

대사당량(MET)과 최대긴장력(Peak Strain Score)에 근거하여 측정한 스포츠 활동량과 여대생의 요골 골밀도와의 상관성

이은남¹ · 최은정²

¹동아대학교 간호학과 교수, ²동아대학교 시간강사

The Relationship between Lifetime Sports Activity Measured with MET and Peak Strain Score and Bone Measurement in College-aged Women

Lee, Eun-Nam¹ · Choi, Eun Jung²

¹Professor, Department of Nursing, Dong-A University

²Part-time Instructor, Department of Nursing, Dong-A University, Busan, Korea

Purpose: The aim of this study was to compare the relation between differently measured sports activities (metabolic equivalent [MET] and peak strain score) and distal radius bone mineral density in college-aged women. **Methods:** Lifetime sports activity was scored in two different ways: 1) a sports activity score by multiplying the intensity (METs) and duration and 2) a sports activity score by adding up physical strain scores based on the ground reaction force of each sports activities. Bone mineral density was measured using dual energy x-ray densitometry (DTX-200) in the distal radius site. **Results:** In stepwise multiple regression analysis, body weight and sports activities during the college period were significant positive predictors for distal radius bone mineral density. The explained variance of sports activity measured with a peak strain score (8.8%) for distal radius bone mineral density was higher than one measured with the MET score (3.3%). **Conclusion:** It can be concluded that sports activity scores based on MET and peak strain scores during college are very important for determining the bone mineral density in the distal radius site in women under 30.

Key words: Sports, Bone density, Women

서 론

1. 연구의 필요성

골다공증은 골량감소로 인해 골절의 위험을 증가시키는 중요한 건강문제로 사회, 경제적으로 큰 영향을 미친다. 특정한 시기의 골량은 골량획득과 골량감소에 의해 결정되는데, 최대골량의 획득과 골량감소는 유전과 호르몬 상태, 영양, 스포츠 활동, 흡연

및 약물복용 등에 의해 영향을 받는다. 대부분 30대 이전에 도달하는 것으로 알려진 최대골량은 60-80%가 유전적인 요인에 의해 결정되고, 나머지 20-40%가 환경적 요인과 생활양식요인에 의해 결정되는데 그 중에서도 스포츠 활동이 중요한 것으로 알려져 왔다(Bailey, McCay, Mirwald, Crocker, & Faulkner, 1999; Byun & Kim, 1999; Groothausen, Siemer, Kemper, Twisk, & Welten, 1997).

스포츠 활동이 골량형성과 유지에 긍정적인 영향을 미친다는

주요어 : 스포츠 활동량, 골밀도, 여대생

*본 논문은 2005학년도 동아대학교 학술연구비(공모과제)에 의하여 연구되었음.

*This Paper was supported by Dong-A University Research Fund in 2005.

Address reprint requests to : Lee, Eun Nam

Department of Nursing, Dong-A University, 1 Dongdaesin-dong 3 ga, Seo-gu, Busan 602-714, Korea
Tel: 82-51-240-2864 Fax: 82-51-240-2947 E-mail: enlee@dau.ac.kr

투고일 : 2008년 6월 26일 심사회의일 : 2008년 7월 1일 게재확정일 : 2008년 9월 30일

것은 잘 알려져 있으나, 골밀도의 증가를 가져오는데 적절한 스포츠 활동의 유형과 강도, 기간 및 빈도에 대해서는 확실히 밝혀지지 않았다. Wolff의 법칙에 따르면 뼈는 주어진 하중 (loading)에 대해 골량과 골 분포를 변화시킴으로써 적응한다는 점에서 골량은 평상시 뼈에 어느 정도의 하중이 주어지는가의 하중력(loading history)에 의해 결정된다고 볼 수 있다. 하중력은 평상시 주어지는 하중의 강도와 반복주기에 의해 결정되는데, 동물실험 결과 하중에 대한 골 반응은 바로 포화되는 반응이므로 하중의 반복주기보다는 하중의 강도가 좀 더 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어 왔다(Lanyon, 1992, 1996).

지금까지 스포츠 활동량과 골밀도와의 관계를 조사한 많은 연구들은 각 스포츠 활동들의 대사당량(metabolic equivalent, MET)에 근거하여 스포츠 활동량을 산출하였다. 대사당량은 소비에너지를 안정 시 대사량과 비교하여 표시한 것으로, 1 MET는 안정 시 1분 동안에 소비하는 산소량이 해당하므로 대사당량에 근거하여 측정된 스포츠 활동량은 심폐기능에 미치는 효과를 평가하는 데는 효과적이지만, 골량에 미치는 효과를 평가하는 데는 지면반력(ground reaction force)에 근거한 최대긴장력(peak strain score)에 따라 측정된 스포츠 활동량보다 예측력이 떨어지는 것으로 보고된 바 있다. 특히 스포츠 중 대학생들이 많이 참여하는 수영의 경우 대사당량은 '10' 전후로 높지만 최대긴장력은 '0' 이기 때문에 스포츠 활동량을 어떤 방법으로 측정하는가에 따라 골밀도에 대한 예측력이 달라질 수 있다.

