

# 競技別 Female Athlete Triad の実態について

原 著

Evaluation of female athlete triad in university athletes

大沢亜紀\*<sup>1</sup>, 中尾聡子\*<sup>2</sup>, 窪真由美\*<sup>2</sup>, 藤田真平\*<sup>3</sup>  
丸山祐一郎\*<sup>1</sup>, 鯉川なつえ\*<sup>4</sup>, 櫻庭景植\*<sup>3</sup>

キー・ワード : female athlete triad, amenorrhea, stress fracture  
Female Athlete Triad, 無月経, 疲労骨折

〔要旨〕 体育系大学の女性アスリートの体組成, 骨代謝マーカー, 骨密度を測定し, 競技別の Female athlete triad (以下 FAT) について調査することを目的とした. 対象は, 陸上競技, バレーボール, サッカーの計 46 名を 3 群間で比較検討した. バレーボール群は身長, 体重も高値で, 骨密度・骨形成マーカーも高値であり, 跳躍運動が多いため骨代謝回転を亢進し, 骨密度が高いと考えられた. またバレーボール群の疲労骨折は 2 例で, 無月経の既往はなく, 骨密度も高く, FAT とは関係のない疲労骨折であり, 一方陸上群は繰り返す疲労骨折が 3 例すべて無月経の既往があり, FAT による疲労骨折と示唆された. 女性アスリートの疲労骨折を診た場合は的確な精査, 治療が必要と考えられた.

## はじめに

近年, 女性アスリートのめざましい活躍とともに, 女性アスリート特有の障害が問題となっている. 女性アスリート三大特有障害, つまり Female Athlete Triad (以下 FAT) は「利用できるエネルギー不足」, 「視床下部性無月経」, 「骨粗鬆症」である<sup>1)</sup>. 利用できるエネルギー不足の原因としてはマラソンなど陸上競技ではパフォーマンス向上のために, 体操・新体操では身体の美しさを維持するために食事制限を行うことや, その他激しいトレーニングのため摂取エネルギー量が消費エネルギーに追いついていないことなどがある. 利用できるエネルギーが不足すると, 体脂肪の低下により女性は脂肪細胞からのレプチンが低下し, 視床下部からの性腺刺激ホルモン放出ホルモンの低下, 黄体形成ホルモン, 卵胞刺激ホルモンが低下,

エストロゲンが低下し無月経となる<sup>2)</sup>. 無月経のアスリートが低エストロゲン状態を長期間放置することにより, 骨芽細胞が低下し, 破骨細胞が増加することにより, 骨粗鬆症となる. さらに高い強度や繰り返す運動負荷がかかる点で一般女性よりも疲労骨折になりやすいとされている<sup>2,3)</sup>. 勤勉な女性アスリートほど, 競技力向上のために食事を節制して身体を極限まで絞り込み, 無月経を誰にも相談せずに放置し, 疲労骨折等の長期的怪我を誘発し, トレーニングの継続すら困難になるケースもみられる. FAT は競技力の有無に関係なく, 女性アスリートなら誰でも陥る可能性がある. 女性アスリートは, 疲労骨折を起こすことが多く, その原因としては継続的な負荷 (跳躍や長時間の疾走など), 筋力不足での無理な動きの反復, 未熟な技術による不適切な動きの反復, 体の柔軟性不足による負荷の集中, FAT による骨密度の低下によるものが考えられる. 疲労骨折の原因は競技による特性があると考えられた. そこで本研究は, 陸上競技, バレーボールおよびサッカーを専門とする女性アスリートを対象に FAT 関連項目を調査し基礎的なデータを得ること, 特に疲労骨折や無月経

\*1 順天堂大学浦安病院整形外科

\*2 順天堂大学浦安病院産婦人科

\*3 順天堂大学スポーツ医学

\*4 順天堂大学スポーツ健康科学部

表 1 競技別体組成

	R 群	V 群	S 群
身長	159.7 ± 4.6 <sup>a</sup>	167.5 ± 7.1 <sup>b, c</sup>	160.1 ± 4.3 <sup>a</sup>
体重	50.2 ± 4.7 <sup>a, b</sup>	63.2 ± 6.1 <sup>b, c</sup>	56.1 ± 4.0 <sup>a, c</sup>
体脂肪率	18.3 ± 3.2 <sup>a, b</sup>	21.9 ± 3.8 <sup>c</sup>	22.7 ± 3.1 <sup>c</sup>
脂肪量	10.0 ± 3.0 <sup>a, b</sup>	15.0 ± 2.3 <sup>c</sup>	14.8 ± 3.1 <sup>c</sup>

