 \pm 0.106$

Unit :  $\text{g/cm}^2$   
 PRE : Pre-exercise  
 POST : Post-exercise  
 $L_2 \sim L_4$  : From lumbar second region to lumbar fourth region  
 FN : Femur neck  
 FW : Femur Ward's



$L_2 \sim L_4$  : From lumbar second region to lumbar fourth region  
 FN : Femur neck  
 FW : Femur Ward's

Figure 2. The change of bone density in swimming group

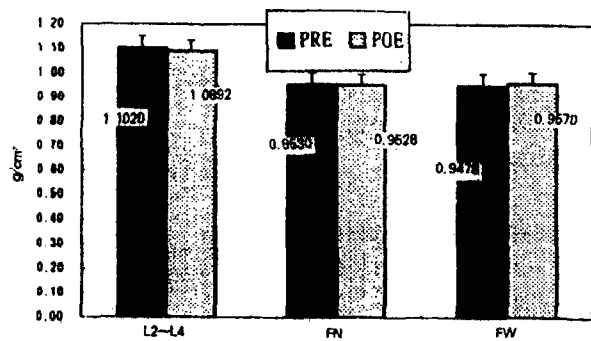
#### 2. 자전거 그룹에서의 운동실시전과 운동실시 후의 골밀도의 변화

자전거그룹에 있어서는 요추부에서 골밀도의 변화는 운동실시 전의 골밀도가  $1.1020 \pm 0.033 \text{ g/cm}^2$  이었고 운동실시 후의 골밀도는  $1.0892 \pm 0.042 \text{ g/cm}^2$  로 감소하는 경향을 보였다. 대퇴경 부위에서도 골밀도의 변화가 감소하는 경향을 보였다. 운동실시 전의 골밀도가  $0.9530 \pm 0.067 \text{ g/cm}^2$  이었고 운동실시 후의 골밀도가  $0.9528 \pm 0.070 \text{ g/cm}^2$  으로 감소하는 경향을 보였다. 그러나, 대퇴 Ward's 삼각부위에서 골밀도의 증가를 볼 수 있었다. 운동실시 전의 골밀도는  $0.9478 \pm 0.088 \text{ g/cm}^2$  이었고 운동실시 후의 골밀도는  $0.9570 \pm 0.102 \text{ g/cm}^2$  로 증가의 경향을 보였다 (Table 4, Figure 3).

Table 4. The change of bone density in bicycle group mean  $\pm$  SD

Group	Bicycle		
	$L_2 \sim L_4$	FN	FW
PRE	$1.1020 \pm 0.033$	$0.9530 \pm 0.067$	$0.9478 \pm 0.088$
POST	$1.0892 \pm 0.042$	$0.9528 \pm 0.070$	$0.9570 \pm 0.102$

Unit :  $\text{g/cm}^2$   
 PRE : Pre-exercise  
 PST : Post-exercise  
 $L_2 \sim L_4$  : From lumbar second region to lumbar fourth region  
 FN : Femur neck  
 FW : Femur Ward's



$L_2 \sim L_4$  : From lumbar second region to lumbar fourth region  
 FN : Femur neck  
 FW : Femur Ward's

Figure 3. The change of bone density in bicycle group

### 3. 수영그룹과 자전거 그룹에서의 t 검정 결과

수영 그룹에 있어 t 검정 결과를 보면, 요추부의 골밀도에 있어서 t값이 0.188 ( $P < 0.05$ )로 유의한 증가가 없었고 대퇴경 부위의 골밀도 변화량에 대해서도 0.806 ( $P < 0.05$ )으로 유의성이 없었다. 그리고 대퇴 Ward's 삼각부위에서도 0.955 ( $P < 0.05$ )로 유의성이 없게 나타났다 (Table 5).

Table 5. The paired t-test of bone density between pre & post-exercise in swimming group

	L <sub>2</sub> ~L <sub>4</sub>	FN	FW
t-value	1.70	- 0.27	0.06
P	0.188	0.806	0.955

$P < 0.05$

L<sub>2</sub>~L<sub>4</sub>: From lumbar second region to lumbar fourth region

FN: Femur neck

FW: Femur Ward's

자전거 그룹에서의 t 검정 결과를 보면 요추부의 골밀도의 변화에 대한 t값이 0.246 ( $P < 0.05$ )으로 유의성이 없었고 대퇴경 부위에서도 0.989 ( $P < 0.05$ )로 유의한 증가를 볼 수 없었다.

