

短報

女子大学生の骨量に及ぼす身体活動量と減量経験および過去の運動習慣の影響

糸井 亜弥^{*1}、大槻 美貴^{*1}、山田 陽介^{*2}

^{*1} 神戸女子大学健康福祉学部健康スポーツ栄養学科

^{*2} 医薬基盤・健康・栄養研究所栄養代謝研究部エネルギー代謝研究室

【目的】

若年女性の骨量に及ぼす身体活動量、減量経験、および過去の運動習慣の影響について検討することである。

【方法】

2015年5月、女子大学生62名が本研究に参加した。超音波骨量測定装置によって踵骨を測定し、骨量の指標は骨梁面積率（BAR%）を用いた。減量経験と運動習慣の情報は質問紙を使って集めた。加速度計によって身体活動量を7日間測定した。参加者のうち、欠損データがない59名について分析した。

【結果】

歩数3群間（少ない・中間・多い）の骨量には有意差が認められなかったが、身体活動日誌に記録された実施者による運動時間と骨量の間には有意な正の相関が認められた（ $r=0.602$ 、 $p=0.008$ ）。現在、減量を実施している群の骨量は、実施していない群に比べ、有意に低値を示した（ $p=0.009$ ）。現在、運動習慣がある群とない群の骨量には有意差が認められなかった。骨量は、中学時代に運動習慣があるが、高校時代に運動習慣がない群（中学所属群）または過去に運動習慣がない群（非所属群）より、中学と高校時代に継続して運動習慣がある群（中学・高校所属群）で有意に高値を示した（ $p=0.029$ ）。骨量は、現在、運動習慣がない中学・高校所属群、中学所属群、非所属群、現在も運動習慣がある中学・高校所属群の間で有意差が認められなかった。

【結論】

女子大学生の骨量には、過去の運動習慣と現在の減量実施が関係している。

キーワード：骨量 身体活動量 減量経験 運動習慣 女子大学生

I 緒言

国民生活基礎調査によると、「骨折・転倒」は、介護支援が必要になった原因の第3位に位置し¹⁾、健康寿命の延伸に関わる問題の一つである。骨折・転倒を招く骨粗鬆症は、「骨量（骨密度）」と「骨質」から成る骨強度の低下によって骨折のリスクが増大する骨格疾患を指し、骨の太さが変わらなくても、網目状の骨梁が微細化し、鬆が入った状態になり、骨が脆くなることによって起こる。我が国の骨粗鬆症患者の数は現在、男性300万人、女性980万人と推定され²⁾、女性に多い原因として、骨格が男性と比べて小さく、骨量が少ないことや、閉経後、カルシウムの吸収率を高める役割をもつ女性ホルモンエストロゲンの産生が低下す

ることによって急激な骨量の減少が起こること、また、女性の平均寿命が男性よりも長く、高齢者全体の中での女性患者の占める割合が高いことが挙げられる³⁾。骨粗鬆症は痛みなどの自覚症状を伴わず、罹患者は骨折によって発症を認識するのが特徴であり、骨折が寝たきりを誘発する危険性を有する⁴⁾ため、女性は特に注意が必要である。

近年の骨粗鬆症予防対策は、骨量が高い者ほど、将来、骨粗鬆症を発症する頻度が少ないことから、骨量増加のピークである年齢までに可能な限り骨量を増加させることに重点が置かれている²⁾。骨は常に骨芽細胞による骨形成と破骨細胞による骨吸収を繰り返して再構築（リモデリング）する組織であり⁵⁾、10歳代の成長期の骨量は、骨形成が骨吸収（骨破壊）を上回る

ため、この時期に最も急増し、女子においては18歳でピーク値となる最大骨量に達する⁶⁾。その後、骨量は骨形成と骨吸収のバランスが保たれるため、40歳代まで維持され、それ以降、男性は加齢とともに緩やかに減少するのに対し、女性は50歳頃に閉経に伴うエストロゲンの低下によって骨吸収が亢進し、急速に減少する⁴⁾。骨量に影響を与える因子には、性・体重・加齢・喫煙・飲酒・家族歴・運動・食事などがあり²⁾、生活習慣因子である体重・喫煙・飲酒・運動・食事の改善に重点をおいた行動変容により骨量の増減が可能である。従って、最大骨量獲得に向けて、骨量が急増する思春期からピーク値に達する18歳頃の生活をいかに過ごすかが重要になる。

