

若年者スポーツ選手と高齢者における骨塩量と 運動習慣の骨に与える効果についての研究

鹿屋体育大学	赤 嶺 卓 哉
(共同研究者) 同	田 口 信 教
同	田 中 孝 夫
同	荻 田 太

The Individual Differences of Bone Mineral Content and Effects of Habitual Exercise on Bone in Young Athletes and the Aged

by

Takuya Akamine
Nobutaka Taguchi,
Takao Tanaka, Futoshi Ogita
National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

ABSTRACT

We have done the examination of bone mineral density on female college athletes (n=17), male college athletes (n=27), elderly gateballers, and middle-aged swimmers (n=39). We have gained some conclusions as follows.

1) The bone mineral density on tibia shaft in female college swimmers was lower significantly compared with general women. The bone mineral density on lumbar vertebra and tibia shaft in female college judo participants was higher significantly compared with general women.

2) The bone mineral density on left femoral neck in male college basketball players was higher than those in volleyball, judo and short track events athletes. The % young reference of left femoral neck in male college basketball players was significantly higher

than that in short track events athletes.

3) The bone mineral density on lumbar vertebra in elderly male gateballers (average 74.6 years, average playing time 28.4 hours/month) was decreased significantly during 11 months. But the bone mineral density on lumbar vertebra in middle-aged swimmers (average 58.3 years, average swimming time 17.0 hours/month) was increased during 9 months. The swimmers had received lectures and guidance to osteoporosis, further who had intaken more milk than the gateballers.

Some precautions to osteoporosis were presented from these conclusions. That is, judo and basketball has good effects on bone mass increase in youth period. Further, it is important for middle-aged and elderly people to do mild exercise, intake calcium in milk and receive education about osteoporotic disease.

要 旨

我々は、運動習慣の骨に与える効果について検討する目的で、女子大学スポーツ選手 (n=17)、男子大学スポーツ選手 (n=27)、中高年ゲートボール・水中運動愛好者 (n=39) に対し、骨密度に関する調査を行い、以下の結果を得た。

1) 女子大学水泳選手群では一般女性群と比べ、脛骨骨密度は有意に低かった。女子大学柔道選手群では一般女性群に比し、体脂肪率が有意に低く、腰椎・脛骨骨密度が有意に高く観察された。

2) 男子大学バスケットボール選手群の左大腿骨頸部においては、対日本人同性平均ピーク値比は約 133 % であり、その数値は陸上短距離群に比し有意に高かった。またバスケットボール群の左大腿骨頸部骨密度もバレーボール群、柔道群、陸上短距離群と比較して高値を示した。

3) 約 10 ヶ月の期間の前後の腰椎骨密度を比較すると、ゲートボール男性群 (平均年齢 74.6 歳、平均運動時間 28.4 時間/月) では有意な減少を示し、専門家の講義や指導を受け、牛乳摂取量も多い水中運動群 (平均年齢 58.3 歳、平均運動時間 17.0 時間/月) では増加を示した。

以上の結果より、①若年期に柔道などの抗重力

的運動を行うこと、②大腿骨・前腕骨の骨量増加には、とくにバスケットボール競技の有効性が高いこと、③中・高年期においては、穏和な運動・牛乳などからのカルシウム摂取・疾患教育の併用で骨量の維持を計ること、などが骨粗鬆症予防対策と関連して、重要であると考えられた。

緒 言

人口の高齢化に伴い、日本における骨粗鬆症患者は、近年増加の傾向にあり (約 500 万人)、年間約 10 万人が本症に起因する骨折を起こすとされている。この疾患に対し予防対策を計ることは、今や社会的急務となりつつある。

骨量低下の予防策としては 2 本の柱があり、1 つは若い人に対し活発な運動を促し、その人のピークの骨量 (peak bone mass) を増加させることであり、もう一つは中高年以降の骨量の減少を予防する諸対策である¹²⁾。

