

# 女子長距離走選手の月経と骨代謝および骨密度の関係

## Relationship between Menstrual Status, Bone Metabolism and Bone Mineral Density in Female Long-Distance Runners

前田昌隆\*<sup>1</sup>, 中畑敏秀\*<sup>1</sup>, 東郷泰久\*<sup>1</sup>  
小倉 雅\*<sup>1</sup>, 藤井康成\*<sup>2</sup>, 小宮節郎\*<sup>3</sup>

キー・ワード：female long-distance runner, menstrual disorder, bone metabolism  
女子長距離走選手, 月経異常, 骨代謝

〔要旨〕本研究は、疲労骨折の罹患率が高い大学女子長距離走選手を対象に、月経状況や骨代謝や骨密度に関する測定を行い、発症因子の検討および疲労骨折予防のための基礎的データを得ることを目的とした。疲労骨折は、思春期以降に発症しているケースが多かった。初経初来時期は遅延しており、思春期には無月経や月経周期異常であった選手が多かった。骨代謝は、月経異常群で骨吸収マーカーが高く、高回転型骨代謝の傾向であった。

### はじめに

女子長距離走選手における疲労骨折発症の背景には、Female Athlete Triad(以下、FAT)が存在し、骨粗鬆症に至ることが発症因子の一つとなる。疲労骨折の発症は、思春期である16歳がピークといわれる<sup>1)</sup>。しかし、女性の骨量は思春期に増加する<sup>2)</sup>ことから、思春期に骨量の増加が不十分な選手における思春期後の疲労骨折発症状況がどうかは興味深いところである。そこで、本研究では大学生女子長距離走選手に着目し、初経初来や月経周期などの月経状況や、骨代謝や骨密度の測定を行い、疲労骨折発症因子の検討および予防のための基礎的データを得ることを目的とした。

### 対象および方法

対象は、大学陸上部に所属する女子長距離走選手11名(平均年齢 $20.1 \pm 0.8$ 歳)であった。各選手の高校及び大学での個人競技レベルは全国大会で

の入賞経験者3名、全国大会出場で入賞経験のないもの5名、地方大会レベル3名であった。また、各選手の平均月間走行距離は約450km~500km程度であり、日本臨床スポーツ医学会が提唱する「骨・関節のランニング障害に対する提言」<sup>3)</sup>で提示されている走行距離は超えていなかった。

選手には事前に研究の目的と内容を十分に説明し、文書による研究参加への同意を得た。なお、本研究は医療法人恒心会倫理委員会における審議・承認を得て実施した(承認番号:2015A-1)。

方法は、年齢、疲労骨折の既往と発症年齢、初経初来年齢、月経周期状況はアンケート調査を行い、後方視的に検討を行った。

月経周期は、今回の検査日から1年間さかのぼった月経周期状況(以下、検査前1年間の月経周期)と思春期の月経周期状況を聴取した。思春期は日本産科婦人科学会の診療ガイドライン<sup>4)</sup>で思春期女子の診療対象年齢にあたる初経初来の平均年齢(12歳頃)から高校3年生(18歳以下)までとした。また、25~38日周期である場合を正常月経、39~89日周期である場合を稀発月経、90日以上月経が無いものを続発性無月経とした。初経初来の異常は15歳~17歳で初経が初来したも

\*1 医療法人恒心会おぐら病院

\*2 鹿屋体育大学

\*3 鹿児島大学整形外科

表1 疲労骨折・月経・骨密度に関する基本情報

対象	疲労骨折の発症年齢(歳)	検査前1年間の月経周期	初経初来	思春期の月経状況	腰椎BMD	腰椎YAM
A	19	稀発月経	15歳	続発性無月経(15歳~17歳)	1.229	110
B	18, 20, 20	稀発月経	18歳	原発性無月経	1.094	98
C	15	稀発月経	20歳	原発性無月経	1.146	102
D	20	稀発月経(ピル服用)	13歳	稀発月経(ピル服用)	1.086	97
E	既往なし	稀発月経	13歳	正常月経	1.344	120
F	16, 17, 19	続発性無月経	11歳	続発性無月経(15歳~18歳)	1.004	90
G	20	正常月経	16歳	遅発月経	1.186	106
H	既往なし	正常月経	10歳	正常月経	1.162	104
I	16, 18	正常月経	13歳	続発性無月経(14歳~18歳)	0.93	83
J	19	正常月経	12歳	続発性無月経(15歳~17歳)	1.026	92
K	18	正常月経	14歳	正常月経	1.227	110