若年女性においては、他の世代に比べて低体重者が多く、瘦身願望から無理なダイエット（食事制限）を行い、健康を害することが社会問題となっており、「健康日本21」（第2次）⁷⁾では、適正体重を維持している人の増加を目指し、20歳代女性の痩せ（BMI 18.5以下）の割合を2022年には20%まで減少させることが改善目標に掲げられている。現在、その割合は徐々に減少しているが、まだ目標値には達していない⁸⁾。Miyabaraら⁹⁾は、骨密度がピーク値に達した若年女性の腰椎骨密度にはBMIと過去の運動習慣、活動総エネルギーが影響を与え、BMI、特に体重の影響度が高いことを報告しており、瘦身願望がもたらす食事による減量経験が体重を減少させ、骨量低下に影響を及ぼすことが考えられる。しかし、骨量とダイエットの関係について十分に調べられていない部分がある。若年女性の骨量と運動習慣の関係については、これまでに多くの報告がみられ、現在の運動習慣よりも過去の運動習慣が骨量増加に影響を与える報告^{10)~12)}が多いが、その逆の報告¹³⁾や、関連はないとする報告¹⁴⁾もあり、結果は一致しない。本研究では、若年女性の骨量は食事による減量実施と過去の運動習慣に影響を受けると仮定し、若年女性の骨量と身体活動量、減量経験、現在・過去の運動習慣との関係について探索的に検討することを目的に、女子大学生を対象に、超音波法による骨量、身体活動量、減量経験、および運動習慣について調査を行った。

II 方法

1. 対象者

対象者は都市部女子大学に在籍する3年生77名（20.3±0.5歳）である。本研究は神戸女子大学研究倫理委員会の承認を受け、対象者に文書と口頭で研究の意義、目的、方法、調査協力の自由、個人情報守秘、調査結果の扱い方などを詳細に説明した後、協力の同意を得た者を被験者（62名）とし、調査を実施した。

2. 調査期間および方法

2015年5月中旬、以下の項目について調査した。歩数計・身体活動日誌・質問紙は調査期間の前日に配布し、調査最終日の翌日に個人面接にて記録の不備を点検後、回収した。

1) 骨量

超音波骨量測定装置Benus a（石川製作所）を使用し、踵骨骨梁面積率（Bone Area Ratio：BAR%）を測定した。測定は、右足踵骨に超音波検査用ゼリーを塗り、超音波を透過させて行った。超音波検査用ゼリーは、体表面積とプローブの接触をスムーズにし、超音波の減衰を最小限にするカップリング剤である。Benus aの測定原理は、踵骨の9割を占める海綿骨（骨梁と骨髄で形成）の骨梁が骨強度に関係していることから、骨梁と骨髄の透過速度の違いを利用して海綿骨の断面積に占める骨梁部分の面積の割合を算出している。Benus aの測定精度は影近ら¹⁵⁾によって検証されており、踵骨骨梁面積率と二重X線吸収法（DXA法）による踵骨骨塩量との間に $r=0.83$ （ $p<0.01$ ）の高い正の相関が認められている。

2) 身体組成

高精度体組成計DF860K（Yamato）を使用し、体重、体脂肪率、筋肉率を測定した。測定は、裸足で電極位置の上に立ち、両腕を胸の位置90度で伸ばし、両側の母指と示指で電極を握り持った状態で約10秒間保持することで行った。DF860Kの測定原理は、生体電気インピーダンス法（BIA法）を応用し、2種類の周波数（20kHz・100kHz）を用いて、全身の電気抵抗値を測定し、磁気共鳴画像診断装置（MRI）の測定値を基準とした推定式¹⁶⁾によって体組成を推定している。身長は調査1か月前の健康診断による自己申告の値を用いた。

3) 身体活動量

3軸センサー活動量計e-style 2（スズケン）を使用し、歩数・エネルギー消費量・運動によるエネルギー消費量・速歩時間・歩行距離を1週間測定した。被験者には、歩数計を入浴・水泳時を除き、起床から就寝まで常時腰に装着し、1日中装着したか否かの記録を依頼した。本機器は3軸加速度センサー機能を搭載しており、上下・前後・左右の方向を捉えることができる。e-style 2の測定精度は小泉ら¹⁷⁾によって検証されており、本機器によって求めた歩行時の推定エネルギー消費量は呼気ガス分析法による実測値と同等の値を示すとされている。

4) 生活活動時間

身体活動の内容を検討するため、24時間の生活活動

を記録する身体活動日誌^{(8), (9)}を使用し、活動量計を装着した同期間の1週間、運動時間など1日の活動を15分刻みで記録するように依頼した。

5) 減量経験、運動習慣についての質問紙

質問紙を使用し、食事による減量経験、運動習慣についての回答を依頼した。減量経験については、「現在実施中」「過去に実施した」「経験なし」の3択とし、現在も過去も経験がある場合は「現在実施中」「過去に実施した」の複数選択とした。現在の運動習慣については、週1回以上運動を行っている場合を運動習慣が「ある」、週1回未満運動を行っている場合または全く運動を行っていない場合を運動習慣が「ない」と定義し、2択とした。過去の運動習慣は中学・高校時代に所属した運動部名の記載によって有無を評価した。

6) 統計分析

分析には統計ソフトSPSS Ver.24 for Windows (IBM)を使用し、平均値と標準偏差を算出した。各変数はn数を等分割とした三分位に分け、骨量を比較した。骨量の差の検定は、共変量を身長・体重・体脂肪率とし、共分散分析(ANCOVA)を行った。2つの変数間の検定は2変量の相関分析(Spearman)を行った。対象者と全国平均の差の検定は1サンプルのT検定を、対象者と先行研究の差の検定は対応のないサンプルのT検定を行った。全ての統計の有意水準は5%未満(両側検定)とした。本研究では、被験者62名のうち、測定値に欠損がない59名について分析した。