R 群：陸上，V 群：バレーボール群，S 群：サッカー群

<sup>a</sup>：vs V 群，<sup>b</sup>：vs S 群，<sup>c</sup>：vs R 群； $p < 0.05$

身長はバレーボール群がサッカー群と比較し高値だった ( $p < 0.05$ )。

体重はバレーボール群が陸上，サッカー群と比較し高値だった ( $p < 0.05$ )。

体脂肪率，脂肪量ともに陸上群がバレーボール群，サッカー群と比較し低値だった ( $p < 0.05$ )。

の既往などに注目し，FAT が関与している疲労骨折なのか否かについて分析することを目的とした。

## 対象と方法

### 1. 対象

対象者は，体育系大学の女性アスリートで，日本学生陸上競技対校選手権大会で総合 8 位以内に位置する陸上競技部員で，長距離種目の部員を R 群 (12 名)，大学一部リーグに所属するバレーボール部員を V 群 (13 名)，サッカー部員を S 群 (21 名) の計 46 名を 3 群間で比較検討した。本研究は，順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科研究等倫理委員会の承認と (順大院ス倫第 26-123 号)，対象者のインフォームドコンセントを得たうえで行われた。

### 2. 検討項目

検討項目は体組成として身長・体重・体脂肪率・脂肪量 (体組成計：TANITA MC980A/生体電気インピーダンス法)，血液検査は骨形成マーカーとしてインタクト 1 型プロコラーゲン N プロペプチド (intact PINP)，骨吸収マーカーとして酒石酸抵抗性酸性フォスファターゼ (tartrate-resistant acid phosphatase：TRACP-5b) を測定した。骨密度は Dual energy X-ray Absorptiometry 法 (HOLOGIC QDR4500C) で腰椎 (L1-4)，大腿骨，前腕骨を測定し，アンケートにて初経・無月経の既往・月経状態，疲労骨折の既往，骨折部位，疲労骨折の回数を調査した。月経の分類は，年間月経回数を用いて，年間月経回数が 10～12 回を正常月経，4～9 回を稀発月経，3 回以下を無月経と分類し，無月経の既往について質問した<sup>4,5)</sup>。

また，検査時半年以内に疲労骨折を認めるものはいなかった。

各測定値は平均値 ± 標準偏差で表した。各データの比較には一元配置の分散分析を用い，有意差が認められた場合には，多重比較検定を行った。いずれの場合も危険率 5% 未満をもって有意差ありとみなした。

## 結 果

年齢は R 群 19.6 ± 0.8 歳，V 群 19.5 ± 1.2 歳，S 群 19.7 ± 0.9 歳であり，有意差は認めなかった。

### 1. 体組成

各群の体組成を表 1 に示す。身長では V 群は R 群，S 群と比較し有意に高く，体重では V 群は R 群，S 群と比較し有意に高値であった ( $p < 0.05$ )。体脂肪率，脂肪量ともに R 群は V 群，S 群と比較し，明らかに低値であった ( $p < 0.05$ )。

### 2. 血液検査

骨代謝マーカーでは，骨形成マーカーである intact PINP は V 群では 3 群間で有意に高値であったが，骨吸収マーカーである TRACP-5b は有意差を認めなかった (図 1)。

### 3. 骨密度

骨密度は腰椎，大腿骨で V 群が 3 群間で比較し有意に高値であり，R 群は低値であった。前腕骨では有意差は認めなかった (図 2)。

### 4. 月経

月経について表 2 に示す。初経年齢は R 群は V 群と比較し遅かった ( $p < 0.05$ )。また，無月経の既往は R 群で多かった ( $p < 0.05$ )。

