

成長期女子アスリートにおける適切な 食事摂取基準値の検討

坂元 美子¹, 秋田 倫子², 吉川 豊³

Study of decent dietary intake value
in growing women's athlete

Yoshiko Sakamoto¹, Michiko Akita², Yutaka Yoshikawa³

要 旨

高校女子サッカー部員に対し、食事調査・エネルギー消費量調査を行い、日本人の食事摂取基準値との比較を行った。エネルギー出納ではエネルギー摂取量が不足した状態であったが、各栄養素の摂取量はほとんどの栄養素で食事摂取基準値を満たしていた。このことから、アスリートにおける推定エネルギー必要量及び各栄養素の必要量を把握する上では、食事摂取基準を用いるよりも実際にエネルギー消費量を測定し、測定値に応じた推定エネルギー必要量や各栄養素の必要量を検討する必要があると考えられた。

キーワード：成長期女子アスリート、推定エネルギー必要量、栄養素必要量

I. 緒言

現在、東京五輪・パラリンピックに向けた政策等が多く行われているなかで、2015年に文部科学省の下部組織の外局としてスポーツ行政を担うスポーツ庁が設置された。スポーツ庁の取り組みにおいては、2011年に制定されたスポーツ基本法¹⁾を基に2012年に策定されたスポーツ基本計画を軸としている。スポーツ基本計画²⁾では、国民のスポーツライフや競技力向上に加え、これらに伴うスポーツ環境の整備などをスポーツ推進の

基本指針とし、スポーツの振興に取り組んでいくものとしている。さらに競技力向上においては、ジュニア期からトップレベルまでのアスリートの支援強化が推進されており、特に女性アスリートにおいては女性特有の課題について取り組むことが必要であるとされている²⁾。

アスリートに好発する障害には、大きな外力の影響により急性に発症する骨折などのスポーツ外傷と軽度の損傷が積み重なることにより発症する炎症などのスポーツ傷害に分けられる³⁾。とりわけ、女性アスリートにおいては競技生活などにおける環境的・心理的要因等に影響を受けやすいといわれており、女性アスリート特有の障害として女子選手の三主徴 (Female athlete triad : FAT)

1 神戸女子大学 健康福祉学部 健康スポーツ栄養学科

2 武庫川女子大学

3 神戸女子大学 健康栄養学研究所

と呼ばれる月経障害・骨障害・摂食障害が問題とされている^{4,5)}。これらの障害は関連が強く、激しいトレーニングや食事制限などにより1つの障害を発症すると、さらにその影響によって他の障害を発症・悪化させるという悪循環を起してしまう^{5,6)}。これらの障害の予防や改善に向けた研究は多く行われているが、障害の原因には様々な要因があると考えられており、障害予防のためには、成長期からアスリートにおける正しい身体づくりや、食事の摂り方について指導することが必要である。さらに、成長期アスリートは身体活動量が生涯を通して多い時期となり、必要なエネルギー量や各栄養素の必要量が高くなるため、適切な栄養指導を行わなければ栄養素の摂取不足に陥り、よりスポーツ障害を引き起こす危険性が高くなる。

そこで本研究は、成長期アスリートとして高校生女子サッカー選手の推定エネルギー必要量と栄養素の摂取状況を検討することにより、成長期女子アスリートの必要栄養量を把握し、選手への指導において活用することのできる情報を見出すことを目的とした。

II. 方法

1. 対象者

対象者は兵庫県H高校女子サッカー部員40名とし、各学年の人数は1年生が15名、2年生が19名、3年生が6名であった(表1)。対象者に対しては本研究を行う以前より栄養指導及び身体測定、秤量法による食事調査を行っており、本測定で5回目の測定となる。初回の測定(2014年10月)では講義のみを行い、2回目(2015年4月)は講義及び身体測定・秤量法による食事調査、3回目(2015年7月)は身体測定及び秤量法による食事調査、4回目(2015年8月)は

身体測定を行った。

表1 対象者の年齢及び身体特性

n = 40	平均±標準偏差	幅
年齢 (yr)	16±1	15-18
身長 (cm)	158.8±4.8	145.7-168.8
体重 (kg)	52.6±4.1	46.0-63.2
体脂肪率 (%)	18.5±3.9	9.7-25.0
Body Mass Index(kg/m ²)	20.8±15	17.7-24.2

