

高齢者の骨密度に及ぼす要因の検討 —特に体格、運動量および筋力の影響について—

西端 泉¹⁾ 島田 広美¹⁾ 田嶋美代子¹⁾ 彦井 浩孝²⁾

要約

高齢者の骨の健康を保つための生活指導に役立つ情報を得る目的で本研究を行った。特に、高齢者の骨密度と、体重やBMI、運動量、そして筋力との関連性につき、これらの項目を定量的に測定し評価することを目的とした。その結果、高齢者では、体重やBMIは骨密度と有意に相関していたが、運動量記録装置で測定した運動量や、レジスタンス・トレーニング・マシンで測定した最大筋力と、骨密度は関係していないことが示された。

先行研究結果^{5~7,9,11,13,15)}と同様に、体重やBMIが高い者ほど骨密度が高くなる可能性があることは示されたが、一般的な健康という観点からは、単に体重やBMIを増加させることは勧められない。先行研究結果からは^{2,4,5,6,7,11~13)}、運動量が多いほど骨密度が高くなる可能性があることが示唆されている。しかし、本研究結果から、高齢者にしばしば勧められる歩行運動などでは不十分な可能性があり、骨に加わる荷重負荷刺激をより多くするためには、運動量のみならず、骨格筋量を増加させるような運動も必要であると考えられた。

先行研究結果^{10,12,15)}からは、筋力が高いほど骨密度も高い可能性があることが示唆されているが、本研究結果はこのことを支持しておらず、筋力よりも筋量が重要である可能性が示唆された。また、骨密度、ないしは筋力の測定方法を検討し直す必要があると考えられた。

以上の結果から、高齢者の骨の健康のためには、レジスタンス・トレーニングなどによる骨格筋量の増加によって体重を増加させることが有効である可能性が示唆された。

キーワード：高齢者、骨密度、BMI、筋力、運動量

Key words: elderly, bone mineral density, BMI, muscle strength, physical activity

I 緒言

近年、社会の高齢化に伴い、骨粗鬆症の予防がより重要になってきている。また、骨粗鬆症に関する研究も盛んに行われている。

骨粗鬆症の予防のためには、骨密度の変化に及ぼす要因を明らかにすることが重要で、そのための研究も多数行われている。それらの要因の中で、本人の努力によって変えることができるのは食習慣や生活習慣である。

宇宙飛行における無重力状態では短期間に骨密度が低下することなどから、骨密度を維持・増加させるためには、骨に荷重刺激を加える必要があることは明らかである。骨に加わる荷重負荷は、体重、運

動量、運動の種類などが影響すると考えられる。特に、運動の種類に関しては、若い者では、衝撃が大きい運動や、体重以外の重量、すなわちウエイトを用いた運動を行っている者の骨密度が高いことが報告^{23,28,29)}されている。

そこで、本研究は、高齢者の骨密度に、体重やBMI、運動量、そして荷重負荷が加わる運動の結果として増加する筋力が関係しているか否かを検討した。

骨密度と生活習慣の関連性に関する研究^{1~15)}の多くは、質問紙法や面接法によって行われているが、これらの方法では、例えば、運動量や筋力を定量的に評価することができない。

そこで、本研究は、高齢者の骨密度と、体重、身長、BMI、運動量、そして筋力との関連性を、これらを定量的に測定することによって評価することを目的

1) 川崎市立看護短期大学

2) 株式会社H I D

とした。

II 方法

1. 被検者

被検者は、川崎市立看護短期大学の近隣地域在住の健康な高齢者（62～80歳）であり、男性15名、女性29名であった。

研究への被検者としての参加に先立って、研究の目的を文書と口頭で説明し、被検者として参加することに対する同意を得た。最大筋力（最大挙上負荷）の測定に伴う危険性については、検者からの説明だけでなく、事前にレジスタンス・トレーニング・プログラムを見学してもらうことや、レジスタンス・トレーニング・プログラムの参加者と被検者との会話を通して理解していただけるように配慮した。また、事前に数週間のトレーニングを行うことによって、安全に最大筋力の測定が行えることを確認した。骨密度の測定によって、少量ながらも、被爆することも説明した。

