

思春期における運動習慣と骨密度の関係について

渡辺 律子* 原 英喜**

The Relationship between Physical Exercise and Bone Density in Adolescence

Ritsuko WATANABE, Hideki HARA

要旨 日本人の平均寿命は年々伸びている。それに伴って骨粗鬆症も増加傾向にある。特に女性の場合は、閉経後に骨量が急激に減少する。全ての病気は一次予防である「健康教育」が大切である。40歳からの骨量検査や高齢者への転倒予防教室ではなく、発育発達の観点から、思春期の骨量の大幅な増大が見込める時期に、骨量測定と栄養、運動、生活習慣の教育を行うことは、大切なことである。本研究では、女子大学生を対象に骨密度を測定し、体組成、運動習慣との関係を再認識させることを目的とした。また、中学・高等学校の運動部で運動を行っているだけでは、骨密度は増大しない事例を紹介する。定期的な骨量測定と合わせた健康教育の必要性を問いたい。

キーワード：骨梁面積率 骨密度 超音波骨梁測定装置 運動習慣 体組成

1. 本研究の目的

日本人の平均寿命は女性86歳、男性80歳の長寿国である。しかし、健康寿命は女性74.21歳、男性71.19歳（2013年度）である。介護が必要になった主な原因を見ると、認知症、老化による衰弱、脳血管疾患、関節疾患に次いで「骨折・転倒」である（国民生活基礎調査2010）。骨折の場合、多くは骨粗鬆症を発症していることが多い。骨粗鬆症は「沈黙の疾患」ともいわれ、65歳以上の女性の半数以上にみられると言われている。骨密度は思春期に増加し、20歳ごろ最大骨量に達した以降、40歳頃まで緩やかな減少傾向にあり、女性では閉経後急速に骨量が減少する。女性ホルモンによって、骨量の低下や動脈硬化がある程度抑えられているが、閉経後、急速に動脈硬化、骨量減少

が進む。よって、骨量の増加が著しい思春期から20歳頃までに最大骨量を高めておくことは、健康寿命を延ばす重要な因子であることが分かる⁴⁾。

骨密度を高めるには、栄養バランスを考え、かつ十分なカルシウムを摂ることと、骨に適切な運動刺激を与える必要がある。現在、骨粗鬆症検診は健康増進法事業に基づき40歳以上5歳刻みで行われている。しかし先に述べたように、骨量を増めるには、増加が著しい思春期から20歳頃までに、骨量の大切さを理解し、日常生活習慣に気を付けるべきだと考える。中学生・高校生を対象とした研究では運動負荷が多いほど骨量が高値であったとの報告^{2) 3)}が多く、運動の重要性が指摘されている。一方、食事、栄養との関連については、「カルシウム」「タンパク質」「ビタミンD」「ビタミンK」の必要性は指摘されている。

本研究では、大学に在籍する女子学生を対象に骨密度を測定し、現在の自分の骨の状態を理解さ

* わたなべ りつこ 文教大学教育学部学校教育課程体育専修

** はら ひでき 國學院大学人間開発学部健康体育学科

せるとともに、アンケート法から中学時代から現在までの生活習慣、食習慣、運動習慣と骨量の関係を調べ、骨教育（骨に関する教育）の必要性を明らかにし、骨量増大の可能性が残る大学生に「骨（骨粗鬆症）」に関心を持たせることを目的とした。本研究では中学時代から現在の運動習慣と骨密度の関係に絞って分析を行い、若年女性に対する骨粗鬆症予防の啓蒙及び、今後の課題について検討を行った。

2. 研究方法

(1) 対象者

大学生に骨量についての講義を行い、調査及び測定の趣旨を説明し、40名の女子学生の調査協力が得られた。

(2) 調査方法

1) 骨梁面積率測定

踵骨の骨梁面積率測定には、(石川製作所製)超音波骨梁測定装置BenusⅢを用いた。超音波の電播速度と減衰率により踵骨内の骨梁(骨質)部分の割合が計測され、骨を評価する。骨梁面積率の値が高いほど骨の状態が良いことを示している。測定では年齢別平均値に対して測定値が高い方から、判定区分「1」「2」「3」「4」「5」と骨量状態についての判定結果が自動的に得られる。判定区分「1」は年齢別の平均値に対して計測値が「平均+1標準偏差(sd)以上」、同様に「2」は「平均+1sd未満～平均値以上」、「3」は「平均値未満～平均-1sd以上」、「4」は「平均-1sd未満～20歳平均値-2.5sd以上」、「5」は「20歳平均値-2.5sd未満」である。

