



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

최 승 욱 교수지도

박사학위 청구논문

골다공증 예방 및 개선을 위한
운동처방의 실증적 연구

2011

성신여자대학교 대학원

체육학과

김 아 랍

골다공증 예방 및 개선을 위한 운동처방의 실증적 연구

최 승 욱 교수지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2010년 10월

성신여자대학교 대학원

체육학과

김 아 람

인 준 서

김아람의 박사학위 논문으로 인준함.

심사위원

金 鍾 憲



심사위원

崔 成 根



심사위원

徐 承 佑



심사위원

梁 允 權



심사위원

崔 勝 旭



성신여자대학교 대학원

논문개요

본 연구는 여성의 골다공증 예방 및 개선을 위해 다양한 연령대를 대상으로 부위별 골밀도 분석과 신체조성과의 상관관계를 확인하였다. 이를 통해 골밀도에 부정적인 영향의 최소화 및 효과의 극대화를 가져올 수 있는 다양한 기초 자료를 제공하고자 하였으며, 운동 프로그램 개발 및 보급을 위한 실증적 연구를 실시하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 여중생(13.73 ± 0.92 yrs) 194명을 대상으로 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식을 개발하고자 하였으며 신체조성 및 요추, 대퇴, 전신 골밀도를 측정하였다. 연령 증가에 따른 신체조성의 평균 비교 분석 결과 height, weight, SMM, fat mass, WHR은 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, fat free mass, BMI, %body fat는 유의한 차이가 없었다. 또한 골밀도의 연령에 따른 평균 비교 분석 결과 15세가 가장 높았으며, 13세와 비교해본 결과 요추는 11.5%, 전신 골밀도 5.6%, 전신 골무기질량은 13.6%의 유의한 증가를 보였다. 연령에 따른 부위별 평균 비교 분석 결과 13세는 전신골밀도, 14·15세는 요추 골밀도가 가장 높았으며, 모든 연령층에서 대퇴 골밀도가 가장 낮았다. 신체조성과 골밀도 및 골무기질량의 상관분석 결과 골격근량이 가장 높은 상관성을 나타냈으며 이를 통해 청소년기 여학생의 골밀도 추정식을 개발 할 수 있었다. 결과적으로 청소년기의 골밀도는 골밀도 성장을 평가함에 있어 유용하며, 골밀도 관련 질환에 대한 예방을 위한 운동 프로그램이나 개인의 건강을 객관적으로 평가하는 자료로 활용 가능하리라 기대된다.

2. 여대생(20.50±1.49yrs) 350명을 대상으로 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식을 개발하고자 하였으며 신체조성, 요추·대퇴·전신 골밀도 및 전신 골무기질량을 측정하였다. 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과 신체조성과 요추 부위·전신 골밀도 및 전신 골무기질량에서 유의한 차이가 없었으나, 대퇴 부위에서는 20·21·22세와 비교하였을 때 19세가 가장 높았다. 연령에 따른 부위별 골밀도 평균 비교 분석 결과 요추 부위는 모든 연령층에서 lumbar 3가 가장 높았으며, 대퇴 부위에서 19세는 femur neck, 20·21·22세는 femur total이 높았고 모든 연령층에서 femur troch 가장 낮았다. 또한 lumbar total, femur total, whole body 골밀도를 비교한 결과 모든 연령층에서 lumbar total이 유의하게 높았으며, whole body가 유의하게 낮았다. 신체조성과 전신 골밀도의 상관분석 결과 체중과 골격근량이 가장 높은 상관성을 나타냈으며 이를 통해 여대생의 골밀도 추정식의 개발을 할 수 있었다. 결과적으로 여대생들의 골밀도는 전체적으로 좋은 수치를 가지고 있으나 연령대별로 비교한 결과 19세 이후부터 대퇴 부위는 감소하는 경향을 보였다.
3. 여대생(21.49±1.46yrs) 170명을 대상으로 골밀도 수준(골감소군: $-2.5 < T < -1.0$, 낮은 정상군: $-1.0 < T < 0$, 정상군: $T < 0$)에 따라 신체조성과 부위별 골밀도를 측정하였으며 신체조성의 어느 요인이 보다 더 골밀도와 관련이 있는지 평가하고자 하였다. 골밀도 수준에 따른 신체조성의 평균 비교 분석 결과 weight, SMM, fat mass, free fat mass, BMI, WHR은 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였으며, 요추 골밀도, 대퇴 골밀도, 전신 골밀도와 전신 골무기질량에서도 골밀도수준에 따른 유의한 차이를 보였다. 골밀도 수준에 따른

상관분석 결과 골감소군($-2.5 < T < -1.0$)에서 lumbar total과 whole body는 WHR, 그리고 femur total은 height와 가장 높은 상관을 보였으며, 낮은 정상군($-1.0 < T < 0$)에서 lumbar total, femur total은 %body fat, 그리고 whole body BMD는 fat mass와 가장 높은 상관을 보였다. 그리고 정상군($T < 0$)에서 lumbar total, whole body BMD는 SMM, femur total은 fat free mass와 높은 상관성을 나타냈다. 이를 통해 20대 여성의 골감소증 비율이 높아지는 현재 골다공증의 예방책으로서 적절한 체중 유지는 골밀도를 건강하게 유지시키는데 가장 중요한 요인이라 생각되며 그 중 운동을 통한 근육량 및 체지방량의 증대는 골밀도 증대에 중요한 역할을 하리라 생각되어진다.

4. 중년여성(45.60 ± 6.83 yrs) 110명을 대상으로 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석을 하였으며 신체조성, 요추·대퇴·전신 골밀도를 측정하였다. 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과 신체조성과 대퇴 부위·전신 골밀도 및 전신 골무기질량은 유의한 차이가 없었으나, 요추 부위는 50대에 lumbar 2에서 -5.8% , lumbar 3에서 -5.3% 유의한 차이를 나타냈다. 대퇴 부위에서 40·50대는 femur total이 가장 높았으며, femur troch이 가장 낮았다. 또한 lumbar total, femur total, whole body 골밀도를 비교한 결과 모든 연령층에서 femur total이 유의하게 높았고, whole body가 유의하게 낮았으며, 신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계 분석결과 측정항목에서 유의한 상관관계를 나타내지 않았다. 이상의 결과를 종합한 결과 중년여성의 골밀도는 40·50대경에 lumbar 2, lumbar 3 부위를 제외한 다른 곳에서는 유의한 감소 및 증진을 보이지 않았으

며, 신체조성과의 상관관계에서도 특별한 점을 찾지 못하여 골밀도의 보호를 위해서는 외부적 자극이 필요할 것으로 사료된다.

5. 골감소증이 있는 중년여성(40.42 ± 4.27 yrs)을 대상으로 24주간 근력운동의 실시가 신체조성, 부위별 골밀도에 미치는 영향을 규명하고자 하였다. 그 결과 신체조성에서 운동군은 24주 후, 골격근량과 체지방량은 각각 2%, 4% 유의하게 증가, 체지방량은 2% 유의하게 감소하였으며, 골밀도 분석 결과 요추·대퇴·전신 골밀도의 운동군과 비운동군의 이원반복분산분석에서 그룹×측정시기에서 상호작용이 나타났다. 24주후 운동군에서 부위별로 약 2~4%씩 증가를 보였으며 대조군은 약 3~6%씩 지속적으로 감소하였다. 본 연구 결과와 같이 규칙적인 근력 운동은 골감소군 여성의 신체조성과 골밀도에 긍정적인 영향을 주어 골다공증의 예방에 효과가 있는 것으로 사료된다.

이상을 종합하여 볼 때 골밀도는 청소년기에 두드러지게 증가하지만 부위별로 차이가 있으며 20세 이후에는 그 증가가 거의 관찰되지 않고 부위별로 감소하는 경향도 보였다. 중년기 이후에는 골밀도가 점차 감소하였으며 특히 요추 부위는 유의한 감소를 보였다.

특히 골밀도와 신체조성의 상관관계 결과 청소년기, 청장년기에는 골밀도가 좋을수록 fat free mass와 높은 상관성을 보여, 골밀도 유지 및 개선을 위해서는 골격근량, 체지방량의 증진이 중요하며, 특히 규칙적인 운동은 골감소증이 있는 중년 여성에게도 긍정적인 영향을 가져와 근력운동이 도움이 될 것으로 사료된다. 이 때 운동의 기간은 6개월 이상으로 권장하는 바이다.

목 차

논문 개요

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	4
3. 연구 가설	5
4. 연구 제한점	8
5. 용어 정리	9
II. 이론적 배경	11
1. 골	11
1) 골격 구조	12
2) 골격 대사	14
2. 골밀도	17
1) 골밀도 측정 결과의 해석	17
2) 골밀도 진단	18
3. 골밀도 관련 인자	23
1) 골밀도와 신체활동	23
2) 골밀도와 식이	25
4. 골밀도와 여성	27
1) 소아기 골밀도	27
2) 청소년기 골밀도	27
3) 청년기 골밀도	29

4) 중년기 골밀도	30
5) 노년기 골밀도	30
5. 골다공증	31
1) 골다공증 정의	31
2) 골다공증 분류	32

III. 여중생 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발(연구과제 I)

1. 연구의 필요성	33
2. 연구 방법	35
1) 연구 대상	35
2) 연구 기간 및 절차	36
3) 실험 설계	37
4) 측정 장비	38
5) 측정 항목 및 방법	39
6) 자료 처리	41
3. 연구 결과	42
1) 신체조성	42
2) 연령별 골밀도	49
3) 부위별 골밀도	53
4) 상관분석	57
5) 회귀분석	59
(1) 전신 골밀도 추정식	59
(2) 전신 골무기질량 추정식	60
4. 논 의	61

5. 결 론	63
IV. 여대생 골밀도, 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발(연구과제Ⅱ)	65
1. 연구의 필요성	65
2. 연구 방법	67
1) 연구 대상	67
2) 연구 기간 및 절차	68
3) 실험 설계	69
4) 측정 장비	70
5) 측정 항목 및 방법	71
6) 자료 처리	73
3. 연구 결과	74
1) 신체조성	74
2) 연령별 골밀도	80
(1) 연령별 요추 골밀도	80
(2) 연령별 대퇴 골밀도	85
(3) 연령별 전신 골밀도와 전신 골무기질량	89
3) 부위별 골밀도	91
(1) 부위별 요추 골밀도 분석	91
(2) 부위별 대퇴 골밀도 분석	96
(3) 부위별 전체 골밀도 분석	100
4) 상관분석	104
5) 회귀분석	106
(1) 전신 골밀도 추정식	106

(2) 전신 골무기질량 추정식	107
4. 논 의	108
5. 결 론	110
V. 신체조성과 골밀도의 상관관계를 통한 체지방량의 중요성(연구과제Ⅲ)	112
1. 연구의 필요성	112
2. 연구 방법	114
1) 연구 대상	114
2) 연구 기간 및 절차	115
3) 실험 설계	116
4) 측정 장비	117
5) 측정 항목 및 방법	118
6) 자료 처리	120
3. 연구 결과	121
1) 신체조성	121
2) 부위별 골밀도	128
(1) 부위별 요추 골밀도	128
(2) 부위별 대퇴 골밀도	133
(3) 전신 골밀도와 전신 골무기질량	137
3) 상관분석	140
4. 논 의	142
5. 결 론	144

VI. 중년여성의 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발(연구과제Ⅳ)	146
1. 연구의 필요성	146
2. 연구 방법	149
1) 연구 대상	149
2) 연구 기간 및 절차	150
3) 실험 설계	151
4) 측정 장비	152
5) 측정 항목 및 방법	153
6) 자료 처리	154
3. 연구 결과	155
1) 신체조성	155
2) 연령별 골밀도	159
(1) 연령별 요추 골밀도	159
(2) 연령별 대퇴 골밀도	163
(3) 연령별 전신 골밀도와 전신 골무기질량	166
3) 부위별 골밀도	168
(1) 부위별 요추 골밀도	168
(2) 부위별 대퇴 골밀도	171
(3) 부위별 전체 골밀도	173
4) 상관분석	175
4. 논 의	176
5. 결 론	179

VII. 24주간 근력운동이 골감소증 중년여성의 신체조성과 골밀도에 미치는 영향(연구과제 V)	181
1. 연구의 필요성	181
2. 연구 방법	184
1) 연구 대상	184
2) 연구 기간 및 절차	185
3) 실험 설계	186
4) 측정 장비	187
5) 측정 항목 및 방법	188
6) 자료 처리	190
3. 연구 결과	191
1) 신체조성	191
2) 부위별 골밀도	197
(1) 부위별 요추 골밀도	197
(2) 부위별 대퇴 골밀도	203
(3) 전신 골밀도와 전신 골무기질량	208
4. 논 의	211
5. 결 론	213
VIII. 총 론	214

참고문헌

ABSTRACT

표 목 차

표 1. 연구 대상자의 신체적 특징	35
표 2. 연구 절차	36
표 3. 측정 장비	38
표 4. 여중생의 연령별 신체조성 결과	42
표 5. 여중생의 신체조성 one-way ANOVA 결과	43
표 6. 여중생의 연령별 골밀도 결과	49
표 7. 여중생의 골밀도 one-way ANOVA 결과	50
표 8. 여중생의 부위별 골밀도 결과	53
표 9. 여중생의 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과	53
표 10. 여중생의 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과	58
표 11. 전신 골밀도의 다중회귀분석 결과	59
표 12. 전신 골무기질량의 다중회귀분석 결과	60
표 13. 연구 대상자의 신체적 특징	67
표 14. 연구 절차	68
표 15. 측정 장비	70
표 16. 여대생의 연령별 신체조성 결과	74
표 17. 여대생의 신체조성 one-way ANOVA 결과	75
표 18. 여대생의 연령별 요추 골밀도 결과	80
표 19. 여중생의 연령별 요추 골밀도 one-way ANOVA 결과	81
표 20. 여대생의 연령별 대퇴 골밀도 결과	85
표 21. 여대생의 연령별 대퇴 골밀도 one-way ANOVA 결과	86
표 22. 여대생의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과	89

표 23. 여대생의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과	89
표 24. 여대생의 요추 부위별 골밀도 결과	91
표 25. 여대생의 요추 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과	92
표 26. 여대생의 대퇴 부위별 골밀도 결과	96
표 27. 여대생의 대퇴 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과	97
표 28. 여대생의 부위별 전체 골밀도 결과	100
표 29. 여대생의 부위별 전체 골밀도 one-way ANOVA 결과	101
표 30. 여대생의 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과	105
표 31. 전신 골밀도의 다중회귀분석 결과	106
표 32. 전신 골무기질량의 다중회귀분석 결과	107
표 33. 연구 대상자의 신체적 특징	114
표 34. 연구 절차	115
표 35. 측정 장비	117
표 36. 여대생의 골밀도 수준별 신체조성 결과	121
표 37. 여대생의 골밀도 수준별 신체조성의 one-way ANOVA 결과	122
표 38. 여대생의 골밀도 수준별 요추 부위별 골밀도 결과	128
표 39. 여대생의 골밀도 수준별 요추 골밀도 one-way ANOVA 결과	129
표 40. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 부위별 골밀도 결과	133
표 41. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 골밀도 one-way ANOVA 결과	134
표 42. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과 ...	137

표 43. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과	137
표 44. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과	141
표 45. 연구 대상자의 신체적 특징	149
표 46. 연구 절차	150
표 47. 측정 장비	152
표 48. 중년여성의 연령별 신체조성 결과	155
표 49. 중년여성의 연령별 요추 골밀도 결과	159
표 50. 중년여성의 연령별 대퇴 골밀도 결과	163
표 51. 중년여성의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과	166
표 52. 중년여성의 요추 부위별 골밀도 결과	168
표 53. 중년여성의 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과	169
표 54. 중년여성의 대퇴 부위별 골밀도 결과	171
표 55. 중년여성의 대퇴 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과	171
표 56. 중년여성의 부위별 전체 골밀도 결과	173
표 57. 중년여성의 부위별 전신 골밀도 one-way ANOVA 결과	173
표 58. 중년여성의 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과	175
표 59. 연구 대상자의 신체적 특징	184
표 60. 연구 절차	185
표 61. 측정 장비	187
표 62. 24주간 근력 운동 프로그램	190
표 63. 그룹별 신체조성 결과	191
표 64. 그룹별 신체조성의 two-way repeated ANOVA 결과	192

표 65. 그룹별 요추 골밀도 결과	197
표 66. 그룹별 요추 골밀도 two-way ANOVA 결과	198
표 67. 그룹별 대퇴 골밀도 결과	203
표 68. 그룹별 대퇴 골밀도 two-way ANOVA 결과	204
표 69. 그룹별 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과	208
표 70. 그룹별 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과	209

그림 목 차

그림 1. 최대 골량의 형성과 연령에 따른 골소실	12
그림 2. 실험 설계	37
그림 3. 골밀도 측정	40
그림 4. 여중생의 신장 변화	45
그림 5. 여중생의 체중 변화	45
그림 6. 여중생의 골격근량 변화	46
그림 7. 여중생의 체지방량 변화	46
그림 8. 여중생의 체지방량 변화	47
그림 9. 여중생의 신체질량지수 변화	47
그림 10. 여중생의 체지방률 변화	48
그림 11. 여중생의 복부지방량 변화	48
그림 12. 여중생의 요추 골밀도 변화	51
그림 13. 여중생의 대퇴 골밀도 변화	51
그림 14. 여중생의 전신 골밀도 변화	52
그림 15. 여중생의 전신 골무기질량 변화	52
그림 16. 13세의 부위별 골밀도 변화	55
그림 17. 14세의 부위별 골밀도 변화	55
그림 18. 15세의 부위별 골밀도 변화	56
그림 19. 실험 설계	69
그림 20. 여대생의 신장 변화	76
그림 21. 여대생의 체중 변화	76
그림 22. 여대생의 골격근량 변화	77
그림 23. 여대생의 체지방량 변화	77

그림 24. 여대생의 제지방량 변화	78
그림 25. 여대생의 신체질량지수 변화	78
그림 26. 여대생의 체지방률 변화	79
그림 27. 여대생의 복부지방률 변화	79
그림 28. 여대생의 요추 1번 골밀도 변화	82
그림 29. 여대생의 요추 2번 골밀도 변화	82
그림 30. 여대생의 요추 3번 골밀도 변화	83
그림 31. 여대생의 요추 4번 골밀도 변화	83
그림 32. 여대생의 요추 전체 골밀도 변화	84
그림 33. 여대생의 대퇴 경부 골밀도 변화	87
그림 34. 여대생의 대퇴 전자 골밀도 변화	87
그림 35. 여대생의 대퇴 전체 골밀도 변화	88
그림 36. 여대생의 전신 골밀도 변화	90
그림 37. 여대생의 전신 골무기질량 변화	90
그림 38. 19세의 요추 부위별 골밀도 변화	94
그림 39. 20세의 요추 부위별 골밀도 변화	94
그림 40. 21세의 요추 부위별 골밀도 변화	95
그림 41. 22세의 요추 부위별 골밀도 변화	95
그림 42. 19세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	98
그림 43. 20세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	98
그림 44. 21세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	99
그림 45. 22세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	99
그림 46. 19세의 부위별 전신 골밀도 변화	102
그림 47. 20세의 부위별 전신 골밀도 변화	102
그림 48. 21세의 부위별 전신 골밀도 변화	103

그림 49. 22세의 부위별 전신 골밀도 변화	103
그림 50. 실험 설계	116
그림 51. 여대생의 골밀도 수준별 신장 비교	124
그림 52. 여대생의 골밀도 수준별 체중 비교	124
그림 53. 여대생의 골밀도 수준별 골격근량 비교	125
그림 54. 여대생의 골밀도 수준별 체지방량 비교	125
그림 55. 여대생의 골밀도 수준별 제지방량 비교	126
그림 56. 여대생의 골밀도 수준별 신체질량지수 비교	126
그림 57. 여대생의 골밀도 수준별 체지방률 비교	127
그림 58. 여대생의 골밀도 수준별 복부지방률 비교	127
그림 59. 여대생의 골밀도 수준별 요추 1번 골밀도 비교	130
그림 60. 여대생의 골밀도 수준별 요추 2번 골밀도 비교	130
그림 61. 여대생의 골밀도 수준별 요추 3번 골밀도 비교	131
그림 62. 여대생의 골밀도 수준별 요추 4번 골밀도 비교	131
그림 63. 여대생의 골밀도 수준별 요추 전체 골밀도 비교	132
그림 64. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 경부 골밀도 비교	135
그림 65. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 전자 골밀도 비교	135
그림 66. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 전체 골밀도 비교	136
그림 67. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골밀도 비교	139
그림 68. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골무기질량 비교	139
그림 69. 실험 설계	151
그림 70. 중년여성의 신장 변화	156
그림 71. 중년여성의 체중 변화	156
그림 72. 중년여성의 체지방량 변화	157
그림 73. 중년여성의 제지방량 변화	157

그림 74. 중년여성의 신체질량지수 변화	158
그림 75. 중년여성의 체지방률 변화	158
그림 76. 중년여성의 요추 1번 골밀도 변화	160
그림 77. 중년여성의 요추 2번 골밀도 변화	160
그림 78. 중년여성의 요추 3번 골밀도 변화	161
그림 79. 중년여성의 요추 4번 골밀도 변화	161
그림 80. 중년여성의 요추 전체 골밀도 변화	162
그림 81. 중년여성의 대퇴 경부 골밀도 변화	164
그림 82. 중년여성의 대퇴 전자 골밀도 변화	164
그림 83. 중년여성의 대퇴 전체 골밀도 변화	165
그림 84. 중년여성의 전신 골밀도 변화	167
그림 85. 중년여성의 전신 골무기질량 변화	167
그림 86. 40세의 요추 부위별 골밀도 변화	170
그림 87. 50세의 요추 부위별 골밀도 변화	170
그림 88. 40세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	172
그림 89. 50세의 대퇴 부위별 골밀도 변화	172
그림 90. 40세의 부위별 전신 골밀도 변화	174
그림 91. 50세의 부위별 전신 골밀도 변화	174
그림 92. 실험 설계	186
그림 93. 24주간 근력운동 후 체중 변화	194
그림 94. 24주간 근력운동 후 골격근량 변화	194
그림 95. 24주간 근력운동 후 체지방량 변화	195
그림 96. 24주간 근력운동 후 체지방률 변화	195
그림 97. 24주간 근력운동 후 신체질량지수 변화	196
그림 98. 24주간 근력운동 후 체지방률 변화	196

그림 99. 24주간 근력운동 후 요추 1번 골밀도 변화	200
그림 100. 24주간 근력운동 후 요추 2번 골밀도 변화	200
그림 101. 24주간 근력운동 후 요추 3번 골밀도 변화	201
그림 102. 24주간 근력운동 후 요추 4번 골밀도 변화	201
그림 103. 24주간 근력운동 후 요추 전체 골밀도 변화	202
그림 104. 24주간 근력운동 후 대퇴 경부 골밀도 변화	206
그림 105. 24주간 근력운동 후 대퇴 전자 골밀도 변화	206
그림 106. 24주간 근력운동 후 대퇴 전체 골밀도 변화	207
그림 107. 24주간 근력운동 후 전신 골밀도 변화	210
그림 108. 24주간 근력운동 후 전신 골무기질량 변화	210

I. 서론

1. 연구의 필요성

최근 경제성장과 함께 소득수준이 향상되고 생활환경과 의료기술이 발달하면서 세계적으로 수명이 급격히 연장되었다.

우리나라의 경우 65세 이상의 노인 인구가 이미 2000년에 전체인구의 7.2%를 넘어 고령화 사회로 진입하였고(통계청, 2005), 2008년도에는 전체 인구의 10.3%가 되었으며 2018년에는 14.3%가 되어 고령사회, 2026년에는 20.8%로 초고령 사회에 도달할 것으로 통계청은 예측되고 있다.

현재 우리나라의 65세 이상 인구는 총 인구의 9.9%를 차지하고 있으며, 남성의 평균수명은 75세, 여성은 82세(통계청, 2008)로 중년이후의 삶이 연장되고 있다. 보건복지부(2007)의 보고에 따르면 우리나라 여성의 50세 이후 기대 여명은 34.3년으로, 여성의 경우 폐경상태로 지내는 기간이 늘어남에 따라 각종 질환을 예방하기 위한 관심이 높아지고 있는 실정이다.

중년기 이후 여성에게는 많은 신체적, 심리적, 내분비학적인 변화가 발생하게 되는데, 여성은 폐경 후에 여성호르몬인 에스트로젠(estrogen)분비의 감소로 인해 칼슘과 철의 부족현상이 두드러져 골다공증에 걸리기 쉽고 심혈관질환 등의 위험성이 높아진다고 보고되고 있다(Chapurlat et al., 2000).

따라서 단순히 오래 사는 것이 아니라 건강하게 오래 사는 건강수명의 연장에 관심이 높아지고 있다.

골다공증은 부서지기 쉬운 뼈, 골절 위험의 증가 등을 유발함을 말하며, WHO에서는 골량의 감소와 미세 구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로 정의하고 있다.

현재 미국에서는 약 2,800만명 이상의 사람들이 뼈의 질량이 낮아 골다공증을 겪고 있거나 심각한 위험 상태에 놓여 있으며, 우리나라는 현재 200만 명의 골다공증 환자가 있는 것으로 추측하고 있다. 골다공증에 의한 일반적인 골절 부위는 팔목(Wrist), 척추(Spine), 둔부(Hip)로써 전체 환자 중 80%가 여성이며, 여성의 둔부 골절(Hip Fracture)은 유방암, 난소암, 자궁암을 모두 합한 위험 정도와 비슷한 것으로 알려져 있다.

비만과 골다공증은 남성보다 여성, 특히 중년 이후의 여성에게 많이 발생하는 질병으로, 성인여성은 남성들보다 뼈 질량이 낮으며, 폐경기 후 에스트로겐의 급격한 감소로 인하여 여성들의 뼈 밀도가 빠르게 감소한다. 이러한 이유로 골다공증 환자의 경우에도 남성에 비해서 여성에게서 골다공증에 걸릴 확률이 45%이며, 남자의 경우 약 13%정도이다(여남희 & 남일봉, 2004). 특히 아시아 지역은 노인인구수가 증가함에 따라 2050년경에는 골다공증성 골절의 유병률이 서구국가들 보다 더 많이 증가할 것으로 예상되고 있다(Cooper et al., 1992).

골다공증은 뚜렷한 자각증상이 없어 골기형 및 골절이 발생하기 전에는 조기 발견이 어려우며(Chien et al., 2000), 골반골절의 경우 1년 이내 사망률이 20% 이상이고, 척추에 골다공증이 있을 경우 폐경기 여성 요통의 주요 원인이라고 하였다(임성호 등, 2000; Gambel, 1995).

특히 Compston(2001)은 폐경 후 여성의 1/3 정도가 골다공증을 가지고 있는 것으로 보고하였으며, Mckinalay et al.(1972)은 작은 충격에 의해서도 대퇴부, 척추, 원위 전완부에 골절을 유발하는 것으로, 대퇴부

골절은 극심한 통증과 함께 사망률과 이환률은 높아져 골절 1년 후에 20%의 사망률과 50%의 기능손실을 초래하여 대퇴부 골절환자의 1/3만이 골절 회복 후 정상적인 기능유지가 가능하다고 하였다(Forsen et al., 1999; Kado et al., 1999). 노인기의 골절위험은 아동기, 청소년기의 골질량의 형성과 최대 골질량(peak bone mass)의 획득이 중요한 요인으로 작용하고 있다. 골질량의 결정요인들로는 수정 가능한 것과 수정 불가능한 것이 있으며, 수정 불가능한 요인들은 유전(Kelly & Eisman, 1993; Krall & Dawson-Hughes, 1993), 인종 및 성별(Aloia, 1986) 등이 있으며, 이들 요인들은 전체 골밀도(bone mineral density: BMD)의 50~70%를 설명한다. 그리고 체성분, 사춘기 상태, 영양 및 신체활동 등 수정 가능한 요인들은 골질량의 나머지 20~50%의 변동을 설명한다(Hunt, 2005). 유전적 요인 이외의 변화가능 요인들로 체중, 체성분, 근력 등이 골 증식에 영향을 미칠 수 있으므로, 이를 변화시키는 생활 습관 요인들이 더욱 중요하게 여겨지고 있다(권경희 등, 2009).

골다공증의 관리는 예방적인 차원에서 이루어지는 것이 효율적이며 이를 위해서는 골질량의 최대 축적과 골질량 손실의 최소화가 우선 시되어야 할 것이다(노희경 & 정은, 2008). 특히 성인기 초기의 젊은 여성들은 아직 골질량이 축적되는 시기이고 이 시기의 최대 골질량이 클수록 골절을 일으키는 역치에 도달하는 시기도 늦춰질 수 있으므로(Barr & McKay, 1998), 젊은 여성들의 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 매우 중요하다(Lee & Yoo, 1999). 지속적인 고령인구의 증가와 더불어 골절로 인한 질병부담율이 증가된다는 측면에서 볼 때, 한국인 골다공증의 규모와 위험 요인을 다각적인 측면에서 지속적으로 평가하는 것이 필요할 것이다.

2. 연구 목적

본 연구는 우리나라 청소년기·청년기·중년기 여성들의 골밀도를 측정하여 골다공증 예방을 위한 운동처방의 기초자료를 제공하기 위해 5가지 실증적 연구를 실시하였다

1) 연구과제 I

청소년기 여학생의 골밀도를 측정하여 신체조성과의 상관관계를 규명하고 추정식을 제안함으로써 발육·발달의 특성을 보다 합리적으로 이해하여 운동처방에 필요한 과학적인 자료를 제공하고자 한다.

2) 연구과제 II

청년기 여대생의 골밀도와 신체조성을 비교, 분석하여 골밀도 추정식을 개발하고, 여성 골다공증의 조기 예방과 건강증진을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

3) 연구과제 III

여대생의 골밀도 수준에 따른 신체조성과 골밀도의 상관관계를 통해 신체조성의 어느 요인이 골밀도와 관련이 있는지 평가하여 운동처방에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

4) 연구과제 IV

중년여성의 골밀도와 신체조성을 분석하고 여성 골다공증의 예방과 건강증진을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

5) 연구과제 V

24주간 규칙적인 근력운동이 골감소증 중년여성의 신체조성과 골밀도에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

3. 연구 가설

본 연구의 가설은 다음과 같이 설정하였다.

1) 연구과제 I

- (1) 여중생의 연령 증가에(13~15세) 따른 신체조성의 차이가 있을 것이다.
- (2) 여중생의 연령 증가에(13~15세) 따른 부위별 골밀도(lumbar total, femur total, whole body)의 차이가 있을 것이다.
- (3) 여중생의 연령에(13~15세) 따른 부위별 골밀도(lumbar, femur, whole body)가 다를 것이다
- (4) 여중생의 신체조성과 골밀도 및 골무기질량의 상관관계가 있을 것이다.
- (5) 여중생의 전신골밀도와 전신 골무기질량의 추정식 개발을 한다.

2) 연구과제 II

- (1) 여대생의 연령 증가에(19~22세) 따른 신체조성의 차이가 있을 것이다.
- (2) 여대생의 연령 증가에(19~22세) 따른 부위별 골밀도(lumbar1~4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body)의 차이가 있을 것이다.
- (3) 여대생의 연령에(19~22세) 따른 부위별 골밀도(lumbar1~4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body)가 다를 것이다
- (4) 여대생의 신체조성과 골밀도 및 골무기질량의 상관관계가 있을

것이다.

- (5) 여대생의 전신 골밀도와 전신 골무기질량의 추정식 개발을 한다.

3) 연구과제Ⅲ

- (1) 골밀도 수준(골감소군, 낮은 정상군, 정상군)에 따라 신체조성이 다를 것이다.
- (2) 골밀도 수준(골감소군, 낮은 정상군, 정상군)에 따라 부위별 요추골밀도(lumbar1~4, lumbar total)의 차이가 있을 것이다.
- (3) 골밀도 수준(골감소군, 낮은 정상군, 정상군)에 따라 부위별 대퇴골밀도(femur neck, femur troch, femur total, whole body)의 차이가 있을 것이다.
- (4) 골밀도 수준(골감소군, 낮은 정상군, 정상군)에 따라 전신 골밀도와 전신 골무기질량의 차이가 있을 것이다.
- (5) 골밀도 수준(골감소군, 낮은 정상군, 정상군)에 따라 신체조성의 상관관계에 차이가 있을 것이다.

4) 연구과제Ⅳ

- (1) 중년여성의 연령 증가에(40~50세) 따른 신체조성의 차이가 있을 것이다.
- (2) 중년여성의 연령 증가에(40~50세) 따른 부위별 골밀도(lumbar1~4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body)의 차이가 있을 것이다.
- (3) 중년여성의 연령에(40~50세) 따른 부위별 골밀도(lumbar1~4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole

body)가 다를 것이다

- (4) 중년여성의 신체조성과 골밀도 및 골무기질량의 상관관계가 있을 것이다.

5) 연구과제 V

- (1) 24주간 근력운동은 골감소증이 있는 중년여성의 신체조성에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.
- (2) 24주간 근력운동이 골감소증이 있는 중년여성의 부위별 골밀도에(lumbar1~4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body) 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

4. 연구 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 두었다.

- 1) 대상자들은 S시에 거주하는 자를 대상으로 하였다.
- 2) 대상자들의 유전적 특성 및 심리적 요인을 동일하게 통제하지 못하였다.
- 3) 대상자들의 환경적 요인을 통제하지 못하였다.

5. 용어 정리

1) 골밀도(bone mineral density: BMD)

방사선이 골을 투과할 때 골조직의 방사선 투과율의 차이를 반영하여 골의 단위 면적당 무기질량(g/cm^2)을 산출한 것이다.

2) 골무기질량(bone mineral content: BMC)

골의 무기질(Ca, Mg, P, Mn 등)의 총량이다. 골의 미세구조와 함께 골기질의 부피, 골의 무기질화 정도는 골의 경도와 강직도를 결정하여 골강도에 중요한 요소이다.

3) 척추(lumbar) 골밀도

해면골이 풍부하여 골대사 변화에 민감하며 폐경 후 골다공증 진단에 유용하다. L1~L4나 L2~L4를 측정하며 65세 이상에서는 퇴행성 변화로 측정 오차가 발생할 수 있다.

4) 대퇴골(femur) 골밀도

대퇴골 골절에 예측 능력이 탁월하며 척추에 비해 퇴행성 변화에 의한 영향이 적다. 대퇴 경부 혹은 대퇴골 전체는 정밀도가 좋으나 Ward 삼각부위는 해면골이 풍부하고 대사변화가 민감하여 정밀도가 나쁘다.

5) 전신(whole body) 골밀도

전신 골격에 대한 평가를 할 수 있으며 척추 대퇴골 골밀도와 높은 연관성이 있다.

6) 골다공증(osteoporosis)

골의 화학적 조성에는 변화가 없고 골기질의 감소로 인하여 단위 용적 내 골량의 감소를 초래하여 경미한 충격에도 쉽게 골절을 일으킬 수 있는 골대사 질환이다.

7) 골감소증(osteopenia)

뼈 속에 칼슘(calcium)이나 인산(phosphorous)과 같은 골무기질이 감소되면서 뼈가 약화되어 골절 위험이 증가 되는 증상.

8) 이중 에너지 방사선 흡수법(Dual Energy X-ray Absorptiometry: DEXA)

두 개의 다른 에너지를 내는 방사성 물질을 이용하여 골밀도와 연조직 밀도를 동시에 측정한 후 골밀도에서 연조직 밀도를 감하여 절대적인 골밀도를 구할 수 있게 한 측정법이다.

II. 이론적 배경

1. 골

출생 후 영유아부터 노년층에 이르기까지 골격의 형성 및 유지는 인간에 있어 기본적인 현상이다. 골의 형태 형성은 태내에서 대부분 이루어지지만 골량의 증가, 유지 및 감소는 조골세포, 골세포, 파골세포 등의 작용에 의해 이루어진다. 골조직은 조골세포(osteoblast)의 작용에 의한 골형성(bone formation)과 파골세포(osteoclast)의 작용에 의한 골흡수 양자 간의 적절한 균형을 지키면서 항상성을 유지하고 있다(강무일, 1994). 이러한 현상은 각각 독립적으로 일어나지 않고 기초 재형성장치(basic remodeling unit)라고 불리는 장소에서 서로 평형을 유지하면서 골의 재형성이 반복하여 주기적으로 끊임없이 계속된다(Snow et al., 1991).

골재형성이란 성인의 뼈에서 평생을 통하여 일어나는 대사 과정으로서 오래되거나 손상된 뼈를 제거하고 그 자리에 새로운 뼈로 채워주는 재생과정으로 이는 정상 뼈의 구조와 칼슘 항상성을 위하여 필수적이다.

전신의 뼈가 새로운 뼈로 바뀌는데는 평균 10년이 걸린다. 골재형성 과정에서 일어나는 골흡수와 골형성 사이에 커플링이 일어나는데, 즉 생리적이든 병리적이든 골흡수율이 증가하면 골형성률도 따라서 증가한다(대한골다공증학회, 2007).

연령 증가에 따른 골량 변화는 크게 3부분으로 나누어진다. 발육기(growth period), 강화기(consolidation period)를 지나면 매우 짧은 동

안의 골량을 일정치 유지하다가 골 소실기(loss period)에 접어들게 된다. 즉 골격은 성장기부터 30~40세까지는 지속적인 생성이 이루어져 구조적인 성장이 완성되며 골밀도가 계속 증가되어 최대 골질량이 이루어지고 견고화가 뒤따른다. 이후 재형성보다 재흡수율이 증가하여 골격의 소실이 발생하게 된다(김혜남, 2005).

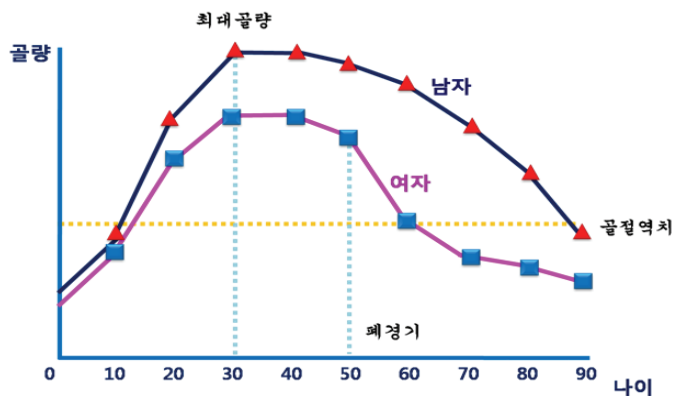


그림 1. 최대 골량의 형성과 연령에 따른 골소실

1) 골격 구조

골은 연골근육과 연합하여 특수한 기능을 행하는 결체조직으로 우선 근육의 지주로 이용되며, 신체내의 중요한 장기를 보호하고, 칼슘, 인, 마그네슘과 같은 이온의 저장 및 혈액 내 이들 이온의 항상성을 유지하는데 도움을 준다(Burger et al., 1995).

골은 신체의 다른 조직과 달리 부피의 2~5%만이 생성되는 세포이고, 나머지 95~98%는 비생존물질(nonliving material)이다. 비생존물질은 강도, 단단함, 탄력성 등의 기계적 특성을 제공하며, 유골(osteoid)이라 불리는 무기질을 포함한 단백질 형태로 구성되어 있다.

즉, 골격의 중요한 특징은 칼슘을 침착시키는 석회화 과정을 거치는 점이다. 골은 외형적으로 경골(tibia), 대퇴골(femur), 상완골(humerus) 같은 장관골(long bone) 과 두개골(skull bones), 견갑골(scapula), 하악골(mandible), 장골(ilium) 같은 편평골(flat bone) 의 두 가지 형이 있다. 장관골의 모양은 양쪽 끝의 약간 넓어진 골단(epiphysis), 약간 움푹 들어간 가운데 부분인 골간(midshaft 또는 diaphysis), 골단에서 골간으로 이행되는 골간단부(metaphysis)로 구성되어있다. 성장기에는 골단과 골간단부 사이에 계속 증식되는 골단연골이 있어 골의 성장이 일어난다. 증식된 연골은 석회화의 과정을 거쳐 성숙된 골로 변화되고 성장기가 지나면서 골단연골의 성장판은 더 이상의 증식이 일어나지 않고 석회화와 함께 닫히게 된다(대한골대사학회, 2000).

골은 조직학적으로 표면부위와 내면부위가 서로 달라, 표면부위는 두껍고 단단한 석회화 조직인 피질골(cortical bone) 또는 치밀골(compact bone)이라 하고 내면부위는 엉성하게 연결된 골수조직으로 소주골(trabecular bone), 해면골(sponge bone) 또는 망상골(cancellous bone)이라 한다. 치밀골의 80~90%는 석회화되어 있는 골조직으로 단단하기 때문에 신체균형을 이루는 지주와 장기보호 기능이 있다(Anderson, 1996). 치밀골의 손실은 남자의 경우 40~45세부터 시작하여 90대까지 계속되며 10년에 3~5%의 속도로 감소하는 반면, 여자의 경우는 30대 중반부터 골격 손실이 시작되어 폐경 후 급속도로 촉진된다. 즉, 폐경 전에는 10년에 3%씩 감소하다가 폐경 후에는 9%씩 감소하고 70대 이후에는 그 감소율이 3%로 줄어든다. 여성의 경우 일생 동안 손실된 골격의 양은 해면골이 50%, 치밀골이 35%라 한다.

해면골은 그 부피의 15~25%만이 골 조직이고 나머지는 골수로 채워져 있으며, 체액과 접촉하는 넓은 표면적을 가지고 있어 골-칼슘대

사의 중심이 되는 부분으로 표면적 대 부피의 비가 크고 대사율이 빠르며 골격손실이 빠르게 일어난다. 해면골의 손실은 남녀 모두 30~35세에 시작되며 성에 따른 차이가 치밀골처럼 크지 않고 10년에 6~8%의 속도로 감소한다(김화영, 1994; Mazess et al., 1982).

2) 골격 대사

골량은 일생동안 골의 형성, 성장 및 골재형성의 과정을 거치면서 변화한다. 신체의 성장이 끝난 후에도 계속해서 골 흡수와 생성을 거듭하게 되는데 이러한 과정은 골세포의 상호작용에 의해서 이루어진다.

골세포는 크게 뼈의 생성에 관여하는 조골세포(osteoblast), 성숙된 골에서 발견되는 골세포(osteocyte)와 골내막세포(bone lining cell), 골 흡수에 관여하는 파골세포(osteoclast)로 분류할 수 있다(Bronner & Stein, 1995). 조골세포는 간층조직세포에서 유래되며 섬유아세포와 혈관벽을 형성하는 세포와 관련이 있다. 조골세포는 항상 자신이 만들어 낸 골기질과 층을 이룬 곳에 위치하며, 아직 석회화되지 않은 미성숙 골조직 즉 유골조직(osteoidtissue)으로 부터 성숙된 골조직이 만들어질 때까지 약 10일이 소요된다. 이러한 조골세포는 단백질 합성이 매우 활발한 구조로 되어있으며, 세포질돌기가 유골조직내로 뻗어있어 유골 구성물질을 계속 축적시킬 수 있다. 이러한 과정에 의해 골 무기질화가 이루어지며 조골세포는 골세포와 골내막 세포로 변한다(골다공증, 1991; Anderson & Garner, 1996).

조골세포의 작용에 영향을 미치는 요인으로 부갑상선호르몬(PTH), 25-(OH) 2비타민 D₃, 글루코코티코이드(glucocorticoids), IGF-1(insulin-likegrowth factor-1), TGF- β (transforming growth factors- β), Interleukin-6, 갑상선호르몬 등이 있다. 이들 인자들의 대부분은 조골세포의 활성을 증가시켜서 골의 형성을

촉진시키며 골의 재흡수를 억제하는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. PTH는 조골세포에 영향을 미치면서 골의 재흡수에 관여하는 것으로 알려져 있으나 그 기전은 확실하지 않다. 갑상선호르몬은 조골세포의 분화를 증진시키고 IGF-1 표현을 조절하는 역할에 의해 골 형성 과정에 관여한다고 한다. 또한 프로스타글란딘 E2의 수준을 저하시키며 골로부터 칼슘의 용출을 감소시킴으로서 골의 재흡수를 저해하는 것으로 보고되고 있다(Bronner & Stein, 1995; Burger et al., 1995; Klaushofer et al., 1995; Shils et al., 1999).

파골세포는 골의 파괴에 관여하는 세포로 골의 재흡수를 담당하며 4~20개의 핵을 가진 거대다핵세포이다. 파골세포는 골지체가 풍부하고, 가수분해 효소를 간직한 리소좀을 함유하고 있으며, 다량의 수소이온을 분비하여 골흡수 표면을 산성화(acidification) 시킴으로서 골기질의 용출을 가속화 시킨다.

파골세포에 영향을 미치는 호르몬으로 칼시토닌(calcitonin), TGF- α , interleukin-1, colony stimulating factor(CSF-1), 프로스타글란딘 등이 있다. 칼시토닌은 파골세포에 직접 작용하여 adenylyate cyclase를 통하여 골흡수를 억제하는 것으로 알려져 있으며, TGF- α , interleukin-1, CSF-1은 파골세포의 작용을 촉진시켜 골의 재흡수를 촉진한다고 한다. 또한 프로스타글란딘은 adenylyate cyclase 활성도를 증가시켜 골의 재흡수를 촉진하며 골의 재흡수를 저하시키는 interleukin-4와 글루코코티코이드에 의해 프로스타글란딘의 합성이 억제되면서 골의 재흡수가 저해된다고 한다. endothelin은 조골세포와 파골세포에 영향을 미쳐 골의 형성 및 재흡수에 관여하는 인자로 PTH 분비를 억제하고 콜라젠과 비콜라젠 단백질 합성을 촉진하며, 파골세포의 motility의 억제 및 프로스타글란딘에 의존하는 골의 재흡수를 자극함으로써 골유지에 영

향을 미친다고 한다(Lee & Stern, 1995; Stern et al., 1995; Tatrai et al., 1992).

이와 같은 인자들이 조골세포와 파골세포의 작용에 관여함으로써 골의 형성, 성장 및 골재형성의 과정에서 영향을 미치게 된다.

즉, 조골세포에 의한 골형성과 파골세포에 의한 골흡수가 동일할 때는 골량의 변화가 없으나 파골세포에 의한 골 흡수가 증가될 때에는 골량 감소를 유발하게 된다. 성장기에는 파골세포보다는 조골세포의 활성도가 왕성하기 때문에 골 형성 및 골량이 증가하는 쪽으로 진행되거나 연령의 증가와 함께 조골세포보다는 파골세포의 활성이 증가하면서 골의 재흡수에 의한 골량 감소를 초래하게 된다(Arlot et al., 1984).

2. 골밀도

골밀도는 현재 임상적으로 골다공증의 진단에 가장 유용한 기준으로 사용되고 있다. 골밀도는 치료 방침의 결정에 도움을 주며 뼈의 소실과 증가 속도 또는 치료에 대한 반응을 평가하는데도 이용된다.

1) 골밀도 측정 결과의 해석

1994년 WHO에서는 T-score에 근거를 둔 골다공증의 정의를 발표하였으며, 이 정의에 따르면, 골다공증은 $T\text{-score} \leq -2.5$ 이며, 같은 성별, 젊은 성인의 골밀도와 비교하여 골다공증을 진단하고 있다. 한개 이상 골절이 존재하는 경우 골다공증이 심하다고 표현되며, 골감소증(osteopenia)은 T-score, $-1.0 \sim -2.5$ 사이에서의 골밀도 감소로 진단한다.

골다공증의 유병률은 측정부위, 해부학적 관심영역 선택과 측정 방법에 따라 달라진다. 이는 측정부위에 따라 소주골과 피질골의 구성비가 다르고 골소실 속도에 차이가 있기 때문이다.

골밀도는 나이, 성별, 종족간의 정상 평균값과 비교하여 해석한다. T-값은 '(환자의 측정값-젊은 집단의 평균값)/표준편차'로 골절에 대한 절대적인 위험도를 나타내기 위해 골량이 가장 높은 젊은 연령층의 골밀도와 비교한 값이다. 따라서 골밀도측정기에 따라 측정단위나 절대수치가 달라도 비교가 가능하다.

이에 비하여 Z-값은 '(환자의 측정값-동일 연령집단의 평균값)/표준편차'로 같은 연령대의 평균 골밀도와 비교한 수치이다(대한골다공증학회, 2007).

2) 골밀도 진단

(1) 생화학적 검사

혈청 칼슘은 성인 남녀 모두 연령이 증가함에 따라 서서히 감소하지만, 여성은 50세 전후의 폐경 후부터 오히려 조금 상승하는 경향이다.

고령자는 영양섭취 저하 등으로 혈청 단백, 특히 알부민 분화가 저하되기 때문에 혈청 총 칼슘의 농도가 저하된다.

노중 칼슘은 식이중의 칼슘섭취량에 따라 다르나, 일반적으로 남성이 여성보다 각 연령대 모두 조금 높다. 노중 칼슘 1일 배설량의 정상치는 50~200mg이며, 노중 칼슘 배설은 폐경 후 골다공증이나 노인성 골다공증에서 감소한다. 혈청 인은 소아기에서 높고, 연령증가와 함께 감소하는데, 성인은 조금 감소하지만, 여성은 폐경 후 혈청 칼슘과 같이 오히려 상승하는 경향이다. 그러나 혈청 인은 성인 이후 또는 골다공증에서도 정상범위 내에 있다.

혈청 alkaline phosphatase(ALP)는 골질환에 중요한 지표이다. ALP는 인체 내의 거의 모든 장기에 분포되어 있고, 골아세포에서 생산되고 골흡수가 항진하고 있는 경우에는 골형성도 항진하기 때문에 골흡수가 항진하고 있는 대사성 골질환에서는 혈청 ALP도 상승한다.

