

운동이 중년이후 여성의 골밀도에 미치는 효과에 대한 메타 분석

유지수¹ · 박지원² · 이숙정³

연세대학교 간호대학 교수¹, 아주대학교 간호대학 교수², 적십자 간호대학 전임강사³

A Meta Analysis on the Effects of Exercise on Bone Mineral Density among Middle-aged and Older Women

Yoo, Ji Soo¹ · Park, Jee Won² · Lee, Suk Jeong³

¹Professor, College of Nursing, Yonsei University, ²Professor, College of Nursing, Ajou University, ³Full-time Lecturer, Red Cross College of Nursing

Purpose: This study was to examine the effectiveness of exercise for bone mineral density (BMD). **Methods:** Four investigators reviewed English articles from Pub Med and CINAHL, selecting randomized controlled trials on exercise programs for middle-aged and older women. Out of 25 studies identified, 14 that satisfied with the inclusion criteria were included in the meta-analysis. The quality of the studies was assessed using recognized methods and the effect size was calculated as a Hedges' g using Comprehensive Meta-analysis Version 2.0. Primary outcomes were changes in BMD at femoral neck, trochanter, and lumbar spine. Subgroup analysis included changes in BMD according to exercise style. **Results:** Weight bearing exercise was effective ($Q = 20.1$, $p > .05$, $ES = 0.32$), and resistance exercise was effective in case of comparing to pre and post intervention ($Q = 4.15$, $p = .98$, $ES = 0.14$). At the femoral neck, 9 study groups were homogeneous and the experimental groups demonstrated a positive effect on BMD ($Q = 19.5$, $p > .05$, $ES = 0.33$). In contrast, marked heterogeneity ($Q = 33.3$, $p < 0.01$) was apparent in 7 study groups evaluating trochanter. **Conclusion:** These findings suggest that weight bearing is effective for BMD of the femoral neck, and is relevant to the non-pharmacological treatment of bone loss for middle-aged and older women.

Key Words : Meta-analysis, Exercise, Osteoporosis, Middle aged, Women

I. 서 론

1. 연구의 필요성

골다공증은 중·노년기 여성의 삶의 질을 위협하는 대표적인 건강문제로, 뚜렷한 외상 없이도 경미한 충격에 쉽게 골절을 일으키고, 통증, 자세변형, 움직임의 제한을 초래하여(Peterson, 2001) 만성질환인 뇌졸중, 심근경색, 폐쇄성 폐질환 등과 비교하여 와상의 기간이 더 긴 것으로 보고되고 있다(International Osteoporosis Foundation, 2003). 선진국의 경우 50세 여성이나 남은 생애동안 골다공증성 골절에 걸릴 확률은 40% 정도로 보

고되고 있다(WHO, 2004). 이 같은 상황은 우리나라 노인에서도 유사하여(Jeon, Jeong, & Choe, 2001), 골다공증성 골절에 따른 사회경제적 손실이 2001년과 비교하여 2003년에는 27% 증가하였다(Park, 2008). 우리나라 50세 이후 여성의 기대여명은 31.3년(Ministry for health welfare and family affairs, 2001)으로, 이는 폐경이후 30년 이상을 골다공증의 위험을 안고 살아가야 함을 의미한다.

골밀도 감소 예방을 통해 골다공증에 의해 초래된 질병 이환율과 경제적 비용을 감소할 수 있다(Orces, Casas, Lee, Garcia-Cavazos, & White, 2003). 최근에는 골다공증 약물치료의 비용문제와 부작용 발생을 대체할 비약물요법에 관심을 두게 되

주요어 : 운동, 중년, 여성, 골밀도, 메타 분석

Address reprint requests to : Lee, Suk Jeong, Red Cross College of Nursing, 98 Saemoonan-gil, Jongno-gu, Seoul 110-102, Korea.
Tel: 82-2-3700-3675, Fax: 82-2-3700-3400, E-mail: lsj1109@redcross.ac.kr

투고일 : 2009년 4월 14일 수정일: 2009년 9월 10일 계재확정일 : 2009년 9월 14일

었고(Kelley, Kelley, & Tran, 2001), 그 중에서 운동은 누구나 이용할 수 있고 저비용 중재이기 때문에 적절하다고 보고되고 있다(Kelley et al., 2001). 운동 중에서 체중부하운동과 근육 강화운동이 골밀도 유지에 유익함을 보고하고 있는 데 반해 (Beck, & Snow, 2003; Karlsson, 2004), 유산소 운동이 폐경 후 여성에서 hip 골밀도에 효과가 없음을 보였으며(Bloomfield, Williams, Lamb, & Jackson, 1993; Caplan, & Ward, 1993), 근육강화운동의 효과도 일관성 없이 보고되고 있어(Bonaiuti et al., 2002; Kelley et al., 2001) 운동방법에 따른 효과성에 대한 체계적 분석이 필요하다.

운동의 효과에 대한 체계적 고찰은 체계적인 방법론을 적용한 연구결과에 근거해야 한다. 메타 분석은 체계적인 고찰을 위한 연구방법으로서 공통문제를 다룬 개별연구결과를 통계적으로 통합하고 분석하는 양적 접근방법이다. 메타 분석의 강점은 여러 연구를 병합하여 대상자수를 더해 나감으로서 분석의 힘을 증가하는 것으로, 이 방식으로 동질한 조건 내에서 효과의 차이가 존재하는지를 파악할 수 있다(Cooper, & Hedges, 1994).

운동이 여성의 골건강을 위한 중재로 다양하게 적용되면서 메타 분석을 통하여 그 효과를 분석한 연구결과가 보고되었다. 그 예로, 운동이 폐경이후의 여성의 골상실에 어떤 영향을 주는지 96년 이전의 연구를 대상으로 메타 분석한 Berard, Bravo와 Gauthier(1997)의 분석에서는 다양한 운동 후에 요추 골밀도에는 유의한 효과가 있는 것으로 나타났고, 그 외 다른 부위의 골밀도에는 효과가 없는 것으로 나타났다. 그러나 이 연구의 제한점은 확률적으로 표출되지 않은 논문을 포함하였고, 대상자수가 적은 연구가 많아 대상자들의 대표성과 연구 그룹 간 이질성의 문제를 극복하지 못했고, 구체적인 운동의 형태에 따른 효과가 규명되지는 않았다. Wolff 등(1999)이 실시한 메타 분석은 1996년 까지 폐경 전후 여성에게 운동중재를 실시한 후 골밀도의 변화를 측정한 25개의 논문을 분석하였는데, 폐경 전후의 여성에게 체중부하운동중재는 요추와 대퇴의 골밀도 손실을 년당 약 1% 예방하는 것으로 밝혀졌으나, 근육강화운동의 경우는 요추 및 대퇴에 유의한 효과가 없었다. 또한 확률적 표출과 비확률적 표출 논문을 구분하여 그 효과크기를 비교하였을 때 비확률적 표출한 9개의 논문이 확률적 표출한 16개의 논문에 비해 효과크기가 2배로 나타났다.