2. 研究期間

本研究は5回目の測定となる。身体測定は2015年10月10日に行い、食事調査及び活動量の測定は2015年10月12日～10月14日の連続した3日間で行った。また、神戸女子大学人間を対象とする研究倫理委員会の承認(H27-17)を得た後に実施した。

3. 測定方法

1) 食事調査

対象者に食事調査用紙⁷⁾を配布し、連続した3日間(2015年10月12日～10月14日)に実施した(図1)。食事内容は自記式記入秤量法で記録してもらい、食事調査用紙を回収後、栄養計算ソフトエクセル栄養君 Ver 7.0を用いて、エネルギー摂取量及び各栄養素の摂取量を算出した。算出した項目は、成長期における成長とスポーツ活動に特に必要であると考えられるエネルギー(kcal)、たんぱく質(g)、脂質(g)、炭水化物(g)、カリ

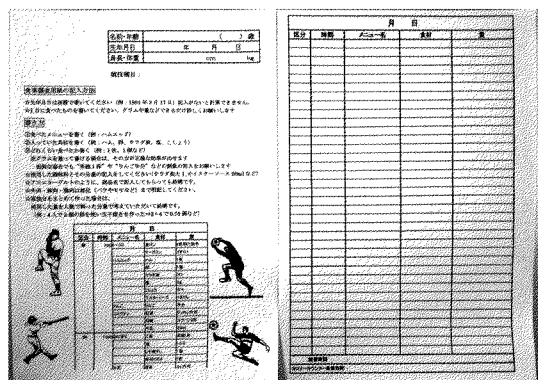


図1 食事調査用紙

成長期女子アスリートにおける適切な食事摂取基準値の検討

ウム (mg), カルシウム (mg), 鉄 (mg), ビタミンB₁ (mg), ビタミンB₂ (mg), ビタミンB₆ (mg), ビタミンB₁₂ (μg), ビタミンC (mg), ビタミンD (μg) の13項目とした。

また、これらの項目の基準値としては日本人の食事摂取基準⁶⁾における対象者と同年代の女性(15~17歳)の値を使用し、エネルギーは推定エネルギー必要量を用い身体活動レベルⅢとした(以下、基準値と略する)。三大栄養素については、たんぱく質、脂質、炭水化物の摂取量にそれぞれ4 kcal, 9 kcal, 4 kcalの係数を乗じ、推定エネルギー必要量で除した比率をエネルギー産生栄養素であるたんぱく質・脂質・炭水化物のエネルギー比率(以下PFC比率とする)とし、それ

ぞれスポーツ選手の体づくりに理想的とされるエネルギー比率である、たんぱく質15%, 脂質25%, 炭水化物60%を基準値とした⁹⁾。ビタミン・ミネラルにおいては、カルシウム、鉄、ビタミンB₁, ビタミンB₂, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, ビタミンCは食事摂取基準⁶⁾の推奨量を用い、カリウム、ビタミンDは目安量を用いた。

