

短報

高校女子陸上長距離選手の月経状況と利用可能エネルギー量および栄養素等摂取量：加速度計法による全国大会出場レベルの選手を対象とした検討

渡邊 雄一^{*1,*2}、熊原 秀晃^{*3}、西村 貴子^{*1,*4}、片渕 奈々^{*3}、平方 美都希^{*3}、
小清水 孝子^{*5}、大和 孝子^{*3}

^{*1} 中村学園大学大学院栄養科学研究科、^{*2} 広島修道大学健康科学部健康栄養学科、

^{*3} 中村学園大学栄養科学部栄養科学科、^{*4} 山口県立大学看護栄養学部栄養学科、

^{*5} 大妻女子大学家政学部食物学科

【目的】

高校女子陸上長距離選手を対象に、運動エネルギー消費量を加速度計法にて客観的に評価し、月経状態と利用可能エネルギー（EA）ならびに栄養素等摂取量の関連を検討した。

【方法】

正常月経群 5 名と月経周期異常群 4 名（続発性無月経 1 名、希発月経 3 名）を分析対象とした。生活活動量と運動量は 3 軸加速度計を主体に測定し、総エネルギー消費量を推定した。栄養素等摂取量は、3 日間の記録法を主体に評価した。

【結果】

月経周期異常群と正常月経群の標準体重に対する体重比および Body mass index に有意な差は認められなかった。月経周期異常群の EA は、正常月経群より低い傾向を示した ($p = 0.050$, 効果量: 0.653)。月経周期異常群の糖質摂取量 (5.3 [5.1, 5.7] g/kg 体重/日) は、有意な群間差は認められなかったものの正常月経群 (7.3 [7.0, 7.4] g/kg 体重/日) と比べて、中程度の効果量で低値を示した (効果量: 0.490, $1 - \beta = 0.325$)。

【結論】

希発月経・無月経の高校女子陸上長距離選手において、EA は正常月経選手より低い傾向を示し、体重 1 kg あたりの糖質摂取量は持久系アスリートに推奨される摂取量より低い値を示した。

キーワード：女性アスリートの三主徴 陸上競技 Relative Energy Deficiency in Sport

I 緒言

近年、国際オリンピック委員会は、骨、内分泌、代謝、血液、成長・発育、心理、心血管、消化器、および免疫や月経機能といった生体内の多様な機能に悪影響を及ぼし、競技パフォーマンスの低下にも繋がるスポーツにおける相対的エネルギー不足 (Relative Energy Deficiency in Sport: RED-S) の概念を提唱しており¹⁾、健康保持とパフォーマンスを担保するために男女問わず全てのアスリートが RED-S に陥らないことを推奨している。また、RED-S に係る症候のうち月経機能に関わる女性アスリート特有の健康問題として、

女性アスリートの三主徴 (Female athlete triad) が定義されている。これは、摂食障害の有無に関わらない低い利用可能エネルギー (Energy availability: EA) - 視床下部性無月経 - 骨粗鬆症の 3 つの関連性を示し、各々の症状は独立して存在しているのではなく EA を起点として関連しているという概念である^{2), 3)}。EA は、1 日の総エネルギー摂取量から運動エネルギー消費量を減じた値を除脂肪量 (Fat free mass: FFM) で除して算出される。すなわち、競技トレーニング等の運動エネルギー消費量以外のヒトの生命維持および日常生活に必要な基礎代謝や生活活動に利用可能なエネルギー量を指す²⁾。

連絡先：〒 814-0198 福岡県福岡市城南区別府 5 丁目 7 番 1 号
E-mail: kumahara@nakamura-u.ac.jp

女性アスリートの三主徴に関連して、日本人の大学女性アスリートを対象とした大規模調査⁴⁾において、50%以上の選手がたんぱく質や炭水化物、ビタミン、ミネラルの摂取量が18~29歳女性における日本人の食事摂取基準⁵⁾や米国スポーツ医学会⁶⁾の推奨量を下回り、全体の28%で無月経、約30%で疲労骨折の既往があり、特に審美系の選手でそれらの既往のある選手が多いことが報告されている。日本人女性アスリートを対象とした別の先行研究³⁾においても、陸上長距離等の持久系や新体操等の審美系といった競技で無月経や疲労骨折の既往のある選手が多いことが報告されており、年齢別でみると日本代表・全国大会レベルで17歳、地方大会レベルでも高校生世代に多いと報告されている。すなわち、高校生世代を中心とした思春期後半から成熟期に差し掛かる範囲内の年代の日本人女子アスリートへ向けた女性アスリートの三主徴に関する情報提供の強化や関連する科学的エビデンスの蓄積が喫緊の課題と考えられる。

慢性的なEA不足に陥ると、黄体機能不全・無排卵・希発月経の順を経て無月経となる。したがって、早い段階で低いEA (Low energy availability : LEA) の状態を改善することが、無月経予防に重要となる⁷⁾。わが国の最新の産婦人科診療ガイドライン⁸⁾において、女性アスリートが無月経を主訴に受診した際には、LEAを念頭に診察することが留意事項として挙げられている。なお、LEAのスクリーニングには体格指数 (Body mass index : BMI) や標準体重を目安とすることが国際的に推奨されており²⁾、当該ガイドラインでも同様に、女性アスリートのLEAスクリーニングとして成人でBMIが 17.5 kg/m^2 以下、思春期で標準体重の85%未満、または1か月の体重減少が10%以上であることが明記されている⁸⁾。LEAが月経周期に及ぼす影響に関して、EAがFFM 1 kgあたり30 kcal未満の状態が続くと視床下部から分泌されるゴナドトロピンに影響を及ぼし、黄体形成ホルモンの律動的な分泌が抑制され、月経周期異常を起こすことが報告されている⁹⁾。このことから、欧米では30 kcal/kgFFM/日未満がLEAの目安として用いられている。日本人アスリートに対するLEAの基準値は確立されていないが、体育大学・女子大・高校・中学校の運動部およびプロアスリート養成校に所属する 18.8 ± 4.1 歳の77名の女性アスリートを対象にEAの実態を調査した先行研究¹⁰⁾において、正常月経群は平均37.5 kcal/kgFFM/日であった一方で、無月経群は国際的なLEAの目安である30 kcal/kgFFM/日未満となる平均25.8 kcal/kgFFM/日であったことが報告されている。