위의 메타 분석은 1996년 이전의 연구를 분석한 것으로, 그 이후에 출판된 연구결과를 재분석할 필요가 있으며 위 연구의 제한점을 보완하여 보다 타당성 있는 결과를 도출하기 위해 확률적으로 표출된 연구를 대상으로 운동의 효과를 분석해 볼 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 확률적으로 표출된 중년이후

여성에게 실시한 운동중재가 골밀도 유지에 효과가 있는지 체계적으로 분석하고자 하며, 이 결과를 중년이후 여성의 골밀도 감소 예방을 위한 운동중재의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구의 목적은 운동이 중년이후 여성의 골밀도에 효과를 나타내는지 검증하기 위해 운동중재 후 골밀도를 측정한 논문을 대상으로 운동방법 및 골밀도 검사부위에 따른 골밀도 변화의 효과크기를 파악하는 것이다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

- 중년이후 여성에게 적용한 운동중재의 특성을 분석한다.
- 운동방법에 따른 골밀도 변화의 효과크기를 분석한다.
- 평균연령별 운동방법에 따른 골밀도 변화의 효과크기를 분석한다.
- 골밀도 검사부위에 따른 골밀도 변화의 효과크기를 분석한다.

3. 용어정의

골밀도(bone mineral density, BMD): 무기질로 침착되어 있는 골량(bone mass)을 나타내는 것으로, 골밀도 측정은 골다공증의 진단과 치료시도에 사용되는 지표이다. 본 연구에서는 이중에너지 방사선 흡수계측법(Double Energy X-ray Absorptiometry, DEXA)으로 측정한 요골과 척추, 대퇴골 등에서의 골밀도 수치를 의미한다.

II. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 중년이후 여성에게 적용한 기존 운동중재 연구결과를 바탕으로 운동방법이 골밀도 유지에 효과적이었는지를 알아보기 위해 골밀도 변화를 측정한 연구를 분석한 메타연구이다.

2. 연구대상

PubMed, Medline과 Cumulative Index for Nursing and Allied Health Literature(CINAHL)에서 1996년에서 2006년 까지 영어로 발행된 논문을 대상으로 하였다. 검색 시 key word는 ‘exercise’, ‘bone mineral density’, ‘woman’, ‘osteoporosis’이었다. 검색 시 포함 사항으로는 ‘middle aged(over 45

years)', 'randomized controlled trial', 'English language'였다. 분석에 요구되는 inclusion criteria는 peer review 논문, 대조군이 있는 논문, 골밀도 결과가 있는 논문, exclusion criteria는 골다공증 발병에 영향을 주는 심장이식수술이나 폐 이식술, 내분비 질환, 장기간의 약물복용(스테로이드, 헤파린 등)(Peterson, 2001) 후에 발생된 골다공증 대상은 제외하였다. 또한 골형성은 최소한 몇 달이 소요되기 때문에 운동중재가 16주 이하인 것은 제외하였다. 총 검색된 논문은 52개였으며, 이 중 기준에 부합되는 논문은 25개였다.

분석할 논문의 quality rating은 Soeken, Lee, Bausell, Agelli와 Berman(2002)이 사용한 도구를 수정하여 평가했으며, 평가 항목은 연구목적이 명확히 기술되었는지, 확률적 표출방법을 사용했는지, 환자 및 치료자가 blind 되었는지, attrition 보고가 있는지, 가설에 적절한 통계적 분석기법을 사용했는지, 논의부분에서 결과를 일관성있게 설명했는지 등 총 8개이다. Quality rating 도구의 각 문항은 0점에서 2점으로 구분되어 있어 총 0점에서 16점까지의 분포를 보이며, 9점 이하의 논문은 low quality로, 10점 이상의 논문은 high quality로 구분하였다. 4명의 연구자가 2인 1조가 되어 각각의 논문을 읽어 본 후 quality rating을 실시하여 18개(72%)의 논문이 high quality 13개, low quality 5개로 일치를 보였고, 7개(28%)의 논문이 불일치를 보였다. 일치하지 않는 7개의 논문을 다시 읽고 연구자들 간 확인한 후 high quality 6개, low quality 1개로 결정되었다. 이에 25개 논문 중 두 연구자가 모두 9점 이하를 준 논문이 6개로 분석에서 제외하였고, 10점에서 14점까지의 분포를 보인 19개의 high quality 논문을 분석하였다.

각각의 논문을 Excell file에 주저자, 발행년도, 연구설계, 대상자수, 대상자 특징, 중재내용, 중재기간, 자료수집기간, 탈락률, BMD 측정부위, BMD 수치(평균, 표준편차), 통계적 결과를 coding 하였다. 코딩 과정에서 1개의 논문은 성인기의 대상자만을 다루었고, 1개는 골밀도 검사 결과가 없었으며, 1개는 실험군에게 운동과 약물을 함께 중재하여 약물이 혼란변수로 작용하였고, 2개의 논문은 골밀도를 CT로 측정하여 다른 연구의 DEXA 결과 단위와 차이가 있어(g/cm^3 vs g/cm^2) 본 메타 분석에서 제외하고 최종 14개의 논문을 분석하였다.

