

若年期からの運動習慣は、最大骨密度を効果的に 増加させるか—健康成人女性における検討

筑波大学 柳 久子
(共同研究者) 同 原 修一
同 平野千秋
同 戸村成男
筑波技術短期大学 天貝 均

Effect of Physical Activity from Teens on Peak Bone Mineral Density of Young Premenopausal Women

by

Hisako Yanagi, Shuichi Hara,
Chiaki Hirano, Shigeo Tomura,
*Institute of Community Medicine,
University of Tsukuba*
Hitoshi Amagai
*Department of Physical Therapy,
Tsukuba College of Technology*

ABSTRACT

We studied 91 healthy premenopausal women aged 20-39 years old to investigate the effect of teenage physical activities on their current bone mineral densities (BMD). Whole body BMD (WBMD), lumbar BMD (LBMD) and radial BMD (RBMD) were measured with Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA). Physical activities during junior high school, senior high school, at present; and food

consumption were surveyed using a questionnaire. After adjusting for age, BMI, current calcium intakes, and teenage milk intake ; subjects who exercised one or more hours per week as extracurricular activities at junior or senior high school had significantly higher BMD at all sites ($p<0.01$) than those who exercised less. Subjects who played high impact sports at all periods had significantly higher WBMD ($p<0.01$) than subjects who played low-impact sports. Subjects who played high impact sports at junior high school had significantly higher LBMD than their low-impact sports counterparts ($p<0.01$) . Subjects with continuous exercise from teenage years to the present had significantly higher BMD at all sites than other subjects after adjusting for potential confounders ($p<0.001$ in WBMD, $P<0.01$ in LBMD and $p<0.05$ in RBMD) . In the stepwise multiple linear regression analysis, BMI and high-impact sports at senior high school were independent predictors of WBMD, and BMI and high-impact sports at junior high school were independent predictors of LBMD. Our data suggests that continuous high-impact exercise from junior high school may maintain a positive effect on current bone mass.

要 旨

我々は、20才から39才の健常女性を対象に、10代における運動習慣が現在の骨密度 (BMD) へ与える影響について検討した。全身骨密度 (WBMD)、腰椎骨密度 (LBMD)、橈骨骨密度 (RBMD) は二重エネルギー X 線吸収法 (DEXA法) にて測定した。質問紙を用い、中学、高校、および現在の運動習慣、3日間の食事内容、過去の食事習慣を調査した。年齢、body mass index (BMI)、現在のカルシウム摂取量、10代の牛乳摂取量を調整後、週1時間以上の運動を中学・高校でしていた者は、すべての測定領域において他の者より骨密度は有意に高かった ($p<0.01$)。跳躍運動などの impact の高い運動 (high-impact sports) をしていた者は、すべての時期において、他の運動をしていた者より WBMD は高値であり ($p<0.01$)、中学時に high-impact sports をしていた者は、LBMD は有意に高かった ($p<0.01$)。10代より現在まで継続

的に運動習慣を持つ者は、年齢などの関連要因を調整後、すべての領域の骨密度は有意に高値であった (WBMD: $p<0.001$, LBMD: $p<0.01$, RBMD: $p<0.05$)。重回帰分析の結果、高校時の high-impact sports と、中学時の high-impact sports は、それぞれ WBMD, LBMD に対する決定因子であった。我々のデータは、中学からの継続的な high-impact sports は、現在の骨量を効果的に維持・増加するため重要な要因であることを示している。

緒 言

高齢化社会を迎え、高齢者における骨折、寝たきりの原因である退行性骨粗鬆症の増加が、社会的問題の一つとなっており、その予防や早期発見、早期治療の必要性が叫ばれている。骨粗鬆症の原因として、様々な環境要因^{1,2)} および遺伝的要因^{2,3)} が言われている。環境要因の中でも、継続的かつ効果的な運動習慣を持つこと、十分なカルシウム量を摂取することは、骨密

度 (Bone Mineral Density; BMD) をできるだけ高く維持することが可能であり, 骨折の予防につながるといわれている⁴⁻¹²⁾。しかし, 運動習慣の効果は, カルシウム摂取量が一日 1000mg 以上の摂取量の対象者で認めたという報告もあり⁵⁾, 運動習慣が骨密度の維持・増加の独立因子であるかについてはまだ明確でない。

一方, 最大骨量 (peak bone mass) は 10 代後半から 20 代に迎えるといわれている^{13, 14)}。10 才から 29 才の女性を対象とした報告¹⁵⁾では, 運動強度の高い運動習慣を持つことが, カルシウム摂取より, 骨密度を増加するための強い決定因子となると報告されている。また, Varimaki ら¹⁶⁾は, 10 代から 20 代の運動と, 30 代 40 代の骨密度のレベルに正の相関を認めたと報告している。以上より, 最大の骨量を迎える時期において思春期からの運動習慣が, 骨密度を増加させる最も重要な決定因子であることが考えられる。そして早期からの運動習慣を持つこと, 最大骨密度をできるだけ高く維持することは, 将来の閉経後の骨密度の低下に対する「骨密度の貯蓄」となり, 骨粗鬆症や骨折の予防, Quality of Life (QOL) の維持につながると考えられる。