Ⅲ 結果

1. 身体特性

表1には対象者の身体特性を示した。対象者は同年代女性の体格の全国平均値(身長158.1cm、体重51.2kg、BMI 20.93)⁸⁾に比べ、身長が有意に高い($p=0.039$)、やや痩せ体型の集団であり、超音波法で測定した他女子大学生の骨量(骨梁面積率: $32.9 \pm 4.4\%$ ¹⁰⁾、 $32.8 \pm$

5.0% ¹¹⁾よりも有意に高値を示した(いずれも $p<0.001$)。骨量と体重、BMI、体脂肪率、筋肉率との間には有意な関連が認められなかった(体重 $r=0.158$ 、BMI $r=0.159$ 、体脂肪率 $r=0.081$ 、筋肉率 $r=0.035$)。

2. 身体活動量、運動時間と骨量

図1には歩数と骨量との関連を、図2には身体活動日誌に記録された実施者による1日あたりの運動時間と骨量との関連($n=18$)を示した。骨量は歩数が多い群で高い傾向を示したが、3群の間には有意差が認められなかった。その他エネルギー消費量、運動によるエネルギー消費量、速歩時間にも3群の間で有意差が認められなかった。骨量は歩行距離が長い群で有意に高値を示した($p=0.016$)が、有意な相関関係はみられなかった。実施者による運動時間と骨量の間には有意な正の相関が認められ($r=0.602$ 、 $p=0.008$)、骨量は運動時間の長さに対応して高い値を示した。運動時間と歩数、運動時間と歩行距離の間にも有意な正の相関が認められた(いずれも $r=0.523$ 、 $p=0.026$)。

3. 減量経験と骨量

表2には減量経験の有無の割合を、図3には食事による減量経験と骨量との関連を示した。「現在実施中」および「現在も過去も経験あり」と回答した現在実施群の割合は「過去に実施した」および「経験なし」と回答した現在非実施群の割合より低率であった。現在実施群の骨量は、現在非実施群に比べ、有意に低値を示した($p=0.009$)。

4. 運動習慣と骨量

表2には現在・過去の運動習慣の割合を、図4には現在の運動習慣と骨量との関連を、図5には過去の運動習慣と骨量との関連を、図6には現在・過去の運動習慣と骨量との関連を示した。

骨量は、現在、運動習慣がない群より、ある群で高い傾向を示したが、有意差は認められなかった。

過去の運動習慣については、中学時代に運動部に所属していたが、高校では所属していなかった者(中学

表1 身体特性

		平均値	標準偏差
		n = 59	
身長	cm	159.7	± 5.8
体重	kg	53.0	± 7.7
BMI	kg/m ²	20.7	± 2.4
体脂肪率	%	28.6	± 5.2
筋肉率	%	30.5	± 2.7
骨量(踵骨骨梁面積率)	%	36.1	± 4.6

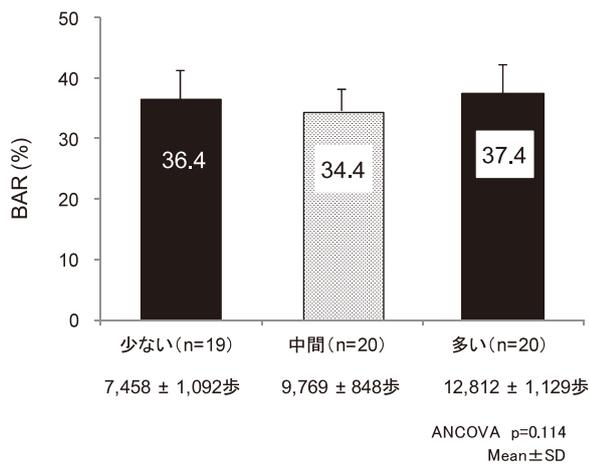


図1 歩数と骨量との関連

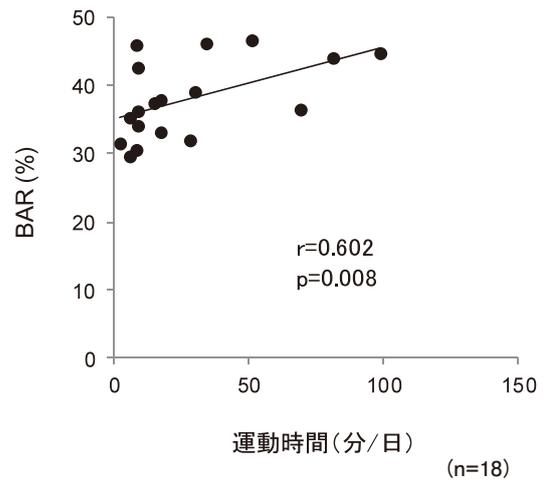


図2 実施者による運動時間と骨量との関連

表2 減量経験の有無および現在・過去の運動習慣の割合

		n	%
減量経験			
現在実施中] 現在実施群	9	15
現在も過去も経験あり			
過去に実施した] 現在非実施群	33	44
経験なし			
現在の運動習慣			
ある		17	28.8
ない		42	71.2
過去の運動習慣			
中学・高校所属群	(中学・高校運動部)	41	69.5
中学所属群	(中学時のみ運動部)	13	22.0
非所属群		5	8.5
高校所属群	(高校時のみ運動部)	0	-
現在・過去の運動習慣			
現在あり	中学・高校所属群	17	28.8
〃	中学所属群	0	-
〃	非所属群	0	-
現在なし	中学・高校所属群	24	40.7
〃	中学所属群	13	22.0
〃	非所属群	5	8.5