3. 자료분석

분석은 메타 분석 패키지인 comprehensive meta analysis version 2.0(http://www.meta-analysis.com/pages/support_download.html)을 이용하였다. 코딩자료에 근거하여 각 연구

결과인 BMD의 효과크기(effect size) Hedges' g와 95% 신뢰구간을 구하였다. 효과크기를 구할 때 Hedges' g를 산출한 것은 Cohen's d를 산출하는 경우 분모 ([실험군의 표준편차의 제곱+대조군의 표준편차의 제곱]/2)에 영향을 많이 받기 때문에 만약 1개의 표준편차가 다른 것에 비해 크다면 그에 따라 효과크기가 좌우되기 때문에 이를 보완하는 방법으로 사용되었다. Hedges' g는 두 군 결과치의 표준편차 뿐 아니라 대상자 수를 분모에 반영함으로 보다 오차를 줄이는 방법이다(Hedges & Olkin, 1985). 효과크기가 0 이상이면 효과가 있는 것이고, 0보다 작으면 효과가 없는 것으로 해석한다. 개별적 조사 항목의 효과크기를 구한 후, 그룹별로 묶어서 하부 그룹별 효과크기를 구하였다. 하부그룹 내 연구의 동질성을 파악하기 위하여 역분산가중법(inversion variance)을 이용하여 Q 통계량을 구하였다. Q 값은 카이제곱분포에 근거하여 분석되어지며, p 값이 .05 보다 크면 하부 그룹 내의 개별 논문들이 동질함을 나타낸다. 하부 그룹 전체의 효과크기는 하부 그룹 내의 개별 논문들이 동질한 경우 효과크기 Hedges' g를 산출하고 95% 신뢰구간과 통계적 유의성(Z 값)을 분석하였다. 하부 그룹 분석은 네 가지 방법으로 실시하였다.

- 운동방법에 따른 골밀도 검사 결과의 효과크기를 구하였고, 그 중에서 골밀도 검사부위에 따라 구분하여 골밀도 결과의 효과크기를 구하였다.
- 평균연령 별로 운동의 종류에 따른 효과크기를 구하였다.
- 운동종류와 상관없이 검사부위(femoral neck, trochanter, lumbar)에 따른 골밀도 검사 결과의 효과크기를 구하였다.
- 근육강화운동 전후의 골밀도 변화의 효과크기를 구하였다.

III. 연구결과

1. 연구논문의 일반적 특성

분석한 연구논문은 1996년에서 2006년까지 출판된 총 14개의 논문이었다. 연구가 진행된 지역 분포는 북미 4편, 유럽 6편, 오세아니아 4편이었다. 대상자 수는 적은 경우는 7명, 많은 경우는 126명까지였으며, 총 1,426명이었다. 평균연령은 63.2세로 46.8세에서 79.6세 까지의 분포를 보였다. 대상자의 대부분은 폐경이 되었고, 1개의 논문에서 폐경 전 여성을 다루었다. 모든 논문이 확률적 표출방법을 사용했으며, 호르몬 치료를 병행하는 대상자가 실험군과 대조군에 모두 포함된 논문은 6편이었다. 골다공증 대상을 다룬 논문이 3편이었다. 폐경된 기간은 기록이 없는 4편의 논문과 폐경 전 대상 논문 1편을 제외하고

4.5년에서 30.3년이었다. 대조군에게 아무런 운동중재를 하지 않은 논문은 7편, 실험군에게 실시한 중재와는 다른 형태의 중재를 한 논문은 3편, 2개의 대조군이 있어서 1개는 실험군과 다른 운동중재를 하고 1개는 아무것도 하지 않았거나 간단한 유연성 운동을 한 논문이 4편 있었다(Table 1).

2. 운동중재의 특징

운동방법은 크게 체중부하운동, 근육강화운동, 체중부하운동과 근육강화운동의 혼합형, 기타운동으로 이루어졌다. 실험군에서 체중부하운동을 실시한 논문은 4편이며 에어로빅, 빠르게 걷기 등의 운동을 실시했고 근육강화운동을 실시한 논문은 3편이었다. 혼합운동을 실시한 논문은 3편이며 체중부하운동, 유연성운동, 근육강화운동 등을 골고루 실시하였고, 기타 운동을 실시한 논문은 4편으로 진동기계를 이용한 운동, 타이

치 운동 및 생활습관개선을 위한 신체활동 강화운동이 포함되었다. 대조군에서도 운동중재를 실시한 논문이 총 7편으로서 체중부하운동을 실시한 논문이 3편, 근육강화운동을 실시한 논문이 3편, 혼합운동을 실시한 논문이 1편인데, 근육강화운동과 혼합운동의 경우 실험군과 비교하여 강도를 약하게 했거나 (3편), 실험군에서는 하체강화 운동을 실시한 데 반해 대조군에서는 상체강화 운동을 실시한 논문 1편이 포함되었다.

운동빈도는 주 3회에서 주 5회였으며, 운동시간은 30분에서 60분 이었고, 운동강도는 체중부하운동 4편의 경우는 최대 심박수의 60~85% 정도로 실시했으며, 근육강화운동의 경우는 3편 모두 최대 근력(IRM) 기준 50~85% 정도로 실시하였다.

운동기간은 25주에서 2년까지였으며, 골밀도 검사부위는 대전자(trochanter), 대퇴경부(femoral neck), 허리(lumbar spine), 전신(total body), 둔부(total hip) 등이었다. 논문의 quality rating은 10점에서 14점을 나타내었다(Table 2).