しかし、上述の日本人アスリートの研究¹⁰⁾も含めLEAを検討した先行研究の多くは、EA算出の際の運動エネルギー消費量の評価方法として、主観的評価法である要因加算法を採用していることには留意する必

要があろう。すなわち、要因加算法は運動強度や時間、頻度といったエネルギー消費量の推定に必要な情報の客観性と正確性に劣るという方法論上の限界点を有しており¹¹⁾、報告されたEA値の誤差を誘引している可能性は否定できない。近年、代表的な客観的身体活動評価法である加速度計法を用いた先行研究が国際的に散見されるようになってきた^{12), 13)}。日本人のスポーツ競技者を対象に加速度計法を用いてEAを評価した研究は、我々の知る限り、大学女子駅伝部5名を対象にWeb質問紙による要因加算法の妥当性の検討を目的とした先行研究¹⁴⁾ 1編のみである。当該先行研究では、要因加算法による運動エネルギー消費量は、加速度計で算出された値より有意に高い値を示し、EAを有意に低く評価したことが報告されている。陸上長距離選手のランニングを主体としたトレーニング中の動作は、球技種目等比べて重心移動の複雑性が少なく、加速度計法で身体動作を捉え運動エネルギー消費量の評価を比較的安定的に行える種目と考えられるため、EA評価手法の課題を考える上で重要な知見である。すなわち、当該先行研究の結果は、EAの評価において客観的手法を用いることの必要性を示唆する結果と考えられる。このように、運動エネルギー消費量の評価法は、EA値の解釈に影響する可能性があり、より正確性と客観性を担保した測定法による調査結果を蓄積していく必要があると考えられる。

以上のように、月経周期異常選手の食生活状況や骨折の実態など日本人における女性アスリートの三主徴に関連する情報は、近年散見されるようになってきたものの十分でなく、上述の通り成熟期に差し掛かる思春期後半の年代における科学的知見の蓄積は重要である。また、未だ確立されていない日本人独自のEAの基準値の検討に向けても科学的知見の蓄積は急務である。特に、EAの算出の際に客観的手法を用いて運動エネルギー消費量を評価した研究は、国際的にも不足していることが、LEAの基準値を検討する上での重要な課題と考えられる。

したがって、本研究は、客観的身体活動評価法である加速度計法を用い、高校女子陸上長距離選手の月経状況によるEAならびに栄養素等摂取量の関連性を明らかにすることを目的とした。

II 方法

1. 対象者

A高等学校の女子陸上長距離部の選手11名を研究対象候補者としてエントリーし、その内、頻発月経の2名を除外し、最終的な分析対象者を9名 (15~18歳：中央値16.0歳) とした。なお、対象選手は、県大会入賞選手を含む県トップレベルであり、調査年度の10月に開催された高等学校駅伝競走大会県大会で優勝し、

12月の全国高等学校駅伝競走大会に出場した集団であった。全選手が1シーズン中にトラック種目、ロードレース、駅伝の複数大会に出場しており、選手の陸上競技歴は 2.8 ± 1.7 年であった。練習形態は、週に練習6日間と休日1日が設定されており、夕方の平均練習時間は 2.2 ± 0.4 時間で朝練も不定期で週に合計1時間程度行っていた。生活形態は、全員自宅から通学していた。

研究の趣旨や方法、研究への協力が自由意思であること、非協力の場合でも不利益を被らないこと等を説明した文章および口頭説明によるインフォームドコンセントを行い、研究参加同意書に選手本人および保護者からの署名を得た。なお、本研究の全てのプロトコルおよびデータの取扱は中村学園大学倫理審査委員会の承認(倫理-19-002)を得た。

2. 調査項目

以下の全ての調査は、2019年6月上旬に実施した。当該期間は、7月中旬開催の国民体育大会陸上競技県選考会を皮切りに10月下旬の高等学校駅伝競走大会県大会に亘る複数の重要なレースへ向けたトレーニングを行う時期であった。

1) 月経に関する調査

月経状況や関連する服薬状況に関する自己記入式の質問紙調査を実施した。また、保護者にも質問紙を共有し、必要に応じて選手と一緒に回答するよう依頼した。月経周期の状態から通常月経(月経周期25~38日)と希発月経(月経周期39~90日未満)、続発性無月経(90日以上)、頻発月経(月経周期24日以内)に分類した^{15),16)}。本研究の目的に準じて、全対象者の中から通常月経の選手(以下、通常月経群)および希発月経と続発性無月経の選手(以下、月経周期異常群)のみを分析対象者とし、2群に分けて比較検討を行った。

2) 体組成

測定はTシャツとランニング用短パンを着衣した状態で身長および体重を計測した。ハーペンデン式皮下脂肪計を用いて測定した肩甲骨下部と上腕背側部の皮下脂肪厚より身体密度を推定し体脂肪率を算出した。身体密度は、北川らの10~12歳女子を対象に開発された推定式($1.0642 - 0.00084 \times [\text{上腕背側部} + \text{皮下脂肪厚}]^{17)}$)、体脂肪率はLohmanらの式($[5.300/\text{身体密度} - 4.890] \times 100^{18}$)を用いた。体重と身長からBMI、体重と体脂肪率からFFMを算出した。なお、本研究で上記の思春期前期用の式を採用した理由は、本研究の対象選手が成長期過程にあると推察される年齢(中央値:16.0歳)であること、皮下脂肪厚の測定部位が2点のみであったことを勘案したためであった。つまり、一般的に汎用されているNagamine & Suzuki式¹⁹⁾は成熟した一般青年を対象とされているなど、本研究対象年代に限定した推定式は皆無である。