혈청 ALP의 연령증가에 따른 변동은, 남녀 모두 10대에 높고, 그 후 감소하여 20대부터 거의 일정하다. 여성은 폐경 후 상승하나 정상 범위 내에서 변동하며, 골다공증 시에도 정상 범위 내에 있거나 조금 상승하기도 한다(홍미경, 2002).

(2) 내분비학적 검사

부갑상선 호르몬(parathyroid hormone: PTH)은 혈청 칼슘이 저하되면 분비되어 골흡수를 촉진하고 콩팥에서 칼슘을 재흡수 하거나 25-hydroxyvitamin D[25(OH)D]에서 1,25(OH)D로 변환을 촉진하고, 혈청칼슘을 정상까지 상승시킨다. 즉 PTH의 자극에 의해서 조골세포가 파골세포로 골흡수의 개시에 필요한 골표면을 형성하여 골흡수의 개시를 촉진하는 것이다.

골표면은 조골세포로 덮여있지만 PTH에 의해 조골세포가 활성화되면서 골표면이 노출되어 파골세포가 골표면에 부착하기 쉬워진다. 이때 노출된 골표면을 덮은 유골을 조골세포에서 분비되는 collagenase가 흡수하여 파골세포에 의한 골흡수를 가능하게 한다.

PTH의 혈중농도는 연령증가에 따라 남녀 모두 증가하나 정상범위 내에서 변동하며, 골다공증에서도 일반적으로 정상범위 내에 있긴 하지만 조금 증가하는 경향이다.

Riggs et al.(1986)은 폐경후 여성의 골다공증에서는 에스트로겐 결핍에 의해 골흡수가 항진되고, 그에 따라 혈청칼슘이 상승되면 PTH의 분비가 억제된다고 보고했다. 그러므로 PTH는 연령이 증가함에 따라서 증가하고, 골밀도와 유의한 역상관을 나타내고 있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 혈청 PTH가 확실한 증가를 나타낼 때는 혈청칼슘, 인, ALP 등의 이상 유무를 보면서 다른 대사성 골질환을 의심해야 한다고 했다. 혈청 calcitonin은 파골세포의 형성 및 그 형태를 억제하여 골흡수를 억제하며, 혈청칼슘이 상승하면 분비되어 골흡수를 억제하고 혈청칼슘을 정상까지 저하시킨다. 그러므로 혈청 calcitonin은 연령증가에 따라 감소하며, 특히 여성은 고령이 되면 분비기능이 현저히 저하되며, 골다공증 환자에서도 같은 연령의 건강한 사람에 비하여 calcitonin 수

치가 낮다고 보고되고 있다. 혈청 osteocalcin은 bone glaprotein(BGP)이라고도 하며, 칼슘과 특이적으로 결합하는 단백질이다. BGP는 골아세포에서 합성된 후 혈중에 방출되고 골기질속에 매워지며, 골형성과 골흡수 양쪽의 지표이면서, 골대사의 지표로써 이용된다. 혈청 BGP는 20세 정도까지는 수치가 높으나 이후 감소하여 남성은 거의 변하지 않고 여성은 폐경후 증가한다.

이외에 갑상선호르몬은 골흡수를 촉진시키고, 에스트라디올이나 테스토스테론은 골아세포에서 insulin-like growth factor(IGF), transforming growth factor(TGF)- β 를 증가시켜서 골형성을 촉진하는 한편, 증가한 TGF- β 는 골흡수를 억제한다(홍미경, 2002).

(3) 그 외 검사

골밀도의 측정은 내과 및 정형외과 영역에서 주로 다루어져 왔던 부분이며 대사성 골질환의 조기진단과 약물투여의 효과 판정에 유용한 방법으로 1963년 Cameron & Sorenson에 의하여 처음으로 기술된 이래로 계속 발전하여 그 측정 방법이 쉽고 정확하여 많이 이용되어오고 있다. 골다공증에서 발병하는 골절 중 가장 빈도가 높은 것은 흉·요추 골절과 대퇴골 골절이다. 이전에는 골다공증이 전반적인 골소실을 야기하여 부위별 골밀도가 전체 골밀도를 반영한다고 알려졌으나, 최근 연구에서는 골다공증에 의한 골무기질의 소실은 부위에 따른 차이가 있는 것으로 확인되어 정확한 부위별 골밀도를 알기 위해서는 직접부위별 측정이 필요하다(김혜남, 2005).

현재 측정부위나 방법으로 다양한 종류의 골밀도 측정기가 사용되고 있기 때문에 임상적으로 많은 혼란이 야기되고 있다. 현재 임상에서 이용되는 골밀도 정량적 측정법은 방사선 흡수법(radiographic absorptiometry: RA), 정량적 전산화단층촬영(quantitative computed tomography: QCT), 정량적 초음파(quantitative ultra sound: QUS), 이중에너지 방사선 측정법(dual energy x-ray absorptiometry: DEXA) 등이 있는데, 이 방법들 중에서 검사시간이 짧고 정밀도가 우수한 이중에너지 방사선 측정법이 표준방법으로 인정되어 가장 많이 이용된다(Lenchik, 2002). 측정부위로 척추와 대퇴골은 골다공증성 골절이 흔히 발달하는 부위이므로 이 두 부위를 측정하여 골밀도가 낮은 부위를 기준으로 골다공증을 진단한다. 척추는 해면골이 풍부하여 폐경 후 여성에서 골대사의 변화를 예민하게 반영한다.

L1은 압박골절이 흔히 발생하고 L5는 골밀도의 편차가 너무 심하여 L2~L4의 골밀도 평균치를 이용한 바 있으나 국제 골밀도측정학회인 ISCD(International Society for Clinical Densitometry)의 권고안에서는

정밀도 향상을 위하여 L1~L4 평균치를 기준으로 진단하도록 하였다(Hamdy et al., 2002). 임상적으로 심각한 문제를 야기하는 대퇴골 골절의 발생을 예측하는 데는 다른 부위에 비하여 대퇴골에서 측정된 골밀도가 가장 높은 연관성을 나타내며(Marshall et al., 1996; Kanis, 2000) 대퇴골 전체, 대퇴골 경부 골밀도 중 낮은 부위로 진단한다(Faulkner, 1998). 최근에는 대퇴골 전체 골밀도가 중요시되는데 이는 정밀도가 가장 우수하여 치료 후 반응을 평가하는데 유리하기 때문이다(Hamdy et al., 2002).

기존에 WHO에서 제안하여 임상에서 널리 사용 중인 골다공증 진단 기준은 DXA를 이용하여 폐경 후 백인 여성을 대상으로 검사한 것이다. ISCD에서는 20세 이하에서의 골밀도 진단의 경우 Z-점수로 판단해야 하며 골밀도를 측정하는 부위는 척추와 전신이 적합하며 WHO 진단 기준은 골다공증의 진단 목적에 국한하여 설정되었으며 역학조사에서 위험도 비교를 목적으로 가상 역치를 설정하기 위한 것이기 때문에 치료의 직접적인 지침이 될 수 없다고 밝혔다.

미국의 NOF(National Osteoporosis Foundation) 가이드라인에서는 T-Score가 -2.0이하에서 약물치료를 시작하고 T-Score가 -1.5에서 -2.0사이는 위험인자 유무에 따라 치료를 결정 할 것을 권고한다. 하지만 한국인 청소년기의 경우 참고 데이터베이스가 아직 없는 실정이어서 골절을 예측할 수 있는지에 대해서는 아직 확실치 않다(백기현 & 강무일, 2005).

3. 골밀도 관련 인자

골밀도 형성에 영향을 미치는 주요 인자로는 유전적 요인과 환경적 요인으로 나눌 수 있다. 유전적 요인에는 성, 종족, 가족력 등이 있으며, 내분비요인으로 초경지연과 조기폐경 등이 있다. 또한 주 환경요인으로는 일반적인 식사를 통한 생활양식과 운동을 통한 신체활동량이 관련되어 있다.

1) 골밀도와 신체활동

칼슘이 많은 음식을 섭취하고, 일광욕으로 늘린 비타민 D를 체내에 많이 흡수해도 체액 속에 녹아 있는 칼슘의 농도는 일정하게 유지되고 있기 때문에 지나치게 진해지는 일은 없다. 그러나 혈액속에 많이 녹아 있는 칼슘이 대소변으로 버려지기 전에 저장시키기 위해서는 뼈에 대한 압박이나 압력이 필요하게 된다. 왜냐하면 뼈에 자극이 가해지면 조골세포가 뼈에 칼슘을 부착시키기 때문이다. 그러므로 뼈에 대한 자극의 반복이 뼈를 강화시키게 하는 것이다. 다시 말하면 골표면에 칼슘을 첨가시키는 조골세포는 소형이고, 기능적으로 뼈를 파괴시키는 파골세포의 1/4정도에 불과하다. 그러나 혈액중의 칼슘량이 지나치게 많거나 지속적인 신체활동 즉 운동으로 뼈에 자극을 주면 대량의 조골세포가 동원되어 칼슘이 뼈에 계속적으로 부착되는 것이다(김기용, 1999).

이와 같이 일반적으로 신체활동은 하나의 골다공증 예방책으로서 오래전부터 골밀도와 서로 깊은 관련성이 있는 것으로 인식되고 있다(ACSM, 2005).

그러나 신체활동에 의해서 골소실이 예방된다거나 골밀도가 증가된다는 경우는 연구자들마다 다소 차이를 나타내고 있으며, 그 주된 요인

들 중의 하나가 운동형태 때문인 것으로 사료된다.

선행연구에 의하면 Heinrech et al.(1990)은 운동 종목별로 비교한 결과 역도선수, 투포환선수, 육상선수, 축구선수, 수영선수의 순으로 골밀도가 높게 나타났다고 보고하였으며, Roger et al.(1991)은 지구성 달리기선수, 댄서, 조정선수 그리고 대조군을 비교한 연구에서 지구성 달리기 선수가 가장 높은 골밀도를 보였다고 보고하였다.

또한 국내 연구에서는 김창범 등(1999)이 대학 운동선수들을 대상으로 골밀도를 비교한 연구에서 레슬링, 역도, 축구, 육상, 테니스선수, 일반인의 순으로 결과가 나타나 Heinrech(1990)의 연구결과와 비슷한 양상을 보였고, 권철웅(1996)은 평균 8년의 운동경력을 가진 역도, 탁구, 펜싱선수 그리고 대조군을 비교한 연구에서 역도선수가 가장 높은 골밀도를 보였으며, 탁구선수나 펜싱선수는 주로 사용하는 신체부분인 상체의 골밀도가 높게 나왔다고 보고하였다.

그러나 체중부하가 적은 운동인 수영이나 자전거의 경우 골다공증의 치료와 예방에는 효과가 크지 않는 것으로 보고된 바 있다(박인숙, 1998; 박래준 등, 1998).

이처럼 골밀도에 관한 상반된 연구결과들을 요약해보면 저항운동이나 체중부하운동이 골밀도 향상에 가장 효과적이라고 보고된 연구들이 뒷받침하고 있다(Dorothy et al., 1996; Gina et al., 1997; Nicholas et al., 1994).

2) 골밀도와 식이

골다공증의 위험성이 높은 사람에서는 하루에 1500mg의 칼슘을 필요로 하고 골다공증을 방지하기 위해서는 적어도 하루에 1000mg의 칼슘을 섭취해야 한다. 칼슘 200mg에 상당하는 음식물은 우유 1개(200ml), 치즈 1개(약 30g), 요구르트 200ml 등이며, 그 외로는 잔생선류에 속하는 멸치 약 30g 정도와 야채류 100g과 해조류 15g 등이 있다.

그러나 우유나 유제품은 장에서 대략 50%까지 칼슘을 흡수하는 반면 야채류는 17~18%만 흡수하므로 넉넉히 먹어야만 필요한 칼슘량이 몸속에 흡수된다. 이렇게 음식에 따라 칼슘의 흡수율이 다르기 때문에 제일 간단한 방법은 우유나 유제품에서 섭취하는 것이며, 그 외의 방법으로는 뼈째 먹는 생선과 해조류 등 여러 가지 식품에서 골고루 칼슘을 섭취하여야 한다(황중찬, 1998).

이처럼 식사를 통한 칼슘섭취가 중요함에도 불구하고 우리나라에서 식사습관을 조사한 보고서에서는 대부분의 사람들이 하루에 필요한 칼슘량보다 적은량의 칼슘을 섭취하고 있으며, 성인에서 약 1/3은 칼슘이 부족한 식사를 하고 있는 것으로 보고되고 있다(김영설, 1999).

특히 단백질은 신장 기능의 변화를 통해 체내 칼슘과 골격 대사에 영향을 미친다. 즉, 성장기부터 고단백 식이를 섭취하면 신장의 구조 및 기능에 영향을 주어 뇨의 칼슘 배설이 증가되고 이에 따라 혈액내 칼슘 수준을 일정하게 유지하기 위해 골격으로부터의 칼슘재흡수를 증가시킨다는 것이 동물 및 인체를 대상으로 한 여러 연구들에서 보고되고 있다(구재욱, 1982; Lutz et al., 1981; Petitto et al., 1984).

비타민 D는 혈청 칼슘 항상성에 중요한 역할을 함으로써 비타민 D의 영양상태가 골밀도에 영향을 미친다. 만약 비타민 D가 부족한 경우에는 장에서 칼슘의 흡수도 저하된다. 그러므로 비타민 D의 원료가 음

식에서 섭취되면 태양광선의 작용으로 피부에서 비타민 D를 만들고, 간과 신장을 지나면서 활성화 되어 장에서 칼슘 흡수에 작용을 하게 되는 것이다. 비타민 D는 음식물에서 공급하는 것이 좋으나 고단위의 비타민 D를 대량 복용하면 중독 증상으로 오히려 뼈에 손상이 올수도 있다. 또한 피부에서 비타민 D를 만들 수 있기 때문에 하루에 30분 정도 일광욕을 한다면 따로 보충할 필요는 없다(김영설, 1999).

카페인에 포함된 커피나 다른 음료의 섭취가 증가할수록 혈청 칼슘 함량이 증가하는 것으로 보고되었다(최미경, 1994; 이정숙 등, 1996).

이는 카페인 섭취가 많으면 소변으로 배설되는 칼슘의 양이 증가되어 뼈에 중요한 칼슘이 소실되기 때문에 골소실과 골절의 위험이 증가된다.

미국에서 35~64세의 간호사 약 85,000명을 대상으로 연구한 결과 카페인 섭취가 높은 사람(1일 817mg이상의 카페인섭취)은 낮은 사람(1일 192mg이하 섭취)에 비하여 고관절 골절의 위험이 3배나 높게 나타났으며, 하루에 카페인 함유 음료 2잔 이상 섭취시 고관절 골절의 위험이 현저히 증가했다는 보고가 있다(황중찬, 1998).

과음은 골소실과 골절의 중요한 위험인자로 식욕을 감소시키며, 필수 비타민과 미네랄의 결핍을 가져오고, 장기간 계속되면 장에서 칼슘 흡수를 억제시키므로 조골세포의 기능을 저하시켜 골다공증의 발생을 증가시킨다. 쌍둥이 남자를 대상으로 골소실 정도를 16년간 관찰한 결과 평균 이상의 흡연과 음주를 한 사람은 관찰 기간 중 약16%의 골소실이 있는 반면 그렇지 않은 사람은 불과 5%정도의 골소실이 있었다는 보고가 있다(황중찬, 1998).

4. 골밀도와 여성

1) 소아기 골밀도

생의 주기에 따른 골질량의 변화를 보면 유아기와 아동기에 적절한 영양공급이 이루어지면 골격은 정상적으로 발달되고 골량이 증가된다. 즉 이 시기에는 골격 형성 및 골무기질화를 위하여 적절한 양의 칼슘이 요구되어진다(Anderson et al., 1996). 태아기 골량은 급속히 증가하고, 생후 6개월 이후에는 증가가 둔해지며, 영아기는 빠르게 증가하고 소아기 때부터는 체중, 신장의 영향에 따라 증가한다. 사춘기 이전까지는 남녀 간에 골량은 차이가 없으나 사춘기 이후에는 남성이 여성에 비해 커지는데 이는 남성의 골 크기가 크고, 주로 피질골이 더 두껍고, 골량 증가 기간이 더 길기 때문이다(대한골대사학회, 2000).

2) 청소년기 골밀도

각 신체의 형태나 기능은 같은 비율로 발육 발달하는 것이 아니라 그 속도에 각각의 특징이 있다.

사춘기 동안에는 칼시트리올의 혈중 농도 상승과 콩팥에서의 인 재흡수증가에 따라 혈중 인의 농도도 증가하고 연골이 석회화되어 골조직으로 대치(연골내골화: enchondral ossification)되거나, 또는 교원질 기질에서 조골세포에 의해 직접형성(막내골화: intramembranous)되는 양자간의 한 형태를 취하게 된다. 발육기의 끝 무렵에는 성인에 있어서의 최대 골량의 90%에 달하는 골량을 갖게 된다. 이 발육기동안 골은 길이성장과 골막하흡수(subperiosteal resorption)를 통한 단면적 증가를 통해 그 질량이 늘게 되며 가속적으로 증가할 때에는 신장도 가속적으로 커져 발육 스퍼트를 가져오게 된다(민현기, 1991). 사춘기 이후의

골량 증가를 관찰한 연구에 따르면 여성에게는 골량의 증가가 초경 이후 급격히 감소하여 17~20세 사이에는 증가가 거의 관찰되지 않는다고 한다. 남성은 13~17세 사이에 골량의 증가가 두드러지다가 이후에는 급격히 감소하는데 여성과는 달리 17~20세 사이에도 의미있는 골량의 증가가 계속된다고 한다. 이와 같이 사춘기 동안의 성장이 끝난 후에 남성의 골밀도가 여성에 비해 큰 이유는 남성은 골량 증가율이 여성과 비교하여 더 크기 때문이 아니라 골량의 증가를 이루는 기간이 더 길기 때문인 것으로 보고되어 진다(대한골다공증학회, 2007).

급성장기인 사춘기 동안 남·여 모두 가장 많은 양의 칼슘이 골격에 축적된다. 여자의 경우 9~18세, 남자의 경우 10~20세 사이에 총골무기질의 50%가 축적되며, 이는 사춘기 동안의 호르몬 변화와 관련이 있다(Anderson et al., 1996; Katzman et al., 1991). 사춘기 2~3년 동안 성호르몬 증가는 골격 내 칼슘 축적에 긍정적인 효과가 있으며(Krabbe et al., 1979), 사춘기 소년에게 테스토스테론(testosterone) 투여시 골격 내 칼슘의 보유를 증가시켰다고 한다(Mauras et al., 1994). 또한 에스트로겐(estrogen)은 사춘기 소녀의 골격 칼슘 축적에 긍정적인 효과가 있어 골질량의 증가에 유력하게 기여한다고 한다(Buchanan et al., 1988; Glastre et al., 1990; Lloyd et al., 1992). 최근 연구에 의하면 요추와 대퇴경부의 골밀도와 골질량은 여자의 경우 11~14세에 연간 증가율이 가장 높았고, 초경 후 2년 또는 16세경에 급격히 증가하였으며, 남자는 13~17세 사이에 가장 많이 증가하였다고 한다(Theintz et al., 1992). Bonjour et al.(1991)이 스위스 청소년을 대상으로 한 연구에서 남자는 급성장기(15~18세)에 요추와 대퇴골의 골밀도가 증가하였고, 여자는 초경 후 골밀도가 증가하나 초경 후 2~4년 사이에 골밀도 증가율이 감소하였으며, 14~15세 여자의 요추 골질량은 20~35세 성인

여자의 골질량과 비슷한 수준에 도달하였다고 한다. Matkovic등(1990)의 연구에서도 16세 딸의 골질량이 폐경 전 어머니 골질량의 90~97%에 이른다고 하였고, Zanchetta et al.(1995)은 아르헨티나에 거주하는 백인 소녀를 대상으로 한 연구에서 전신의 최대골질량 도달 시기는 16세이었으며, 대퇴경부, 대퇴전자, 와드삼각부의 골밀도는 14세까지 증가한다고 하였다. Young et al.(1995)의 10~26세 쌍생아에 대한 횡단적 연구에서 평균 골밀도는 연령에 따라 증가하며 plateau를 이룬 시기가 16세 경이라 하였고, 척추의 최대 골질량은 사춘기 성장이 멈추는 약 18세경에 도달된다고 하였다(Riggs et al., 1981).

3) 청년기 골밀도

Geusens et al.(1986)의 벨기에 여자를 대상으로 한 횡단적 연구에서도 요추의 골질량이 20세 초반에 감소한다고 하였고, Riggs et al.(1981)도 20세 이후에 골밀도가 증가하지 않았다고 보고하였으며, Mazess & Barden(1992)이 20세 이상의 백인 여성을 대상으로 한 횡단적 연구에서도 대퇴골 골질량의 변화를 발견할 수 없었다. 그러나 20세 이상의 백인 여성을 대상으로 한 종단적 연구에서 척추골질량이 10년 동안 증가하였으며, 20대 중반의 여성을 대상으로 한 Metz et al.(1993)의 연구에서도 권장량 수준으로 섭취한 일상 식이 칼슘이 골질량을 증가시킨다고 하였다. 또 17~21세 사이의 젊은 성인 여자를 대상으로 한 연구에서 전신(total body), 대퇴 기저부 및 요추의 골밀도와 골질량이 나이에 따라 유의적으로 증가한다고 보고하여 성인 여성의 요추와 대퇴골 부위의 골질량 변화에 관하여 서로 상반된 보고를 하고 있다(Venkatar et al., 1991).

Teegarden et al.(1995)은 22세경에 최대골밀도의 99%, 26세경에 최

대골질량의 99%에 도달한다고 하였고, Theintz et al.(1992)의 연구에서도 급성장기 이후 최대골질량에 이르기까지 골밀도의 증가가 이루어지며, 20대 후반에서 30대 중반까지 골밀도의 증가는 계속되어진다고 하였다.

4) 중년기 골밀도

최대골질량에 이른 후 골밀도는 서서히 감소하기 시작하는데, 30~94세의 여성을 대상으로 한 Joseph Melton III et al.(2000)의 연구에 의하면 대퇴골의 골밀도가 연간 1%씩 감소한다고 하며, 폐경전에 척추와 요골의 감소가 나타났고, 감소율은 연간 1%를 넘지 않는다고 한다. 또한 골밀도 감소율은 폐경 후 1~5년 사이에는 폐경 전에 비하여 2~6배 정도 높고, 폐경 후 10년이 지난 후에는 매년 1% 정도 감소한다고 하였다. Ensrud et al.(1995)과 Jones et al.(1994)도 폐경 후 여성의 골밀도 감소율을 매년 1% 정도라고 보고하였고, 75세 이상의 연령층에서는 골밀도 감소율이 가속화된다고 하였다.

이와 같이 최대골질량에 이르는 시기에 대하여는 서로 상반되는 연구들이 있지만, 국내 연구들의 대부분은 30~35세 전후에 최대골질량에 이른 후 골밀도가 감소하는 것으로 보고 있으며 또한 골밀도는 폐경 전까지는 완만하게 감소하다가 폐경 이후 급격한 감소를 보이는 것으로 보고되었다(장순영 등, 1997; Joseph et al., 2000).

5) 노년기 골밀도

여성의 경우 20~30대에서 연령의 증가와 함께 골밀도가 증가하여 35세 전후에 최대골질량을 이룬 후 50세까지는 10년당 요추·대퇴경부 골밀도가 각각 7% 정도 감소하고, 50세 이후에는 10년당 요추 골밀도

의 12%, 대퇴경부 골밀도의 11.6%씩 급격한 감소를 보이다가 65세 이후에는 10년당 요추골밀도 5.5%, 대퇴경부 골밀도 5.0%씩 완만한 감소를 보였다고 한다(이정숙, 2001).

5. 골다공증

1) 골다공증 정의

세계보건기구(WHO)는 골다공증을 “골량의 감소와 미세구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로, 결과적으로 뼈가 약해져서 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환”으로 정의하고 있으며(Kanis, 1994), 미국 국립보건원(NIH, 1984)에서는 이를 축약하여 “골강도의 약화로 골절의 위험성이 증가하게 되는 골격계 질환”으로 규정하였다.

골강도는 골량(quantity)과 골질(quality)에 의해 결정된다. 골량은 주로 골밀도에 의해 표현되고 골질은 구조, 골 교체율, 무기질화, 미세 손상 축적 등으로 구성되며, 골밀도는 최대 골량과 골소실로 정의된다(Izmozherova & Popov, 2008). 현재로서는 골밀도를 측정하여 골다공증을 진단하고 있다. 즉 사람의 뼈는 낡은 뼈의 소멸과 새로운 뼈의 생성이 균형 있게 유지되면서 골밀도가 유지되는데 나이가 들면서 새로운 뼈의 대체가 원활히 이루어지지 않아 뼈가 엉성해지고 이런 과정이 반복되면서 뼈가 얇아지고 부러지거나 부서질 위험성이 커지게 되는 것이다. 골강도는 골량(quantity)과 골질(quality)에 의해 결정된다. 골량은 주로 골밀도(bone mineral density)에 의해 표현되고 골질은 구조, 골교체율, 무기질화, 미세손상축적 등으로 표현된다. 현재는 골밀도를 측정하여 골다공증을 진단하고 있다.

2) 골다공증 분류

골다공증은 원발성과 속발성으로 분류되며 원발성은 폐경 후 골다공증과 노인성 골다공증으로 나뉜다. 일차성 골다공증 또는 원발성 골다공증은 폐경으로 인한 제 1형 골다공증과 노화로 인한 제 2형 골다공증으로 편의상 분류하지만 거의 같은 시기에 병합되어 진행되므로 정확히 분류하기 어렵다. 이차성 골다공증은 특정 질병이나 수술, 약물복용 등에 의해 최대골량의 형성 장애가 있거나 골 소실이 증가되는 경우에 발생한다. 이차성 골다공증을 일으키는 원인은 매우 많으며, 임상적으로 뚜렷한 특징이 없는 경우가 많기 때문에 발병의 정도, 기전, 특성 등 전반적인 연구 및 각 질환 별로 골다공증에 대한 위험인자의 판별 방법 등에 대한 연구가 적다.

폐경 후 골다공증(제 1형 골다공증)은 여성에서 폐경 이후 에스트로젠 결핍에 의해 일어나는 골다공증으로, 주로 소주골이 줄어들며, 골밀도는 폐경하고 난 뒤 해마다 5%정도 줄어들고 70세까지 폐경 전 수준의 50%까지 줄어들 수 있다. 반면에 노인성 골다공증(제 2형 골다공증)은 노화와 관련된 변화로 남성과 여성 모두에게서 일어나고 서서히 오래 진행된다. 속발성 골다공증은 류마티스 관절염, 신부전, 내분비 질환(성선 기능 저하증, 갑상선 기능 항진증, 쿠싱 증후군, 부갑상선 기능 항진증) 등의 질환이 있을 때나 스테로이드, 제산제, 갑상선 치료제 등을 장기간 복용했을 때 이차적으로 발생한다. 최대 골용적은 후속하는 골절 위험의 결정에서 중대한 요소이며 이것은 유전적 요인과 환경적 요인을 가진다(대한골다공증학회, 2007).

Ⅲ. 여중생 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발 (연구과제 I)

1. 연구의 필요성

최근 우리나라는 국민 전체의 건강에 관한 의식증대와 의료기술의 발달로 삶의 질(quality of life: QOL)의 향상을 도모하려는 사회적 구조가 형성(최승욱 등, 2006)되어 가고 있으나 마른 체형을 선호하는 사회적 분위기로 인한 신체활동량의 감소는 골격에 부정적인 영향을 미치고 있다. 이러한 질환 중의 하나로 골밀도 감소에 따른 골다공증을 들 수 있으며, 특히 골다공증성 골절 치료의 국가적 비용이 연간 1조 500억 원에 달하는 것으로 추정되고 있다고 밝혔다(대한골다공증학회, 2007).

골다공증이 사회에 커다란 문제가 될 것이라고 강조되고 있으며(Cummings et al., 1989; Riggs & Melton, 1995), 골다공증이 주요한 임상적 문제로 인식되면서 그 예방과 치료에 대한 관심이 높아지고 있다. 골다공증은 조기진단이 어렵고 현재 치료에 쓰이는 대부분의 약물들이 골량을 증가시키기 보다는 골 소실 정도를 낮추는 것에 그쳐 현 시점에서는 치료제의 효과가 만족하지 못해 조기 진단과 예방의 중요성이 강조되고 있다(이희자 & 최미자, 1996; 유영원 & 이은남, 2000). 특히 예방 차원에서 관리가 이루어지는 것이 효율적인데 이를 위해서는 성장기 최대골질량 획득과 골질량 손실의 최소화(Cadogan et al.,

1998)와 유전적 요인을 제외한 생활습관, 식습관, 운동습관 등의 여러 가지 복합적인 요인들을 조정하여 30대 초반까지 최대로 골밀도를 축적하고 30대 중반부터 매년 감소되는 골밀도를 유지시켜 장·노년기 이후 골다공증의 예방 및 지연에 도움이 될 수 있도록 해야 한다(Melton et al., 1996). 성장기는 골질량이 축적되는 시기로서 성장판이 융합된 이후부터 증가하기 시작하여 사춘기 말에 골질량의 축적과 함께 급격히 증가한다. 이 시기에는 최대 골질량의 85%까지 도달하는데 여자의 경우 골질량 증가 속도가 약 13세에 최고치를 기록한 후 계속 감소하여 16~17세경에는 골밀도 증가 속도가 매우 미약하다가 18세에 최대 골질량의 약 90%가 도달한다고 한다. 이때의 골량 획득은 장년기 후반의 골다공증 및 골절의 중요한 결정요인이(Rizzoli et al., 1999)되기 때문에 이 시기의 관리가 강조되고 있는 실정이다. 따라서 골밀도가 감소되는 시기뿐만 아니라 골질량이 형성되는 성장기에 골밀도에 대한 관리가 이루어져야 한다. 하지만 지금까지 서구 선진국에서는 국가적 차원에서 청소년기의 성장·발달·체력에 관한 종단적 혹은 횡단적 연구가 실행되어 활발한 연구가 진행되고 있지만 우리나라에서는 이러한 연구가 미흡한 실정이며 WHO(world health organization)에서 정의한 골다공증의 기준이 백인 여성을 대상으로 한 것이며 특히 한국인에게 골다공증 기준을 그대로 적용하여도 되는지에 대한 조사가 광범위하게 이루어지지 않은 상태이므로 한국인을 대상으로 다양한 연령 및 성별에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 우리나라 여중생의 골밀도를 측정하여 신체조성과의 상관관계를 규명하고 추정식을 제안함으로써 발육·발달의 특성을 보다 합리적으로 이해하고 운동 처방에 필요한 과학적인 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 방법

1) 연구 대상

본 연구의 대상은 S시 S여자중학교에 재학 중인 여학생 194명을 대상으로 하였다. 대상자들은 신체적 결함이나 질병이 없으며, 연구의 목적 및 조사 내용을 충분히 이해한 후 부모님의 허락을 받아서 자발적으로 참가하도록 하였으며, 연구 참여의 동의를 얻었다.

대상자들은 연령별로 분류하였으며 이들의 신체적·생리적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구 대상자의 신체적 특징

Variables	13yr (n=71)	14yr (n=60)	15yr (n=63)	Total (n=194)
Age (yr)	12.86 ± 0.35	13.63 ± 0.52	14.79 ± 0.48	13.73 ± 0.92
Height (cm)	157.60 ± 5.84	160.16 ± 4.75	160.66 ± 5.49	159.38 ± 5.55
Weight (kg)	49.24 ± 8.58	51.99 ± 7.07	55.12 ± 15.83	52.00 ± 11.33
BMI (kg/m ²)	19.88 ± 2.70	20.32 ± 2.38	20.74 ± 2.69	20.29 ± 2.61

M ± SD

2) 연구 기간 및 절차

본 연구의 기간 및 절차는 <표 2>에 제시한 바와 같다.

표 2. 연구 절차

Procedure	Duration
Design and Planning	2006. 06 ~ 2006. 08
Literature Review	2006. 08 ~ 2006. 10
Contact Subject	2006. 10 ~ 2006. 11
Measurements	2006. 11 ~ 2007. 07
Data Analysis	2007. 07 ~ 2007. 08
Writing Dissertation	2007. 08 ~ 2007. 11

3) 실험 설계

본 연구의 대상자는 연령별로 분류하였으며, 참여한 피험자들을 대상으로 골밀도와 골무기질량을 측정하였다.

신체조성과의 상관관계를 규명하고 추정식을 제안하기 위하여 <그림 2>와 같이 실험설계를 하였다.

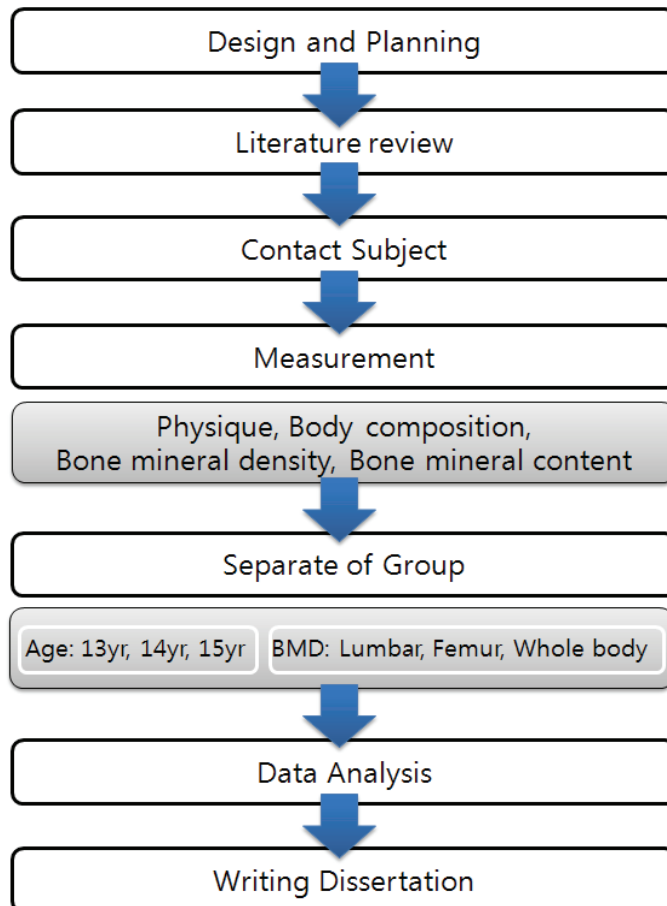


그림 2. 실험 설계

4) 측정 장비

본 연구에 사용된 측정 장비는 <표 3>에 제시한 바와 같다.

표 3. 측정 장비

Variables	Model (Company, Nation)	Part of Measurement
Physique	GM-1000 (neoGMTEC, Korea)	Height, Weight
Body composition	Inbody 4.0 (Biospace Co, Korea)	%Body fat, Fat mass, Fat free mass, Skeletal muscle mass, Body mass index, WHR
Bone density	Prodigy (GE, USA)	Bone mineral density, Bone mineral Content

5) 측정 항목 및 방법

(1) 체격측정(physique)

신장은 디지털 신장계(neoGMTEC)를 이용하여 피험자에게 눈과 턱이 수평위치와 직립 자세를 취하게 한 후, 발바닥에서 두 정점까지의 수직거리를 측정하였다(측정값은 0.1cm 단위 기록).

(2) 신체조성(body composition)

신체조성 측정은 다주과수 임피던스기기(Inbody 4.0, Biospace Co.)를 이용하여 %body fat(%), fat mass(kg), fat free mass(kg), SMM(skeletal muscle mass, kg), BMI(body mass index, kg/m^2) 그리고 WHR(waist-hip ratio)등을 측정하였다. 운동이나 동적인 업무를 하기 전에 상온(20~25°C)에서 체내의 잔여물을 제거한 후에 측정하였으며, 체중기록은 신장, 성별 및 연령을 입력하고, 양손으로 손잡이 부분을 손가락 4개 모두가 아래쪽 전극의 표면에 고르게 닿도록 하고, 엄지를 가볍게 엄지전극에 올려놓고 맨발바닥은 뒤꿈치를 먼저 접촉시킨 후 고르게 전극에 접촉되도록 했다. 겨드랑이 사이가 서로 맞닿지 않도록 약 15°가량 벌리며 측정하는 동안 신체에 힘을 주지 않고 편안하게 자세를 유지한 후 똑바로 선 자세로 약 2분간 측정하였다.

(3) 골밀도(bone mineral density)

골밀도의 측정은 DEXA((Lunar prodigy, GE)를 이용하여 lumbar total(g/cm^2), femur total(g/cm^2), whole body BMD(g/cm^2), whole body BMC(g)을 측정하였으며, 피험자는 엑스레이 감쇄물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고 가벼운 복장으로 scanning table에 곧게 누운 자세를 취하도록 하였다.

피험자를 center line에 맞춰 놓힌 다음, 피검자의 머리와 top line 사이에 1~2cm 정도 간격을 두고, 양손을 쪽 펴고 손가락을 붙이도록 하였다. 또한 피검자가 움직이는 것을 방지하기 위해 두 개의 straps로 무릎과 발목을 고정시키고 약 10분간 측정하였다.

측정단위는 소수점 넷째 자리에서 반올림하여 셋째자리까지 표기 하였다.

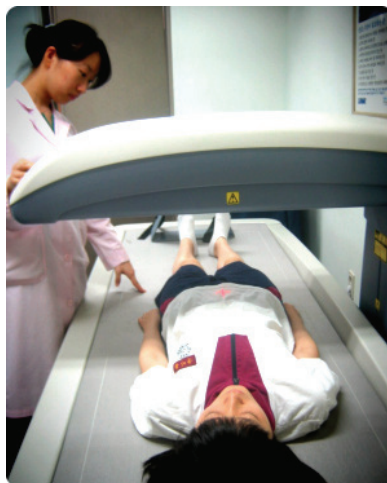


그림 3. 골밀도 측정

6) 자료 처리

모든 자료 처리는 SPSS win(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하였으며, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 모든 변인에 대해 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.
- 2) 각 변인간의 상관관계를 알아보기 위해 pearson의 상관분석(pearson's correlation)을 실시하였다.
- 3) 각 연령별, 부위별 차이를 검증하기 위하여 일원변량분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였으며 유의한 차이가 있는 경우에는 shaffe 사후검증을 실시하였다.
- 4) 신체조성이 골밀도에 미치는 영향을 변인간 서로 비교하기 위해 모든 변인을 표준점수(Z -score)로 변환하여 중다선형회귀분석(multiple linear regression)을 실시하였으며 단계선택(stepwise)기법을 적용하였다.
- 5) 골밀도 추정식을 산출하기 위하여 원점수를 이용하여 중다선형회귀분석(multiple linear regression)을 실시하였으며 단계선택 기법을 적용하였다.
- 6) 모든 통계적 유의 수준(α)은 .05로 설정하였다.

3. 연구 결과

본 연구는 S시에 거주하는 여중생(13.73±0.92yrs)을 대상으로 연령에 따라 신체조성과 부위별 골밀도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 신체조성

신체조성의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 4, 5 >, <그림 4~11>에서 제시한 바와 같다.

표 4. 여중생의 연령별 신체조성 결과

Variables	13yr	14yr	15yr
Height(cm)	157.60 ± 5.84	160.16 ± 4.75	160.66 ± 5.49
Weight(kg)	49.24 ± 8.58	51.99 ± 7.07	55.12 ± 5.83
SMM(kg)	17.81 ± 2.97	18.68 ± 2.52	19.23 ± 2.75
Fat mass(kg)	14.15 ± 4.91	15.32 ± 4.17	16.22 ± 4.76
Fat free mass(kg)	35.38 ± 4.40	36.67 ± 3.74	36.92 ± 6.15
BMI(kg/m ²)	19.88 ± 2.70	20.32 ± 2.38	20.74 ± 2.69
%Body fat(%)	27.64 ± 5.18	29.20 ± 4.88	29.48 ± 4.63
WHR	0.79 ± 0.04	0.80 ± 0.04	0.81 ± 0.04

M ± SD

표 5. 여중생의 신체조성의 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Height (cm)	BG	364.36	2	182.1814	6.23**	a<b a<c
	WG	5583.09	191	29.23084		
	Total	5947.45	193			
Weight (kg)	BG	1152.80	2	576.3978	4.66*	a<c
	WG	23641.48	191	123.7774		
	Total	24794.28	193			
SMM (kg)	BG	69.40	2	34.70106	4.54*	a<c
	WG	1461.42	191	7.651425		
	Total	1530.82	193			
Fat mass (kg)	BG	144.38	2	72.19139	3.35*	a<c
	WG	4116.52	191	21.55248		
	Total	4260.91	193			
Fat free mass (kg)	BG	93.32	2	46.65915	1.97	NS
	WG	4520.06	191	23.66523		
	Total	4613.38	193			
BMI (kg/m ²)	BG	25.14	2	12.56763	1.86	NS
	WG	1292.60	191	6.767537		
	Total	1317.73	193			
%Body fat (%)	BG	132.77	2	66.38648	2.75	NS
	WG	4617.35	191	24.17461		
	Total	4750.12	193			
WHR	BG	0.01	2	0.005326	4.06*	a<c
	WG	0.25	191	0.001312		
	Total	0.26	193			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

BG: between group, WG: within group

a: 13yr, b: 14yr, c: 15yr

height은 $F(2, 191)=6.23(p<.01)$, weight은 $F(2, 191)=4.66(p<.05)$, SMM은 $F(2, 191)=4.54(p<.05)$, fat mass는 $F(2, 191)=3.35(p<.05)$, WHR은 $F(2, 191)=4.06(p<.05)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, fat free mass, BMI, %body fat는 유의한 차이가 없었다.

신체조성에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 5>와 같다.

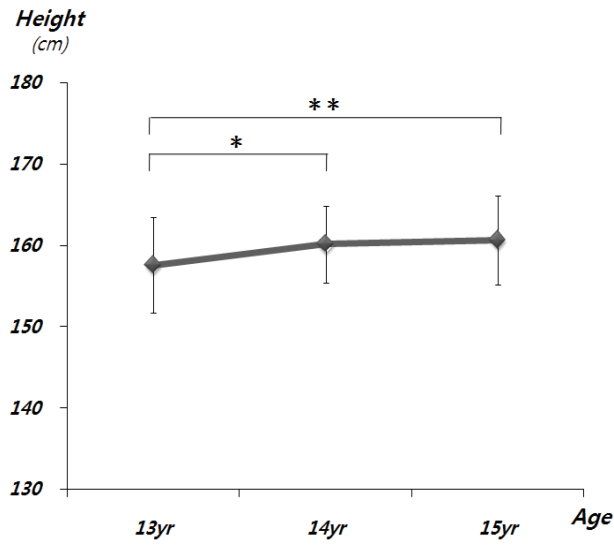


그림 4. 여중생의 신장 변화

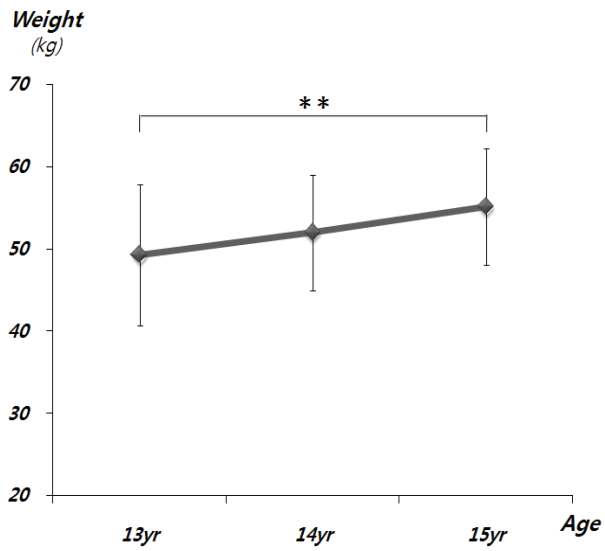


그림 5. 여중생의 체중 변화

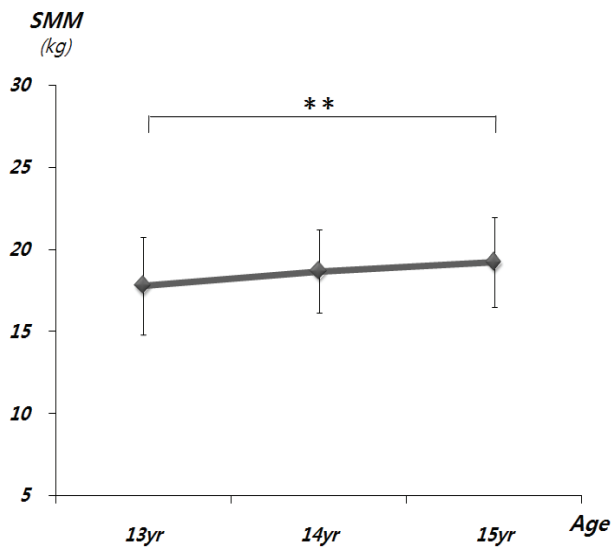


그림 6. 여중생의 골격근량 변화

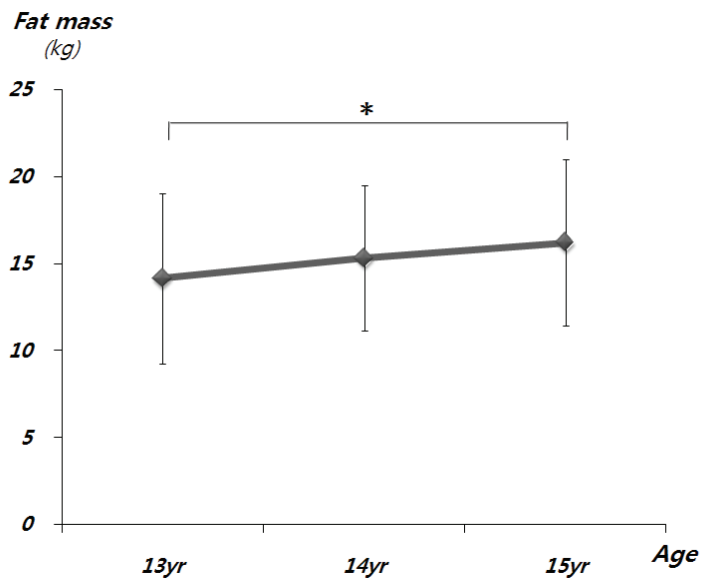


그림 7. 여중생의 체지방량 변화

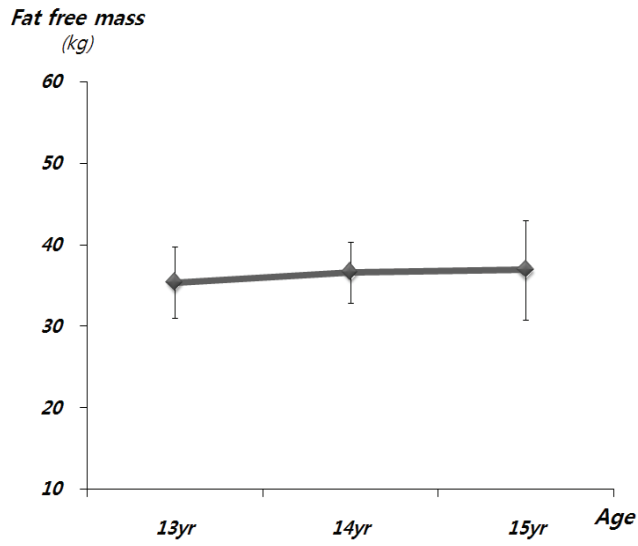


그림 8. 여중생의 체지방량 변화

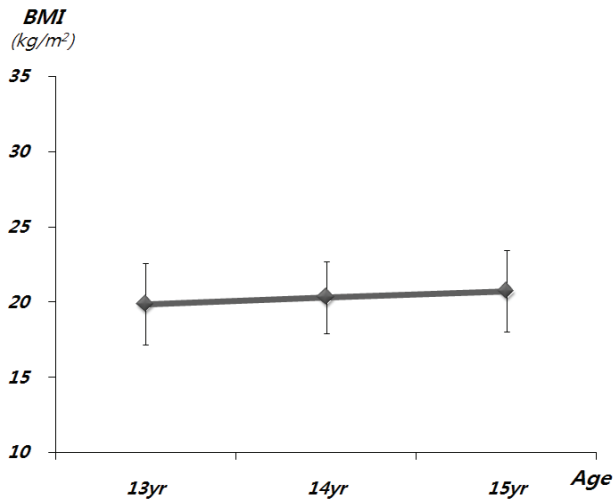


그림 9. 여중생의 신체질량지수 변화

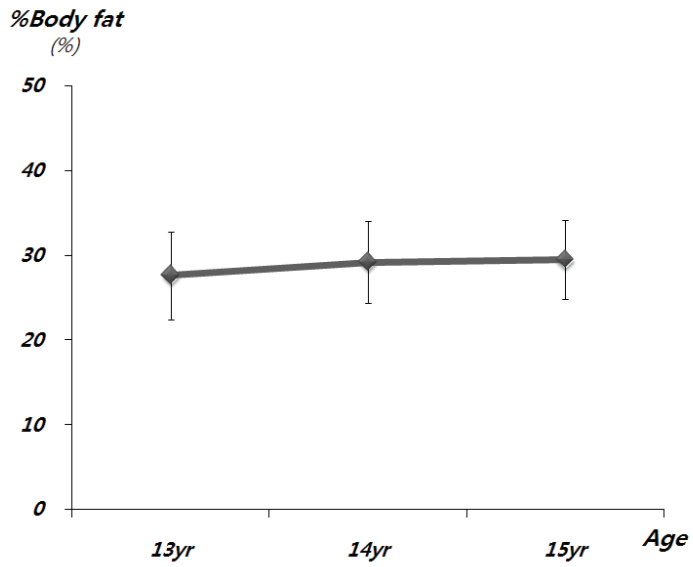


그림 10. 여중생의 체지방률 변화

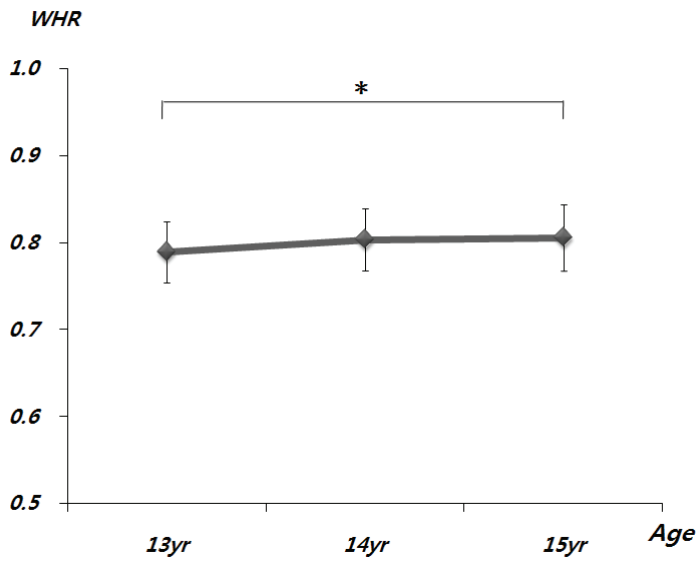


그림 11. 여중생의 복부지방량 변화

2) 연령별 골밀도

골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 6, 7>, <그림 12~15>에서 제시한 바와 같다.