そこで我々は, (1) 過去・現在の運動習慣が最大骨量に到達する時期にどのように影響を及ぼしているか, (2) 現在の継続的な運動習慣は, この時期の骨密度の増加に効果的に影響しているかについて, 20 代から 30 代の若年健常女性を対象にして, 骨密度と運動習慣との関連性を検討した。

1. 研究方法

対 象:

茨城県つくば市近郊に在住する 20 才から 39 才の健常女性ボランティア 91 名 (平均年齢 30.6 ± 5.9 才) を対象とした。対象者は, 定期的な月経があり, 骨代謝に影響する疾患やそれに対する

治療は行っていない。なお対象者は, 地域広報誌および保健所における説明会にて募集し, 研究に対するインフォームドコンセントを行った上で研究に参加した。

方 法:

1) 骨密度測定

DEXA 法により aloca 社製 DCS-3000 を用い, 全身 (WBMD), 腰椎 (LBMD; L2-L4), 左側橈骨遠位端 1/3 (RBMD) の領域を測定した。BMD の解析は, DCS-3000 用骨密度解析ソフト (ver.4.8, 同社製) ならびに PC-9801FA (日本電気 (株) 製) を用いた。

2) 体格測定

身長, 体重を計測し, body mass Index (BMI) を以下の式にて算出した。

$$\text{BMI (kg/m}^2\text{)} = \text{体重 (kg)} / \{(\text{身長 (m)})^2\}$$

3) 筋力測定

握力計 (松島医科精機製作所 (株) 製) および背筋力計 (TY-300; ヤガミ (株) 製) を用いて握力 (kg), 背筋力 (kg) を測定した。握力は左右手の握力を測定し, その平均握力を算出した。

4) 質問紙調査

運動は, 運動習慣調査は, 学校の授業以外の中学, 高校および現在の運動の頻度, 種類を調査した。骨密度に影響する生活要因の調査として, 3 日間の半秤量法による食事調査, 質問紙による中学・高校の一日当たり牛乳摂取量を調査した。

5) 分析:

3 日間の食事調査は栄養解析ソフト NUT ver.3.0 PC-9800 版 (ヒューマンサイエンスラボラトリ社製) を用い, 一日当たり平均カルシウム摂取量を算出した。

過去・現在の運動の頻度は, 週 1 時間以上, 週 1 時間未満の 2 群に分けた。運動の種類は, Dock ら¹⁷⁾ による分類を参考として, 跳躍運動を主体とした high-impact sports 群 (バレーボール,

バスケットボール, ハンドボール, 空手), 跳躍運動以外の運動を common-sports 群 (卓球, 水泳, ソフトボール, テニスなど), 運動習慣なしの non-sports 群の 3 群に分けた。

運動の継続については, 運動継続群 (中学または高校で授業以外で運動を行ない, かつ現在もなんらかの運動を行なっている), 経験群 (中学, 高校, 現在のいずれかのみで運動をおこなった経験がある) 非経験群 (いずれの時期にも運動の経験がない) の 3 群に分けた。

骨密度と年齢, BMI, 筋力, 栄養摂取量, 生活習慣との関連性は, Spearman の順位相関係数を用いて検討した。現在および過去の運動頻度, 運動のタイプ, 運動の継続群間の骨密度の検討は, t 検定, 一元配置分散分析を用いて検討した。また, 共分散分析 (ANCOVA) を用いて年齢, BMI, 筋力, 現在のカルシウム摂取量, 中学高校の平均牛乳摂取量を調整して (モデル 1) 運動習慣別の骨密度の差を検討した。さらに, 中学, 高校, 現在の各時期における運動習慣の骨密度に対する独立的な効果を検討するために, 各時期以外の運動の頻度を前述の分析に投入・調整し (モデル 2), 調整後の骨密度の差について検討した。

骨密度を従属変数として, 骨密度に影響する独立変数を検討するために, ステップワイズ法による多変量解析を用いた。以上の分析は, 統計パッケージソフト SPSS 6.1 Macintosh 版を用いた。

2. 研究結果

年齢, 体格, 骨密度, 筋力, 生活習慣, 栄養摂取量の平均値を表 1 に示した。日本人の同年齢の平均骨密度および栄養摂取量^{18, 19)}と比較して, 骨密度およびカルシウム摂取量に明らかな低下は認めなかった。

表 2 は, 運動習慣について中学, 高校, およ

表 1 91 名の年齢, 体格, 骨密度 (BMD), 筋力, および栄養摂取量

Age (year)	30.6	±	5.9
Height (cm)	157.8	±	5.6
Weight (kg)	51.7	±	6.2
BMI (kg/m ²)	20.6	±	2.0
Menarche age (year)	12.4	±	1.1
Number of Birth	1.3	±	1.3
Whole Body BMD (g/cm ²)	1.18	±	0.10
Lumbar BMD (g/cm ²)	1.14	±	0.14
Radius BMD (g/cm ²)	0.47	±	0.06
Grip strength (kg)	30.7	±	5.0
Back extensor muscle strength (kg)	70.0	±	15.6
Daily Intake			
Total calorie (kcal/day)	1783.3	±	407.9
Calcium (mg/day)	643.6	±	311.3
Milk intake at teens (ml/day)	134.2	±	134.9

