

## 제2형 당뇨병자와 정상성인의 골밀도 비교

윤세원, 최석주, 정대인, 박래준<sup>1</sup>, 김한수<sup>2</sup>, 김태열<sup>3</sup>, 김계엽<sup>3</sup>

동신대학교 대학원 물리치료학과, <sup>1</sup>대구대학교 재활과학대학 물리치료학과, <sup>2</sup>대구보건대학 작업치료과, <sup>3</sup>동신대학교 물리치료학과

### Comparison of Bone Mineral Density in Type II Diabetic Patient's and Healthy Elderly Individuals

Se-Won Yoon, PT, PhD; Sug-Ju Choi, PT, PhD; Dae-In Jung, PT, PhD; Rae-Joon Park, PT, PhD<sup>1</sup>, Han-Su Kim, PT, PhD<sup>2</sup>; Tae-Youl Kim, PT, PhD<sup>3</sup>; Kye-Yoep Kim, DVM, PhD<sup>3</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School, Dongshin University; <sup>1</sup>Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University; <sup>2</sup>Department of Occupational Therapy, College of Taegu Health College; <sup>3</sup>Department of Physical Therapy, Dongshin University

**Purpose:** This study was aimed for service to clinical data of physical therapy necessity of bone complication through analysis method of BMD (bone mineral density) used DEXA (dual energy X-ray absorptiometry) to their skeletal system for physical therapy assesment and intervention program in type II diabetic patients. **Methods:** Experimental group of 75 subjects and comparison group of 62 subjects were participated in type II diabetic patients(40-80 ages). BMD was measured by DEXA. BMD change of BMI score and BMD comparison of age and sex would be known. **Results:** This study was found that decreased BMD and increased osteopenia in type II diabetes. In particular, women were lower BMD and higher incidence of osteopenia than men. Men showed significant difference in normal group. Influence of type II diabetes was great on change of BMD in men. however, it showed no significant difference from normal group. **Conclusion:** it was found that skeletal system complication by type II diabetes had some relations. Because reduction of BMD had a great danger to induce trauma by fall or degenerative disease of system, evaluation of proper physical therapy for its prevention and improvement and intervention program are needed. In addition, it would be important to divide type II diabetic patients into osteopenia and osteoporosis changes of skeletal system at comprehensive aspect of physical therapy. (*J Kor Soc Phys Ther 2006;18(2):17-24*)

**Key Word :** TypeII diabetes, Bone mineral density, Dual energy X-ray absorptiometry

### 1. 서론

당뇨병은 가장 흔한 만성질환으로 인슐린의 절대적 혹은 상대적 결핍에 의해 초래되는 만성대사성 질환이며, 인슐린 작용의 부족으로 인한 탄수화물

및 지질 대사이상으로 발생하는 임상적 증상이라고 할 수 있다. 발생률은 우리나라 성인 전체 인구의 10%로 약 2백만 명 정도로 추산되며(허갑범, 1999), 우리나라 사망원인 중 7위를 차지하는 질환이다(통계청, 1999). 당뇨병의 연평균 발생률은 2.5%로써 연령이 증가함에 따라 당뇨병 발생률도 증가하고 남자가 여자에 비해 더 높은 것으로 알려져 있다(김응진 등, 1998).

당뇨병이 문제가 되는 이유 중에는 여러 가지 심

논문접수일: 2006년 1월 10일  
수정접수일: 2006년 3월 15일  
게재승인일: 2006년 3월 23일  
교신저자: 김태열, ptcep@hanmail.net

각한 합병증과 연관되어지기 때문인데, 대표적인 합병증으로 당뇨병 골다공증(osteoporosis) 또는 골감소증(osteopenia)(Wientroub 등, 1980; Ivers 등, 2001) 등이 최근에 관심의 대상이 되고 있다. 그 동안 당뇨병의 유형에 따른 골격계 합병증에 대한 연구는 주로 제 1형 당뇨병에 집중되었으나, 최근 제 2형 당뇨병의 발병이 증가하면서 이에 대한 골격계 합병증에 대한 관심이 점차 증가되고 있다. 제 2형 당뇨병과 건강한 정상인을 비교한 결과에서 골 질량이 감소하는 것을 발견하였으며(Sosa 등, 1996), 정상군과 비교한 결과 골밀도(bone mineral density)가 증가되는 것으로 나타났다(Van Daele 등, 1995). 또한 골다공증 및 골감소증에 대한 연구에서도 제 2형 당뇨병자 남성(Barrent-Connor 와 Holbrook, 1992) 골밀도의 변화를 보고하였다.