被検者の身体的特徴を表1に示した。

表1 被検者の身体的特徴

性・人数		年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI
男性 15人	平均	71.4	161.1	59.1	22.8
	標準偏差	4.6	6.5	5.7	1.6
女性 29人	平均	69.1	150.7	53.7	23.7
	標準偏差	3.7	4.6	6.3	2.7

2. 測定項目

測定した項目は、表1に示した以外に、骨密度、運動量、最大筋力である。

骨密度は、川崎市健康・検診センターにおいて、Norland社製のDEXA(Dual Energy X-ray Absorptiometry)法による機器を使用して測定した。被検者には仰臥位姿勢を保たせて、身体前後方向から腰椎のL2、L3、L4を測定し、データとしては、L2～L4の平均値を使用した。

運動量は、(株)スズケンのLifeCorderを1ヶ月連続装着させ測定した。得られたデータを1日当りの平均値に換算し、日常の身体活動量とした。ただし、男性2名と女性9名では、研究からの中途離脱などの理由で運動量の測定を完了することができなかった。途中離脱の主な理由は高血圧であり、季節

変動などのために、研究期間中に血圧が高くなっていく被検者が発生した。血圧が140/90mmHgを越える場合は、安全に最大筋力の測定ができないと判断し、被検者から除外した。1名においては、測定装置を交換しても、運動量記録装置が途中で止まってしまうトラブルが複数回発生したため、被検者から除外した。

LifeCorderは、加速度計を内蔵しており、単に、歩数から運動量を計算するだけでなく、歩行や走行の速度の違いによる上下方向への加速度の違いから運動強度を把握し、その運動強度も運動量の計算に加えられるようになっている。つまり、運動量だけでなく、運動強度も把握できる装置である。なお、この測定装置の信頼性に関しては、LifeCorderの旧機種であるCalorieCounterの信頼性として確認してあり¹⁶⁾、歩行運動時の酸素摂取量から計算した消費エネルギーとの差(誤差)は10%程度であった。

本研究において、最大筋力は、ウエイト・トレーニング用のマシン(Lido, Loredan Biomedical, Inc.)7種類の最大挙上負荷として測定した。ただし、最大挙上負荷の測定は、トレーニングに慣れていない高齢者には大きな危険性が伴うと判断し、トレーニングを5回(延べ5日)以上行って、トレーニングに慣れている男性9名と女性16名のみ行った。なお、トレーニング方法に関しては、2002年の本紀要第7巻第1号¹⁷⁾で報告している。測定した種目は、ラット・プルダウン(主に広背筋)、レッグ・エクステンション(主に大腿四頭筋)、チェスト・フライ(主に大胸筋)、レッグ・カール(主にハムストリング)、バイセップ・カール(主に上腕二頭筋)、ショルダー・プレス(主に三角筋と上腕三頭筋)、アブドミナル(主に腹直筋)の7種目であり、各種目において、数回の試技で最大挙上負荷を把握できるように負荷の漸増幅を調節した。各試技の間には2～3分程度の休憩を入れた。

3. 統計学的分析

測定項目によって人数が異なるため、各測定項目と骨密度の関係は、単回帰分析を用いて行った。使用した統計ソフトウェア・パッケージは、StatView J-4.5 (Macintosh版)である。

III 結果

1. 年齢と骨密度

加齢に伴って骨密度は低下することが知られている。しかし、今回の被検者に関しては、対象となっ

た年齢の範囲内においては、男女ともに、年齢と骨密度との間には有意な関連性は見られず (図1、図2)、加齢による影響よりも個人差の方がはるかに大きい傾向にあった。

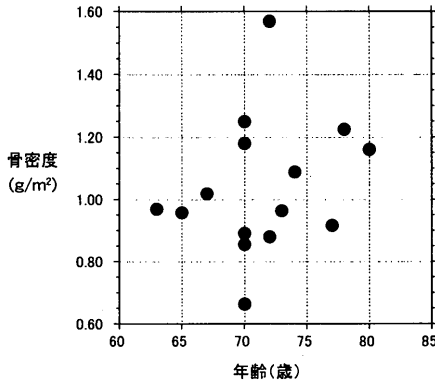


図1 年齢と骨密度 (男性: n=15, p=0.370)