Table 1. Characteristics of Sample Studies

First author	Year	Setting	Sample size	Age (M ± SD)	Sample characteristics	Year since menopause (M ± SD)
Korpelainen et al.	2006	Finland	Ext: 84, Cont: 76	72.9 ± 1.1, 72.7 ± 1.2	Elderly, osteoporotic, HT: 4	-
Gusi et al.	2006	Spain	Ext1: 14, Ext2: 14	66 ± 6, 66 ± 4	Adequate nutritional state, non-smoker	11 ± 6, 12 ± 5
Englund et al.	2005	Sweden	Ext: 21, Cont: 19	72.8 ± 3.6, 73.2 ± 4.9	Elderly, HT: 0	24.7 ± 3.3, 12.8 ± 2.7
Stengel et al.	2005	Germany	Ext1: 28, Ext2: 25	57.7 ± 3.2, 57.6 ± 3.0	Take a supplement of vitD, Ca	-
Judge et al.	2005	USA	Ext1: 75, Ext2: 78	67.2 ± 4.9, 67.8 ± 4.6	Take a supplement of vitD Ca, HT: all	-
Liu-Ambrose et al.	2004	Canada	Ext: 29, Cont1: 33, Cont2: 31	79.6 ± 2.1, 78.9 ± 2.8, 79.5 ± 3.2	Osteoporosis or osteopnea HT: 13	29.9 ± 5.0, 30.3 ± 6.5, 29.7 ± 6.3
Verschueren et al.	2004	Belgium	Ext: 25, Cont1: 22, Cont2: 24	64.6 ± 3.3, 63.9 ± 3.8, 64.2 ± 3.1	Osteoporosis	16.9 ± 6.3, 15.5 ± 6.0, 14.6 ± 6.6
Chan et al.	2004	HongKong	Ext: 54, Cont: 49	54.4 ± 3.3, 53.6 ± 3.2	Healthy post menopause	4.9 ± 2.5, 4.5 ± 2.4
Iwamoto et al.	2001	Japan	Ext: 8, Cont1: 27, Cont2: 20	65.3 ± 4.7, 64.3 ± 3.0, 64.9 ± 5.7	Postmenopausal, osteoporosis	16.3 ± 5.9, 14.7 ± 9.2, 14.8 ± 6.4
Kerr et al.	2001	Australia	Ext: 24, Cont1: 30, Cont2: 36	60 ± 5, 59 ± 5, 62 ± 6	Take a supplement of Ca	11 ± 6, 9 ± 5, 12 ± 6
Salamone et al.	1999	USA	Ext: 115, Cont: 126	46.7 ± 1.7, 46.8 ± 1.8	Premenopausal women	premenopause
Ebrahim et al.	1997	England	Ext: 49, Cont: 48	66.4 ± 7.8, 68.1 ± 7.8	Menopausal, arm fracture history, HT:4	17.7 ± 5.4, 20.1 ± 8.1
Lordet et al.	1996	Australia	Ext: 68, Cont: 70	71.7 ± 5.4, 71.5 ± 5.3	HT: 9	-
Bravo et al.	1996	Canada	Ext: 61, Cont: 63	59.6 ± 5.8, 59.9 ± 6.4	Osteopenic women, HT: 48	12.4 ± 8.9, 18.6 ± 13.2
Total				1,426		

Note. HT, the number of people with hormone therapy; Ext, experimental group; Cont, control group.

Table 2. Characteristics of Interventions

First author	Interventions	Frequency, duration, intensity, intervention period		Site measured	Quality rate	
		Rater 1	Rater 2			
Korpelainen et al. (2006)	Ext: Supervised exercise sessions ▪ Aerobic exercises	60 minutes 12 months intervention		Trochanter Proximal femur	14	12
Gusi et al. (2006)	Ext 1: WBV program ▪ Three sets of 1 minute vibration Ext 2: Walking	Ext 1: 3 times/week, 40 minutes, 12.6 Hz of vibration Ext 2: 1 hour 8 months intervention		Lumbar spine Femoral neck Trochanter	10	10
Englund et al. (2005)	Ext: Weight-bearing exercise ▪ Combination of ex (strengthening, aerobic, balance and coordination exercises) ▪ Cooling down, stretching and relaxation	Twice/week, 60 minutes 12 months intervention		Lumbar spine Femoral neck Trochanter	10	10
Stengel et al. (2005)	Ext 1: A concentric fast/explosive 4-s eccentric sequence/power training Ext 2: A 4-s concentric, 4-s eccentric sequence/strength training Both groups ▪ Weight-lifting, gymnastic, home training	Weekly, 25 ~ 60 minutes, 70 ~ 85% maximum heart rate, 50 ~ 90% of 1 RM 12 months intervention		Lumbar spine Total hip Femoral neck	10	10
Judge et al. (2005)	Ext 1: Lower body resistance training ▪ Chair-rise, stair climb, calf raise Ext 2: Upper body resistance training, without loading the femur ▪ Abdomen and low-back exercises	Ext 2: 3 times/week, 1 hour 24 months intervention		Femur Trochanter Lumbar spine Total body	10	10
Liu-Ambrose et al. (2004)	Ext: Resistance training ▪ Increasing muscle strength in the extremities and trunk Con1: Agility Training ▪ Coordination, balance, and psychomotor performance of the lower extremities Con2 : General stretching and relaxation techniques	Ext: 50 ~ 85% of 1 RM 25 weeks intervention		Total hip Femoral neck Trochanter	10	12

Table 2. Characteristics of Interventions (continued)

First author	Interventions	Frequency, duration, intensity, intervention period	Site measured	Quality rate	
				Rater 1	Rater 2
Verschueren et al. (2004)	Ext: Whole Body Vibrating (WBV) training ▪ Static and dynamic knee-extensor exercises on the vibration platform Cont 1: Resistance training ▪ Knee extensor on a leg extension and leg press machine	Ext: 30 minutes, 35 ~ 40 Hz of the vibration Cont 1: 1 hour, 60% to 80% of the heart rate reserve, two sets of 8 ~ 20 RM 6 months intervention	Whole body Proximal femur Lumbar spine	11	12
Chan et al. (2004)	Ext: Tai Chi Chun (Yang style) exercise ▪ Low-impact, weight-bearing exercise characterized by gentle movements	50 minutes / day, 5 times / week 12 months intervention	Spine L2 ~ L4	10	10
Iwamoto et al. (2001)	Ext: Brisk walking ▪ Daily step counts for 7 days had been calculated, the subjects were encouraged to increase the step count by 30% through brisk walking Cont 1: 2 years	1 ~ 2 years intervention	Lumbar	10	10
Kerr et al. (2001)	Ext (S group): Brisk walking, resistance wt. training with load. ▪ Progressively increased their load throughout the study. Cont 1 (F group): Brisk walking, resistance wt. training with minimal load.	Ext: Three sets of eight repetition 2 years intervention Heart rate less than 150 beats/minute	Total spine	10	10
Salamone et al. (1999)	Ext: Lifestyle intervention ▪ Meal plan ▪ Increasing physical activity	To expend 4,180 ~ 6,270 KJ / week 18 months intervention	Lumbar spine Total hip	10	10
Ebrahim et al. (1997)	Ext: Brisk-walking	40 minutes, 3 times / week 24 months intervention	Lumbar spine Femoral neck	10	12
Lord et al. (1996)	Ext: Weight bearing with stretching and relaxation ▪ Aerobic exercises, balance, coordination and strengthening exercises	12 months intervention	Lumbar femoral Neck trochanter	10	10
Bravo et al. (1996)	Ext: Weight bearing ▪ Promoting flexibility ▪ Isometric exercises	1 hour, 3 times / week, 60 to 70% of heart rate reserve 12 months intervention	Spine Femur	11	11