대퇴 Ward's 삼각 부위에서도 골밀도의 변화에 대한 t값이 0.357 ( $P < 0.05$ )로 유의성이 없게 나타났다 (Table 6).

Table 6. The paired t-test of bone density between pre & post-exercise in bicycle group

	L <sub>2</sub> ~L <sub>4</sub>	FN	FW
t-value	1.44	0.02	1.08
P	0.246	0.989	0.357

$P < 0.05$

L<sub>2</sub>~L<sub>4</sub>: From lumbar second region to lumbar fourth region

FN: Femur neck

FW: Femur Ward's

## IV. 고 찰

골은 무기질 요소와 유기질 요소로 이루어지며 골의 무기질 요소는 조직을 강하게 하고 견고하게 하는 반면, 유기질 요소는 골을 유연성 있고 탄력성 있게 하고 골의 무기질 부분은 일차적으로 칼슘과 인으로 구성되며, 주로  $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$  형태의 수산화인회석

(hydroxyapatite) 결정체를 담은 작은 결정체의 형태이며 골건조 무게의 65-70%의 비율을 차지하는 이러한 무기물질은 골에 견고한 경도를 제공한다. 그리고 골은 신체의 필수 무기질, 특히 칼슘의 저장소 역할을 한다 (Margareta Victor 1980).

이러한 무기물질의 감소시 골다공증으로 인한 이차적인 고관절부의 골절이 일어나는데 일반적으로 골다공증의 판정은 측정된 골량이 젊은 성인 골량의 평균에서 2.5 SD(Standard Deviation)이하로 감소된 경우를 말한다 (양승오 1996). Melton(1985)은 골다공증으로 인한 고관절 주위 골절의 1년내 사망율이 20%이고 치료후에도 약 25% 만이 골절전 상태로 되돌아가기 때문에 커다란 사회문제가 되고 있다고 하였다. 그리고, 1990년 한해동안 전세계적으로 약 170만명이 고관절 주위 골절로 치료를 받았으며, 50세인 백인 여성의 경우 여성 동안 고관절 주위 골절의 발생율은 통계적으로 17%라고 하였다 (Kannus 등 1996).

골은 부하된 역학적 요구에 부합하기 위해서 자체의 크기, 모양과 구조를 바꿈으로서 재형성하는 능력을 가지고 있으며 부하된 압력 정도에 반응하여 골이 골 해면질과 골 피질을 얻거나 잃는 것을 Wolff의 법칙이라 설명하며, 이는 골이 필요한 영역에 배열이 일어나고 필요하지 않은 영역에서는 흡수가 일어난다는 것이다(Wolff, 1892). 그래서, 우주여행시 경험한것과 같은 장기적인 무중력 상태는 체중부하골에 있어 골 크기의 감소 결과를 초래한다고 하였다(Rambaut & Johnston, 1979). 고정된 경우 6개월후의 골밀도는 30-40% 감소한다고 하며 골다공증 환자의 경우 일반적으로 척추의 압박 골절과 대퇴경부의 골절이 그리고 원위 요골의 골절이 많이 발생한다.

이 경우 고정을 하게 되고 빠른 활동이 요구되나 급성기의 체중부하운동은 그들의 활동에 제한되는 운동이며 척추 압박골절의 경우 고정을 제일 중요시하고 급성의 요통을 호소하며 자세 변화가 어려울 정도로 운동의 제한이 주어지게 되며 그외의 골절시에도 고정을 실시하여야 할 것이다 (Frederick S. Kaplan, M. D. 1987). Riggs 등(1986)은 불소를 이용한 환자군에서 1년에 척추에서는 7.8%, 대퇴경부에서는 2.6% 그리고 요골에서는 -1.4%의 골밀도 변화를 보고 하였다. Wahner와 Riggs(1993)는 골절 예측을 위한 장기 추적검사에서 요추의 골밀도가 1표준편차만큼 감소하면 요추골절의 위험도 측면에서 볼때 17세의 나이 증가와 같고, 대퇴골의 골밀도가 1표준편차 만큼 감소하면 대퇴골절의 위험도가 13-

14 세의 나이 증가와 같다고 보고하였다.