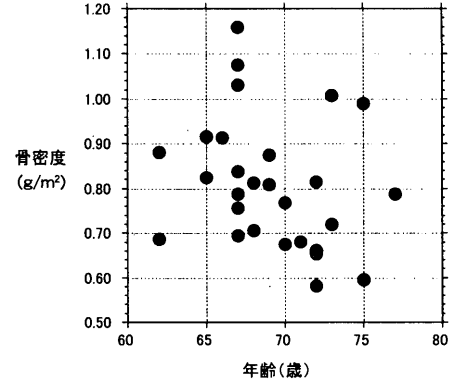


図2 年齢と骨密度 (女性: n=29, p=0.191)

2. 体重と骨密度

体重と骨密度の間には、男女とも、有意な正の相関が見られた (図3、図4)。

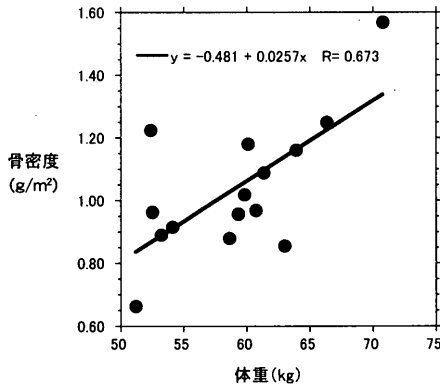


図3 体重と骨密度 (男性: n=15, p=0.006)

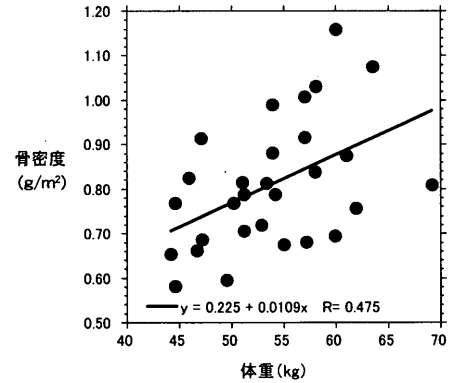


図4 体重と骨密度 (女性: n=29, p=0.009)

3. 身長と骨密度

男性の身長と骨密度の間には有意な正の相関が

見られた (図5) が、女性では有意ではなかった (図6)。

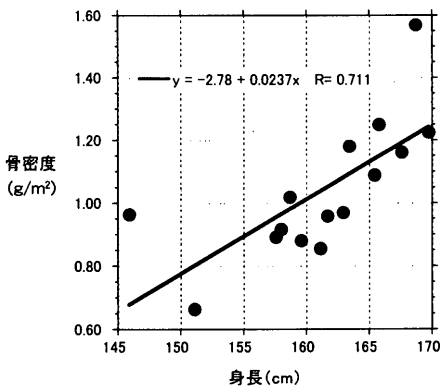


図5 身長と骨密度 (男性: n=15, p=0.003)

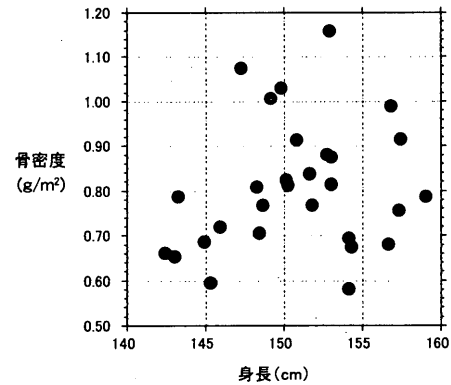


図6 体重と骨密度 (女性: n=29, p=0.273)