Fehily, Coles, Evans와 Elwood (1992)는 7-9세 때의 신체 활동량이 20-23세 때의 요골 골량과 유의한 상관성이 있음을 보고하였으며, Augestad, Schedl, Forsmo, Langhammer와 Flanders (2004)는 45세 미만의 여성을 대상으로 20대와 30대에 참여한 여가활동 및 직업활동과 현재 요골 골밀도와의 상관성을 조사한 결과 20대 및 30대에 활동량이 많았던 사람은 적었던 사람에 비해 요골원위부의 골밀도가 높았음을 보고하였다. 한편, Kemper 등(2000)은 청소년기와 성인기 동안의 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력으로 측정된 뒤 29세의 요추골과 요골 및 대퇴골의 골밀도와의 상관성을 비교한 결과, 최대긴장력으로 측정된 활동량이 요추골과 대퇴골 골밀도를 좀 더 많이 설명한 것으로 보고하였으나, 요골의 골밀도는 대사당량이나 최대긴장력으로 측정된 활동량과 상관성을 보이지 않아, 골밀도 측정부위에 따라 활동량과의 관련성이 다르게 나타날 수 있음을 제언하였다.

요골을 측정하지는 않았지만 Groothausen 등(1997)도 15년간의 추적연구에서 최대긴장력으로 측정된 스포츠 활동량이 대사당량으로 측정된 활동량보다 요추골의 골밀도를 좀 더 잘

예측하였음을 보고하였으며, 40세 미만의 성인 남녀를 대상으로 최대긴장력으로 측정된 활동량과 요추골과 대퇴골 골밀도와의 상관성을 조사한 Lee와 Clark (2005)의 국내연구에서도 고등학교시기에 최대긴장력이 높은 스포츠 활동에 참여한 사람이 스포츠 활동에 전혀 참여하지 않은 사람에 비해 대퇴골의 골밀도가 유의하게 높은 것으로 나타났다. 그러나 요추골에서는 유의한 차이를 보이지 않아, 지면반력에 근거하여 최대긴장력으로 측정된 활동량이 골밀도에 미치는 영향은 측정골의 부위에 따라 다를 수 있음을 시사하였다. 그러므로 부위에 따라 골밀도를 예측하는데 있어 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력으로 측정된 것 중 어느 방법이 더 예측력이 높은지를 조사해볼 필요가 있다.

지금까지 스포츠 활동량과 요추골 및 대퇴골 골밀도와의 상관성에 대해서는 많이 조사하였으나 요골 골밀도와의 상관성에 대한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 그러나 요골도 요추골과 대퇴골 다음으로 흔히 발생하는 골절부위이며, 요골 골밀도는 다루기 간편하고 비용이 저렴하여 일차 의료기관에 널리 보급되어 있는 원위요골 골밀도측정기로도 측정이 가능하기 때문에 여대생들의 골량감소여부를 예측하기 위한 스크린 검사로 활용가치가 높아 요골 골밀도를 예측하는 것은 의미 있는 일이라 하겠다.

이에 본 연구에서는 청소년기 동안의 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 측정된 뒤 요골원위부 골밀도와의 상관성을 비교·조사함으로써 비체중부하 부위인 요골의 골밀도를 예측하는데 어느 시기에 참여한 활동량을 어떤 방법으로 측정하는 것이 적절한지를 확인하고자 한다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 여대생을 대상으로 과거 청소년기의 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 측정된 뒤, 요골원위부의 골밀도와의 상관성을 조사하기 위한 비교연구이다.

3. 용어 정의

1) 대사당량

대사당량(MET)은 소비에너지를 안정 시 대사량과 비교하여 표시한 것으로, 1 MET는 안정 시 1분 동안에 소비하는 산소량을 의미한다(Ainsworth et al., 2000).

2) 최대긴장력

최대긴장력(peak strain score)은 뼈에 주어지는 각기 다른 활동들의 하중(loading)을 측정하기 위해 개발된 개념으로, 지면에 가해진 힘에 대한 반응으로 생기는 지면반력(ground reaction force, GRF)에 따라 4개의 범주로 나눈다. 체중의 4배의 지면반력이 주어지는 활동에는 3점, 체중의 2-4배의 지면반력이 주어지는 활동에는 2점, 체중의 1-2배의 지면반력이 주어지는 활동은 1점, 체중보다 적은 지면반력이 주어지는 활동에 0점을 부여한다(Groothausen et al., 1997).

3) 스포츠 활동량

스포츠 활동량이란 초등학교와 중학교, 고등학교 및 대학교 시절에 체육시간이 아니고 개인적으로 주 1회, 30분 이상 정기적으로 스포츠 활동에 참여한 정도를 수량화한 것으로 최대긴장력에 근거한 스포츠 활동량은 스포츠 활동의 참여시간과 횟수와 상관없이 특정한 시기에 참여한 스포츠 활동의 최대 긴장력의 합을 의미하며, 대사당량에 근거한 스포츠 활동량은 각 스포츠 활동들의 MET 점수에 주당 운동시간을 곱한 뒤 합산한 것을 말한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 30세 미만의 여대생을 대상으로 대사당량과 최대 긴장력에 근거하여 측정된 스포츠 활동량과 요골원위부의 골밀도와의 상관성을 조사한 횡단적 조사연구이다.