표 6. 여중생의 연령별 골밀도 결과

Variables	13yr	14yr	15yr
Lumbar total (g/cm ²)	0.979 ± 0.110	1.024 ± 0.102	1.092 ± 0.121
Femur total (g/cm ²)	0.907 ± 0.118	0.919 ± 0.102	0.949 ± 0.127
Whole body BMD (g/cm ²)	0.992 ± 0.066	1.011 ± 0.057	1.048 ± 0.074
Whole body BMC (g)	1848.76 ± 299.08	1985.84 ± 249.08	2100.79 ± 348.14
<i>M ± SD</i>			

표 7. 여중생의 연령별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Lumbar total (g/cm ²)	BG	0.43	2	0.21705	17.46 ^{***}	a<c b<c
	WG	2.37	191	0.012431		
	Total	2.81	193			
Femur total (g/cm ²)	BG	0.06	2	0.030694	2.26	NS
	WG	2.59	191	0.013561		
	Total	2.65	193			
Whole body BMD (g/cm ²)	BG	0.11	2	0.053217	12.14 ^{***}	a<c b<c
	WG	0.84	191	0.004383		
	Total	0.94	193			
Whole body BMC (g)	BG	2134665.57	2	1067333	11.69 ^{***}	a<b a<c
	WG	17436521.14	191	91290.69		
	Total	19571186.71	193			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

BG: between group, WG: within group

a: 13yr, b: 14yr, c: 15yr

lumbar total은 $F(2, 191)=17.46(p<.001)$, whole body BMD은 $F(2, 191)=12.14(p<.001)$, whole body BMC은 $F(2, 191)=11.69(p<.001)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, femur total은 유의한 차이가 없었다. 신체조성에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 7>과 같다.

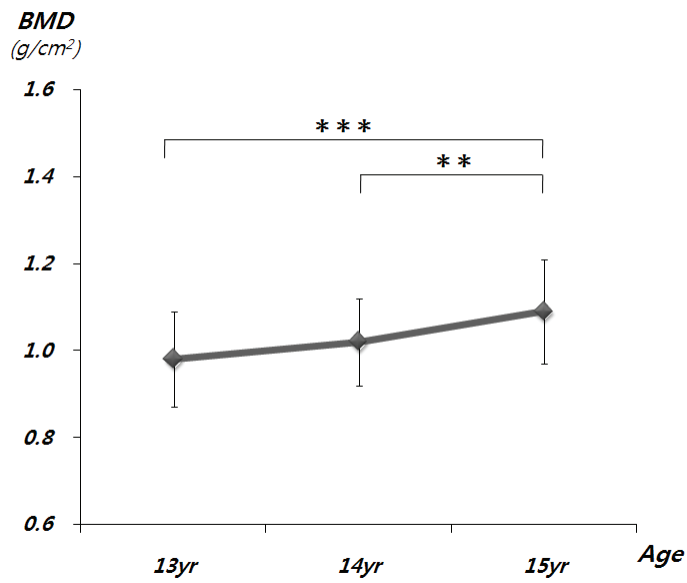


그림 12. 여중생의 요추 골밀도 변화

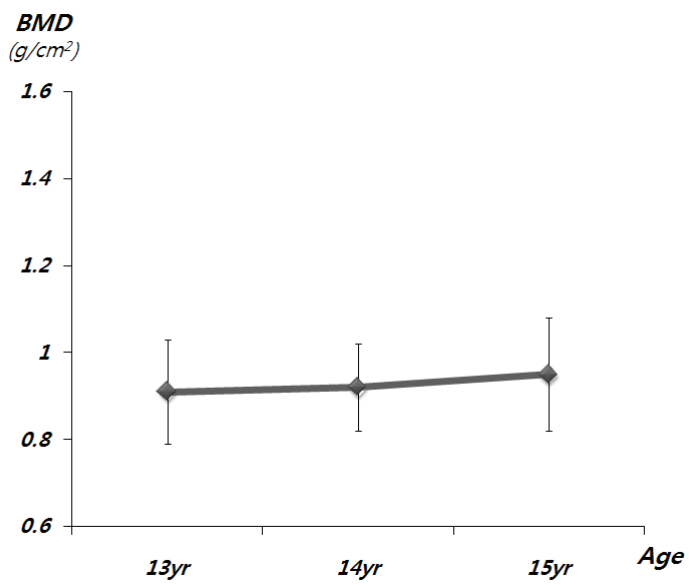


그림 13. 여중생의 대퇴 골밀도 변화

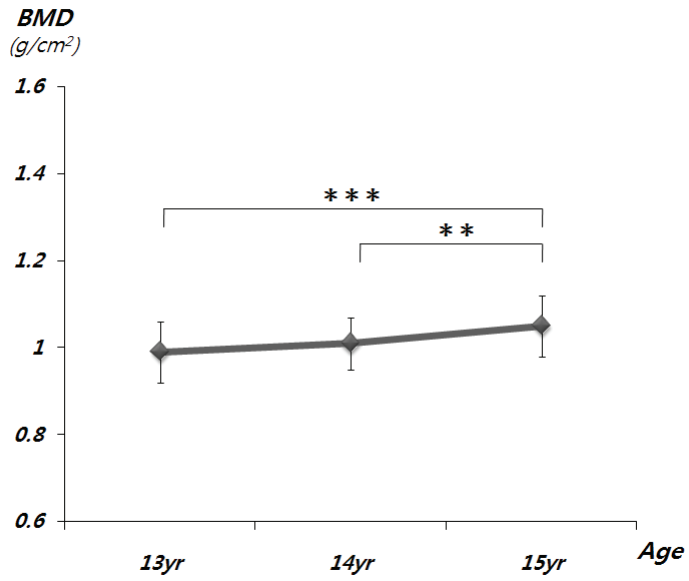


그림 14. 여중생의 전신 골밀도 변화

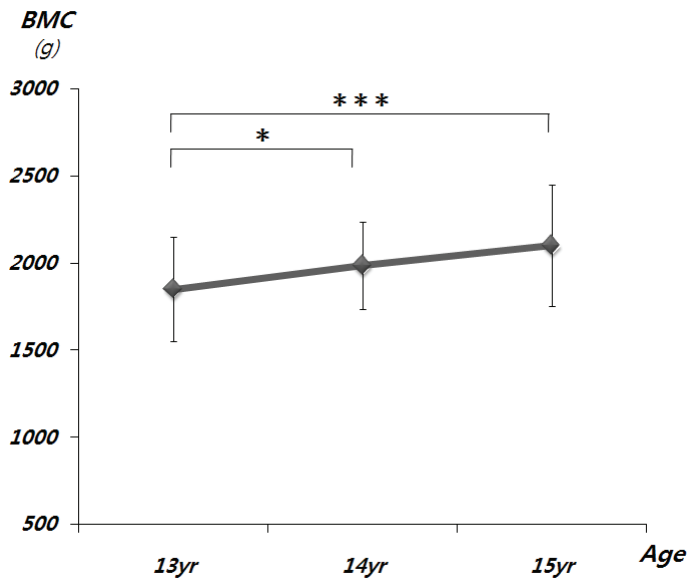


그림 15. 여중생의 전신 골무기질량 변화

3) 부위별 골밀도

연령에 따른 부위별 평균 비교 분석 결과는 <표 8, 9>, <그림 16~18>에서 제시한 바와 같다.

표 8. 여중생의 부위별 골밀도 결과

Variables	Lumbar total (g/cm ²)	Femur total (g/cm ²)	Whole body (g/cm ²)
13yr	0.979 ± 0.110	0.907 ± 0.118	0.992 ± 0.066
14yr	1.024 ± 0.102	0.919 ± 0.102	1.011 ± 0.057
15yr	1.092 ± 0.121	0.949 ± 0.127	1.048 ± 0.074

M ± SD

표 9. 여중생의 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
13yr	BG	0.30	2.	0.15	14.78***	a>b
	WG	2.13	210	0.01		b<c
	Total	2.43	212			
14yr	BG	0.39	2	0.20	24.50***	a>b
	WG	1.42	177	0.01		b<c
	Total	1.82	179			
15yr	BG	0.68	2	0.34	28.21***	a>b
	WG	2.25	186	0.01		b<c
	Total	2.93	188			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

BG: between group, WG: within group

a: 13yr, b: 14yr, c: 15yr

13세는 $F(2, 210)=14.78(p<.001)$, 14세는 $F(2, 177)=24.50(p<.001)$, 15세는 $F(2, 186)=28.21(p<.001)$ 로 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 골밀도 부위별의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 9>와 같다.

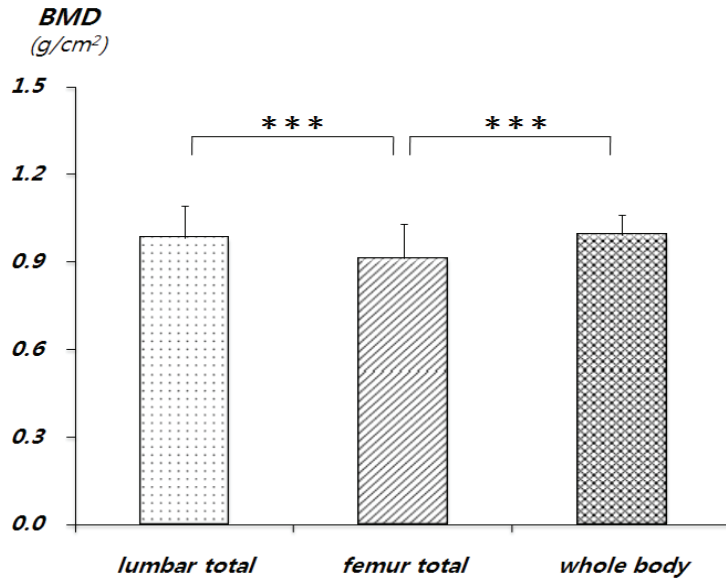


그림 16. 13세의 부위별 골밀도 변화

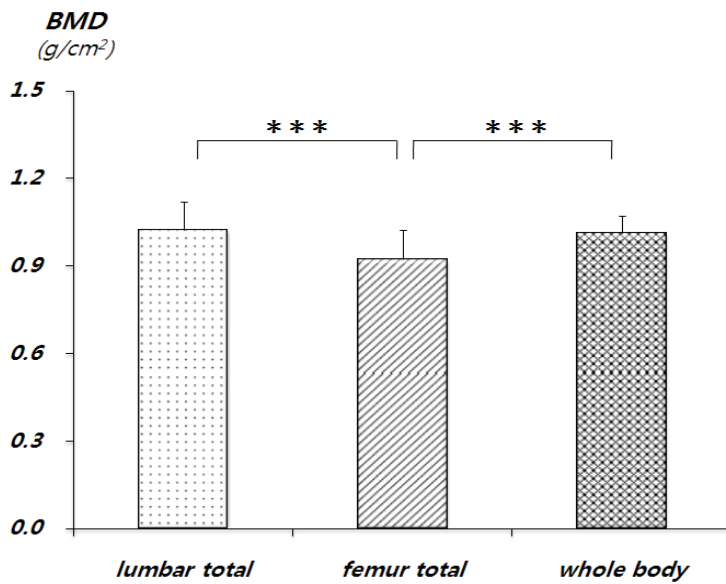


그림 17. 14세의 부위별 골밀도 변화

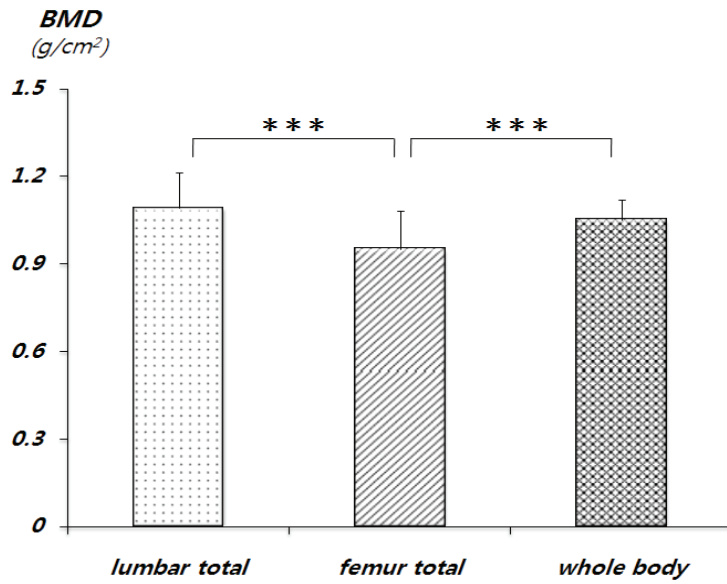


그림 18. 15세의 부위별 골밀도 변화

4) 상관분석

골밀도 수준에 따른 신체조성의 상관관계 분석 결과는 <표 10>에서 보는 바와 같다.

전신 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 결과, 측정된 모든 항목에서 정적 상관이 나타났으며, 그 중 SMM이 $r=.605(p<.01)$ 로 가장 높았으며 fat free mass($r=.521, p<.01$), fat mass($r=.484, p<.01$), 체중($r=.476, p<.01$), %body fat($r=.355, p<.01$), WHR($r=.330, p<.01$), height($r=.306, p<.01$)의 순서로 상관을 나타냈다.

전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과 모든 항목에서 정적 상관을 나타내었다. 특히 신체조성과 골밀도의 상관분석의 결과와 마찬가지로 SMM $r=.814(p<.01)$ 가장 높은 상관도를 보였으며 fat free mass($r=.705, p<.01$), weight($r=.603, p<.01$), fat mass($r=.594, p<.01$), height($r=.568, p<.01$), %body fat($r=.416, p<.01$), WHR($r=.335, p<.01$)의 순서로 상관을 나타냈다.

표 10. 여중생의 진신 골밀도 및 진신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과

Variables	Height (cm)	Weight (kg)	SMM (kg)	Fat mass (kg)	Fat free mass (kg)	%Body fat (%)	WHR
Whole body BMD	0.306**	0.476**	0.605**	0.484**	0.521**	0.355**	0.330**
Whole body BMC	0.568**	0.603**	0.814**	0.594**	0.705**	0.416**	0.335**
Height	1	0.394**	0.706**	0.208**	0.689**	0.031	-0.182*
Weight		1	0.639**	0.646**	0.540**	0.536**	0.475**
SMM			1	0.615**	0.858**	0.335**	0.239**
Fat mass				1	0.387**	0.870**	0.812**
Fat free mass					1	0.256**	0.152*
%Body fat						1	0.904**
WHR							1

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

5) 회귀분석

여중생(13.7±0.9yrs)의 골밀도 및 골무기질량의 추정식은 전체인원 (n=194명)을 대상으로 원점수를 이용하여 산출하였으며 이에 대한 결과는 <표 11, 12>에서 보는 바와 같다.

(1) 전신 골밀도 추정식

전신 골밀도 추정식은 원점수를 이용하여 산출하였으며, 결과는 <표 11>에서 보는 바와 같다. 여자중학생 194명의 height, weight, age, SMM, fat mass, WHR 중 골밀도를 반영하는 지표는 SMM, WHR이었고, 이 2가지 지표를 이용한 전신 골밀도 추정식은 40.2%의 설명력을 나타냈다($R^2=0.402$, $SEE=0.054$).

표 11. 전신 골밀도의 다중회귀분석 결과

Variables	Equation	R^2	SEE
Equation 1	$Y=0.738+0.015*(X1)$	.366	.056
Equation 2	$Y=0.461+0.014*(X1)+0.373*(X2)$	.402	.054

X1=SMM, X2=%body fat, Y=BMD,
SEE=standard error of estimate

(2) 전신 골무기질량 추정식 결과

전신 골무기질량의 추정식은 원점수를 이용하여 산출하였으며, 결과는 <표 12>에서 보는 바와 같다.

골무기질량을 가장 잘 반영하는 지표는 SMM, %body fat였고 이 2가지 지표를 이용한 전신 골무기질량 추정식은 68.5%의 설명력을 나타냈다($R^2=0.685$, $SEE=179.6$).

표 12. 전신 골무기질량의 다중회귀분석 결과

Variables	Equation	R^2	SEE
Equation 1	$Y=266.981+92.020*(X1)$	.662	185.5
Equation 2	$Y=85.543+85.924*(X1)+10.322*(X2)$	.685	179.6

X1=SMM, X2=%body fat, Y=BMD,
SEE=standard error of estimate

4. 논의

본 연구 피검자들의 신체조성과 전신 골밀도의 상관관계를 측정 한 결과 골격근량과 제지방량에서 높은 정적 상관을 보여 선행연구 (Emslander et al., 1998; Sinaki et al., 1986; Snow et al., 1991)와 일치하는 결과를 보였으며 골밀도 측정에 중요한 요인이라는 것을 확인할 수 있었다.

골격근량, fat free mass의 향상은 꾸준한 신체활동을 통해 가능하며 골격에 물리적 힘을 가하지 않으면 소변과 대변중의 칼슘 배설량이 증가되어 골소실이 야기되므로(Risser, 1990) weight 증가는 골에 기계적인 자극을 높여 골미네랄과 골재형성을 촉진해준다. 특히 Sowers et al.(1992)과 Nicholas et al.(1995)은 골격근량과 제지방량을 통한 체중 증가가 골밀도에 있어 더 중요한 요인이라고 제시하여 골밀도 예방에 있어 운동의 필요성에 대한 설득력을 더하고 있다.

여러 선행연구에서 보고하였듯이 규칙적인 신체활동은 골격손실을 막고 골 건강을 유지하는데 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Kemper et al.(2000)은 13~17세의 청소년들과 21~27세의 성인 남·여 각각 163명과 139명을 대상으로 그들이 32세가 되었을 때의 골밀도를 추적 조사한 결과 청소년기와 성인기 초기의 활발한 신체활동을 한 운동군은 32세가 되었을 때 골밀도에 있어서 유의하게 높은 수치를 나타내었다고 보고하여 성장기 학생의 신체활동을 통한 근골격량의 증가를 강조하였다.

여자중학생의 골밀도 추정식의 개발은 조기에 골밀도와 골무기질량에 대해 쉽게 접근할 수 있어 자신의 골밀도를 예측 할 수 있는 지표로 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 우리나라에서 발표한 골밀도 추정

식에 대한 선행연구들을 살펴보면 폐경기 여성들을 대상으로 한 연구가 대부분인데 허성은과 정혜원(2003)은 신장과 체중을 이용해 요골 말단 부위의 골밀도를 예측한 공식을 제안하여 폐경 이후의 여성들에 있어 약 44%의 설명력이 나타났고 이강우 등(2004)은 체중, 제지방, 체 표면적을 이용해 전신 골밀도와 골무기질량의 공식을 제안하였는데 각각 약 40%, 50%의 설명력을 나타냈다.

본 연구에서는 골밀도를 예측하는 변인들을 간편하면서 정확하게 측정할 수 있는 항목으로 구성해야 하기 때문에 age, height, weight, SMM, fat mass, fat free mass, BMI와 같은 항목으로 하였으며, 성장기의 골밀도는 계속하여 선형으로 증가하기 때문에 중다선형회귀분석의 단계선택법을 이용하여 실시하였다. 그 결과 여자중학생의 전신 골밀도 추정식에 대한 설명력은 약 45%, 전신 골무기질량은 약 71%로 나타났다. 이러한 추정식의 개발은 청소년기 골량 측정의 기초자료가 되어 골밀도를 강화할 수 있고, 성인의 질병을 예방할 수 있는 중요한 자료가 되어진다(Horlick et al., 2004).

5. 결론

본 연구는 S시 S여자중학교에 재학 중인 여학생을 대상으로 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식을 개발하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 신체조성의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과의 height은 $F(2, 191)=6.23(p<.001)$, weight은 $F(2, 191)=4.66(p<.05)$, SMM은 $F(2, 191)=4.54(p<.05)$, fat mass는 $F(2, 191)=3.35(p<.05)$, WHR은 $F(2, 191)=4.06(p<.05)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, fat free mass, BMI, %body fat는 유의한 차이가 없었다.
2. 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과의 lumbar total은 $F(2, 191)=17.46(p<.001)$, whole body BMD은 $F(2, 191)=12.14(p<.000)$, whole body BMC은 $F(2, 191)=11.69(p<.001)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, femur total은 유의한 차이가 없었다.
3. 연령에 따른 부위별 평균 비교 분석 결과의 13세는 $F(2, 210)=14.78(p<.000)$, 14세는 $F(2, 177)=24.50(p<.000)$, 15세는 $F(2, 186)=28.21(p<.000)$ 로 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.
4. 신체조성과 골밀도 및 골무기질량의 상관분석 결과 %body fat, fat mass, fat free mass, BMI 그리고 age, weight, height에서 정적 상관관이 나타났으며 그 중 SMM이 가장 높은 상관성이 나타났다.
5. 전신 골밀도의 추정식은 $0.461+0.014*(SMM)+0.373*(\%body\ fat)$ 이며($R^2=0.402$, $SEE=0.054$), 전신 골무기질량의 추정식은 $85.543+85.924*(SMM)+10.322*(\%body\ fat)$ 으로($R^2=0.685$, $SEE=179.6$) 나타났다.

이상의 결과를 종합한 결과 청소년기 여학생의 골밀도 측정 및 추정식의 개발은 골밀도 성장을 평가함에 있어 유용하며, 골밀도 관련 질환에 대한 예방을 위한 운동 프로그램이나 개인의 건강을 객관적으로 평가하는 자료로 활용 가능하리라 기대된다. 향후 더 많은 인원, 다양한 지역을 대상으로 청소년기의 발달 단계별 골밀도에 관한 연구가 활발히 이루어져야 할 것으로 기대된다.

IV. 여대생 골밀도, 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발 (연구과제 II)

1. 연구의 필요성

현대 사회의 자동화 시스템은 생활의 편리함을 가져왔으나, 신체 활동량의 감소를 초래하게 되었으며 젊은 여성들의 경우 무리한 다이어트로 인한 영양 부족과 담배·커피·술 등의 섭취는 칼슘이 빠르게 공급되는 것을 방해하여 골밀도를 감소시켜 전신성 골 질환인 골다공증을 증가시키고 있다(조운성 등, 2009). 골밀도(bone mineral density: BMD)는 사춘기부터 20대 후반까지 증가하여 대략 30대 초기에 가장 높은 수준인 최대골량(peak bone mass)에 이르게 되며, 그 후 일정하게 유지되다가 여성호르몬인 에스트로겐의 분비가 감소하면서(Riggs et al., 1986) 골밀도가 감소하기 시작한다. 젊은 시절 골관리가 제대로 이루어지지 않으면, 골대사의 균형이 깨져 단위 용적 내 골량의 감소로 골밀도가 저하된다. 이러한 현상이 지속되면 미세 골조직의 구조적 약화로 골다공증이 발생하게 되고, 인체의 여러 부위에 골절 위험을 증대시켜 경미한 충격에도 쉽게 골절이 일어나 생명에 위험을 가져올 수도 있다(Polltzer, 1989). 국내의 경우 골다공증에 의한 사망자가 최근 10년 동안 3.5배로 급속히 증가하는 추세이고(통계청, 2002), 골다공증은 한번 초래되면 효과적으로 치료하기가 어렵기 때문에 질병 발생 후의 치료개념보다는 질병 발생 전에 건강 증진 및 관리에 중점을 두어 질병

예방을 우선시해야 할 필요가 있다. 따라서 성장기 동안 최대 골질량을 극대화하고, 골손실 위험인자를 감소시키는 것이 골다공증의 최선의 예방책으로 알려져 있다(Christiansen et al., 1990). 골밀도의 최대골량을 유지하기 위한 요소로는 나이, 유전, 에스트로겐 호르몬 상태, 영양, 신체활동량, 칼슘섭취, 임신, 초경 연령 등이 포함된다(Krall & Dawson-Hughes, 1993; Salamone, Glynn & Black, 1996; Snow, Shaw & Matkin, 1996; WHO Study Group, 1994). Miller et al.(1996)에 따르면 골밀도의 감소와 요추골절 사이에는 지수함수적인 관계가 있으며, Marshall et al.(1996)은 골밀도와 골절에 관한 논문을 통해 골밀도가 연령 평균 이하로 1SD씩 내려갈 때마다 척추골절은 2.3배, 대퇴골절은 2.6배 증가한다고 보고 하였다. 20대 여대생들의 골밀도도 평균이하를 나타내는 인구가 증가 추세에 있어 그들에 대한 골밀도 조사와 예방을 위한 다양한 운동프로그램이 필요하다. 또한 세계적으로 WHO에서 정의한 골밀도 기준이 백인여성을 대상으로 한 것이어서 타인종, 남성, 청소년기의 사람들에게는 적용하는데 어려움이 있어, 한국인에게 골다공증 기준을 그대로 적용하여도 되는지에 대한 조사가 광범위하게 이루어지지 않은 상태이다. 현재 골밀도에 관한 연구는 주로 폐경 여성이나 노인을 대상으로 한 연구가 주를 이루고 있으며, 다수의 청년기 여성의 횡단적 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 골다공증의 예방적인 측면에서 건강한 사람들을 대상으로 한 골밀도의 측정과 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 인자들에 대한 분석 연구가 필요하다고 생각된다. 이에 본 연구에서는 20대 여대생을 대상으로 골밀도와 신체조성을 비교, 분석하여 골밀도 추정식을 개발하여 현장에서 손쉽게 골밀도 수준을 평가 분석할 수 있고, 여성 골다공증의 조기 예방과 건강 증진을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

1) 연구 대상

본 연구의 대상은 S시 S여자대학교에 재학중인 여자대학생 350명을 대상으로 하였다. 대상자들은 신체적 결함이나 질병이 없으며, 약물복용, 흡연, 음주 등을 장기간 복용한 자를 제외하였다. 또한 본 연구의 목적 및 조사 내용을 충분히 인지한 후 연구에 자발적으로 참가하도록 하였으며, 연구 참여의 동의를 얻었다.

이들의 신체적·생리적 특징은 <표 13>과 같다.

표 13. 연구 대상자의 신체적 특징

Variables	19yr (n=83)	20yr (n=127)	21yr (n=60)	22yr (n=80)	Total (n=350)
Age (yr)	18.81 ± 0.41	20.0 ± 0.08	20.96 ± 0.13	22.72 ± 1.01	20.50 ± 1.49
Weight (kg)	55.52 ± 6.76	55.61 ± 6.86	54.53 ± 5.54	53.74 ± 5.81	54.97 ± 6.41
Height (cm)	161.60 ± 4.77	161.40 ± 5.18	161.22 ± 4.49	161.54 ± 5.33	161.45 ± 4.99
BMI (kg/m ²)	21.23 ± 2.24	21.08 ± 2.81	20.94 ± 1.85	20.65 ± 2.09	20.99 ± 2.37

$M \pm SD$

2) 연구 기간 및 절차

본 연구의 기간 및 절차는 <표 14>에 제시한 바와 같다.

표 14. 연구 절차

Procedure	Duration
Design and Planning	2008. 06 ~ 2008. 08
Literature Review	2008. 08 ~ 2008. 10
Contact Subject	2008. 10 ~ 2008. 11
Measurements	2008. 11 ~ 2009. 07
Data Analysis	2009. 07 ~ 2009. 08
Writing Dissertation	2009. 08 ~ 2009. 11

3) 실험 설계

본 연구의 대상자는 연령별로 분류하였으며, 참여한 피험자들을 대상으로 골밀도와 골무기질량을 측정하였다.

신체조성과의 상관관계를 규명하고 추정식을 제안하기 위하여 <그림 19>와 같이 실험설계를 하였다.

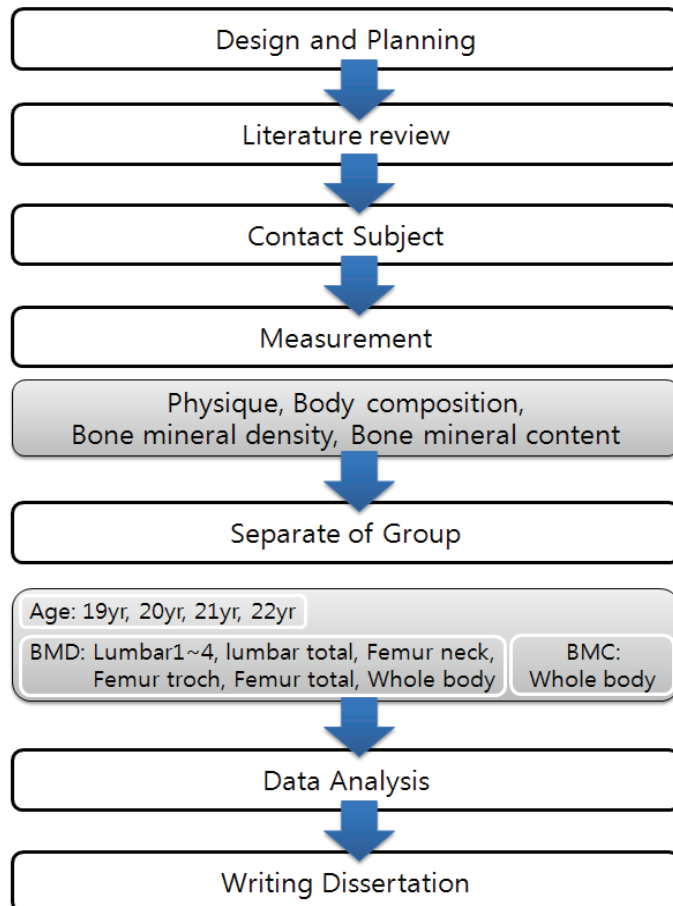


그림 19. 실험 설계

4) 측정 장비

본 연구에 사용된 측정 장비는 <표 15>에 제시한 바와 같다.

표 15. 측정 장비

Variables	Model (Company, Nation)	Part of Measurement
Physique	GM-1000 (neoGMTEC, Korea)	Height, Weight
Body composition	Inbody 4.0 (Biospace Co, Korea)	%Body fat, Fat mass, Fat free mass, Skeletal muscle mass, Body mass index, WHR
Bone density	Prodigy (GE, USA)	Bone mineral density, Bone mineral Content

5) 측정 항목 및 방법

(1) 체격측정(physique)

신장은 디지털 신장계(neoGMTEC)를 이용하여 피험자에게 눈과 턱이 수평위치와 직립 자세를 취하게 한 후, 발바닥에서 두 정점까지의 수직거리를 계측하였다(측정값은 0.1cm 단위 기록). 또한 체중은 탈의한 후 체중계의 중앙에 오도록 하고 기록은 소수점 한자리까지, 단위는 kg으로 기록하였다.

(2) 신체조성(body composition)

신체조성 측정은 다주파수 임피던스기기(Inbody 4.0, Biospace Co.)를 이용하여 %body fat(%), fat mass(kg), fat free mass(kg), skeletal muscle mass(kg), BMI(kg/m²) 그리고 WHR 등을 측정하였다. 운동이나 동적인 업무를 하기 전에 상온(20~25°C)에서 체내의 잔여물을 제거한 후에 측정하였으며, 체중기록은 신장, 성별 및 연령을 입력하고, 양손으로 손잡이 부분을 손가락 4개 모두가 아래쪽 전극의 표면에 고르게 닿도록 하고, 엄지를 가볍게 엄지전극에 올려놓고 맨발바닥은 뒤꿈치를 먼저 접촉시킨 후 고르게 전극에 접촉되도록 했다. 겨드랑이 사이가 서로 맞닿지 않도록 약 15°가량 벌리며 측정하는 동안 신체에 힘을 주지 않고 편안하게 자세를 유지한 후 똑바로 선 자세로 약 2분간 측정하였다.

(3) 골밀도(bone mineral density)

골밀도의 측정은 dual energy X-ray absorptiometry((Lunar prodigy, GE, USA)를 이용하여 lumbar 1~4(g/cm^2), lumbar total(g/cm^2), femur neck(g/cm^2), femur troch(g/cm^2), femur total(g/cm^2), whole body BMD(g/cm^2), whole body BMC(g)을 측정하였으며, 피험자는 엑스레이 감쇄물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고 가벼운 복장으로 scanning table에 곧게 누운 자세를 취하도록 하였다.

피험자를 center line에 맞춰 눕힌 다음, 피검자의 머리와 top line 사이에 1~2cm 정도 간격을 두고, 양손을 쪽 펴고 손가락을 붙이도록 하였다. 또한 피검자가 움직이는 것을 방지하기 위해 두 개의 straps로 무릎과 발목을 고정시키고 약 10분간 측정하였다. 측정단위는 소수점 넷째 자리에서 반올림하여 셋째자리까지 표기하였다.

6) 자료 처리

모든 자료 처리는 SPSS win(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하였으며, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 골밀도와 신체조성의 모든 수치는 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.
- 2) 각 변인간의 상관관계를 알아보기 위해 pearson의 상관분석(pearson's correlation)을 실시하였다.
- 3) 각 연령별, 부위별 차이를 검증하기 위하여 repeated one-way ANOVA을 실시하였으며 집단간 차이가 있는 경우에는 shaffe 사후검증을 실시하였다.
- 4) 신체조성이 골밀도에 미치는 영향을 변인간 서로 비교하기 위해 모든 변인을 표준점수(Z -score)로 변환하여 중다선형회귀분석(multiple linear regression)을 실시하였으며 단계선택(stepwise)기법을 적용하였다.
- 5) 여대생 골밀도의 추정식을 구하기 위해 원점수를 이용하여 신체조성을 독립변인으로, 골밀도는 종속변인으로 설정하여 다중회귀분석 단계선택법을 선택하여 추정식을 산출하였다.
- 6) 모든 통계적 유의 수준(α)은 .05로 설정하였다.

3. 연구 결과

본 연구는 S시에 거주하는 여대생(20.50±1.49yrs)을 대상으로 연령에 따라 신체조성과 부위별 골밀도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 신체조성

신체조성의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 16, 17>, <그림 20~27>에서 제시한 바와 같다.

표 16. 여대생의 연령별 신체조성 결과

Variables	19yr	20yr	21yr	22yr
Height (cm)	161.60 ± 4.77	161.40 ± 5.18	161.22 ± 4.49	161.54 ± 5.33
Weight (kg)	55.52 ± 6.76	55.61 ± 6.86	54.53 ± 5.54	53.74 ± 5.81
SMM (kg)	20.27 ± 2.64	20.39 ± 2.63	20.04 ± 2.43	19.65 ± 2.32
Fat mass (kg)	16.49 ± 3.99	16.42 ± 3.88	15.87 ± 3.28	15.66 ± 3.49
Fat free mass (kg)	38.61 ± 5.49	39.19 ± 3.89	38.65 ± 3.56	38.09 ± 3.43
BMI (kg/m ²)	21.23 ± 2.24	21.08 ± 2.81	20.94 ± 1.85	20.65 ± 2.09
%Body fat (%)	29.43 ± 4.21	29.23 ± 4.04	28.91 ± 4.10	28.89 ± 4.16
WHR	0.81 ± 0.04	0.81 ± 0.04	0.81 ± 0.04	0.80 ± 0.04

M ± SD

표 17. 여대생의 신체조성 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Height (cm)	BG	6.06	3	2.02	0.08	NS
	WG	8672.24	346	25.06		
	Total	8678.30	349			
Weight (kg)	BG	210.10	3	70.03	1.71	NS
	WG	14151.50	346	40.90		
	Total	14361.60	349			
SMM (kg)	BG	29.69	3	9.90	1.54	NS
	WG	2218.25	346	6.41		
	Total	2247.94	349			
Fat mass (kg)	BG	42.76	3	14.25	1.03	NS
	WG	4806.76	346	13.89		
	Total	4849.52	349			
Fat free mass (kg)	BG	61.46	3	20.49	1.17	NS
	WG	6057.97	346	17.51		
	Total	6119.43	349			
BMI (kg/m ²)	BG	14.91	3	4.97	0.88	NS
	WG	1952.38	346	5.64		
	Total	1967.29	349			
%Body fat (%)	BG	15.83	3	5.28	0.31	NS
	WG	5864.49	346	16.95		
	Total	5880.32	349			
WHR	BG	0.00	3	0.00	0.72	NS
	WG	0.38	346	0.00		
	Total	0.38	349			

BG: between group, WG: within group

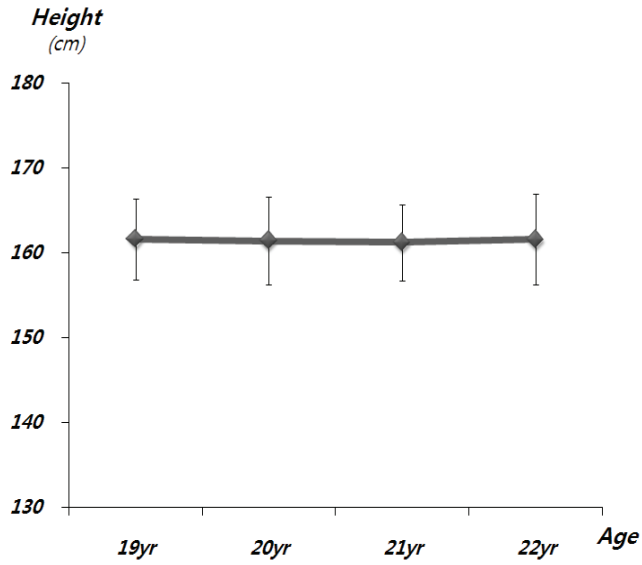


그림 20. 여대생의 신장 변화

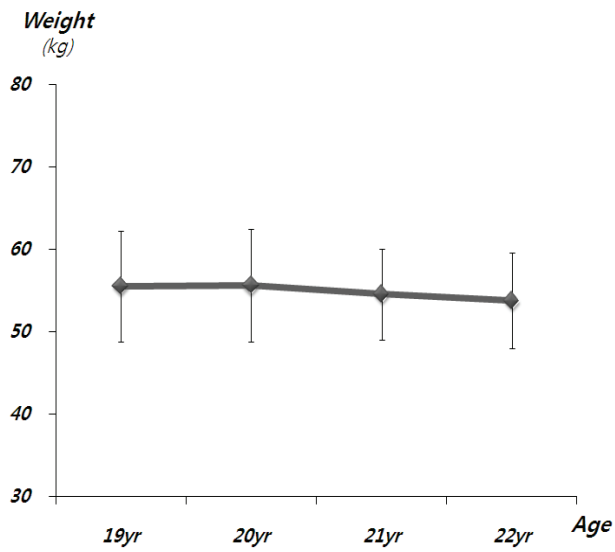


그림 21. 여대생의 체중 변화

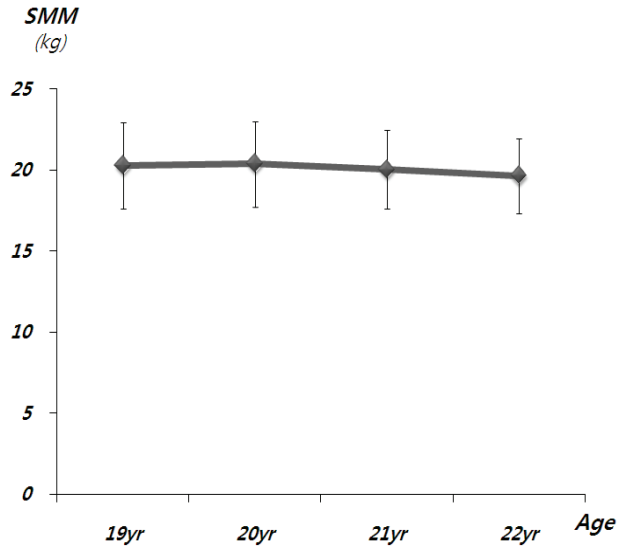


그림 22. 여대생의 골격근량 변화

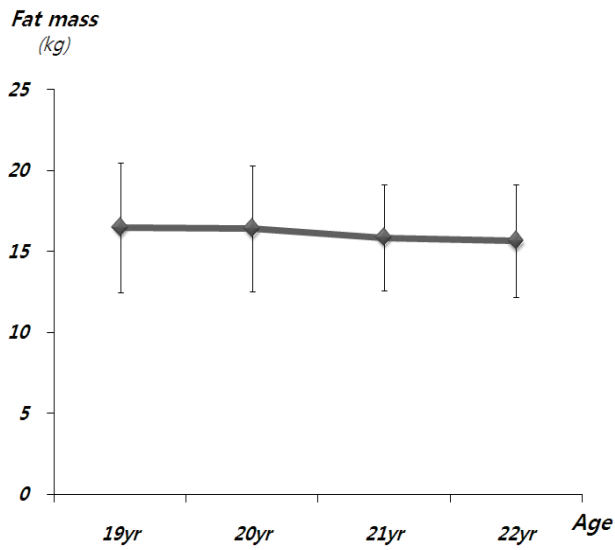


그림 23. 여대생의 체지방량 변화

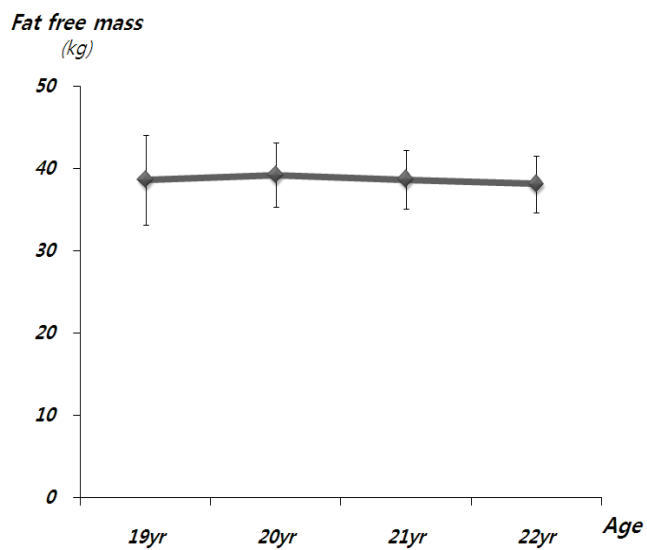


그림 24. 여대생의 제지방량 변화

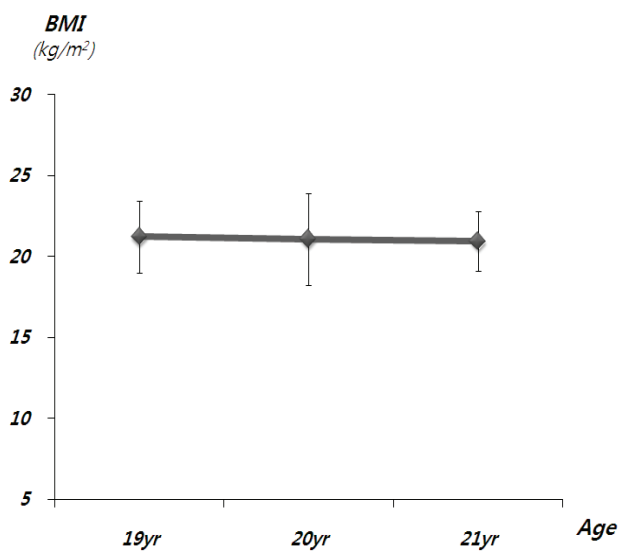


그림 25. 여대생의 신체질량지수 변화

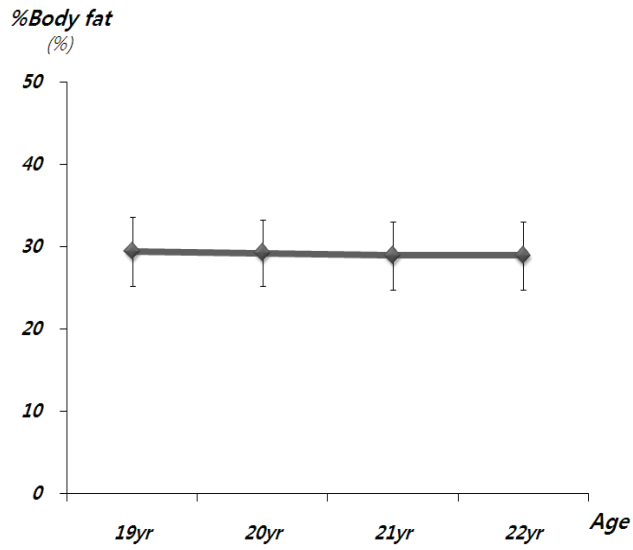


그림 26. 여대생의 체지방률 변화

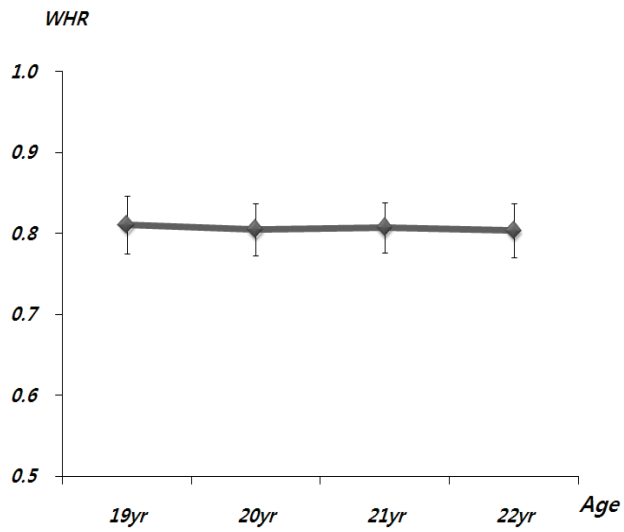


그림 27. 여대생의 복부지방률 변화

2) 연령별 골밀도

(1) 연령별 요추 골밀도

요추 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 18, 19>, <그림 28~32>에서 제시한 바와 같다.

표 18. 여대생의 연령별 요추 골밀도 결과

Variables	19yr	20yr	21yr	22yr
Lumbar 1(g/cm ²)	1.106 ± 0.124	1.101 ± 0.126	1.102 ± 0.131	1.068 ± 0.120
Lumbar 2(g/cm ²)	1.161 ± 0.132	1.160 ± 0.142	1.169 ± 0.140	1.129 ± 0.126
Lumbar 3(g/cm ²)	1.209 ± 0.124	1.208 ± 0.121	1.212 ± 0.133	1.195 ± 0.119
Lumbar 4(g/cm ²)	1.173 ± 0.132	1.164 ± 0.128	1.164 ± 0.136	1.163 ± 0.146
Lumbar total(g/cm ²)	1.164 ± 0.122	1.158 ± 0.119	1.164 ± 0.129	1.143 ± 0.120
<i>M ± SD</i>				

표 19. 여대생의 연령별 요추 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Lumbar 1 (g/cm ²)	BG	0.08	3	0.03	1.61	NS
	WG	5.40	345	0.02		
	Total	5.47	348			
Lumbar 2 (g/cm ²)	BG	0.07	3	0.02	1.30	NS
	WG	6.38	346	0.02		
	Total	6.45	349			
Lumbar 3 (g/cm ²)	BG	0.01	3	0.00	0.27	NS
	WG	5.29	346	0.02		
	Total	5.30	349			
Lumbar 4 (g/cm ²)	BG	0.00	3	0.00	0.09	NS
	WG	6.25	346	0.02		
	Total	6.26	349			
Lumbar total (g/cm ²)	BG	0.02	3	0.01	0.53	NS
	WG	5.09	345	0.01		
	Total	5.12	348			

BG: between group, WG: within group

lumbar 1~4, lumbar total은 연령별 유의한 차이가 없었으며 통계적인 분석 결과는 <표 19>과 같다.