### 5. 疲労骨折

疲労骨折の既往は R 群で 58.3%，V 群 15.4%，

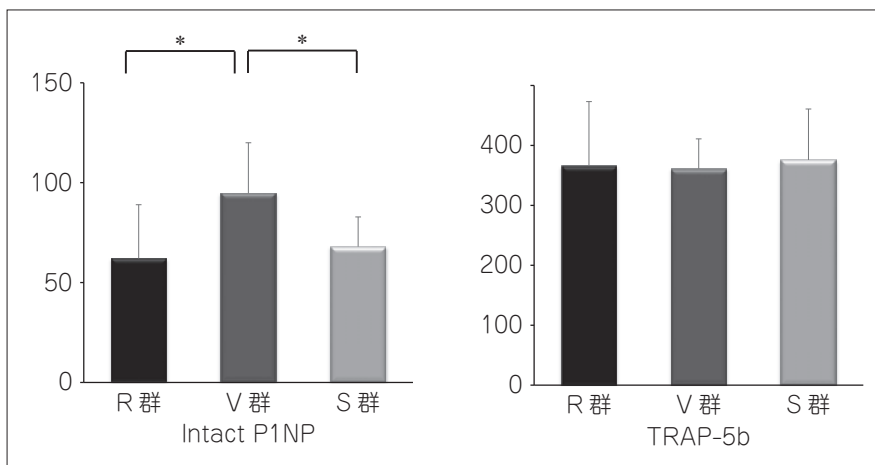


図1 競技別骨代謝マーカー  
競技別の Intact P1NP, TRAP-5b を示す。  
バレーボール群がサッカー群と比較し, Intact P1NP が高値だった ( $p < 0.05$ ).

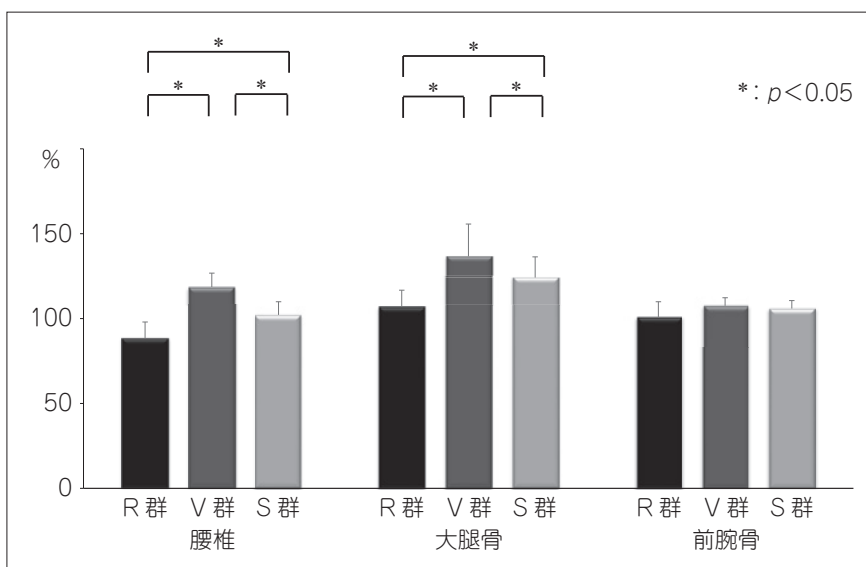


図2 競技別骨密度YAM (%)  
競技別の腰椎, 大腿骨, 前腕骨の骨密度のYAM (Young Adult Mean) 値を示す。  
腰椎, 大腿骨ではバレーボール群は陸上群, サッカー群と比較し高値だった ( $p < 0.05$ ).

S 群 23.8% で, R 群で多かった ( $p < 0.05$ ) (図3).