本研究では、女子体育大学生の腰椎骨密度を各種目別 (陸上長距離、水泳、柔道) に計測し、一般女性群と対比させることにより、どのような運動種目を実施することが女子では peak bone mass の増加に結びつくのか、採血結果をも含めて検討した。さらに、男子体育大学生の骨密度も各種目

別（バスケットボール、バレーボール、柔道、ラグビー、陸上短距離）に計測し、種目による骨密度特性に関して併せて比較検討した。

また、中・高年期以降の骨量減少予防のための適切な運動形態を模索する目的で、長期間継続してゲートボールまたは水中運動を実施した各群につき、定期的に腰椎骨密度を測定し比較した。

1. 研究方法

1. 1 女子大学スポーツ選手の骨塩量分析

対象は一般女性10名（平均年齢22.5歳 [19～24歳]）、女子大学スポーツ選手17名（平均年齢19.8歳 [18歳～22歳]）の計27名である（表1）。

表1 若年対象者の特徴

1. 一般女性	10名（年齢22.5±2.0歳）
軽量群	5名（体重47.5±5.7kg）
重量群	5名（体重62.7±5.0kg）
2. 女子大学スポーツ選手	17名（年齢19.8±0.7歳）
陸上（長距離）群	6名（体重48.2±2.8kg）
水泳群	6名（体重58.9±8.8kg）
柔道群	5名（体重61.2±4.3kg）
3. 男子大学スポーツ選手	27名（年齢20.3±1.1歳）
バスケットボール群	6名（体重68.8±1.5kg）
バレーボール群	6名（体重69.6±1.3kg）
柔道群	4名（体重68.1±4.6kg）
ラグビー群	5名（体重69.2±4.0kg）
陸上（短距離）群	6名（体重69.0±3.2kg）
（平均値±標準偏差）	

選手群の平均競技歴は約8年であり、一般群ではとくに専門的なスポーツ活動は行っていない。女子スポーツ選手群は、陸上長距離群6名（平均体重48.2kg）、水泳群6名（平均体重58.9kg）、柔道群5名（平均体重61.2kg）より構成されている。骨密度に影響を及ぼす体重に有意差を生じないように、体重の軽い陸上長距離群は一般女性軽量群（平均体重47.5kg）に、体重の重い水泳群、柔道群は一般女性重量群（平均体重62.7kg）にそれぞれ対応するように、体重のmatchingを実施した。

対象者全員の全身、腰椎正面（L₂～L₄）、右脛骨骨幹部に対し、ノーランド社製二重エネルギーX線骨密度測定機（DEXA）を用いた骨塩量計測

を施行した。全身においては、体重（kg）、除脂肪体重（kg）、体脂肪率（%）を、腰椎・右脛骨骨幹部では、骨密度（g/cm²）をそれぞれ算出し、体重のmatchingの行われた各群間につき対応のないt検定を行い、比較検討を加えた。

また女子大学スポーツ選手に対してのみ血液検査を行い、末血、生化学、骨代謝関連ホルモン・ビタミン（エストラジオール [E₂, RIA・チューブ固相法, 正常値; 25～450pg/ml], カルシトニン [RIA・2抗体法, 正常値; 29.4～68.6pg/ml] など）につき検討した。

1. 2 男子大学スポーツ選手の骨塩量分析

対象は、男子大学スポーツ選手27名（バスケットボール6名、バレーボール6名、柔道4名、ラグビー5名、陸上短距離6名）で、平均年齢20.3歳（18歳～22歳）、平均体重69.0kg（63kg～75kg）である（表1）。平均競技歴は約8年で、各種目間の平均体重には有意差が生じないように、体重のmatchingを実施した。

対象者全員の全身、バスケットボール・バレーボール・柔道・ラグビー各選手群の腰椎正面（L₂～L₄）、バスケットボール・バレーボール・柔道・陸上短距離各選手群の左大腿骨に対し、DEXAを用いた骨塩量計測を実施した。全身においては、体重（kg）、除脂肪体重（kg）、体脂肪率（%）などを、腰椎・左大腿骨では、骨密度（g/cm²）、対日本人同性平均ピーク値比（% Young ref. ¹³⁾ [%]）などをそれぞれ測定し、バスケットボール群と他群間との対応のないt検定を行い比較した。