4. カウプ指数と骨密度

男性のカウプ指数 (BMI) と骨密度との間には有

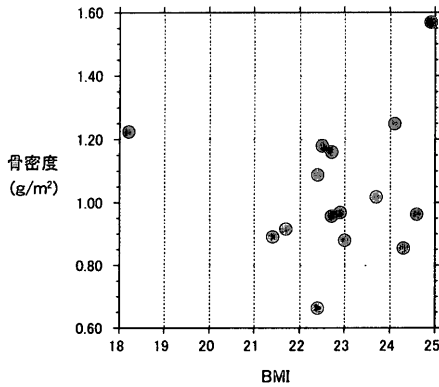


図7 BMIと骨密度 (男性: n=15, p=0.723)

意な関連性は見られなかったが (図7)、女性では有意な正の相関が見られた (図8)。

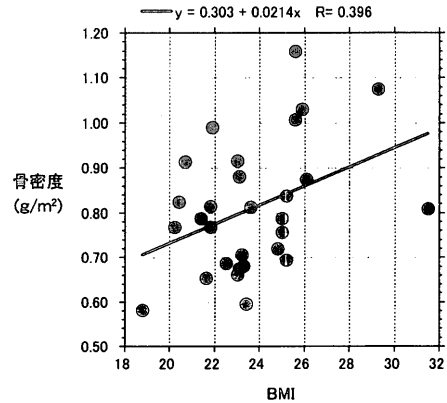


図8 BMIと骨密度 (女性: n=29, p=0.025)

5. 運動量と骨密度

運動量と骨密度の間には、男女とも、有意な関連性は見られなかった (図9、図10)。

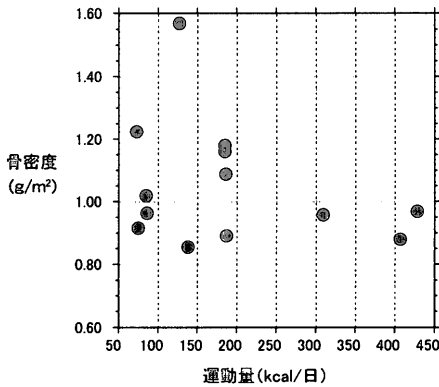


図9 運動量と骨密度 (男性: n=13, p=0.332)

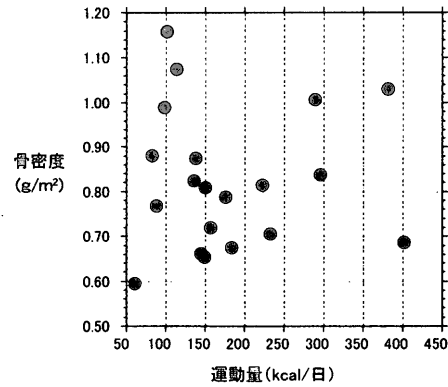


図10 運動量と骨密度 (女性: n=20, p=0.824)

6. 最大筋力と骨密度

7種目の平均値で見ても、各種目別に見ても、最大筋力と骨密度の間には、男女とも、有意な関連

性は見られなかった。なお、データは7種目の平均値のみ示した (図11、図12)。

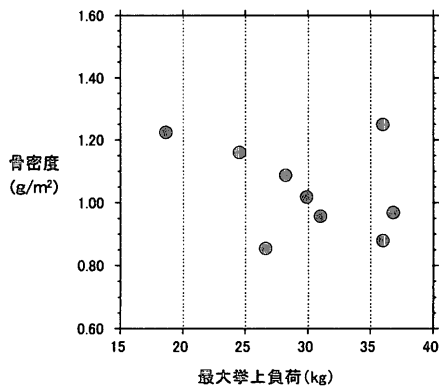


図11 最大筋力 (最大挙上負荷) と骨密度 (男性: n=9, p=0.351)

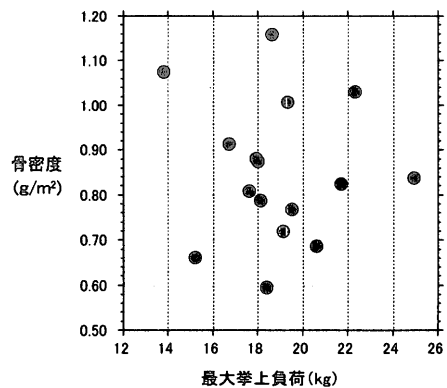


図12 最大筋力 (最大挙上負荷) と骨密度 (女性: n=16, p=0.852)