### ■ 考 察

体育系大学の女性アスリートについて, 体組成, 骨代謝に関する血液データ, 骨密度, 月経, 疲労骨折の既往に検討した。

体組成について, 高橋らは大学生の体組成を競技別に比較し, 身長は男女バスケットボールと女子バレーボールで高く, 体重は男子のラグビー, 柔道および女子バレーボールで大きかったと報告

している<sup>6)</sup>。Fleck らはバレーボールやバスケットボールのように身体大きさが競技に有利に働く種目では体操や陸上走跳種目より脂肪率が高いと報告している<sup>7)</sup>。本研究においてもバレーボール群では身長・体重ともに有意に大きく ( $p < 0.05$ ), 体脂肪率・脂肪量は陸上群が有意に低かった ( $p < 0.05$ )。バレーボールのように高さや身体大きさが有利に働き, 陸上長距離のように長時間にわたり自体重を移動させる競技では体重が軽く体脂肪量が少ないほうが有利に働くためと示唆された。

表 2 競技別月経状態

	R 群	V 群	S 群
初潮年齢 (歳)	14.2±0.9 <sup>a</sup>	12.4±0.9 <sup>b</sup>	13.4±1.6
無月経の既往	11 例 (91.7%)	2 例 (15.4%)	6 例 (28.6%)

R 群：陸上, V 群：バレーボール群, S 群：サッカー群

<sup>a</sup> : vs V 群, <sup>b</sup> : vs R 群 ;  $p < 0.05$

初潮年齢は陸上群がバレーボール群と比較し遅く, 無月経の既往は 3 群間で多かった ( $p < 0.05$ ).

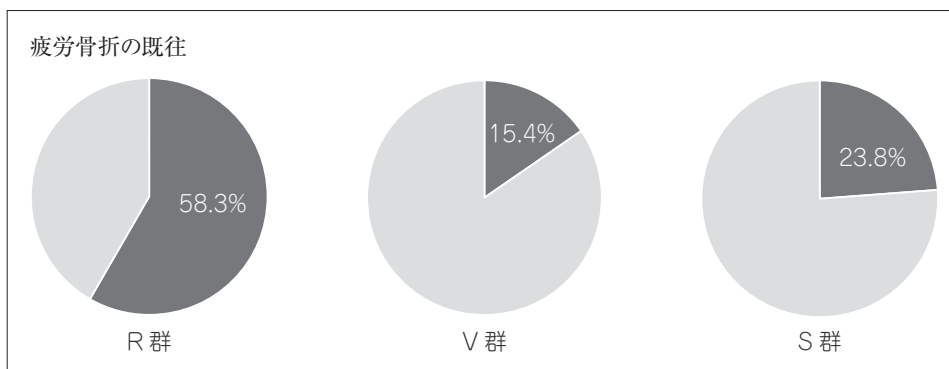


図 3 競技別疲労骨折の既往 (%)  
競技別の疲労骨折の既往の割合を示す。陸上群で多かった ( $p < 0.05$ ).

表 3 競技別の疲労骨折例の検討

	R-fx 群	V-fx 群	S-fx 群	
疲労骨折の既往	7 例/12 (58.3%)	2 例/13 (15.4%)	5 例/21 (23.8%)	$p < 0.05$
初経年齢	14.0±1.2	11.0±1.4	12.8±1.64	
体脂肪率	19.0±3.2 <sup>b</sup>	22.5±2.1	20.6±2.6 <sup>c</sup>	
腰椎骨密度 (YAM%)	86.9±7.6 <sup>a, b</sup>	116.0±11.3 <sup>c</sup>	101.6±8.6 <sup>c</sup>	
無月経の既往	7 例/7	0 例/2	2 例/5	$p < 0.05$
繰り返す疲労骨折例	4 例/12	0	0	$p < 0.05$

R-fx 群：陸上群で疲労骨折の既往がある例

V-fx 群：バレーボール群で疲労骨折の既往がある例

S-fx 群：サッカー群で疲労骨折の既往がある例

<sup>a</sup> : vs V-fx 群, <sup>b</sup> : vs S-fx 群, <sup>c</sup> : vs R-fx 群 ;  $p < 0.05$

陸上群で疲労骨折の既往が多かった。

疲労骨折の既往がある例の 3 群間の比較を示す。

初経年齢は有意差がなく, 体脂肪率は陸上群で低かった ( $p < 0.05$ ).

骨密度は陸上群で低かった ( $p < 0.05$ ).

