体育大学女性スポーツ選手における 競技種目別の骨塩量分析について —血中エストラジオール測定を含めて—

赤 嶺 卓 哉* 吉 田 剛一郎* 高 田 大*

Analysis of Bone Mineral Density and Estradiol in Blood on College Sports Women

Takuya Akamine*, Goichiro Yoshida*, and Dai Takata*

体育大学女性スポーツ選手 19 名（平均年齢 19.8 ± 1.0 歳）と一般女性 10 名（平均年齢 22.5 ± 2.1 歳）の全員に対し DXA による骨塩量測定を施行した。さらに骨代謝に関連する血液検査を、同意を得た上記選手 19 名中 17 名に行い、以下の結論を得た。(1) 一般女性群と比較して、陸上長距離選手群では除脂肪体重が高く体脂肪率が低い傾向が、柔道群では体脂肪率が低く腰椎・脛骨骨密度が高い傾向が、それぞれ統計学的に有意に認められた。(2) 水泳群では一般女性群に比し、脛骨骨密度が低い所見が有意に観察された。(3) 17 名の選手群の内 65% が血中カルシトニンの低下を、47% がエストラジオール $[E_2]$ 低下をそれぞれ示したが、選手 E_2 低下群に骨塩量が不足している所見は、今回の調査では認められなかった。

Dual energy X-ray bone absorptiometry (DXA) analysis and blood examination were carried out on college sports women ($n=19$, average 19.8 ± 1.0 years) and general women ($n=10$, average 22.5 ± 2.1 years). Several findings were obtained as follows. (1) Lean body mass was higher and % fat was lower significantly ($p<0.001$, $p<0.01$) in female long distance athletes compared with general women. (2) Bone mineral density on lumbar spine (L_2-L_4) and tibia shaft was higher significantly ($p<0.05$, $p<0.05$) in female Judo participants compared with general women. (3) Bone mineral density on tibia shaft was lower significantly ($p<0.05$) in female swimmers compared with general women. (4) Blood estradiol was low in 47% of the female college sports women. But they did not show the tendency towards lack of bone mineral content.

Key words: bone mineral density (骨密度), estradiol in blood (血中エストラジオール), college women athletes (大学女性スポーツ選手)

は じ め に

近年、女性特有のスポーツ障害として、female athlete triad (摂食障害、無月経、骨粗鬆症) が問題視されている²⁾⁴⁾。我々は、体育大学女性スポーツ選手における骨塩量分析と血液検査を実施したので報告する。

対 象 と 方 法

対象は、一般女性 10 名（平均年齢 22.5 ± 2.1 歳）と体育大学女性スポーツ選手 19 名（平均年齢 $19.8 \pm$

1.0 歳）の計 29 名である。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われていない。女性スポーツ選手群は陸上長距離群 8 名（平均体重 47.2 ± 3.5 kg）、水泳群 6 名（平均体重 58.9 ± 8.8 kg）、柔道群 5 名（平均体重 61.2 ± 3.9 kg）により構成された。骨密度に影響を及ぼす重要因子である体重に有意差が生じないように、体重の軽い陸上長距離群は一般女性 A 群 5 名（平均体重 47.5 ± 5.7 kg）に、体重の重い水泳群、柔道群は一般女性 B 群 5 名（平均体重 62.7 ± 5.0 kg）にそれぞれ対応するようにし、体重の matching を実施した。

* 鹿屋体育大学大学院体育学部 Faculty of Physical Education, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya, Kagoshima, Japan

対象者全員の全身、腰椎正面 ($L_2 \sim L_4$)、右脛骨に対し、dual energy X-ray bone absorptiometry (DXA, Norland) を用いた骨密度計測を実施した。全身においては、体重 (kg)、除脂肪体重 (kg)、体脂肪率 (%), 全骨塩量/除脂肪体重 (%) を、腰椎・右脛骨骨幹部では、骨密度 (g/cm^2) をそれぞれ測定し、体重の matching が行われた各群間について比較検討した。

また、同意の得られた女性大学スポーツ選手 17 名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 [E_2], PTH, カルシトニン, オステオカルシン, $1,25(\text{OH})_2$ ビタミン D) につき検討した。

結 果

1. DXA による骨密度測定結果 (表 1)

陸上長距離群では一般 A 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観察されたが ($p < 0.001$, $p < 0.01$)、他の項目には有意な差異は認められなかった。次に水泳群を一

般 B 群と比較すると、右脛骨において骨密度が低い所見が認められた ($p < 0.05$)。さらに柔道群では一般 B 群に比し、体脂肪率が低く、腰椎・右脛骨骨密度が高い傾向を示し ($p < 0.05$, $p < 0.05$, $p < 0.05$)、その他の項目では有意な差異は認められなかった。

2. 女性選手群における血液検査結果

末血・生化学検査では、低色素性貧血が 1 名 (5.9%) に、総コレステロール上昇が 4 名 (23.5%) に、 Fe 低下・総コレステロール低下・CPK 上昇・LDH 上昇が各 3 名 (17.6%) にそれぞれ認められた。

骨代謝関連の血中ホルモン・ビタミン定量結果においては、カルシトニン低下が 11 名 (64.7%) に、エストラジオール [E_2] 低下が 8 名 (47.1%) に、 $1,25(\text{OH})_2$ ビタミン D 低下が 2 名 (11.8%) に、PTH 上昇・オステオカルシン上昇が各 1 名 (5.9%) にそれぞれ観察された。

3. 血中 E_2 値からみた女性選手群の骨密度測定・血液検査結果

選手群の 8 名 (47.1%) に E_2 低下を認めたことから、選手群を E_2 正常群 ($n=9$) と E_2 低下群 ($n=8$)