1. 3 中・高年者の腰椎骨密度測定

対象は2年以上ゲートボールを継続して実施した、ゲートボール男性群7名（平均年齢74.6歳 [70歳～82歳], 平均競技歴14.4年 [6年～23年]）、ゲートボール女性群12名（平均年齢66.9歳 [58

表2 中・高年対象者の特徴

		年 齢 (年)	運動歴 (年)	運動時間 (時間/月)	牛乳 摂取量 (ml/日)	骨密度測定 の 間 隔 (月)
ゲートボール	男性 (n=7)	74.6 ± 4.6	14.4 ± 6.3	28.4 ± 18.2	187.1 ± 59.1	11.1 ± 1.6
	女性 (n=12)	66.9 ± 5.4	10.8 ± 6.4	50.4 ± 27.5	242.5 ± 187.4	10.2 ± 1.8
水中運動	男性 (n=10)	60.2 ± 7.3	3.4 ± 1.4	16.3 ± 10.5	290.0 ± 355.0	8.2 ± 3.9
	女性 (n=10)	56.3 ± 8.0	3.6 ± 1.1	17.6 ± 6.7	285.7 ± 157.4	9.6 ± 7.9

(平均値 ± 標準偏差)

表3 女子大学スポーツ選手の骨密度測定結果

		体 重 (kg)	除脂肪体重 (kg)	体脂肪率 (%)	腰椎骨密度 (g/cm ²)	右脛骨骨密度 (g/cm ²)
一般軽量群	(n=5)	47.5 ± 5.7	29.9 ± 0.9	36.4 ± 6.8	0.98 ± 0.12	1.09 ± 0.06
陸上群	(n=6)	48.2 ± 2.8	37.7 ± 2.0	21.6 ± 3.3	1.11 ± 0.13	1.10 ± 0.06
一般重量群	(n=5)	62.7 ± 5.0	37.3 ± 3.2	40.4 ± 5.7	1.11 ± 0.02	1.18 ± 0.04
水泳群	(n=6)	58.9 ± 8.8	37.7 ± 4.8	35.6 ± 4.2	1.14 ± 0.13	1.05 ± 0.11
柔道群	(n=5)	61.2 ± 3.9	41.7 ± 3.4	32.0 ± 2.6	1.27 ± 0.10	1.26 ± 0.05

* : p < 0.05, ** : p < 0.01

(平均値 ± 標準偏差)

歳～76歳], 平均競技歴 10.8 年 [2 年～23 年]) と, 2 年以上水中運動を継続して実施した, 水中運動男性群 10 名 (平均年齢 60.2 歳 [49 歳～67 歳], 平均運動歴 3.4 年 [2 年～6 年]), 水中運動女性群 10 名 (平均年齢 56.3 歳 [36 歳～64 歳], 平均運動歴 3.6 年 [2 年～5 年]) の計 39 名である. 対象者の特徴を表 2 に示す.

対象者全員の腰椎正面 (L₂～L₄) に対し, DEXA を用いた骨塩量計測を, 平均 8～11 ヶ月の間隔をおいて 2 回施行した. 各群の前後の骨密度 (g/cm²), 対日本人同性平均ピーク値比 (% Young ref.), 対日本人同性同年齢平均値比 (% Age matched¹³⁾) の推移について, 対応のある t 検定を行い, 有意水準を 5% 未満としてそれぞれを比較検討した.

なお, 上述のすべての研究において, 著者らは本研究 (骨塩量測定, 採血) 実施の必要性, X 線被曝量などについて対象者にあらかじめ十分に説明し, その同意を得た上で, すべての研究過程は遂行された.