3. 골밀도 변화의 효과크기

운동방법에 따른 골밀도 변화의 효과크기를 파악하기 위하여 체중부하운동, 근육강화운동, 혼합운동, 진동운동 후 골밀도 측정 결과를 비교하였다(Table 3). 타이치 운동과 생활습관 개선을 위한 신체활동강화는 진동운동과 함께 기타운동에 포함되었으나, 진동운동과 운동방법이 확연히 다르기 때문에 분석에서 제외하였다. 체중부하운동 후에는 총 16 개의 골밀도 결과 수치를 얻을 수 있었으며 이를 그룹 결과는 동질하였으며($Q = 20.1, p = .169$), 전체 효과크기는 0.32(95% CI 0.20 ~ 0.43)로 통계적으로 유의하였다($Z = 5.43, p < .001$). 체중부하운동 후의 결과 중 대퇴경부에서 측정한 4개의 골밀도 결과(효과크기: 0.49, 95% CI: 0.32 ~ 0.67)와 허리에서 쪽은 4개의 골밀도 결과(효과크기: 0.27, 95% CI: 0.04 ~ 0.50)는 동질하면서 통계적으로 유의하게 효과가 나타났다($p < .05$).

근육강화운동의 경우 15개의 골밀도 결과 수치를 얻을 수 있었으며 이를 그룹 결과는 동질하였으나($Q = 20.53, p = .114$) 효과는 나타나지 않았다(효과크기 = -0.02). 근육강화운동 후 대퇴경부와 대전자에서 측정한 골밀도 결과는 동질하였으나($Q = 0.54, p = .77; Q = 3.47, p = .32$), 효과크기는 0.051(95% CI: -0.24 ~ 0.34)과 -0.13(95% CI: -0.37 ~ 0.10)로 통계적으로 유의한 효과가 없는 것으로 나타났다($p > .05$). 7개의 결과 수치가 있는 진동운동과 18개의 결과 수치가 있는 혼합운동 그룹 결과는 동질하지 않았다($Q = 108.58, p < .001; Q = 177.34, p < .001$). 혼합운동 후 대퇴경부에서 측정한 골밀도 결과는 3개이며 동질하지 않았고($Q = 11.17, p = .011$), 대전자에서 측정한 4개의 골밀도 결과는 동질하였으나($Q = 7.086, = .07$), 효과는 없는 것으로 나타났다(효과크기: -0.122).

평균 연령대별로 운동에 효과가 있는지 파악해 본 결과 50

대, 60대, 70대에서 실시한 근육강화 운동은 효과가 없었다(효과크기: -0.17, -0.08, 0.01). 60대에서 실시한 체중부하운동의 경우 하위 그룹이 동질하였으며($p = .983$) 효과크기가 0.32로 나타났고, 70대에서 실시한 체중부하운동의 경우에도 하위 그룹이 동질하였으며($p = .076$) 효과크기가 0.41로 나타났다. 60대에서 실시한 진동운동과 혼합운동의 경우는 하위 그룹이 동질하지 않았으며($p < 0.05$), 70대에서 실시한 혼합운동의 경우는 하위그룹은 동질하였으며($p = .289$) 효과크기는 0.08로 나타났다(Table 4).

골밀도 검사부위에 따른 효과크기를 파악하기 위하여 운동방법과 상관없이 대퇴경부(femoral neck), 대전자(trochanter), 허리(lumbar spine)에서 실시한 골밀도 측정 결과를 비교하였다(Table 5). 대퇴경부 골밀도를 검사한 논문은 9편이며, 이 중에는 중재를 두 종류로 한 논문(2편)과 같은 실험군내에서 중재기간이 다른 것(1편)이 포함되어 총 13개의 골밀도 측정치를 분석할 수 있었다. 각각의 결과는 동질했으며($Q = 19.5, p > .05$), 전체 효과크기는 0.33(95% CI: 0.17 ~ 0.48)이며 통계적으로 유의하였다($Z = 4.13, p < .001$). 대전자 골밀도를 검사한 논문은 7편이며, 이 중에 중재를 두 종류로 한 논문(2편)과 같은 실험군내에서 중재기간이 다른 것(1편)이 포함되어 총 10개의 골밀도 측정치를 분석할 수 있었다. 각각의 결과는 동질적이지 않았다($Q = 33.3, p < .001$). 허리 골밀도를 검사한 논문은 9편으로, 이 중에 중재를 두 종류로 하여 실험군이 2개인 것이 2편이며, 중재기간이 다른 논문이 1편, 검사한 허리 부위가 두 군데(L 2-3 & L 4-5)인 것 1편을 포함하여 총 14개의 골밀도 측정치를 분석할 수 있었다. 각각의 결과는 동질하였으며($Q = 10.9, p = .618$), 하위그룹 효과크기는 0.13(95% CI: 0.02 ~ 0.24)이며 통계적으로 유의하였다($Z = 2.27, p = .023$).

Table 3의 분석결과 근육강화운동 후에 골밀도 변화에는 효

Table 3. Effect Size on BMD according to Exercise Style and Measurement Site

Exercise	BMD site	No	Combined effect size	95% CI	Heterogeneity Q (p)	Test of overall effect	
						Z	p
Weight Bearing	All	16	0.32	0.20 ~ 0.43	20.1 (.169)	5.43	< .001
	Femoral neck	4	0.49	0.32 ~ 0.67	0.7 (.871)	5.51	< .001
	Lumbar spine	4	0.27	0.04 ~ 0.50	0.1 (.069)	2.28	.023
	Trochanter	2	0.33	-0.23 ~ 0.90	6.5 (.011)	1.16	.244
Strength	All	15	-0.02	-0.15 ~ 0.11	20.5 (.114)	-0.32	.749
	Femoral neck	3	0.05	-0.24 ~ 0.34	0.5 (.765)	0.34	.731
	Trochanter	4	-0.13	-0.37 ~ 0.10	3.5 (.324)	-1.10	.271
Vibration	All	7	2.69	1.37 ~ 4.02	108.6 (< .001)	3.98	< .001
Combination	All	18	0.41	0.09 ~ 0.74	177.3 (< .001)	2.49	.013
	Femoral neck	3	0.27	-0.19 ~ 0.74	11.2 (.011)	1.15	.250
	Trochanter	4	-0.12	-0.49 ~ 0.25	7.1 (.069)	-0.65	.514