また、日本人若年スポーツ競技者用の式は存在するものの、大学生スポーツ競技者を対象に開発されたものであり、かつ3箇所以上の測定部位が必要となる²⁰⁾。

3) 身体活動調査

運動エネルギー消費量評価のための身体活動調査は、連続した1週間で実施した。選手は、起床時から入浴を除く就寝時まで三軸加速度計(wGT 3 X-BT、ActiGraph, LCC)を左腰に装着すると共に部活動・自主練習の開始・終了時刻を記録する用紙への記入を行った。また、走練習以外に行ったトレーニング(筋力トレーニングやストレッチ)および自転車を使用した場合、その内容と実施時間帯も記録紙に記載するよう教示した。加速度計データの解析とエネルギー消費量の推定には専用のソフトウェア(ActiLife Ver.6.134)に内蔵されたFreedson VM 3 Combination²¹⁾の推定式を用いた。なお、本研究に先立って23±7歳の男女12名を対象にトレッドミル歩行による多段階漸増運動負荷試験(時速2.4~15.6 km)を実施し、呼気ガス分析との比較で当該加速度計のエネルギー消費量推定の正確性を検討した。その結果、歩行時と走行時ともに呼気ガスによるエネルギー消費量と加速度計法による推定値との間に有意な差は認められず、両者の間に有意な相関関係を確認した(データ未公表)。身体活動エネルギー消費量のうち運動エネルギー消費量は、部活動・自主練習記録用紙に記入された練習時間帯のデータを抽出し、当該時間帯に加速度計で記録されたエネルギー量を全て積算した。加えて、筋力トレーニング等の加速度計での測定が困難と考えられるトレーニングについては、記録用紙に記入された実施内容と時間を基に、身体活動のメッツ(METs)表²²⁾を用いて運動エネルギー消費量を[メッツ値 - 1]×実施時間(分)×体重(kg)×1.05の式を用い要因加算法にて算出し加算した。

4) 食事調査およびEAの推定

食事記録法と食物摂取頻度調査法(FFQg Ver.5.0、株式会社建帛社)を実施した。写真撮影を伴う食事記録法は、身体活動調査と同一期間中の非連続の3日間行った。食物摂取頻度調査法は、直近1か月程度の思い出しによる記入を依頼した。

両法の調査用紙の記入にあたっては記入方法を事前に説明し、選手自身と必要に応じて調理者(保護者)により記録・記入を行うよう教示した。記入された調査用紙の内容は、調査員(管理栄養士または栄養士)が選手と面談し確認を行った。さらに、全ての食事調査のデータ整理・解析において、1名の公認スポーツ栄養士が調査員と共に記入内容のダブルチェックを行い、調査の標準化を試みた。食事記録法による栄養素等摂取量の算出にはエクセル栄養君(Ver7.0、株式会社建帛社)を用い、エネルギー産生栄養素、ビタミン・ミネラル、食品群別摂取量の1日あたりの平均値を算

表 1 対象者の身体的特性

	正常月経群 (n = 5)	月経周期異常群 (n = 4)	p 値	効果量
年齢 (歳)	16.0 (15.0, 16.0)	16.5 (15.8, 17.3)	0.241	0.391
身長 (cm)	155.1 (154.2, 155.6)	156.1 (154.3, 158.5)	0.539	0.205
体重 (kg)	42.7 (42.1, 48.7)	46.9 (45.9, 49.0)	0.461	0.246
BMI (kg/m ²)	18.1 (17.7, 18.4)	19.2 (18.9, 19.8)	0.142	0.490
体脂肪率 (%)	16.9 (16.3, 17.0)	16.8 (16.5, 17.0)	0.806	0.082
FFM (kg)	35.5 (35.4, 40.4)	38.9 (38.2, 40.6)	0.327	0.327

中央値 (25%tile, 75%tile) で示した。

2 群間の比較には、Mann-Whitney U 検定を用いた。

効果量は 0.1 を小程度 0.3 を中程度 0.5 を高程度と判定した。

BMI : body mass index (体格指数)、FFM : fat free mass (除脂肪量)

表 2 エネルギー消費量およびEAの群間比較

	正常月経群 (n = 5)	月経周期異常群 (n = 4)	p 値	効果量
運動エネルギー消費量 (kcal/日)	395 (332, 503)	386 (316, 422)	0.806	0.082
生活活動量 (kcal/日)	323 (274, 353)	305 (301, 316)	0.806	0.082
食事記録法による EA (kcal/体重 FFM/日)	53.4 (51.1, 53.7)	42.2 (37.4, 46.2)	0.050	0.653
食物摂取頻度調査法による EA (kcal/体重 FFM/日)	41.9 (40.8, 43.1)	32.7 (24.1, 40.9)	0.221	0.408

中央値 (25%tile, 75%tile) で示した。

2 群間の比較には、Mann-Whitney U 検定を用いた。

効果量は 0.1 を小程度 0.3 を中程度 0.5 を高程度と判定した。

EA : Energy availability (利用可能エネルギー)、FFM : fat free mass (除脂肪量)

出した。また、糖質摂取量は炭水化物から食物繊維を減じて算出した。たんぱく質、脂質および糖質は、各摂取量にAtwater係数を乗じて算出したエネルギー量を総エネルギー摂取量で除してエネルギー比率を算出した。EAは、各々の調査法にて得られた1日あたりの総エネルギー摂取量から運動エネルギー消費量を減じFFMで除して算出した。

なお、両法によるデータの扱いに関して、食事記録法のデータを主として結果の解釈に用いるが、より習慣的な食習慣と食事記録法で得られたデータの大小関係を確認する手段として、食物摂取頻度調査法のデータを補足的に用いるものとする。

3. 統計処理

正規性の検定を行ったところ、栄養素等摂取量・食品群別摂取量・エネルギー消費量の項目で正規性を示さない項目が複数確認された。加えて、各群の対象者数が限定的である実態も鑑みて本研究ではノンパラメトリック検定を施した。データは中央値 [25%tile, 75%tile] で示した。正常月経群および月経周期異常群 (希発月経・無月経) の体組成、身体活動量、栄養素等摂取量、EAの比較には、Mann-WhitneyU検定を用いた。また、効果量 $r (Z/\sqrt{N})$ を算出し、0.10未満を小程度、0.10以上0.30未満を中程度、0.50以上を高程度とした。加えて、統計解析はMicrosoft Excel 2021ならびにIBM SPSS Statistics Ver.29を用いた。

さらに、G-Power software v.3.1.9.7 (University of Dusseldorf, Germany) を用いて、事後の検定力 (power: $1 - \beta$) 分析を行った。統計学的有意水準 (α) は0.05 (両側検定) とした。

III 結果

1. 体組成

正常月経群は5名、月経周期異常群 (希発月経3名、続発性無月経1名) は4名、頻発月経は2名であった。表1に正常月経群と月経周期異常群の対象者の身体的特性を示した。体脂肪率やBMIを含む全ての特性に有意な群間差は認められなかった。