당뇨병은 골 대사에 영향을 주어 골감소증이나 골다공증을 유발하여 골절의 위험을 증가시키며, 당뇨병과 연관된 골다공증은 모세혈관장애 의한 합병증 중 하나이며(Ivers 등, 2001; Wientroub 등, 1980), 당뇨병에 의한 골 감소는 골절의 위험성을 증가시키고 골절의 치유 및 골의 성장을 지연시키는 것으로 알려져 있다(Loder, 1988). 인슐린 비의존(non-insulin-dependent diabetes mellitus)인 제 2형 당뇨병을 가진 여성에서 골감소증이나 골다공증에 의한 골절 발생이 제 1형 당뇨병에 비하여는 낮지만 정상인에 비하여 높으며, 고관절에서 골절 발생에 매우 중요한 요인으로 나타났다(Ivers 등, 2001; Nicodemus 와 Folson, 2001; Suzuki 등, 2000).

당뇨병 환자에서 골다공증의 진행은 모든 나이에서 이루어 질 수 있다고 했으며, 병리학적 원인은 아직 명확히 밝혀지지 않았다(Wientroub 등, 1980). 당뇨병과 골밀도에 관한 연구에서 골다공증의 발생은 제 1형 당뇨병에서 유의하게 높다는 것이 확인

되었으며(Olmos 등, 1994), 제 2형 당뇨병에서는 정상인과 비교하여 골 질량이 감소하는 것으로 보고되었다(Sosa 등, 1996). 당뇨병자의 성별에 따라서 골 무기질 농도의 값이 남성보다 여성에게서 현저하게 낮게 나타났다(Amado 등, 1987; Marel 등, 1987).

골감소증이나 골다공증을 예방하거나 지연시키기 위한 방법으로 식이, 운동 등 다양한 방법이 적용되고 있으나, 실제로는 이로 인해 발생하는 골절, 관절 손상 등이 더 심각한 문제를 초래할 수 있다. Turner(1998)등에 의하면 골감소증이나 골다공증 환자의 운동치료의 목적이 골 함량을 증가시키는 것보다는 낙상의 예방에 중점을 두어야 하기 때문에 주로 저 부하 근력증강운동이 근력 및 자세균형을 향상시켜 골절의 발생을 낮출 수 있다고 하였다. 따라서 이 연구는 당뇨병자의 골감소증이나 골다공증 예방과 골관절계의 합병증을 예방 및 치료하기 위한 물리치료 프로그램 개발과 적용 필요성을 제안하기 위하여 실시하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상자

이 연구는 2005년 4월 1일부터 9월 30일까지 포항 의료원에 내원중인 40대에서 80대의 당뇨병자를 대상으로 공복혈당 140mg/dl이상과 식후2시간 160mg/dl이상인 75명과 근골격계 장애가 없고, 일상생활에 지장이 없는 정상성인 중 연령을 대비시킨 62명을 대조군으로 하였다(표 1). 본 실험에 참여하기 전에 대상자에게 이 연구의 목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 한 후 동의를 얻었다.