2. 연구 대상자

회귀분석을 하는데 필요한 최소한의 표본크기를 예측요인당 1:40으로 제시한 바 있는 Tabachnick와 Fidell (1989)의 기준에 따라 본 연구에서는 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 시절 시 참여한 스포츠 활동량을 주요 예측변수로 했을 때 최소한 160명이 필요할 것으로 예상하여, D대학교 간호학과에 재학 중인 학생 200명 전수를 대상으로 하였으며 연구 목적을 이해하고 연구에 참여하기를 서면으로 동의한 자로서 다음에 해당하는 자는 연구 대상에서 제외하여 최종적으로 194명의 자료를 분석하였다.

첫째, 30세 이상인 여성

둘째, 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 스테로이드나 갑상선 제제, 제산제 등을 복용하고 있는 자

셋째, 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 위, 장절제술이나 척추 후궁절제술을 받은 자

넷째, 3개월 이상 생리가 중단된 적이 있는 자

3. 연구 도구

1) 골밀도

요골원위부의 골밀도는 DTX-200 DEXAcare® (Osteometer MediTech, Hawthorne, CA, USA)를 이용하여 측정하였다. DTX-200은 이중에너지 방사선 흡수계측법에 의한 요골의 골밀도 측정기로 개발 당시 정확도가 97% 이상, 정밀도가 99% 이상으로 보고되었다. 모든 골밀도 측정은 연구자에 의해 이루어졌으며, 본 연구자는 정확한 골밀도 측정을 위해 측정방법에 대해 익숙해질 때까지 충분한 교육을 받았다. 도구의 정밀도를 평가하기 위해 매일 Phantom calibration을 실시하였다.

2) 스포츠 활동량 측정도구

과거 청소년기의 스포츠 활동량을 측정하기 위해 Friedenreich, Courneya와 Bryant (1998)에 의해 개발된 Lifetime Physical Activity Questionnaire를 부분적으로 수정하여 사용하였다. 이 도구는 과거 직업활동과 여가활동, 가사활동 및 팀 스포츠 활동을 구분하여 조사하도록 개발되었으며 각 활동의 종류, 시작한 나이, 중단한 나이, 주당 빈도 수, 1회 시간 등을 기입하도록 구성되어 있다.

우리나라 여대생의 경우 학동기 시절에 아르바이트를 하거나 가사활동을 규칙적으로 하는 경우는 극히 드물기 때문에 본 연구에서는 스포츠 활동만을 측정하였다. 개발 당시 Friedenreich 등(1998)은 115명의 여성을 대상으로 6-8주간에 걸쳐 두 번을 측정한 뒤 검사-검사 신뢰도 검증을 한 결과 영역별로 .72에서 .87의 높은 신뢰도를 보고하였다. 특히 다른 연구들이 1-3주간 격을 두고 검사-재검사 신뢰도를 조사한 것에 비해 이 연구에서는 6주의 간격을 두고 재검사하여 높은 안정도를 보고했기 때문에 신뢰할만한 도구라 할 수 있다.

각 시기별로 참여한 스포츠 활동의 지면반력(ground reaction force)에 따라 최대긴장력(peak strain score)을 부여하였는데, 지면반력이란 중력으로 인해 지면과 접촉함으로써 발생하는 힘으로 이는 지면에 가해진 힘에 대한 반응으로 생기는 것으로 문헌에 나와 있는 기준을 적용하였다. Groothausen 등(1997)에 따르면 모든 활동은 지면반력에 따라 4개의 범주로 나눌 수 있다. 체중의 4배의 지면반력이 주어지는 활동에 3점, 체중의 2-4배의 지면반력이 주어지는 활동에는 2점, 체중의

1-2배의 지반반력이 주어지는 신체 활동은 1점, 체중보다 적은 지반반력이 주어지는 활동에 0점을 부여하였으며, 지면반력이 보고되지 않은 스포츠 활동의 최대긴장력은 Groothausen 등 (1997)이 제시한 기준에 따랐다. 즉 점프력을 요하는 활동은 3 점, 회전하거나 스프린트를 요하는 활동은 2점, 간단히 체중만 부하되는 운동은 1점, 비체중부하 활동에는 0점을 부여하였다.

최대긴장력에 근거한 스포츠 활동량은 스포츠 활동의 참여 시간과 횟수와 상관없이 특정한 시기에 참여한 스포츠 활동의 최대긴장력의 합으로 구하였고, 대사당량에 근거한 스포츠 활동량을 산출하기 위해서는 Ainsworth 등(2000)이 제시하고 있는 각 스포츠 활동들의 MET 점수에 대상자들이 주당 참여한 평균 운동시간을 곱한 뒤 모두 합산하였다.

4. 윤리적 고려

연구 대상자들에게 연구과정에 대해 충분히 설명하고 자발적인 참여임을 강조하였으며 DTX기계의 경우 방사선 피폭량이 매우 적음을 알려주었다. 또한 연구 자료는 누구에게도 어떤 목적으로도 노출되지 않을 것임을 주지시켰으며 측정된 자료는 연구 종료 즉시 폐기할 것임을 알려주었다.