所属群) および非所属群より、中学と高校時代に継続して運動部に所属していた者(中学・高校所属群)で有意に高値を示し(p=0.029)、有意な線型傾向を示した(p=0.035)。

骨量は、現在、運動習慣がない中学・高校所属群、中学所属群、非所属群、現在も運動習慣がある中学・高校所属群の間で有意差が認められなかったが、現在、運動習慣がある中学・高校所属群で高い、有意な

線型傾向を示した(p=0.016)。

過去に運動習慣があった者を、バレーボール・バスケットボール・バドミントンなど跳躍を主とする運動群、陸上競技・ソフトボール・テニスなど走行を主とする運動群、その他の運動群に分類し、運動種目別に骨量を比較したところ、中学時代(跳躍群35.4±4.8%、走行群37.6±4.2%、その他の群35.3±4.4%)、高校時代(跳躍群37.0±4.3%、走行群37.6±4.9%、その他の

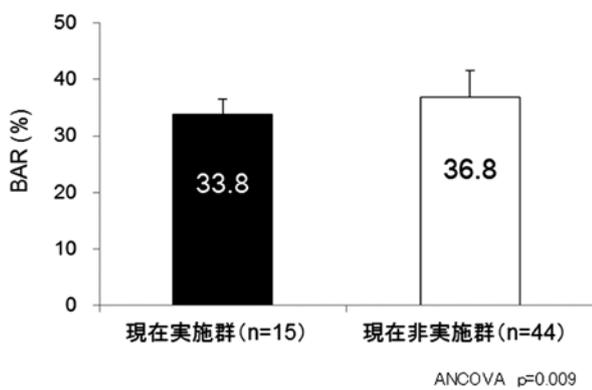


図3 減量経験と骨量との関連

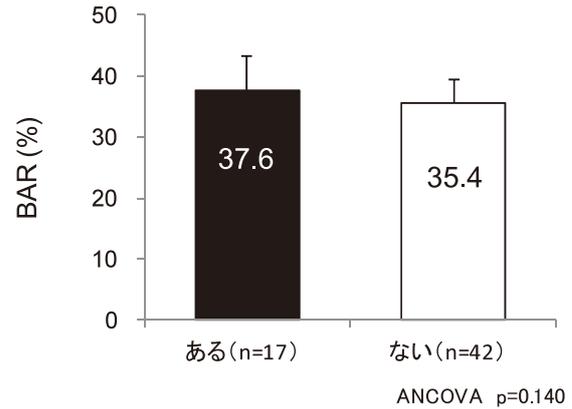


図4 現在の運動習慣と骨量との関連

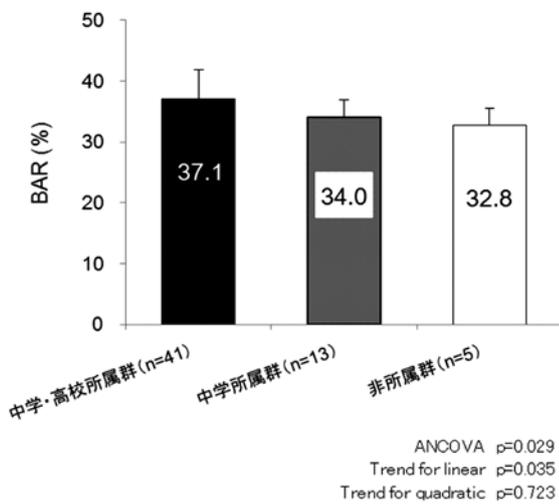


図5 過去の運動習慣と骨量との関連

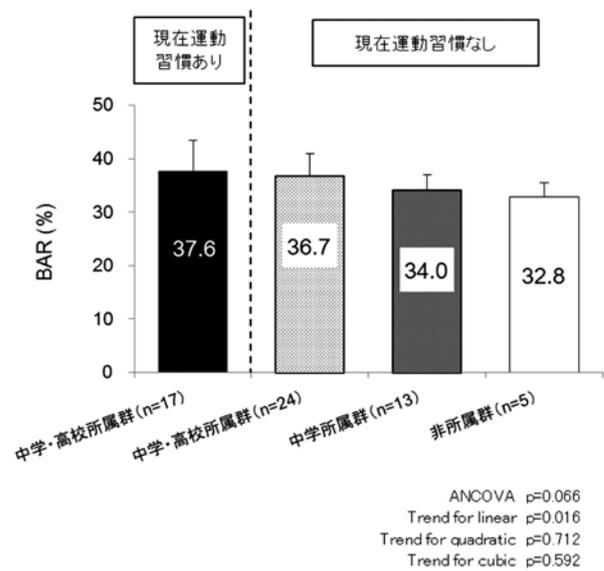


図6 現在・過去の運動習慣と骨量との関連

群 $35.7 \pm 6.4\%$) とともに3群の間には有意差が認められなかった(中学時代 $p=0.195$ 、高校時代 $p=0.737$)。

IV 考察

本研究は、若年女性の骨量に及ぼす身体活動量、減量経験、過去の運動習慣の影響について検討することを目的に、都市部女子大学3年生を対象に、超音波法による骨量、身体活動量、減量経験、および運動習慣について調査を行った。その結果、骨量は歩数および現在の運動習慣と関連がないが、運動時間、現在の減量実施、過去の運動習慣と有意な関連があることが明らかになった。

Frost²⁰⁾によると、運動によるメカニカルストレス(機械的刺激)は、骨のリモデリングを活性化させる効果を有し、メカニカルストレスが負荷された骨においては骨形成が促進されて骨量が増加し、メカニカルストレスが減少した場合は骨吸収が促進されて骨量が

低下する。また、De Laetら²¹⁾によると、骨量は体重によるメカニカルストレスが加わると負荷を支えるために増加するが、痩せの者(低体重者)は日常的に受ける体重負荷が小さいため、骨量は低いと考えられ、体重および体重の構成要素である除脂肪量、体脂肪量とも関連があることが報告されている^{22), 23)}。これらの関連を報告する研究は骨量をDXA法で測定しており、超音波法による研究^{10), 11)}では有意な関連が認められていない。超音波法においては必ずしも体格と骨量の相関係数が高くないと考えられており¹⁰⁾、本研究でも低い相関係数を示した。

女子大学生の骨量と過去の運動習慣の関係を検討した稲葉ら¹⁰⁾は、骨量と小学校時代の定期的な運動経験の有無の間には有意な関係は認められず、中学のみ、あるいは、高校のみ運動経験者と非運動経験者の間にも有意な差が認められなかったが、中学・高校と