Johnell과 Wedel(1996)은 골밀도가 골다공성 골절을 얼마나 잘 예견하는가 하는 분석논문에서 척추와 대퇴골 이외의 여러부위에서 측정된 골밀도는 연령에 맞춘 골밀도 평균치의 1표준편차 감소하면 상대적 골절위험도가 1.5배 증가하고, 척추골밀도가 척추골절을 예견하는데는 2.3배(1.9-2.8), 대퇴골밀도가 대퇴골절을 예견하는데는 2.6배(2.0-3.5)의 골절위험도 증가를 보였다고 하였다. 골밀도 측정기에는 단일에너지 방사선 흡수기(Single Energy X-ray Absorptiometry), 이중에너지 방사선 흡수기(Dual Energy X-ray Absorptiometry), 정량 컴퓨터 단층사진술(Quantitative computed tomography)이 있다고 하였다(Abass Alavi, M. D. 1987). 이런 골다공증의 측정에 있어 1987년이래 양광자 감마선 측정법을 대체하여 전세계적으로 DXA(Dual Energy X-ray Absorptiometry)를 널리 쓰고 있으며 DXA는 방사선이 인체를 투과할때 투과물질의 방사선 투과율(흡수량)의 차이를 측정함으로써 투과 물질의 밀도를 산출하는 방식을 이용한 것이며 저에너지와 고에너지(70, 140 kVp)의 방사선을 발생시키는 음극관을 사용하여 동위원소보다 증가된 광전자유입(photon flux)을 가능하게 하기도 하고, 측정시간이 한 부위당 30초~5분으로 단축되었고, 우수한 정밀도(요추 : 0.5-1.5% ; 대퇴골 : 1-2% ; 전신, 전완골 : 1%)와 해상도를 보인다. (Sievanen 등 1992).

측정 부위에 있어서 양송우 등(1996)은 골다공증이 전반적인 골소실을 야기하므로 부위별 골밀도가 전체 골밀도를 반영한다고 주장하였으나 최근 여러 연구에서 골다공증에 의한 골무기질의 소실은 부위에 따라 차이가 있는 것으로 확인되어 정확한 부위별 골밀도를 알기 위해서는 직접적인 부위별 측정이 필요하며 가장 많이 이용되는 부위로는 대퇴경부, 대퇴 Ward's 삼각, 요골의 원위 부라고 하였다.

그리고 폐경 후 골다공증이 여성에게 나타나고 골다공증이 폐경후부터 진행되는 점으로 미루어 보아 에스트로젠 결핍이 주된 원인인 것으로 알려지고 있고 이에 의한 해면골의 소실이 가장 현저하게 나타나며 폐경 후 장기간의 에스트로젠 대체요법에 의해 골절 빈도를 약 50% 감소시킬수 있었다. John 등(1987)은 골다공증의 예방과 치료를 위해 에스트로젠을 적용시켜 칼슘의 균형을 유지하고 칼시토닌을 공급하며 칼슘을 하루 1,500mg 적용시키고 적당한 비타민 D와 규칙적인 체중부하 활동을 권장 하였다. 성인에게 있어 운동은 골격계에 적은 영향을 미친다.

그러나 성장동안의 운동은 골의 회복과 재형성 및 골밀도에 증가를 가져온다고 하였다 (Price 1995). Thorsen 등(1996)은 중증도의 운동인 조깅과 활발한 보행으로 젊은층과 장년 층에서 골밀도의 차이를 보고하였다. 박창일 등(1996)은 체중부하가 골밀도를 유지하는데 가장 효과적인 운동이라 하고 폐경기 여성에게 주당 3시간의 유산소운동을 권하고 있으나 과도한 운동의 경우는 무월경을 일으킬수 있고 정상월경과 비교해서 골밀도의 감소를 가져 왔다고 하였다. Dalsky (1996)는 장거리 달리기와 들어올리기를 실시한 논문에서 들어올리기를 실시한 그룹, 장거리 달리기, 대조군 순으로 골밀도의 변화가 있었고 지구력 운동의 경우 단독으로 골다공증의 진행을 감소 시킬수는 없었으나 약간의 감소 경향을 줄일수는 있었다고 하였다.