표 1. 일반적 특성

	Control			DM		
	male (n=30)	female (n=32)	total (n=62)	male (n=43)	female (n=32)	total (n=75)
Age(years)	58.3±5.7	58.5±7.9	58.4±6.6	58.9±5.7	60.8±11.0	59.7±8.4
Hight(cm)	168.2±6.9	152.6±6.2	160.2±10.2	166.3±5.1	152.5±5.9	160.4±8.7
Weight(kg)	68.8±8.8	59.3±9.9	63.9±10.5	69.0±8.8	57.8±7.4	64.2±9.9

## 2. 골밀도 측정

골밀도 측정은 DEXA(QDR-1000, Hologic inc, 미국)로 측정하였다. 본 기기는 골 함량과 골밀도를 측정하기 위해 X-선 튜브에 의해 생산된 두개의 다른 방사선 에너지를 사용한다. 표준작동 상태에서 방사능 노출은 35 mR 이하로 표준 흉부 X-선의 노출량과 유사하며, 측정이 매우 정확하고 정밀하며 촬영 시간이 짧아서 골밀도를 평가하는데 유용하다(Southard 등, 1991).

측정 중 대상자가 움직이지 않도록 사전 교육을 시켰으며, 필요한 경우 근 긴장을 완화시킨 이후 실시하였다. 측정 시 정확한 측정자세를 유지하기 위해 받침대를 사용하였으나, 부득이한 경우 보조자나 보조자로 하여금 자세를 유지시킬 수 있도록 하였다. 대퇴골 측정 시 정확한 측정자세를 유지하기 위해 받침대를 사용하여 옆으로 누운 자세에서 시행하였다.

## 3. 자료 분석

모든 통계는 윈도우즈용 SPSS 10.0 프로그램으로 분석하였으며, 성별, 연령, 체지방지수에 따른 골밀도의 분석은 paired t 검증 및 일원분산분석(one way

ANOVA)과 사후검정으로 Tukey를 이용하였다. 통계학적 유의수준은  $\alpha=0.05$ 로 정하였다.

## III. 결 과

### 1. 성별에 따른 골밀도 비교

남·녀 대조군과 당뇨병군의 골밀도 비교에서는 모두 당뇨병군이 낮게 나타났다. T score는 남성에서는 당뇨병군이 현저히 낮았으며( $p<0.001$ ), 여성에서는 두 군 모두에서 낮았으나 유의한 차이는 없었다. Z score에서도 남성이 현저히 낮았으며( $p<0.001$ ), 여성에서는 두 군 모두에서 낮았으나 유의한 차이는 없었다(그림 1).

대조군과 당뇨병군의 남·녀 골밀도 비교에서는 모두 여성에서 낮게 나타났다. T score는 대조군에서 여성이 현저히 낮았으며( $p<0.001$ ), 당뇨병군은 남·녀 모두 낮았으나 차이는 없었다.

Z score 비교에서도 대조군에서 여성이 현저히 낮았다( $p<0.001$ )(그림 2).