2. 研究結果

2. 1 女子大学スポーツ選手の骨塩量分析

2. 1. 1 DEXA による骨塩量測定結果 (表 3)

陸上長距離群では一般女性軽量群と比較して, 除脂肪体重が高く, 体脂肪率が低い所見がそれぞれ統計学的に有意に認められた (p<0.01, p<0.01). 水泳群を一般女性重量群と比較すると, 脛骨骨密度においてむしろ有意に低い傾向が観察された (p<0.05). また柔道群では一般女性重量群に比し, 体脂肪率は有意に低く, 腰椎・脛骨骨密度は有意に高かった (p<0.05, p<0.01, p<0.05).

2. 1. 2 血液検査所見

今回の研究では, 計 17 名の女性選手群に血液検査が実施された.

骨代謝に関連する血中ホルモン・ビタミン定量結果においては, カルシトニン [正常値 29.4～68.6pg/ml] 低下が 11 名 (64.7%) に, エストラジオール [E₂, 正常値 25～450pg/ml] 低下が 8 名 (47.1%) に, 1,25 (OH)₂ ビタミン D [正常値 20～76pg/ml] 低下が 2 名 (11.8%) にそれぞれ観察された.

選手群 8 名 (47.1%) に E₂ 低下を認めたことから選手群を E₂ 正常群 (n=9) と E₂ 低下群 (n=8) に分け, それぞれの群の骨塩量分析結果を一般女性全体群 (n=10) と比較した (表 4). なおこの 3 群間の体重については有意差は認められていない.

表4 一般女性群, 選手E₂正常群, 選手E₂低下群の骨密度測定結果

	体 重 (kg)	除脂肪体重 (kg)	体脂肪率 (%)	腰椎骨密度 (g/cm ²)	右脛骨骨密度 (g/cm ²)
一般女性群 (n=10)	55.1 ± 9.5	33.6 ± 4.5	38.4 ± 6.3	1.05 ± 0.11	1.14 ± 0.07
選手E ₂ 正常群 (n=9)	53.1 ± 7.6	38.0 ± 4.2	27.8 ± 7.5	*1.10 ± 0.12	1.09 ± 0.08
選手E ₂ 低下群 (n=8)	58.8 ± 7.9	39.8 ± 3.4	31.7 ± 6.3	1.24 ± 0.11	1.17 ± 0.13

* : p<0.05, ** : p<0.01

(平均値±標準偏差)

選手E₂正常群では一般女性群に比し, 除脂肪体重は有意に高く, 体脂肪率は有意に低かった (p<0.05, p<0.01). 選手E₂低下群においては一般女性群に比し, やはり除脂肪体重は有意に高く体脂肪率は有意に低かった (p<0.01, p<0.05). また腰椎骨密度では他の2群と比較して, むしろ有意に高い数値を示しており (p<0.01, p<0.05), 今回の測定範囲内では, 選手E₂低下群に骨塩量低下を思わせる所見は認められなかった.

また, 選手E₂正常群の他の血液検査項目の平均値はすべて正常範囲内に存在したが, 選手E₂低下群では血中カルシトニンにおいてのみ, 平均値が正常値を下回る結果を示した. しかし, 両群間に有意差を示す項目は見当らなかった.

2. 2 男子大学スポーツ選手の骨塩量分析

DEXAによる全身の骨塩量測定結果を表5に示す. バスケットボール群の頭部の骨塩量はラグビー群に比し統計学的に有意に低く (p<0.05), 体幹の骨塩量もバレーボール群, ラグビー群と比較

して有意に低かった (p<0.05, p<0.05). しかし, バスケットボール群の右上肢の骨塩量は, 陸上短距離群に比し有意な高値を示している (p<0.05).

次に, DEXAによる腰椎と左大腿骨の骨塩量測定結果を表6に提示する. バスケットボール群の第2~4腰椎の骨密度と対日本人同性平均ピーク値比 (% Young ref.) は, バレーボール群, 柔道群, ラグビー群と比較してそれぞれ有意な低値を示した (いずれも p<0.05). しかし, バスケットボール群の大腿骨頸部 % Young ref. においては, 陸上短距離群に対して有意な高値を示した (p<0.05, p<0.05). またバスケットボール群の大腿骨頸部骨密度は, 他の3群のいずれよりも高かった.