2. エネルギー消費量およびEA

平均トレーニング時間は125.6 [121.2, 134.6] 分/日であった。その内、加速度計にてエネルギー量を算出した時間は125.6 [117.2, 132.7] 分/日 (全トレーニング時間の99.6 [98.6, 100.0] %) であり、記録紙の情報より要因加算法にてエネルギー量を算出した時間 (筋力トレーニングやストレッチ) は0.5 [0.0, 1.9] 分/日 (全トレーニング時間の0.4 [0.0, 1.4] %) であった。トレーニング時間ならびに各々の評価法を適用した時間に有意な群間差は認められなかった。

表2に正常月経群と月経周期異常群のエネルギー消費量を示した。月経周期異常群の運動エネルギー消費

表3 エネルギー産生栄養素の群間比較

	正常月経群 (n = 5)	月経周期異常群 (n = 4)	p 値	効果量
食事記録法				
エネルギー (kcal)	2,287 (2,214, 2,320)	1,934 (1,860, 2,083)	0.142	0.490
たんぱく質 (g)	86.8 (79.0, 91.9)	73.8 (65.9, 79.1)	0.221	0.408
たんぱく質 (g/kg 体重/日)	1.9 (1.7, 2.0)	1.6 (1.4, 1.6)	0.142	0.490
たんぱく質エネルギー比 (%)	14.6 (13.8, 15.0)	14.3 (13.5, 15.0)	1.000	0.000
脂質 (g)	70.1 (66.3, 80.3)	70.0 (61.6, 73.6)	0.624	0.163
脂質 (g/kg 体重/日)	1.6 (1.5, 1.7)	1.5 (1.3, 1.5)	0.142	0.490
脂質エネルギー比 (%)	27.6 (26.9, 33.2)	29.2 (26.5, 31.9)	1.000	0.000
糖質 (g)	315.1 (308.8, 321.5)	245.0 (235.9, 270.5)	0.142	0.490
糖質 (g/kg 体重/日)	7.3 (7.0, 7.4)	5.3 (5.1, 5.7)	0.142	0.490
糖質エネルギー比 (%)	54.0 (50.9, 54.3)	51.8 (48.7, 55.3)	0.624	0.163
食物摂取頻度調査法				
エネルギー (kcal)	1,953 (1,845, 2,128)	1,607 (1,310, 1,947)	0.327	0.327
たんぱく質 (g)	70.9 (57.0, 71.4)	53.6 (45.3, 68.6)	0.462	0.245
たんぱく質 (g/kg 体重/日)	1.4 (1.3, 1.7)	1.2 (1.0, 1.4)	0.462	0.245
たんぱく質エネルギー比 (%)	13.5 (13.3, 13.9)	14.4 (13.4, 15.6)	0.462	0.245
脂質 (g)	65.8 (47.1, 69.9)	55.2 (45.9, 64.4)	0.806	0.082
脂質 (g/kg 体重/日)	1.3 (1.1, 1.4)	1.2 (1.0, 1.4)	0.624	0.163
脂質エネルギー比 (%)	24.9 (23.0, 29.7)	29.7 (29.3, 30.5)	0.221	0.408
糖質 (g)	281.9 (254.1, 285.9)	207.3 (164.3, 252.8)	0.086	0.572
糖質 (g/kg 体重/日)	6.0 (5.7, 6.8)	4.5 (3.5, 5.3)	0.050	0.653
糖質エネルギー比 (%)	57.1 (53.0, 60.2)	50.5 (49.8, 51.5)	0.142	0.490

中央値 (25% tile, 75%tile) で示した。

2 群間の比較には、Mann-Whitney U 検定を用いた。

効果量は 0.1 を小程度 0.3 を中程度 0.5 を高程度と判定した。

量 (386 [316, 422] vs 395 [332, 503] kcal/日 ; p = 0.806、効果量 : 0.082、 $1 - \beta = 0.094$) は正常月経群と比べ有意な群間差は認められなかった。なお、続発性無月経選手 1 名の運動エネルギー消費量は 394 kcal/日であった。

月経周期異常群の食事記録法による EA は、正常月経群と比べ高程度の効果量で低い傾向を示した (42.2 [37.4, 46.2] vs 53.4 [51.1, 53.7] kcal/FFM/日 ; p = 0.050、効果量 : 0.653、 $1 - \beta = 0.671$)。なお、続発性無月経 1 名の食事記録法による EA は、38.7 kcal/kgFFM/日であり、食物摂取頻度調査法で算出した EA は 19.1 kcal/kgFFM/日であった。

3. 栄養素等摂取量

表 3 および 4 に正常月経群と月経周期異常群の栄養素等摂取量を示した。いずれの栄養素等摂取量においても有意な群間差は認められなかった。しかし、月経周期異常群のエネルギー摂取量 (1,934 [1,860, 2,083] vs 2,287 [2,214, 2,320] kcal ; p = 0.142、効果量 : 0.490、 $1 - \beta = 0.362$)、たんぱく質摂取量 (73.8 [65.9, 79.1] vs 86.8 [79.0, 91.9] g ; p = 0.221、効果量 : 0.408、 $1 - \beta = 0.208$) および糖質摂取量 (245.0 [235.9, 270.5] vs 315.1 [308.8, 321.5] g ; p = 0.142、効果量 : 0.490、 $1 - \beta = 0.325$) は、正常月経群と比べ中程度

の効果量で低値を示した。また、体重 1 kg あたりの糖質摂取量はそれぞれ 5.3 [5.1, 5.7] g/kg 体重/日、7.3 [7.0, 7.4] g/kg 体重/日であった。なお、続発性無月経 1 名のエネルギー摂取量は 1,926 kcal、糖質摂取量は 4.6 g/kg 体重/日であった。

IV 考察

本研究は、高校女子陸上長距離選手の月経状況と EA ならびに栄養素等摂取量の関連を調査した。その結果、正常月経群 5 名と続発性無月経 1 名を含む月経周期異常群 4 名に関して、BMI や体脂肪率といった体組成に有意な群間差は認められなかったが、月経周期異常群の EA は正常月経群と比べ高程度の効果量で低い傾向を示した。このような数値の大小関係は、より習慣的な食習慣を評価する食物摂取頻度調査法によるデータにて算出した EA でも同様に確認できた。