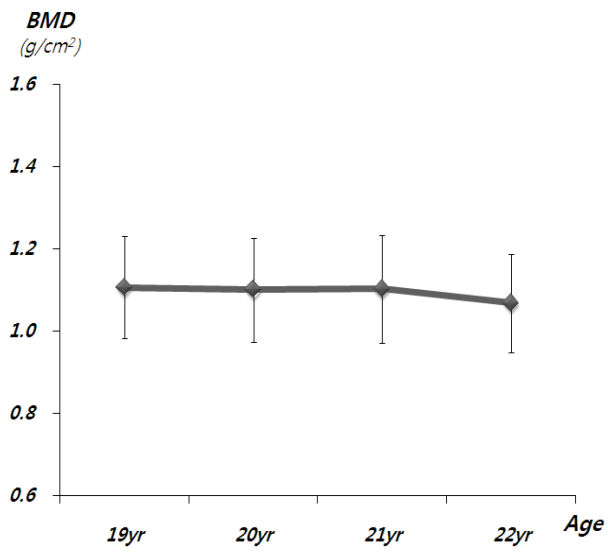


그림 28. 여대생의 요추 1번 골밀도 변화

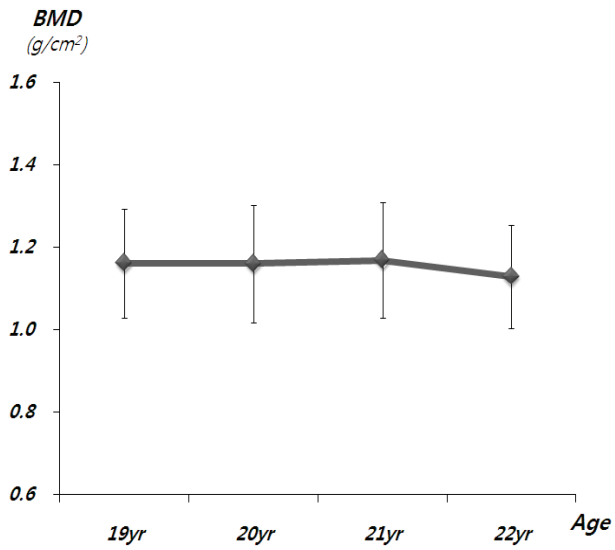


그림 29. 여대생의 요추 2번 골밀도 변화

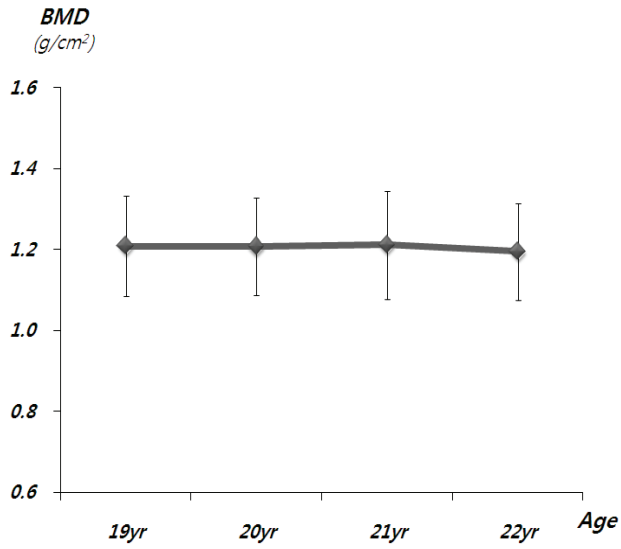


그림 30. 여대생의 요추 3번 골밀도 변화

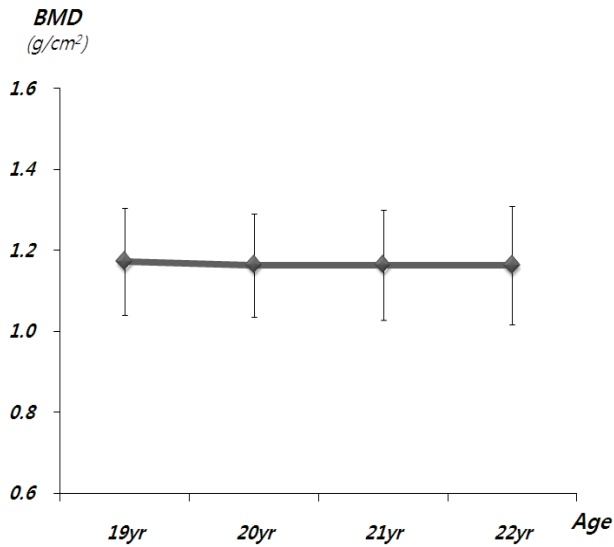


그림 31. 여대생의 요추 4번 골밀도 변화

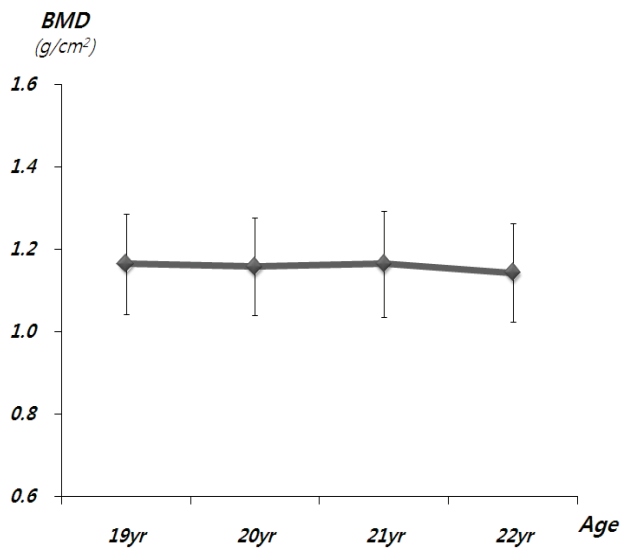


그림 32. 여대생의 요추 전체 골밀도 변화

(2) 연령별 대퇴 골밀도

대퇴 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 20, 21>, <그림 33~35>에서 제시한 바와 같다.

표 20. 여대생의 연령별 대퇴 골밀도 결과

Variables	19yr	20yr	21yr	22yr
Femur neck(g/cm ²)	1.021 ± 0.159	0.970 ± 0.012	0.975 ± 0.120	0.945 ± 0.106
Femur troch(g/cm ²)	0.799 ± 0.114	0.783 ± 0.158	0.799 ± 0.200	0.744 ± 0.140
Femur total(g/cm ²)	1.017 ± 0.122	0.988 ± 0.124	1.012 ± 0.172	0.960 ± 0.097

M ± SD

표 21. 여대생의 연령별 대퇴 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Femur neck (g/cm ³)	BG	0.25	3	0.08	5.08**	a>b a>d
	WG	5.72	346	0.02		
	Total	5.97	349			
Femur troch (g/cm ³)	BG	0.15	3	0.05	2.19	NS
	WG	8.14	346	0.02		
	Total	8.30	349			
Femur total (g/cm ³)	BG	0.16	3	0.05	3.27*	a>d
	WG	5.65	346	0.02		
	Total	5.81	349			

* $p < .05$, ** $p < .01$, BG: between group, WG: within group
a: 19yr, b: 20yr, c: 21yr, d: 22yr

femur neck은 $F(3, 346)=5.08(p<.001)$, femur total은 $F(3, 346)=3.27(p<.05)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, femur troch은 유의한 차이가 없었다. 대퇴 골밀도에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 21>과 같다.

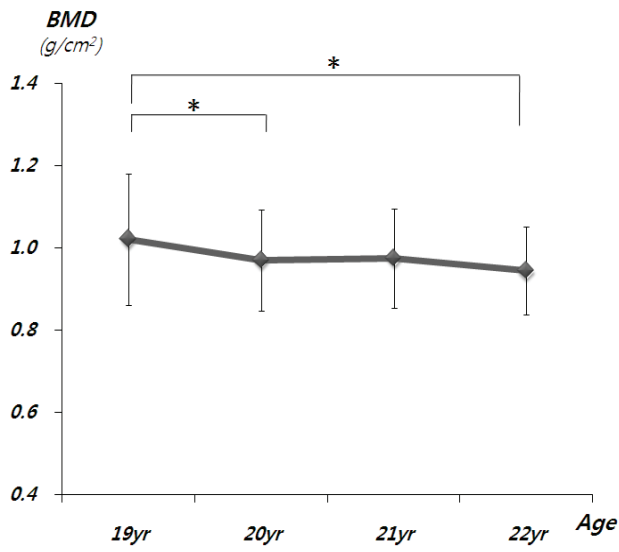


그림 33. 여대생의 대퇴 경부 골밀도 변화

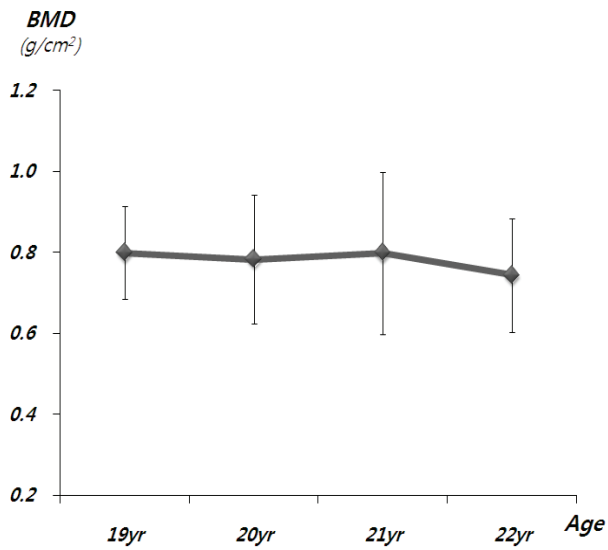


그림 34. 여대생의 대퇴 전자 골밀도 변화

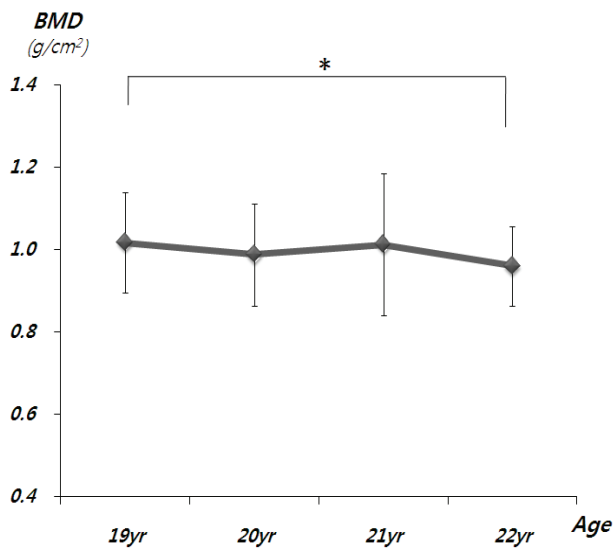


그림 35. 여대생의 대퇴 전체 골밀도 변화

(3) 연령별 전신 골밀도와 전신 골무기질량

전신 골밀도와 전신 골무기질량의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 22, 23>, <그림 36, 37>에서 제시한 바와 같다.

표 22. 여대생의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량

Variables	19yr	20yr	21yr	22yr
Whole body BMD(g/cm ³)	1.118 ± 0.070	1.112 ± 0.079	1.122 ± 0.067	1.105 ± 0.067
Whole body BMC(g)	2362.69 ± 294.62	2357.19 ± 337.46	2352.16 ± 277.27	2285.26 ± 237.44

M ± SD

표 23. 여대생의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Whole body BMD(g/cm ³)	BG	0.01	3	0.00	0.71	
	WG	1.81	346	0.01		NS
	Total	1.82	349			
Whole body BMC(g)	BG	328340.32	3	109446.77	1.24	
	WG	30455793.99	346	88022.53		NS
	Total	30784134.31	349			

BG: between group, WG: within group

whole body BMD, whole body BMC는 연령별 유의한 차이가 없었으며 통계적인 분석 결과는 <표 23>과 같다.

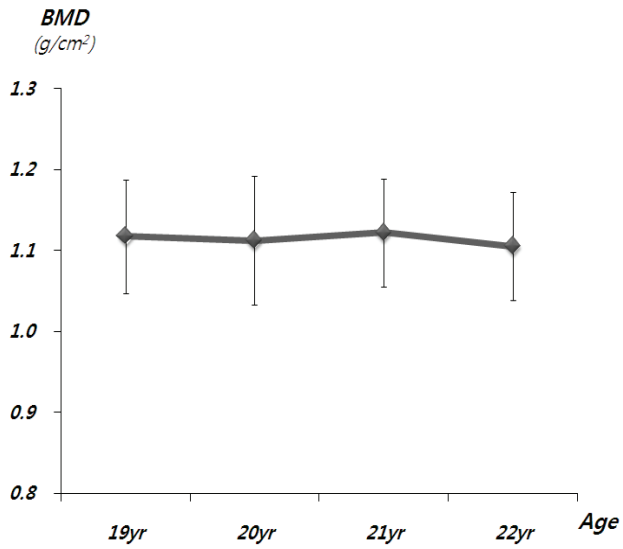


그림 36. 여대생의 전신 골밀도 변화

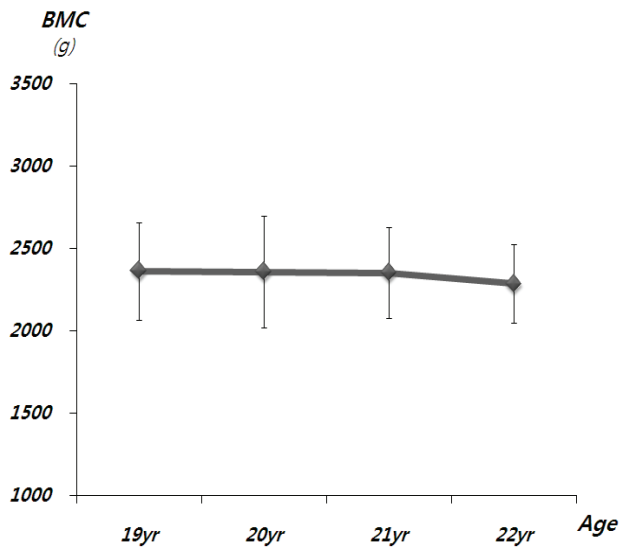


그림 37. 여대생의 전신 골무기질량 변화

3) 부위별 골밀도

(1) 부위별 요추 골밀도

연령에 따른 요추 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 24, 25>, <그림 38~41>에서 제시한 바와 같다.

표 24. 여대생의 요추 부위별 골밀도 결과

Variables	Lumbar 1 (g/cm ²)	Lumbar 2 (g/cm ²)	Lumbar 3 (g/cm ²)	Lumbar 4 (g/cm ²)	Lumbar total (g/cm ²)
19yr	1.106 ± 0.124	1.161 ± 0.132	1.209 ± 0.124	1.173 ± 0.132	1.164 ± 0.122
20yr	1.101 ± 0.126	1.160 ± 0.142	1.208 ± 0.121	1.164 ± 0.128	1.158 ± 0.119
21yr	1.102 ± 0.131	1.169 ± 0.140	1.212 ± 0.133	1.164 ± 0.136	1.164 ± 0.129
22yr	1.068 ± 0.120	1.129 ± 0.126	1.195 ± 0.119	1.163 ± 0.146	1.143 ± 0.120

M ± SD

표 25. 여대생의 요추 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
19yr	BG	0.45	4	0.11	7.03***	a<b
	WG	6.59	410	0.02		a<c
	Total	7.04	414.00			a<d
20yr	BG	0.74	4	0.18	11.34***	a<b
	WG	10.24	630	0.02		a<c
	Total	10.97	634			a<d
21yr	BG	0.37	4	0.09	5.10**	a<b
	WG	5.28	295	0.02		a<c
	Total	5.65	299			a<d
22yr	BG	0.71	4	0.18	11.08***	a<b
	WG	6.30	393	0.02		a<c
	Total	7.01	397			a<d
						a<e
						b<d

** $p < .01$, *** $p < .001$, BG: between group, WG: within group
a: Lumbar 1, b: Lumbar 2, c: Lumbar 3, d: Lumbar 4,
e: Lumbar total

19세는 $F(4, 410)=7.03(p<.001)$, 20세는 $F(4, 630)=11.34(p<.001)$, 21세는 $F(4, 295)=5.10(p<.01)$, 22세는 $F(4, 393)=11.08(p<.001)$ 로 요추 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 요추 골밀도 부위의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 25>와 같다.

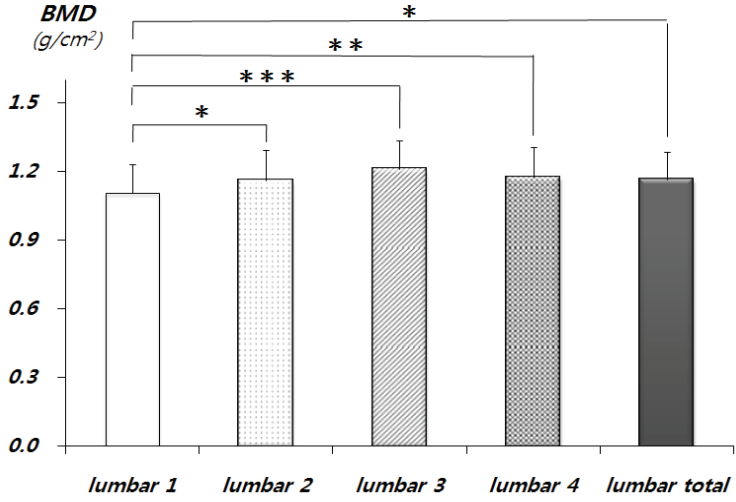


그림 38. 19세의 요추 부위별 골밀도 변화

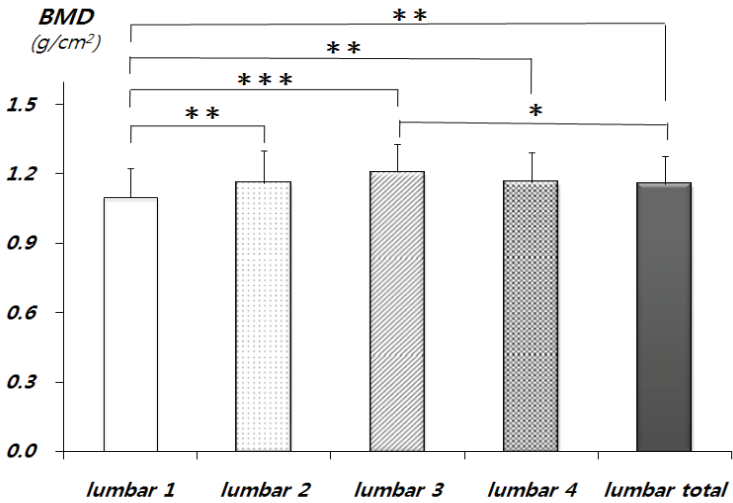


그림 39. 20세의 요추 부위별 골밀도 변화

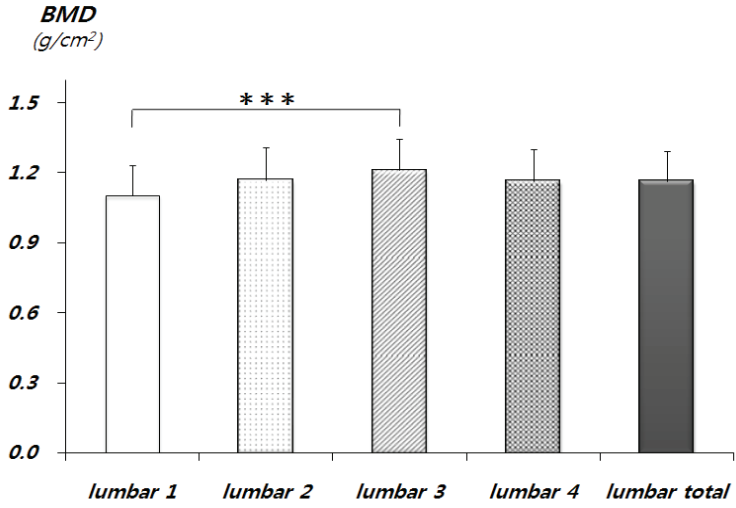


그림 40. 21세의 요추 부위별 골밀도 변화

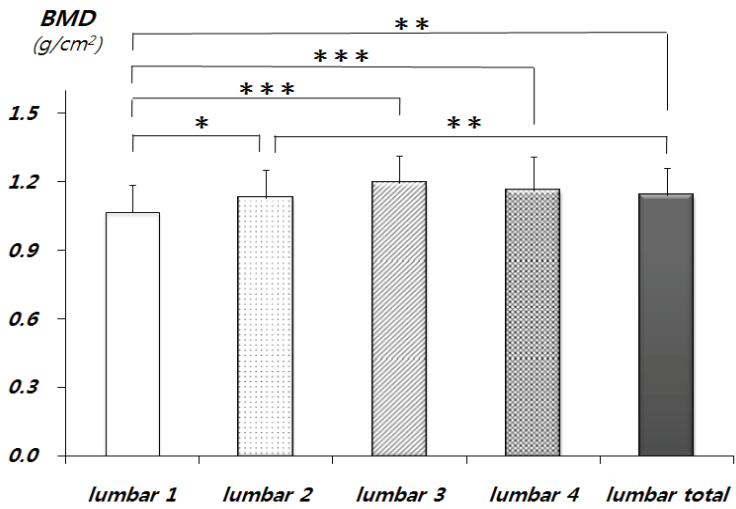


그림 41. 22세의 요추 부위별 골밀도 변화

(2) 부위별 대퇴 골밀도

연령에 따른 대퇴 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 26, 27>, <그림 42~45>에서 제시한 바와 같다.

표 26. 여대생의 대퇴 부위별 골밀도 결과

Variables	Femur neck (g/cm ³)	Femur troch (g/cm ³)	Femur total (g/cm ³)
19yr	1.021 ± 0.159	0.799 ± 0.114	1.017 ± 0.122
20yr	0.970 ± 0.122	0.783 ± 0.158	0.988 ± 0.124
21yr	0.975 ± 0.120	0.799 ± 0.200	1.012 ± 0.172
22yr	0.945 ± 0.106	0.744 ± 0.140	0.960 ± 0.097

M ± SD

표 27. 여대생의 대퇴 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
19yr	BG	2.67	2	1.33	75.03***	a>b b<c
	WG	4.38	246	0.02		
	Total	7.04	248			
20yr	BG	3.27	2	1.63	88.39***	a>b b<c
	WG	6.99	378	0.02		
	Total	10.26	380			
21yr	BG	1.55	2	0.78	27.74***	a>b b<c
	WG	4.95	177	0.03		
	Total	6.50	179			
22yr	BG	2.31	2	1.16	85.98***	a>b b<c
	WG	3.18	237	0.01		
	Total	5.49	239			

*** $p < .001$, BG: between group, WG: within group

a: Femur neck, b: Femur troch, c: Femur total

19세는 $F(2, 246)=75.03(p<.001)$, 20세는 $F(2, 378)=18.39(p<.001)$, 21세는 $F(2, 177)=27.74(p<.01)$, 22세는 $F(2, 237)=85.98(p<.001)$ 로 대퇴 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 대퇴 골밀도 부위의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 27>과 같다.

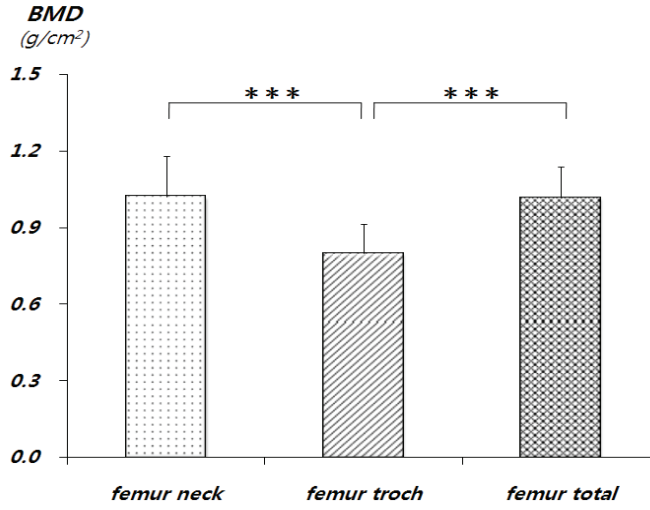


그림 42. 19세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

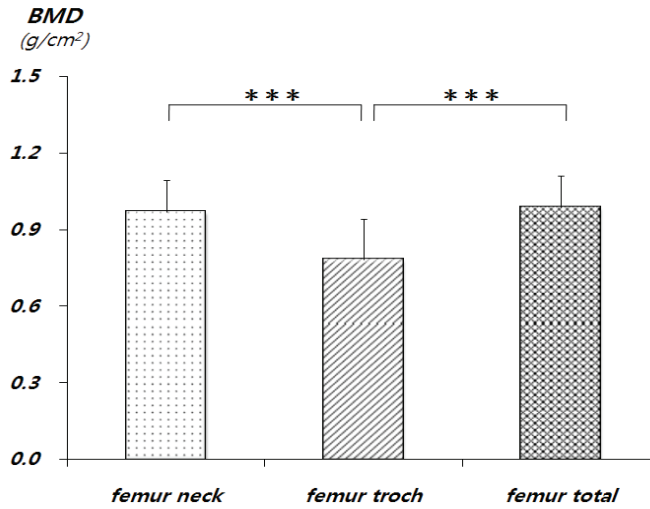


그림 43. 20세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

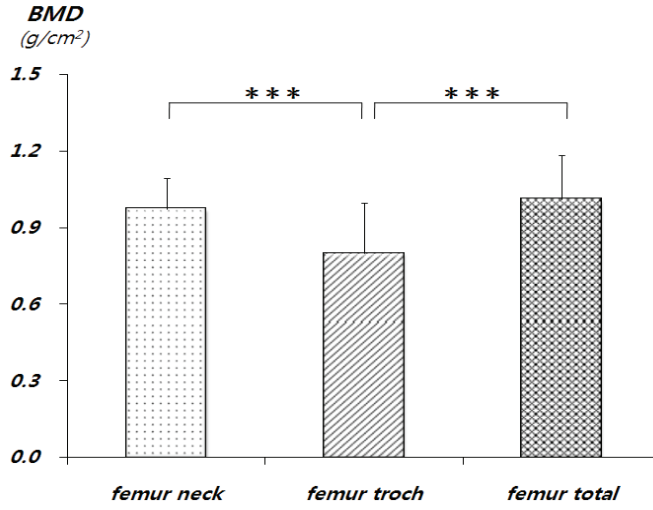


그림 44. 21세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

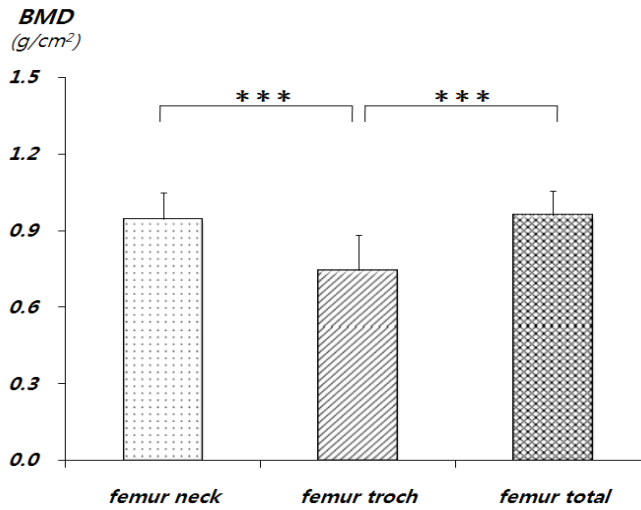


그림 45. 22세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

(3) 부위별 전체 골밀도

연령에 따른 부위별 전체 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 28, 29>, <그림 46~49>에서 제시한 바와 같다.

표 28. 여대생의 부위별 전체 골밀도 결과

Variables	Lumbar total (g/cm ²)	Femur total (g/cm ²)	Whole body (g/cm ²)
19yr	1.164 ± 0.122	1.107 ± 0.122	0.811 ± 0.035
20yr	1.158 ± 0.119	0.988 ± 0.124	0.805 ± 0.032
21yr	1.164 ± 0.129	1.012 ± 0.172	0.807 ± 0.031
22yr	1.143 ± 0.120	0.960 ± 0.097	0.804 ± 0.033

M ± SD

표 29. 여대생의 부위별 전신 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
19yr	BG	5.24	2	2.62	254.44***	a>b
	WG	2.53	246	0.01		a>c
	Total	7.78	248.00			b>c
20yr	BG	7.90	2	3.95	388.01***	a>b
	WG	3.85	378	0.01		a>c
	Total	11.75	380			b>c
21yr	BG	3.85	2	1.92	122.15***	a>b
	WG	2.79	177	0.02		a>c
	Total	6.63	179			b>c
22yr	BG	4.58	2	2.29	277.01***	a>b
	WG	1.95	236	0.01		a>c
	Total	6.54	238			b>c

*** $p<.001$, BG: between group, WG: within group
a: Lumbar total, b: Femur total, c: Whole body

19세는 $F(2, 246)=254.44(p<.001)$, 20세는 $F(2, 378)=388.01(p<.001)$, 21세는 $F(2, 177)=122.15(p<.01)$, 22세는 $F(2, 236)=277.01(p<.001)$ 로 전체 부위별 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 전체 부위별 골밀도의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 29>과 같다.

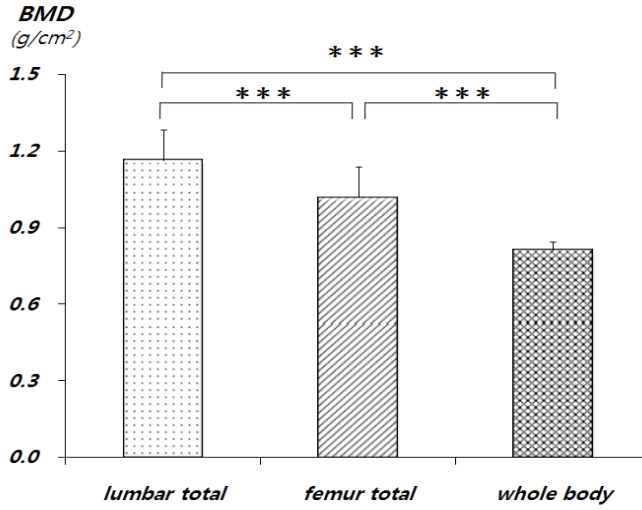


그림 46. 19세의 부위별 전신 골밀도 변화

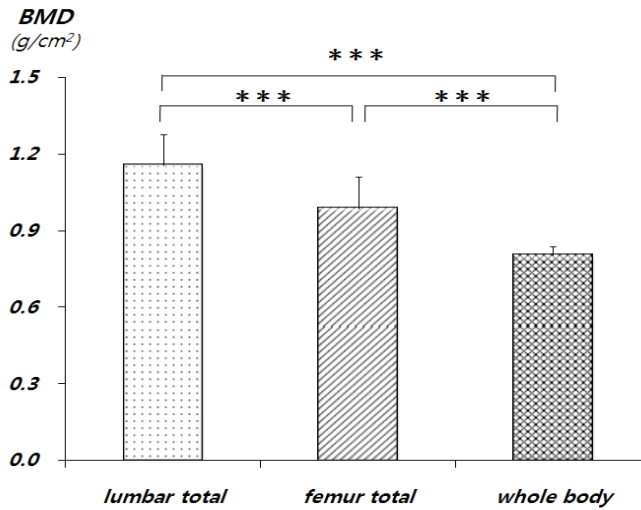


그림 47. 20세의 부위별 전신 골밀도 변화

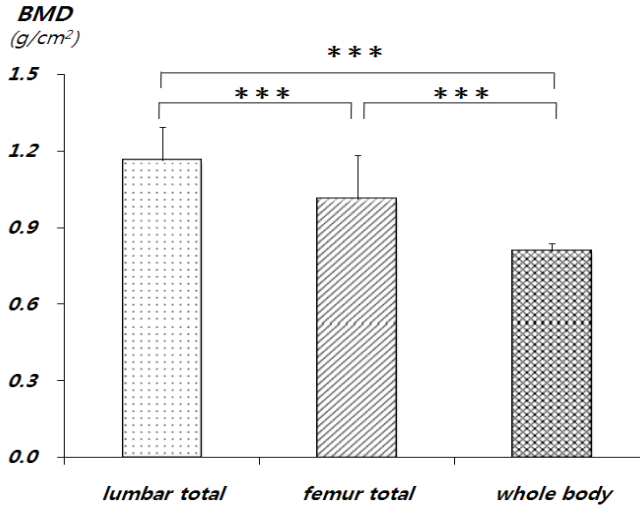


그림 48. 21세의 부위별 전신 골밀도 변화

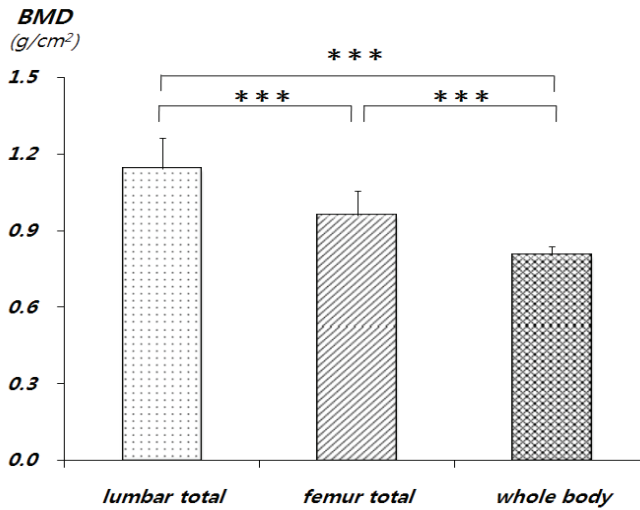


그림 49. 22세의 부위별 전신 골밀도 변화

4) 상관분석

신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계 분석 결과는 <표 30>에서 보는 바와 같이 연령을 제외한 모든 항목에서 정적 상관이 나타났다.

신체조성과 전신 골밀도의 상관관계 분석결과 weight($r=.413$, $p<.01$) 이 가장 높았고 SMM($r=.391$, $p<.01$), fat free mass($r=.391$, $p<.01$), fat mass($r=.323$, $p<.01$), WHR($r=.238$, $p<.01$), %body fat($r=.178$, $p<.01$)의 순서로 유의한 상관이 나타났다.

신체조성과 전신 골무기질량의 상관관계 분석결과 weight와 SMM($r=.729$, $p<.01$)이 가장 높았고 fat free mass($r=.677$, $p<.01$), fat mass($r=.524$, $p<.01$), height($r=.460$, $p<.01$), %body fat($r=.239$, $p<.01$), WHR($r=.210$, $p<.01$)의 순서로 유의한 상관이 나타났다.

표 30. 여대생의 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과

Variables	Height (cm)	Weight (kg)	SMM (kg)	Fat mass (kg)	Free fat mass (kg)	%Body fat (%)	WHR
BMD	0.072	0.413**	0.391**	0.323**	0.369**	0.178**	0.238**
BMC	0.460**	0.729**	0.729**	0.524**	0.677**	0.239**	0.210**
Height	1	0.458**	0.630**	0.152**	0.553**	-0.136*	-0.335**
Weight		1	0.859**	0.857**	0.784**	0.545**	0.484**
SMM			1	0.474**	0.892**	0.049	0.020
Fat mass				1	0.450**	0.894**	0.815**
Free fat mass					1	0.074	0.034
%Fat mass						1	0.906**
WHR							1

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

5) 회귀분석

여대생(20.50±1.49yrs)의 골밀도 및 골무기질량의 추정식은 전체인원 (n=194명)을 대상으로 원점수를 이용하여 산출하였으며 이에 대한 결과는 <표 31, 32>에서 보는 바와 같다.

(1) 전신 골밀도 추정식

전신 골밀도 추정식은 원점수를 이용하여 산출하였으며, 결과는 <표 31>에서 보는 바와 같다. 여자대학생 350명의 height, weight, age, SMM, fat mass 및 WHR 중 골밀도를 반영하는 지표는 weight, height, SMM, WHR이었고, 이 네가지 지표를 이용한 전신골밀도 추정식은 23.2%의 설명력을 나타냈다($R^2=0.232$, $SEE=0.064$).

표 31. 전신 골밀도의 다중회귀분석 결과

Variables	Equation	R^2	SEE
Equation 1	$Y=0.857+0.005*(X1)$	.171	.066
Equation 2	$Y=1.164+0.005*(X1)+(-0.002)*(X2)$	.189	.065
Equation 3	$Y=1.380+0.002*(X1)+(-0.004)*(X2)+0.011*(X3)$	.215	.064
Equation 4	$Y=0.466+(-0.005)*(X1)+(-0.002)*(X2)+0.025*(X3)+0.897*(X4)$	.232	.063
Equation 5	$Y=0.011+(-0.008)*(X1)+0.028*(X3)+1.206*(X4)$	.227	.064

X1=weight, X2=height, X3=SMM, X4=WHR, Y=BMD,
SEE=standard error of estimate

(2) 전신 골무기질량 추정식

전신 골무기질량의 추정식은 원점수를 이용하여 산출하였으며, 결과는 <표 32>에서 보는 바와 같다.

골무기질량을 가장 잘 반영하는 지표는 SMM, fat mass였고 이 두 가지 지표를 이용한 전신 골무기질량 추정식은 57.3%의 설명력을 나타냈다($R^2=0.573$, $SEE=194.6$).

표 32. 전신 골무기질량의 다중회귀분석 결과

Variables	Equation	R^2	SEE
Equation 1	$Y=623.459+85.318*(X1)$	.532	203.6
Equation 2	$Y=584.097+72.557*(X1)+18.327*(X2)$	.573	194.6

X1=SMM, X2=fat free mass, Y=BMC,
SEE=standard error of estimate

4. 논의

본 연구 피검자들의 신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계를 측정한 결과 weight, SMM, fat free mass에서 정적 상관을 보였으며, 이 요인들이 골밀도 측정에 중요한 요인이라는 것을 확인할 수 있었다.

weight이 증가할수록 골밀도가 증가한다는 사실은 잘 알려져 있으며 (Edelstein et al., 1993), weight이 골밀도와 갖는 관련에 대해서는 다음의 두 가지 가설이 일반적으로 받아들여지고 있다. 첫째 weight이 골 조직에 기계적인 자극을 주어 골형성을 촉진한다는 것이고, 둘째 weight의 한 구성성분인 fat mass는 부신 안드로겐에서 에스트로겐으로 말초 전환되는 장소로 기능하기 때문에 골 대사에 대한 에스트로겐의 작용을 강화시켜 골밀도에 영향을 줄 것이라는 가설이다(Reid IR., 1992). 위의 두 가지 가설 중 어느 것도 현재까지 결정적인 근거로 뒷받침되고 있지는 않다. 또한 골밀도에 미치는 영향이 weight의 구성 성분 중에서 fat mass에 기인하는 바가 큰 것인지 아니면 fat free mass, 즉 근육량에 의한 영향이 큰 것인지 아직 분명하지 않다.

이경미 등(1993)의 연구에 의하면 fat mass와 골밀도는 양의 상관관계를 보였으나 다중회귀분석을 하였을 때 제지방량과 골밀도는 상관관계가 없는 것으로 보고하였고, Reid et al.(1992)의 연구에서 weight와 골밀도와의 상관관계는 fat mass와 골밀도와의 상관계수와 거의 일치하였고, 총 골무기질량이 height, weight, 지방과 상관관계가 있다고 하여, fat mass와의 관련성을 보고하였다.

한편 Sowers et al.(1992)은 적은 근육량이 낮은 골밀도의 위험인자이며, 고지방량은 근육량이 충분할 때 골밀도를 유지하는 효과가 있다

고 하였으며, Nicholas et al.(1995)에 따르면 국소 부위의 fat free mass만이 골밀도의 유일한 예측인자로서, 이는 지방량보다 골밀도와의 상관관계가 크다고 하였다.

즉 SMM과 fat free mass 증가를 통한 weight의 증가가 골밀도에 있어 더 중요한 요인이라고 제시하여 골밀도 예방에 있어 운동을 통한 근육량 증가에 대한 필요성에 대한 설득력을 더하고 있다.

신체활동의 증가로 인한 체력의 증가는 골량의 증대, 골강도, 골밀도 향상에 기여하고 운동은 젊은 사람들의 최대 골밀도를 유지하기 위한 최상의 방법이며 나이가 들어가면서 일어날 수 있는 골절의 위험 감소를 위해 적절한 골밀도를 유지시켜준다고 밝혔다(Smith et al., 1991).

여대생의 골밀도 추정식의 개발은 자신의 골밀도를 예측할 수 있는 지표로 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 우리나라에서 발표한 골밀도 추정식에 대한 선행연구들을 살펴보면 여중생을 대상으로 한 연구에서는 골격근량, 연령, 신체질량지수를 이용하여 전신 골밀도를 예측한 공식을 제안하여 약 45%, SMM, age, %body fat을 이용하여 전신 골무기질량을 예측한 공식에선 약 71%의 설명력을 나타냈으며(김아람 등, 2008), 폐경기 여성들을 대상으로 한 연구에서 이강우 등(2004)은 weight, fat free mass, 체표면적을 이용해 전신 골밀도와 골무기질량의 공식을 제안하였는데 각각 약 40%, 50%의 설명력을 나타냈다.

본 연구에서는 여대생을 위한 전신 골밀도와 전신 골무기질량을 예측한 결과 각각 22%, 57%로 나타나 전신 골밀도는 다소 낮은 설명력을 보였지만 골무기질량은 선행연구와 비슷한 결과로 나타낸 것을 알 수 있다. 이러한 추정식의 개발은 청년기 여대생의 골량 측정의 기초자료를 제공하여 골다공증 예방에 유용하게 이용될 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 S여자대학교에 재학 중인 여대생을 대상으로 신체조성과 골밀도를 측정하여 여대생의 골밀도에 미치는 요인을 파악하여 골밀도 추정식을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 신체조성의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과 유의한 차이가 없었다.
2. 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과 lumbar 1~4, lumbar total은 연령별 유의한 차이가 없었으며, femur neck은 $F(3, 346)=5.08(p<.001)$, femur total은 $F(3, 346)=3.27(p<.05)$ 로 연령에 따른 유의한 차이가 있었으나, femur troch은 유의한 차이가 없었다. 그리고 whole body BMD, whole body BMC는 연령별 유의한 차이가 없었다.
3. 연령에 따른 부위별 평균 비교 분석 결과 요추부위의 19세는 $F(4, 410)=7.03(p<.001)$, 20세는 $F(4, 630)=11.34(p<.001)$, 21세는 $F(4, 295)=5.10(p<.01)$, 22세는 $F(4, 393)=11.08(p<.001)$ 로 요추 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 대퇴부위 19세는 $F(2, 246)=75.03(p<.001)$, 20세는 $F(2, 378)=18.39(p<.001)$, 21세는 $F(2, 177)=27.74(p<.01)$, 22세는 $F(2, 237)=85.98(p<.001)$ 로 대퇴 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. 전체 부위별 골밀도 19세는 $F(2, 246)=254.44(p<.001)$, 20세는 $F(2, 378)=388.01(p<.001)$, 21세는 $F(2, 177)=122.15(p<.01)$, 22세는 $F(2, 236)=277.01(p<.001)$ 로 전체 부위별 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.
4. 신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관분석 결과 fat

mass, fat free mass, BMI, weight에서 유의한 상관이 있었다 ($p < .01$).

5. whole body BMD의 추정식은 $0.466 + (-0.005) * (\text{weight}) + (-0.002) * (\text{height}) + 0.025 * (\text{SMM}) + 0.897 * (\text{WHR})$ 이며 ($R^2 = 0.232$, $SEE = 0.064$), 약 23%의 설명력을 나타냈으며, whole body BMC의 추정식은 $584.097 + 72.557 * (\text{SMM}) + 18.327 * (\text{fat free mass})$ 이며 ($R^2 = 0.573$, $SEE = 194.6$) 약 57%의 설명력을 나타냈다.

이상의 결과를 종합한 결과 여대생의 골밀도 측정 및 추정식의 개발은 최대골밀도를 평가할 수 있고 지표로 유용하게 이용될 수 있다. 또한 골밀도 관련 질환 예방을 위한 운동 프로그램이나 개인의 건강을 객관적으로 평가하는 자료로 활용할 수 있을 것으로 예측되며, 보다 정확한 골밀도 추정을 위하여, 다양한 변인들이 포함된 연구가 필요한 것으로 사료된다.

V. 신체조성과 골밀도의 상관관계를 통한 제지방량의 중요성 (연구과제Ⅲ)

1. 연구의 필요성

골다공증은 골량의 감소와 골 조직의 미세한 구조를 변화시켜 골이 취약하게 되어 2차적으로 골절이 발생하거나 골절의 위험성이 증가하는 병으로 세계보건기구는 골다공증을 “골량의 감소와 미세구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로, 결과적으로 뼈가 약해져서 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환”으로 정의하고 있으며(Kanis, 1994; WHO, 1994), 미국국립보건원에서는 이를 축약하여 “골강도의 약화로 골절의 위험성이 증가하게 되는 질환”으로 규정하였다(national institutes of health: NIH, 2001).

이러한 골다공증의 발병 요인에는 식사 습관, 호르몬, 연령, 인종, 성별, 경제수준, 신체 활동량 등의 여러 요인이 관여한다고 보고하고 있으며(Lane & Vigorita, 1984), 체질량 지수, 체중 부하, 알코올, 흡연, 카페인, 생활습관과 호르몬이 많은 영향을 미친다고도 보고되고 있다(Bess, 1996).

1980년대 이중 에너지 방사선 흡수 측정법의 발명 이후, weight와 골밀도의 관련성이 지속적으로 확인되고 있으며(Douchi et al., 2002; Morita et al., 2006), 많은 연구에서 weight의 증가가 골다공증의 위험을 감소시킨다고 알려져 있고(Edelstein et al., 1993), 그 중 weight,

fat mass, fat free mass가 골밀도와 연관이 있다고 보고하고 있다.

fat mass와 골밀도의 관련성에 대해서는 fat mass가 높을수록 골밀도가 높다는 연구가 주종을 이루다가(Chen et al., 1997; Reid et al., 1992) 최근에는 fat mass가 가지는 물리적 하중부하를 보정하면 fat mass가 높을수록 골밀도가 낮다는 의견이 조심스럽게 제시되고 있다. Zhao et al.(2007)은 서구인 4,489명과 중국인 1,988명을 대상으로 남성과 여성 모두에서 같은 weight을 가진 경우 %body fat가 높아질수록 골밀도가 감소한다고 하였으며, 13,970명의 중국인을 대상으로 한 다른 연구에서도 %body fat가 증가할수록 골다공증성 골질 위험도가 높아짐이 확인되었다(Hsu et al., 2006). 반면, 근육량 또는 fat free mass와 골밀도의 관련성은 비교적 일관성 있게 나타나고 있으며(Douchi et al., 2003; Wang et al., 2005) 최근에는 근육량보다 근력이 중요하다는 견해가 대두되고 있다(Gerdhem et al., 2003; Sirola et al., 2006).

그러나 아직까지 신체 조성의 어느 요인이 골밀도에 영향을 미치는지 명확하지 않아 골밀도 수준에 따른 신체조성 성분과의 상관관계를 조사할 필요가 있다.

이에 본 연구의 목적은 여대생의 골밀도 수준에 따른 신체조성과 골밀도의 상관관계를 통해 신체조성의 어느 요인이 보다 더 골밀도와 관련이 있는지 평가하여 운동 처방에 필요한 과학적인 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 방법

1) 연구 대상

본 연구는 S시 S여자대학교에 재학 중인 건강한 20대 여대생 170명을 대상으로 선정하였으며, 연구 대상자의 신체적 특성은 <표 33>과 같다.

선정된 대상자들은 설문지와 기초의학 검사를 통해 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하거나 호르몬 요법을 받는 자, 심혈관 질환이 있는 자, 흡연이나 음주를 상습 하는 자를 제외하였으며, 골밀도 측정 후 WHO 기준을 참고하여 T-Score가 -2.5에서 -1.0일 경우 골감소군, -1.0에서 0이하일 경우 낮은 정상군, 0이상일 경우 정상군으로 분류하였다.

표 33. 연구 대상자의 신체적 특징

Variables	-2.5<T<-1.0 (n=37)	-1.0<T<0 (n=66)	T<0 (n=68)	Total (n=170)
Age (yr)	21.43 ± 1.28	21.27 ± 1.33	21.74 ± 1.64	21.49 ± 1.46
Weight (kg)	50.66 ± 4.59	54.35 ± 6.78	55.47 ± 6.55	54.00 ± 6.50
Height (cm)	161.86 ± 4.89	162.21 ± 5.36	162.02 ± 4.99	162.06 ± 5.09
BMI (kg/m ²)	19.53 ± 1.50	20.83 ± 2.12	21.25 ± 2.31	20.72 ± 2.17

M ± *SD*, T: T-score

2) 연구 기간 및 절차

본 연구의 기간 및 절차는 <표 34>에 제시한 바와 같다.

표 34. 연구 절차

Procedure	Duration
Design and Planning	2008. 06 ~ 2008. 08
Literature Review	2008. 08 ~ 2008. 10
Contact Subject	2008. 10 ~ 2008. 11
Measurements	2008. 11 ~ 2009. 07
Data Analysis	2009. 07 ~ 2009. 08
Writing Dissertation	2009. 08 ~ 2009. 11

3) 실험 설계

본 연구의 대상자는 골밀도 측정 후 WHO 기준을 참고하여 T-Score가 -2.5에서 -1.0일 경우 골감소군, -1.0에서 0이하일 경우 낮은 정상군, 0이상일 경우 정상군으로 분류하였다.

신체조성과의 상관관계를 규명하기 위하여 <그림 50>과 같이 실험설계를 하였다.

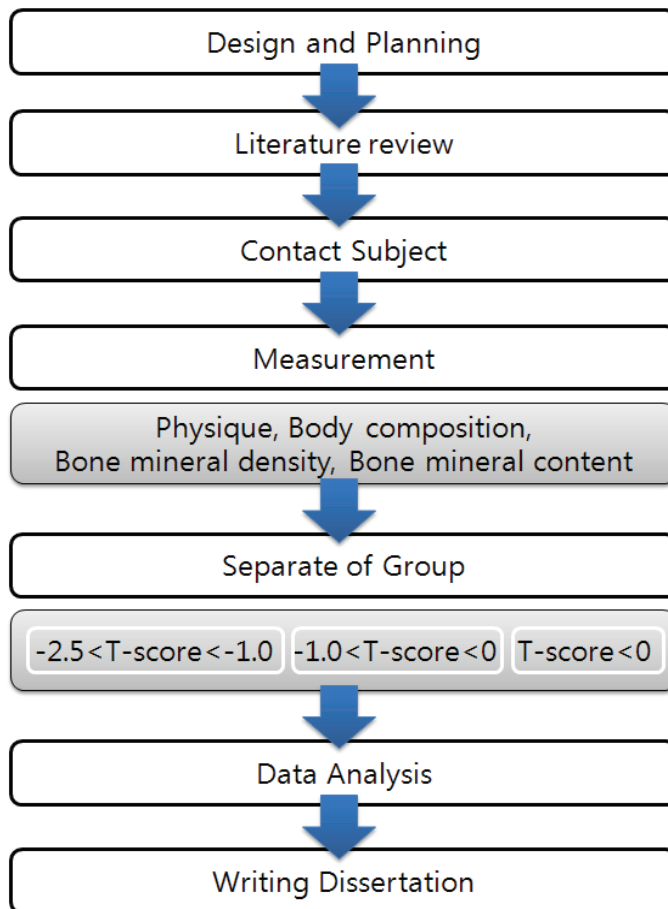


그림 50. 실험 설계

4) 측정 장비

본 연구에 사용된 측정 장비는 <표 35>에 제시한 바와 같다.