IV 考察

1. 運動量と骨密度

本研究で測定した項目の中で、骨密度との間に統計学的に有意な正の相関が見られたのは、男女の体重、男性の身長、女性のBMIであり、男女ともに運動量と最大筋力は骨密度に関連していなかった。

ところが、表2に示したように、多くの先行研究が、運動量が多い者ほど骨密度が高いことを報告している。本研究の結果が、これらの多くの先行研究の結果と異なっていた原因は明らかではないが、研究方法の違いに関連していた可能性がある。

本研究では、運動量の評価を運動量記録装置によって行っている。これに対して、表2に示した全ての先行研究は、質問紙法ないしは面接法によって調査している。本研究で用いた運動量記録装置は万歩計を応用したものである。このため、この装置で把握できるのは、歩行や走行といった脚を主に使用する運動である。これに対して、質問紙法や面接法では、歩行や走行以外の運動も調査することができる。このことは、骨密度を維持したり、高めたりするためには、歩行や走行以外の運動が重要であることを示唆している。

事実、表3に示した運動習慣やトレーニングと骨密度との関連性に関する先行研究結果の中にも、大槻²³⁾、Sugiyama 他²⁷⁾、山口他²⁸⁾の研究のように、柔道のような骨に衝撃の加わる運動や、岡野他²⁹⁾の研究のように、ウエイト・トレーニングのような骨に重量負荷が加わる運動が、骨密度の維持や増加に重要であることを報告しているものがある。

2. 筋力と骨密度

本研究では、筋力と骨密度との間に関連性は見られなかった。表2に示した先行研究の中で、筋力も同時に評価しているものは3つ^{10,12,15)}であるが、それらは、筋力が高い者ほど骨密度が高かったことを報告している。表3に示した先行研究の中で筋力を評価しているものは2つ^{19,22)}であるが、このうち盆子原他¹⁹⁾の研究では、運動の継続に伴う背筋力の増加とともに腰椎椎体骨塩量が増加したことを報告している。

本研究結果とこれらの先行研究結果が異なっていた原因も明確ではないが、筋力の測定部位と骨密度の測定部位が関係している可能性がある。

例えば、右利きのテニスの選手では、利き手の右

腕の骨のみ、一般人に比べて骨密度が高いことや、バレエダンサーの腰椎の骨密度は高いが、逆に、腕の骨の骨密度は一般人よりも低いことが報告されている³⁰⁾。また、中高年スポーツ愛好女性の骨密度を調べた研究³¹⁾では、脚筋力と大腿骨頭頸部の骨密度との相関係数の方が、脚筋力と腰痛の骨密度との相関係数よりも高かったことを報告している。さらに、骨密度の測定方法に関する総説³²⁾の中で、山崎は「・・・骨量評価法を運動の効果判定などに応用する研究では注意深い考察が必要である。運動負荷が全身均一に負荷されるものでないかぎり・・・」と述べている。

ところが、本研究では骨密度は腰椎で測定しているが、安全性の理由から腰部の筋力は測定していない。1999年から改訂された文部科学省の「新体力テスト」では、背筋力の測定は安全性の理由で除かれていることから、腰部の筋力測定には危険性が伴うと判断したからである。

3. BMIないしは体重と骨密度

表2に示した多くの先行研究と、本研究の女性被検者において、BMIが高い者ほど骨密度も高いことが示された。また、本研究の男女ともに、体重が重いほど骨密度が高いことも示された。BMIが高いことや体重が重いことは、重力の影響を受けやすいことを意味し、このために骨密度が高くなると考えられる。また、BMIが高いことは、一般的な生活を送っている者においては、体脂肪が多いことを意味する。女性においては、体脂肪が多いことは、血中エストロゲン濃度が高いことも意味する³³⁾。このことも、BMIが高い女性の骨密度が高くなっている原因と考えられる。