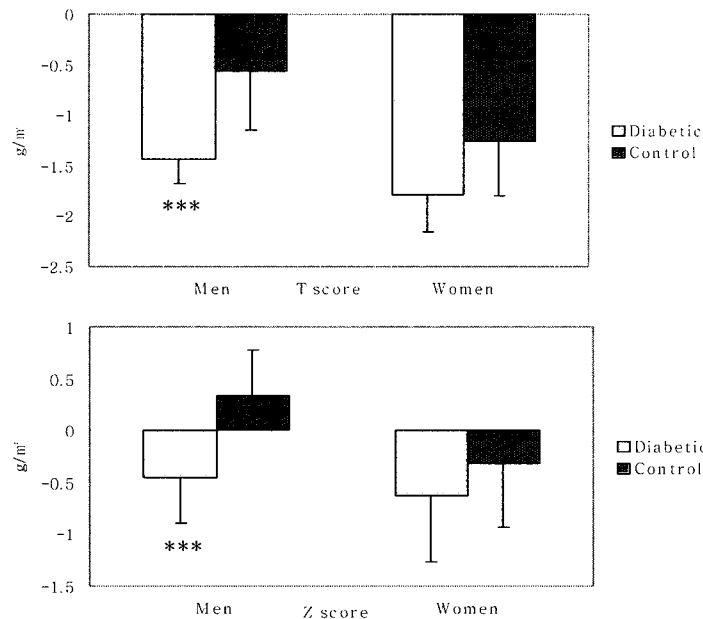


그림 1. 성별에 따른 대조군과 당뇨병군의 BMD score 비교\*\*\* $p<0.001$

윤세원 외 6인 : 제2형 당뇨병환자와 정상성인의 골밀도 비교

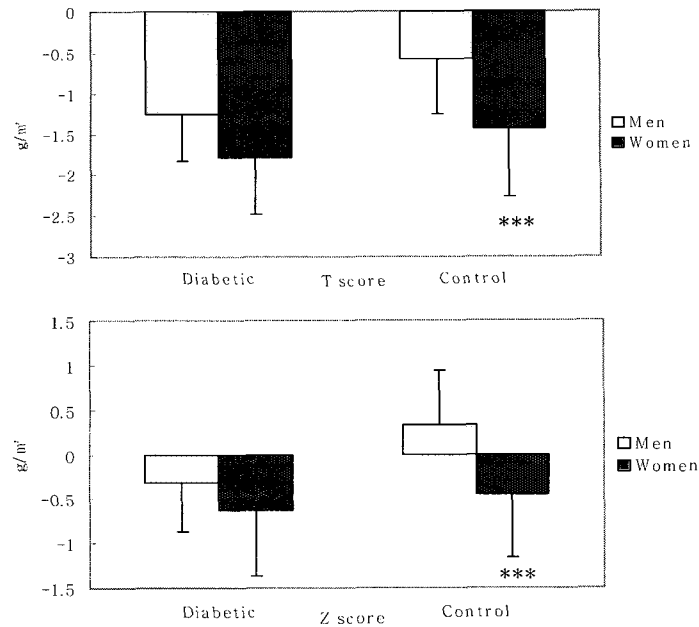


그림 2. 대조군과 당뇨병환자의 남·녀 골밀도 비교. \*\*\*p<0.001

2. 연령에 따른 골밀도 비교

연령별 대조군과 당뇨병환자의 골밀도는 당뇨병환자에서 모두 낮게 나타났다. 먼저 T score 비교에서 남성은 50~59세 사이가 높은 차이를 나타내었으며 (p<0.001), 49세 이하와 60세 이상은 차이가 나타나지 않았으나 당뇨병환자가 더 낮게 나타났다.

여성은 60세 이상에서 증가한 것을 나타내었으며 (p<0.01), 49세 이하와 50~59세 사이에서 차이는 없었다. Z score 비교에서 남성은 50~59세 사이에서만 높은 차이를 나타내었으며(p<0.01), 남성의 49세 이하와 60세 이상, 여성의 전 연령층에서는 차이가 없었다(그림 3).

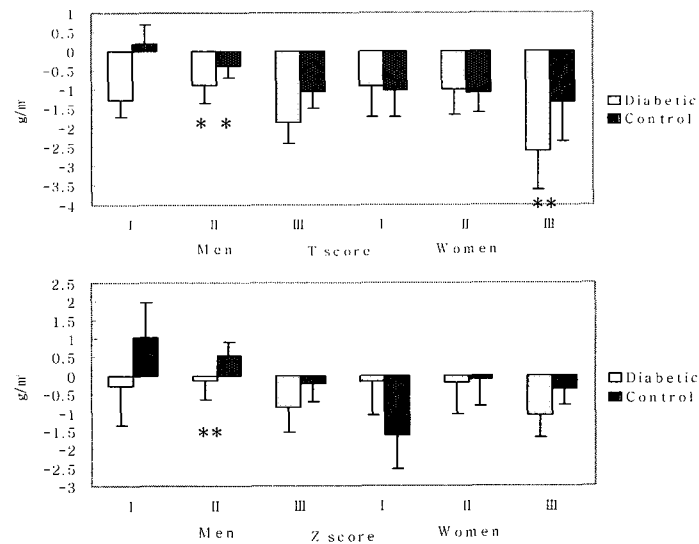


그림 3. 대조군과 당뇨병환자 남·녀 연령별 골밀도 비교. I: 49세 이하, II: 50~59, III: 60세 이상. \*p<0.01 ; \*\*p<0.001