5. 자료 수집 절차

자료 수집은 2006년 6월 18일부터 8월 30일까지 D대학교에서 실시하였다. 연구 대상자에게 연구의 취지와 목적을 설명하고 동의서를 받은 뒤, 일반적 특성과 과거 스포츠 활동정도를 사정하기 위한 설문조사를 1:1 면접으로 연구자가 직접 실시하였다. 특히 과거 학동기 시절에 참여한 스포츠 활동에 대한 기억을 돕기 위해 recall calendar를 사용하였다. 특히 학원에서 배운 활동들이 있었는지와 학교에 다니면서 기억에 남는 중요한 이벤트가 무엇이었는지에 대해 물어봄으로써 기억을 상기시켰고 학년별로 어떤 운동에 참여했는지를 먼저 물어본 뒤 일시적이거나 불규칙적으로 수행한 운동과 체육시간에 참여한 운동은 포함시키지 않았다. 이 설문조사에 소요된 시간은 약 30분 정도였다. 설문조사를 마친 후 의자에 앉아 요골원위부의 골밀도를 연구자가 직접 측정하였고 측정 및 분석하는데 약 15분 정도 소요되었다.

6. 자료 분석 방법

대상자의 일반적 특성과 스포츠 활동 참여정도는 실수와 백

분을 및 평균값을 구하였고, 각 시기별로 참여한 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 평균을 산출한 뒤 스포츠 활동량과 요골원위부 골밀도와의 관련성은 피어슨 상관계수를 구하였고 요골원위부의 골밀도를 예측하기 위해 다중 회귀분석을 실시하였다.

연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자 총 194명에 대한 일반적 특성은 Table 1과 같다. 대상자의 평균연령은 22.21세였고, 평균 체중과 신장은 각각 52.69 kg, 161.34 cm였으며, 대상자의 요골 원위부의 평균 골밀도는 $0.44 \pm 0.05 \text{ g/cm}^2$ 이었고, 평균 초경연령은 13.74세였다.

초등학교 시절의 우유섭취정도를 보면 일주일에 한 컵 정도 섭취한 대상자가 42.8% (83명)로 가장 많았고, 우유를 거의 섭취하지 않은 사람도 14.4%나 되었다. 중학교 시절에도 마찬가지로

Table 1. Baseline Characteristics of the Subjects (N=194)

Variable	Mean	SD	
Age	22.21	1.81	
Anthropometry			
Height (cm)	161.34	4.72	
Weight (kg)	52.69	7.37	
BMD (g/cm^2)			
Distal radius	0.44	0.05	
Menarche age (yr)	13.74	1.35	
	Categories	n (%)	
Past milk intake	Elementary school	>1 cup/day	37 (19.1)
		2-3 cups/week	46 (23.7)
		1 cup/week	83 (42.8)
		Rarely	28 (14.4)
	Junior high school	>1 cup/day	54 (27.9)
		2-3 cups/week	58 (29.9)
		1 cup/week	61 (32.4)
		Rarely	21 (10.8)
	High school	>1 cup/day	65 (33.5)
		2-3 cups/week	61 (31.4)
		1 cup/week	51 (26.3)
		Rarely	17 (8.8)
Alcohol drink	None	19 (9.8)	
	Sometimes	122 (62.9)	
	1-2/week	53 (27.3)	
Smoking	Yes	3 (1.5)	
	No	191 (98.5)	
Bone mineral density	Normal	102 (52.6)	
	Osteopenia	91 (46.9)	
	Osteoporosis	1 (0.5)	

BMD=bone mineral density.

지로 일주일 한 컵 정도 섭취한 대상자가 32.4% (61명)로 가장 많았으며, 고등학교시절에는 일주일에 2-3컵 섭취한 사람이 31.4% (61명)로 가장 많았다. 대상자들의 62.9%가 가끔 알코올을 섭취한다고 응답하였으며 98.5%가 흡연한 적이 없는 것으로 나타났다.

WHO (1994)의 골다공증 기준에 따르면 골밀도의 t-score가 -1보다 커서 정상 범주인 대상자는 52.6% (102명)였고, -1보다 작고 -2.5보다 커서 골감소증인 경우가 46.9% (91명)나 되었으며 전체 대상자 중 1명은 -2.5보다 작아 골다공증으로 분류되었다.

2. 대상자의 스포츠 활동 참여정도

대상자들의 과거 스포츠 활동 참여정도를 보면 전체 대상자 중 65.46% (127명)가 초등학교 시절에 스포츠 활동을 한 적이 있으며 1주일에 평균 124.88분, 평균 대사당량(MET)이 2.16점, 최대긴장력의 평균 점수는 1.36의 스포츠 활동에 참여한 것으로 조사되었고, 중학교시절에는 41.24% (80명)가 주당 평균 120.77분, 대사당량의 평균점수가 .96점, 최대긴장력의 평균점

수는 .97의 스포츠 활동에 참여했다. 고등학교 시절에는 대상자 중 47.42% (92명)가 주당 평균 80.78분, 대사당량의 평균점수가 .97점, 최대긴장력의 평균점수는 .98의 스포츠 활동에 참여하였고, 대학교 시절에는 54.12% (105명)가 주당 평균 102.81분, 대사당량의 평균점수가 1.14, 최대긴장력의 평균점수는 .93의 스포츠 활동에 참여하였다. 따라서 초등학교시절에 가장 많은 시간동안 스포츠 활동에 참여하였고, 대사당량과 최대긴장력도 가장 높은 스포츠 활동에 참여하였으며, 고등학교 시절에 가장 적은 시간동안, 그리고 대사당량도 가장 낮은 스포츠 활동에 참여한 것으로 나타났다(Table 2).