骨密度を高めるためには体重的ないしはBMIを高く保ったほうがよさそうである。しかし、大須賀ら⁹⁾は、骨密度が高くても、BMIが24.2以上になると、骨粗鬆症に随伴する自覚症状の出現率が有意に高くなることを報告している。さらに、60歳以上では、骨の健康状態に関する要精検者の割合が、肥満者と非肥満者と同じになることも報告している。

また、肥満は生活習慣病の危険因子の1つでもある。

このようなことから、骨の健康のために体重やBMIを増やすことは勧められない。

表2 骨密度と生活習慣との関連性に関する先行研究結果

文献番号	筆者	年	被検者数	被検者	BMI	運動 (日常的身体活動を含む)	筋力
1	土田賢一	1997	1658	女性 (20～40歳)			
2	金井真理子、他	1998	407	女性 (20～77歳)		+	
3	土田賢一、他	1998	1298	女性 (20～40歳)			
4	原孝子	1998	152	男女 (東京リトルリーグ代表選手)		+	
				男性 (40～59歳)	+	・	
				男性 (60～69歳)	+	+	
				男性 (70歳～)	+	+	
5	藤田恵子	1999	16735	女性 (40～59歳)	+	+	
				女性 (60～69歳)	+	+	
				女性 (70歳～)	+	・	
				女性 (閉経直後の2年間)		+	
6	木村さか、他	1999	1379	女性 (22～44歳)	・	・	
				女性 (44歳～)	+	+	
				男性 (20歳代)	+	+	
				男性 (30歳代)	+		
7	土岐岳子、他	1999	916	男性 (40歳代)	+	+	
				男性 (50～60歳代)	+		
8	梶田悦子、他	2001	99	中年女性の4年間			
9	大須賀恵子、他	2001	151	女性 (30～49歳)	+		
				女性 (50～70歳)	・		
10	小野晃、他	2001	67	男女 (18～20歳と79～89歳)			
11	木下篤、他	2001	22	女性 (66～87歳)	+	+	
12	柳本有二、他	2001	59	女性 (65～99歳)		+	
13	Yahata Yuichirou、他	2002	532	女性 (閉経後)	+	+	
14	Iida Tadayuki、他	2003	472	女性 (50～69歳)		+	
15	Izumitani Kyoko、他	2003	686	男性 (40～59歳)	+	・	

・：関連性がなかった。

＋：正の相関関係にあった。

空欄：調査されていない。

*これらの研究では、運動量や筋力ばかりでなく、食生活も含めた様々な生活習慣についても同時に調査されている。しかし、本研究に関連ある項目のみ表中に示した。

表3 運動習慣やトレーニングと骨密度の関連性に関する先行研究結果

文献番号	筆者	年	被検者数	被検者	主な結果
18	Iwamoto Jun、他	1998	35	更年期後女性	戸外歩行と体操を12ヶ月行わせたところ、対照群よりも有意に骨密度が高くなった
19	盆子原秀三、他	1998	12	60歳以上の女性	運動の継続により、背筋力と腰椎椎体骨塩量が有意に増加した
20	藤本誉博、他	2000	34	閉経後女性	運動しないしは食事制限に伴う体重や肥満度の変化と骨密度の変化に高い関連性が見られた
21	冬城高久、他	2000	61	更年期外来受診女性	HRTを受けている身体活動量高度群の骨密度は、軽度群と非HRT群よりも高かった
22	浅井英典、他	2001	86	中高年女性	1年間の骨密度の変化と運動トレーニングや等尺性筋力の増加の間には関連性は見られなかった
23	大槻伸吾	2001	122	大学生男子	6年以上スポーツを行っている群では、衝撃や重力がかかわる種目ほど骨塩量が高かった 運動習慣を持たない学生に衝撃が加わる運動を10ヶ月行わせた結果、骨密度が増加した
24	岡林義弘、他	2001	795	中高齢者	5年間、食事と運動の指導を行ったが60～70%の者の骨密度が10%減少した
25	Nagata Mizuho、他	2002	480	閉経後の女性	閉経後10年以上経過している群では規則的に運動を実施している群の方が骨密度が高かった
26	石田健司、他	2002	約300×3	高齢者	一日平均7500歩以上歩いている高齢者の方が骨密度が高かった
27	Sugiyama Toshihiro、他	2002	56	閉経前後の健康女性	閉経以前では、垂直跳躍運動トレーニングによって骨密度が増加したが、閉経後は増加しなかった
28	山口順、他	2002	43	大学男子陸上競技選手	低強度・高頻度の種目よりも、高強度・低頻度の種目の方が骨密度が高かった
29	岡野亮介、他	2003	570	中・高校男子スポーツ選手と対照群	Weight bearing 型のスポーツ選手の方が骨密度が高かった