3. 체지방지수에 따른 골밀도 비교

체지방지수 등급별 대조군과 당뇨병군의 비교에서 당뇨병군의 골밀도가 모두 낮게 나타났다. 먼저 T score 비교에서는 남성이 20~25에서 높은 차이를 나타내었으며(p<0.001), 남성 26이상과 여성의 모든 등급에서는 차이가 없었다. Z score 비교에서도 남성

20~25에서 높은 차이를 나타내었으며(p<0.001), 남성과 여성 26이상에서는 차이가 없었다(그림 4).

대조군과 당뇨병군의 체지방지수 등급 간 비교에서 체지방지수 등급의 증가에 따라 골밀도가 약간 높게 나타났다.

먼저 T score 비교에서 남성 당뇨병군은 증가된 차이를 나타내었다(p<0.05)(그림 5).

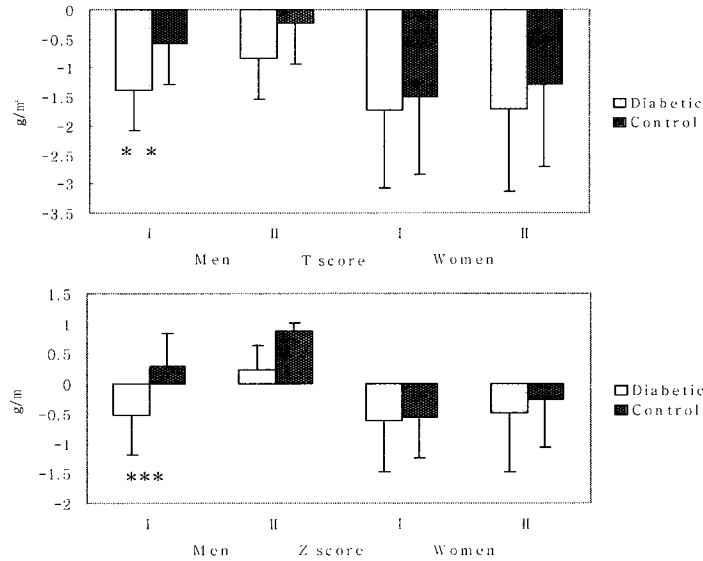


그림 4. 남·녀 간 체지방지수 등급 대조군과 당뇨병군의 골밀도 비교. I: 20~25, II: 26 이상, \*\*\*p<0.001

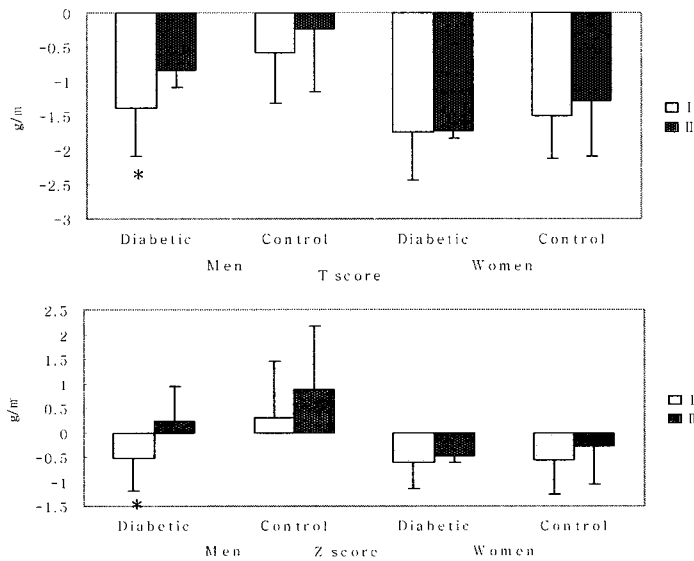


그림 5. 남·녀 간 대조군과 당뇨병군의 체지방지수 등급별 비교. I: 20~25, II: 26 이상. \*p<0.05

Z score 비교에서도 남성 당뇨병환자만 증가된 차이를 나타내었다( $p<0.01$ ).