3. 대상자의 개인적 특성과 스포츠 활동량 및 요골 원위부 골밀도 간의 상관성

신체조성 변수로 체중 및 신장과 골밀도와의 상관성을 분석한 결과 체중은 요골원위부의 골밀도와 유의한 순상관관계를 보였으나 신장은 무관한 것으로 나타났다. 또한 대상자의 연령과 초경연령도 모두 골밀도와 유의한 상관성을 보이지 않았다.

초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 시절에 참여한 각 스포

Table 2. MET, PSS and Duration of Sports Activity according to Period

(N=194)

Period	n (%)	Mean (min)	SD	Mean (MET score)	SD	Mean (PSS)	SD
Elementary school	127 (65.46)	124.88	191.41	2.16	2.29	1.36	1.78
Junior high school	80 (41.24)	120.77	219.82	0.96	1.60	0.97	1.63
High school	92 (47.42)	80.78	108.64	0.97	1.39	0.98	1.38
College	105 (54.12)	102.81	163.30	1.14	1.55	0.93	1.34

MET=metabolic equivalent; PSS=peak strain score.

Table 3. Correlation between Variables and Bone Mineral Density

	Age	Wight (kg)	Height (cm)	Menar che age	Elemen- tary (META)	Junior high (META)	High (META)	College (META)	Elemen- tary (PSSA)	Junior high (PSSA)	High (PSSA)	College (META)	BMD (g/cm ²)
Age													
Weight	-.138												
Height	-.002	.421**											
Menarche age	-.120	-.091	.023										
Elementary (META)	.057	.171*	-.004	-.032									
Junior high (META)	-.087	.177*	-.079	-.029	.495**								
High (META)	-.017	.188**	.110	.058	.411**	.462**							
College (META)	.172*	.059	.053	-.020	.115	.006	.009						
Elementary (PSSA)	-.019	.103	.014	-.103	.470**	.237**	.191**	.041					
Junior high (PSSA)	-.142*	.131	-.061	-.055	.324**	.546**	.285**	-.054	.296**				
High (PSSA)	-.173*	.049	.056	.033	.036	.079	.315**	-.066	.180**	.264**			
College (PSSA)	.147*	.073	-.095	.004	-.023	.083	-.029	.423**	.090	.117	.111		
BMD	.066	.329**	-.015	-.139	.171*	.210**	.225**	.200**	.164*	.190**	.053	.276**	

*p<.05; ** p<.01.

META=activity level based on MET score; PSSA=activity level based on peak strain score; BMD=bone mineral density.

Table 4. Comparison of Variance in Bone Mineral Density explained by Physical Activity Measured with META and PSSA

Sports activity measurement	Total variance explained by the model (%)	Variance explained by body weight (%)	Variance explained by high school sports activity (%)	Variance explained by college sports activity (%)
META	16.9	10.8	2.8	3.3
PSSA	19.5	11.5		8.0

META=Activity level based on MET score; PSSA=Activity level based on peak strain score.

츠 활동의 MET 점수에 주당 참여한 시간을 곱하여 구한 스포츠 활동량은 요골원위부의 골밀도와 모두 유의한 순상관관계를 보였다. 또한 각 스포츠 활동의 지면반력에 근거하여 산출한 최대긴장력 점수와 요골원위부의 골밀도도 고등학교 시절을 제외하고 모두 유의한 순상관관계를 보였다(Table 3). 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 시절 대사당량에 근거한 스포츠 활동량은 최대긴장력에 근거한 스포츠 활동량과 .315-.546의 유의한 순상관관계를 보였다. 한편, 각 시기별 우유섭취 정도와 골밀도와의 상관성을 분석한 결과 무관한 것으로 나타났다.

4. 각 시기별 스포츠 활동량과 요골원위부 골밀도와의 관계에 대한 회귀분석

단순상관관계에서 유의한 상관성을 보인 체중과 대사당량 및 최대긴장력에 따라 측정된 초등학교와 중학교, 고등학교, 대학시절의 평균 스포츠 활동량을 독립변수로 하고 요골원위부의 골밀도를 종속변수로 하여 단계별 다중회귀분석을 한 결과를 요약하면 Table 4와 같다. 대사당량에 따라 측정된 경우 고등학교시절과 대학교 시절에 참여한 스포츠 활동량과 체중이 요골원위부의 골밀도를 유의하게 예측하였으며 전체 설명력은 16.9%였고, 이 중 체중의 예측력이 10.8%로 가장 높았으며 고등학교 시절의 스포츠 활동량은 2.8%, 대학교 시절의 스포츠 활동량은 3.3% 예측하는 것으로 나타났다. 반면에 최대긴장력에 따라 측정된 경우 체중과 대학교 시절의 스포츠 활동량이 요골원위부의 골밀도를 각각 11.5%, 8% 예측하여 전체 설명력은 19.5%였다.