V まとめ

高齢者の骨の健康を保つための生活指導に役立つ情報を得る目的で本研究を行った。その結果、体重やBMIが高い者ほど骨密度が高くなる可能性があることが示唆されたが、全般的な健康という観点からは、単に体重やBMIを増加させることは勧められない。先行研究結果は、運動量が多いほど骨密度が高くなる可能性があることを示唆しているが、本研究結果から、運動量ばかりでなく、骨格筋量を増やすためには運動の種類が重要であり、高齢者にしばしば勧められる歩行運動では不十分な可能性がある

ことが示唆された。先行研究結果からは、筋力が高いほど骨密度も高い可能性があることが示唆されているが、本研究結果はこのことを支持しておらず、骨密度、ないしは筋力の測定方法を検討し直す必要があると考えられた。

以上から、高齢者の骨の健康のためには、レジスタンス・トレーニングなどによる骨格筋量の増加によって体重を増加させることが有効である可能性が示唆された。このことに関しては、レジスタンス・トレーニングなどのトレーニング実験を行って確認する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 土田賢一、閉経前女性におけるカルシウム供給食品構成と骨塩量、横浜医学、48(6)：759-797、1997
- 2) 金井真理子、入江隆、米田弘子、他、女性のライフサイクルにおける骨密度と日常生活習慣の関連性、松江市立病院医学雑誌、2(1)：13-17、1998
- 3) 土田賢一、水嶋春朔、高橋秀明、他、閉経前女性における食生活習慣と骨塩量、日本公衆衛生雑誌、45(2)：121-128、1998
- 4) 原孝子、【スポーツ・身体活動と骨密度】 東京オリンピック代表選手の追跡研究 骨密度、体力について、臨床スポーツ医学、15(7)：751-755、1998
- 5) 藤田恵子、生活習慣が骨密度に及ぼす影響に関する疫学的検討、広島大学医学雑誌、47(6)：221-229、1999
- 6) 木村みさか、遠藤久子、晝間まどか、成人女性の骨密度と食生活及び運動習慣 京都府下で行われた骨密度検診受診者での結果、京都府立医科大学医療技術短期大学部紀要、8(2)：107-116、1999
- 7) 土岐岳子、三宅健夫、横山英世、他、日本人成人男性の骨密度とライフスタイルの関連、民族衛生、65(6)：273-281、1999
- 8) 梶田悦子、伊木雅之、西野治身、他、閉経後女性のライフスタイル要因からみた骨粗鬆症予防対策に関する研究、北陸公衆衛生学会誌、27(2)：118-123、2001
- 9) 大須賀恵子、泉明美、田川信正、肥満者の骨密度と保健指導上の課題、日本地域看護学会誌、3(1)：176-181、2001
- 10) 小野晃、琉子友男、石川成道、他、高齢者における下肢筋力及び骨梁面積率が動的バランスに及ぼす影響、医療体育、20(2)：55-64、2001
- 11) 木下篤、山名圭哉、生熊久敬、他、高齢女性の骨密度変化に及ぼす身体活動の影響 8年間の縦断分析による検討、中部日本整形外科災害外科学会雑誌、44(2)：335-336、2001
- 12) 柳本有二、押田芳治、佐藤祐造、高齢女性の骨量及び体力とそれらに關与する身体活動について、臨床スポーツ医学、18(6)：713-720、2001
- 13) Yahata Yuichirou, Aoyagi Kiyoshi, Okano Kunihiro, 他、Metacarpal Bone Mineral Density, Body Mass Index and Lifestyle among Postmenopausal Japanese Women: Relationship of Body Mass Index, Physical Activity, Calcium Intake, Alcohol and Smoking to Bone Mineral Density: Hizen-Oshima Study, Tohoku J Exp Med, 196(3)：123-129、2002
- 14) Iida Tadayuki, Ishizaki Fumiko, Koyama Tadashi, 他、Effect of Middle and Old Age Women's Lifestyle on Bone Mineral Density (BMD), Ther Res, 24(2)：289-300、2003
- 15) Izumotani Kyoko, Hagiwara Satoshi, Izumotani Tsuyoshi, 他、Risk factors for osteoporosis in men, Journal of Bone and Mineral Metabolism, 21(2)：86-90、2003
- 16) 西端泉、各種万歩計型運動量記録装置による消費エネルギー推定の再現性、体力科学、47(6)：913、1998