疲労骨折の既往がある例での無月経の既往は陸上群で多い傾向にあった。疲労骨折を繰り返す例も陸上群にのみ認められた。

体組成には競技特性を認めた。

骨密度について赤嶺らは一般女子大学生と比較しバスケット, 柔道群では骨密度が高く, 水泳群, 陸上群では骨密度が低いと報告している<sup>8)</sup>。また, Brevan らは抗重力, または跳躍運動は全身, 下肢骨などの骨塩量に対する増強効果があると報告し

ている<sup>5)</sup>。末田らもラットに跳躍運動を負荷し骨の合成・分解の代謝回転が亢進したと報告している<sup>9)</sup>。本研究では, バレーボール群で骨形成マーカー, 骨密度が高値であった ( $p < 0.05$ )。バレーボールは陸上, サッカーと比較し跳躍運動が多いため骨代謝回転が亢進し, 骨密度が高いと考えら



れた。

次に疲労骨折の既往がある陸上群 7 例、バレーボール群 2 例、サッカー群 5 例について検討した(表 3)。初経年齢は 3 群間に有意差を認めなかったが、体脂肪率は陸上群で有意に低値であった。骨密度は陸上群で有意に低かった( $p < 0.05$ )。疲労骨折の既往がある例で無月経の既往がある例は陸上群で 7 例中 7 例、バレーボール群 2 例中 0 例、サッカー群では 5 例中 2 例であった。また、疲労骨折を繰り返す症例は陸上群に 7 例中 4 例に認め、その他の群では認めなかった。骨折の部位は陸上群で足部の骨折が多く、バレーボール群では下腿に多く認めた。陸上群の疲労骨折の既往例 7 例では、初経の遅延、無月経の既往を 7 例に認め、体脂肪率も  $19.0 \pm 3.2\%$  と低く、疲労骨折を繰り返す症例を 7 例中 4 例に認めたことより、これらの症例は FAT のリスクが高く、FAT が疲労骨折に関与していると考えられた。バレーボール群の疲労骨折例では体脂肪率  $22.5 \pm 2.1\%$ 、初潮年齢  $11.0 \pm 1.4$  歳、無月経の既往もなく、骨密度 YAM 値  $116.0 \pm 11.3\%$  で骨密度も低くないため、本研究におけるバレーボール群の疲労骨折は FAT の関与は少ないと考えられた。

アスリートの疲労骨折の治療は主に安静、超音波パルス療法、手術療法などが上げられるが、FAT が疲労骨折の原因である女性アスリートの繰り返す疲労骨折に対しては、FAT に対する治療が必要だと考えられる。American College of Sports Medicine (ACSM) では<sup>1)</sup>、FAT の治療には、エネルギー摂取量の増加とトレーニングによるエネルギー消費量の減少により Energy availability を増加させることが最も重要であり、栄養調査と栄養指導や、摂食障害を認めるアスリートに対しては心理療法が有用であることを提言している。また無月経のアスリートにおいては、いかなる薬物治療も骨量減少を回復し、代謝異常を改善することはできないことなどが述べられている。とくに、無月経に対してホルモン補充療法は骨密度増加に対しては無効であること、若年女性に対してビスフォスフォネートは安全性が確立されていないため使用すべきでないと言っている<sup>10)</sup>。FAT が原因と疑われる女性アスリートの疲労骨折を診た場合は体組成、月経状態、栄養状態の調査、女性ホルモン、エストロゲン値、骨密度、骨代謝マーカーなどの精査を行い、アスリートに

対して FAT についての指導を行い、栄養改善などの治療も必要だと考えられた。

女性アスリートの疲労骨折を診た場合は、競技種目、月経の状態、骨密度、骨代謝マーカーなどを測定し、FAT が関与する疲労骨折なのかを判断し治療方針を考慮すべきと考えられた。

## 結 語

陸上競技一般種目、バレーボールおよびサッカーを専門とする女性アスリートを対象に、Female Athlete Triad 関連項目を調査した。競技によって、体組成、骨密度の特性を認めた。疲労骨折の既往がある例で女性アスリートの疲労骨折を診た場合は十分な問診、精査を行い、FAT が関与する疲労骨折なのかを判断し、的確な治療が必要と考えられた。