継続した運動経験者の骨量は非運動経験者よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$) と報告している。また、女子高校生を対象に、超音波法で測定した骨強度 (Stiffness値) とスポーツ実施状況について検討した秋坂ら²⁴⁾ は、定期的なスポーツ実施者のStiffness値は、非定期的なスポーツ実施者のStiffness値より有意に高く ($p < 0.0001$)、小学生期から中学生期における継続したスポーツ実施者は、小学生期または中学生期のみの実施者、高校からスポーツ実施開始者、非定期的なスポーツ実施者より有意に高く (いずれも $p < 0.05$)、スポーツの中断期間が短いほどStiffness値が有意に高い ($p < 0.05$) と報告している。若年女性を対象に、DXA法による骨密度と運動習慣を検討した山口ら¹²⁾ は、小学校期から高校生期までに運動習慣を有した群は、運動習慣がない群に比べ、腰椎骨密度、全身骨密度、全身骨塩量に有意差が認められた ($p < 0.05$) が、幼児期ならびに成人期の運動習慣の有無は骨密度と骨塩量に有意差が認められなかったと報告し、特に、高校生期の運動習慣は高い骨密度と骨塩量への貢献が大きいことを示唆している。対象者の骨量が同年代女性^{10),11)} より有意に高値を示した要因には、過去の運動習慣、特に、中学・高校時代に継続して運動部に所属していた者の割合が高率 (69.5%) であったことが関係していると考えられる。

骨量は運動種目の特性にも影響を受けることが過去の研究で明らかにされており、先行研究²⁴⁾ によると、陸上競技やソフトボールなど走行を主とする運動群よりも、バレーボールやバスケットボールなど瞬発力やジャンプを要する跳躍を主とする運動群でStiffness値が高い傾向を有していた。また、DXA法を用いた別の先行研究²⁵⁾ では、重量挙げ選手は、水泳選手や運動選手でない者に比べて有意に高い骨密度を示した ($p < 0.05$) 一方、水泳選手と運動選手でない者の骨密度には差がなかったことが観察されており、体重負荷による踵骨を含む下腿へのメカニカルストレスが大きい運動種目ほど骨量増加に効果があることが示唆されている。本対象者の、過去に所属していた運動種目の内訳によると、水泳実施者が1名で、重量挙げや柔道などの特に体重負荷のかかる運動に従事していた者はいなかったため、運動種目別による骨量については明らかではなかったが、骨量が継続した過去の運動習慣に強く影響を受けることは先行研究^{10)~12),24)} と一致する結果であった。

思春期の身体活動と骨量の間には高い正の相関関係²⁶⁾ がある一方で、TV視聴やビデオゲームなどの動きが少ない行動の時間と四肢の骨量には負の関連があること²⁷⁾ が知られている。女子学生を対象にした縦断的研究²⁸⁾ では、思春期にスポーツクラブに参加した者は参加しなかった者より、閉経前の成人に至ってからの骨量が有意に高いことが観察されている。また、