同時に同性ピーク時(本機器では20歳以上の場合は20歳時、19歳以下の場合は16～18歳時の平均最大値をピーク値としている)に対して、測定値が何%に相当するかも判定される。本研究では骨梁面積率を骨密度に相当する指標として用いた。

2) 体組成測定

体組成測定には(タニタ社製)自動身長計つ

き体組成計DC-250を用いた。今回は身長、体重、筋肉量、体脂肪率、BMI値を分析対象とした。

3) アンケートによる生活習慣調査

アンケートでは、中学時代から現在までの食習慣、生活習慣、減量(ダイエット)経験の有無、運動習慣及び骨粗鬆症について調査した。

4) スクリーニング

測定及びアンケート調査により得られたデータから、骨密度が低値の学生をスクリーニングし、同意を得られた学生に対して個別面談を行い、運動メニューの立案、栄養保健指導を実施した。

(3) 分析方法

データの解析にあたっては、Excel Ver. 10を用いて、単純集計、平均値の差の比較には対応のないt検定、骨梁面積率と各種測定値の関係についてはピアソンの相関分析を行った。いずれの場合も危険率5%未満をもって有意とした。

3. 結果

表1に身長、体重、BMI、筋肉量、体脂肪量、骨梁面積率の測定結果を全体、運動群、非運動群別に示した。

対象者は40名、年齢 20.4 ± 0.6 歳であった。身長 1.58 ± 0.1 m、体重 52.2 ± 5.9 kg、BMI 20.7 ± 2.3 、体脂肪率 $24.4 \pm 6.1\%$ であった。対象者は日本人20歳女性の平均 1.58 ± 5.5 m、 51.08 ± 6.1 kgと比較してもほぼ標準であった。しかし非運動群についてはBMIが 19.3 ± 1.5 であり、若干低値であった。踵骨測定による判定区分では「1」は21名(52.5%)、「2」は10名(25%)、「3」は4名(10%)、「4」は5名(12.5%)であった。また同性ピーク時の骨梁を100%とした時、それを上回る(100%以上)が31名(77.5%)であった。今回の測定では判定区分「5」に該当する者はいなかった。

「運動習慣」については、体育を除く運動習慣で、中学校・高等学校・現在について「週5日以上」は「5」ポイント、「週3～4日」は「3」ポイント、「週1～2日」は「1」ポイント、

「行っていない」は「0」ポイントとし、中学校・高等学校・現在の運動習慣の合計ポイントが「9」以上を運動群, 「8」以下を非運動群とした(表2).

表1 測定結果

	全体	運動群	非運動群
身長 (m)	1.58±0.1	1.57±0.0	1.59±0.0
体重 (kg)	52.2±5.9	53.3±6.4	49.4±4.2
BMI	20.7±2.0	21.2 ± 2.0 *	19.3±1.5
筋肉量 (kg)	36.9±3.1	37.6 ± 3.0 *	35.3±2.7
体脂肪量 (%)	24.5±5.4	24.4±5.6	24.0±5.2
骨梁面積率 (%)	38.2±5.7	39.6 ± 5.4 *	35.0±4.7

・ 平均値±標準偏差, BMI : body mass index * : p < 0.05

表2 1週間の運動習慣ポイント

	中学・高校	中学・高校・大学	中学校	高校	大学
全体	7.7±2.8	9.3±3.7	4.2±1.4	3.3±2.0	2.0±1.7
運動群	9.2±1.4	11.5±1.8	4.8±0.5	4.3±1.3	2.5±1.6
非運動群	4.1±2.7	4.5±3.0	2.9±2.1	1.2±1.7	13.7±1.0

(1) 骨梁面積率との相関

骨梁面積率と各測定項目との相関を表3に示した. 骨梁面積率と「運動習慣」に有意な相関がみられた.