- 17) 西端泉、島田広美、三浦美奈子、他、高齢者における高強度レジスタンス・トレーニング実施の可能性、川崎市立看護短期大学紀要、7(1):25-36、2002
- 18) Iwamoto Jun, Takeda Tsuyoshi, Otani Toshiro, Yabe Yutaka, 他、更年期後骨粗鬆症婦人の骨塩量に対する身体活動増加の影響(英語)、Keio Journal of Medicine、47(3)、1998
- 19) 盆子原秀三、阿部幹子、田中麻里子、他、背筋力、骨塩量の経時的変化からみた閉経後骨粗鬆症患者への運動療法の影響、理学療法学、25(1)、1998
- 20) 藤本誉博、奥野淳、中田由夫、他、運動と食事制限による減量が閉経後肥満女性の骨密度に及ぼす影響、肥満研究、6(3):279-283、2000
- 21) 冬城高久、太田博明、高松潔、他、身体活動量の増加は骨密度を増加させるか? ホルモン補充療法との関連をふくめて、産婦人科の実際、49(7):931-936、2000
- 22) 浅井英典、鳥居順子、大柿哲朗、他、長期間の運動及び栄養学的介入指導が中高齢女性の骨密度及び体力に及ぼす影響について、日本生理人類学会誌、6(4):179-186、2001
- 23) 大槻伸吾、運動における衝撃は男子大学生の骨塩量を増大させる、中部日本整形外科災害外科学会雑誌、44(4):777-784、2001
- 24) 岡林義弘、太田秋好、芳賀英穂、他、食事と運動の指導で骨量を強くできたか、日本農村医学会雑誌、50(2):130-137、2001
- 25) Nagata Mizuho, Kitagawa Jun, Miyake Takeo, Effects of Exercise Practice on the Maintenance of Radius Bone Mineral Density in Postmenopausal Women, Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science、21(5):229-234、2002
- 26) 石田健司、山本博司、川上照彦、運動療法と物理療法、13(2):106-112、2002
- 27) Sugiyama Toshihiro, Yamaguchi Akira, Kawai Shinya, Effects of skeletal loading on bone mass and compensation mechanism in bone: a new insight into the "mechanostat" theory, Journal of Bone and Mineral Metabolism、20(4):196-200、2002
- 28) 山口順、高梨泰彦、高柳富士丸、男子陸上競技種目間における身体部位別骨密度の比較、日本臨床スポーツ医学会誌、10(1):61-69、2002
- 29) 岡野亮介、中正二郎、勝木建一、他、男性スポーツ選手における踵骨骨強度の特徴及び形態・基礎体力との関連性、臨床スポーツ医学、20(5):591-597、2003
- 30) 田端泉、中高年女性の骨塩量維持のための運動処方について、臨床スポーツ医学、15(7)、1998
- 31) (社)日本エアロビックフィットネス協会、骨粗鬆症予防のための効果的運動療法の研究開発事業報告書、1992
- 32) 矢崎薫、骨密度測定の方法 - 測定部位による相違、部位の選択 -、臨床スポーツ医学、15(7):709-712、1998
- 33) Nelson, L R and Bulun, S E, Estrogen production and action, Journal of American Academy of Dermatology、45(3 Suppl):S116-24、2001