Kurodaら²⁹⁾ が初経後の骨密度には母親の骨密度、自身の初経年齢、身長、体重、運動の強さがそれぞれ独立して影響することを報告する一方で、Miyabaraら⁹⁾ は骨量に影響を及ぼす過去の運動習慣因子は強さと頻度よりも時間が最も強いと報告している。中学・高校時代の運動部所属による活動は、1週間あたりの練習時間と頻度が多く、その拘束時間や参加率などにおいても、義務的な要素が大きいため、思春期の運動の習慣化と最も強く関係する。毎日の継続的な運動部による“組織化された”活動 (organized physical activity) が骨に定期的な刺激を与え、骨形成を促進し⁴⁾、骨量増加に効果をもたらすことが考えられる。

先行研究^{24),30)} では、幼少期の身体活動が骨量へ影響することも示唆されており、女子学生においては、幼少期に主に外で遊んでいたと回答した者は家の中で遊んでいた方が多いと回答した者より骨量が高い傾向にあることが確認されている。幼少期の骨量に対する身体活動の直接的な効果は期待できないが、幼少期の遊びによって、身体を動かすことの楽しさを体感し、思春期以降の身体活動の習慣化に繋がると考えられるため、幼い頃の毎日の遊びは看過できない。

スポーツ庁の調査報告³¹⁾ によると、10代後半から20代における運動習慣の割合は男女ともに年齢に応じて減少傾向を示す。なかでも最近の報告³¹⁾ では、30年前に比べ、男性では大きな変化がみられないが、女性では運動習慣者の割合が大幅に減少していることが示されている。本研究の対象者は、9割 (全体の91.5%) において過去に運動習慣があった一方で、大学生になると運動習慣者の割合は3割 (全体の28.8%) に減少し、中学時代に運動習慣があった者が大学時代で再び運動習慣をもつ者や、大学時代で初めて運動習慣をもつ者は皆無であった。対象者の歩数 (1日平均10,056 ± 2,425歩) は全国平均値 (7,165 ± 4,296歩)⁸⁾ よりも有意に高く ($p < 0.001$)、活動的な集団であるにもかかわらず、歩数や歩行距離と骨量との間に明らかな関連が認められなかったのは、日常生活における歩行は多いが、運動習慣を有する者の割合や調査期間中の運動実施者が少なく、集団としての運動時間の短さが関係している可能性が考えられる。20歳の身体活動量と運動習慣が骨量へ与える影響は、思春期から18歳頃までの運動習慣が与える影響に比べると少ないことが予想され、女子の骨量は、思春期およびピーク値に達する18歳頃に運動習慣を有していたか否かが重要であり、ピーク値の年齢を過ぎた若年女性においては、中学からの継続した運動習慣を現在も有することによって、骨量の維持または向上に繋がっているのではないかと考えられる。しかし、本研究の対象者の特性上、18歳まで全く運動習慣を有していなかった者が18歳以降、骨へのメカニカルストレスの大きな運動種目に従事することになった場合に骨量が増加するかどうかは不明

であり、この点については、新たな研究が必要である。

骨量やStiffness値と減量経験について検討した研究によると、女子中学生は学年が上がるとダイエット経験者が増加し、3年生では約半数の者が経験者であったにもかかわらず、骨量には学年差が認められなかった³²⁾ことや、女子高校生においても、ダイエットによる減量経験者のStiffness値は未経験者より低い傾向を示しており、さらに、激しい運動による減量経験者のStiffness値は未経験者やダイエットによる減量経験者よりも有意に高い ($p < 0.05$)³³⁾ことが報告されている。しかし、中高齢者においては、運動による減量方法は骨量を変化させないが、カロリー制限をした減量は骨量を低下させる³⁴⁾ことや、若年女性においては、食事量の制限が多い者は少ない者に比べ、骨に対する運動の効果を弱めることが報告されている³⁵⁾。Hirotaら³⁶⁾はダイエットの影響により、年代に合った必要エネルギー摂取量を満たしておらず、その結果、骨量に関係する栄養(エネルギー・たんぱく質・カルシウム)が不足し、骨吸収(骨破壊)が促進され、骨量の減少を招くことを示唆している。思春期は、骨量が増加の一途を辿り、骨形成が骨吸収(骨破壊)を上回るため、ダイエットの影響は少ないかもしれないが、骨の発育に関係する組織になんらかの負の影響を与えていることは否定できない。一方、骨量増加のピークの年齢を過ぎた20歳女性においては、ダイエットによる減量経験が骨量低下を助長すると考えられる。

骨量を測定する際、医療の現場では主に放射線によるDXA法が使用されており、精度は高いが、運搬が困難で、放射線被曝の問題がある。最近、健康診断や研究機関では、骨粗鬆症のスクリーニングを目的に、DXA法の精度には劣るが、レントゲン技師を必要とせず、容易かつ短時間で測定可能な超音波を用いた測定装置が使用されている¹⁵⁾。本研究でも超音波骨量測定装置を使用した間接法によって骨量を測定した。なお、本研究は横断研究であるため、時間経過による変化を考慮した因果関係については明らかにすることができない。また、過去に運動習慣を有する者が多く、現在の活動量が高い限られた集団を対象とし、分析に使用可能なサンプルサイズが少ないため、骨量に及ぼす身体活動量、減量経験、および過去の運動習慣の影響を十分に評価できず、結果をすべての集団に適用できない。女子大学生の骨量に及ぼす身体活動量、減量経験、過去の運動習慣の影響を明らかにするためには、今後、被験者を増やし、データの更なる蓄積が必要である。