2. 3 中・高年者の腰椎骨密度測定

2. 3. 1 ゲートボール群の骨密度の推移 (表7)

2. 3. 1. 1 男 性

平均11.1ヶ月の間隔をあけた, 前後の腰椎正

表5 男子大学スポーツ選手におけるDEXAを用いた測定結果① (全身)

	バスケットボール群 (n=6)	バレーボール群 (n=6)	柔道群 (n=4)	ラグビー群 (n=5)	陸上短距離群 (n=6)
体重 (kg)	68.76 ± 2.24	69.45 ± 1.27	68.05 ± 7.91	69.15 ± 4.70	69.01 ± 3.76
除脂肪体重 (kg)	55.76 ± 3.27	55.88 ± 0.67	52.98 ± 9.10	58.82 ± 5.16	58.14 ± 3.08
体脂肪量 (kg)	13.09 ± 3.19	13.75 ± 1.08	15.05 ± 2.74	10.33 ± 1.79	10.96 ± 2.61
体脂肪率 (%)	18.98 ± 4.44	19.73 ± 1.29	22.48 ± 5.65	15.00 ± 2.86	15.81 ± 3.32
BMC Head (kg)	0.51 ± 0.04	0.52 ± 0.04	0.52 ± 0.04	0.58 ± 0.05*	0.48 ± 0.07
BMC Trunk (kg)	1.20 ± 0.05	1.29 ± 0.10*	1.32 ± 0.26	1.33 ± 0.08*	1.19 ± 0.09
BMC Left arm (kg)	0.20 ± 0.02	0.21 ± 0.02	0.23 ± 0.04	0.20 ± 0.02	0.19 ± 0.01
BMC Right arm (kg)	0.22 ± 0.02	0.23 ± 0.02	0.24 ± 0.03	0.23 ± 0.03	0.19 ± 0.01*
BMC Legs (kg)	1.16 ± 0.15	1.10 ± 0.09	1.06 ± 0.16	1.04 ± 0.13	1.06 ± 0.06
BMC Total (kg)	3.29 ± 0.24	3.33 ± 0.21	3.37 ± 0.48	3.39 ± 0.22	3.11 ± 0.16

* : p<0.05 (バスケットボール群との比較), BMC : bone mineral content

(平均値±標準偏差)

表6 男子大学スポーツ選手におけるDEXAを用いた測定結果②

A. 腰椎

	バスケットボール群 (n=6)	バレーボール群 (n=6)	柔道群 (n=4)	ラグビー群 (n=5)
BMD L ₂₋₄ (g/cm ²)	1.158 ± 0.133	1.298 ± 0.083 *	1.356 ± 0.191 *	1.364 ± 0.089 **
% L ₂₋₄ Young ref. (%)	111.2 ± 13.0	124.4 ± 7.9 *	130.1 ± 18.3 *	130.7 ± 8.6 **

*: p<0.05 (バスケットボール群との比較), **: p<0.01, BMD: bone mineral density (平均値±標準偏差)

B. 左大腿骨頸部

	バスケットボール群 (n=6)	バレーボール群 (n=6)	柔道群 (n=4)	陸上短距離群 (n=6)
BMD Neck (g/cm ²)	1.234 ± 0.103	1.210 ± 0.067	1.195 ± 0.164	1.162 ± 0.045
% Neck young ref. (%)	132.6 ± 10.9	128.6 ± 7.3	127.0 ± 17.9	123.8 ± 4.8 *

*: p<0.05 (バスケットボール群との比較), BMD: bone mineral density (平均値±標準偏差)

面 (L₂ ~ L₄) 骨密度は 1.066 ± 0.254, 1.036 ± 0.282, 対日本人同性平均ピーク値比 (% Young ref.) は 93.35 ± 8.457, 89.55 ± 9.030, 対日本人同性同年齢平均値比 (% Age matched) は 101.65 ± 6.306, 96.35 ± 4.052 であり, 11.1 ヶ月後の数値は前値に比し, いずれも統計学的に有意な減少を示した (p<0.05, p<0.01, p<0.05).