대조군과 당뇨병환자의 남·녀 비교에서 대조군과 당뇨병환자 모두 여성의 골밀도가 낮게 나타났다.

먼저 T score 비교에서 대조군의 20~25( $p<0.001$ ), 26이상( $p<0.05$ ), 당뇨병환자의 26이상( $p<0.05$ )에서 증가된 것이 나타났다(그림 6). Z score는 대조군의 20~25( $p<0.001$ ), 당뇨병환자의 26이상( $p<0.05$ )에서 높은 차이를 나타내었다(그림 6).

#### IV. 고찰

당뇨에 의한 골격의 변화는 당뇨의 유형에 따라 달라지는데, 인슐린 의존형인 제 1형 당뇨는 어느 정도 정상적인 골 질량을 가지고 있음에도 불구하고 정상에 비하여 감소되는 것으로 알려져 있다(Giacca 등, 1988). 제 2형 당뇨가 골격계에 어느 정도 영향을 미치는지 아직 명확하지 않으나 최근 제 2형 당뇨병환자가 증가하면서 골 질량이나 골절 등에 대한 관심이 높아지고 있다(Ivers 등, 2001; Nicodemus와

Folsom, 2001; Tuominen 등, 1999). 그러나 아직까지 국내에서는 제 2형 당뇨병환자의 골 대사 변화에 대한 임상연구가 전무한 상태이며 이에 대한 예방 및 관리 프로그램도 운영되지 않고 있는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 제 2형 당뇨가 골밀도에 미치는 영향을 분석하여 골감소증이나 골다공증의 진행을 감소시키고, 이로 인해 발생하는 골관절계 합병증에 대한 물리치료의 필요성과 평가 및 치료 프로그램을 마련하는데 필요한 자료를 제공하고자 실시하였다.

이 연구에서는 제 2형 당뇨 환자와 대조군을 대상으로 DEXA를 이용하여 골밀도를 측정하였다. 먼저 대상자는 당뇨병환자와 대조군으로 나누어 연령, 체중, 키, 체지방지수를 측정하고 결과 유의한 차이가 없었다. 대조군과 당뇨병환자의 골밀도 비교에서 남·녀 모두에서 당뇨병환자가 낮게 나타났는데, T score와 Z score에서 남성은 유의한 차이가 있었으며( $p<0.01$ ), 여성은 당뇨병환자가 낮았으나 유의한 차이는 없었다. 대조군과 당뇨병환자의 성별 간 비교에서는 두 군 모두 여성에서 낮았는데, T score와 Z score에서 대조군은 유의한 차이가 있었으며( $p<0.01$ ), 당뇨병환자는 차이가 있었지만 유의하지 않았다.