V 結論

若年女性の骨量に及ぼす身体活動量、減量経験、過去の運動習慣の影響について検討することを目的に、都市部女子大学3年生を対象に、超音波法による骨量、身体活動量、減量経験、および運動習慣について調査を行った。その結果、骨量には、「過去の運動習慣」と「現在の減量実施」が強く関係し、20歳における骨量を決定する因子として、中学・高校時代の運動部所属経験と、大学時代の食事による減量志向が関係することが明らかになった。本研究より、骨量の維持改善のために、思春期の適切な運動と食事指導の必要性が示唆された。

謝辞

調査の趣旨を理解し、調査に協力してくださった学生の皆さんにお礼を申し上げます。

利益相反

本研究内容に関して利益相反は存在しない。

文献

- 1) 厚生労働省：IV介護の状況，<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa13/dl/05.pdf> (2017年5月25日)
- 2) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会：骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015年版，第1章 骨粗鬆症の定義・疫学および成因，http://www.josteo.com/ja/guideline/doc/15_1.pdf (2017年5月25日)
- 3) 骨粗鬆症財団：老人保健法による骨粗鬆症予防マニュアル第2版，pp.117-123 (2000)，日本医事新報社，東京
- 4) 北川淳：骨粗鬆症の現状と対策，理学療法学，41，455-461 (2014)
- 5) 川口浩：骨粗鬆症の基礎と最近の話題，骨髄外科，29，259-266 (2015)
- 6) Orito, S., Kuroda, T., Onoe, Y., et al.: Age-related distribution of bone and skeletal parameters in 1,322 Japanese young women, *J. Bone. Miner. Metab.*, 27, 698-704 (2009)
- 7) 厚生労働省：健康日本21(第2次)，目標項目一覧，別表第5 栄養・食生活、身体活動・運動、休養、飲酒、喫煙及び歯・口腔の健康に関する生活習慣及び社会環境の改善に関する目標，http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkou-nippon21/kenkou-nippon21/mokuhyou05.html (2017年5月25日)
- 8) 厚生労働省：国民健康・栄養の現状—平成25年厚生労働省国民健康・栄養調査報告一，p.46, p.108, p.163 (2016)，第一出版，東京