2. 3. 1. 2 女性

平均 10.2 ヶ月の間隔をあけた, 前後の腰椎正面 (L₂ ~ L₄) 骨密度は 0.773 ± 0.090, 0.767 ± 0.078, % Young ref. は 74.36 ± 8.621, 73.75 ± 7.522, % Age matched は 97.74 ± 10.346,

97.88 ± 9.493 であり, いずれも統計学的に有意な変化は示さなかった.

2. 3. 2 水中運動群の骨密度の推移 (表 8)

2. 3. 2. 1 男性

平均 8.2 ヶ月の間隔をあけた, 前後の腰椎正面 (L₂ ~ L₄) 骨密度は 1.009 ± 0.172, 1.010 ± 0.159, % Young ref. は 96.62 ± 16.457, 96.79 ± 15.263, % Age matched は 107.46 ± 19.538, 107.83 ± 18.262 とそれぞれ推移し, いずれも微増を示した.

表7 中・高年ゲートボール群の骨密度の推移

				前	後
男性群 (n=7)	腰椎正面 (L ₂ ~ L ₄)	骨密度 (g/cm ²)		1.066 ± 0.254	1.036 ± 0.282 *
		% Young ref. (%)		93.35 ± 8.457	89.55 ± 9.030 **
		% Age matched (%)		101.65 ± 6.306	96.35 ± 4.052 *
女性群 (n=12)	腰椎正面 (L ₂ ~ L ₄)	骨密度 (g/cm ²)		0.773 ± 0.090	0.757 ± 0.078
		% Young ref. (%)		74.36 ± 8.621	73.75 ± 7.522
		% Age matched (%)		97.74 ± 10.346	97.88 ± 9.493

*: p<0.05, **: p<0.01 (平均値 ± 標準偏差)

表8 中・高年水中運動群の骨密度の推移

				前	後
男性群 (n=10)	腰椎正面 (L ₂ ~ L ₄)	骨密度 (g/cm ²)		1.009 ± 0.172	1.010 ± 0.159
		% Young ref. (%)		96.62 ± 16.457	96.79 ± 15.263
		% Age matched (%)		107.46 ± 19.538	107.83 ± 18.262
女性群 (n=10)	腰椎正面 (L ₂ ~ L ₄)	骨密度 (g/cm ²)		0.838 ± 0.138	0.840 ± 0.141
		% Young ref. (%)		80.56 ± 13.291	80.78 ± 13.543
		% Age matched (%)		93.89 ± 10.203	94.82 ± 10.309

(平均値 ± 標準偏差)

2. 3. 2. 2 女性

平均9.6ヶ月の間隔をあけた、前後の腰椎正面(L₂~L₄)骨密度は 0.838 ± 0.138 , 0.840 ± 0.141 , % Young ref.は 80.56 ± 13.291 , 80.78 ± 13.543 , % Age matchedは 93.89 ± 10.203 , 94.82 ± 10.309 とそれぞれ推移し、いずれも微増を示した。

3. 考 察

本研究では、とくに骨粗鬆症の予防という観点から論及したい。

3. 1 女子大学スポーツ選手の骨塩量分析

スポーツ選手における運動による骨塩量増強効果を報じるものは数多く^{2), 5), 11)}, 本研究においても、とくに柔道選手群で、腰椎・脛骨骨塩量の有意な増加が観察された。

しかし水泳選手の脛骨骨密度においては、むしろ一般群よりも有意に低い結果となった。一部の学者の主張するように⁹⁾, 体重負荷の軽減される運動よりも強い抗重力運動の方が、とくに若年者においては、荷重部の骨塩量増強に有利に働く可能性も推察された。