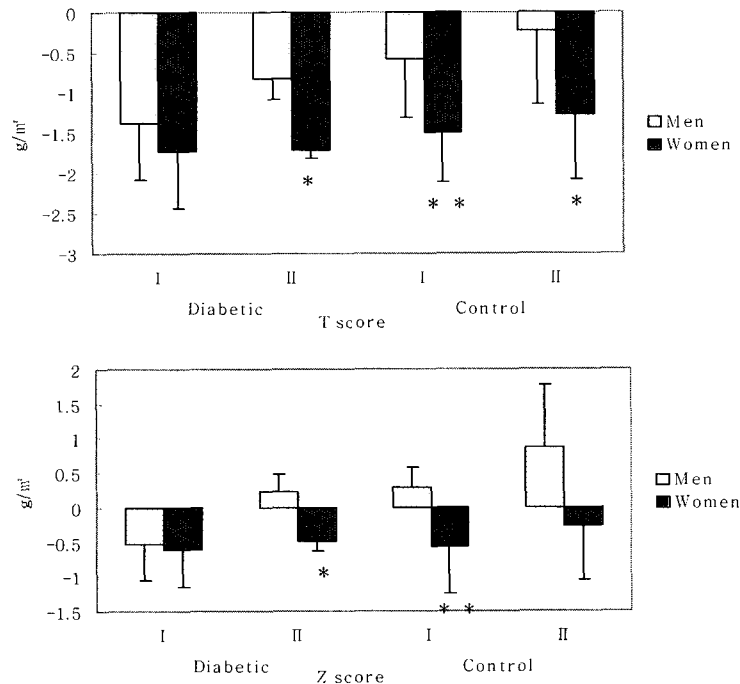


그림 6. 대조군과 당뇨병환자의 남·녀 간 비교. I : 20~25, II : 26 이상. \* $p<0.05$  ; \*\* $p<0.001$

Maugeri 등(1995)도 60~70대 고령의 당뇨병자들을 대상으로 연구한 결과 비 당뇨병군에 비하여 당뇨병군의 골밀도가 더 낮았으며, 성별 간 비교에서도 두 군 모두 여성에서 낮았다고 하여 이 연구와 비슷한 결과를 보고하였다. 그러나 반대로 인슐린 치료를 받는 제 2형 당뇨병 여성 환자의 골밀도가 정상성인과 비슷하거나 높다는 보고도 있었다(Tuominen 등, 1999). 연령별 대조군과 당뇨병군의 골밀도는 당뇨병군에서 모두 낮게 나타났으며, 두 군 모두에서 연령의 증가에 따라 골밀도는 낮아지는 경향을 나타내어 Suzuki 등(2000)의 제 2형 당뇨병자와 대조군을 대상으로 연령증가에 따른 골밀도의 측정결과와 비슷하였다. Hui 등(1985)은 제 2형 당뇨병자에서 연령이 높을수록 골밀도의 증가를 보인다고 하였다. 체지방지수 등급별 비교에서 당뇨병군의 골밀도가 모두 낮게 나타났으며, 체지방지수 등급의 증가에 따라 약간 높게 나타났다. 또한 체지방지수 등급별 남·녀 비교에서 대조군과 당뇨병군 모두 여성에서 낮게 나타났다. 당뇨병자의 체지방지수는 골 밀도를 측정하여 계산한 제 1형 당뇨병자의 체지방지수와 골밀도는 높은 관련성을 보였다(Lunt 등, 1998).

이상에서 제 2형 당뇨병은 골 대사의 변화에 의한 영향, 고령화와 신체적 활동의 감소 등에 의해 골감소증의 발생을 증가시키고, 그 결과 골절 및 낙상에 의한 외상의 위험이 높아지는 것으로 나타났다. 당뇨병과 이로 인한 운동제한이 골 밀도를 저하시켜 여러 가지 이차적 골격계 병변을 만들어 낼 수 있다. 그러므로 당뇨병자들에게 정기적인 골밀도의 측정을 통해 초기 당뇨병자들에게는 골격계의 합병증 유발을 예방하게 하며, 합병증이 이미 발생한 환자들에게는 추가 손상을 방지하는 방법과 합병증을 최대한 개선시킬 수 있는 운동 프로그램이 필요하다. 당뇨병 환자의 골감소증 및 골다공증 등은 특별히 관리되어야 하며 단순하게 각각의 질병으로 이해하여 접근하는 방식보다는 골격계의 변화를 포괄적인 시각에서 평가하고 물리치료를 적용해야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

이 연구는 제 2형 당뇨병에 의한 골 합병증의 물리치료 필요성과 평가 및 치료 프로그램을 마련하기 위한

자료를 제공하고자 실시하였다. 대상자는 제 2형 당뇨병으로 치료 중인 40대에서 80대 환자 75명과 연령대비 대조군 62명을 대상으로 DEXA를 이용하여 골밀도를 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 제 2형 당뇨병에 의해 골밀도는 감소되고, 골감소증은 증가하는 것으로 나타났다. 특히 골밀도는 여성이 더 낮았으나, 정상인과 비교에서 남성이 더 큰 차이를 나타내었다. 따라서 제 2형 당뇨병 환자의 골밀도는 여성은 물론 남성에서도 정상인에 비하여 크게 감소하므로 성별에 관계없이 전도나 추락 등에 의한 외상이나 근골격계 퇴행성 병변의 유발을 증가시킬 위험이 크므로 이를 예방하고 개선하기 위한 물리치료 평가 및 중재 프로그램의 개발이 필요하다.