- 9) Miyabara, Y., Onoe, Y., Harada, A., et al.: Effect of physical activity and nutrition on bone mineral density in young Japanese women, *J. Bone Miner. Metab.*, 25, 414-418 (2007)
- 10) 稲葉洋美, 酒井健介, 高嵩みさお, 他: 18・19歳女子大生の踵骨骨梁面積率に与える食生活と運動経験の影響, 日本食生活学会誌, 12, 57-63 (2001)
- 11) 小坂谷典子: 若年期および青年期女子における踵骨超音波骨量指標に影響を及ぼす因子, 国際学院埼玉短期大学研究紀要, 25, 61-69 (2004)
- 12) 山口(渡辺)彩子, 綾部誠也, 千葉仁志, 他: 若年女性における二重X線吸収法を用いて評価した骨密度と幼児期から青年期までの運動習慣, 体力科学, 63, 305-312 (2014)
- 13) 三宅美恵子, 山川正信, 須藤聖子: 女子学生における骨粗鬆症予防のための知識や運動と骨密度の関係, 日本看護研究学会雑誌, 28, 53-62 (2005)
- 14) 山本由喜子, 柴尾知志和, 意中順子: 女子学生の骨量に与える身体状況及び食物摂取状況の影響, 日本食生活学会誌, 14, 49-55 (2003)
- 15) 影近謙治, 末吉泰信, 北岡克彦, 他: 踵骨骨梁面積率による超音波骨量測定装置の有用性の検討, 新しい医療機器研究, 3, 19-26 (1996)
- 16) Yonei, Y., Miwa, Y., Hibino, S., et al.: Japanese anthropometric reference data-special emphasis on bioelectrical impedance analysis. *J. Anti. Aging. Med.*, 5, 63-72 (2008)
- 17) 小泉大亮, 北林由紀子, 倉田晃, 他: 3軸加速度センサー搭載型活動量計の測定精度について, 鹿屋体育大学学術研究紀要, 47, 13-20 (2013)
- 18) Koebnick, C., Wagner, K., Thielecke, F., et al.: Validation of a simplified physical activity record by doubly labeled water technique, *Int. J. Obes. (Lond.)*, 29, 302-309 (2005)
- 19) Yamada, Y., Noriyasu, R., Yokoyama, K., et al.: Association between lifestyle and physical activity level in the elderly: a study using doubly labeled water and simplified physical activity record, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 113, 2461-2471 (2013)
- 20) Frost, H.M.: Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal, *Anat. Rec.*, 219, 1-9 (1987)
- 21) De, Laet, C., Kanis, J.A., Odén, A., et al.: Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis, *Osteoporos. Int.*, 16, 1330-1338 (2005)
- 22) Felson, D.T., Zhang, Y.Q., Hanman, M.T., et al.: Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women - The Framingham study, *J. Bone Miner. Res.*, 8, 567-573 (1993)
- 23) Edelstein, S.L., Barrett-Connor, E.: Relation between body size and bone mineral density in elderly men and women, *Am. J. Epidemiol.*, 138, 160-169 (1993)
- 24) 秋坂真史, 尾尻義彦, 高倉実: スポーツ関連因子からみた女子高校生の骨密度に関する研究, 体力科学, 46, 375-382 (1997)
- 25) Koşar, S.N.: Associations of lean and fat mass measures with whole body bone mineral content and bone mineral density in female adolescent weightlifters and swimmers, *Turk. J. Pediatr.*, 58, 79-85 (2016)
- 26) Zulfarina, M.S., Sharkawi, A.M., Aqilah-SN, Z.S., et al.: Influence of adolescents' physical activity on bone mineral acquisition: A Systematic Review Article, *Iran. J. Public. Health.*, 45, 1545-1557 (2016)
- 27) Koedijk, J.B., van Rijswijk, J., Oranje, W.A., et al.: Sedentary behaviour and bone health in children, adolescents and young adults: a systematic review, *Osteoporos. Int.*, publish online (2017)
- 28) Barnekow-Bergkvist, M., Hedberg, G., Pettersson, U., et al.: Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood, *Scand. J. Med. Sci. Sports.*, 16, 447-455 (2006)
- 29) Kuroda, T., Onoe, Y., Miyabara, Y., et al.: Influence of maternal genetic and lifestyle factors on bone mineral density in adolescent daughters: a cohort study in 387 Japanese daughter-mother pairs, *J. Bone Miner. Metab.*, 27, 379-385 (2009)
- 30) 大畑智弘, 上地勝, 市村國夫, 他: 女子短大生の骨強度と運動習慣との関連, 学校保健研究, 47, 535-542 (2006)
- 31) スポーツ庁: 平成27年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について, 各年代の運動・スポーツ実施状況及び過去との比較, http://www.mext.go.jp/sports/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1377959.htm (2017年5月25日)
- 32) 林和枝, 中島佳緒里, 高見精一郎, 他: 女子中学生における骨量と生活習慣との関連, 日本赤十字豊田看護大学紀要, 6, 47-53 (2011)
- 33) 秋坂真史, 座光寺秀元, 有泉誠: 女子高校生のライフスタイルと踵骨骨密度に関する研究, 日本衛生学会誌, 52, 481-489 (1997)
- 34) Villareal, D.T., Fontana, L., Weiss, E.P., et al.: Bone mineral density response to caloric restriction-induced weight loss or exercise-induced weight loss, *Arch. Intern. Med.*, 166, 2502-2510 (2006)
- 35) Mclean, J.A., Barr, S.I., Prior J.C.: Dietary restraint, exercise, and bone density in young women: are they related? *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 33, 1292-1296 (2001)
- 36) Hirota, T., Nara, M., Ohguri, M., et al.: Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women, *Am. J. Clin. Nutr.*, 55, 1168-1173 (1992)

(受付日: 2017年7月31日)
採択日: 2017年11月24日)

Brief Report

Effect of physical activity, weight loss experience, and history of exercise habits on bone mineral density among female college students

Aya ITOI ^{*1}, Miki OHTSUKI ^{*1}, Yosuke YAMADA ^{*2}

^{*1} Department of Health, Sports and Nutrition, Faculty of Health and Welfare, Kobe Women's University

^{*2} Department of Nutrition and Metabolism, National Institute of Biomedical Innovation, Health and Nutrition

ABSTRACT

【Aim】

The purpose of this study was to examine the effect of physical activity, weight loss experience, and history of exercise habits on bone mineral density among female college students.

【Methods】

A total of 62 female college students participated in the study in May 2015. The calcaneus bone density measured using an ultrasound bone densitometer and the bone area ratio (BAR%) were used as markers of bone mineral density. Information on weight loss experience and history of exercise habits was collected using a questionnaire. Accelerometer-based physical activity was measured for seven days. We analyzed 59 female college students who did not have any missing data.

【Results】

The BAR did not differ significantly among three groups (low, middle, and high) divided according to the daily step count, but the BAR was significantly correlated with exercise time recorded by a 24-h physical activity record ($r = 0.602$, $P = 0.008$). The BAR was significantly lower in the group who were attempting to lose weight through dieting at present, compared with the group without any weight loss experience ($P = 0.009$). The BAR was not significantly different between groups with and without a current exercise habit. The BAR was significantly higher in a group with exercise habits during junior high school and high school than in a group with exercise habits only during junior high school and a group with no history of exercise habits in the past ($P = 0.029$).

【Conclusion】

Bone density was significantly correlated with a history of exercise habit and present weight loss experience among female college students.

Keywords: bone area ratio, physical activity, weight loss activity, fitness habit, female college students