과가 없는 것으로 나타났다. 그런데 근육강화운동을 실시한 3편의 논문 모두 대조군도 다른 형태의 중재를 실시했기 때문에 대조군의 중재 때문에 실험군 골밀도 변화에 효과가 나타나지 않았을 가능성을 생각할 수 있다. 이에 근육강화운동 전후의 골밀도의 효과크기를 파악하기 위하여 실험군과 대조군을 구분하지 않고 근육강화운동을 실시한 경우 운동 전후의 결과를 비교해 봄으로 근육강화운동이 중년이후 여성에게 효과가 있는지 확인해 보았다. 분석한 논문 중에서 근육강화운동을 실시한

경우는 Verschueren 등(2004)의 논문에서 대조군이 실시한 근육강화운동, Stengel 등(2005)의 논문에서 실험군이 실시한 Power training과 대조군이 실시한 Strength training, Judge 등(2005)의 논문에서 실험군이 실시한 하체 근육 운동, 대조군이 실시한 상체 근육운동, Liu-Ambrose, Khan, Eng, Heinonen과 McKay(2004)의 논문에서 실험군이 실시한 근육강화운동 등 4개의 논문에서 16개의 골밀도 결과를 분석할 수 있다(Table 6). 근육강화운동을 실시한 하위그룹은 동질하였으며($Q = 4.15$,

Table 4. Effect Size on BMD according to Age and Exercise Style

Age	Exercise	No of test	Combined effect size	95% CI	Heterogeneity Q (p)	Test of overall effect	
						Z	p
50's	Strength	4	-0.17	-0.43 ~ 0.10	3.00 (.391)	-1.21	.229
	Strength	5	-0.08	-0.22 ~ 0.06	0.63 (.960)	-1.13	.026
	Weight bearing	8	0.32	0.14 ~ 0.50	1.49 (.983)	3.53	< .001
	Vibration	7	2.69	1.37 ~ 4.02	108.57 (< .001)	3.98	< .001
60's	Combination	9	0.84	0.09 ~ 1.59	165.94 (< .001)	2.21	.027
	Strength	6	0.01	-0.19 ~ 0.21	1.19 (.946)	0.07	.944
	Weight bearing	6	0.41	0.23 ~ 0.59	9.96 (.076)	4.45	< .001
	Combination	6	0.08	-0.11 ~ 0.28	6.18 (.289)	0.85	.393

Table 5. Combined Effect Size on BMD of Anatomical Site-specific Groups

Measurement Site (n)	Combined effect size	95% CI	Heterogeneity Q (p)	Test of overall effect	
				Z	p
Femoral neck (13)	0.33	0.17 ~ 0.48	19.5 (.076)	4.13	< .001
Trochanter (10)	0.04	-0.20 ~ 0.28	33.3 (< .001)	0.32	.747
Lumbar (14)	0.13	0.02 ~ 0.24	10.9 (.618)	2.28	.023

Table 6. Effect size on BMD between Pre and Post Strength Exercise

Author	Exercise	Site taken BMD	Pre	Post	Effect size Hedges's g (95% CI)	ρ	Q (p)
			M ± SD	M ± SD			
Verschueren et al.	Resistance	Proximal femur	0.84 ± 0.09	0.84 ± 1.00	-0.05 (-0.64, 0.53)	.861	
Stengel et al. (Ext 1) (Ext 2)	Strength	Femoral neck	0.70 ± 0.06	0.70 ± 0.05	-0.05 (-0.57, 0.46)	.841	
		Femoral neck	0.70 ± 0.07	0.69 ± 0.07	-0.17 (-0.70, 0.37)	.544	
Judge et al. (Ext 2)	Upper body strength	Femur (total)	0.85 ± 0.06	0.87 ± 0.07	0.31 (-0.04, 0.65)	.081	
		Lumbar spine L1~L2	1.00 ± 0.02	1.02 ± 0.15	0.13 (-0.19, 0.46)	.418	
		Lumbar spine L2~L4	1.11 ± 0.18	1.13 ± 0.17	0.13 (-0.19, 0.46)	.429	
		Total body	1.10 ± 0.07	1.12 ± 0.15	0.10 (-0.22, 0.43)	.535	
		Trochanter	0.72 ± 0.06	0.74 ± 0.07	0.28 (-0.07, 0.62)	.112	
Judge et al. (Ext 1)	Lower body strength	Femur (total)	0.84 ± 0.08	0.85 ± 0.08	0.16 (-0.17, 0.50)	.342	
		Lumbar spine L1~L2	1.00 ± 0.13	1.01 ± 0.13	0.08 (-0.25, 0.40)	.650	
		Lumbar spine L2~L4	1.11 ± 0.17	1.12 ± 0.18	0.09 (-0.24, 0.42)	.585	
		Total body	1.10 ± 0.07	1.12 ± 0.07	0.16 (-0.18, 0.49)	.357	
		Trochanter	0.71 ± 0.08	0.72 ± 0.09	0.20 (-0.14, 0.54)	.246	
Liu-Ambrose et al. (Ext 1)	Resistance	Femoral neck	0.58 ± 0.11	0.58 ± 0.12	-0.02 (-0.53, 0.40)	.703	
		Trochanter	0.51 ± 0.11	0.52 ± 0.12	0.16 (-0.17, 0.49)	.945	
		Total hip	0.67 ± 0.14	0.67 ± 0.15	0.02 (-0.66, 0.34)	.525	
Combined effect size					0.14 (0.04, 0.24)		.009

$p = .98$, 효과크기가 0.14(95% CI: 0.04 ~ 0.24)로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다($Z = 2.61$, $p = .009$).

IV. 논 의

메타 분석이란 분석들의 분석(analyses)을 의미한다. 본 연구에서는 중년이후 여성에게 운동을 실시한 후 골밀도 변화를 측정한 연구 중 대상자 표집을 무작위로 추출한 연구 14편을 대상으로 메타 분석을 실시하여 운동이 중년이후 여성들의 골밀도 유지에 효과가 있는지 분석하였다.