のを遅発月経、満18歳以上で初経が初来していないものを原発性無月経とした。本研究では、正常月経以外の月経周期異常と初経初来の異常を合わせて月経異常とした。

骨代謝マーカーは血液サンプルを使用し、採血は骨代謝マーカーの日内変動を極力避けるために被験者全員が同一日の午前10時頃行った。また、測定条件を整えるために採血12時間前の食事制限と24時間以内の運動制限を行った。骨代謝マーカーのうち、骨芽細胞に關与する骨形成マーカーはIntact P1NP(以下、P1NP)、オステオカルシン(以下OC)を用いた。また、破骨細胞に關与する骨吸収マーカーは日内・日差変動が極めて少なく、測定データが安定し、さらに腎機能・肝機能障害や食事の影響を受けないと言われるTRACP-5b<sup>5)</sup>を測定した。P1NP、OC、TRACP-5bそれぞれの相関を観察し、骨形成と骨吸収の関係を分析した。

骨密度測定は、GE社製DXA(PRODIGY)を用い腰椎のBone Mineral Density(以下、BMD)とYoung Adult Mean(以下、YAM)を測定した。

#### 統計処理

統計解析は、R2.8.1(CRAN.freeware)とJSTAT for windowsを用い、データの正規性を確認後、2群間の比較はMann-WhitneyのU検定、相関はSpearmanの順位相関係数を用いて統計処理を行った。なお、有意水準は危険率5%未満とした。

#### 結果

疲労骨折の受傷歴があるものは11名中9名で全体の81.8%であった。受傷回数は3回が2名、

2回が1名、1回が6名であった(表1)。疲労骨折の受傷年齢は20歳が4件と最も多く、続いて19歳と18歳が3件と思春期以降に発症しているケースが多かった。

初経初来の平均年齢は14.09歳、初経初来年齢の分布は10歳~14歳までが7名(63.6%)、満15歳~17歳までの遅発月経が2名(18.1%)、満18歳以上の原発性無月経が2名(18.1%)で約36%に初経初来の遅延が見られた。検査前1年間の月経周期は正常月経5名、続発性無月経1名、稀発月経5名であり、月経周期の異常は54%にみられた。

骨代謝と骨密度の検討を行うために、検査前1年間の月経周期状況から、続発性無月経1名とピルを服用していた1名を除いた稀発月経4名の合計5名を月経異常群とし、正常月経群5名と2群間の比較を行った(表2)。骨代謝マーカーは、TRACP-5bで月経異常群が有意に高値を示し、P1NP、OCは有意差が見られなかった。また、腰椎骨密度は有意差が見られなかった。次に、TRACP-5b、P1NP、OCにおける相関は、TRACP-5bとP1NP( $r=0.75, p<0.05$ )、P1NPとOC( $r=0.76, p<0.05$ )において有意な正の相関を認めた。

#### 考察

本研究の疲労骨折受傷率は先行研究<sup>2)</sup>による受傷率73.9%より高く、また、受傷年齢の平均値は好発年齢といわれる16歳<sup>1)</sup>より高かった。これは、対象群のうち、思春期に十分な骨量を獲得できていない選手が約半数いることから、大学での高いトレーニング量と質による力学的負荷を許容でき

表2 検査前1年間の月経異常群と正常月経群との骨代謝マーカーおよび腰椎骨密度の比較

検査項目	月経異常群 n=5	正常月経群 n=5	有意差
PINP (μg/L)	96.8±19.8	69.7±23.9	n.s
OC (ng/mL)	7.7±1.7	7.6±2.7	n.s
TRACP-5b (U/dL)	592.2±80.9	324.8±77.8	p<0.05
腰椎骨密度 (YAM)	104.0±10.2	99.0±10.0	n.s