표 35. 측정 장비

Variables	Model (Company, Nation)	Part of Measurement
Physique	GM-1000 (neoGMTEC, Korea)	Height, Weight
Body composition	Inbody 4.0 (Biospace Co, Korea)	%Body fat, Fat mass, Fat free mass, Skeletal muscle mass, Body mass index, WHR
Bone density	Prodigy (GE, USA)	Bone mineral density, Bone mineral Content

5) 측정 항목 및 방법

(1) 체격측정(physique)

신장은 디지털 신장계(neoGMTEC)를 이용하여 피험자에게 눈과 턱이 수평위치와 직립 자세를 취하게 한 후, 발바닥에서 두 정점까지의 수직거리를 측정하였다. 또한 체중은 탈의한 후 체중계의 중앙에 오도록 하고 기록은 소수점 한자리까지, 단위는 kg으로 기록하였다.

(2) 신체조성(body composition)

신체조성 측정은 다주파수 임피던스기기(Inbody 4.0, Biospace Co.)를 이용하여 %body fat(%), fat mass(kg), fat free mass(kg), skeletal muscle mass(kg), BMI(kg/m²) 그리고 WHR 등을 측정하였다. 운동이나 동적인 업무를 하기 전에 상온(20~25°C)에서 체내의 잔여물을 제거한 후에 측정하였으며, 체중기록은 신장, 성별 및 연령을 입력하고, 양손으로 손잡이 부분을 손가락 4개 모두가 아래쪽 전극의 표면에 고르게 닿도록 하고, 엄지를 가볍게 엄지전극에 올려놓고 맨발바닥은 뒤꿈치를 먼저 접촉시킨 후 고르게 전극에 접촉되도록 했다. 겨드랑이 사이가 서로 맞닿지 않도록 약 15°가량 벌리며 측정하는 동안 신체에 힘을 주지 않고 편안하게 자세를 유지한 후 똑바로 선 자세로 약 2분간 측정하였다.

(3) 골밀도(bone mineral density)

골밀도의 측정은 dual energy X-ray absorptiometry((Lunar prodigy, GE)를 이용하여 lumbar 1~4(g/cm^2), lumbar total(g/cm^2), femur neck(g/cm^2), femur troch(g/cm^2), femur total(g/cm^2), whole body BMD(g/cm^2), whole body BMC(g)을 측정하였으며, 피험자는 엑스레이 감쇄물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고 가벼운 복장으로 scanning table에 곧게 누운 자세를 취하도록 하였다.

피험자를 center line에 맞춰 눕힌 다음, 피검자의 머리와 top line 사이에 1~2cm 정도 간격을 두고, 양손을 쭉 펴고 손가락을 붙이도록 하였다. 또한 피검자가 움직이는 것을 방지하기 위해 두 개의 straps로 무릎과 발목을 고정시키고 약 10분간 측정하였다. 측정단위는 소수점 넷째 자리에서 반올림하여 셋째자리까지 표기하였다.

6) 자료 처리

모든 자료 처리는 SPSS win(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하였으며, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 골밀도와 신체조성의 모든 수치는 평균과 표준편차를 산출하였다.
- 2) 각 변인간의 상관관계를 알아보기 위해 pearson의 상관분석(pearson's correlation)을 실시하였다.
- 3) 골밀도 수준에 따른 평균비교는 one-way ANOVA를 사용하였고, 사후검증은 shaffe 사후검증을 사용하였다.
- 4) 모든 통계적 유의 수준(α)은 .05로 설정하였다.

3. 연구 결과

본 연구는 S시에 거주하는 여대생(21.49±1.46yrs)을 대상으로 골밀도 수준(-2.5<T<-1.0, -1.0<T<0, T<0)에 따라 신체조성과 부위별 골밀도를 측정하여, 신체조성과 골밀도의 상관관계를 통해 신체조성의 어느 요인이 골밀도와 관련이 있는지 평가하기 위해 골밀도 수준별 신체조성, 부위별 골밀도량을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 신체조성

골밀도 수준에 따른 신체조성의 평균 비교 분석 결과는 <표 36, 37>, <그림 51~58>에서 제시한 바와 같다.

표 36. 여대생 골밀도 수준별 신체조성 결과

Variables	Bone mineral density levels		
	-2.5<T<-1.0	-1.0<T<0	T<0
Height(cm)	161.91 ± 4.92	162.20 ± 5.43	162.02 ± 5.01
Weight(kg)	51.12 ± 4.49	54.83 ± 6.85	55.80 ± 6.60
SMM(kg)	18.73 ± 2.11	19.69 ± 2.30	20.47 ± 2.38
Fat mass(kg)	14.40 ± 2.44	16.68 ± 4.25	16.51 ± 4.15
Fat free mass(kg)	36.74 ± 3.12	38.15 ± 3.40	39.31 ± 3.51
BMI(kg/m ²)	19.53 ± 1.50	20.83 ± 2.12	21.25 ± 2.31
%Body fat(%)	28.06 ± 3.35	30.07 ± 4.03	29.23 ± 4.57
WHR	0.79 ± 0.03	0.81 ± 0.03	0.81 ± 0.04

M ± *SD*, T: T-score

표 37. 여대생 골밀도 수준별 신체조성의 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Height (cm)	BG	3.02	2	1.51	0.06	NS
	WG	4396.64	168	26.17		
	Total	4399.66	170			
Weight (kg)	BG	566.26	2	283.13	7.18**	a<b
	WG	6622.63	168	39.42		
	Total	7188.90	170			
SMM (kg)	BG	73.53	2	36.76	6.98**	a<c
	WG	885.44	168	5.27		
	Total	958.96	170			
Fat mass (kg)	BG	140.35	2	70.17	4.63*	a<b
	WG	2543.81	168	15.14		
	Total	2684.15	170			
Fat free mass (kg)	BG	159.86	2	79.93	6.96**	a<c
	WG	1929.83	168	11.49		
	Total	2089.69	170			
BMI (kg/m ²)	BG	72.31	2	36.15	8.31***	a<b
	WG	730.95	168	4.35		
	Total	803.26	170			
%Body fat (%)	BG	96.36	2	48.18	2.83	a<b
	WG	2862.48	168	17.04		
	Total	2958.85	170			
WHR	BG	0.01	2	0.00	3.45*	a<b
	WG	0.19	168	0.00		
	Total	0.20	170			

* $p < .05$, ** $p < .01$, BG: between group, WG: within group

a: Osteopenia

b: Lower normal bone mineral density

c: Normal bone mineral density

weight은 $F(2, 168)=7.18(p<.001)$, SMM은 $F(2, 168)=6.98(p<.001)$, fat mass는 $F(2, 168)=4.63(p<.01)$, fat free mass는 $F(2, 168)=6.96(p<.001)$, BMI는 $F(2, 168)=8.31(p<.001)$, WHR은 $F(2, 168)=3.45(p<.05)$ 로 골밀도 수준에 따라 유의한 차이가 있었으나 height는 유의한 차이가 없었다.

신체조성에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 37>과 같다.

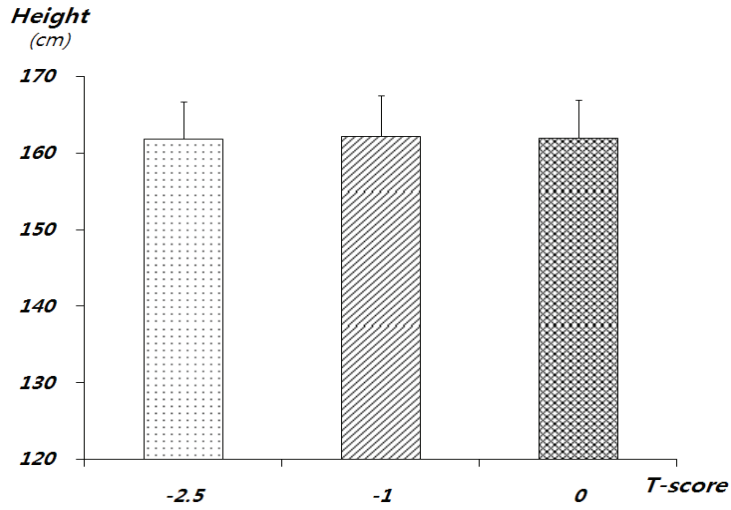


그림 51. 여대생의 골밀도 수준별 신장 비교

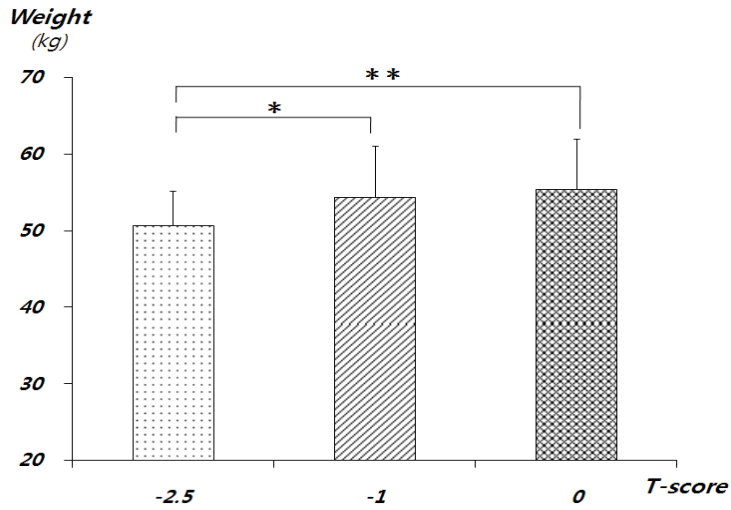


그림 52. 여대생의 골밀도 수준별 체중 비교

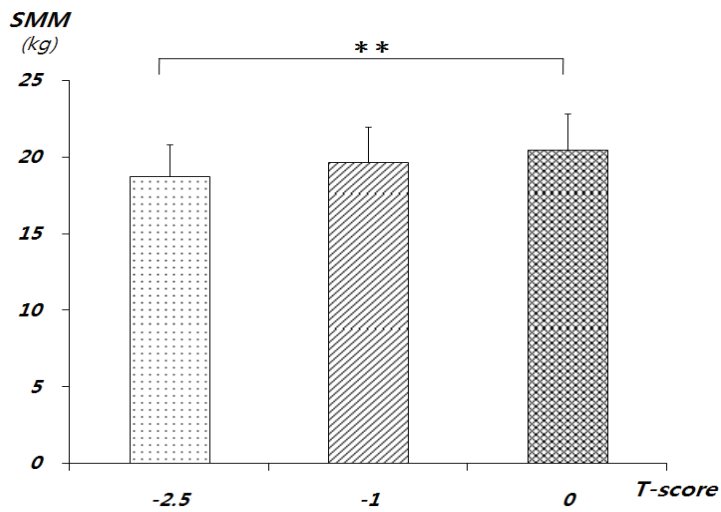


그림 53. 여대생의 골밀도 수준별 골격근량 비교

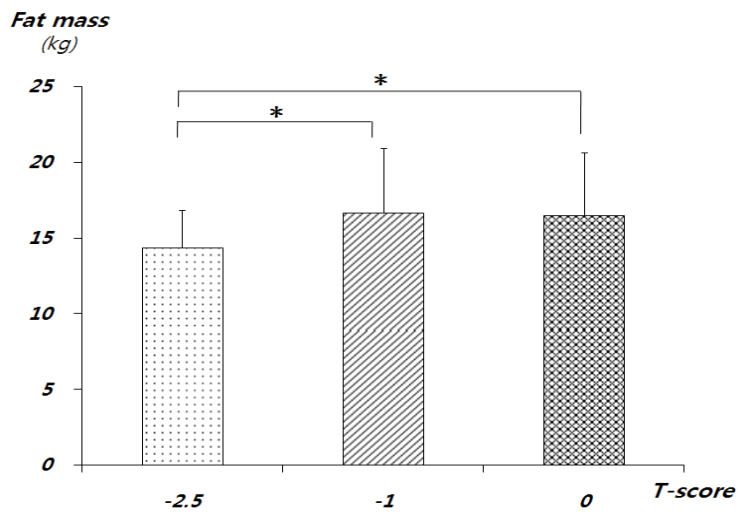


그림 54. 여대생의 골밀도 수준별 체지방량 비교

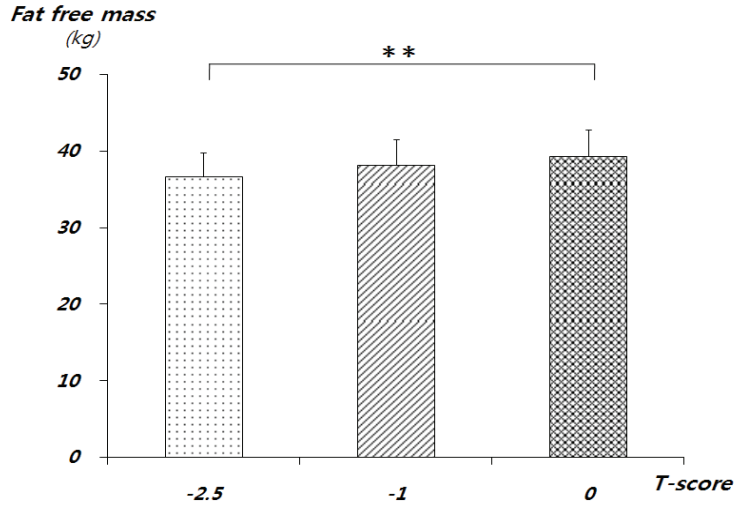


그림 55. 여대생의 골밀도 수준별 제지방량 비교

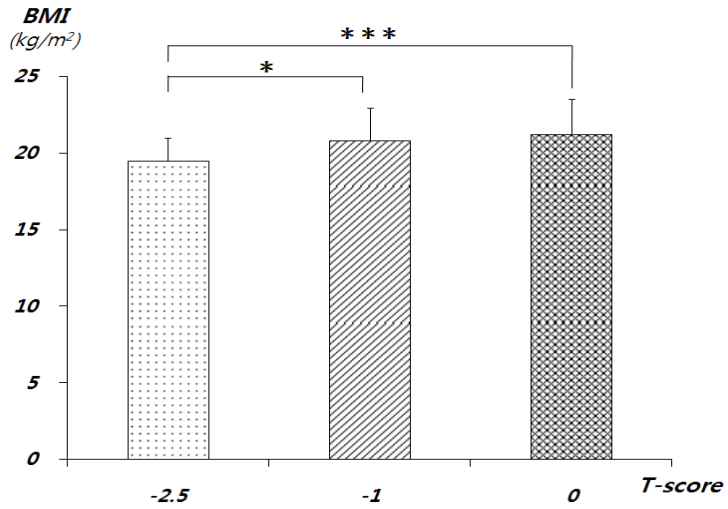


그림 56. 여대생의 골밀도 수준별 신체질량지수 비교

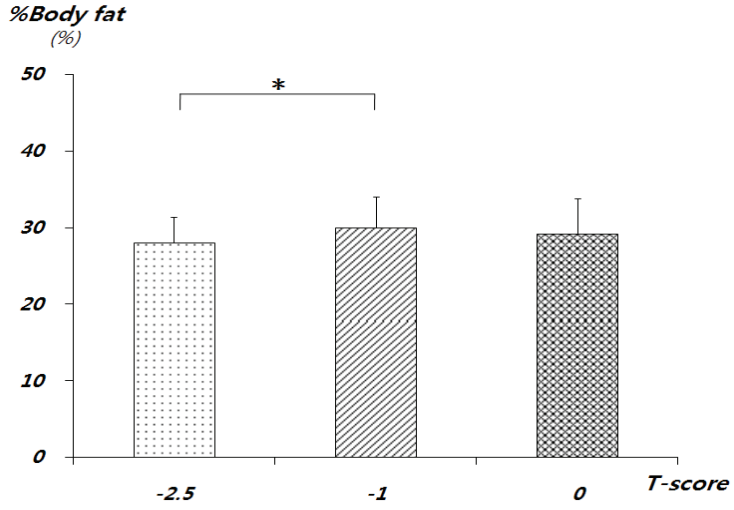


그림 57. 여대생의 골밀도 수준별 체지방률 비교

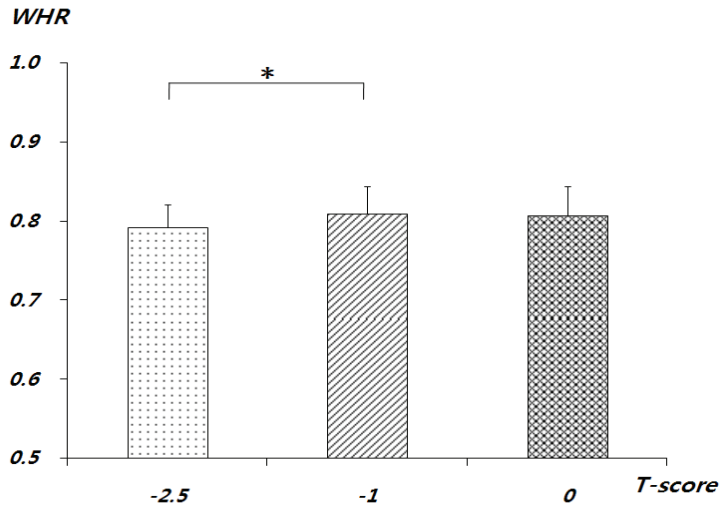


그림 58. 여대생의 골밀도 수준별 복부지방률 비교

2) 부위별 골밀도

(1) 부위별 요추 골밀도

골밀도 수준에 따른 부위별 요추 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 38, 39>, <그림 59~63>에서 제시한 바와 같다.

표 38. 여대생 골밀도 수준별 요추 부위별 골밀도 결과

Variables	Bone mineral density levels		
	-2.5<T<-1.0	-1.0<T<0	T<0
Lumbar 1(g/cm ²)	0.957 ± 0.088	1.054 ± 0.092	1.152 ± 0.096
Lumbar 2(g/cm ²)	1.026 ± 0.167	1.105 ± 0.085	1.223 ± 0.094
Lumbar 3(g/cm ²)	1.063 ± 0.084	1.161 ± 0.085	1.282 ± 0.100
Lumbar 4(g/cm ²)	1.038 ± 0.098	1.116 ± 0.083	1.237 ± 0.145
Lumbar total(g/cm ²)	1.018 ± 0.082	1.110 ± 0.075	1.224 ± 0.094

M ± *SD*, T: T-score

표 39. 여대생 골밀도 수준별 요추골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Lumbar 1 (g/cm ³)	BG	0.93	2	0.47	54.32***	a<b
	WG	1.40	163	0.01		a<c
	Total	2.33	165			b<c
Lumbar 2 (g/cm ³)	BG	1.03	2	0.52	42.15***	a<b
	WG	2.06	168	0.01		a<c
	Total	3.09	170			b<c
Lumbar 3 (g/cm ³)	BG	1.24	2	0.62	74.74***	a<b
	WG	1.39	168	0.01		a<c
	Total	2.63	170			b<c
Lumbar 4 (g/cm ³)	BG	1.05	2	0.52	40.00***	a<b
	WG	2.20	168	0.01		a<c
	Total	3.24	170			b<c
Lumbar total (g/cm ³)	BG	1.07	2	0.54	75.02***	a<b
	WG	1.16	162	0.01		a<c
	Total	2.23	164			b<c

*** $p<.001$, BG: between group, WG: within group

a: Osteopenia

b: Lower normal bone mineral density

c: Normal bone mineral density

lumbar 1은 $F(2, 163)=54.32$, lumbar 2은 $F(2, 168)=42.15$, lumbar 3은 $F(2, 168)=74.74$, lumbar 4은 $F(2, 168)=40.00$, lumbar total은 $F(2, 162)=75.02$ 로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다($p<.001$).

부위별 요추 골밀도에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 39>과 같다.

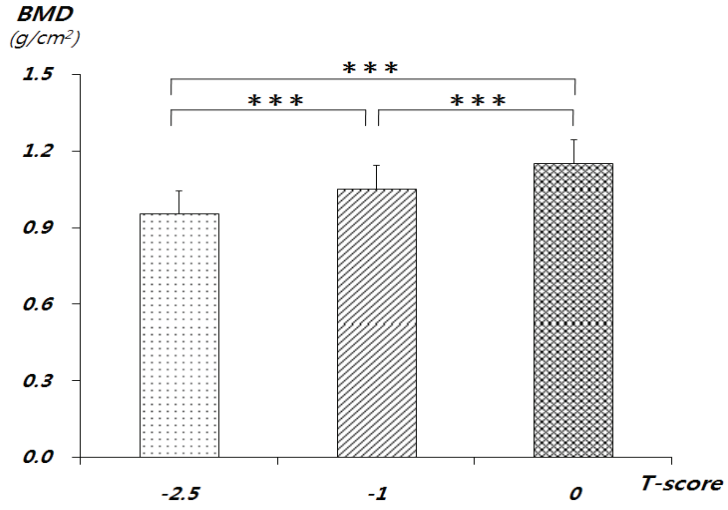


그림 59. 여대생의 골밀도 수준별 요추 1번 골밀도 비교

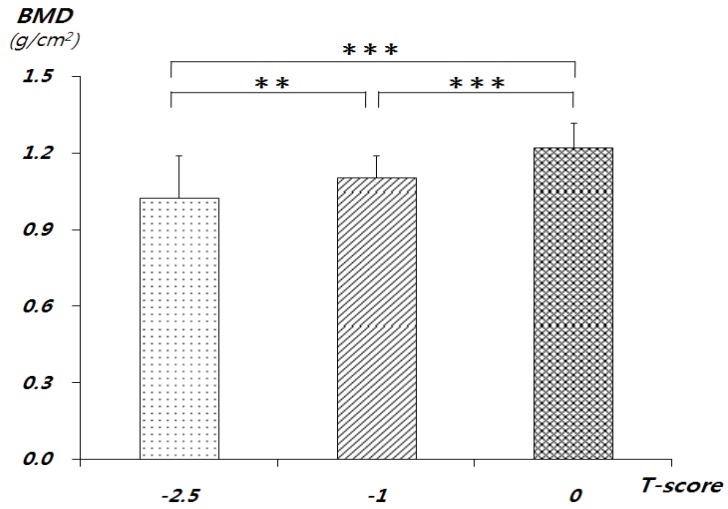


그림 60. 여대생의 골밀도 수준별 요추 2번 골밀도 비교

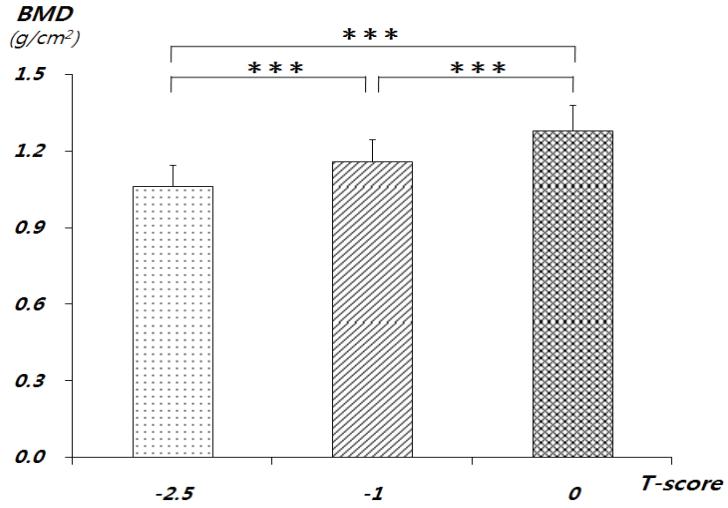


그림 61. 여대생의 골밀도 수준별 요추 3번 골밀도 비교

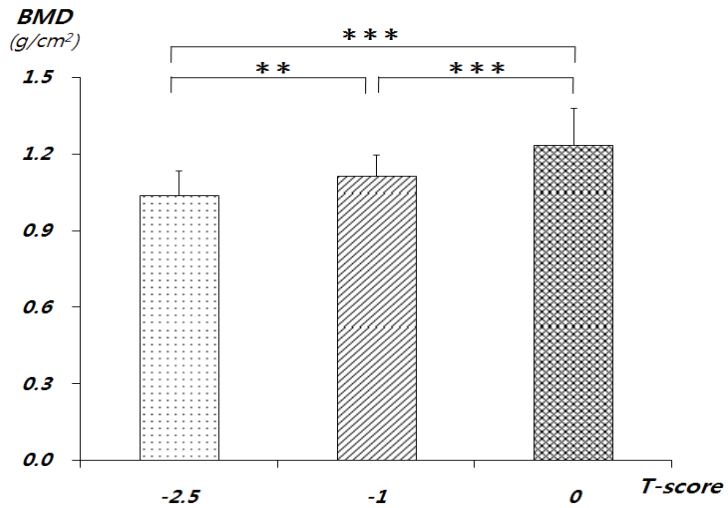


그림 62. 여대생의 골밀도 수준별 요추 4번 골밀도 비교

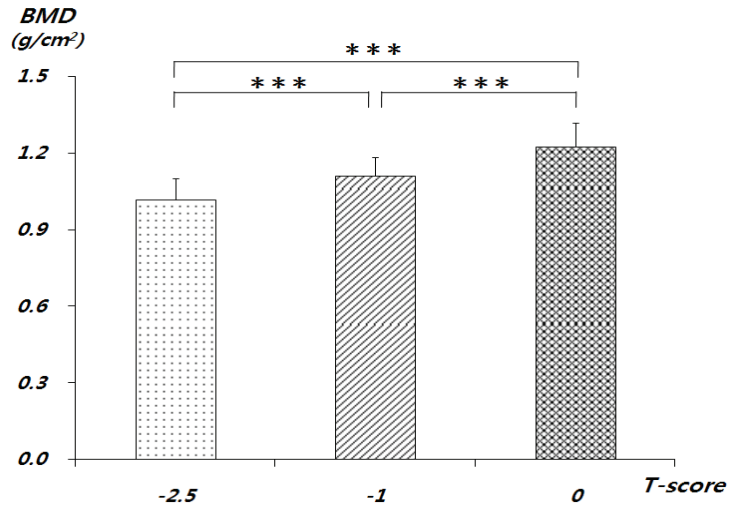


그림 63. 여대생의 골밀도 수준별 요추전체 골밀도 비교

(2) 부위별 대퇴 골밀도

골밀도 수준에 따른 부위별 대퇴 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 40, 41>, <그림 64~66>에서 제시한 바와 같다.

표 40. 여대생 골밀도 수준별 대퇴 부위별 골밀도 결과

Variables	Bone mineral density levels		
	-2.5<T<-1.0	-1.0<T<0	T<0
Femur neck(g/cm ³)	0.844 ± 0.068	0.934 ± 0.081	1.022 ± 0.086
Femur troch(g/cm ³)	0.652 ± 0.080	0.723 ± 0.064	0.848 ± 0.195
Femur total(g/cm ³)	0.852 ± 0.070	0.948 ± 0.065	1.064 ± 0.129

M ± *SD*, T: T-score

표 41. 여대생 골밀도 수준별 대퇴골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Femur neck (g/cm ³)	BG	0.79	2	0.39	60.64***	a<b
	WG	1.09	168	0.01		a<c
	Total	1.88	170			b<c
Femur troch (g/cm ³)	BG	1.04	2	0.52	28.79***	a<b
	WG	3.05	168	0.02		a<c
	Total	4.09	170			b<c
Femur total (g/cm ³)	BG	1.14	2	0.57	61.39***	a<b
	WG	1.56	168	0.01		a<c
	Total	2.70	170			b<c

*** $p < .001$, BG: between group, WG: within group

a: Osteopenia

b: Lower normal bone mineral density

c: Normal bone mineral density

femur neck은 $F(2, 168)=60.64$, femur troch은 $F(2, 168)=28.79$, femur total은 $F(2, 168)=61.39$ 로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다($p < .001$). 부위별 대퇴 골밀도에서 통계적으로 유의한 차이를 보이는 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 41>과 같다.

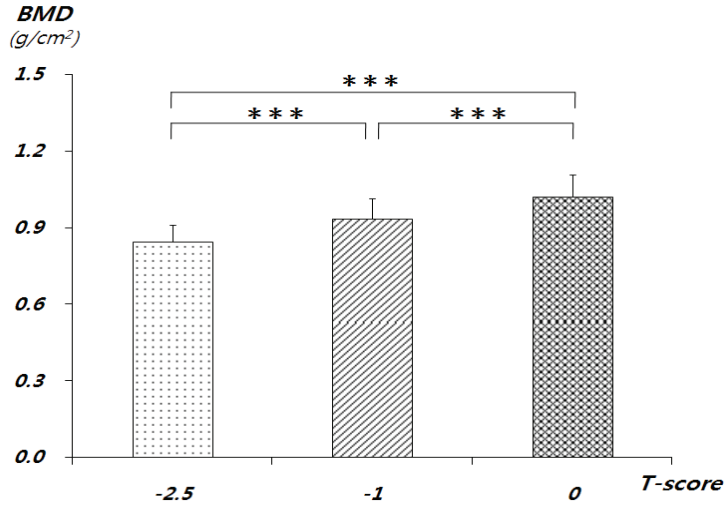


그림 64. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 경부 골밀도 비교

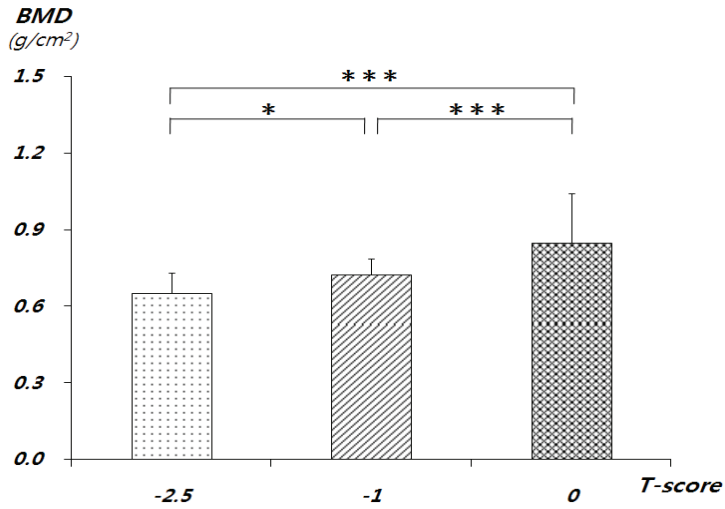


그림 65. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 전자 골밀도 비교

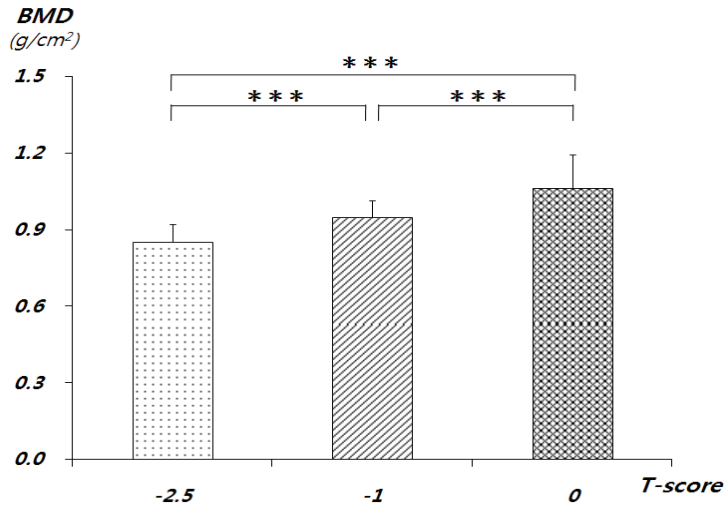


그림 66. 여대생의 골밀도 수준별 대퇴 전체 골밀도 비교

(3) 전신 골밀도와 전신 골무기질량

골밀도 수준에 따른 전신 골밀도와 전신 골무기질량 평균 비교 분석 결과는 <표 42, 43>, <그림 67, 68>에서 제시한 바와 같다.

표 42. 여대생 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과

Variables	Bone mineral density levels		
	-2.5<T<-1.0	-1.0<T<0	T<0
Whole body BMD(g/cm ³)	1.012 ± 0.031	1.088 ± 0.019	1.175 ± 0.058
Whole body BMC(g)	2021.57 ± 154.77	2252.68 ± 186.67	2497.40 ± 219.08

M ± *SD*, T: T-score

표 43. 여대생 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
Whole body BMD (g/cm ³)	BG	0.67	2	0.33	201.57	a<b
	WG	0.28	168	0.00		a<c
	Total	0.95	170			b<c
Whole body BMC (g)	BG	5665806.82	2	2832903.41	75.03	a<b
	WG	6343129.97	168	37756.73		a<c
	Total	12008936.78	170			b<c

BG: between group, WG: within group

a: Osteopenia

b: Lower normal bone mineral density

c: Normal bone mineral density

whole body BMD는 $F(2, 168)=201.57$, whole body BMC은 $F(2, 168)=75.03$ 으로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다($p<.001$).

whole body BMD, whole body BMC의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석을 위한 사후검정 결과는 <표 43>과 같다.

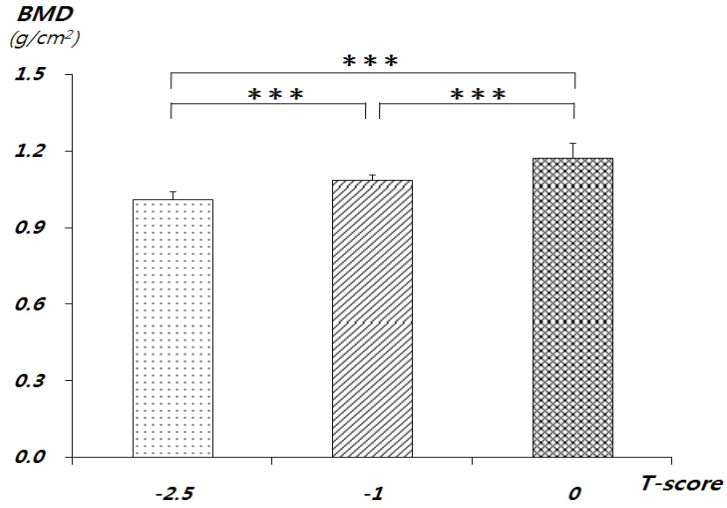


그림 67. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골밀도 비교

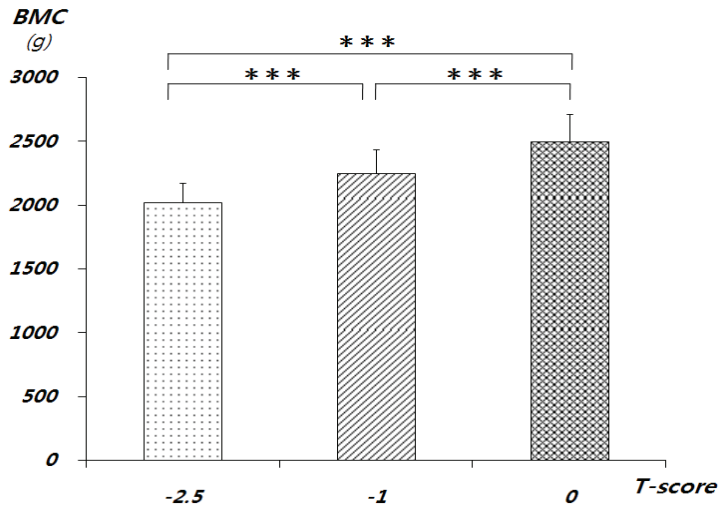


그림 68. 여대생의 골밀도 수준별 전신 골무기질량 비교

3) 상관분석

골밀도 수준에 따른 신체조성의 상관관계 분석 결과는 <표 44>에서 보는 바와 같다.

골감소군($-2.5 < T < -1.0$)에서 lumbar total은 WHR($r=.354$), femur total은 height($r=-.351$, $p<.05$), whole body는 WHR($r=.228$)에서 상관을 보였으며, 낮은 정상군($-1.0 < T < 0$)에서 lumbar total은 %body fat($r=.232$), femur total은 %body fat($r=.205$), whole body는 fat mass($r=.164$)와 상관을 보였지만 모든 항목에서 유의하진 않았다.

그리고 정상군($T < 0$)에서 lumbar total는 SMM($r=.178$), femur total은 fat free mass($r=.242$, $p<.05$), whole body는 SMM($r=.404$, $p<.01$)과 상관성을 보였다.

표 44. 여대생 골밀도 수준별 전신 골밀도 및 전신 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과

Variables	Height (cm)	Weight (kg)	SMM (kg)	Fat mass (kg)	Fat free mass (kg)	%Body fat (%)	WHR
Lumbar	-.277	.200	.043	.307	.045	.291	.354
-2.5<T<-1.0	-.351*	.023	-.024	.066	-.026	.062	.237
Total	-.171	.099	.102	.055	.102	.004	.228
Lumbar	-.078	.173	.106	.196	.105	.232	.165
-1.0<T<0	-.107	.130	.036	.183	.032	.205	.211
Total	.029	.154	.104	.164	.104	.130	.149
Lumbar	.051	.133	.178	.067	.176	-.010	.029
T<0	.090	.173	.241	.072	.242*	-.020	.040
Total	.127	.374**	.404**	.253*	.403**	.110	.162

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$, T: T-score

4. 논의

fat mass나 fat free mass에 따른 weight의 증가는 골에 기계적 자극을 가함으로써 골형성에 도움을 준다고 밝혀지고 있으나 두 가지 요인 중 어떤 것이 우선순위가 되어야 할지는 이견이 있다.

골밀도에 대한 신체조성의 효과를 설명하는 세 가지 가설에는 체중에 의한 자극, 근력, 호르몬이 있다.

fat이나 fat free mass에 따른 weight의 증가는 골에 기계적 자극을 가함으로써 골형성에 도움을 준다고 하였으며(Booth et al., 1994; Crisp et al., 1984; Haffner et al., 1992; Krolner et al., 1982), 복부지방은 아드레날 안드로겐(adrenal androgen)을 에스트로겐(estrogen)으로 전환하는 결과를 가져온다고 보고되고 있다(Bjorntorp et al, 1991; Reid et al., 1992; Sowers et al., 1992).

그리고 근 수축은 뼈에 국부적으로 집중된 자극을 주어 골형성을 가져오며(lanyon, 1984, 1992), fat free mass(lean body mass)의 주요 구성 요소 중의 하나인 근육의 수축력을 나타내는 근력은 골 무기질 상태를 나타내는 골밀도와 유의한 상관관계를 갖고 있어 골밀도를 예측하는 매우 중요한 인자로 보고되고 있다(Schoenau et al., 2000).

본 연구 대상자들의 신체조성 평균 비교 분석 결과 height는 골밀도 수준에 따라 유의한 차이는 나타나지 않았지만, 정상군이 골감소군에 비해 weight 8%, SMM 8%, fat mass 12%, fat free mass 7%, BMI 8%, %body fat 4%, WHR 3% 유의하게 높은 상태로 나타났으며, 골밀도 수준에 따른 신체조성과 상관관계 분석 결과 골밀도가 좋은 정상군에서 SMM, fat free mass와 양의 상관을 보였다.

세 그룹 중 골밀도가 가장 높은 정상군에서 골격근량과 제지방량의

유의한 상관관계를 보인다는 것은 신체에 기계적인 충격을 주는 fat free mass가 골밀도의 주요 결정요소라고 보고한 선행 연구들과 일치하며(Bakker et al., 2003; Douchi et al., 2003; Miller et al., 2004) fat free mass와 근육량의 증가를 통해 weight을 유지하는 것이 골밀도 향상에 중요하리라 사료되어진다.

아직까지 결론을 내리기는 어렵지만 지금까지 보고된 연구들을 종합해보면 다음과 같다.

첫째, 지방량과 근육량 모두 골에 기계적인 부하를 주어 골밀도를 증가시킨다. 단, 지방량의 경우는 지방이 가지는 물리적인 하중부하를 보정하면 골밀도에 나쁜 영향을 가질 가능성이 있다(Zhao et al., 2008). 둘째, 근육은 부가적으로 골접합부에 스트레인을 주어 “mechanostat” 이론에 따라 골밀도를 증가시키는 것으로 추정되며(Frost, 1987), 근육량이 골밀도에 미치는 영향은 부분적으로 근력 증가를 매개로 한다(Blain et al., 2001). 셋째, 지방과 근육은 호르몬대사를 통해서도 골대사에 영향을 미치는데, 지방세포는 여성호르몬, 렙틴, 아디포렙틴을 분비하고(Zhao et al., 2008), 근육의 경우는 안드로스테네디온을 에스트론으로 전환시켜(Matsumine et al., 1986) 골대사에 영향을 미친다.

이상에서 살펴본 것과 같이 본 연구의 결과에서도 여대생의 신체조성 중 fat free mass가 골밀도 상승에 많은 관련이 있는 것으로 나타났다.

따라서 여대생들의 과도한 %body fat을 낮추고 저체중을 적정 수준의 표준체중으로 회복하여 총 골량 획득을 도모할 수 있도록 적정한 신체조성 유지가 필요할 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구는 여대생을 대상으로 골밀도 수준에 따른 신체조성과 골밀도 분석을 통해 신체조성의 어느 요인이 보다 더 골밀도와 관련이 있는지 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 골밀도 수준에 따른 신체조성의 평균 비교 분석 결과 weight는 $F(2, 168)=7.18(p<.001)$, SMM은 $F(2, 168)=6.98(p<.001)$, fat mass는 $F(2, 168)=4.63(p<.01)$, free fat mass는 $F(2, 168)=6.96(p<.001)$, BMI는 $F(2, 168)=8.31(p<.001)$, WHR은 $F(2, 168)=3.45(p<.05)$ 로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다.
2. 골밀도 수준에 따른 부위별 요추 골밀도의 평균 비교 분석 결과 lumbar 1은 $F(2, 163)=54.32$, lumbar 2은 $F(2, 168)=42.15$, lumbar 3은 $F(2, 168)=74.74$, lumbar 4은 $F(2, 168)=40.00$, lumbar total은 $F(2, 162)=75.02$ 로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다 ($p<.001$).
3. 골밀도 수준에 따른 부위별 대퇴 골밀도의 평균 비교 분석 결과 femur neck은 $F(2, 168)=60.64$, femur troch은 $F(2, 168)=28.79$, femur total은 $F(2, 168)=61.39$ 로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다($p<.001$).
4. 골밀도 수준에 따른 전신 골밀도와 전신 골무기질량 평균 비교 분석 결과 whole body BMD는 $F(2, 168)=201.57$, whole body BMC은 $F(2, 168)=75.03$ 으로 골밀도 수준에 따른 유의한 차이를 보였다 ($p<.001$).
5. 골감소군($-2.5 < T < -1.0$)에서 lumbar total은 WHR($r=.354$), femur

total은 height($r=-.351$, $p<.05$), whole body는 WHR($r=.228$)에서 상관을 보였으며, 낮은 정상군($-1.0<T<0$)에서 lumbar total은 %body fat($r=.232$), femur total은 %body fat($r=.205$), whole body는 fat mass($r=.164$)와 상관을 보였지만 모든 항목에서 유의하진 않았다. 그리고 정상군($T<0$)에서 lumbar total는 SMM($r=.178$), femur total은 fat free mass($r=.242$, $p<.05$), whole body는 SMM($r=.404$, $p<.01$)과 상관성을 보였다.

20대 여성의 골감소증 비율이 높아지는 현재 골다공증의 예방책으로서 적절한 weight 유지는 골밀도를 건강하게 유지시키는데 가장 중요한 요인이라 생각되며 그 중 근육량을 통한 체지방량의 증대는 골밀도 증대에 중요한 역할을 하리라 생각되어진다.

VI. 중년여성의 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발 (연구과제Ⅳ)

1. 연구의 필요성

골다공증(osteoporosis)은 “골량의 감소와 미세구조의 이상을 특징으로 하는 전신적인 골격계 질환으로, 결과적으로 뼈가 약해져 부러지기 쉬운 상태가 되는 질환”으로 정의하고 있다(WHO, 1994; Kanis., 1994).

골량의 70% 가량은 골밀도에 의해 결정되는데, 이러한 골밀도는 골절위험과 밀접한 연관이 있어 골밀도가 10% 감소할 때마다 골절의 위험이 1.6~2.6배 증가하는 것으로 알려져 있다(Marshall et al., 1996).

골질량은 모든 연령층에서 두 요소에 의해 결정되는데 첫째는 노화로 인한 골의 상실이 시작되기 이전에 성취된 최고 골질량이고, 둘째는 골질량이 이미 상실된 양과 골상실이 시작된 기간이다(Riggs, 1987).

최근 골다공증을 유발하는 여러 요인들이 연구되고 있으며, 일반적으로 여성이 남성보다 뼈의 손실이 훨씬 빠르며, 여성의 경우 폐경으로 인해 골밀도 감소가 더욱 가속화 된다고 보고되고 있다(정영자 등, 1997; Cann et al., 1985; Firooznia et al., 1984).

골다공증의 발병 요인에는 식사 습관, 호르몬, 연령, 인종, 성별, 경제 수준, 활동량 등의 여러 요인이 관여하며(Bess, 1996; Drinkwater et al., 1984; Pollitzer & Anderson, 1989), 체질량 지수(Kim, 2005), 체중 부하, 알코올, 흡연, 카페인, 생활습관, 부적절한 최대 골량과 연령에 따

른 골 소실 등이 골질량 감소 등의 주원인으로 나타났다(Bono & Einhom, 2003; Liggett & Reid, 2000; Mayes, 2007; Shore & Delateur, 2007; Stewart et al., 2002).

골질량의 결정 요인들로는 수정 가능한 것과 수정 불가능한 것이 있다. 수정 불가능한 요인들은 유전, 인종 및 성별 등이 있으며, 이들 요인들은 전체 골밀도의 50~70%를 설명한다(Edelstein et al., 1993; Dargent-Molina et al., 2000). 체성분, 사춘기 상태, 영양 및 체활동 등 수정 가능한 요인들은 골질량의 나머지 20~50%의 변동을 설명하게 되는데, 골밀도에 영향을 미치는 신체적 특징으로는 weight가 가장 관련이 높은 것으로 알려져 있다. weight는 근육, 체지방, 수분 등의 체성분으로 이루어진 복합적인 개념이며, weight를 구성하고 있는 각각의 체성분 중 어느 성분이 골밀도에 더 많은 영향을 미치는지에 대해선 의견의 일치가 이루어지지 않았다(Salamone et al., 1995). 그러나 weight가 증가할수록 골밀도가 증가한다는 사실은 잘 알려져 있으며(Edelstein et al., 1993), weight가 골밀도와 갖는 관련성에 대해서 weight가 골조직에 기계적인 자극을 주어 골형성을 촉진한다는 가설과, weight의 한 구성성분인 체지방이 부신 안드로젠이 에스트로겐의 작용을 강화시켜 골밀도에 영향을 줄 것이라는 가설이 일반적으로 받아들여지고 있다(Reid, 1992).

현재까지 위의 두 가지 가설 중 골밀도에 미치는 영향이 신체조성 중에서 체지방의 영향이 큰 것인지 아니면 체지방, 즉 근육량에 의한 영향이 큰 것인지 분명하지 않은 실정이다.

골다공증을 예방하기 위해선 최대 골질량을 증대시키고 유지하는 것이 더욱 중요시 되고 있는데 최대 골질량을 유지할 수 있는 원인은 아직까지 불분명하지만 유전적인 영향(Pollitzer & Anderson, 1989), 호르

문, 특히 여성의 경우 에스트로겐(Drinkwater et al., 1993) 그리고 규칙적인 운동이 중요한 영향을 미치고 있는 것으로 보고되고 있다(Smith et al., 1981). 즉 중년 여성에 있어서 골밀도에 영향을 주는 체성분에 대해서는 다양한 의견이 있으나 명확한 규명이 되지 않은 상태이며, 부위별 골밀도에 대한 보고가 적다.

따라서 골다공증의 예방적 측면에서 건강한 사람들을 대상으로 한 골밀도의 측정 및 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 인자들에 대한 분석 연구가 필요하다고 사료된다.

이에 본 연구는 중년 여성을 대상으로 신체조성과 골밀도를 측정하여 신체조성이 골밀도에 미치는 영향을 비교 분석함으로써 골다공증 예방을 위한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 연구 방법

1) 연구 대상

본 연구의 대상은 S시에 거주하는 중년여성을 대상으로 선정하다. 선정된 대상자들은 설문지와 기초의학 검사를 통해 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하거나 에스트로겐 등의 호르몬 요법을 받는 자, 심혈관 질환이 있는 자, 흡연이나 음주를 상습 하는자를 제외한 여성 110명으로 하였으며, 피험자들의 환경적, 유전적 요인 및 식이를 통제하지 못하였다.

대상자들은 연령별로 분류하였으며 이들의 신체적·생리적 특징은 <표 45>과 같다.