1. 月経状況の実態と体格・身体組成

本研究では調査対象者 11 名のうち正常月経群が 45.5%、続発性無月経が 9.1%、希発月経 27.3%、頻発月経 18.2% であった。先行研究¹⁰⁾において、中・高・大学およびプロアスリート養成校に所属する球技や陸上競技、自転車、体操競技等の多種目の日本人女子ス

表4 主なビタミンおよびミネラル摂取量の群間比較

	正常月経群 (n = 5)	月経周期異常群 (n = 4)	p 値	効果量
食事記録法				
ビタミン A (μg RAE)	668 (530, 753)	467 (354, 760)	0.462	0.245
ビタミン D (μg)	6.9 (4.8, 9.8)	5.5 (3.7, 7.2)	0.462	0.245
ビタミン B ₁ (mg)	1.15 (0.86, 1.15)	1.02 (0.70, 1.31)	0.624	0.163
ビタミン B ₂ (mg)	1.18 (1.16, 1.46)	1.17 (0.95, 1.67)	0.624	0.163
ナイアシン (mgNE)	18.0 (16.5, 18.5)	14.6 (11.0, 18.3)	0.327	0.327
ビタミン B ₆ (mg)	1.55 (1.23, 1.86)	1.30 (0.88, 1.68)	0.462	0.245
ビタミン C (mg)	276 (103, 429)	111 (82, 149)	0.221	0.408
カルシウム (mg)	578 (483, 606)	371 (335, 546)	0.142	0.490
鉄 (mg)	7.5 (6.8, 11.0)	8.3 (7.2, 11.5)	1.000	0.000
食物摂取頻度調査法				
ビタミン A (μg RAE)	613 (389, 729)	497 (445, 596)	1.000	0.000
ビタミン D (μg)	5.0 (4.7, 5.8)	4.8 (4.5, 5.3)	0.806	0.082
ビタミン B ₁ (mg)	1.28 (0.90, 1.42)	0.95 (0.81, 1.14)	0.624	0.163
ビタミン B ₂ (mg)	1.23 (0.87, 1.58)	1.03 (0.86, 1.27)	0.462	0.245
ナイアシン (mgNE)	16.1 (14.1, 17.9)	12.0 (11.0, 14.7)	0.462	0.245
ビタミン B ₆ (mg)	1.36 (1.19, 1.41)	0.98 (0.89, 1.18)	0.462	0.245
ビタミン C (mg)	94 (86, 94)	71 (53, 88)	0.462	0.245
カルシウム (mg)	506 (442, 790)	443 (320, 565)	0.327	0.327
鉄 (mg)	8.8 (6.1, 9.3)	6.3 (5.1, 8.0)	0.327	0.327

中央値 (25%tile, 75%tile) で示した。

2群間の比較には、Mann-Whitney U 検定を用いた。

効果量は 0.1 を小程度 0.3 を中程度 0.5 を高程度と判定した。

スポーツ選手77名のうち、正常月経である選手は全体の52%、月経周期が不順である選手は35%、無月経の選手は13%であったことが報告されている。また、日本人女性アスリート301名を対象とした先行研究³⁾において、競技特性別にみた無月経の割合は、陸上長距離、トライアスロン、ロード自転車、オープンウォータースイミング等の持久系競技の選手では11.6%であり、審美系と並んで他系統の種目と比較して無月経選手の割合が最も高いことが報告されている。本研究の対象である陸上長距離選手の無月経選手の割合は、これら先行研究^{3), 10)}の無月経選手の頻度と類似した結果を示した。このように、本研究の対象者は少数ながらも、持久系選手の無月経者の割合を示した先行研究の結果と同程度であった。

LEAのスクリーニングとして用いられる標準体重に対する体重の割合 (85%未満)²⁾に関して、本研究の月経周期異常群 (中央値:87.4%) と正常月経群 (中央値:82.9%) の間に有意な群間差は認められず、正常月経群ではスクリーニング値と比較して低値であったが、月経周期異常群では高値を示した。また、本研究の被験者は中央値16歳であり、一般的にはBMIでの評価は行われない年齢層であるが参考として、BMIによるスクリーニング値 (17.5 kg/m²以下) に対しても月経周期異常群 (中央値:19.2 kg/m²) で明らかに上回った。日本人アスリートを対象とした先行研究¹⁰⁾に

おいても、月経不順選手のBMIは平均22.1 kg/m²、無月経選手で平均21.5 kg/m²とスクリーニング値より高い値が報告されている。しかし、日本人アスリートを対象に無月経の頻度をBMIで分類した先行研究において、BMIが17.5 kg/m²未満者では26.5%、17.5~18.5 kg/m²の者で20.3%、18.5~25.0 kg/m²の者で4.6%、25.0 kg/m²以上の者で3.9%であったことが報告されており、BMIが18.5 kg/m²未満の選手ではそれ以上のBMI値の選手群よりも明らかに無月経の発生頻度が高いことが示唆されている³⁾。このように、BMIが低値になるほど無月経選手の割合も増える実態もあり、本研究対象選手においても体重量に視点を置いた栄養あるいはトレーニングの支援が必要である可能性は否定できない。一方で、アスリートの月経周期異常は、低体重や低体脂肪率といった体組成のみが原因とは限らないことにも留意すべきである。例えば、症状の1つに肥満を伴うこともあるホルモン分泌異常に起因する多嚢胞性卵巣症候群が挙げられる²⁾。LEAによる無月経の診断手順²⁾においても、血中の黄体形成ホルモン、卵胞刺激ホルモン、エストラジオール、およびテストステロンを臨床検査した上で無月経の要因を診断することが推奨されている。したがって、EAを慎重に評価することも含めて月経周期異常の要因を検討していくことの重要性が考えられる。なお、本研究の対象者に多嚢胞性卵巣症候群の罹患を申し出た選手はい