## 참고문헌

- 김웅진, 민헌기, 최길영 등. 당뇨병학. 대한 당뇨병학회 편, 제2판, 서울, 고려의학, 제3장; 1998:22-31.
- 허갑범. 당뇨병의 예방과 치료. 신촌 세브란스병원 당뇨병 센터, 1999.
- 통계청. 사망원인 통계연보, 1999.
- Amado JA, Gomez C, Obaya S et al. Calcium and calcitonin responses to calcium infusion in type I diabetes mellitus. JPM. 1987;63(738):249-52.
- Barrent-Connor E, Holbrook TL. Sex differences in osteoporosis in older adults with non-insulin-dependent diabetes mellitus. JAMA. 1992;268(23):3333-7.
- Maugeri D, Panebianco P, Destro G et al. Senile diabetes and bone mineral density. Arch Gerontol Geriatr. 1995;20(3):241-8.
- Giacca A, Fassina A, Caviezel F et al. Bone mineral density in diabetes mellitus. Bone. 1988;9(1):29-36
- Hui SL, Epstein S, Johnston CC Jr. A prospective study of bone mass in patients with type I diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 1985; 60(1):74-80.
- Ivers RQ, Cumming RG, Mitchell P et al. Diabetes and risk of fracture: The Blue Mountains

- Eye Study. *Diabetes Care*. 2001;24(7):1198-203.
- Jelinek JS, Murphey MD, Aboulafia AJ et al. Muscle infarction in patients with diabetes mellitus: MR imaging findings. *Radiology*. 1999;211(1):241-7.
- Loder RT. The influence of diabetes on the healing of closed fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;232:210-6.
- Lunt H, Florkowski CM, Cundy T et al. A population-based study of bone mineral density in women with longstanding type 1 (insulin dependent) diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 1998;40(1):31-8.
- Marel MG, Hooper MJ, Kos S. Reduction in bone mineral density in diabetes. *Osteoporosis J*. 1987:457-9.
- Nicodemus KK, Folsom AR. Type 1 and type 2 diabetes and incident hip fractures in postmenopausal women. *Diabetes Care*. 2001;24(7):1192-7.
- Olmos JM, Perez-Castrillon JL, Garcia MT et al. Bone densitometry and biochemical bone remodeling markers in type 1 diabetes mellitus. *Bone Miner*. 1994;26(1):1-8.
- Sosa M, Dominguez M, Navarro MC et al. Bone mineral metabolism is normal in non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*. 1996;10(4):201-5.
- Southard RN, Morris JD, Mahan JD et al. Bone mass in healthy children: measurement with quantitative DXA. *Radiology*. 1991;179(3):735-8.
- Suzuki E, Kashiwagi A, Hidaka H et al. <sup>1</sup>H- and <sup>31</sup>P-magnetic resonance spectroscopy and imaging as a new diagnostic tool to evaluate neuropathic foot ulcers in Type II diabetic patients. *Diabetologia*. 2000;43(2):165-72.
- Tuominen JT, Impivaara O, Puukka P et al. Bone mineral density in patients with type 1 and type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 1999;22(7):1196-200.
- Turner LW, Fu Q, Taylor JE et al. Osteoporotic fracture among older U.S. women: risk factors quantified. *J Aging Health*. 1998;10(3):372-91.
- Van Daele P, Stolk RP, Burger H et al. Bone density non-insulin-dependent diabetes. The Rotterdam Study. *Ann Intern Med*. 1995;122(6):409-414.
- Wientroub S, Eisenberg D, Tardiman R et al. Is diabetic osteoporosis due to microangiopathy. *Lancet*. 1980;2(8201):983.