이와 같이 골다공증의 경우 운동이 영향을 미치는 것은 사실이나 종래의 많은 연구가 부하에 의한 적은 반복의 유산소운동의 경우를 조사한 것이다. 그러나 수영이나 물속에서 행하는 체중부하를 동반하지 않은 무부하운동에 있어서는 관절범위운동, 협응력, 건강증진, 심혈관계의 강화를 위해 시행되어 왔었다 (Sianki 1989). 그리고 근력의 유지나 강화, 균형의 유지, 협응력의 강화로 이차적인 골절의 예방을 위해 실시되었으며 골밀도에 미치는 영향에 대한 연구는 미비하였다. 이에 본 연구는 부분부하와 무부하에 의한 유산소운동을 실시하였을때 골밀도에 미치는 영향을 조사해 보았다. Lynn 등(1997)은 골다공증환자의 균형특성에 관한 보고에서 정상인에 비해 골다공증환자에게 균형조절능력이 떨어진다고 하였다. Tsuji 등(1995)은 젊은 운동선수의 악력과 요골의 골밀도와의 관계에 관한 논문에서 아마추어 레슬링선수와 농구선수, 테니스선수의 우세한 팔과 비우세한 팔의 근력과 골밀도와의 관계를 조사하여 근력과 골밀도와는 비례하는 결과를 보고하였다.

본 연구에서도 무부하에 의한 유산소성운동인 수영을 실시하여 그 결과 수영그룹에 있어서의 골밀도의 변화량은 대퇴경 부위에서 운동실시 전의 골밀도가  $0.8755 \pm 0.027 \text{ g/cm}^3$ 이었고 운동실시 후의 골밀도가  $0.8790 \pm 0.041 \text{ g/cm}^3$ 로 운동 전후의 골밀도가 증가하는 경향을 보였다. 자전거그룹에 있어서의 부분부하에 의한 유산소운동시 대퇴 Ward's 삼각부위에서 골밀도의 증가를 볼수 있었다. 운동실시 전의 골밀도는  $0.9478 \pm 0.088 \text{ g/cm}^3$ 이었고 운동실시 후의 골밀도는  $0.9570 \pm 0.102 \text{ g/cm}^3$ 로 증가의 경향을 보였다. Brahm 등(1996)은 과도한 달리기 운동을 장시간

동안 실시한 실험군에서 운동 실시 전과 운동 실시 후의 골의 형성에 있어 당일의 경우 증가하였으나 이틀후의 경우 일시적으로 골형성의 억제와 골흡수의 자극이 시작되는 것을 보고하였다. 본 연구 결과에서도 요추부의 골밀도에 있어서는 감소하는 변화를 보였다. 수영군에서는 운동 실시 전의 골밀도는  $1.1735 \pm 0.144 \text{ g/cm}^2$ 였고 운동 실시 후의 골밀도는  $1.1685 \pm 0.141 \text{ g/cm}^2$ 이었다.

그리고 자전거군에서도 요추부에 있어서 운동 실시 전의 골밀도가  $1.1020 \pm 0.033 \text{ g/cm}^2$ 이었고 운동 실시 후의 골밀도는  $1.0892 \pm 0.042 \text{ g/cm}^2$ 로 감소하는 경향을 보였다. 이상과 같이 Tsuji 등(1996)이 주장한 근력과 골밀도는 비례한다는 주장이 다소 일치한다는 것을 볼 수 있었다. 그리고 Bassey (1996)가 주장한 고강도의 운동과 저강도의 운동을 실시하였을 때 그들 모두에서 대퇴경부의 골밀도가 3-4% 증가를 가져왔으나 요추부에 있어서는 변화가 없었다는 보고와 같이 수영군과 자전거군의 유산소 운동의 경우도 요추부에서는 영향을 미치지 못하였다.

골량의 유지에는 체중부하와 육체적 활동이 필요하며 만약 한가지가 결핍되면 골량의 감소가 일어나게 되고 체중부하는 골량의 증가에 필수적이어서 체중 부하를 동반하지 않은 운동은 체중부하운동에 비해 효과가 적다는 것이 여러 연구에 의해 증명되었다(Dalsky 1988).