なかったが、血液検査を伴う臨床診断は行っていない。

2. 月経状況によるEA

EAに関して、両群ともに食事記録法で求められたEAは、対象者全員が目安とされる30 kcal/kgFFM/日以上であったが、月経周期異常群(中央値:42.2 kcal/kgFFM/日)は正常月経群(中央値:53.4 kcal/kgFFM/日)と比べ高程度の効果量で低い傾向を示した。さらに、検定力分析の結果、 β エラーは約33% ($1 - \beta = 0.671$)であり第二種の過誤(偽陰性)の存在、つまり差がないとの誤った判定(有意差の見落とし)が発生した可能性は否定できない。このように、本研究で得られた月経周期異常群のEAが正常月経群よりも高程度の効果量で低かったという実態は無視でき得るものでなく、今後、対象者を増やし確実な検証を行う価値があるものと考えられた。

陸上長距離選手に代表されるような持久系競技選手では男女ともにEAが低い傾向にあることが、いくつかの先行研究で報告されている。エリートアスリートでないが週に10時間以上の持久系競技のトレーニングを行っているランナー・サイクリスト・トライアスロン愛好家の男性108人を対象とした研究では、要因加算法を用いたEAは30 kcal/kgFFM/日未満が51名、30~45 kcal/kgFFM/日が36名、45 kcal/kgFFM/日以上が21名であり、約80%の対象者においてLEAのリスクがあることが報告されている²³⁾。また、ポーランド人女性プロサッカー選手31名のEAは、最もレベルの高いExtra-leagueで 21 ± 8 kcal/kgFFM/日、I Leagueで 26 ± 13 kcal/kgFFM/日、II Leagueで 33 ± 11 kcal/kgFFM/日とリーグのレベルが高いほど低い傾向にあることが報告されており、トップレベルの選手の多くはLEAの目安値である30 kcal/kgFFM/日を下回っていることが推察される²⁴⁾。

また、EAは無月経に関するものだけでなく、成長期や体重の維持期にあるアスリートの健康保持のための目標値として45 kcal/kgFFM/日という目安も示されている²⁵⁾。本研究の月経周期異常群では明らかにこの目安を下回っていた。また、続発性無月経1名のEAに着目すると、38.7 kcal/kgFFM/日であった。思春期後期から成熟期に差し掛かる年代である高校生は、身長伸びは落ち着いてくるが、臓器や骨格は成長段階にあり、特に生殖器は急激に発達する時期である。そのため、運動量だけでなく、成長に必要なエネルギーが加わることにより、EAが30 kcal/kgFFM/日以上であっても月経周期異常をきたしていた可能性は否定できない。このように、本研究対象の高校生世代のアスリートでは、無月経の予防を含め総合的な健康保持を考えた場合には、45 kcal/kgFFM/日を目安とする考え方も可能かもしれない。いずれにせよ、無月経予防の目安とされる国際的な30 kcal/kgFFM/日

というEA値に関して、日本人の女性アスリートに適応できるか否かの議論は重要な課題と考えられる。

3. EAの評価

EAを算出する際に必要な運動エネルギー消費量の評価方法の選択は、当該研究における重要課題の1つと考えられる。先行研究におけるEA評価において汎用されてきた要因加算法は、簡便かつ経済的な優位性のある身体活動評価法である一方で、客観性と正確性の面において限界があることは周知の事実である¹¹⁾。近年、客観性と一定の正確性が担保された加速度計法を用いEAを評価した報告が散見されるようになってきており^{12), 13)}、従前の要因加算法との比較を行った報告もある。ポーランドの女性エリートスポーツ選手を対象とした先行研究²⁶⁾において、持久系アスリート7名のエネルギー消費量平均値は、要因加算法で $3,043 \pm 389$ kcal、加速度計法で $2,231 \pm 209$ kcalと2つの方法での無視できない差異があったことが報告されている。日本人大学生女子駅伝部を対象とした先行研究¹⁴⁾では、要因加算法による運動エネルギー消費量は、加速度計で算出された値より有意に高い値を示し、EAを有意に低く評価したことが報告されている。このようなEA評価に用いた手法の差異は、本研究対象者のEA値が先行研究^{10), 23), 24)}の無月経あるいは月経不順の選手より比較的高い値を示したことによる影響は否定できない。ただし、加速度計法にもエネルギー消費量評価におけるいくつかの限界点があるため¹¹⁾、得られたデータを絶対的な指標として扱うには慎重を要する。例えば、本研究の運動エネルギー消費量の評価に採用した加速度計は、事前に妥当性の検討を行い、平均的には実測値と比較して有意な差を認めていないが、走行時には走行速度が速くなるほど過小評価の程度が大きくなることを確認している(データ非公開)。本対象の陸上長距離選手のトレーニングの多くは、速い速度を含めて長時間の走行を伴うため過小評価の影響が積み重なり、運動エネルギー消費量が実測より低値となった可能性は否定できない。食事調査の正確性についても議論の余地はあるが、その運動エネルギー消費量の過小評価は、EAを実際より高く見積もった可能性が考えられた。

しかし、上述のように、高校女子長距離陸上選手の月経周期異常群のEAは正常月経群よりも低い傾向にあったという相対的比較に基づいた実態を否定されるものでなく、今後、EAの評価手法にも注視した上で基準値策定等へ向けた検討が必要と考えられる。

4. 栄養素等摂取量

月経周期異常群(中央値:1,934 kcal/日)のエネルギー摂取量は、正常月経群(2,287 kcal/日)と比べ、有意差は認められなかったものの中程度の効果量で低