一方、体脂肪量を極端に落とした女子陸上長距離選手などでは、むしろ骨密度は減少する場合も多い^{1), 3)}。Drinkwaterたちは⁴⁾, 女性特有のスポーツ障害として、体脂肪量減少にも起因するエストロゲン低下などに基づく骨塩量減少や疲労骨折を報告している。本研究では、選手E₂低下群に骨量減少傾向は認められなかったが、その中にあわせて血中カルシトニン低下例も多く存在しており、このような例では今後も注意深い経過観察や指導が必要と考えられた。

以上の所見から、とくに若年者においては、比較的強度の高い抗重力運動を行うことが、骨塩量増強に関しては有利と考えられる。また定期的な身体測定や血液検査も実施し、ことに女性では極

端な体脂肪率減少や血中エストロゲン低下を起こさないように注意することも重要であろう。

3. 2 男子大学スポーツ選手の骨塩量分析

本研究では、バスケットボール男子選手を中心として同性他種目選手間との比較検討が行われた。バスケットボール群では、陸上短距離群に対して上肢骨塩量が有意に高く観察され、他種目群と比較して大腿骨頸部骨密度でも最高値を示した。このことは、バスケットボール種目ではその競技・運動特性より、大腿骨量や上肢骨量が増強されることを示唆している。骨粗鬆症例で多発する大腿骨骨折や前腕骨骨折を予防する観点からも、生涯スポーツとしてバスケットボールに取り組むことは有用性が高いと考えられる。

一方腰椎においては、バスケットボール群では他種目群と比較して有意に低い骨密度を示した。しかし、% Young ref.では約111%を記録しており、一般成人に対しては高い数値が観察された。

3. 3 中・高年者の腰椎骨密度測定

中・高年のゲートボール愛好者19名(平均年齢69.7歳, 平均運動時間42.3時間/月)と水中運動愛好者20名(平均年齢58.3歳, 平均運動時間17.0時間/月)に対し、平均8~11ヶ月の間隔をあけて前後2回の腰椎骨密度測定を実施した。

ゲートボール男性群では、水中運動群全体の約1.7倍の平均運動時間を有しているにもかかわらず、時間の経過とともに腰椎骨量は減少し、骨密度、% Young ref., % Age matchedの各項目において、平均11.1ヶ月後では統計学的に有意な減少が観察された。一方水中運動群では、男性・女性ともに平均運動時間は少ないものの、後の各測定値は微増しており、有意ではないが骨密度は増強していた。

このような運動時間と骨密度増加度の逆転現象

の原因としては、水中運動群には著者らの主催する大学公開講座の受講者が多く含まれており、水中運動以外に骨粗鬆症予防のための講義や日常生活指導なども受けていた点が考えられる。また水中運動群はゲートボール群に比し、平均年齢が約11歳若く、1日平均牛乳摂取量も約1.3倍多かったことなどから、骨密度の推移には水中運動以外の要素も多分に関与していたものと推察される。

一般的に、中・高年期の骨粗鬆症の予防対策として、適度な運動、カルシウムを多く含む食品（吸収率も高い牛乳製品など）の摂取、日光浴、節酒、節煙などがあげられている。とくに運動の中でも、ジョギング・ゲートボールなどの比較的軽度な運動の骨粗鬆症予防効果については、効果ありとするもの^{7), 8)}、なしとするもの¹⁰⁾、と是非両論に分かれている。一方後藤たちは⁶⁾、ゲートボールとカルシウム摂取の相乗効果で骨量の維持は可能と報告している。

今回の我々のデータでは、水中運動のようなマイルドな運動の継続においても、あわせて1日平均280ml以上の牛乳摂取や講義・日常生活指導などを受けることにより、腰椎骨密度には維持・増強が観察された。またゲートボール群においても、1ヶ月に平均50時間以上の運動と1日平均240ml以上の牛乳摂取を実施していた女性群にあっては、腰椎骨密度はほぼ維持されていた。上述の点より、中・高年齢層においては、比較的軽度な運動の継続によっても、カルシウムの適量摂取など他の要素も充足させることを条件に、腰椎骨密度の維持ないし向上は可能であると推察された。