표 45. 연구 대상자의 신체적 특징

Variables	40yr (n=53)	50yr (n=57)	Total (n=110)
Age (yr)	40.24 ± 2.90	50.95 ± 5.22	45.60 ± 6.83
Height (cm)	157.97 ± 6.35	156.87 ± 5.96	157.43 ± 6.16
Weight (kg)	55.08 ± 7.21	56.58 ± 9.17	45.60 ± 6.83
BMI (kg/m ²)	22.16 ± 2.77	23.00 ± 3.41	22.56 ± 3.11

M ± SD

2) 연구기간 및 절차

본 연구의 기간 및 절차는 <표 46>에 제시한 바와 같다.

표 46. 연구 절차

Procedure	Duration
Design and Planning	2009. 06 ~ 2009. 08
Literature Review	2009. 08 ~ 2009. 10
Contact Subject	2009. 10 ~ 2009. 11
Measurements	2009. 11 ~ 2010. 07
Data Analysis	2010. 07 ~ 2010. 08
Writing Dissertation	2010. 08 ~ 2010. 11

3) 실험 설계

본 연구의 대상자는 연령별로 분류하였으며, 참여한 피험자들을 대상으로 골밀도와 골무기질량을 측정하였다.

신체조성과의 상관관계를 규명하고 추정식을 제안하기 위하여 <그림 69>과 같이 실험설계를 하였다.

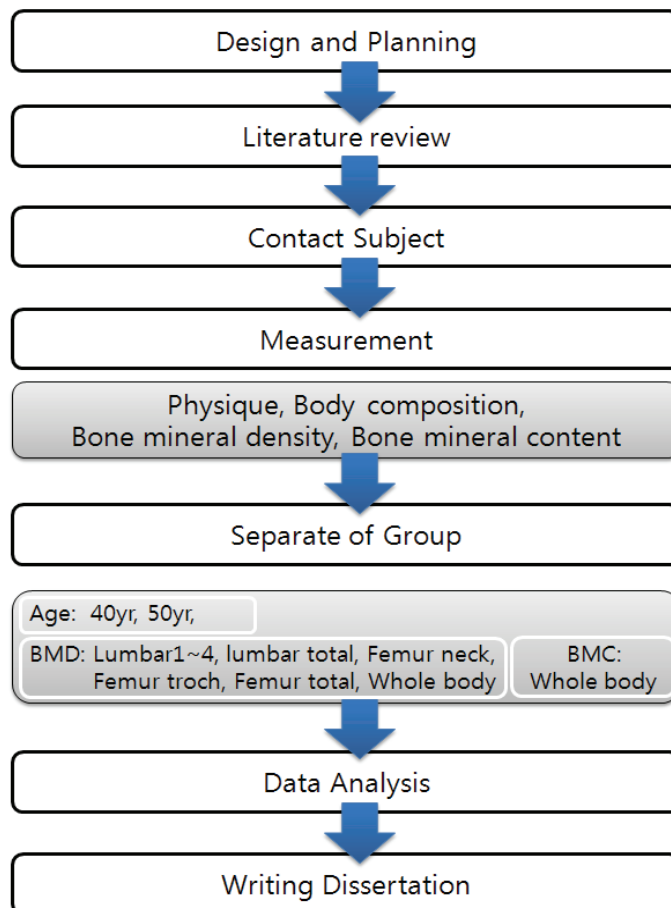


그림 69. 실험 설계

4) 측정 장비

본 연구에 사용된 측정 장비는 <표 47>에 제시한 바와 같다.

표 47. 측정 장비

Variables	Model (Company, Nation)	Part of Measurement
Physique	GM-1000 (neoGMTEC, Korea)	Height, Weight
Body composition	Prodigy (GE, USA)	%Body fat, Fat mass, Fat free mass, Body mass index,
Bone density	Prodigy (GE, USA)	Bone mineral density, Bone mineral Content

5) 측정 항목 및 방법

(1) 체격측정(physique)

신장은 디지털 신장계(neoGMTEC)를 이용하여 피험자에게 눈과 턱이 수평위치와 직립 자세를 취하게 한 후, 발바닥에서 두 정점까지의 수직거리를 측정하였다(측정값은 0.1cm 단위 기록).

(2) 신체조성(body composition)

신체조성 측정은 dual-energy X-ray absorptiometry(DEXA, Lunar prodigy, GE Medical Systems, Waukesha, WI, USA)를 이용하여 total mass, %body fat, fat mass(kg), lean mass(LM, kg), 그리고 BMI(kg/m²)등을 측정하였다. 신체조성과 관련된 변인은 12시간 동안의 공복 후 오전 9시에 측정하였다. 피험자는 X-ray 감쇄 물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고, 옷을 완전히 탈의한 후 가운을 입고 측정하였다.

(3) 골밀도(bone mineral density)

골밀도의 측정은 dual energy X-ray absorptiometry((Lunar prodigy, GE, USA)를 이용하여 lumbar total(g/cm²), femur total(g/cm²), whole body BMD(g/cm²), Whole body BMC(g)을 측정하였으며, 피험자는 엑스레이 감쇄물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고 가벼운 복장으로 scanning table에 곧게 누운 자세를 취하도록 하였다. 측정단위는 소수점 넷째 자리에서 반올림하여 셋째자리까지 표기하였다.

6) 자료 처리

모든 자료 처리는 SPSS win(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하였으며, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 골밀도와 신체조성의 모든 수치는 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.
- 2) 각 변인간의 상관관계를 알아보기 위해 pearson의 상관분석(pearson's correlation)을 실시하였다.
- 3) 집단간 평균치의 차이를 검정하기 위하여 독립 T-test를 실시하였다.
- 4) 각 연령별, 부위별 차이를 검증하기 위하여 일원변량분석(repeated one-way ANOVA)을 실시하였으며 집단간 차이가 있는 경우에는 shaffe 사후검증을 실시하였다.
- 5) 모든 통계적 유의 수준(α)은 .05로 설정하였다.

3. 연구 결과

본 연구는 S시에 거주하는 중년여성(45.60±6.83yrs)을 대상으로 연령에 따라 신체조성과 부위별 골밀도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 신체조성

연령에 따른 신체조성의 평균 비교 분석 결과는 <표 48>, <그림 70~75>에서 제시한 바와 같다.

표 48. 중년여성의 연령별 신체조성 결과

Variables	40yr	50yr	<i>t</i>	<i>p</i>
Height(cm)	157.97 ± 6.35	156.87 ± 5.96	0.926	0.356
Weight(kg)	55.08 ± 7.21	56.58 ± 9.17	-0.952	0.344
Fat mass(kg)	17.10 ± 4.68	17.80 ± 5.80	-0.700	0.486
Far free mass(kg)	35.67 ± 4.42	34.66 ± 9.45	0.723	0.471
BMI(kg/m ²)	22.16 ± 2.77	23.00 ± 3.41	-1.418	0.159
%Body fat(%)	30.74 ± 5.52	31.74 ± 5.90	-0.908	0.366

M ± SD

신체조성에서 연령별 유의한 차이가 없었으며 통계적인 분석 결과는 <표 48>과 같다.

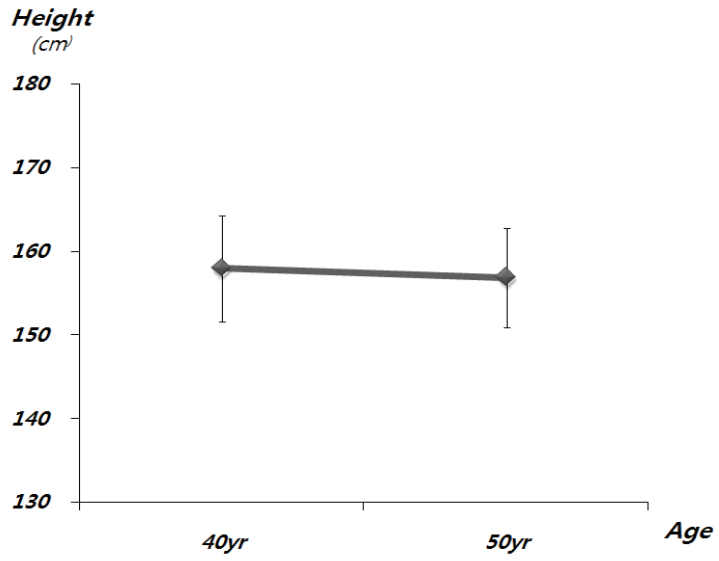


그림 70. 중년여성의 신장 변화

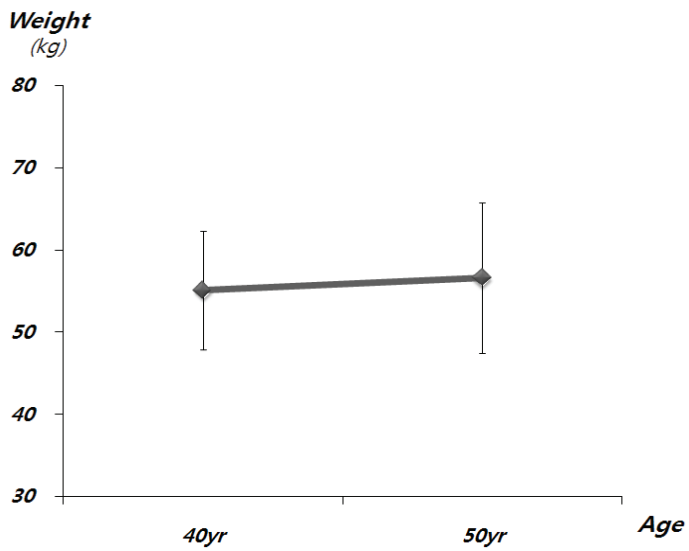


그림 71. 중년여성의 체중 변화

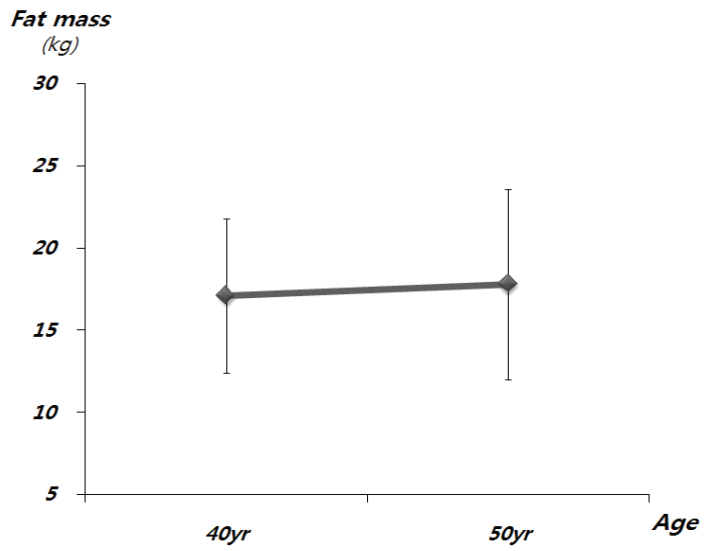


그림 72. 중년여성의 체지방량 변화

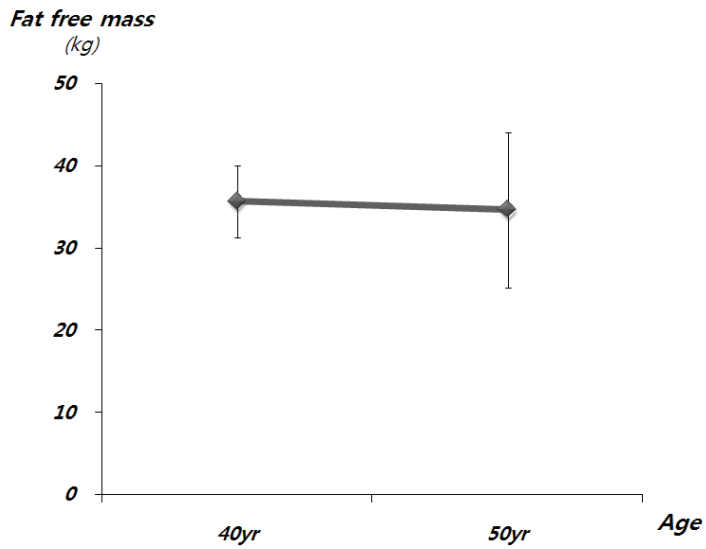


그림 73. 중년여성의 제지방량 변화

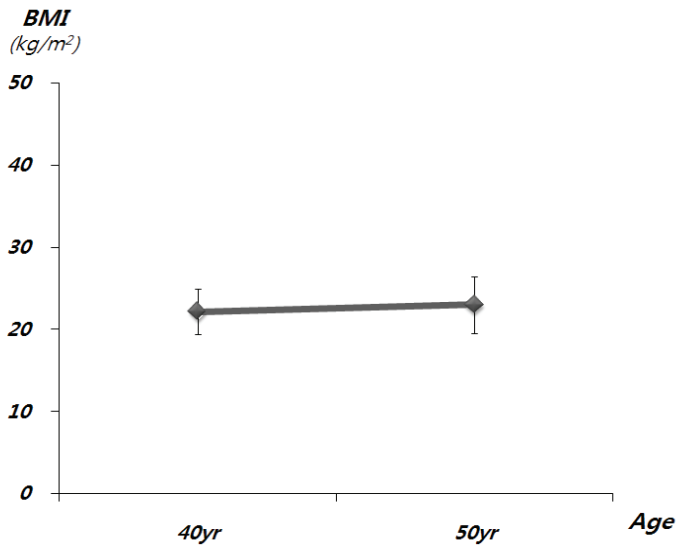


그림 74. 중년여성의 신체질량지수 변화

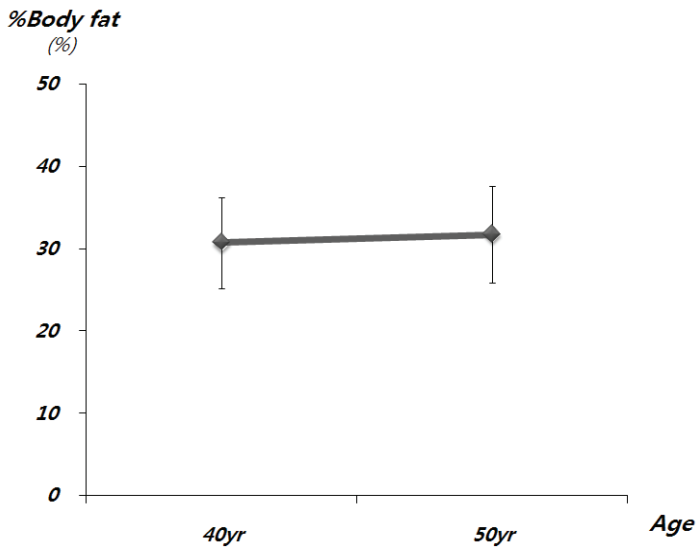


그림 75. 중년여성의 체지방률 변화

2) 연령별 골밀도

(1) 연령별 요추 골밀도

요추 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 49>, <그림 76~80>에서 제시한 바와 같다.

표 49. 중년여성의 연령별 요추 골밀도 결과

Variables	40yr	50yr	<i>t</i>	<i>p</i>
Lumbar 1(g/cm ²)	1.087 ± 0.146	1.051 ± 0.158	1.099	0.274
Lumbar 2(g/cm ²)	1.165 ± 0.158	1.097 ± 0.174	2.123	0.036*
Lumbar 3(g/cm ²)	1.244 ± 0.170	1.178 ± 0.180	2.004	0.048*
Lumbar 4(g/cm ²)	1.237 ± 0.184	1.183 ± 0.189	1.508	0.134
Lumbar total(g/cm ²)	1.183 ± 0.151	1.135 ± 0.170	1.575	0.118

M ± *SD*, **p*<.05

중년여성의 연령별 요추 골밀도 측정 결과 lumbar 1, lumbar 4, lumbar total은 40대에 비해 50대때 감소하였지만 유의한 차이가 없었으며, lumbar 2는 -5.8%, lumbar 3는 -5.3% 감소하였고 유의한 차이가 나타났다(*p*<.05). 통계적인 분석 결과는 <표 49>과 같다.

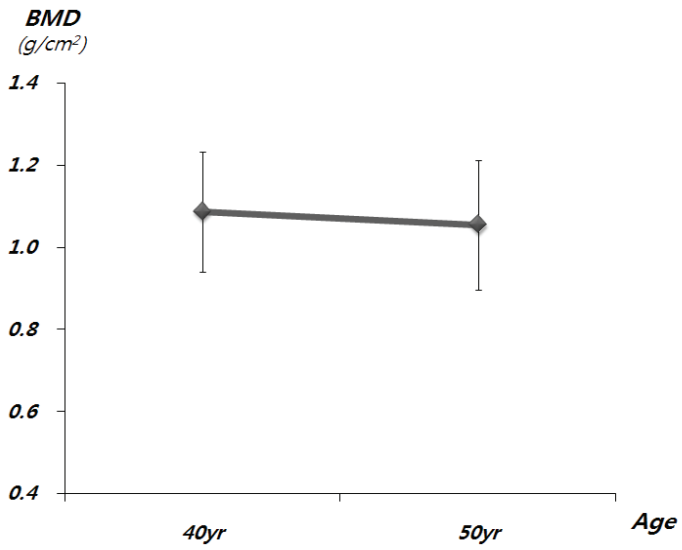


그림 76. 중년여성의 요추 1번 골밀도 변화

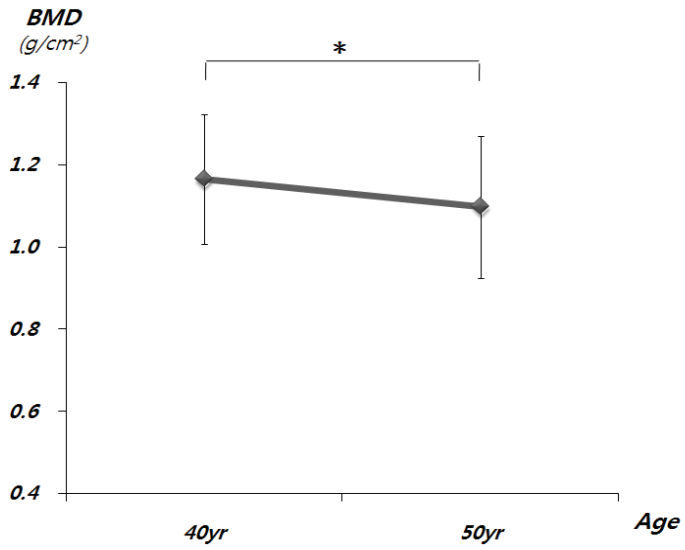


그림 77. 중년여성의 요추 2번 골밀도 변화

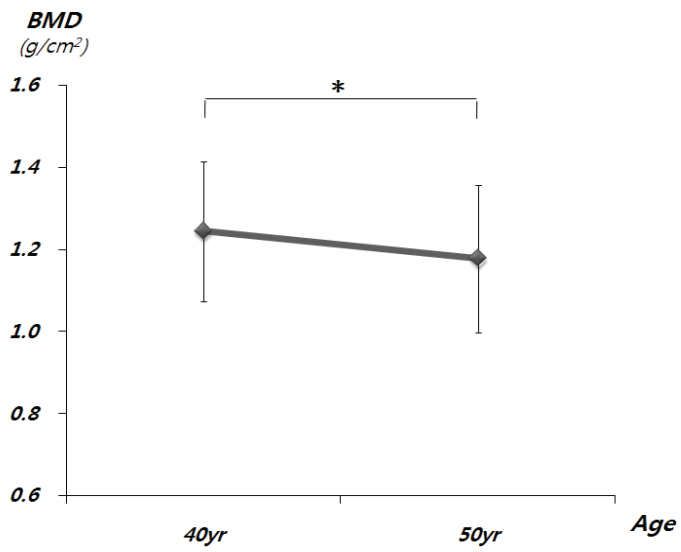


그림 78. 중년여성의 요추 3번 골밀도 변화

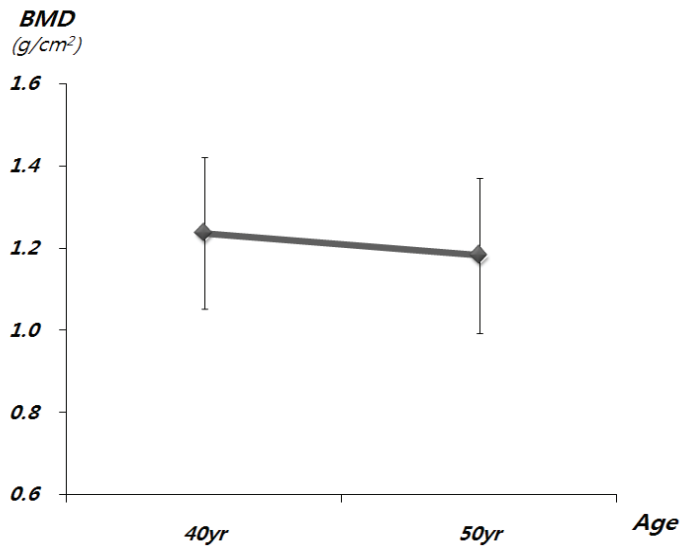


그림 79. 중년여성의 요추 4번 골밀도 변화

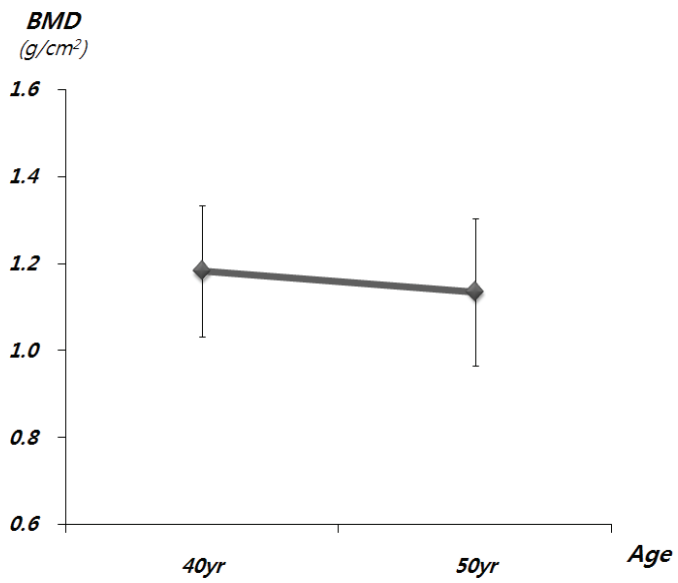


그림 80. 중년여성의 요추 전체 골밀도 변화

(2) 연령별 대퇴 골밀도

대퇴 골밀도의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 50>, <그림 81~83>에서 제시한 바와 같다.

표 50. 중년여성의 연령별 대퇴 골밀도 결과

Variables	40yr	50yr	<i>t</i>	<i>p</i>
Femur neck(g/cm ³)	0.925± 0.149	0.9081 ± 0.119	0.658	0.512
Femur troch(g/cm ³)	0.791 ± 0.110	0.757 ± 0.107	1.646	0.103
Femur total(g/cm ³)	0.982 ± 0.111	0.961 ± 0.121	0.988	0.326
<i>M ± SD</i>				

중년여성의 연령별 대퇴 골밀도 측정 결과 femur neck, femur troch, femur total은 50대때 감소하였지만 유의한 차이가 없었으며 통계적인 분석 결과는 <표 50>과 같다.

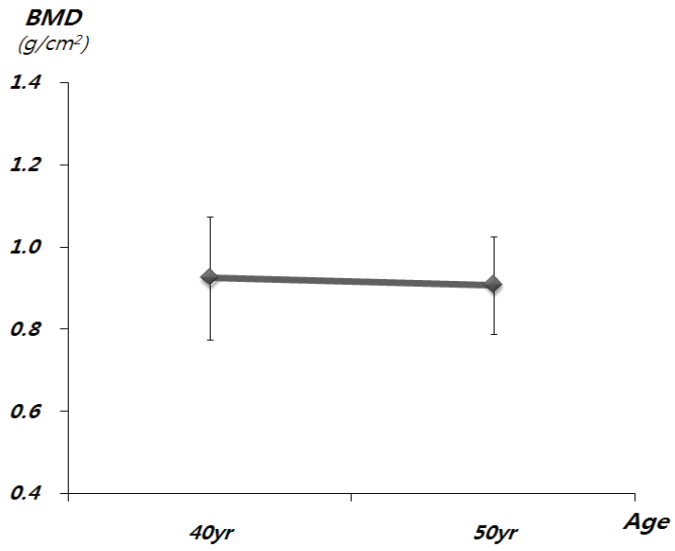


그림 81. 중년여성의 대퇴 경부 골밀도 변화

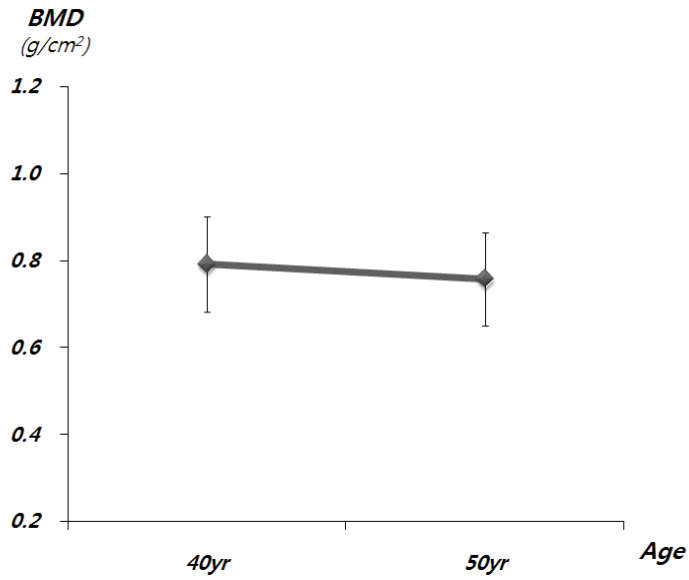


그림 82. 중년여성의 대퇴 전자 골밀도 변화

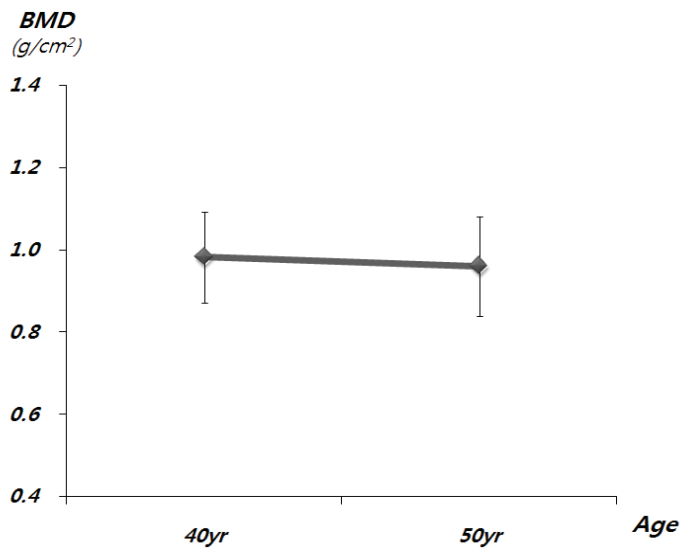


그림 83. 중년여성의 대퇴 전체 골밀도 변화

(3) 연령별 전신 골밀도와 전신 골무기질량

whole body BMD와 whole body BMC의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과는 <표 51>, <그림 84, 85>에서 제시한 바와 같다.

표 51. 중년여성의 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과

Variables	40yr	50yr	<i>t</i>	<i>p</i>
Whole body BMD(g/cm ³)	1.133 ± 0.072	1.018 ± 0.096	1.537	0.127
Whole body BMC(g)	2393.46 ± 348.49	2327.42 ± 327.39	1,022	0.309
<i>M ± SD</i>				

중년여성의 연령별 whole body BMD 및 whole body BMC 측정 결과 whole body BMD, whole body BMC는 50대 때 감소하였지만 유의한 차이가 없었다.

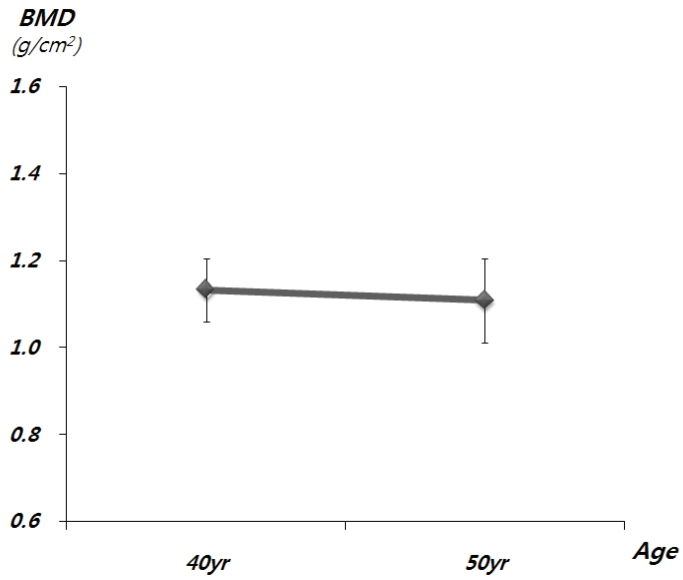


그림 84. 중년여성의 전신 골밀도 변화

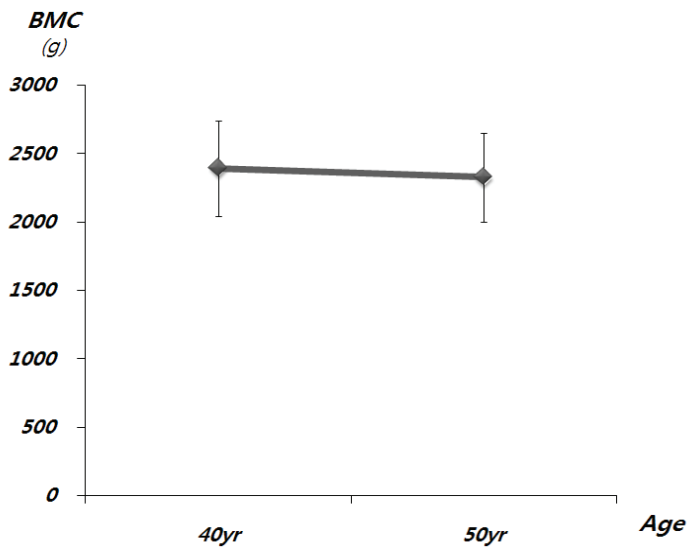


그림 85. 중년여성의 전신 골무기질량 변화

3) 부위별 골밀도

(1) 부위별 요추 골밀도

연령에 따른 요추 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 52, 53>, <그림 86, 87>에서 제시한 바와 같다.

표 52. 중년여성의 요추 부위별 골밀도 결과

Variables	Lumbar 1 (g/cm ²)	Lumbar 2 (g/cm ²)	Lumbar 3 (g/cm ²)	Lumbar 4 (g/cm ²)	Lumbar total (g/cm ²)
40yr	1.084 ± 0.147	1.163 ± 0.161	1.242 ± 0.172	1.233 ± 0.187	1.180 ± 0.152
50yr	1.059 ± 0.156	1.101 ± 0.172	1.183 ± 0.179	1.188 ± 0.188	1.139 ± 0.169

M ± SD

표 53. 중년여성의 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
40yr	BG	0.882	4	0.220	8.163***	
	WG	7.292	270	0.027		a-c a-d a-e
	Total	8.174	274			
50yr	BG	0.668	4	0.167	5.575***	
	WG	8.084	270	0.030		a-c a-d
	Total	8.752	274			

*** $p < .001$, BG: between group, WG: within group

a: Lumbar 1, b: Lumbar 2, c: Lumbar 3, d: Lumbar 4,

e: Lumbar total

40세는 $F(4, 270)=8.163(p<.001)$, 50세는 $F(4, 270)=5.575(p<.001)$ 로 요추 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.

요추 골밀도 부위의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 53>과 같다.

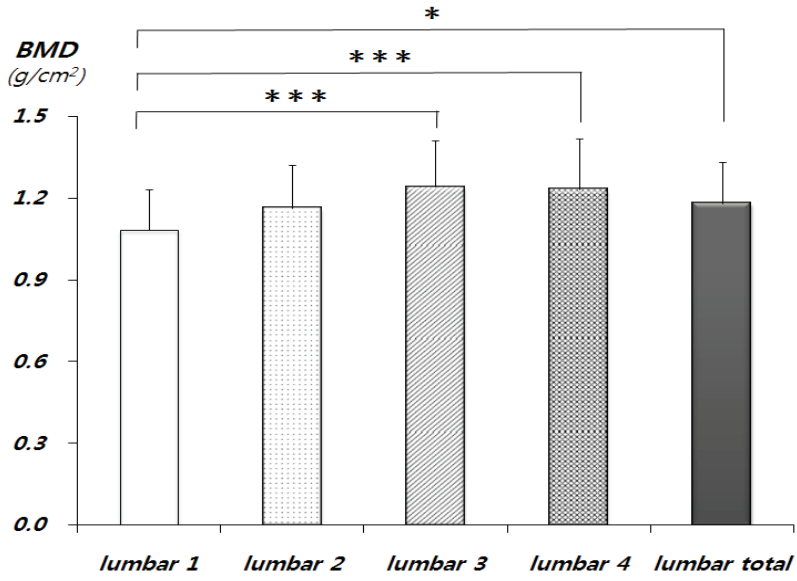


그림 86. 40세의 요추 부위별 골밀도 변화

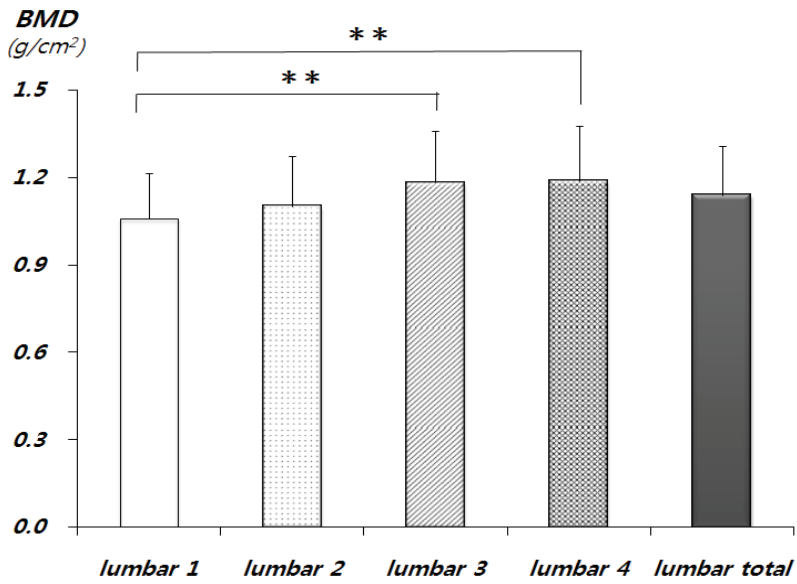


그림 87. 50세의 요추 부위별 골밀도 변화

(2) 부위별 대퇴 골밀도

연령에 따른 대퇴 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 54, 55>, <그림 88, 89>에서 제시한 바와 같다.

표 54. 중년여성의 대퇴 부위별 골밀도 결과

Variables	Femur neck (g/cm ³)	Femur troch (g/cm ³)	Femur total (g/cm ³)
40yr	0.919 ± 0.148	0.789 ± 0.111	0.979 ± 0.111
50yr	0.914 ± 0.123	0.761 ± 0.107	0.965 ± 0.121
<i>M ± SD</i>			

표 55. 중년여성의 대퇴 부위별 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
40yr	BG	1.034	2	0.517	33.477***	a-b
	WG	2.503	162	0.015		a-c b-c
	Total	3.537	164			
50yr	BG	1.245	2	0.623	45.413***	a-b
	WG	2.221	162	0.014		a-c b-c
	Total	3.466	164			

*** $p < .001$, BG: between group, WG: within group

a: Femur neck, b: Femur troch, c: Femur total

40세는 $F(2, 162) = 33.477 (p < .001)$, 50세는 $F(2, 162) = 45.413 (p < .001)$ 로 대퇴 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.

대퇴 골밀도 부위의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 55>과 같다.

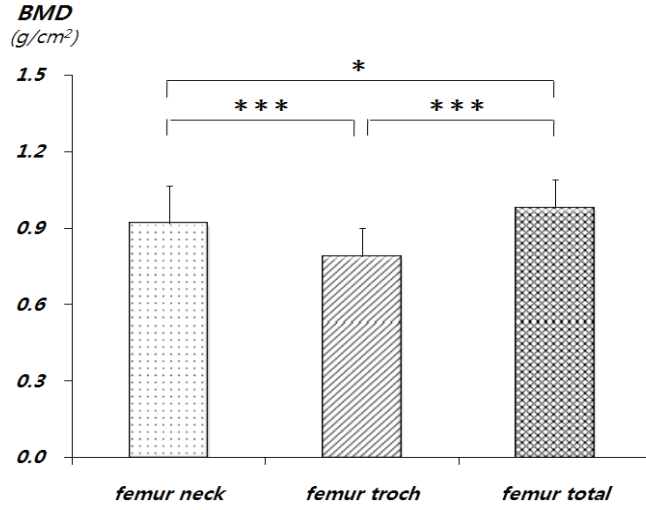


그림 88. 40세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

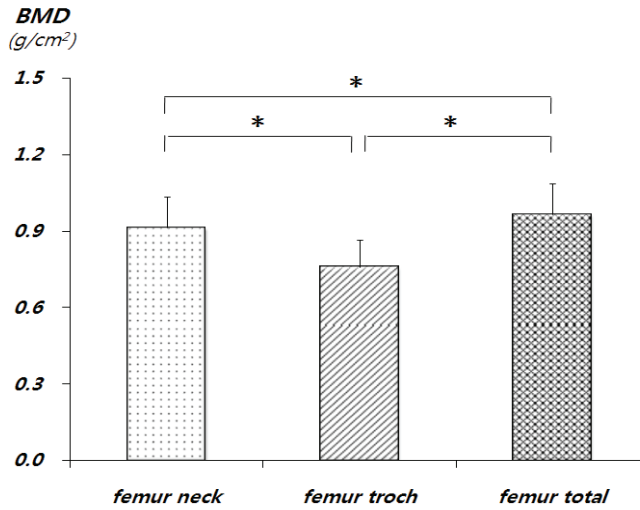


그림 89. 40세의 대퇴 부위별 골밀도 변화

(3) 부위별 전체 골밀도

연령에 따른 전체 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 56, 57>, <그림 90, 91>에서 제시한 바와 같다.

표 56. 중년여성의 부위별 전체 골밀도 결과

Variables	Lumbar total (g/cm ³)	Femur total (g/cm ³)	Whole BMD (g/cm ³)
40yr	1.132 ± 0.073	1.180 ± 0.152	0.979 ± 0.111
50yr	1.110 ± 0.094	1.139 ± 0.169	0.965 ± 0.121

M ± SD

표 57. 중년여성의 부위별 전신 골밀도 one-way ANOVA 결과

Variables		SS	df	MS	F	MC
40yr	BG	1.218	2	0.609	44.756***	a-b
	WG	2.205	162	0.014		a-c
	Total	3.424	164			b-c
50yr	BG	0.958	2	0.479	27.664***	a-b
	WG	2.806	162	0.017		b-c
	Total	3.764	164			

*** $p < .001$, BG: between group, WG: within group

a: Femur neck, b: Femur troch, c: Femur total

40세는 $F(2, 162) = 44.756 (p < .001)$, 50세는 $F(2, 162) = 27.644 (p < .001)$ 로 전체 부위별 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.

전체 부위별 골밀도의 통계적으로 유의한 차이를 보인 요소들의 구체적인 분석의 사후검정 결과는 <표 57>과 같다.

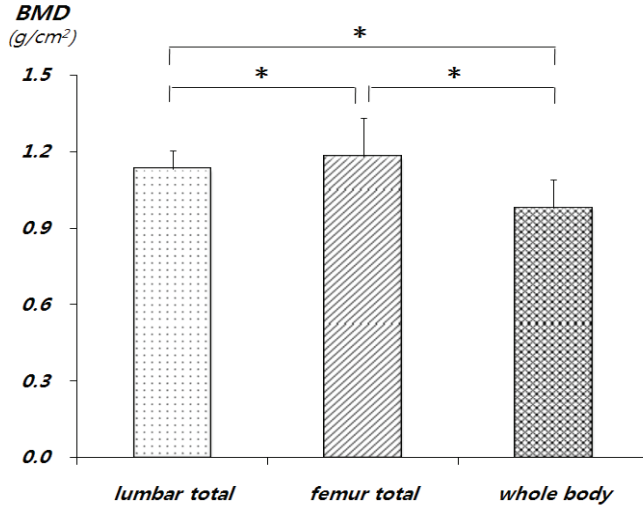


그림 90. 40세의 부위별 전신 골밀도 변화

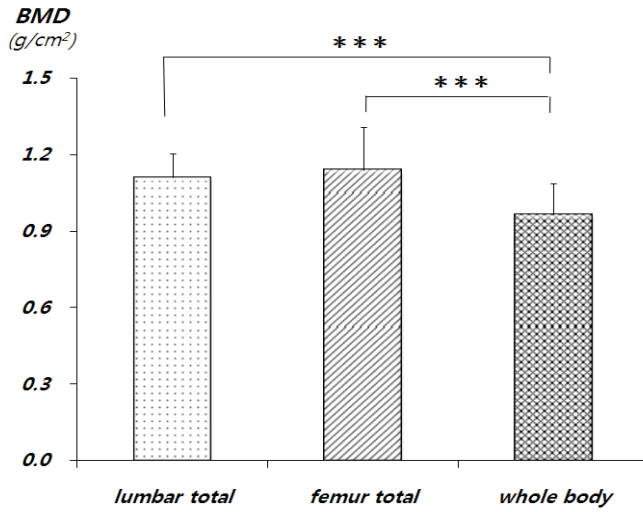


그림 91. 50세의 부위별 전신 골밀도 변화

4) 상관분석

신체조성과 전신골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계 분석 결과는 <표 58>에서 보는 바와 같다.

신체조성과 대퇴 전체, 전신 골밀도의 상관관계 분석 결과 height, weight, fat mass, free fat mass는 양의 상관관계를 보이는 반면 %body fat은 음의 상관관계를 보였다.

신체조성과 요추 전체, 전신 골무기질량의 상관관계 분석 결과 height, weight, free fat mass는 양의 상관관계를 보이는 반면, fat mass, %body fat은 음의 상관관계를 보였다.

표 58. 중년여성의 골밀도 및 골무기질량과 신체조성의 상관관계 분석 결과

Variables	Height (cm)	Weight (kg)	Fat mass (kg)	Free fat mass (kg)	%Body fat (%)
Lumbar total	0.077	0.052	-0.026	0.143	-0.114
Femur total	0.029	0.011	0.009	0.134	-0.068
Whole body BMD	0.088	0.038	0.020	0.184	-0.103
Whole body BMC	0.064	0.056	-0.005	0.159	-0.077
Height	1	0.396***	0.103	0.330***	-0.174
Weight		1	0.613***	0.290**	0.412***
Fat mass			1	0.411***	0.911***
Free fat mass				1	-0.065
%Fat mass					1

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

4. 논의

본 연구 결과 중년여성의 연령 증가에 따른 골밀도는 유의한 차이가 없었으며, 연령에 따른 부위별 골밀도의 차이만 나타났다

중년여성의 연령별 요추 골밀도 측정 결과 lumbar 1, lumbar 4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body BMD, whole body BMC는 40대에 비해 50대 때 감소하였지만 유의한 차이가 없었으나, lumbar 2는 -5.8%, lumbar 3는 -5.3% 유의하게 감소하였다.

대부분의 여성은 50세를 전후로 폐경을 경험하게 되며 이 시기는 골 소실이 발생하는 시기로서 40세부터 10년 동안은 약 3%가 손실되는 반면, 폐경이후의 10년 동안에는 약 9%가 손실되어(이미향, 2000; Hcinoncn et al., 2001; Marcus, 2001; Schochnan et al., 2000), 50세 이후에는 골밀도의 유의한 감소가 나타나는 것으로 알려져 있다(이철호, 최대혁, 2005; Charkoudian & Joyner, 2004).

일반적으로 성장기부터 40세 이전까지는 골 형성이 골 감소보다 크기 때문에 골량이 증가하지만 40세 이후부터는 골 형성보다 골 소실이 커져 골량이 감소하여 남·여 모두 10년마다 약 3~5%의 비율로 손실되며 여성의 경우는 폐경 이후 47~74세 동안의 평균 감소율이 10년마다 약 9%에 이른다고 한다(Gallagher et al., 1980).

본 연구 피검자들의 신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계를 측정한 결과 height, weight, fat mass, free fat mass는 양의 상관관계를 나타냈으며, 부위에 따라 fat mass, %body fat은 음의 상관관계를 나타냈다. 그러나 모든 항목에서 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

이러한 결과는 최근 중년여성에서 weight과 fat free mass, 근육량이 골밀도와 양의 관계에 있다는 것과 동일한 결과이며(Kim et al., 2006; Kim et al., 2009; Song et al., 2009), 좀 더 연구가 필요하긴 하지만 근육량이 골밀도의 증가와 유지에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다.

fat free mass의 중요성을 제시한 연구 중 적은 근육량이 낮은 골밀도의 위험인자이며(김아람 등, 2010), 고지방량은 근육량이 충분할 때, 골밀도를 유지하는 효과가 있음을 보여준다고 보고하였으며(Sowers, 1992), Nicholas et al.(1995)은 국소 부위의 fat free mass만이 골밀도의 유일한 예측인자로서, 이는 총 fat free mass가 지방량 보다도 골밀도와 상관계수가 크다고 하였다.

반면 Reid et al.(1992)은 좌업 여성들을 대상으로 실시한 연구에서 체지방량 보다는 weight와 fat mass가 골밀도와 관계가 있다고 하였으며, 정기적인 운동을 실시하는 여성의 경우 fat free mass 비율이 대퇴골밀도와 관련이 있으며, 이는 체중 부하 운동이 대퇴골과 fat mass에 영향을 미치는 결과라고 해석하였다. 또한 남문석 등(1993)의 연구에 의하면 fat mass와 골밀도는 정적 상관관계를 보였으나, 다중회귀분석을 했을 때 fat free mass와 골밀도는 관계가 없었다고 보고하여 총 골무기질량이 height, weight, 지방량과 관계가 있다고 밝혀, fat mass의 중요성을 지지해 주고 있다.

그러나 체지방의 증가는 비만을 야기하며, 비만은 고지혈증, 고인슐린혈증 그리고 고혈압 등을 동반하는 대사증후군의 일차적인 원인이라는 사실을 감안할 때, 비만 및 과체중이 일반인의 건강에 미치는 부정적인 영향(Deforanzo & Ferrannini, 1991)이 있어 골다공증의 예방을 위해서는 적절한 영양섭취, 에스트로겐 요법, 운동 등이 권장되어 왔다.

특히 본 연구 결과에서 골밀도와 상관성이 있는 신체조성 중 SMM의 경우 운동을 통해 증가되며, 일반적으로 규칙적인 운동은 근력의 발달을 가져와 fat free mass의 증가와 함께 %body fat의 감소를 야기하며 (Glowacki et al., 2004; Johanna & Dena, 2006), 급격한 골 소실을 억제하는 역할을 해준다고 보고되고 있다(Beck & Snow, 2003).

이와 같은 내용들을 종합해보면 중년여성은 근육량과 요추·대퇴 골밀도와 강한 연관성을 관찰할 수 있었으며, %body fat은 음의 상관성을 보여, weight 그 자체보다는 체성분을 고려해야 한다는 점을 시사하였다.

5. 결론

본 연구는 중년 여성을 대상으로 신체조성과 골밀도를 측정하여 신체조성이 골밀도에 미치는 영향을 비교 분석함으로써 골다공증 예방을 위한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 중년여성의 연령에 따른 신체조성, 요추 골밀도, 대퇴 골밀도, 전신 골밀도 및 골무기질량의 평균 비교 분석 결과 유의한 차이가 없었다.
2. 연령 증가에 따른 요추 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과 lumbar 1, lumbar 4, lumbar total, femur neck, femur troch, femur total, whole body BMD, whole body BMC는 40대에 비해 50대 때 감소하였지만 유의한 차이는 없었으며, lumbar 2는 -5.8%, lumbar 3는 -5.3% 감소하였고 유의한 차이가 나타났다.
3. 연령에 따른 요추 부위별 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 40세는 $F(4, 270)=8.163(p<.001)$, 50세는 $F(4, 270)=5.575(p<.001)$ 로 요추 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었으며, 대퇴 부위별 평균 비교 분석 결과 40세는 $F(2, 162)=33.477(p<.001)$, 50세는 $F(2, 162)=45.413(p<.001)$ 로 대퇴 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다. lumbar total, femur total, whole body BMD에서 40세는 $F(2, 162)=44.756(p<.001)$, 50세는 $F(2, 162)=27.644(p<.001)$ 로 전체 부위별 골밀도 부위에 따른 유의한 차이가 있었다.
4. 신체조성과 전신 골밀도 및 전신 골무기질량의 상관관계 분석결과 height, weight, fat mass, free fat mass는 양의 상관관계를 나타냈으며, 부위에 따라 fat mass, %body fat은 음의 상관관계를 나타

났다. 그러나 모든 항목에서 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

이상의 결과를 종합한 결과 중년여성의 골밀도는 40, 50대 경에 유의한 감소 및 증진을 보이지 않았으며 골밀도와 신체조성과의 상관관계에서 height, weight, fat mass, free fat mass와 양의 상관관계, fat mass, %body fat은 음의 상관성을 보여 골밀도의 보호를 위해서는 체중 그 자체보다는 체성분을 고려해야 한다는 점을 시사한다.