値を示した。たんぱく質、糖質摂取量に関して、両群の間に中程度の効果量で差異が認められた。しかし、食事記録法によるたんぱく質摂取量は、日本人の食事摂取基準⁵⁾の推奨量を充足し、かつ米国スポーツ医学会が示している推奨量である1.2~2.0 g/kg体重/日²⁷⁾の範囲内であった。したがって、本研究の対象選手は、月経状況に関わらずたんぱく質の摂取量の不足はなかったと考えられる。また、糖質摂取量に関して、月経周期異常群は、正常月経群と比べ有意差は認められなかったものの中程度の効果量で低値を示した。中程度の効果量にも関わらず両群間に統計的な有意差は認められなかったことは、検定力分析の結果から対象者数が十分でなかったことが考えられた。 β エラーが約68%と極めて高く、サンプルサイズの不足による第二種の過誤が考えられ、中程度の効果量を伴う実質的な差異は無視できないものと考えられた。国際オリンピック委員会が示している糖質の摂取目標量²⁸⁾は、1~3時間/日の中高強度運動の場合で体重1 kgあたり6~10 gが推奨されているが、本対象選手では月経周期異常群で5.3 g/kg体重/日と低値を示した。続発性無月経1名では4.6 g/kg体重/日と明らかに低い摂取量であった。このことから、月経周期異常群のエネルギー摂取量が比較的低値を示したのは、糖質摂取量の低値に起因するものである可能性が考えられた。プロアスリートおよび中学生から大学生の運動部員を含む女性選手を対象とした先行研究¹⁰⁾においても、たんぱく質と脂質の摂取量は充足している一方で、エネルギー産生栄養素のうち糖質の摂取量に関して、正常月経群の 6.2 ± 2.4 g/kg体重/日に対して、月経不順群 6.1 ± 2.0 g/kg体重/日、無月経群では 5.6 ± 1.9 g/kg体重/日と低値を示し、国際オリンピック委員会の糖質摂取ガイドライン²⁸⁾に示されている1日4~5時間の中高強度の運動の場合に推奨される糖質摂取量である8.0~10.0 g/kg/日と比べ、特に無月経群で少ない摂取量であった実態も報告されている。このように、本研究の結果は先行研究からも支持されるものであり、日本人女子アスリートのLEAの改善には糖質の摂取量を増やすことに着目する必要があるかもしれない。オーストリアのプロサッカー選手19名を対象に3日間の食事指導を行う介入研究では、介入前の糖質摂取量(4.0 ± 0.2 g/kg/日)と比べ、介入後の糖質摂取量(5.0 ± 0.2 g/kg/日)が増加し、特にエネルギー消費量の多い午前の糖質摂取量が増加したことにより1日の総エネルギー摂取量も増加させたことが報告されている²⁹⁾。このように糖質という1つの栄養素に着目した食事介入によりLEAを改善できることは興味深い。

なお、脂質に関しては、日本人の食事摂取基準⁵⁾で目標量として示されるエネルギー摂取量の20~30%程度であった。さらに、アスリートにおいては脂質を制限することで脂溶性ビタミンや必須脂肪酸が不足する

可能性があり、エネルギー摂取量の20%を下回るべきでない²⁷⁾とされているため、本対象者にとっては必要な脂質エネルギー比の範囲内と考えられた。

5. 研究限界

本研究にはいくつかの研究限界があった。最大の限界点として、検定力($1 - \beta$)の事後検定の結果から明らかになった対象者数の不足であった。また、続発性無月経の選手は1名と限定的であったため、希発月経3名を含めた4名を月経周期異常群とし検討した。しかし、本研究の無月経者の出現頻度は先行研究と同等であり、高校女子陸上長距離選手の代表的な集団であったことは否定できず、全国大会出場経験のある比較的競技水準の高い選手を対象とした貴重な調査結果と考えられる。本研究のような競技水準の高いアスリートの実態調査において、事前にサンプルサイズを算出した上で目標対象者をリクルーティングすることは、研究実施可能性の観点から困難である。今後、同一競技かつ同等水準の競技レベルの対象者数を増やし追検討することにより、日本人女性アスリートの月経状況とEAの関連性を明らかにすることの価値が考えられた。なお、本研究では方法論上の限界のため、総エネルギー消費量と摂取量の出納バランスに関する検討を行わなかった。基礎代謝量の実測を伴う二重標識水法などの厳密法により総エネルギー消費量を測定した上で、EAのみならず総エネルギー摂取量と間の出納バランスの視点からの検討を行うことも今後の課題と考えられる。

V 結論

本研究の高校女子陸上長距離選手において、月経状況による体格や身体組成に明らかな差異は認められず、LEAのスクリーニングに用いられている標準体重に対する体重比率やBMIも基準値を上回っていた。一方、希発月経・無月経の選手のEAは正常月経選手より高程度の効果量をもって低い傾向を示した。両群ともに無月経予防のためのEAの国際的な目安である30 kcal/kgFFM/日より高値であったが、無月経・希発月経の選手ではアスリートの健康保持に推奨される45 kcal/kgFFM/日を明らかに下回った。また、エネルギー産生栄養素のうち、無月経・希発月経の選手の体重1 kgあたりの糖質摂取量は、持久系アスリートに推奨される摂取量より顕著に低値であったことは注目すべき点と考えられた。

謝辞

本研究にご協力いただいたA高等学校女子陸上部長距離選手ならびに保護者の皆様、門田芳彦氏ほかA高

等学校の関係諸氏に深謝申し上げます。また、調査・データ整理にご協力いただいた石塚麗氏ほか中村学園大学栄養科学部熊原研究室の皆様にご感謝申し上げます。

利益相反

本研究内容に関連して利益相反は存在しない。

著者貢献

著者YWはデータ収集・解析および原稿の執筆を行った。著者HKは研究計画の立案、データ収集、および原稿の校閲を行った。著者TN、NK、MHはデータ収集・解析および原稿校閲を担当した。著者TK、TYはデータの解釈および原稿校閲を担当した。全ての著者は、原稿を批判的にレビュー・修正し、投稿を了承した。