논 의

본 연구에서는 20대 여대생을 대상으로 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 측정된 청소년기의 스포츠 활동량과 요골원위부 골밀도와의 관련성을 조사하였다. 본 연구 대상자의 평균

연령은 22.21세였는데, 이들 중 단지 52.6%만 정상 범주의 골밀도 수준을 보인 것은 이의의 결과다. 측정부위는 다르나 평균 연령 20.1세의 여대생을 대상으로 신체조성과 골밀도와의 관계를 조사한 Kim과 Kim (2003)의 연구에서도 요추부위에서는 40.3%, 대퇴골 경부에서는 43.9%가 골감소증으로 나타나 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 그러나 평균 22.1세의 여성을 대상으로 종골의 골밀도를 측정된 Byeon (2006)의 연구에서는 73.9%가 정상 범주의 골밀도를 보여 본 연구와 차이를 보였고, 평균 연령 21세의 여대생을 대상으로 과거 신체활동량과 골밀도간의 관련성을 조사한 Ford, Bass, Turner, Mauromoustakos와 Graves (2004)의 연구에서도 대상자의 10%만이 요추골에서 골감소증을 보인 것과 큰 차이를 보였다. 이러한 차이가 인종의 차이인지 혹은 골밀도 측정부위의 차이인지에 대해서는 향후에 표본 크기를 좀 더 크게 하여 조사해볼 필요가 있다. 그러나 한국 여대생의 골밀도가 표준치보다 낮은 것으로 보고한 Jung (2004)의 연구 결과에 비추어 볼 때 한국 여대생들의 골감소증 발생률은 미국이나 유럽에 비해 높을 것으로 추정된다.

대상자의 개인적 특성 중 연령은 골밀도와 무관하였는데, 이는 본 연구에서 대상자의 연령을 30세 미만으로 제한하였기 때문에 아직 연령에 따른 골량감소가 시작되지 않았음을 의미한다. 이러한 결과는 20-39세의 여성 300명을 대상으로 한 연구에서 요골 골밀도와 연령이 무관하였음을 보고한 Mazess와 Barden (1991)의 연구 결과와 일치한다. 또한 신체조성 중에서는 체중만이 골밀도와 유의한 상관성을 보였고, 회귀분석에서도 요골 골밀도의 가장 강력한 예측인자로 나타나 체중은 뼈에 지속적으로 물리적인 자극을 줄뿐 아니라 스테로이드의 전구 물질인 androstenedione이 estrone으로 전환되는 곳이 지방 조직이고, 25(OH)D의 저장장소가 지방조직이라는 사실(Slemenda, Hui, Longscope, Johnston, & Wellman, 1990)을 반영하는 것이라 할 수 있다. 그러므로 지나친 다이어트에 의해 체중을 과도하게 줄이는 것은 골다공증 발생을 유도할 위험이 있으므로 청소년기와 성인초기부터 이상적인 체중을 유지하도록 하는 것이 중요함을 강조해야 할 것이다.

한편 초등학교, 중학교, 고등학교 시절의 우유섭취 정도와 골밀도간에는 유의한 상관성을 보이지 않았는데, 이는 어린 시절의 우유섭취 정도와 골밀도는 무관한 것으로 나타난 연구 결과들(Ford et al., 2004; McCulloch, Bailey, Houston, & Dodd, 1990)과 일치한다. 그러나 본 연구에서는 과거 우유섭취량을 조사한 것이지 칼슘섭취량을 측정된 것이 아니기 때문에, 이러한 결과가 학동기 동안의 칼슘섭취가 골밀도와 무관하다고 단정을 짓기는 어렵다. 특히 우리나라의 경우 서구에 비해

서는 우유섭취량이 절대적으로 적지만 다양한 음식을 통해서도 칼슘을 섭취할 수 있기 때문에 우유섭취량과 칼슘섭취량이 일치한다고는 할 수 없다. 따라서 본 연구에서 골밀도에 미치는 칼슘섭취량의 영향을 배제하고자 하였으나 후향적으로 칼슘섭취량을 추적조사하는 것이 어렵다는 판단하에 비교적 기억하기 쉽도록 우유섭취 정도를 조사하였기 때문에 칼슘섭취량을 완전히 반영하지 못한 제한점이 있다.

본 연구의 주 목적인 여대생의 과거 스포츠 활동량과 요골원위부 골밀도와의 상관성을 조사한 결과 단순 상관관계 분석에서는 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 측정된 스포츠 활동량이 요골 원위부 골밀도와 유의한 상관성을 보였으나 다중회귀분석한 결과 체중의 영향을 배제하였을 때 대사당량에 근거하여 측정된 스포츠활동량의 경우, 고등학교와 대학교 시절의 활동량만이 유의한 예측인자로 나타났고, 최대긴장력에 근거하여 스포츠 활동량을 측정했을 때는 대학교 시절의 활동량만이 유의한 예측인자로 나타났다. 요골원위부가 체중부하가 되지 않는 부위임에도 불구하고 최대긴장력으로 측정된 스포츠 활동량의 예측력이 대사당량에 따라 측정된 스포츠 활동량의 예측력보다 높았던 것은 이외의 결과라 할 수 있다. 이러한 결과는 요골이 비체중부하 부위라 할지라도 강도가 높은 운동의 경우 요골에 물리적인 자극이 가해져 골밀도를 증가시키는데 기여할 수 있다는 Fehily 등(1993)의 연구 결과를 지지해준다. 그러나 Kemper 등(2000)은 본 연구와 같은 도구를 사용하여 13-29세의 여성과 남성을 대상으로 13-16세의 청소년기의 신체활동량과 28세 때의 요골원위부의 골밀도와의 상관성을 조사한 연구에서 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 산출한 뒤 상관성을 분석한 결과 신체활동량과 요골원위부의 골밀도는 무관한 것으로 나타나 본 연구와 차이를 보였다. 이러한 차이에 대한 분석으로 본 연구에서는 신체활동량을 스포츠 활동량으로만 산출하였고, Kemper 등(2000)의 연구에서는 스포츠 활동량 이외에 직업활동량, 가사활동량, 여가활동량을 포함시킴으로써 뼈에 주어지는 자극이 활동의 종류에 따라 달리 작용했을 가능성이 있다. 이는 40-52세의 여성을 대상으로 스포츠 활동 및 가사활동과 골밀도와의 상관성을 조사한 Greendale 등(2003)의 연구에서 스포츠 활동량은 요추골과 대퇴골 경부와는 높은 상관관계를 보였으나, 직업활동량은 어느 부위의 골밀도와도 유의한 상관성을 보이지 않아 신체활동의 종류에 따라 부위별 골밀도에 다르게 영향을 미칠 수 있음을 강조한 것과 같은 맥락이다.