表 1 各群の DXA による骨塩量測定結果

	体重 (kg)	除脂肪体重 (kg)	体脂肪率 (%)	全骨塩量/除脂肪体重 (%)	腰椎骨密度 (g/cm^2)	右脛骨骨密度 (g/cm^2)
一般 A 群 ($n=5$)	47.5 $\pm$ 5.7	29.9 $\pm$ 0.9	36.4 $\pm$ 6.8	7.4 $\pm$ 1.0	0.98 $\pm$ 0.12	1.10 $\pm$ 0.06
陸上群 ($n=8$)	47.2 $\pm$ 3.5	37.4 $\pm$ 2.0 $\uparrow$	20.4 $\pm$ 6.4 $\downarrow$	6.3 $\pm$ 0.6	1.09 $\pm$ 0.12	1.11 $\pm$ 0.06
一般 B 群 ($n=5$)	62.7 $\pm$ 5.0	37.3 $\pm$ 3.2	40.4 $\pm$ 5.7	7.5 $\pm$ 0.6	1.11 $\pm$ 0.02	1.18 $\pm$ 0.04
水泳群 ($n=6$)	58.9 $\pm$ 8.8	37.7 $\pm$ 4.8	35.6 $\pm$ 4.2	6.9 $\pm$ 0.7	1.14 $\pm$ 0.13	1.05 $\pm$ 0.11 $\downarrow$
柔道群 ($n=5$)	61.2 $\pm$ 3.9	41.7 $\pm$ 3.4	32.0 $\pm$ 2.6 $\downarrow$	7.0 $\pm$ 0.7	1.27 $\pm$ 0.10 $\uparrow$	1.26 $\pm$ 0.05 $\uparrow$

(* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$)

表 2 三群における骨塩量測定結果

	体重 (kg)	除脂肪体重 (kg)	体脂肪率 (%)	全骨塩量/除脂肪体重 (%)	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 $\pm$ 9.5	33.6 $\pm$ 4.5	38.4 $\pm$ 6.3	7.5 $\pm$ 0.8	1.05 $\pm$ 0.11	1.14 $\pm$ 0.07
選手 E_2 正常群 ($n=9$)	53.1 $\pm$ 7.6	38.0 $\pm$ 4.2 $\uparrow$	27.8 $\pm$ 7.5 $\downarrow$	6.6 $\pm$ 0.5 $\downarrow$	1.10 $\pm$ 0.12	1.09 $\pm$ 0.08
選手 E_2 低下群 ($n=8$)	58.8 $\pm$ 7.9	39.8 $\pm$ 3.4 $\uparrow$	31.7 $\pm$ 6.3 $\downarrow$	6.9 $\pm$ 0.8	1.24 $\pm$ 0.11 $\uparrow$	1.17 $\pm$ 0.13

(* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$)

とに分け、各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 2)。なお、この 3 群間の体重については有意差はなかった。選手 E_2 正常群では一般女性群に比し、除脂肪体重が高く、体脂肪率・% 全骨塩量が低い傾向がそれぞれ有意に観察された ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.05$)。次に選手 E_2 低下群においては、一般女性群と比べ、やはり除脂肪体重が高く、体脂肪率が低い傾向が有意に認められた ($p<0.01$, $p<0.05$)。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いた ($p<0.01$, $p<0.05$)。

考 察

本研究では、とくに柔道群の腰椎・脛骨骨密度で有意な増強が認められた。しかし、水泳群の脛骨骨密度ではむしろ一般群よりも有意に低い結果を示し、体重負荷が軽減される運動よりも強い抗重力運動の方が、荷重部の骨塩量増強に有利に働く可能性が示唆された。

Baker ら¹⁾ は女性特有のスポーツ障害としてエストロゲン低下などを指摘しており、それらに基づく骨塩量低下や疲労骨折も報告されている³⁾。また近年では、female athlete triad (摂食障害、無月経、骨粗鬆症) も注視されている^{2,4)}。本研究では、選手 E_2 低下群に骨量低下傾向は幸いにも認められなかったが、その中に併せて血中カルシトニン・ E_2 低下例も多く存在しており、今後も注意深い観察や指導が必要と考えられた。

ま と め

体育大学女性スポーツ選手 19 名と一般女性 10 名に対し DXA による骨塩量測定を行い、上記の選手 19 名中 17 名に骨代謝関連血液検査を施行して、以下の結論を得た。

1. 一般女性群と比較して、陸上長距離では除脂肪体重が高く体脂肪率が低い傾向が、柔道群では体脂肪率が低く腰椎・脛骨骨密度が高い所見が、それぞれ有意に認められた。

2. 水泳群では一般女性群および柔道群に比し、脛骨骨密度が低い傾向が有意に観察された。

3. 17 名の選手群の内 65% が血中カルシトニン低下を、47% がエストラジオール [E_2] 低下をそれぞれ示したが、選手 E_2 低下群に骨塩量不足所見は認められなかった。

参 考 文 献

- 1) Baker, E. R.: Menstrual dysfunction and hormonal status in athletic women. *Fertil. Steril.*, 36 : 691-696, 1981.
- 2) Hoch, A. Z., et al.: Prevalence of the female athlete triad in high school athletes and sedentary students. *Clin. J. Sport Med.*, 19 : 421-428, 2009.
- 3) 鳥居 俊ほか：女子長距離ランナーの月経異常に伴う骨量減少. *臨床スポーツ医学*, 6 : 667-672, 1989.
- 4) Yeager, K. K., et al.: The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 : 775-777, 1993.