文献

- 1) Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., et al.: The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S), *Br. J. Sports Med.*, 48, 491-497 (2014)
- 2) De Souza, M.J., 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, California, may 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, may 2013, *Br. J. Sports Med.*, 48, 289 (2014)
- 3) 大須賀穰, 能瀬さやか: アスリートの月経周期異常の現状と無月経に影響を与える因子の検討, *日本産婦人科学会雑誌*, 68, 4-15 (2016)
- 4) Ishizu, T., Torii, S., Taguchi, M.: Habitual dietary status and stress fracture risk among Japanese female collegiate athletes, *J. Am. Nutr. Assoc.*, 41, 481-488 (2022)
- 5) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書: 日本人の食事摂取基準 [2020年版]「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書, <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf>, (2023年1月30日)
- 6) Rodriguez, N.R., Di Marco N.M., Langley, S.: American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 41, 709-731 (2009)
- 7) Mallinson, R.J., De Souza, M.J.: Current perspectives on the etiology and manifestation of the “silent” component of the Female Athlete Triad, *Int. J. Womens Health.*, 6, 451-467 (2014)
- 8) 日本産科婦人科学会, 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 2020, pp177 (2020), 日本産科婦人科学会事務局, 東京
- 9) Loucks, A.B., Thuma, J.R.: Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 88, 297-311 (2003)
- 10) 小清水孝子: 産婦人科医による「エネルギー不足」改善にむけての栄養指導法の提案, *日本産科婦人科学会雑誌*, 68, 16-24 (2016)
- 11) Kumahara, H., Ishii, K., Tanaka, H.: Physical activity monitoring for health management: practical techniques and methodological issues, *Int. J. Sport. Health. Sci.*, 4, 380-393 (2006)
- 12) Mullie, P., Maes, P., van Veelen, L., et al.: Energy balance and energy availability during a selection course for belgian paratroopers, *Mil. Med.*, 2, 1176-1182 (2021)
- 13) Amorim, T., Freitas, L., Metsios, G.S., et al.: Associations between nutrition, energy expenditure and energy availability with bone mass acquisition in dance students, a 3-year longitudinal study, *Arch. Osteoporos.*, 16, 141 (2021)
- 14) 小清水孝子, 難波秀行, 畑本陽一, 他: 女性アスリートの利用可能エネルギー不足アセスメントツールの開発と妥当性の検討, *人間生活文化研究*, 29, 845-850 (2019)
- 15) 日本産科婦人科学会編: 産科婦人科用語集・用語解説集 改訂第IV版 (2018) pp47, 59, 214, 314, 日本産科婦人科学会, 東京
- 16) 生殖・内分泌委員会: 報告 日本産科婦人科学会雑誌, 69, 1429-1440 (2017)
- 17) 北川 薫, 山本高司, 石河利寛, 他: 10歳から12歳の思春期前女の身体組成と身体密度推定式, *体育科学*, 16, 7-14 (1988)
- 18) Lohman, T.G., Slaughter, M.H., Boileau, R.A., et al.: Bone mineral measurements and their relation to body density in children, youth and adults, *Human Biol.*, 56, 667-679 (1984)
- 19) Nagamine, S., Suzuki, S.: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women, *Hum. Biol.*, 36, 8-15 (1964)
- 20) 宮城 修, 塚中敦子, 松尾浩世, 他: 男女スポーツ競技者の身体密度推定式, *体力科学*, 43, 415-425 (1994)
- 21) ActiGraph: What is the difference among the energy expenditure algorithms? Freedson VM3 Combination '11., <https://actigraphcorp.force.com/support/s/article/What-is-the-difference-among-the-Energy-Expenditure-Algorithms>, (2023年1月30日)
- 22) 国立健康・栄養研究所: 改訂版「身体活動のメッツ (MET s) 表」, <https://www.nibiohn.go.jp/eiken/programs/2011mets.pdf>, (2023年1月30日)
- 23) Lane, A.R., Hackney, A.C., Smith-Ryan, A., et al.: Prev-

- alence of low energy availability in competitively trained male endurance athletes, *Medicina*, 55, 665 (2019)
- 24) Dobrowolski, H., Wlodarek, D.: Low energy availability in group of Polish female soccer players, *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.*, 71, 89-96 (2020)
- 25) Loucks, A.B., Kiens, B., Wright, H.H.: Energy availability in athletes, *J. Sports. Sci.*, 29, 7-15 (2011)
- 26) Fraczek, B., Grzelak, A., Klimek, A.T.: Analysis of daily energy expenditure of elite athletes in relation to their sport, the measurement method and energy requirement norms, *J. Hum. Kinet.*, 30, 81-92 (2019)
- 27) Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M.: American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 48, 543-568 (2016)
- 28) Burke, L.M., Hawley, J.A., Wong, S.H.S., et al.: Carbohydrate for training and competition, *J. Sports. Sci.*, 29, 17-27 (2011)
- 29) Salazaras, B.S., Mackenzie-Shalders K.L., Slater, G.J., et al.: Increased carbohydrate availability effects energy and nutrient periodisation of professional male athletes from the Australian football league, *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 46, 1510-1516 (2021)

(受付日：2023年7月2日)
(採択日：2023年11月10日)

Brief Report

Menstrual cycle status, energy availability, and dietary intake of female high school distance runners: An aspect of national competition-level athletes assessed using an accelerometer

Yuuichi Watanabe ^{*1, *2}, Hideaki Kumahara ^{*3}, Takako Nishimura ^{*1, *4}, Nana Katafuchi ^{*3},
Mitsuki Hirakata ^{*3}, Takako Koshimizu ^{*5}, Takako Yamato ^{*3}

^{*1}Graduate School of Health and Nutrition Sciences, Nakamura Gakuen University Graduate School

^{*2}Department of Health and Nutrition, Faculty of Health Sciences, Hiroshima Shudo University

^{*3}Department of Nutritional Sciences, Faculty of Nutritional Sciences, Nakamura Gakuen University

^{*4}Department of Human Nutrition, Faculty of Nursing and Human Nutrition, Yamaguchi Prefectural University

^{*5}Department of Food Science, Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

ABSTRACT

【Aims】

This study investigated the relationship between the menstrual cycle status and energy availability (EA) and nutrient intake of female high school distance runners based on physical activity energy expenditure (EE), which was assessed using an accelerometer.

【Methods】

The participants included five athletes with regular menstrual cycles and four athletes with abnormal cycles (one athlete with secondary amenorrhea and three athletes with oligomenorrhea). We used a 3-axis accelerometer to measure exercise training related EE and other daily activities-related EE over a 1-week period. In addition, nutrient intake was assessed using 3-day dietary records with the addition of digital photography.

【Results】

No significant differences in ideal body weight and body mass index were observed between the athletes with normal menstrual cycles and those with abnormal menstrual cycles. The EA of athletes with abnormal menstrual cycles tended to be lower than that of athletes with normal menstrual cycles ($p = 0.050$, effect size = 0.653). The carbohydrate intake of athletes with abnormal menstrual cycles (5.3 [5.1, 5.7] g/kg/day) was lower with a medium effect size (effect size = 0.490, $1 - \beta = 0.325$) than that of athletes with normal menstrual cycles (7.3 [7.0, 7.4] g/kg/day); however, no significant difference was observed between the two groups.

【Conclusions】

The EA of the female high school distance runners with secondary amenorrhea and oligomenorrhea tended to be lower than that of athletes with normal menstrual cycles. Furthermore, their carbohydrate intake per body weight was lower than the recommended level for endurance athletes.

Keywords: Female athlete triad, track and field, relative energy deficiency in sport