본 연구에서도 유의성은 없었으나 무부하인 수영군보다는 부분부하인 자전거군에서 골밀도상의 수치가 더 높은 것을 볼 수 있었다. 본 연구에서는 단기간과 적은 수의 실험군으로 골밀도의 미세한 증가만을 볼 수 있었으나 다양한 무부하나 부분부하에 의한 운동과 충분한 운동기간에 의한 지속적인 연구로 급성기의 골다공증환자나 척추 압박골절이 있는 환자의 경우 부하에 의한 강도 높은 운동을 할 수 없을 때 관절범위운동, 협용력, 건강증진, 심혈관계의 강화뿐만 아니라 무부하나 부분부하운동을 통해 초기의 골밀도의 감소방지와 향후 재발을 위한 운동프로그램에 도움이 될 것이다. 그리고 골다공증의 포괄적 치료를 위해서는 운동뿐만 아니라 반드시 적절한 식이요법과 약물치료, 자세교정, 환자 교육등을 시행하여 골다공증의 정도와 합병증을 감소시키고 고관절주위 골절로의 이환율을 낮추어 골다공증환자의 삶의 질을 향상 시켜 나가야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구는 운동이 골밀도에 미치는 영향 중에서 무부

하와 부분부하운동이 골밀도에 미치는 영향에 대하여 알아보았다. 대상은 본 연구에 자원한 만 20세에서 30세 사이의 여성으로 대조군, 실험군1(수영군), 실험군 2(자전거 군)로 정하고 한군에 4명씩 배치하였다. 실험기간은 하루 30분씩 주 5회 11주동안 실시하였다. 운동 실시 전과 운동 실시 후의 골밀도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수영군의 운동 실시 전과 운동 실시 후 대퇴경부에서 골밀도상의 증가를 볼 수 있었다. 그러나, 요추부와 대퇴경부, 대퇴 Ward's 삼각부위의 운동 실시 전과 운동 실시 후의 유의한 차이는 없었다 ( $P < 0.05$ ).

2. 자전거군에서의 운동 실시 전과 운동 실시 후의 대퇴 Ward's 삼각부위의 골밀도상의 증가를 볼 수 있었다. 그러나, 요추부와 대퇴경부와 대퇴 Ward's 삼각부위의 운동 실시 전과 운동 실시 후의 유의한 차이는 없었다 ( $P < 0.05$ ).

3. 부분부하와 무부하에 의한 유산소 운동의 실시 후 근육의 운동량이 많은 부위에 있어서 유의성은 없었으나 수치상의 골밀도 증가를 볼 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- 박창일(1996) : 골다공증에 의한 요통의 재활치료. 제 3 회 골다공증 심포 지움. 12 P131 ~ 143.
- 양규현(1996) : 골다공증의 역할 및 골절위험인자. 제 3 회 골다공증 심포 지움. 12 P1 ~ P4.
- 양승오(1996) : DXA 골밀도 측정의 최신지견. 제 3 회 골다공증 심포지움. 12 P26 ~ P35.
- Abass Alavi, M. D.(1987) : Metabolic disorder. *The ciba collection of medical illustrations*. Vol 8. Section IV Plate 28.
- Bassey, E.J., Ramsdale, S.J.(1994) : Increase in femoral bone density in young women following high-impact exercise. *Osteoporosis Int* 4 : 72-75.
- Bassey, E.J.(1996) : Femoral bone mineral density increases with brief daily exercise. *Bone* 19(1) : 110S.
- Brahm, H., Piehl-Aulin, K., Ljunghall, S.(1996) : Bone biomarkers during long term running. *Bone* 19(1) : 105S.
- Dalsky, G.P., Stocke, K.S., Ehsani, A.A., Slatopolsky, E., Lee, W.C., Birge, S.J.J.R.(1988) : Weightbearing exercise training and lumbar boneminer content in postmenopausal women. *Ann Intern Med* 108 : 824-28.
- Dalsky, G.P.(1996) : Determinants of bone response to loading. *Bone*. 19(1) : 109S.