운동방법에 따라 어떠한 운동이 중년이후 여성들에게 골밀도 유지에 영향을 주는지 분석하였을 때 체중부하운동의 경우 0.32의 효과크기가 나타난 반면 근육강화운동의 경우는 효과가 없는 것으로 나타났다. 체중부하운동이란 걷기, 뛰기, 에어로빅 등의 운동으로 중년이후 여성의 골밀도 건강을 위해 권할 수 있는 운동방법임이 재 입증되었다. 이 결과는 체중부하운동이 폐경 후 여성의 골밀도 유지에 유의한 효과가 있다고 보고한 Wolff 등(1999)과 Bonaiuti 등(2002)의 메타 분석 결과와 같았다. 체중부하운동을 한 경우에 골밀도 조사 부위에 따라 대퇴에서 측정한 골밀도는 효과크기 0.49, 요추에서 측정한 골밀도의 효과크기는 0.27로 대퇴 골밀도에 더 높은 효과가 나타났다. 연령별로 보았을 때 60대에서 체중부하운동이 0.32의 효과크기가 나타났고, 70대에서도 체중부하운동이 0.41의 효과크기를 나타내어 고연령에서 체중부하운동이 골밀도 건강에 효과가 있음을 알 수 있었다. 이 결과를 통해 고관절 골절의 위험이 높은 노인의 경우 체중부하운동을 통해 대퇴의 골밀도 감소 예방에 도움이 될 것으로 사료된다. 특히 체중부하운동 중에 걷기는 간편하고 실질적인 운동으로서 균형증진(Howe et al., 2007) 및 낙상위험 감소(Lee, Dargent-Molina, & Breart, 2002) 등을 통해 골절 위험을 감소시키는데 효과적인 방법으로 주목 받고 있으므로 운동중재 프로그램 개발 시 우선순위를 둘 수 있겠다.

기존 메타 분석 연구에서 근육강화운동의 효과는 일관적이지 않은 결과를 나타내었는데 Wolff 등(1999)의 연구에서는 효과가 없는 것으로 나타났고, Bonaiuti 등(2002)의 연구에서는 대퇴 및 손목에서는 효과가 나타나지 않았고, 요추부위에서만 효과가 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 근육강화운동을 실시한 경우는 일관되지 않은 결과가 있었는데 이는 그룹의 동질성 여부에 따른 영향이라 볼 수 있다. 본 연구에서 근육강화운동 후 조사한 골밀도 결과들은 동질하였으나 효과가 없는 것으로 나타났고(효과크기 -0.02), 연령대별로 구분하여 비교하였을

때도 효과가 없는 것으로 나타났다. 이것은 Wolff 등(1999)의 결과와 같은 결과로서, 본 연구에서는 대조군에게 실시한 중재의 효과가 결과에 영향을 미쳤기 때문에 그러한 결과가 나올 수도 있다고 생각된다. 즉 3편의 근육강화 운동중재 논문 중에서 1편은 대조군에게 약한 강도의 근육운동을, 1편은 상지강화운동을, 나머지 1편은 민첩성운동을 중재하였기 때문에 즉 실험군의 근육강화운동의 효과가 대조군의 중재로 인하여 희석되었다고 볼 수 있다. 이에 근육강화 운동 자체의 효과를 파악하기 위해 실험군 및 대조군에서 실시한 근육강화운동 전후의 효과크기를 비교해 보았다. 이 때 근육강화운동을 실시한 하위그룹의 골밀도 결과는 동질하였으며, 0.14의 효과크기를 나타내었다. 이것은 체중부하운동의 효과크기와 비교했을 때는 낮은 효과로서, 이 결과를 통해 중년이후 여성의 골밀도의 건강을 위한 운동으로는 체중부하운동이 더 효과적이며 간호중재로 프로그램화하기에 알맞다고 볼 수 있다.

하위그룹 분석으로 운동방법과 상관없이 운동이 어떤 부위에서 측정한 골밀도에 효과가 있는지 알아보았다. 대퇴경부, 대전자, 허리에서의 골밀도의 효과를 분석한 결과 대퇴경부 골밀도에서 효과크기가 0.33으로 나타났고, 허리 골밀도에서 효과크기가 0.13으로 나타나, 대퇴경부부위가 허리 부위 보다 더 큰 효과를 나타내었다. 이것은 허리 골밀도에는 큰 효과가 있었으나(효과크기: 0.87, $p < .05$) 대퇴골과 전박에는 효과가 없었던 메타 분석(Berard et al., 1997)의 결과와는 차이가 있었다. 이것은 비무작위 추출 논문을 분석한 것으로서 무작위 표출 논문이 그렇지 않은 논문에 비해 좀 더 신중한 결과를 얻는다(Moher, Schulz, Altman, & the CONSORT Group, 2001)는 보고를 감안하면 본 연구가 무작위로 표본을 추출한 연구를 분석한 것이기 때문에 그 결과가 보다 타당할 것으로 사료된다. 본 연구의 제한점은 다음과 같다.

운동의 강도에 따라 골밀도 유지에 차이가 있을 것으로 보고되고 있으나(Wolff et al., 1999) 본 연구에서 분석한 논문의 수가 적은데다가 운동의 종류별로 강도를 구분해야 했기 때문에 적절히 분석할 수 없었다. 또한 호르몬 투여 및 칼슘섭취가 골밀도 유지에 중요한 혼란변수임에도 불구하고 본 분석시 대상자 중에는 호르몬 치료를 받는 자와 그렇지 않은 자, 칼슘을 섭취하는 자와 그렇지 않은 자가 실험군이나 대조군 양쪽에 혼재되어 있었고, 이를 명확히 구분하여 설명한 논문이 거의 없었기 때문에 이들을 통제할 수 없었다.

실질적으로 운동중재의 실시여부뿐만 아니라 이행정도에 따라 중재의 효과가 달라질 수 있는데, 본 연구에서 분석한 논문 중에는 이행정도에 대해 언급한 논문은 없었기 때문에 이를 비교

할 수 없었고, 폐경 후 기간이나 초기 골량은 통제하지 못했다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 1996년에서 2006년까지 PubMed, Medline과 CINAHL에 영어로 발표된 의학, 간호학, 논문 중 ‘exercise’, ‘bone mineral density’, ‘woman’, ‘osteoporosis’의 검색어로 검색된 중년이후의 여성에게 운동중재를 한 후 골밀도의 변화를 측정한 무작위 표출 실험연구를 대상으로 하였다. 총 검색된 논문은 52개 중 분석기준에 부합되는 논문 14편을 메타 분석하였고 총 대상자수는 1,426명이었다. 본 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 운동방법에 따른 골밀도의 변화를 분석했을 때 체중부하운동 후에는 16개의 골밀도 결과 동질하였으며, 효과크기는 0.32로 통계적으로 유의하였고, 근육강화운동 15개의 골밀도 결과는 동질하였으나 효과는 나타나지 않았다. 한편 전동운동, 혼합운동은 하부그룹 간 동질하지 않았다.