食品群別摂取量の基準値は、エクセル栄養君 Ver 7.0により算出された各年代、性別の摂取目安量とした。

エクセル栄養君 Ver 7.0により表示される栄養摂取状況成績表のメモ欄に、改善点等のコメントを記入し、栄養講習時に対象者に返却した(図2)。

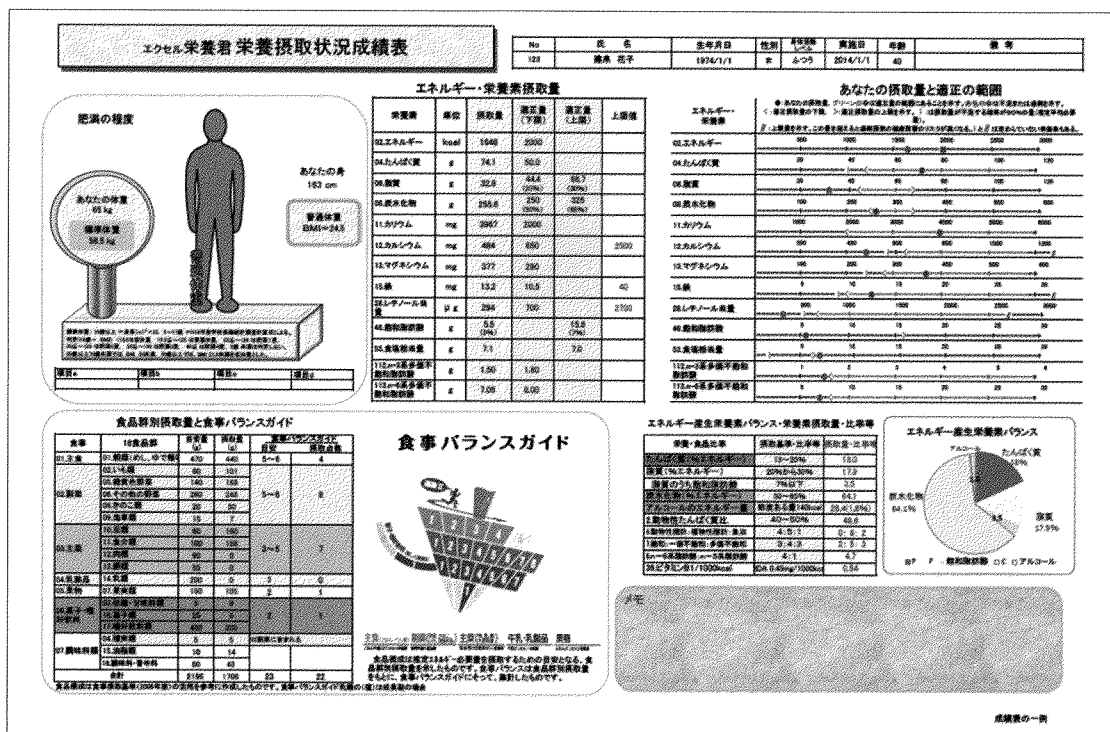


図2 対象者に返却した成績表 建邦社 HP より参照: <http://www.kenpakusha.co.jp/exceleiyou8.html>

2) 身体測定

(1) エネルギー消費量の測定

エネルギー消費量の測定は、食事調査を実施し

た3日間と同じ期間に活動量計を用いて実施した。

活動量計は、オムロンヘルスケア株式会社製のHJA-307IT Calori Scanを用いて、入浴時と睡

眠時以外は常に着用するように指示を行った。用いた活動量計は、3次元加速度センサーの測定値に年齢・身長・体重などから導き出された基礎代謝量から算出し、推定エネルギー消費量を測定することができる。

(2) 体組成の測定

身長はseca社製のポータブル身長計seca213を用いて測定し、体重及び体脂肪率、Body Mass Index (BMI) は株式会社タニタ社製のマルチ周波数体組成計MC780を用いて測定した。

(3) 統計処理

データは平均値±標準偏差で示した。平均値の差の検定には、対応のないt検定を用いた。また、統計上の有意水準は5%未満(両側検定)とした。

Ⅲ. 結果

1. エネルギー出納及び三大栄養素摂取量とPFC比率

表2は、対象者のエネルギー摂取量と三大栄養素の摂取量、エネルギー消費量の平均値と消費量に理想的なPFC比率を当てはめて算出した三大栄養素必要量及び基準値を比較したものである。

対象者のエネルギー消費量は3094 kcalであり、対象者のエネルギー摂取量や基準値に対して有意に高い結果となった ($p < 0.001$)。

三大栄養素の摂取量の平均値と基準値を比較すると、各栄養素の摂取量は、たんぱく質が92.3 g、脂質が87.8 g、炭水化物が336.9 gであり、たんぱく質及び炭水化物は有意に低い結果となり ($p < 0.001$)、脂質は有意に高い結果であった ($p < 0.001$)。また、三大栄養素の摂取量におけるPFC比率はP:F:C=14:30:52という結果であり、基準値と比較しても、脂質の摂取割合が多く、炭水化物の摂取割合が少ない結果となった。