하지만 유의한 상관관계는 보이지 않기 때문에 골밀도의 증진을 위해서는 외부적 자극이 필요할 것으로 사료 된다. 향후 다양한 처치와 더 많은 인원을 대상으로 중년기 여성의 골밀도에 관한 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

VII. 24주간 근력운동이 골감소증 중년여성의 신체조성과 골밀도에 미치는 영향(연구과제 V)

1. 연구의 필요성

골감소증이 있는 경우 골절 위험도에 대한 연구 결과는 많이 알려져 있지 않은 실정이지만, 골감소증이 있는 사람을 대상으로 시행한 골절 위험도에서 T-score가 -1.5와 -2.5인 경우, 0일 때에 비해 10년 뒤 척추 골절이 발생할 확률이 각각 2배, 3배 가량 증가하는 것으로 나타났다(Kanis et al., 2001). 또한 Rotterdam study(2003)에서는 55세 이상의 남자 2,437명과 여자 3,357명을 대상으로 골절과 골밀도의 관계를 조사한 결과 남자의 경우 비척추 골절이 있는 사람의 20.69%가 골다공증, 61.38%가 골감소증을 동반하고 있었으며 여자의 경우 44.09%가 골다공증, 43.29%가 골감소증을 동반하여 골감소증이 차지하는 비율이 무시할 수 없을 만큼 높게 나타났다.

유럽 골다공증 재단(european foundation for osteoporosis and bone disease: EPOC)은 골감소증이 진단된 경우에도 골다공증을 예방하기 위한 치료가 필요하다고 하였으나(Kanis et al., 1997), Seeman & Eisman(2004)은 골절이 없는 골감소증은 치료의 대상에서 제외되어야 한다고 반대 의견을 제시하여 골감소증을 치료하는 기준에 있어서 이론이 있다.

아직 모든 나라에서 공통으로 사용하고 있는 골밀도 감소에 따른 치

로 시작 기준의 지침은 정해져 있지 않지만 2003년 NOF(USA)에서 제시된 기준에 따르면 $T\text{-score} \leq -2.0$ 혹은 하나 이상의 위험인자를 동반한 $T\text{-score} \leq -1.5$ 를 치료 시작의 기점으로 삼고 있으며, 골다공증을 예방하기 위해선 최대 골질량을 증대시키고 유지하는 것이 중요시 되고 있다.

최대 골질량을 유지할 수 있는 원인은 아직까지 불분명하지만 유전적인 영향(Pollitzer & Anderson, 1989), 호르몬 특히 여성의 경우 에스트로겐(Drinkwater et al., 1984) 그리고 규칙적인 운동이 중요한 영향을 미치고 있는 것으로 보고되고 있다(Smith et al., 1981). 또한 식이와 운동의 생활양식은 골밀도의 주요 결정요인으로 규칙적인 운동과 장기간의 칼슘 섭취는 최대 골밀도를 유지하는데 중요하며 카페인 섭취, 과도한 음주는 골밀도를 감소시키는 것으로 알려져 있다(Elisman et al., 1993; Jamal et al., 1999).

Malina(2007)의 보고에 의하면 신체조성은 유아기부터 성인기까지 계속적으로 변화하며 규칙적이고 꾸준한 신체활동은 신체조성에 긍정적인 영향을 미친다고 보고하였으며 효과적인 운동 프로그램은 폐경기 전, 후 여성들의 요추와 대퇴경부에서 뼈의 손실을 예방하거나 또는 1년에 1%를 증가시킬 수도 있다고 보고하였다(Blanshet et al., 2002).

그리고 Nguyen et al.(1998)은 신체활동도가 높으면 체중이 감소하여도 골밀도 감소가 적고, 신체활동의 골밀도 보호 효과는 마른 여성과 체중 감량이 많았던 여성에서 더 크게 나타났다고 밝혔으며, Reid et al.(1995)는 운동을 하면 운동으로 인해 체중이 감소하지만 근육량이 증가하므로 체중 감소로 인한 골밀도 감소를 줄일 수 있다고 하였다.

골다공증에 영향을 미치는 생활습관은 대부분 수정 가능한 요인들이기 때문에 비록 골다공증에는 미치지 못한 골감소증의 상태라도 운동

은 예방적 측면에서 상당히 중요한 부분이라 생각되어진다.

따라서 본 연구는 6개월 동안의 규칙적인 근력운동이 골감소증 중년 여성의 신체조성과 골밀도에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2. 연구 방법

1) 연구 대상

본 연구는 S시에 거주하는 여성을 대상으로 골밀도를 측정 한 후 WHO 기준인 $-2.5 < T\text{-score} < -1.0$ 에 해당하는 골감소군을 대상으로 운동군 11명, 비운동군 9명으로 구성되었다.

선정된 대상자들은 설문지와 기초의학 검사를 통해 골밀도에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하거나 호르몬 요법을 받는 자, 심혈관 질환이 있는 자, 흡연이나 음주를 상습 하는 자를 제외하였다.

이들의 신체적·생리적 특징은 <표 59>과 같다.

표 59. 연구 대상자의 신체적 특징

Variables	Exercise group (n=11)	Control group (n=9)
Age(yr)	39.21 ± 4.74	41.89 ± 3.27
Weight(kg)	54.13 ± 8.40	53.83 ± 8.62
Height(cm)	156.47 ± 8.76	155.88 ± 3.62

M ± SD

2) 연구기간 및 절차

본 연구의 기간 및 절차는 <표 60>에 제시한 바와 같다.

표 60. 연구 절차

Procedure	Duration
Design and Planning	2009. 06 ~ 2009. 08
Literature Review	2009. 08 ~ 2009. 10
Contact Subject	2009. 10 ~ 2009. 11
Measurements	2009. 11 ~ 2010. 07
Data Analysis	2010. 07 ~ 2010. 08
Writing Dissertation	2010. 08 ~ 2010. 11

3) 실험 설계

본 연구에 참여한 피험자는 24주간 근력운동에 참가하였으며, 실험설계는 <그림 92>과 같다.

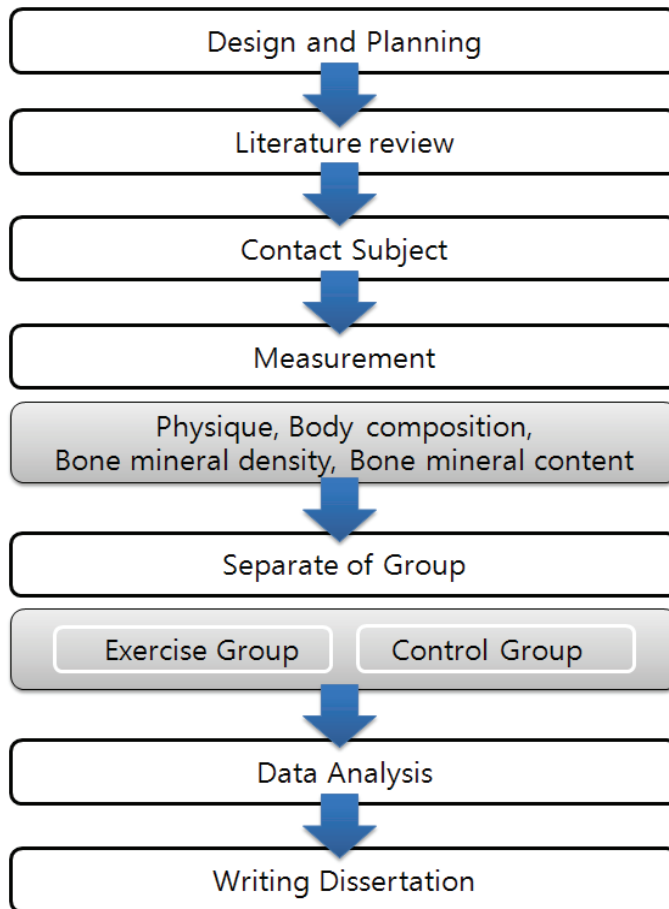


그림 92. 실험 설계

4) 측정 장비

본 연구에 사용된 측정 장비는 <표 61>에 제시한 바와 같다.

표 61. 측정 장비

Variables	Model (Company, Nation)	Part of Measurement
Physique	GM-1000 (neoGMTEC, Korea)	Height, Weight
Body composition	Inbody 4.0 (Biospace Co, Korea)	%Body fat, Fat mass, Fat free mass, Skeletal muscle mass, Body mass index, WHR
Bone density	Prodigy (GE, USA)	Bone mineral density, Bone mineral Content

5) 측정 항목 및 방법

(1) 체격측정(physique)

신장은 디지털 신장계(neoGMTEC)를 이용하여 피험자에게 눈과 턱이 수평위치와 직립 자세를 취하게 한 후, 발바닥에서 두 정점까지의 수직거리를 측정하였다(측정값은 0.1cm 단위 기록).

(2) 신체조성(body composition)

신체조성 측정은 다주파수 임피던스기기(Inbody 4.0, Biospace Co.)를 이용하여 %body fat(%), fat mass(kg), free fat mass(kg), skeletal muscle mass(kg), BMI(kg/m²) 그리고 WHR 등을 측정하였다.

(3) 골밀도(bone mineral density)

골밀도의 측정은 dual energy X-ray absorptiometry(Lunar prodigy, GE, USA)를 이용하여 lumbar 1~4(g/cm²), lumbar total(g/cm²), femur neck(g/cm²), femur troch(g/cm²), femur total(g/cm²), whole body BMD(g/cm²), whole body BMC(g)을 측정하였으며, 피험자는 엑스레이 감쇄물질(안경, 벨트, 시계, 보석 등)을 제거하고 가벼운 복장으로 scanning table에 곧게 누운 자세를 취하도록하였다.

피험자를 center line에 맞춰 눕힌 다음, 피검자의 머리와 top line 사이에 1~2cm 정도 간격을 두고, 양손을 쪽 펴고 손가락을 붙이도록 하였다. 또한 피검자가 움직이는 것을 방지하기 위해 두 개의 straps로 무릎과 발목을 고정시키고 약 10분간 측정하였다. 측정단위는 소수점 넷째 자리에서 반올림하여 셋째자리까지 표기하였다.

(4) 운동프로그램

다양한 부위에 운동자극이 전달 될 수 있도록 상지 강화 운동종목으로 구성되었으며<표 62>, 피험자별로 최대근력을 kuramoto & payne(1995)의 공식 [최대근력(1RM)=(1.06×들어 올린 무게(kg))+ (0.58×반복횟수)-(0.20×연령)-3.41]을 이용하여 측정하였다.

1RM의 60~70%에 해당하는 운동 강도로 종목 당 10~12회씩 3세트 운동을 하여 주 3회 6개월간 운동을 하였고, 2개월이 지날 때마다 개인의 특성에 맞게 운동부하를 조절 하였다.

표 62. 24주간 근력 운동 프로그램

Variables	Contents	Time (min)	Intensity
Warm up	Stretching	10	
Main exercise	Arm curl Triceps extension Shoulder press Side lateral raise Front lunge Supine hip lift Sit up Side bend Hip extension Hip abduction	40	1RM 60~70%
Cool down	Stretching	10	

6) 자료 처리

모든 자료 처리는 SPSS win(version 14.0) 통계 프로그램을 이용하였으며, 구체적인 분석 내용은 다음과 같다.

- 1) 골밀도와 신체조성의 모든 수치는 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.
- 2) 그룹별 측정시기 비교를 위해 repeated measures of one-way ANOVA를 실시하였다.
- 3) 그룹과 측정시기에 따른 유의차를 알아보기 위해 repeated measures of two-way ANOVA을 실시하였다
- 4) 모든 통계적 유의 수준(α)은 .05로 설정하였다.

3. 연구 결과

본 연구는 S시에 거주하는 골감소증이 있는 중년여성(40.42±4.27yrs)을 대상으로 신체조성, 부위별 골밀도에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

1) 신체조성

24주간 근력운동 전·중·후 그룹별 신체조성의 평균 비교 분석 결과는 <표 63, 64>, <그림 93~98>에서 제시한 바와 같다.

표 63. 그룹별 신체조성 결과

Variable	Exercise (n=11)			Controls (n=9)		
	Pre	3mon	6mon	Pre	3mon	6mon
Weight (kg)	52.39 ± 8.60	52.15 ± 8.29	53.65 ± 7.03	54.47 ± 8.66	53.73 ± 7.84	53.96 ± 7.75
SMM (kg)	18.35 ± 3.46	18.43 ± 3.30	19.25 ± 3.60	17.90 ± 2.41	17.77 ± 2.27	17.76 ± 2.13
Fat mass (kg)	18.40 ± 4.15	18.15 ± 3.97	17.41 ± 3.77	18.32 ± 5.37	17.90 ± 5.24	18.56 ± 5.12
Fat free Mass (kg)	33.95 ± 7.63	34.44 ± 8.09	35.55 ± 7.94	35.50 ± 3.55	35.73 ± 2.66	34.90 ± 3.01
BMI (kg/m ²)	21.97 ± 2.49	22.63 ± 2.79	21.34 ± 2.33	22.21 ± 3.69	22.06 ± 3.29	22.50 ± 2.78
%Fat mass (%)	31.00 ± 5.23	31.42 ± 5.40	29.40 ± 5.36	33.45 ± 5.44	32.91 ± 3.92	34.63 ± 4.81

M ± SD

표 64. 그룹별 신체조성의 two-way ANOVA 결과

Source		SS	df	MS	F	P
Weight (kg)	Group	25.817	1	25.817	.162	.692
	Error	2872.801	18	159.600		
	Time	7.380	2	3.690	.214	.808
	Group*Time	8.299	2	4.149	.241	.787
	Error	619.685	36	17.213		
SMM (kg)	Group	11.197	1	11.197	.423	.523
	Error	475.979	18	26.443		
	Time	2.000	2	1.000	5.557	.008
	Group*Time	2.974	2	1.487	8.261	.001
	Error	6.479	36	0.180		
Fat mass (kg)	Group	1.118	1	1.118	.018	.895
	Error	1119.274	18	62.182		
	Time	1.713	2	.857	2.222	.123
	Group*Time	5.716	2	2.858	7.413	.002
	Error	13.880	36	.386		
Fat free Mass (kg)	Group	7.964	1	7.964	.070	.795
	Error	2060.728	18	114.485		
	Time	2.589	2	1.295	1.286	.288
	Group*Time	14.247	2	7.124	7.078	.002
	Error	36.232	36	1.006		
BMI (kg/m ²)	Group	1.086	1	1.086	.049	0.828
	Error	380.093	18	22.358		
	Time	1.705	2	.853	.836	.442
	Group*Time	6.929	2	3.465	3.398	.045
	Error	34.663	34	1.020		
%Fat mass (%)	Group	129.802	1	129.802	1.719	.207
	Error	1283.555	17	75.503		
	Time	.445	2	.223	.169	.845
	Group*Time	34.786	2	17.393	13.187	.000
	Error	44.845	34	1.319		

그룹(운동군, 비운동군)과 측정시기(전·중·후)에 따라 신체조성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 two-way repeated measure ANOVA를 실시한 결과는 <표 64>에 제시한 바와 같다.

weight의 그룹 효과는 $F(1,18)=.162$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.808$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=.787$ 로 유의하게 나타나지 않았다.

SMM의 그룹 효과는 $F(1,18)=.423$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았고, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=5.557$ 로 유의한 차이가 나타났다($p<.01$). 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=8.261$ 로 유의하였다($p<.01$).

fat mass의 그룹 효과는 $F(1,18)=.018$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=2.222$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=7.413$ 로 유의하였다($p<.01$).

fat free mass의 그룹 효과는 $F(1,18)=.070$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=1.286$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=7.078$ 로 유의하였다($p<.01$).

BMI의 그룹 효과는 $F(1,18)=.049$, 측정기간의 효과는 $F(2,34)=.836$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,34)=3.398$ 로 유의하였다($p<.05$).

%Fat mass 그룹 효과는 $F(1,17)=1.719$, 측정기간의 효과는 $F(2,34)=.169$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,34)=13.187$ 로 유의하였다($p<.01$).

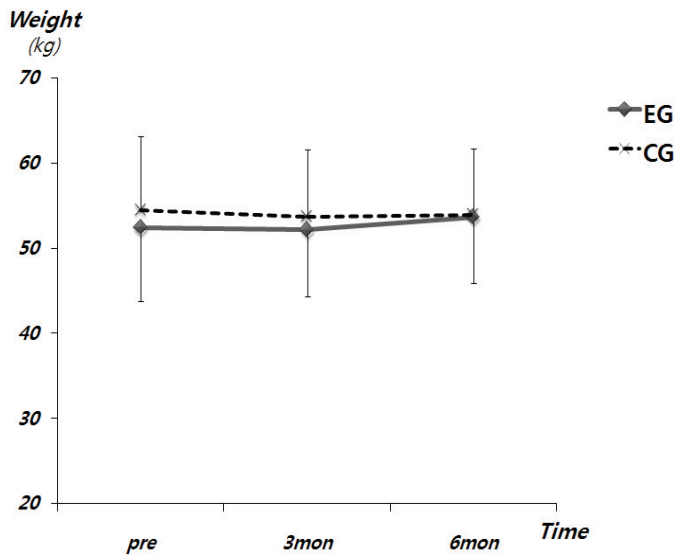


그림 93. 24주간 근력운동 후 체중 변화

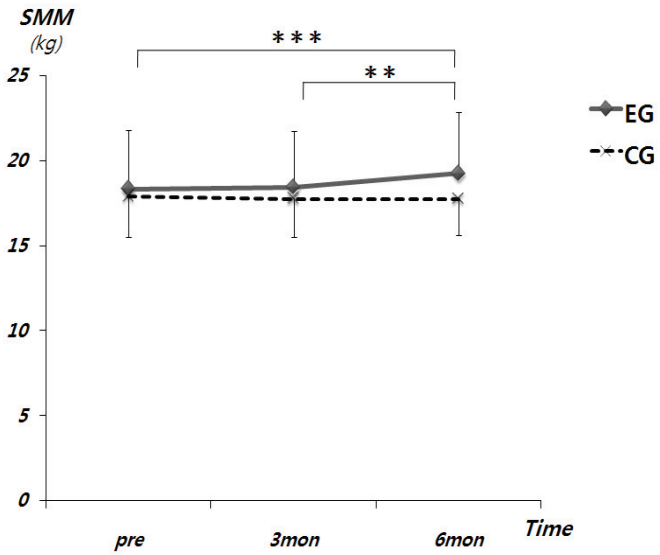


그림 94. 24주간 근력운동 후 골격근량 변화

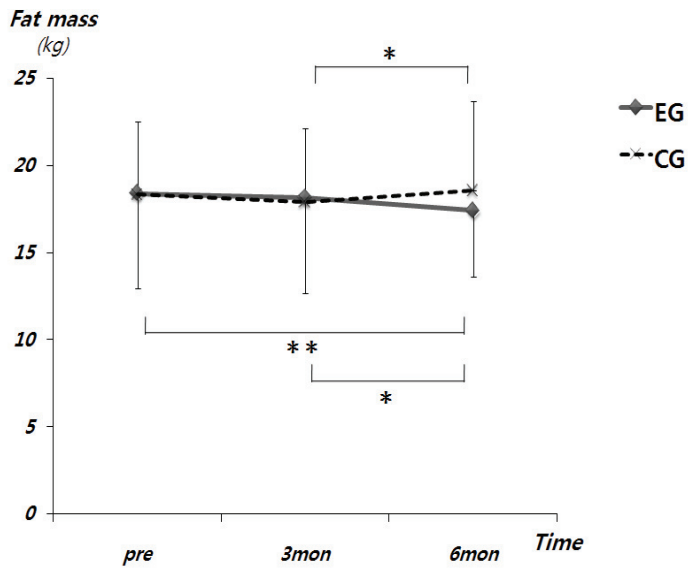


그림 95. 24주간 근력운동 후 체지방량 변화

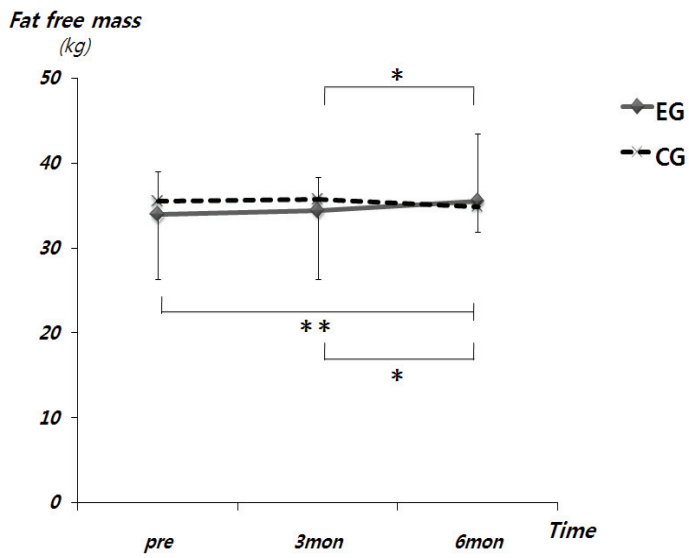


그림 96. 24주간 근력운동 후 체지방량 변화

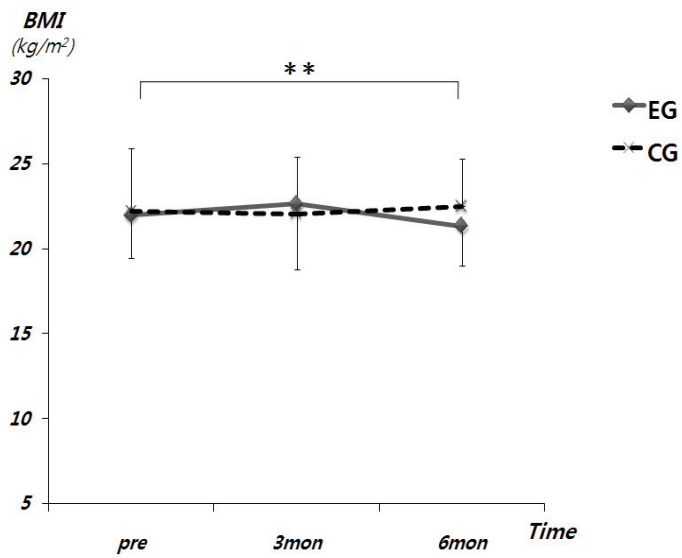


그림 97. 24주간 근력운동 후 신체질량지수 변화

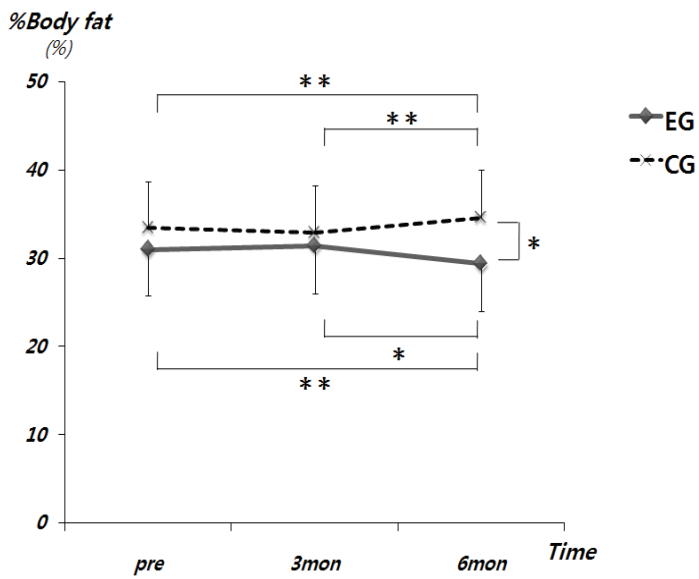


그림 98. 24주간 근력운동 후 체지방률 변화

2) 부위별 골밀도

(1) 부위별 요추 골밀도

24주간 근력운동 전·중·후 그룹별 부위별 요추 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 65, 66>, <그림 99~103>에서 제시한 바와 같다.

표 65. 그룹별 요추 골밀도 결과

Variable	Exercise (n=11)			Controls (n=9)		
	Pre	3mon	6mon	Pre	3mon	6mon
Lumbar 1 (g/cm ²)	0.976 ± 0.094	1.001 ± 0.107	1.014 ± 0.081	1.011 ± 0.091	0.990 ± 0.115	0.984 ± 0.115
Lumbar 2 (g/cm ²)	1.044 ± 0.114	1.074 ± 0.097	1.089 ± 0.100	1.061 ± 0.129	1.094 ± 0.289	1.076 ± 0.278
Lumbar 3 (g/cm ²)	1.104 ± 0.107	1.120 ± 0.112	1.140 ± 0.120	1.121 ± 0.133	1.093 ± 0.138	1.061 ± 0.127
Lumbar 4 (g/cm ²)	1.102 ± 0.121	1.105 ± 0.124	1.147 ± 0.108	1.112 ± 0.101	1.084 ± 0.126	1.044 ± 0.122
Lumbar total (g/cm ²)	1.061 ± 0.104	1.080 ± 0.101	1.098 ± 0.096	1.080 ± 0.107	1.049 ± 0.116	1.049 ± 0.121

M ± SD

표 66. 그룹별 요추 골밀도 two-way ANOVA 결과

Source		SS	df	MS	F	P
Lumbar 1 (g/cm ²)	Group	.000	1	.000	.001	.972
	Error	.517	18	.029		
	Time	.000	2	.000	.173	.842
	Group*Time	.011	2	.005	6.770	.003
	Error	.029	36	.001		
Lumbar 2 (g/cm ²)	Group	.001	1	.001	.013	.001
	Error	1.369	18	.076		
	Time	.013	2	.006	.612	.548
	Group*Time	.003	2	.002	.159	.854
	Error	.376	36	.010		
Lumbar 3 (g/cm ²)	Group	.013	1	.013	.307	.586
	Error	.764	18	.042		
	Time	.041	2	.001	.680	.513
	Group*Time	.013	2	.011	10.110	.001
	Error	.764	36	.001		
Lumbar 4 (g/cm ²)	Group	.022	1	.022	.548	.469
	Error	.708	18	.039		
	Time	.041	2	.001	.833	.443
	Group*Time	.022	2	.017	14.528	.001
	Error	.708	36	.001		
Lumbar total (g/cm ²)	Group	.006	1	.006	.191	.667
	Error	.601	18	.033		
	Time	.018	2	.000	.728	.490
	Group*Time	.006	2	.006	12.224	.001
	Error	.601	36	.001		

그룹(운동군, 비운동군)과 측정시기(전·중·후)에 따라 대퇴부위에 미치는 효과를 알아보기 위하여 two-way repeated measure ANOVA를 실시한 결과는 <표 66>에 제시한 바와 같다.

lumbar 1의 그룹 효과는 $F(1,18)=.001$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.173$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=6.770$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$).

lumbar 2의 그룹 효과는 $F(1,18)=.013$ 으로 유의한 차이가 나타났으며 ($p<.01$), 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.612$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=.159$ 로 유의하게 나타나지 않았다.

lumbar 3의 그룹 효과는 $F(1,18)=.307$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.680$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=10.110$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$).

lumbar 4의 그룹 효과는 $F(1,18)=.548$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.833$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=14.528$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$).

lumbar total의 그룹 효과는 $F(1,18)=.191$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.728$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=12.224$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$).

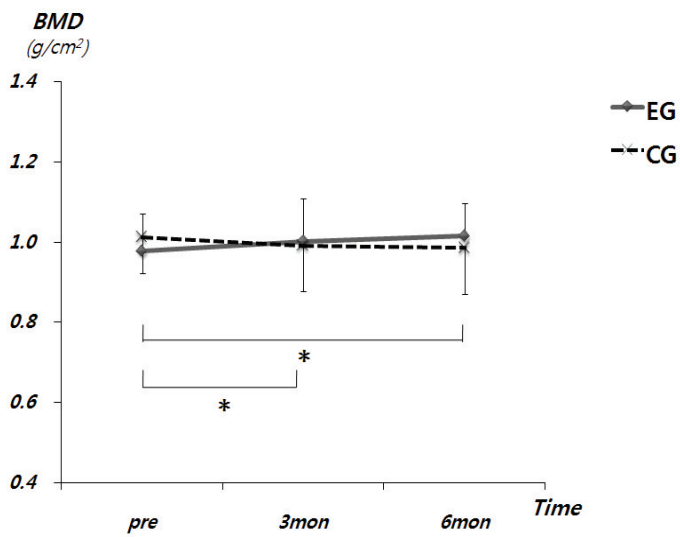


그림 99. 24주간 근력운동 후 요추 1번 골밀도 변화

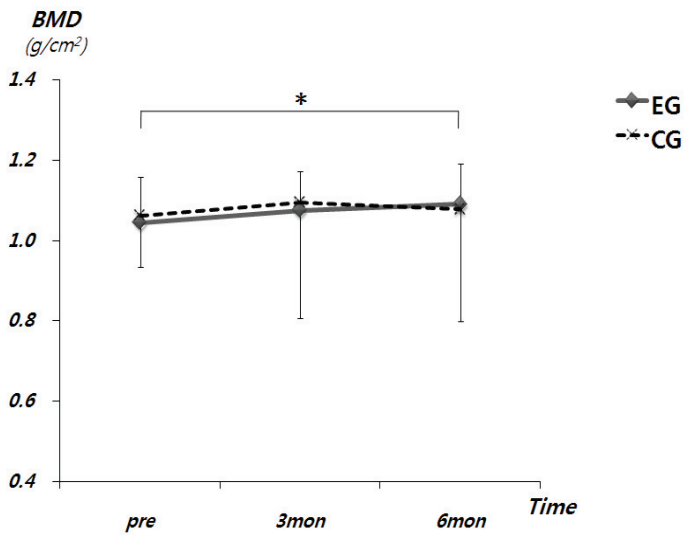


그림 100. 24주간 근력운동 후 요추 2번 골밀도 변화

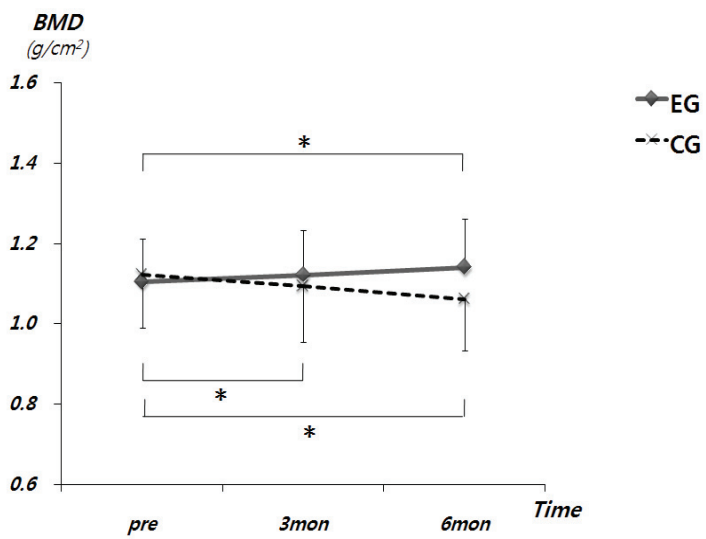


그림 101. 24주간 근력운동 후 요추 3번 골밀도 변화

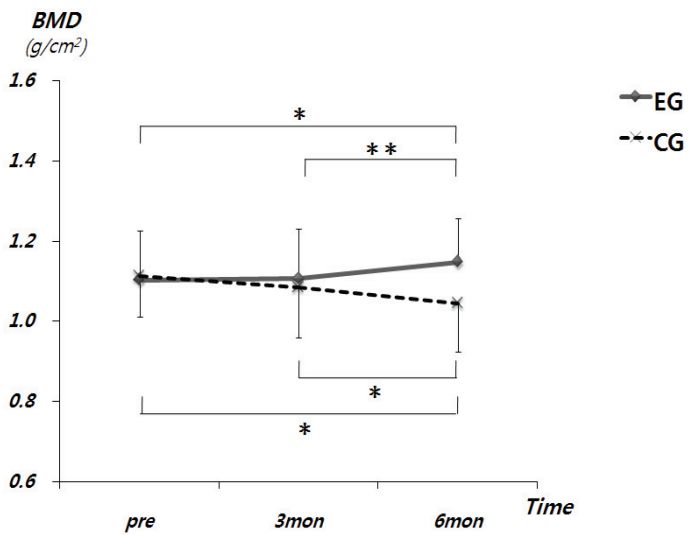


그림 102. 24주간 근력운동 후 요추 4번 골밀도 변화

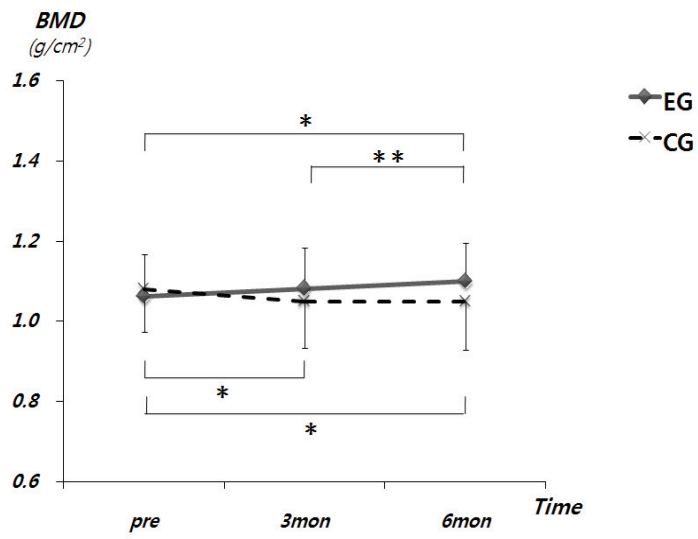


그림 103. 24주간 근력운동 후 요추 전체 골밀도 변화

(2) 부위별 대퇴 골밀도

24주간 근력운동 전·중·후 그룹별 부위별 대퇴 골밀도의 평균 비교 분석 결과는 <표 67, 68>, <그림 104~106>에서 제시한 바와 같다.

표 67. 그룹별 대퇴 골밀도 결과

Variable	Exercise (n=11)			Controls (n=9)		
	Pre	3mon	6mon	Pre	3mon	6mon
Femur neck (g/cm ²)	0.845 ± 0.081	0.850 ± 0.082	0.886 ± 0.116	0.844 ± 0.067	0.843 ± 0.778	0.799 ± 0.729
Femur troch (g/cm ²)	0.688 ± 0.074	0.698 ± 0.075	0.714 ± 0.084	0.664 ± 0.050	0.664 ± 0.062	0.643 ± 0.070
Femur total (g/cm ²)	0.893 ± 0.774	0.894 ± 0.656	0.897 ± 0.072	0.886 ± 0.050	0.868 ± 0.048	0.829 ± 0.067

M ± SD

표 68. 그룹별 대퇴 골밀도 one-way ANOVA 결과

Source		SS	df	MS	F	P
Femur neck (g/cm ²)	Group	.014	1	.014	.864	.365
	Error	.297	18	.017		
	Time	.000	2	.000	.032	.968
	Group*Time	.022	2	.011	4.140	.024
	Error	.098	36	.003		
Femur troch (g/cm ²)	Group	.027	1	.027	1.919	.183
	Error	.255	18	.014		
	Time	.000	2	.000	.324	.726
	Group*Time	.006	2	.003	6.637	.004
	Error	.017	36	.000		
Femur total (g/cm ²)	Group	.017	1	.017	1.566	.227
	Error	.194	18	.011		
	Time	.007	2	.004	3.794	.032
	Group*Time	.010	2	.005	4.833	.014
	Error	.036	36	.001		

그룹(운동군, 비운동군)과 측정시기(전·중·후)에 따라 대퇴부위에 미치는 효과를 알아보기 위하여 two-way repeated measure ANOVA를 실시한 결과는 <표 68>에 제시한 바와 같다.

femur neck의 그룹 효과는 $F(1,18)=.864$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.968$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=4.140$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$). femur troch의 그룹 효과는 $F(1,18)=1.919$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=.324$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=6.637$ 로 유의하게 나타났다 ($p<.01$).

femur total의 그룹 효과는 $F(1,18)=1.566$ 으로 유의한 차이가 나타나지 않았고, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=3.794$ 로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=4.833$ 로 유의하게 나타났다($p<.05$).

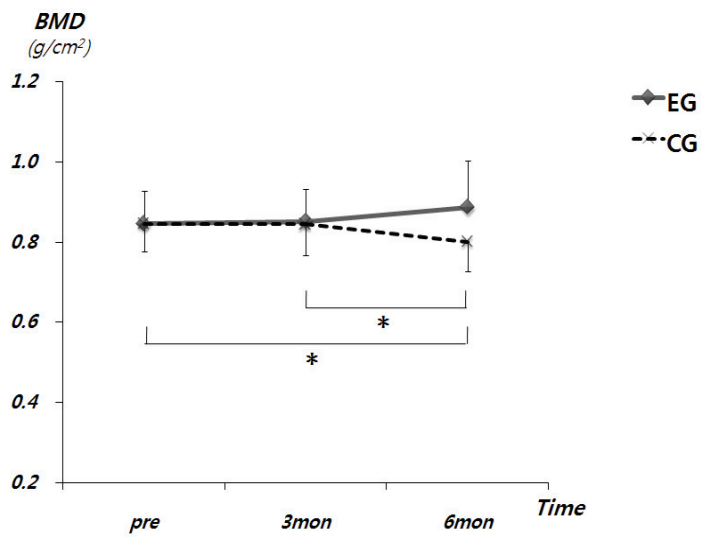


그림 104. 24주간 근력운동 후 대퇴 경부 골밀도 변화

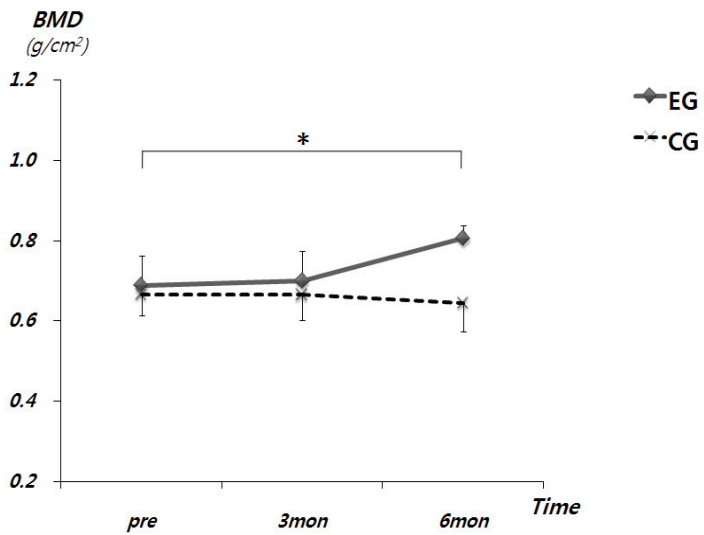


그림 105. 24주간 근력운동 후 대퇴 전자 골밀도 변화

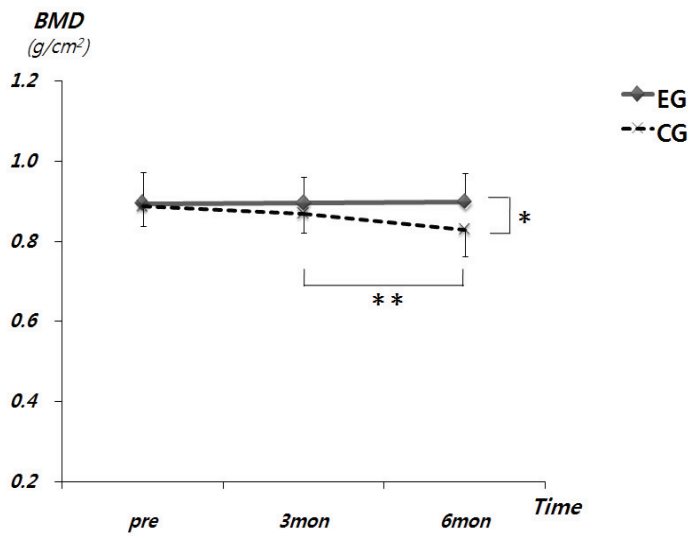


그림 106. 24주간 근력운동 후 대퇴 전체 골밀도 변화

(3) 전신 골밀도와 전신 골무기질량

24주간 근력운동 전·중·후 그룹별 전신 골밀도와 전신 골무기질량 평균 비교 분석 결과는 <표 69, 70>, <그림 107, 108>에서 제시한 바와 같다.

표 69. 그룹별 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 결과

Variable	Exercise (n=11)			Controls (n=9)		
	Pre	3mon	6mon	Pre	3mon	6mon
Whole body BMD(g/cm ³)	1.083 ± 0.662	1.085 ± 0.065	1.092 ± 0.063	1.076 ± 0.042	1.063 ± 0.040	1.059 ± 0.039
Whole body BMC(g)	2140.73 ± 309.93	2137.73 ± 319.11	2157.00 ± 315.30	2104.00 ± 169.12	2054.22 ± 193.05	2057.11 ± 176.80

M ± SD

표 70. 그룹별 연령별 전신 골밀도 및 골무기질량 one-way ANOVA 결과

Source		SS	df	MS	F	P
Whole body BMD (g/cm ²)	Group	.006	1	.006	.683	.419
	Error	.163	18	.009		
	Time	.000	2	.000	1.846	.173
	Group*Time	.002	2	.001	11.820	.001
	Error	.003	36	.000		
Whole body BMC (g)	Group	79948.0	1	79948.024	.387	.542
	Error	3715702.2	18	206427.902		
	Time	6953.0	2	3476.534	3.640	.036
	Group*Time	10635.8	2	5317.934	5.568	.008
	Error	34380.5	36	955.016		

그룹(운동군, 비운동군)과 측정시기(전·중·후)에 따라 전신 골밀도 및 전신 골무기질량에 미치는 효과를 알아보기 위하여 two-way repeated measure ANOVA를 실시한 결과는 <표 70>에 제시한 바와 같다.

whole body body BMD의 그룹 효과는 $F(1,18)=.683$, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=1.846$ 로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=11.820$ 로 유의하게 나타났다($p<.01$).

whole body BMC의 그룹 효과는 $F(1,18)=.387$ 로 유의한 차이가 나타나지 않으며, 측정기간의 효과는 $F(2,36)=3.640$ 로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 운동 유·무와 측정 전·중·후에 따른 상호작용의 효과는 $F(2,36)=5.568$ 로 유의하게 나타났다($p<.01$).

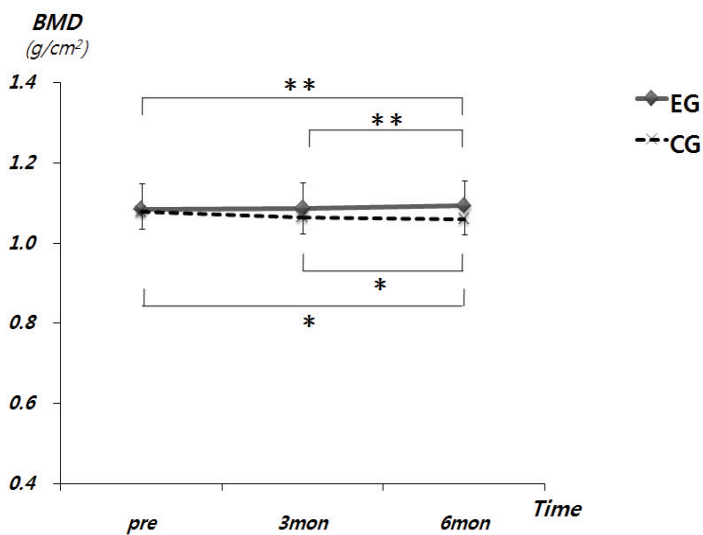


그림 107. 24주간 근력운동 후 전신 골밀도 변화

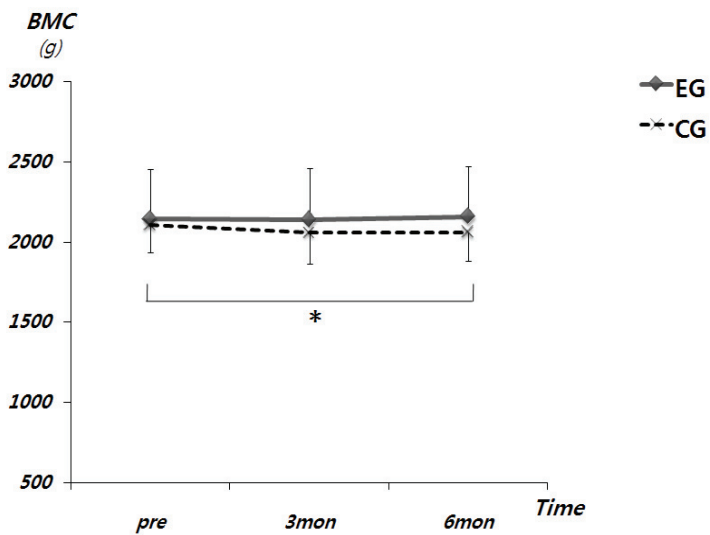


그림 108. 24주간 근력운동 후 전신 골무기질량 변화

4. 논의

신체조성 결과 운동군은 6개월 후 체중에서 2% 증가하였으나 유의한 차이는 없었고, 골격근량과 체지방량은 각각 2%, 4% 유의하게 증가하였으며 체지방량은 2% 유의하게 감소하였다.

체중이 증가할수록 골밀도가 증가한다는 사실은 잘 알려져 있으며 (Edelstein & Barrett-Connor, 1993), 체중 증가는 뼈의 압력을 가하게 되고, 지방조직의 에스트로겐 합성을 도와 뼈를 보전하기 때문에 여성에 있어 체중의 증가는 골밀도에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Douchi et al., 2000). 또한 Sowers et al.(1992)은 적은 근육량은 낮은 골밀도의 위험인자이고, 고지방량은 근육량이 충분할 때 골밀도를 유지하는 효과가 있다고 하였으며, Nicholas et al.(1995)은 국소 부위의 체지방량만이 골밀도의 유일한 예측인자로서, 이는 지방량 보다 골밀도와의 상관관계가 크다고 하여 골격근량과 체지방량의 증가는 골밀도에 있어 중요한 요인이라고 제시되고 있다. 이러한 현상은 국내 여성을 대상으로 한 연구에서도 같은 경향을 보이고 있다(김아람 등, 2010; 최승욱, 2010).

골밀도와 운동유형의 관계에서 Rikli & McManis(1990)는 폐경기 여성을 대상으로 실시한 10개월 동안의 연구에서 일반적 유산소 운동과 상체 중량 운동의 혼합은 골밀도를 증가시키나 대조군의 골밀도는 감소하였다고 보고 하였고, Krolner et al.(1983)는 8개월간 규칙적인 트레이닝을 실시한 50~72세 여성들은 요추의 골밀도가 3.5% 정도 증가되었고, 트레이닝을 하지 않은 여성들은 2.7% 정도의 골밀도 감소율을 보인다고 보고하고 있다.

Lohman et al.(1995)도 18개월 근력 운동 실시 후 골밀도의 증가를

보고하였으며, 또 다른 선행연구에서도 52주간 저항성 트레이닝 후 femur와 lumbar의 골밀도가 증가하며 대조군은 감소하였다고 보고하였다(Rhodes et al., 2000).

또한 Dickerman et al.(2000)은 골다공증의 정도와 신체활동 간에는 역학 관계가 있음을 밝혀 골밀도에 대한 근육량을 통한 기계적 스트레스의 중요성을 입증한 바 있다. 운동 및 신체활동과 관련된 근력은 골 무기질 상태를 나타내는 주요 요인으로써 골밀도와 골다공증에 의한 골절의 중요한 예측인자로서 이와 관련된 많은 연구(Lord et al., 1996; Ribom et al., 2004)가 이루어져 왔으며, 적절한 신체활동과 영양섭취는 에너지의 효율적인 활용을 돕고 지속적인 근육 수축과 이완을 유발하여 근육량과 근력을 증대시킨다. 더불어 강화된 근육의 움직임은 다양한 장력을 형성하여 뼈조직을 자극함에 따라 골대사를 활성화시켜 골밀도의 상승을 자극한다고 보고되고 있다(Kim, 2002).

이와 같이 본 연구에서도 근력 운동을 통해 근육에 물리적 자극을 전달하여 골밀도가 향상될 것으로 기대되었던 운동군에서 6개월 후 부위별로 약 2~4%씩 증가를 보였으며 대조군은 약 3~6%씩 지속적으로 감소하여, 근력운동과 근력운동이 포함된 복합운동을 실시한 대부분의 연구에서 골밀도가 개선된다는 기존의 보고와 일치 하였다(Pruitt et al., 1992; Winters-Stone & Snow, 2006).

이렇듯 폐경기 전, 후 여성들에게 빈번하게 나타나는 골다공증 현상은 규칙적인 운동을 통해 발생빈도를 낮추고 예방할 수 있으며, 본 연구 결과와 같이 각 부위에 따라 골밀도 향상도의 부분적인 차이는 있었으나 근력 운동을 통해 운동군의 골밀도가 긍정적인 효과를 나타내 규칙적인 근력 운동은 골감소군 여성에게도 골형성에 긍정적인 영향을 주는 것으로 사료된다.

5. 결론

6개월 규칙적인 근력 운동이 골감소가 있는 중년 여성의 신체조성 및 골밀도에 미치는 영향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 신체조성 결과 운동군은 6개월 후 체중에서 2% 증가하였으나 유의한 차이는 없었고, 골격근량과 체지방량은 각각 2%, 4% 유의하게 증가하였으며 체지방량은 2% 유의하게 감소하였다.
2. 골밀도 결과 요추($p<.001$), 대퇴($p<.05$), 전신 골밀도($p<.05$)의 운동군과 비운동군의 이원반복분산분석 결과 그룹×측정시기에서 상호작용이 나타났다($p<.001$). 운동군에서 6개월 후 부위별로 약 2~4%씩 증가를 보였으며 대조군은 약 3~6%씩 지속적으로 감소하였다.

본 연구 결과와 같이 규칙적인 근력 운동은 골감소군 여성의 신체조성과 골밀도에 긍정적인 영향을 주어 골다공증의 예방에 효과가 있는 것으로 사료된다.

VIII. 총론

이 연구는 여성 골다공증 예방 및 개선을 위한 운동처방의 기초 자료를 제공하고자 하였으며 다음과 같은 종합적인 결론을 얻었다.