1 び現在別に示した。中学においては 61.6% の者が週 5 日以上運動を実施していたが, 高校時には 26.4% に減少していた。現在週 1 日以上運動習慣を持つ者は約 43% であった。週当たりの運動実施時間は, 中学で 9.1 時間, 高校で 4.0 時間, 現在は 1.0 時間であった。high-impact sports 群の者は, 中学時に約 32% であったが, 高校あるいは現在は約 9% 前後であった。

骨密度と関連する各変数との相関を表 3 に示した。BMI は, すべての領域の骨密度と有意な相関を示した ($p < 0.01$)。WBMD は, 高校時の週当たりの運動時間, 握力, 背筋力と有意な正の相関を認めた (それぞれ $p < 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.01$)。LBMD は握力および背筋力と正の相関を認めた (それぞれ $p < 0.01$, $p < 0.001$)。RBMD は背筋力および中学・高校時の牛乳摂取量と正の相関を認めた (それぞれ $p < 0.05$)。

高校時に週 1 時間以上の運動習慣があった者は, WBMD は t 検定にて有意に高値を認めた ($p < 0.05$; 表 4)。モデル 1 を調整後は, 中学・高校において週 1 時間以上の運動習慣を持つ者の各領域の骨密度は, 有意に高値であった (WBMD: $p < 0.001$, LBMD, RBMD: $p < 0.01$)。さらにモデル 2 を分析に投入後も, 同様の有意差が得られた (表 4)。

表 5 では, 運動タイプ (high-impact sports, common sports) と骨密度の関係を示した。高校

表2 91名の運動頻度（日数，時間）と運動の種類

	J. High School	S. High School	Now
Exercise days per week			
<1 day or none	27 (29.7 %)	59 (64.8 %)	52 (57.1 %)
1-2 days	1 (1.1)	3 (3.3)	28 (30.8)
3-4 days	7 (7.7)	5 (5.5)	5 (5.5)
more than 5days	56 (61.6)	24 (26.4)	6 (6.6)
Exercise hours per week in all subjects	9.1 ± 7.6	4.0 ± 6.9	1.0 ± 2.0
none	27 (29.7 %)	59 (64.8 %)	52 (57.1 %)
< 5 hours	3 (3.3)	3 (3.3)	35 (38.5)
< 10 hours	12 (13.2)	11 (12.1)	2 (2.2)
< 15 hours	32 (35.1)	11 (12.1)	2 (2.2)
< 20 hours	8 (8.8)	2 (2.2)	
more than 20 hours	9 (9.9)	5 (5.5)	
Type of exercise	Low-impact sports	23 (25.3 %)	31 (34.1 %)
tennis	10	7	5
table tennis	10	1	
kendo	6	1	
softball	2	1	
track and fields	2		
swimming	3	1	3
kyudo (Japanese archery)		4	
ski (cross country)		2	
dance		2	
badminton	1	1	
aerobics			8
soccer			2
training (jogging, ergometer, walking, etc.)			11
others	1	3	2
High-impact sports	29 (31.9 %)	9 (9.9 %)	8 (8.8 %)
volleyball	14		7
basketball	14	6	1
handball	1	2	
karate		1	

表3 BMDと年齢，BMI，筋力，生活習慣と栄養摂取量との相関

	WBMD	LBMD	RBMD
Age	-0.030	0.026	0.066
BMI	0.618 ^a	0.273 ^b	0.418 ^a
Exercise hours per week at junior high school	0.189	0.148	0.008
Exercise hours per week at senior high school	0.261 ^c	0.093	0.173
Exercise hours per week at present	0.020	-0.108	0.119
Menarche age	-0.063	-0.144	-0.183
Number of Birth	-0.027	0.065	0.086
Grip strength	0.241 ^c	0.346 ^b	0.162
Back extensor muscle strength	0.289 ^b	0.404 ^a	0.209 ^c
Total calorie	-0.102	0.011	-0.100
Calcium	-0.002	-0.059	0.122
Alcohol	0.087	0.189	0.107
Milk intake at teens	0.125	0.095	0.331 ^c
Coffee	0.011	0.013	0.048
Tea	-0.104	-0.145	-0.066
Green tea	-0.115	0.040	-0.096

Spearman correlation coefficients. ^a p<0.001 ^b p<0.01 ^c p<0.05

時代において high-impact sports 群（9名）は，common sports 群（23名）と比較して有意に WBMDは高かった（p<0.05）．モデル1を分析に投入・調整後は，中学・高校時の high-impact

sports 群の WBMD，LBMDは common sports 群と比較して有意に高値であった（WBMD：p<0.01，LBMD：p<0.05）．モデル2の調整後は，high-impact sports 群の WBMDは，すべて