ず受傷しやすいことが考えられる。

初経初来年齢の平均は14.09歳で、これは長距離走選手の初経発来年齢が遅延傾向にあるという諸家の報告<sup>2,6)</sup>を支持する結果となった。また、検査前1年間および思春期で半数以上の選手に月経異常が見られた。一般的に初経発来には17%以上の体脂肪が、周期的な月経発来には15%以上の体脂肪率が必要である<sup>7)</sup>とされ、月経異常の発現と体脂肪率は逆相関する<sup>8)</sup>といわれていることから今後、体脂肪率の測定を並行して行う必要がある。

骨代謝は、検査前1年間の月経異常群でTRACP-5bが有意に高値であり(表2)、TRACP-5bとPINPで強い正の相関がみられたことから高回転型の骨代謝状態が示唆された。また、腰椎骨密度に有意差はなかったことから、最近の月経異常は骨代謝に影響を与えるが、腰椎骨密度に反映しないことが考えられる。骨密度は、思春期に続発性無月経だった選手が低い傾向(表1)にあることから、骨密度を増加させる思春期の月経状態を聴取することが重要である。また、無月経や骨粗鬆症には摂取エネルギー不足が関連することから、今後BMIや体脂肪率の測定を加える必要がある。本研究は、被験者数が少数であり、今後、思春期の月経状態と思春期後の骨密度および疲労骨折発症の関係について更に検討する必要があると考える。

## 結 語

思春期以降に競技を継続する選手において、思春期の月経周期状況や骨密度を知ることは、疲労骨折の発症リスクを知るうえで重要なことであることが示唆された。今後は、被験者数を増やし、

思春期以降に疲労骨折リスクが高くなる因子を検討することで、疲労骨折の発生を減らす努力をする必要がある。

## 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし

## 文 献

- 1) 太田美穂ほか. スポーツに伴う疲労骨折の実態と発生要因. 日本臨床スポーツ医学会誌. 1999; 7: 26-31.
- 2) 能瀬さやかほか. 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. 2014; 22(1): 67-74.
- 3) 日本臨床スポーツ医学会学術委員会整形外科部会活動報告. ランニング障害に対する提言(案). 日本臨床スポーツ医学会誌. 2001; 1(9): 121.
- 4) 社団法人日本産科婦人科学会, 社団法人日本産婦人科医会. 産婦人科診療ガイドライン—婦人科外来編 2011. 日本産科婦人科学会事務局; 143-146, 2011.
- 5) 若松健太ほか. 大学女子スポーツ選手における疲労骨折と骨代謝マーカーとの関係—骨吸収マーカー“TRACP-5b”に着目して—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2013; 21(1): 119-124.
- 6) 鈴木なつ未ほか. 女性アスリートの骨代謝動態に月経状態および種目特性が及ぼす影響. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2008; 1(16): 72-78.
- 7) 目崎 登. 女性スポーツ活動時のホルモン変動. ホルモンと臨床. 1987; 35: 1091.
- 8) 落合和彦. 女性とスポーツ. 関節外科. 2011; 30: 206-211.

(受付: 2016年5月13日, 受理: 2017年5月30日)

## Relationship between Menstrual Status, Bone Metabolism and Bone Mineral Density in Female Long-Distance Runners

Maeda, M.<sup>\*1</sup>, Nakahata, T.<sup>\*1</sup>, Togo, Y.<sup>\*1</sup>  
Ogura, T.<sup>\*1</sup>, Fujii, Y.<sup>\*2</sup>, Komiya, S.<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> Koshinkai Ogura Hospital

<sup>\*2</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

<sup>\*3</sup> Department of Orthopedic Surgery, Kagoshima University

**Key words:** female long-distance runner, menstrual disorder, bone metabolism

**[Abstract]** The present study examined the menstrual status and levels of bone metabolism and bone mineral density in college-age, female long-distance runners, a specific population with a high incidence of stress fractures. The purpose of the study was to collect the basic data to serve as a lodestar when considering the critical cause and strategies for prevention of stress fractures. The results revealed that stress fractures started most commonly after puberty. Furthermore, delayed onset of menarche or total amenorrhea were also frequently observed during puberty. With regard to bone turnover, bone resorption markers were particularly elevated, signifying high bone metabolism turnover in individuals in the irregular menstrual cycle group.