表3 骨梁面積率と全体データとの相関

	骨梁面積率
筋肉量	0.363
運動習慣	0.495 *
BMI	0.345

* : p < 0.05

そこで骨梁面積率と群別データの相関をみると非運動群筋肉量及び非運動群運動習慣において相関がみられた(表4, 図1). 運動群筋肉量については相関はみられなかった(図2).

表4 骨梁面積率と運動習慣

	骨梁面積率
運動群 筋肉量	0.195
非運動群 筋肉量	0.451 *
運動群 運動習慣	0.218
非運動群 運動習慣	0.541 *
運動群BMI	0.169
非運動群BMI	0.339

* : p < 0.05

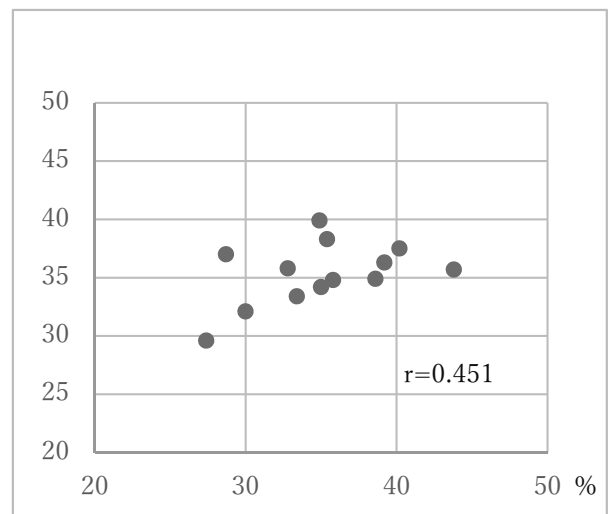


図1 骨梁面積率—筋肉量の相関 (非運動群)

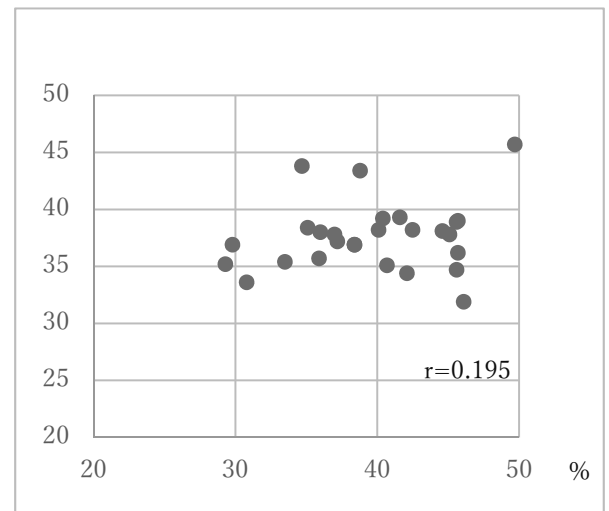


図2 骨梁面積率—筋肉量の相関 (運動群)

(2) スクリーニング

判定区分「4」の4名（Aさん・Bさん・Cさん・Dさん）に対して個別面談を実施した。アンケート内容についてヒアリングを行い、現在の骨量の状態、骨粗鬆症予防についてレクチャーを行った。

4. 考察

骨粗鬆症対策として、思春期における高い骨量の獲得とその維持が一次予防として重要である⁴⁾。骨量の増大を促すには、思春期における適切な運動実践が必要とされている。

中学校・高等学校時の運動習慣は骨密度と相関があるとされている^{2) 3) 5)}が、今回の調査では、非運動群の筋肉量及び非運動群の運動習慣と正の相関はあったが（図1）、運動群の筋肉量及び運動習慣については、骨密度との相関は見られなかった。このことから、筋肉量が高ければ骨密度も高い、ということとは言えない。先行研究及び今回の結果から推測すると、運動習慣がなく筋肉量が少ない場合は、筋肉量の増加が骨密度の増加につながる可能性があることが示唆される⁷⁾。一方、中学校及び高等学校で週4～5日の運動を行ってきても、筋肉量と骨密度が必ずしも正の相関を示さない場合があり、思春期に運動を行っていたから、大学生になってからの骨密度も高いとは限らないことが示唆された（図2）。