한편, Fehily 등(1992)은 7-9세 때의 신체활동량이 20-23세 때의 요골골량과 유의한 상관성이 있음을 보고하여 초등학교 시절의 스포츠 활동량과 요골원위부의 골밀도 간에 유의한

상관관계를 보인 본 연구 결과와 일치한다. 그러나 이 연구에서는 스포츠 활동량을 대사당량이나 최대긴장력에 따라 측정된 것이 아니라 단지 스포츠 활동에 정기적으로 참여한 시간으로만 산출하였기 때문에 본 연구 결과와 직접적인 비교는 어렵다.

이상의 연구에서 살펴본 것처럼 골밀도 측정부위에 따라 서로 다른 시기에 참여한 스포츠 활동량의 예측력이 높은 이유에 대한 해석으로는 그 시기에 주로 어떤 운동에 참여했느냐에 따라 달라질 것으로 사료된다. 본 연구에서처럼 여대생의 경우 대학 시절이나 현재 활동량이 요골원위부의 골밀도를 예측하는데 유의한 것은 이 시기에 역동적인 고강도의 스포츠 활동에 참여하는 경우 요골에도 물리적인 하중이 주어질 수 있음을 시사한다.

결론적으로 최대골량에 도달하기 전인 30세 미만의 경우, 대학교 시절의 스포츠 활동량은 대사당량이나 최대긴장력에 따라 측정하였을 때 모두 요골원위부의 골밀도를 유의하게 예측하였으며 최대긴장력에 의해 측정했을 때 예측력이 좀 더 크다고 할 수 있다. 대사당량에 따라 측정했을 때 고등학교 시절의 스포츠 활동량은 여대생의 요골원위부의 골밀도를 유의하게 예측할 수 있었다. 따라서 대학교 시절에 전신근육을 움직이는 강도 높은 스포츠 활동에 참여한다면 체중부하 부위뿐만 아니라 비체중부하 부위라도 뼈에 기계적인 자극을 주어서 골밀도를 향상시킬 수 있는 것으로 기대할 수 있다.

그러나 본 연구에서의 제한점은 청소년기 때 참여한 스포츠의 종류 중 지면반력이 문헌에 보고되지 않은 경우 Grootenhausen 등(1997)이 제시한 기준에 따랐고, 이 기준으로도 판정하기 어려운 경우(예: 줄넘기, 택견, 국선도) 이미 지면반력이 알려져 있는 스포츠와 비교하여 최대 긴장력을 부여한 뒤 체육학과 교수에게 타당성을 검토를 받았지만 직접 지면반력을 측정하여 최대긴장력을 산출한 것이 아니기 때문에 지면반력을 정확히 반영했다고 보기는 어렵다. 그러므로 향후 한국인이 주로 참여하는 스포츠 활동의 지면반력을 측정하여 이들이 다양한 부위의 골밀도에 미치는 영향을 조사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구 결과는 향후 실무에서 여대생들의 스포츠 활동량을 사정하여 활동량이 저하되어 있는 경우 골밀도 검사를 받아보도록 하는데 활용할 수 있으며, 대사당량이 높거나 최대긴장력이 높은 스포츠 중재를 통해 여대생들의 요골원위부의 골밀도를 향상시킬 수 있을 것이라는 중재연구의 이론적 기틀로 활용될 것이다.

결론 및 제언

본 연구는 30세 미만의 여대생을 대상으로 대사당량과 최대

긴장력에 근거하여 측정된 과거 스포츠 활동량과 요골원위부의 골밀도 간의 관련성을 조사한 횡단적 조사연구이다. 과거 스포츠 활동량을 측정하기 위해 Friedenreich 등(1998)에 의해 개발된 Lifetime Physical Activity Questionnaire (LPAQ)을 부분적으로 수정하여 사용하였으며, 초등학교, 중학교, 고등학교 및 대학시절에 참여한 스포츠활동에 대해 대사당량과 최대긴장력에 근거하여 스포츠활동량을 산출한 뒤 이중에너지 X-선 촬영기를 사용하여 측정된 요골원위부의 골밀도와와의 상관성을 구하였다. 수집된 자료는 SPSS WIN 14.0을 이용하여 단계별 다중회귀분석으로 분석하였다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 여대생의 개인적 특성 중 체중만이 요골원위부 골밀도의 유의한 예측인자로 나타났다.