- Dalsky, G.P.(1996) : Exercise and perimenopausal and aging bone. *Bone* 19(1) : 110S.
- Frederick, s., Kaplan, M. D.(1987) : Metabolic disorder. *The ciba collection of medical illustrations*. Vol 8. Section IV Plate 1-4, 22-33, 37-44.
- Gutin, B., Kasper, M.J.(1992) : Can vigorous exercise play a role in osteoporosis ? A review. *Osteopor Int* 2 : 55-59 : 2.
- Gleeson, P.B., Protas, E. J., Leblanc, A. D., Schneider, V. S., Evans, H. J.(1990) : Effects of weight lifting on bone mineral density in premenopausal women. *J Bone Miner Res* 5 : 153-158.
- Heinonen, A., Sievanen, H., Kannus, P., Oja, P., Vuori, I. (1996) : Effect of unilateral strength training on bone mineral content of upper limb in young women. *Bone* 19(1) : 111S.
- John, G., Haddad, M. D.(1987) : Metabolic disorder. *The ciba collection of medical illustrations*. Vol 8. Section IV Plate 32, 41-43.
- Johnell, O., Wedel, H.(1996) : Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 18 : 312(7041) : 1254-1259.
- Joseph, M., Lane, M. D., Vincent, J., Vigorita, M. D. (1984) : *Osteoporosis. Orthopedics of North America* Vol, 15, ND. 4, October.
- Kannus, P., Parkkari, J., Sievanen, H.(1994) : How do we prevent hip fractures *Calcif Tissue Int* 54 : 175-177.
- Lynn, S.G., Sinaki, M., Westerlind, K.C.(1997) Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil* 78 : 273-7.
- Margareta, N., Victor, H. F.(1989) : Biomechanics of bone. Basic *Biomechanics of The Musculoskeletal System*. P3-29.
- Melton, L.J., Riggs, B.L.(1985) : Risk factors for injury after a fall. *Clin Geriatr Med* 1 : 525-39.
- Price, J.S., Jackson, B., Eastell, R., Wilson, A.M., Russel, R.G.G., Lanyon, L.E., Goodship, A.E.(199) : The response of the skeleton to physical training : a biochemical study in horses. *Bone* 17 : 221-227.
- Rambaut, P.C., Johnston, R.S.(1979) : Prolonged weightlessness and calcium loss in man. *Acta Astronautica*. 6 : 1113.
- Ravn, P., Hetland, M. L., Overgaard, K. et al.(1994) : Premenopausal and postmenopausal change in bone mineral density of the proximal femur measured by dual-energy X-rayabsorptiometry. *J Bone Miner Res* 9(12) : 1975-1980.
- Riggs, B.L., Melton, L.J.(1986) : Medical progress series : involutional osteoporosis. *New Engl J Med* 314 : 1676-1686.
- Riis, B.J., Hansen, M.A., Jensen, A.M. et al.(1996) : Low bone mass and fast rate of bone loss at menopause : equal risk factors for future fracture : a 15-year follow-up study. *Bone* 19(1) : 9-12, 1996.
- Rubin, C. T., Lanyon, L. E.(1985) : Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcif Tiss Int* 37 : 411-417.
- Sianki, M., Wahner, H.W., Offord, K.P., Hodgson, S.F. (1989) : Efficacy of nonloading exercise in prevention of vertebral bone loss in postmenopausal women : A controlled trial. *Mayo Clin Proc* 64 : 762-69.
- Sievanen, H., Kannus, P., Nieminen, V., Heinonen, A., Oja, P., Vuori, I.(1996) : Estimation of Various mechanical characteristics of humen bones using dual energy x-ray absorptiometry : methodology and precision. *Bone* 18(1) : 17s-27s.
- Thorsen, K., Kristofferson, A., Hultdin, J., Lorentzon, R. (1996) : Differences in effects of moderate endurance exercise on calcium and bone metabolism in young and older women. *Bone* 18(1) : 104S.
- Tsuji, S., Tsunoda, N., Yata, H., Katsukawa, F., Onishi, S., Amazaki, H.(1995) : Relation between grip strength and radial bone mineral density in young athletes. *Arch Phys MedRehabil* 76 : 234-8.
- Wahner, H.W., Riggs, B.L.(1993) : Long-term fracture prediction by bone mineral assessed at different skeletal sites. *Journal of Bone & Mineral Research* 8 (10) : 1227-1233).
- Whalen, R., Breit, G., Quintana, J.(1996) : Quantification of daily physical activity. *Bone* 19(1) : 108S. Whalen, R., Carter, D. R., Steele, C. R. (1987) : The relationship between physical activity and bone density. *Trans Orthop Res Soc 33rd Mtg* 12 : 464.
- Woolf, J.(1892) : Das Gesetz der transformation der Knochen. *Berlin, Hirschwald*.