1. 여중생의 lumbar total, femur total, whole body BMD는 연령 증가에 따라 골밀도가 2~3%로 증가하였으며, 13세는 전신골밀도, 14·15세는 요추 골밀도가 가장 높았고, 모든 연령층에서 대퇴 골밀도가 가장 낮았다. 또한 전신 골밀도와 전신 골무기질량에서 골격근량과 가장 높은 상관성이 나타났다.
2. 여대생의 연령 증가에 따른 평균 비교 분석 결과 대퇴 부위는 20·21·22세와 비교하였을 때 19세가 가장 높았으며, 연령에 따른 부위별 골밀도 평균 비교 분석 결과 요추 부위는 모든 연령층에서 lumbar 3가 가장 높았고, 대퇴 부위에서 19세는 femur neck, 20·21·22세는 femur total이 높았고 모든 연령층에서 femur troch 가장 낮았다. 또한 lumbar total, femur total, whole body BMD를 비교한 결과 모든 연령층에서 lumbar total이 유의하게 높았으며, whole body가 유의하게 낮았다.
3. 여대생의 골밀도 수준에 따라 신체조성 및 골밀도는 차이가 있었으며 상관분석 결과 골감소군에서는 WHR과 정적인 상관관계가 있었으며, 낮은 정상군에서는 %body fat, fat mass, 골밀도가 좋은 정상군에서는 SMM과 상관성을 나타냈다.
4. 중년여성의 골밀도는 lumbar 2, lumbar 3 부위는 40대에 비해 유의한 감소를 보였지만 이를 제외한 다른 곳에서는 유의한 감소 및 증진을 보이지 않았으며, 신체조성과의 상관관계에서도 특별한 점을

찾지 못하여 골밀도의 보호를 위해서는 외부적 자극이 필요할 것으로 사료 된다.

5. 골감소증이 있는 중년여성의 24주간 근력운동 후 신체조성 결과 운동군은 6개월 후 weight에서 2% 증가하였으나 유의한 차이는 없었고, SMM과 fat free mass은 각각 2%, 4% 유의하게 증가하였으며 fat mass은 2% 유의하게 감소하였다. 골밀도의 경우 24주후 운동군에서 부위별로 약 2~4%씩 증가를 보였으며 대조군은 약 3~6%씩 지속적으로 감소하였다.

이상의 결론을 종합해 볼 때, 본 연구는 청소년기·청년기·중년기 여성의 골량 측정의 기초자료를 제공하며, 상관분석을 통해 골밀도의 유지 및 개선을 위해서 골격근량, 제지방량의 보호 및 증진의 중요성을 시사한다. 특히 골감소증이 있는 중년 여성도 근력운동을 통해 골밀도 증진에 효과가 있는 것으로 사료되며, 이 때 근력 운동의 기간은 6개월 이상으로 권장한다.

참 고 문 헌

- 골다공증 (1991). 대한골대사학회.
- 강무일 (1994). 골교체 생화학적 표지자의 임상적 응용. 대한골대사학회지, 1(2), 246~253.
- 구재욱 (1982). The effect of dietary protein and calcium on urinary calcium in young men. Kor J Nutr, 15, 235-241.
- 권경희, 이태용, 남해성 (2009). 초등학생의 체지방 및 골밀도 수준에 영향을 미치는 요인. Journal of Korean Society for Health Education and Promotion, 26(1), 51~61.
- 권철웅 (1996). 운동종목에 따른 상하지 골밀도와 전이효과. 미간행 박사학위논문 국민대학교 대학원.
- 김기용, 김남현, 김영설, 이영희 (1999). 골다공증 백과. 민중서관.
- 김아람, 이소은, 안지희, 정혜임, 이재문, 최승욱 (2008). 여중생 골밀도와 신체조성의 상관관계 분석 및 추정식 개발. 발육발달학회지, 16(4), 267~270.
- 김아람, 이소은, 이윤미, 백승희, 정혜임, 안지희, 최승욱, 이재문 (2010). 여대생 신체조성과 골밀도, 골무기질량의 상관관계 분석 및 추정식 개발. 사회체육학회지, 39, 667~672.
- 김창범, 박종진 (1999). 운동 특성에 따른 대학 운동선수들의 골밀도에 관한 연구. 한국사회체육학회지, 11, 205~214.
- 김혜남 (2005). 운동의 특성, 월경, 식습관, 신체구성과 골밀도와의 관계. 미간행 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 김화영 (1994). 골다공증과 식이인자. 한국영양학회지, 27(6), 636~645.

- 남문석, 이은직, 김경래, 이경미, 정윤석, 임승길, 이현철, 이병석, 박기현, 허갑범(1993). 폐경전·후 여성에서의 체조직분포와 골밀도의 상관성. 대한내분비학회지, 8(2), 180~186.
- 노희경, 정은 (2008). 골감소증 여대생의 영양소 섭취실태와 이소플라본 보충이 골밀도에 미치는 영향. 한국식생활문화학회지, 23(6), 801~811.
- 대한골다공증학회 (2007). 진단 및 치료 지침.
- 대한골대사학회 (2000). 골다공증. 서흥출판사.
- 민헌기 (1991). 골다공증. 최신의학사.
- 박래준, 강기창 (1998). 유산소 운동에 따른 골밀도의 변화. 대한물리치료학회지, 10(2), 97~104.
- 박인숙 (1998). 운동형태의 차이가 골밀도와 골대사지표에 미치는 영향. 한국여성체육학회지, 13(1), 69~76.
- 백기현, 강무일 (2005). 골밀도 측정 및 임상적용에 관한 ISCD 공식 견해. 대한내분비학회지, 20(1), 1~7.
- 보건복지부 (2007). 2007 보건복지통계연보.
- 서승유, 이동갑, 김규환 (2003). 현대인의 건강관리와 운동. 한경사.
- 승정자, 백수경, 이행신, 김미현, 최선희, 이소연, 이다홍 (2001). 우리나라 일부 폐경전·후 여성의 골밀도와 그에 영향을 미치는 체형 및 식이인자에 관한 연구. 30(1), 159~167.
- 여남희, 박일봉 (2004). 중년여성들의 비만과 골다공증 예방과 치료를 위한 리모델링 운동처방 프로그램 개발. 운동과학, 13(3), 351~366.
- 유영원, 이은남 (2004). 골밀도 검사 후 치료지시 이행정도에 영향을 미치는 요인. 대한간호학회지, 34(1), 63~71.

- 이강우, 배종진, 이중철 (2004). 성인여성의 골밀도 예측 방정식 개발. 한국사회체육학회지, 22, 523~533.
- 이경미, 박기현, 이병석, 허갑범, 이현철, 임승길, 이은직, 김경래, 정윤석, 남문석(1993). 폐경전, 후 여성에서의 체조직분포와 골밀도의 상관성. 대한내분비학회지, 18(2), 180~186.
- 이미향 (2000). 폐경기 여성의 장기 호르몬 대체 요법 후의 골밀도와 혈중지질 농도의 변화. 미간행 박사학위논문, 한양대학교 대학원.
- 이정숙 (2001). 한국인의 연령별 골밀도와 각 연령군의 골밀도와 관련된 식이요인 분석. 미간행 박사학위논문, 상명대학교 대학원.
- 이정숙, 홍희옥, 유춘희 (1996). 카페인 섭취에 따른 난소절제 흰쥐의 칼슘과 인 대사 연구. 한국영양학회지, 29(9), 950~957.
- 이철호, 최대혁 (2005). 자발적 운동참여가 중년여성들의 골밀도, 최대 산소섭취량, 건강관련체력에 미치는 영향. 한국체육학회지, 44(1), 255~264.
- 이희자 (1996). 한국여성의 골밀도와 운동과의 관계. 한국영양학회지, 29(7), 806~820.
- 이희자, 최미자 (1996). 한국 여성의 연령별 골밀도와 그에 미치는 영양 인자에 관한 연구. 한국식품영양학회지, 29(6), 661~677.
- 임성호, 구건희, 김인현, 문유선, 최영호 (2000). 중소도시와 농촌지역을 중심으로 한 폐경후 골다공증의 호르몬 대체요법 실태. 가정의학회지, 21, 533~539.

- 장순영, 오한진, 김수영 (1997). 폐경 전과 후 여성에서의 지질상태 및 골밀도 비교. 가정의학회지, 18(9), 910~917.
- 정영자, 최건식, 황수관 (1997). 폐경전후 여성의 등속성 근력과 신체구성요소가 골밀도에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 15(1), 86~101.
- 조윤성, 정현식, 임선옥, 김장흡 (2009). 지역사회 성인 여성의 요골에서의 골다공증 유병률과 갑상선기능이 미치는 영향. 15(1), 16~23.
- 최미경 (1994). 카페인과 칼슘의 섭취수준이 연령과 성별이 다른 흰쥐의 체내 칼슘 이용과 지질함량에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문, 숙명여자대학교 대학원.
- 최승욱(2010). 규칙적인 운동습관이 중년여성의 요추와 대퇴 골밀도 및 신체구성에 미치는 영향. 한국체육과학회, 19(1), 731~736.
- 최승욱, 이소은 (2006). 고령자의 Circadian Rhythm에 관한 연구. 한국체육과학회지, 15(2), 387~399.
- 통계청 (2005). 통계연보. 통계청.
- 통계청 (2008). 장래인구추계결과. 통계청.
- 허성은, 정혜원 (2003). 연령에 따른 한국 여성의 요골 말단 부위의 골밀도. 대한폐경학회지, 9(3), 226~231.
- 홍미경 (2002). 무용수의 골밀도 수준과 골밀도 관련인자에 관한 연구, 미간행 박사학위논문, 성균관대학교 대학원.
- 황중찬 (1998). 골다공증 예방과 치료요법. 태을출판사.
- ACSM (2005). Guidelines for exercise testing and prescription, 7 th edition. Lippincott Williams & Wilkins.

- Aloia, J. F. (1986). The osteoporosis: pathogenesis and diagnosis. *Clin Rheumatol in Prac*, 4, 100~113.
- Anderson, J, J, B., & Garner, S. C. (1996). Calcium and phosphorus in health and disease. *Modern nutrition*, 395.
- Arlot, M., Edouard, C .M., Menier, P. J., Neer, R .M., & Reeve J. (1984). Impaired osteoblast function in osteoporosis : A comparison between calcium intake and dynamic histomorphometry. *Br J Med*, 289, 517~520.
- Bakker I., Twisk J. W, Van Mechelen W & Kemper H. C. (2003). Fat-free body mass is the most important body composition determinant of 10-yr longitudinal development of lumbar bone in adult men and women, *J Clin Endocrinol Metab*, 88(6), 2607~2613.
- Barr, S. I., & McKay, H. A. (1998). Nutrition, exercise and bone status in youth. *Int J Sport Nutr*, 8(2), 124-142.
- Beck, B. R., & Snow, C. M. (2003). Bone health across the lifespan-exercising our options. *Exerc Sport Sci*, 31(3), 117~122.
- Bess, D. H. (1996). Calcium and vitamin D nutritional needs of elderly women. *J Nutr*, 126(4), 1165~1167.
- Bjorntorp, P. (1991). Metabolic implications of body fat distribution. *Diabetes Care*, (12), 1132~1143.
- Blain, H., Vuillemin. A., Teissier, A., Hanesse, B., Guillemin, F., & Jeandel, C. (2001). Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. *Gerontology*, 47, 207~212.

- Blanshet, C., Giguere, Y., Prud'homme, D., Dumont, M., Rousseau, F., & Dodin, S. (2002). Association of physical activity and bone influence of vitamin D receptor genotype. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(1), 24-31.
- Bonjour, J. P., Theintz, G., Buchs, B., Slosman, D., & Rizzoli, R. (1991). Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab*, 73, 555~563.
- Bono, C. M., & Einhorn, T.A. (2003). Overview of osteoporosis: pathophysiology and determinants of bone strength. *European Spine Journal*, 12, S90~S96.
- Booth, F. W., Weeden, S. H., & Tseng, B. S. (1994). Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Med Sci Sports Exerc*, 26, 556-560.
- Bronner, F., & Stein, W. D. (1995). Calcium homeostasis - An old problem revisited. *J Nutr*, 125.
- Buchanan, J. R., Myers, C., Lloyd, T., Leuenberger, P., & Demers, L. M. (1988). Determinants of peak trabecular bone density in women : the role of androgens, estrogen and exercise. *J Bone Miner Res*, 3, 673~680.
- Burger, E. H., Klein-Nulend, J., Van Der Plas, A., & Nijweide, P. J. (1995). Function of osteocytes in bone - Their role in Mechanotransduction. *J Nutr*, 125, 2020s~2023s.
- Cadogan, J., Blumsohn, A., Barker, M. E., & Eastell, R. (1998). A longitudinal study of bone gain in pubertal

- girls:anthropometric and biochemical correlates. *J Bone Miner Res*, 13(10), 1602~1612.
- Cann, C. E., Ganent, H. K., Kolb, F. O., & Ettinger, B. (1985). "Quantitative computed tomography for prediction of vertebral fracture risk". *Bone*, 6(1), 1~7.
- Charkoudian, N., & Joyner, M. J. (2004). Physiologic consideration for exercise performance in women. *Clinics in chest medicine*, 25(2), 247~255.
- Chapurlat, R. D., Gamero, P., Sornay-Rendu, E., Arlot, M. E., Chapurlat, B., & Delmas, P. D. (2000). Longitudinal study of bone loss in pre- and perimenopausal women: evidence for bone loss in perimenopausal women. *Osteoporos Int.*, 11, 493~498.
- Chen, Z., Lohman, T. G., Stini, W. A., Ritenbaugh, C., & Aickin, M. (1997). Fat or lean tissue mass: which one is the major determinant of bone mineral mass in healthy postmenopausal women?. *J Bone Miner Res*, 12, 144~51.
- Chien, M. Wu, Hsu. Yang., & Lai. (2000). Efficacy of a 24-week aerobic exercise program for osteopenic postmenopausal women. *calcified tissue international*, 67, 443~448.
- Christiansen, C., & Riis, B. J. (1990). Five years with continuous combined oestrogen/progestogen therapy. Effects on calcium metabolism, lipoproteins, and bleeding pattern.

- Br J Obstet Gynaecol, 97(12), 1087~1092.
- Compston, J. (2001). Secondary causes of osteoporosis in men. *Calcif Tissue Int*, 69(4), 193~195.
- Compston, J. E., Cooper, C., & Kanis, J. A. (1995). Bone densitometry in clinical practice. *BMJ*, 310(6993), 1507~1510.
- Cooper, C, Campion. G., & Melton, L. J. (1992). Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis*, 2, 285~289.
- Crisp, A. J., Buckland-Wright, J. C., Kauffman, E. A., & Gibson. T. (1984). Combined treatment of post-menopausal osteoporosis: effect on muscle function and a new radiological method for assessing trabecular bone. *Curr Med Res Opin*, 8, 701~707.
- Cummings, S. R, Black, D. M., & Rubin, S. M. (1989). Lifetime risks of hip, Colles'. or vertebral fracture and conary heart disease among white postmenopausal women. *Arch Intern Med*, 149, 2445~2448.
- Dargent-Molina, P., Poitiers, F., Breart, G., & Group, E. (2000). In elderly women weight is the best predictor of a very low bone mineral density: evidence from the EPIDOS study. *Osteoporos Int*, 11, 881~888.
- Deforonzo, R. A., & Ferrannini, E. (1991). Insulin resistance: A multifactor syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia and atherosclerosis

cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 14, 173~194.

Dickerman, R. D., Pertusi, R., & Smith, G. H. (2000). The upper range of lumbar spine bone mineral density: An examination of the current world record holder in the squat lift. *Int J Sports Med*, 21(7), 469~70.

Dorothy Teegarden, William R. Proulx, Mark Kern, Darlene Sedlock, Connie, M., Weaver, C., Conrad Johnston, & Roseann M. Lyle (1996). Previous physical activity relates to bone mineral measures in young women. *Med. Sci. Sports Exerc*, 28, 105~113.

Douchi, T., Kuwahata, R, Matsuo, T., Uto, H., Oki, T., & Nagata, Y. (2003). Relative contribution of lean and fat mass component to bone mineral density in males. *J Bone Miner Metab*, 21, 17~21.

Douchi, T., Yamamoto, S., Yoshimitsu, N., Andoh, T., Matsuo, T., & Nagata Y. (2002). Relative contribution of aging and menopause to changes in lean and fat mass in segmental regions. *Maturitas*, 30, 301~306.

Douchi, T., Yamamoto, S., & Oki, T. (2000). Difference in the effect of adiposity on bone density between pre and postmenopausal women. *Maturitas*, 34, 261~266.

Drinkwater, B. L., Nilson, K., Chesnut, C. H., 3rd, Bremner, W. J., Shainholtz, S., & Southworth, M. B. (1984). Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *The New England Journal of Medicine*, 311(5),

277~281.

- Drinkwater, B. L. (1993). Exercise in the prevention of osteoporosis. *Osteopors. Int* 3, 1, 169~171.
- Edelstein S. L., & Barrett-Connor E. (1993). Relation between Body Size and Bone Mineral Density in Elderly Men and woman. *American Journal of Epidemiology*, 138(3), 160~169.
- Elisman, J. A., Kelly, P. J., Morrison, N. A., Yeoman, R., Birmingham, J., & Sambrook, P. N. (1993). Peak bone mass and osteoporosis prevention. *Osteoporosis International*, 3(1), 56~60.
- Emslander, H. C., Sinaki, M., Muhs, J. M., Chao, E. Y., Wahner, H. W., Bryant, S. C., Riggs, B. L., & Eastell, R. (1998). Bone mass and muscle strength in female college athletes). *Mayo Clin Proc*, 73(12), 1151~60.
- Ensrud, K. E., Palermo, L., Black, D. M., Cauley, J., Jergas, M., Orwoll, E. s., Nevitt, M. C., Fox, K. m., & Cummings, S. R (1995). Hip and calcaneal bone loss increase with advancing age : longitudinal results fr om th e study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*, 10, 1778~87.
- Faulkner, K. G. (1998). Bone densitometry: choosing the proper skeletal site to measure. *J Clin Densitom* Fall, 1(3), 279~85.
- Firooznia, H., Golombu, C., Rafii, M., Schwartz, M. S., & Alterman,

- E. R. (1984), "Gallagher J.C,Goldbar D., & Moy D.(1987). Total bone calcium in normal women: effect of age and menopause status", *Journal of Bone Mineral Research*, 2, 491~496.
- Forsen, L., Sogaard, A. J., Meyer, H. E., Edna, T., Kopjar, B. (1999). Survival after hip fracture. short and long term excess mortality according to age and gender. *Osteoporos Int*, 10, 73~78.
- Frost, H. M. (1987). Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal. *Anat Rec*, 219, 1~9.
- Gallagher, J. C., Riggs, B. L., & Deluca, H. (1980). Effects of estrogen on calcium absorption and serum vitamin D metabolites in postmenopausal osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab*, 51, 1359~1364.
- Gambel, C. L., (1995). Osteoporosis Making the diagnosis in patients at risk for fracture. *Geriatrics*, 50, 24~33.
- Gerdhemn, P., Ringsberg, K. A., Akesson, K., & Obrant, K. J. (2003). Influence of muscle strength, physical activity and weight on bone mass in a population-based sample of 1004 elderly women. *Osteoporos Int*, 14, 768~772.
- Geusens, P., Dequeker, J., Verstraeten, A., & Nijs, J. (1986). Age, sex and menopause-related change of vertebral and peripheral bone : Population study using dual and single photon absorptiometry and radiogrammetry. *J*

Nucl Med, 27, 1540~1546.

- Gina Bravo, Pierre Gauthier, Pierre-Michel Roy, Helene Payette, & Philippe Gaulin Msc (1997). A Weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: Its impact on bone, functional fitness, and well-being. Arch Phys Med Rehabil, 78, 1375~1380.
- Glastre, C., Braillon, P., David, L., Cochat, P., Meunier, P. J., & Delmas, P. D. (1990). Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual X-ray absorptiometry in normal children : correlations with growth parameters. J Clin Endocrinol Metab, 70, 1130~1133.
- Glastre, C., Braillon, P., David, L., Cochat, P., Meunier, P. J., & Delmas, P. D. (1990). Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual X-ray absorptiometry in normal children : correlations with growth parameters. J Clin Endocrinol Metab, 70, 1130~1133.
- Glowacki, S. P., Martin, S. E., Maurer, A., Baek, W., Green, J. S., & Crouse, S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. Med. Sci. Sports Exerc, 36(12), 2119~2127.
- Haffner, S. M., & Bauer, R. L. (1992). Excess androgenicity only partially explains the relationship between obesity and bone density in premenopausal woman Inter. J Obesity

& Related Metabolic Disorders, 16(11), 869~874.

- Hamdy, R. C., Petak, S. M., & Lenchik, L. (2002). Which central dual X-ray absorptiometry skeletal sites and regions of interest should be used to determine the diagnosis of osteoporosis?, *J Clin Densitom*, 5(S1), 1~7.
- Hcinoncn, A., Oja, P., & Kannus, P., Sicvancn, H., Haapasalo, H., Manttari, A. & Vuori I. (2001). Bone mineral density in female athletes representing sports with different loading characteristics of the skeleton. *Bone*, 17, 197~203.
- Heinrech, C. .H., Going, S. B., Pamentcr, R. W., Perry. C. D., Boyden, T. W., & Lohman, T. G. (1990). Bone mineral content of cycliacally menstruating female reistance and endurance trained athletes. *Med Sci Sport Exerc*, 22(5), 558-563.
- Horlick, M., Wang, J., Pierson, R. N., Jr., & Thornton, J. C. (2004). Prediction models for evaluation of total-body bone mass with dual-energy X-ray absorptiometry among children and adolescents., *Pediatrics*, 114(3), 337~345.
- Hsu, Y. H., Venners, S. A., Terwedow, H. A., Feng, Y., Niu, T., & Li, Z. (2006). Relation of body composition, fat mass, and serum lipids to osteoporotic fractures and bone mineral density in Chinese men and women. *Am J Clin Nutr*, 83, 146~154.
- Hunt, K. M. (2005). Bone mineral density in children and

adolescents: A Comparative Study of swimmers and Non-athletes. Dr of Philosophy Degree The University of Memphis.

- Izmozherova, N. V., & Popov, A. A. (2008). Postmenopausal osteoporosis in obese women. *Klin Med(Mosk)*, 86, 44 ~46.
- Jamal, J. A., Ridout, R., Chase, C., Fielding, I., Rubm, A., & Hawker, G. A. (1999). Bone mineral density and osteoporosis education improve lifestyle behaviors in premenopausal women. *Journal of bone and mineral research*, 14(12), 2143~2149.
- Johanna, L. & Dena, P. (2006). Changes in body composition of college females following 12weeks of concurrent aerobic exercise and resistance. *Journal of the American College of Sports Medicine*, 38(5), 494~495.
- Jones, G., Nguyen, T., Sambrook, P., Kelly, P. J., & Eisman, J. A. (1994). Progressive loss of bone in the femoral neck in elderly people : longitudinal finding from the Dubbo osteoporosis epidemiology study. *Med J*, 309, 691 ~ 695.
- Joseph Melton, III. L., Atkinson, E. J., O' Connor, M. K., O' Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Determinants of bone loss from the femoral neck in women of different ages. *J Bone Miner Res*, 15, 24~31.
- Kadom, D. M., Browner, W. S., Palermo, L., & Nevitt, M. C.,

- Genant, H. K., & Cummings, S. R. (1999). Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med*, 159(11), 1215~1220.
- Kanis, J. A., Delmas, P., Burckhardt, P., Cooper, C., & Torgerson, D. (1997). Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporosis International*, 7(4), 390~406.
- Kanis, J. A., Johnell, O., Oden, A., Dawson, A., DeLact, C., & Jonsson, B. (2001). Ten year probabilities of osteoporotic fractures according to BMD abddiagnostic the results. *Osteoporosis International*, (12), 989~995.
- Kanis, J. A. (1994). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int*, 4, 368~381.
- Kanis, J. A. (2000). An update on the diagnosis of osteoporosis. *Curr Rheumatol Rep Feb*, 2(1), 62~66.
- Katzman, D. K., Bachrach, L. K., Carter, D. R., & Marcus, R. (1991). Clinical and anthropometric correlates of bone mineral acquisition in healthy adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 73, 1332~1339.
- Kelly, P. J. (1993). Eisman JA. Osteoporosis: Genetic effects on bone turnover and bone density. *Annals of Med*, 25,

- Kemper, H. C. G., Bakker, I., Mechelen, W., Post, G. B., Twisk, J. & W. R. (2000). Bone mass of adult males and females is positively related to physical activity in adolescence and young adulthood. *Osteoporosis Int*, 11(1), S1~64.
- Kim, C. J., Oh, K. W., Rhee, E. J., Kim, K. H., Jo, S. K., & Jung, C. H., et al. (2009). Relationship between body composition and bone mineral density(BMD)in perimenopausal Korean women. *Clin Endocrinol(Oxf)*, 71, 18~26.
- Kim, J. H. (2002). Determinants of bone mineral density in adult women living in community dwellings. Master thesis, Department of Public Health Nutrition Graduate School of Occupational Health, The Catholic University.
- Kim, M. R., Park, H. J., Yu, H. J., Chae, B. A., Kim, M. J., & Jo, H. H., et al. (2006). Body composition and bone mineral density in middle-aged women. *Korean J Bone Metab*, 13, 149~155.
- Kim, J. M. (2005). An analysis of related factors and nutrients intake affecting bone mineral density of college women in Daegu Area. *J. Korean Diet. Assoc*, 11(1), 86~94.
- Klaushofer, K., Varga, F., Glantsching, H., Fratzl-selman, N., Czerwenka, E., Leis, H. J., Koller, K., & Peterlik, M. (1995). The Regulatory role of thyroid hormones in

bone cell growth and differentiation. *J Nutr*, 125, 1996s~2003s.

Korea national statistical office. (2002). 통계청.

Krabbe, S., Christiansen, C., Rodbro, P., & Transbol, I. (1979). Effect of puberty on rates of bone growth and mineralization : with observations in male delayed puberty. *Arch Dis Child*, 54, 950.

Krall, E. A., & Dawson-Hughes, B. (1993). Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res*, 8(1), 1~9.

Krolner, B., Toft, B., Nielsen, S., & Tondevold, E. (1983). Physical exercise as Prophylaxis against involutional vertebral bone loss: a controlled trial. *Clinical science*, 64(5), 541~546.

Krolner, B., & Nielsen, P. (1982). Bone mineral content of lumbar spine in normal and osteoporotic woman: cross-sectional and longitudinal studies. *Clin Sci*, 62, 329~336.

Kuramoto, A. K. & Payne, V. G. (1995). Predicting muscular strength in women. : A preliminary study. *Research Quarterly for Exercise and sports*, 66(2), 168~172.

Lane, J. M., & Vigorita, V. J. (1984). Osteoporosis. *Orthop Clin North Am*, 15(4), 711~28.

Lanyon, L. E. (1984). Functional strain as a determinant for bone remodelling. *Calcif. Tissue Int*, 36, S56~S61.

- Lanyon, L. E. (1992). Control of bone architecture by functional load bearing. *J Bone Miner Res*, 7, S369~375.
- Lee, Alekel., Jody, L. Clasey, Patricia, C., Fehling, Ronald, M., Welgel, Richard, A., Boileau, John, W., Erdman, & Rachel Stillman. (1995). Contributions of exercise, body composition, and age to bone mineral density in premenopausal women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(11), 1477~1485.
- Lee, J. S., & Yoo, C. H. (1999). Some factors affecting bone mineral density of Korean rural women. *Korean J Nutr*, 32(8), 935~945.
- Lee, S. K., & Stern, P. H. (1995). Endothelin B receptor activation enhances parathyroid hormone-induced calcium signals in UMR-106 cells. *J Bone Min Res*, 10, 1343 ~1351.
- Lenchik, L., Leib, E. S., Hamdy, R. C., Binkley, N. C., Miller, P. D., Watts, N. B. (2002). Executive summary international society for clinical densitometry position development conference. *J Clin Densitom*, 5, S1~3.
- Liggett, N., W., & Reid. D. M. (2000). The incidence, epidemiology, and etiology of osteoporosis. *Hospital phanuacist*, 7(3), 62~68.
- Lloyd, T., Rollings, N., Andon, M. B., Demers, L. M., Eggli, D. F., Kieselhorst, K., Kulin, H., Landis, J. R., Martel, J. K., Orr, G., & Smith, P. (1992). Determinants of bone density in young women. I : relationsh ips among

pubertal development, total body mass , and total bone mineral density in premenarchal females. *J Clin Endocrinol Metab*, 75, 383~387.

Lohman, T., Going, S., & Pamentner, R. (1995). Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: a randomized prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 10(7), 1015~1024.

Lord, S. R., Ward, J. A., Willams, P., & Zivannovic, E. (1996). The effects of a community exercise program on fracture risk factors in older women. *Osteoporosis Int*, 6(5), 361~367.

Lutzet, J. Linkswiller, H. M. (1981). Calcium metabolism in postmenopausal and osteoporotic women consuming two levels of dietary protein. *Am J Nutr*, 34, 2178~2186.

Malina, R. M. (2007). Body composition in athletes: assesment and estimated Fatness. *The journal of Clinical Sports Medicine*, 26(1), 37~68.

Marcus, R. (2001). Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheumatic Disease clinics of North America*, 27, 131~141.

Marshall, D., 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.

- Matkovic, V., Fontana, D. T., Ominac, C., Goel, P., & Chesnut III, C. H. (1990). Factors that influence peak bone mass formation : A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females, *Am J Clin Nutr*, 52, 878~888.
- Matsumine, H., Hirato, K., Yanaihara, T., Tamada, T., Yoshida, M. (1986). Aromatization by skeletal muscle. *J Clin Endocrinol Metab*, 63, 717~720.
- Mauras, N., Haymond, M. W., Darmaun, D., Vieira, N. E., Abrams, S. A., & Yergey, A. L. (1994). Calcium and protein kinetics in prepubertal boys : positive effect of testosterone. *J Clin Invest*, 93, 1014.
- Mayes, S. L. (2007). Review of postmenopausal osteoporosis pharmacotherapy. *Nutrition in clinical practice*, 22(3), 276~285.
- Mazess, R. B., & Barden, H. S. (1992). Bone density in premenopausal women : Effects of age, dietary intake, physical activity and birth-control pills. *Am J Clin Nutr*, 53, 132~142.
- Mazess, R. B. (1982). On aging bone loss . *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 165, 239~252.
- Mckinlay, S., Jefferys, M., & Thopson, B., (1972). An investigation of the age of menopause. *J Biosoc Sci*, 7, 4~9.
- Melton, L. J., & Hein, W. W. (1996). Osteoporosis and risk of hip Fracture. *AM J Epidemiol*, 124, 254~261.

- Metz, J. A., Anderson, J. J. B., & Gallagher, P. N. (1993). Intake of calcium, phosphorus, and protein, and physical activity level are related to radial bone mass in young adult women. *Am J Clin Nutr*, 58, 537~542.
- Miller L. E., Nickols-Richardson S. M., Wootten D. F., Ramp W. K., & Herbert W. G. (2004). Relationships among bone mineral density, body composition, and isokinetic strength in young women. *Calcif Tissue Int*, 74(3), 229~235.
- Miller, P. D., Bonnicksen, S. L., & Rosen, C. J. (1996). Consensus of an international panel on the clinical utility of bone mass measurements in the detection of low bone mass in the adult population. *Calcif Tissue Int*, 58(4), 207~214.
- Morita, Y., Iwamoto, I., Mizuma, N., Kuwahata, T., Matsuo, T., Yoshinaga, M. & Douchi, T. (2006). Precedence of the shift of body fat distribution over the change in body composition after menopause. *J Obstet Gynaecol Res*, 32, 513~516.
- M.vander, Klift, C., Laet, J., Coebergh, A., & Hofman, H. (2003). Bone mineral density and the risk of breast cancer: the Rotterdam Study. *Bone*, 32(3), 211~216.
- National Institutes of health Consensus Development Conference Statement. (1984). Osteoporosis, 5, 6.
- National Institutes of health Consensus Development panel on osteoporosis prevention, Diagnosis, and therapy.

(2001). JAMA, 285, 785~795.

National osteoporosis foundation. Physician's guide to prevention and treatment of osteoporosis. Washington, DC. National osteoporosis foundation, 2003 with selected updates for 2005.

Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1998). Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13, 1458~1467.

Nicholas Young., Carmelo Formica., George Szmukler., & Ego Seeman. (1994). Bone density at weight-bearing and nonweight-bearing sites in ballet dancers: The effects of exercise, hypogonadism, and body weight. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 78(2), 449~454.

Nicholas, D. L., Sanborn, C. F., Bonnick, S. L., Gench, B., Dimarco, N. (1995). Relationship of regional body composition to bone mineral density in college females. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(2), 178~182.

Petitto, S. L., & Evans, J. L. (1984) Calcium status of the growing rat as affected by diet acidity from ammonium chloride, phosphate and protein. *J Nutr*, 14, 1049~1059.

Pollitzer, W. S., & Anderson, J. J. (1989). Ethnic and genetic differences in bone mass: a review with a hereditary vs environmental perspective. *The American journal of clinical nutrition*, 50(6), 1244~1259.

- Pollitzer, W. S., & Anderson, J. J. (1989). Ethnic and genetic difference in bone mass : a review with a hereditary vs environmental perspective. *Am J Clin Nutr*, 50, 124~125.
- Pruitt, L. A., Jacjson, R. D., Bartels, R. L., & Lehnhard, H. J. (1992). Weight training effects on bone mineral density in early postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 7(2), 179~185.
- Reid, I. R., Ames, R., Evans, M. C., Sharpe, S., Gamble, G., France, J. T., Lim, T. M., & Cundy, T. F. (1992). Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women a key role for fat mass. *J Clin Endocrinol Metab*, 75(1), 45~51.
- Reid, I. R., Legge, M., Stapleton, J. P., Evans, M. C., & Grey, A. B. (1995). Regular exercise dissociates fat mass and bone density in premenopausal women. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 80(6), 1764~1768.
- Rhodes. E., Martin A., Taunton, J., Donnelly, M., Warren, J., Elliot, J. (2000). Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *British Journal of Sports Medicine*, 34(1), 18~22.
- Ribom, E. L., Olofsson, H., Piehl-Aulin, K., Ljunghall, S., Bratteby, L. E., Samuelson, G., & Mallmin, H. (2004). Muscle

strength correlates with total body bone mineral density in young women but not in men.

- Riggs, B. L., & Melton, L. J. (1995). III. The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. *bone*, 17(5), 550S~551S.
- Riggs, B. L., Wahner, H. W., Dunn, W. L., Mazess, R. B., Offord, K. P., & Melton, L. J. (1981). Differential changes in bone mineral density of the appendicular and axial skeleton with aging. *J Clin Invest*, 67, 328~335.
- Riggs, B. L., Wahner, H. W., Melton, L. J., 3rd, Richelson, L. S., Judd, H. L., & Offord, K. P. (1986). Rates of bone loss in the appendicular and axial skeletons of women. Evidence of substantial vertebral bone loss before menopause. *Clin Invest*, 77(5), 1487~1491.
- Riggs, B. L. (1987). Pathogenesis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 156, 1342~1346.
- Riggs, B. L., Wahner, H.W., Melton, L. J., O'Fallon, W. M., Judd, H. L., & Richelson, L. S. (1986). In women dietary calcium intake and rates of bone loss from midradius and lumbar spine are not related. *J Bone Miner Res*, 1, 96.
- Rikli, R. E. & McManis, B. G. (1990). Effects of exercise on mineral content in postmenopausal women. *Research quarterly for exercise and sport*, 61(3), 243~249.
- Risser, W. L, Lee, E. J., Leblance, A. D., Poindexter, H. B. (1990).

Bone density in amenorrheic female college athletes,
Med Sci Sports Exerc, 22(5), 570~574.

Rizzoli, R., Bonjour, J. P. (1999). Determinants of peak bone mass and mechanism of bone loss. *Osteoporosis Int*, 2, S17~S23.

Roger, L., Wolman, Leopold Faulmann, Peter Clark, Richard Hesp, & Mark G Harries. (1991). Different training patterns and bone mineral density of the femoral shaft in elite, female athletes. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 50, 487~489.

Salamone, L. M., Glynn, N. W., Black, D. M., Ferrell, R. E., Palermo, L., Epstein, R. S., Kuller, L. H., & Cauley J. A. (1996). Determinants of premenopausal bone mineral density: the interplay of genetic and lifestyle factors. *J Bone Miner Res*, 11(10), 1557~1565.

Salamone, L. M., Glynn, N., Black, D., Epstein, R. S., Palermo, L., Meilahn, E., et al. (1995). Body composition and bone mineral density in premenopausal and early perimenopausal women. *J Bone Miner Res*, 10, 1762~1768.

Schoenau, E., Neu, C. M., Mokov, E., Wassmer, G., & Manz, F. (2000). Influence of puberty on muscle area and cortical bone area of the forearm in boys and girls. *J Clin Endocrinol Metab*, 85(3), 1095~1098.

Seeman, E., & Eisman, J. A. (2004). Treatment of Osteoporosis:

Why Whom, When and how to treat. The single most important consideration is the individual's absolute risk of fracture. *The Medical journal of Australia*, 180(6), 298~303.

Shils, M. E., Olson, J. A., Shike, H., Ross, A. C. (1999). *Modern nutrition in health and disease 9th*. Williams & Wilkins, Pennsylvania.

Shore, W. S., & Delateur, B. J. (2007). Prevention and treatment of fragility in the postmenopausal women. *physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 18(3), 609~621.

Sinaki, M., McPhee, M. C., Hodgson, S. F., Merritt, J. M, & Offord K. P. (1986). Relationship between bone mineral density of spine and strength of back extensors in healthy postmenopausal women. *Mayo Clin Proc*, 61(2), 116~122.

Sirola, J., Rikkinen, T., Tuppurainen, M., Honkanen, R., Jurvelin, J. S., & Kroger, H. (2006). Maintenance of muscle strength may counteract weight-loss-related postmenopausal bone loss: a population based approach. *Osteoporos Int*, 17, 775~782.

Smith, E. L., & Gilligan, C. (1991). Physical activity effects on bone metabolism. *Calcif Tissue Int*, 49, S50~54.

Smith, E. L, Reddan, W., & Smith, P. E. (1981). Physical activity and calcium modalities for bone mineral increase in

aged women. *Medicine and science in sports and exercise*, 13(1), 60~64.

Snow, C. M., Shaw, J. M., & Matkin, C. C (1996). Physical activity and risk for osteoporosis. In: Marcus. R, Feldman, D., Kelesey, J. eds. *Osteoporosis*, San Diego: Academic Press, 511~528.

Snow, H. C., & Marcus R. (1991). Exercise, bone mineral density and osteoporosis. *Exerc. Sport SCI*, 19, 351~388.

Song, J. Y., Song, R., Jo, H. H., Kwon, D. J., Lew, Y. O., & Lim YT, et al. (2009). The importance of lean body mass for bone mineral density in postmenopausal women. *J Korean Soc Menopause*, 1548~1555.

Sowers, M. F., Kshirsagar, A., Crutchfield, M. M, & Updike, S. (1992). Joint influence of fat and lean body composition compartments on femoral bone mineral density in premenopausal women. *American journal of epidemiology*, 1, 136(3), 257~265.

Stern, P. H., Tatrai, A., Semler, D. E., Lee, S. K., Lakatos, P., Strieleman, P. J., Tarjan, G., & Sanders, J. L. (1995). Endothelin Receptors , Second Messengers, and Actions in Bone. *J Nutr*, 125, 2028s~2032s.

Stewart, K. J., Deregis, J. R, Tumer, K. L., Bacher, A. C., Sung, J. Hees, P. S., Tayback, M., & Ouyang, P. (2002). Fitness, fatness and activity as predictors of bone mineral density in older persons. *Journal of Internal*

Medicine, 252, 381~388.

Tatrai, A., Foster, S., Lakatos, P., Shankar, G., & Stern, P. H. (1992). Endothelin-1 action on resorption, collagen and noncollagen protein synthesis, and phosphatidylinositol turnover in bone organ cultures. *Endocrinology*, 131, 603~607.

Teegarden, D., Proulx, W. R., Martin, B. R., Zhao, J., McCabe, G. P., Lyle, R. M., Peacock, M., Slemenda, C., Johnston, C. C., & Weaver, C. M. (1995). Peak bone mass in young adult women. *J Bone Miner Res*, 10(5), 711~715.

Theintz, G., Buchs, B., Rizzoli, R., Slosman, D., Clavien, H., Sizonenko, P. C., & Bonjour, J. P. (1992). Longitudinal Monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents : Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab*, 75, 1060~1065.

Theintz, G., Buchs, B., Rizzoli, R., Slosman, D., Clavien, H., Sizonenko, P. C., & Bonjour, J. P. (1992). Longitudinal Monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents : Evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J Clin Endocrinol Metab*, 75, 1060~1065.

- Venkataraman, P. S., & Duke, J. C. (1991). Bone mineral content of healthy, full-term neonates : effect of race, gender and maternal cigarette smoking. *Am J Dis Child*, 145, 1310~1312.
- Wang, M. C., Bachrach, L. K., Van Loan, M., Hudes, M., Flegal, K. M., & Crawford, P. B. (2005). The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone*, 37, 474~481.
- Winters-Stone, K. M., & Snow, C. M. (2006). Site-specific response of bone to exercise in premenopausal women. *Bone*, 39(6), 1203~1209.
- World Health Organization. (1994). Assessment of fracture risk and application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva, Swizerland: World Health Organization, WHO Technical Report Series 843.
- Young, D., Hopper, J. L., Newson, C. A., Green, R. M., Sherwin, A. J., Kaymakci, B., Smid, M., Guest, C. S., Larkins, R. G., & Wark, J. D. (1995). Determinants of bone mass in 10 - to 26-year - old females : A twin study. *J Bone Miner Res*, 10(4), 558~567.
- Zanchetta, J. R., Plotkin, H., & Alvarez Filgueira, M. L. (1995). Bone mass in children : Normative values for the 2-20 year old population. *Bone*, 16(4),393s~399s.
- Zhao, L. J., Jiang, H., Papasian, C. J., Maulik, D., Drees, B., & Hamilton, J. (2008). Correlation of obesity and

osteoporosis: effect of fat mass on the determination of osteoporosis. *J Bone Miner Res*, 23, 17~29.

Zhao, L. J., Liu, Y. J., Liu, P. Y., Hamilton, J., Recker, R. R., & Deng, H. W. (2007). Relationship of obesity with osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab*, 92, 1640~1646.

ABSTRACT

The Actual Study of Exercise Prescription for Risk Factors of Osteoporosis

Kim, A-Ram

Depart. of Physical Education

(Majoring in exercise Prescription)

Graduated School of

SungShin Women's Univ.

This study analyzed bone density by parts in various age groups and its correlation with body composition to prevent and improve osteoporosis among women. This aimed to provide a variety of basic data which could minimize negative effects and maximize effectiveness in body density, along with an empirical research to develop and distribute an exercise program, drawing the following conclusions.

1. This study analyzed bone density by parts in various age groups and its correlation with body composition to prevent and improve osteoporosis among women. The aim is to provide a

variety of basic data which could minimize negative effects and maximize effectiveness in body density, along with an empirical research to develop and distribute an exercise program, leads to the following conclusions. An attempt was made to analyze correlation between bone density and body composition. Also, an estimation equation among 194 middle school girls (13 to 15 yrs) to measure body composition and bone density in the lumbar, the thigh, and the whole body was developed. The mean comparative analysis of the body composition by increase in age showed that there were significant differences by age in height, weight, SMM, fat mass, and WHR, but no significant differences in fat-free mass, BMI, or %body fat. The mean comparative analysis of bone density by age showed that 15-year-olds had the highest bone density, with the increase by 11.5% in the lumbar, 5.6% in the whole body, and 13.6% for bone mineral density in whole body as compared with 13-year-olds. As for changes in bone mass for each part, general bone mineral density was highest, followed by radial bone mineral density and that of femur, for 13 year olds and radial bone mineral density was highest, followed by general bone mineral density and that of femur, for 14 and 15 year olds. After performing correlation analysis between physical composition, bone mineral density and bone mineral content, positive correlation was found in all items, with skeletal muscle mass showing the highest correlation. In this way, it was possible to develop an estimation equation for

bone density of girls in adolescence. As the results, the development of bone mineral density and bone mineral content's measurement and estimation for middle school female adolescents, are useful in evaluating bone mineral density in growth phase. This data can probably be use to evaluate exercise programs for prevention or personal health objectively.

2. An attempt was made to analyze correlation between bone density and body composition. Also, an estimation equation among 194 female college students(19 to 22 yrs) to measure body composition and bone density in the lumbar, the femur and the whole body was developed. The mean comparative analysis of the body composition by the increase in age showed that there were no significant differences by age in lumbar, femur, whole body. But, the 19-year-olds had the highest bone density in the thigh as compared with 20, 21, and 22-year-olds. The mean comparative analysis of the bone density in each part by age showed that all age groups had the highest bone density in lumbar 3 among lumbar regions and that the bone density was highest in the femur neck among 19-year-olds and in femur total among 20, 21, and 22-year-olds, with all age groups showing the lowest femur troch. The comparison of lumbar total, femur total, and whole body bone density showed that all age groups had significantly high lumbar total but significantly low whole body bone density. After performing correlation

analysis between physical composition, bone mineral density and bone mineral content, positive correlation was found in all items, with skeletal muscle mass showing the highest correlation. In this way, it was possible to develop an estimation equation for bone density of female college students. In conclusion, female college students had a good level of bone density in general, but bone density in the thigh tended to decrease since the age of 19.

3. Body composition and bone density in each part were measured by the level of bone density among 170 female college students (21.49 ± 1.46 yrs) to determine what factors of body composition were more related to bone density. The mean comparative analysis of the body composition at bone density level showed that there were significant differences in weight, SMM, fat mass, fat-free mass, BMI, and WHR by the level of bone density and lumbar, thigh, whole body bone mineral density, and whole body bone mineral content by the level of bone density. As the result of the correlation analysis by bone density level, in the osteopenia ($2.5 < T < -1.0$) group, lumbar total and whole body had the highest correlation with WHR and femur total had the highest correlation with height. As the result of the correlation analysis by bone density level, the lower normal ($-1.0 < T < 0$) group, lumbar total and femur total had the highest correlation with %body fat and whole body BMD had the highest correlation with fat mass. As the result of the

correlation analysis by bone density level, the normal ($T < 0$) group, lumbar total and whole body BMD had the highest correlation with SMM and femur total had the highest correlation with fat free mass. This implies that maintaining good weight is the most important factor in retaining bone density health to prevent osteoporosis at the age of 20 when osteopenia rate increases among women. Thus, increasing muscle mass and fat-free mass through exercise will play an important role in increasing bone density.

4. An attempt was made to analyze correlation between bone density and body composition. Also, an estimation equation among 110 middle aged women (45.60 ± 6.83 yrs) to measure body composition, bone density in the lumbar, the femur and the whole body was developed. The mean comparative analysis of body composition by the increase in age showed that there were no significant differences. Those in their 50s showed significant differences by -5.8% at lumbar 2 and by -5.3% at lumbar 3 in lumbar regions. Those in their 40s or 50s had the highest femur total and the lowest femur troch in thigh regions. As for bone density of lumbar total, femur total, and the whole body, all the age groups had significantly higher femur total and significantly lower whole body bone density. In conclusion, middle-aged women in their 40s and 50s or so showed no significant decrease or increase in bone density at other regions than

lumbar 2 and 3 and no specific correlation with body composition; therefore, external stimuli seem to be necessary to protect bone density.

5. The effect of 24 week resistance exercise program on body composition and bone mineral density in osteopenia woman With the recent increase in medical expenses due to osteoporosis, it has become a significant clinical issue that why its prevention and treatments receive increasing attention. The purpose of this study is an analysis of the change of body composition and bone mineral density after combined resistance exercise program for 6 months in osteoporosis woman(EG: 11, CG: 9). The subjects were 20 osteopenia women age between 40 to 50 years located in Seoul. Participants were randomized to either twice weekly supervised strength training for 15 weeks followed by 24 weeks of unsupervised training(treatment group) or control group. The frequency of 6 month combined resistance exercise program were 3 days per week with the exercise duration of 60 min. All measurements were performed at baseline, 12 and 24 weeks. Results of this study are as follows. The weight body composition, Lean body mass, and fat free mass in the exercise group increased 2.4%, 4.9% ($p>.05$), 4.7% ($p<.05$), and those in the control group decreased 0.9%, 0.8%, and 1.7% respectively. The fat mass of the exercise group decreased 1.4% and those in the control group increased 3.7%($p>.01$). The BMD of the

lumbar, femur, whole body BMD and BMC of the exercise group increased 3.5% ($p > .05$), 0.4%, 0.8% ($p < .01$) and 0.8%, and those in the control group decreased 2.9% ($p < .05$), 6.4% ($p > .05$), 1.6% ($p > .05$), and 2.2% ($p > .05$) respectively. So we conclude that the resistance exercise program for 6 months improves the quality of life with positive effects in body compositions and bone mineral density of participants. Further studies on BMD according to developmental stages of adolescences need to be conducted with a larger sample over a larger area.

In summary, bone density increases remarkably in adolescence, with differences by parts; however, it scarcely increased but even tended to decrease after the age of 20. Bone density gradually decreased after middle age, particularly with a significant decrease at lumbar regions.

As for correlation between bone density and body composition, better bone density was more closely correlated with fat-free mass in adolescence, youth, and manhood.

The increase in skeletal muscle mass and fat-free mass is important in maintaining and improving bone density; in particular, since regular exercise has positive effects even on middle-aged women with osteopenia, exercise of muscular strength will be helpful. Here, it is recommended that the exercise be performed for 6 months or longer.