次に事例を挙げる（表5）。Aさんは、運動習慣ポイントは「10」であり、中学校では剣道部、高等学校ではバスケット部で週5日活動をしていた。筋肉量は平均値であるが、骨梁面積率は低いことが分かる。Bさんは、運動習慣ポイントは「13」であり、中学校では陸上部、高等学校、大学ではダンス部で定期的な運動を行っていたが、同様の傾向を示した（表5）。

2人とも中学生の頃から定期的な運動を行っており、筋肉量はあるが骨梁面積率は低く、BMIは18.5、18と痩せ形に分類される。筆者は事例を挙げるために表5を作成して、統計だけでは見えな

表5 筋肉量が多くても骨密度が低い事例

	全体	運動群	Aさん	Bさん
身長 (m)	1.58±0.1	1.57±0.0	1.57	1.56
体重 (kg)	52.2±5.9	53.3±6.4	44.9	44.0
BMI	20.7±2.0	21.2±2.0	18.5	18
筋肉量 (kg)	36.9±3.1	37.6±3.0	36.9	35.2
体脂肪量 (%)	24.5±5.4	24.4±5.6	12.6	15.1
骨梁面積率	38.2±5.7	39.6±5.4	29.8	29.3

い部分があることに改めて気付かされた。このことから分かるように、思春期に重力負荷のかかる定期的な運動を行っていても、骨密度が低い場合もある。以上の事から中学校、高等学校の学校健康診断で骨量測定を義務づけると良いと考える。

次にスクリーニングを行って、骨量が同年齢ピーク時に対して低値である判定区分「4」の学生を対象に、個別面談を行ったので事例報告をする。

まず、本人の骨量が同年齢ピーク時に対してどの位置にあるのかを測定結果を見ながら説明をした。次に骨粗鬆症及び骨量を維持増進させるのに必要な栄養素（カルシウム、ビタミンK、ビタミンD）の知識、現在の生活習慣のヒアリング、骨量増加に必要な具体的な献立を一緒に考えた。運動処方に関しては、通学やライフスタイルに合わせて、本人が継続できそうなエクササイズを計画した。

栄養については牛乳・乳製品の摂取と骨量に正の相関がある⁷⁾との報告や、相関はない²⁾との報告がある。このように栄養摂取と骨量の関係については今後さらに研究が待たれるところである。本研究においては、アンケートで栄養摂取について調査を行ったが、今回の分析では扱わなかった。しかし判定区分「4」の学生については、個別面談でヒアリングを行ったところ、4名中2名は牛乳が飲めなかった。

食事については、Cさんは「小魚・海藻」「キ

ノコ類」は「ほとんど食べない」にチェックがあった。またCさんは「偏食である。スナック菓子、ジュースをよく食べる」との事だったので、「おやつ」を補食と考えて、お菓子の代わりにプロセスチーズを持ち歩くことにした。

Dさんは「減量をしたことがあるか」の質問に、現在・中学・高等学校時代に「年3～4回」「それ以上」にチェックがあった。BMIは17.7であった。今回のスクリーニングを通して分かったことは、骨量低値データを見ても当該者から相談等は無く、「将来のために骨量を上げよう。そのために生活習慣を見直そう」と伝えても差し迫った実感が無くモチベーションが低いと感じた。3か月毎に骨量測定をすることになっているが、モチベーションを維持するにはどうすべきか、が今後の課題である。

5. まとめ

中学生・高校生という思春期における運動習慣の有無と骨量面積率には有意な差があると言われている²⁻⁵⁾。しかし、中学校・高等学校時代に週5日の部活動を行い、筋肉量はあるにもかかわらず、骨密度が低い学生がいることが分かった。

また、非運動群の骨密度が低値だったことから、学校における体育時間の運動だけは、十分な骨量を獲得することは出来ないことが推測された。最大骨量(PBM)を増やすためには、1日の1/3を過ごす学校を中心とした生活の中で、いかに重力負荷のかかる運動量を確保するかも重要であることが、今回の調査で示唆された。