둘째, 운동방법에 따른 골밀도 검사부위별 골밀도 변화는 체중부하운동 후 대퇴경부에서 측정한 골밀도 결과가 효과크기 0.49였고, 허리에서 쪽은 골밀도 결과가 효과크기 0.27이었다.

셋째, 60대에서 실시한 체중부하운동의 경우 효과크기가 0.32로 나타났고, 70대에서는 0.41로 나타났다. 근육강화 운동은 50대, 60대, 70대 모두에서 효과가 나타나지 않았다.

넷째, 부위별 골밀도 변화를 분석했을 때 대퇴경부 골밀도 검사결과 효과크기는 0.33이며, 허리 골밀도의 효과크기는 0.13이며 통계적으로 유의하였다.

다섯째, 근육강화운동 전후의 골밀도 결과를 비교했을 때 근육강화운동 전후의 효과크기가 0.14로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

본 연구의 결론은 중년이상의 여성의 실시한 체중부하운동이 골밀도 유지에 가장 효과가 있었고(효과크기: 0.33), 체중부하운동을 실시한 실험군은 대퇴전자 골밀도(효과크기: 0.49)와 허리 골밀도(효과크기: 0.27) 유지에 효과가 있었으며, 체중부하운동을 실시한 60대(0.32)와 70대(0.41)에서 효과가 있었다. 근육강화운동은 실시하기 전과 비교하여 실시한 후에 골밀도(효과크기: 0.14) 유지에 효과가 있었다.

간호사는 증가하는 만성질환 및 만성질환의 합병증 예방에 있어서 좀 더 적극적인 역할 개발을 하여야 한다. 본 연구를 통해 체중부하운동이 근육강화운동과 비교하여 중년이후의 여성들의 골밀도 건강 유지에 효과가 있음을 확인할 수 있었고, 이를 기반으로 교육자료 및 상담자료를 개발하여 골다공증 환자의 건강증진사업에 있어서 중요 자료를 제공할 수 있을 뿐 아니

라 근거중심실무(evidence based practice)의 발전에도 기여할 것이다.

REFERENCES

- Beck, B. R., & Snow C. M. (2003). Bone health across the lifespan exercise our options. *Exercise Sports Science Reviews*, 31(3), 117-122.
- Berard, A., Bravo, G., & Gauthier, P. (1997). Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 7, 331-337.
- Bloomfield, S., Williams, N., Lamb, D., & Jackson, R. (1993). Non-weightbearing exercise may increase lumbar spine bone mineral density in healthy postmenopausal women. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 204-209.
- Bonaiuti, D., Shea, B., Iovine, R., Negrini, S., Robinson, V., Kemper, H. C., et al. (2002). Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women(Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 3; 2003. Oxford: Update Software .
- Caplan, G. A., & Wald, J. A. (1993). The benefits of exercise in postmenopausal women. *Australian Journal of Public Health*, 17, 23-26.
- Cooper, H. C., & Hedges, L. V. (Eds.). (1994). *The handbook of research synthesis* (pp. 3-14.). New York: Russell Sage.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic, p. 13, 78, 122, 130, 149, 165.
- Howe, T. E., Rochester, L., Jackson, A., Banks, P. M. H., & Blair, V. A. (2007). Exercise for improving balance in older people. *Cochrane database of systematic reviews*, 4, CD004963.
- International Osteoporosis Foundation (2003). *The facts about osteoporosis and its impact* (ref type:report). 1-3.
- Jeon, M. Y., Jeong, H. C., & Choe, M. A. (2001). A study on the elderly patients hospitalized by the fracture from the fall. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 31(3), 443-453.
- Judge, J., Kleppinger, A., Kenny, A., Smith, J., Biskup, B., & Marcella, G. (2005). Home-based resistance training improves femoral bone mineral density in women on hormone therapy. *Osteoporos International*, 16, 1096-1108.
- Karlsson, M. (2004). Has exercise and antifracture efficacy in women? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14, 2-15
- Kelley, G. A., Kelley, K. S., & Tran, Z. V. (2001). Resistance training and bone mineral density in women: A meta-analysis of controlled trials. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 80, 65-75
- Lee, S. H., Dargent-Molina, P., & Breart, G. (2002). Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17, 817-825.
- Liu-Ambrose, T., Khan, K., Eng, J., Heinonen, A., & McKay, H. (2004). Both resistance and agility training increase cortical

- bone density in 75- to 85-year-old women with low bone mass. *Journal of Clinical Densitometry*, 7(4), 390-398.
- Ministry for Health Welfare and Family Affairs (2001). *Report of national health and diet*. Retrieved November 10, 2008, from http://knhanes.cdc.go.kr/result/Result_03.aspx.
- Moher, D., Schulz, K. F., Altman, D., & CONSORT Group (2001). Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database System Review*, 3, CD000333
- Orces, C. H., Casas, C., Lee, S., Garci-Cavazos, R., & White, W. (2003). Determinants of osteoporosis prevention in low-income Mexican-American women. *Southern Medical Journal*, 96(5), 458-464.
- Park, I. H. (2008). The aspects of patients with osteoporosis and treatment in Korea. retrieved November 10, 2008, from http://www.docdocdoc.co.kr/news/view_contents.php?bid=news_27&news_id=34577&newscontents_id=34577&opt=.
- Peterson, J. A. (2001). Osteoporosis overview. *Geriatric Nursing*, 22(1), 17-23.
- Soeken, K. L., Lee, W., Bausell, R. B., Agelli, M., & Berman, B. M. (2002). Safety and efficacy of S-adenosylmethionine (SAMe) for osteoarthritis. *Journal of Family Practice*, 51(5), 425-430.
- Stengel, S. V., Kemmler, W., Pintag, R., Beeskow, C., Weineck, J., & Lauber, D., et al. (2005). Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, 99, 181-188.
- Verschueren, S., Roelants, M., Delecluse, C., Swinnen, S., Vanderschueren, D., & Boonen, S. (2004). Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: A randomized controlled pilot study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(3), 352-359.
- World Health Organization (2004). WHO Scientific Group of the assessment of osteoporosis at primary health care level. Retrieved December 7, 2007, from <http://www.who.int/chp/topics/Osteoporosis.pdf>.
- Wolff, I., van Croonenborg, J. J., Kemper, H. C., Kostense, P. J., & Twisk, J. W. (1999). The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and post-menopausal women. *Osteoporosis International*, 9, 1-12.