둘째, 대사당량에 근거하여 측정된 경우, 고등학교 시절과 대학교 시절에 참여한 스포츠 활동량은 요골원위부의 골밀도를 유의하게 예측하였으며 설명력은 각각 2.8%, 3.3%였다.

셋째, 최대긴장력에 근거하여 측정된 경우, 대학시절에 참여한 스포츠 활동량만이 요골원위부의 골밀도를 유의하게 예측하였으며 설명력은 8%였다.

이상의 연구 결과를 통해 최대골량이 형성되는 시기인 30세 미만의 여성의 경우, 대학교 시절에 참여한 스포츠 활동량은 대사당량에 따라 측정하든 최대긴장력에 따라 측정하든 간에 요골원위부의 골밀도를 결정하는데 중요함을 할 수 있다. 본 연구 결과를 토대로 다음과 같은 추후연구를 제안하고자 한다.

첫째, 남학생을 대상으로 과거 스포츠 활동량을 대사당량과 최대긴장력에 따라 측정하여 골밀도와의 관련성을 비교 조사해볼 필요가 있다.

둘째, 여대생을 대상으로 대사당량과 최대긴장력이 높은 운동중재를 통해 요골원위부의 골밀도에 미치는 영향을 조사해볼 필요가 있다.

셋째, 여대생의 요골원위부의 골밀도를 좀 더 예측할 수 있는 요인을 규명하기 위한 추후연구를 제안하고자 한다.

REFERENCES

- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Whitt, M. C., Irwin, A. M., Swartz, A. M., Strath, S. J., et al. (2000). Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, S498-S516.
- Augustad, L. B., Schei, B., Forsmo, S., Langhammer, A., & Flinders, W. D. (2004). The association between physical activity and forearm bone mineral density in healthy premenopausal women. *Journal of Women's Health*, 13, 301-313.
- Bailey, D. A., McKay, H. A., Mirwald, R. L., Crocker, P. R., & Faulkner, R. A. (1999). A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: The university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 14, 1672-1679.
- Byun, Y. S., & Kim, O. S. (1999). Life style and self-efficacy in osteoporosis women. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 29, 530-540.
- Byeon, Y. S. (2006). Difference of bone density and risk factors related to osteopenia of young women in their twenties. *Journal of Korean Academy of Adult Nursing*, 18, 790-797.
- Fehily, A. M., Coles, R. J., Evans, W. D., & Elwood, P. C. (1992). Factors affecting bone density in young adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 579-586.
- Ford, M. A., Bass, M. A., Turner, L. W., Mauromoustakos, A., & Graves, B. S. (2004). Past and recent physical activity and bone mineral density in college-aged women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 405-409.
- Friedenreich, C. M., Courneya, K. S., & Bryant, H. E. (1998). The lifetime total physical activity questionnaire: Development and reliability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 266-274.
- Greendale, G. A., Huang, M. H., Wang, Y., Finkelstein, J. S., Danielson, M. E., & Sternfeld, B. (2003). Sport and home physical activity are independently associated with bone density. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 506-512.
- Groothausen, J., Siemer, H., Kemper, H. C., Twisk, J. W., & Welten, D. C. (1997). Influence of peak strain on lumbar bone mineral density: An analysis of 15-year physical activity in young males and females. *Pediatric Exercise Science*, 9, 159-173.
- Jung, H. Y. (2004). *Comparative analysis of body mass index and body mineral density of female college students at their 20's according to the existence of physical exercise*. Unpublished master's thesis. Ewha Womans University, Seoul.
- Kemper, H. C., Twisk, J. W., van Mechelen, W., Post, G. B., Roos, J. C., & Lips, P. (2000). Fifteen-year longitudinal study in young adults on the relation of physical activity and fitness with the development of the bone mass: The Amsterdam growth and health longitudinal study. *Bone*, 27, 847-853.
- Kim, M. H., & Kim, J. S. (2003). The relationship between body composition and bone mineral density in college women. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 33, 312-320.
- Lanyon, L. E. (1992). Control of bone architecture by functional load bearing. *Journal of Bone and Mineral Research*, 7, S369-S375.
- Lanyon, L. E. (1996). Using functional loading to influence bone mass and architecture: Objectives, mechanisms, and relationship with estrogen of the mechanically adaptive process in bone. *Bone*, 18, S37-S43.
- Lee, E. N., & Clark, M. K. (2005). Influence of lifetime sports

- activity based on ground reaction force on the bone mineral density in Korean adults. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 35, 621-630.
- Mazess, R. B., & Barden, H. S. (1991). Bone density in premenopausal women: Effects of age, dietary intake, physical activity, smoking, and birth-control pills. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 132-142.
- McCulloch, R. G., Bailey, D. A., Houston, C. S., & Dodd, B. L. (1990). Effects of physical activity, dietary calcium intake and selected lifestyle factors on bone density in young women. *Canadian Medical Association Journal*, 142, 221-227.
- Slemenda, C. W., Hui, S. L., Longcope, C., Wellman, H., & Johnston, C. C. Jr. (1990). Predictors of bone mass in perimenopausal women. A prospective study of clinical data using photon absorptiometry. *Annals of Internal Medicine*, 112, 96-101.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (1989). *Using multivariate statistics*. New York, NY: Harper Collins.
- World Health Organization. (1994). *Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis*. WHO technical report series 843. Geneva: WHO.