同時に、栄養バランスの取れた食習慣は勿論であるが、特にカルシウム、ビタミンD及ビタミンKの摂取、阻害要因と言えるリン酸類の過剰摂取の弊害、無理なダイエットの弊害などを、教育する必要があると考えられる。

今後は中学、高等学校時代に「特に運動を行っていないかった」者に絞った調査を行い、思春期の運動と骨量との関係を明らかにするとともに、PBMの増加適時性の限界期における20歳前後の

女性の骨量改善策を検討したい。

引用・参考文献

- 1) 遠藤数江, 小川順子, 中村伸枝, 小俣智子, 佐藤奈保, 小児がん経験者における日常生活の実際と踵骨の骨量面積率に関する要因の検討, 国立看護大学校研究紀要, 9 (1), 2010, 1-8.
- 2) 伊藤千夏, 小泉佳代, 渥美圭子, 鈴木智恵美, 金子佳代子, 中学生における骨量と生活習慣および体力との関連, 日本栄養・食糧学会誌, 60 (1), 2007, 53-59.
- 3) 長升登志江, 津川恵子, 浅井均, 中学生における骨評価計測値に関する調査研究, 大阪教育大学紀要第三部門, 56 (2), 2008, 27-39.
- 4) 折原肇監修, 骨粗鬆症検診・保健指導マニュアル第2版, ライフサイエンス出版, 2015.
- 5) 篠矢理恵, 朝井 均, 北川未幾子, 超音波骨評価装置での高校生における骨評価即値に関する調査研究—運動及び食生活との関連性について—, 大阪教育大学紀要第三部門563, 1, 33-44, 2004.
- 6) 徳田修司, 飯干星明, 鹿児島大学新入生の骨密度と体組成, 鹿児島大学教育学部紀要, 自然科学編, 65-9-22, 2014.
- 7) 堀尾拓之, 内山温子, 川原明日香, 塚田真生, 若年女性の骨密度と体組成と生活状況との関連について, 園田学園女子大学論文集41, 155-176, 2007.

付録：生活習慣アンケート用紙

生活習慣アンケート

1. 現在及び中高校時代の食事について当てはまるところに「○」を記入してください。

	5日以上		3～4日		2～1日		ほとんど食べない	
	現在	中・高	現在	中・高	現在	中・高	現在	中・高
肉類								
魚介類								
小魚・海藻								
牛乳・乳製品								
卵								
大豆食品								
野菜類								
キノコ類								
果物								
インスタント食品								
スナック菓子								
ジュース								

2. 朝食はとりますか。当てはまるところに「○」を記入してください。

	ほぼ毎日	2～3日/週	ほとんど食べない
現在			
中・高校			

3. 下記で特に意識してとる栄養素があれば、「○」を記入してください。

	タンパク質	鉄分	カルシウム	ビタミン	その他：具体的に
現在					
中・高校					

4. 減量をしたことがありますか。当てはまるところに○を記入してください。

方法に○	しない	年3～4回	それ以上	その他
現在 (運動量増加・ 食事制限)				
中・高校 (運動量増加・ 食事制限)				

思春期における運動習慣と骨密度の関係について

5. 体育を除く運動習慣について、当てはまるところに運動時間(分)を記入して下さい。

	週5日以上	週3~4日	週2~1日	行わない
現在の種目 : _____				
高校時の種目 : _____				
中学校時の種目 : _____				
その他 (小・中・高校) 種目 : _____				
現在の1日の歩行時間				

6. 生活習慣について記入して下さい。

	現在	高校生	中学生
平均就寝時刻	頃	頃	頃
平均睡眠時間			

7. 意識調査

- 1) 骨粗鬆症は高齢者の病気であるので、中高年期以降からは気を付けたほうが良い。
【 はい・いいえ 】
- 2) 骨は骨粗鬆症になってからでも回復する。
【 はい・いいえ 】
- 3) 骨粗鬆症(骨)は生活習慣と関わりがある。
【 はい・いいえ 】
- 4) 骨粗鬆症に男性はならない。
【 はい・いいえ 】

8. 中学校から現在までの身長と体重の伸びを記入して下さい。

身長 _____ c m 体重 _____ k g

ご協力ありがとうございました。