4. まとめ

女子大学スポーツ選手 (n=17)、男子大学スポーツ選手 (n=27)、ゲートボールや水中運動を愛好する中・高年者 (n=39) に対し、骨密度に関する調査を行い、以下の結論を得た。

4. 1 女子大学スポーツ選手の調査

女子大学スポーツ選手の調査において、陸上長距離選手群では一般女性群に比し、除脂肪体重が高く、体脂肪率が低い傾向が有意に観察された。

また水泳選手群では一般女性群と比べ、脛骨骨密度はむしろ有意に低かった。さらに柔道選手群では一般女性群に比し、体脂肪率が有意に低く、腰椎・脛骨骨密度が有意に高く観察された。全選手群の47%に血中エストラジオール (E_2) 低下が観察されたが、選手 E_2 低下群に骨塩量不足所見は認められなかった。

4. 2 男子大学スポーツ選手の調査

男子大学スポーツ選手の調査では、バスケットボール群は陸上短距離群と比較して、右上肢で有意に高い骨塩量を示した。またバスケットボール群の第2～4腰椎骨密度の対日本人同性平均ピーク値は約111%であり、大腿骨骨密度では他の種目群と比較して最も高い数値が観察された。

4. 3 ゲートボール男性群

ゲートボール男性群 (n=7, 平均年齢74.6歳, 平均運動時間28.4時間/月) では、平均11.1ヶ月の期間の前後の腰椎骨密度の推移は、有意な減少を示した。一方水中運動群男女 (n=20, 平均年齢58.3歳, 平均運動時間17.0時間/月) では、平均8.9ヶ月の期間の前後の腰椎骨密度の推移は、増加を示した。水中運動群では、骨粗鬆症予防のための講義や日常生活指導もあわせて受けており、ゲートボール群に比し年齢も若く、牛乳摂取量も多かったことなどが、これらの結果に影響を与えていると推察された。

文 献

- 1) Baker, E. R.; Menstrual dysfunction and hormonal status in athletic women, *Fertil. Steril.*, 36, 691-696 (1981)

- 2) Dalen, N. and Olsson, K. E.; Bone mineral content and physical activity, *Acta Orthop. Scand.*, 45, 170-174 (1974)
- 3) Dalsky, G. P.; Effects of exercise on bone: permissive influence on estrogen and calcium, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22, 281-285 (1990)
- 4) Drinkwater, B. L., Nilson, K., Chesnut, C. H. et al.; Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes, *N. Engl. J. Med.*, 311, 277-281 (1984)
- 5) Gleeson, P. B., Protas, E. J., LeBlanc, A. D. et al.; Effects of weight lifting on bone mineral density in premenopausal women, *J. Bone and Mineral Research*, 5, 153-158 (1990)
- 6) 後藤澄雄, 山懸正庸, 百武衆一ほか; 高い骨密度の維持に有効なスポーツの質と量に関する研究, *臨床スポーツ医学*, 8, 821-825 (1991)
- 7) 林拳史; 整形外科から見た高齢者と運動, *臨床スポーツ医学*, 4, 1383-1388 (1987)
- 8) 石井清一, 成田寛志, 山村俊昭ほか; 中高年ジョガー, *臨床スポーツ医学*, 9, 397-403 (1992)
- 9) Jacobson, P. C., Beaver, W., Grubb, S. A. et al.; Bone density in women :college athletes and older athletic women, *J. Orthop. Res.*, 2, 328-332 (1984)
- 10) Kirk, S., Sharp, C. F., Elbaum, N. et al.; Effect of long-distance running on bone mass in women, *J. Bone and Mineral Research*, 4, 515-522 (1989)
- 11) Nilsson, B. E. and Westlin, N. E.; Bone density in athletes, *Clin. Orthop.*, 77, 179-182 (1971)
- 12) 折茂肇; 骨粗鬆症の診断・治療と指導について, *日本医事新報*, 3443, 3-9 (1991)
- 13) Orimo, H., Sugioka, Y., Fukunaga, M. et al.; Diagnostic criteria of primary osteoporosis, *J. Bone Miner. Metab.*, 16, 139-150 (1998)