## 文 献

- 1) De Souza, MJ, Nattiv, A, Joy, E et al.: 2014 Female Athlete Triad Coalition consensus statement on treatment and return to play of the female athlete triad: 1st International Conference held in San Francisco, CA, May 2012, and 2nd International Conference held in Indianapolis, IN, May 2013. Clin J Sport Med 24: 96-119, 2014.
- 2) 岩本 潤: 女性アスリートに対するメディカルサポート 女性アスリートの骨粗鬆症. 日本臨床スポーツ医学会誌 20: 257-263, 2012.
- 3) 能瀬さやか, 土肥美智子, 難波 聡ほか: 女性トップアスリートにおける無月経と疲労骨折の検討. 日本臨床スポーツ医学会誌 22: 67-74, 2014.
- 4) Cobb, KL, Bachrach, LK, Greendale, G et al.: Disordered eating, menstrual irregularity, and bone mineral density in female runners. Med Sci Sports Exerc 35: 711-719, 2003.
- 5) Breban, S, Chappard, C, Jaffre, C et al.: Positive influence of long-lasting and intensive weight-bearing physical activity on hip structure of young adults. Journal of clinical densitometry: the official journal of the International Society for Clinical Densitometry 14: 129-137, 2011.
- 6) 高橋一平, 梅田 孝, 鈴川一宏ほか: 大学運動選手の身体組成と競技特性について. 臨床スポーツ医学 26: 1455-1464, 2009.
- 7) Fleck, SJ: Body composition of elite American ath-

- letes. Am J Sports Med 11: 398-403, 1983.
- 8) 赤嶺卓哉, 吉田剛一郎, 高田 大ほか: 体育大学生女子スポーツ選手における種目別の骨密度と身体組成についての調査研究. 整形外科と災害外科 63: 484-487, 2014.
- 9) 末田香里, 鬼頭信子, 大森幸子ほか: 跳躍が雄ラットの骨代謝に及ぼす効果 跳躍時刻の比較. 名古屋女子大学紀要 (家政・自然編). 59-66, 2001.
- 10) Mashiba, T, Hirano, T, Turner, CH et al.: Suppressed bone turnover by bisphosphonates increases microdamage accumulation and reduces some biomechanical properties in dog rib. J Bone Miner Res 15: 613-620, 2000.

---

(受付: 2016年3月18日, 受理: 2016年9月28日)

## Evaluation of female athlete triad in university athletes

Osawa, A.\*<sup>1</sup>, Nakao, S.\*<sup>2</sup>, Kubo, M.\*<sup>2</sup>, Fujita, S.\*<sup>3</sup>  
Maruyama, Y.\*<sup>1</sup>, Koikawa, N.\*<sup>4</sup>, Sakuraba, K.\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup> Department of Orthopaedic Surgery, Juntendo University Urayasu Hospital

\*<sup>2</sup> Department of Obstetrics and Gynecology, Juntendo University Urayasu Hospital

\*<sup>3</sup> Department of Sports Medicine, Juntendo University

\*<sup>4</sup> Department of Sports Science, School of Health and Sports Science, Juntendo University

**Key words:** female athlete triad, amenorrhea, stress fracture

**[Abstract]** Female athlete triad (FAT), including low energy availability, functional hypothalamic amenorrhea, and low bone mineral density (BMD) is a serious problem in elite athletes. The purpose of this study was to assess female athlete triad in different sports.

**MATERIALS AND METHODS:** All 47 female athletes of the Department of Health and Sports Science of Juntendo University participated in the study. These athletes were divided into three groups, according to the different sports they participate in: track and field, volleyball, and football. This study was approved by the institutional review board of Juntendo University.

**RESULTS:** The percentages of athletes who had suffered fatigue fracture, were 46.2% (6/13 runners), 15.4% (2/13 volleyball players), and 23.2% (5/21 football players), respectively. Two volleyball players had appropriate bone mineral density for their age. All three runners who had suffered fatigue fractures repeatedly had hypothalamic amenorrhea.

**DISCUSSION:** There was a characteristic body composition for each sport. It is suspected that volleyball players needed higher body height and body weight, because they needed to jump higher and attack powerfully. Runners had a lower body weight and less body fat mass because they believe that lower body weight and body fat mass is related to a positive effect on running performance. The fatigue fracture in two of the volleyball players also had no association with female athlete triad, because they had appropriate body fat mass percentage and body mineral density, and their fracture occurred due to repeated stress to the bone.