対象者のエネルギー消費量にPFC比率の基準

値であるP:F:C=15:25:60を当てはめたところ、たんぱく質が116.0 g、脂質が85.9 g、炭水化物が463.8 gとなり、脂質のみが対象者の摂取量の方が多い結果となった。

表2 対象者のエネルギー出納とPFC比率

	単位	摂取量 (エネルギー比率%)	エネルギー消費量 (エネルギー比率%)	基準値
エネルギー	kcal	2608	3094**	2550
たんぱく質	g	92.3(14)**	116(15)	95.6
脂質	g	87.8(30)**	85.9(25)	70.8
炭水化物	g	336.9(52)**	463.8(60)	382.5

** $p < 0.001$ VS 基準値

2. ミネラル及びビタミン摂取量

表3はカリウム、カルシウム、鉄及びビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンB₆、ビタミンB₁₂、ビタミンC、ビタミンDの摂取量の平均値を基準値と比較したものである。基準値と比較するといずれの摂取量も基準値より有意に高い結果となった ($p < 0.001$) が、ビタミンDのみ摂取量が基準値より有意に低い結果となった ($p < 0.001$)。

表3 ミネラル及びビタミン摂取量

	単位	摂取量	基準値
カリウム	mg	3151**	2100
カルシウム	mg	734**	650
鉄	mg	12.3**	10.5
ビタミンD	μg	1.4**	6.0
ビタミンB1	mg	2.0**	1.4
ビタミンB2	mg	1.7**	1.4
ビタミンB6	mg	17.0**	1.3
ビタミンB12	μg	155.0**	2.5
ビタミンC	mg	3.0**	100

** $p < 0.001$ VS 基準値

3. 食品群別摂取量

表4は食品群別摂取量の平均値を基準値と比較したものである。これらの項目において、肉類、乳類、砂糖・甘味料類、油脂類は基準値より摂取量が多く、嗜好飲料類は基準値とほぼ同じ、それ以外の項目は摂取量が基準値より低い結果となった。

表 4 食品群別摂取量

	摂取量 (g)	基準値 (g)
穀 類	489	650
い も 類	29	90
緑黄色野菜	75	140
その他の野菜	211	260
きのこ類	4	20
海藻類	2	15
豆 類	84	90
魚介類	14	110
肉 類	171	90
卵 類	53	65
乳 類	293	250
果 実 類	150	250
砂糖・甘味料類	20	5
菓 子 類	18	30
嗜好飲料類	451	450
種 実 類	1	5
油 脂 類	14	12
調味料・香辛料	73	80

IV. 考察

本研究では、高校生女子サッカー選手における推定エネルギー必要量と栄養素摂取状況を検討したが、推定エネルギー必要量の検討に関しては、エネルギー消費量に対してエネルギー摂取量が少なくなっており、エネルギー摂取量を増やす必要があると考えられた。先行研究においても成長期アスリートではエネルギーを必要量摂取できていないという報告が多くあり^{10,11)}、エネルギー必要量の確保は、成長期アスリートにおける健全な成長や障害予防のためにも、今後の指導において重要な点となると考えられる。

さらに推定エネルギー必要量を検討する上では、対象者のエネルギー消費量が食事摂取基準の推定エネルギー必要量よりも高い値であったことから、エネルギー摂取量を必要量摂ることができているかは食事摂取基準の推定エネルギー必要量ではなく、対象者のエネルギー消費量と比較する必要があることが示唆された。推定エネルギー必要量は、一般人では基礎代謝基準値×体重×身体

活動レベル (PAL) で算出されているのに対し、アスリートでは一般人より筋肉量が多く基礎代謝量も高いことを考慮して、 $28.5 \times \text{除脂肪体重} \times \text{身体活動レベル (PAL)}$ で算出する方法がよく知られている^{12,13)}。しかし、この方法では基礎代謝量に差が生じたとされる報告もあり^{14,15)}、個人差にどこまで対応できるかが不確かである。そのため、アスリートの推定エネルギー必要量を検討するためには、今回の調査方法のように実際に測定することでエネルギー消費量を把握し、それに見合ったエネルギーを摂るようにする必要があると考えられた。

また、各栄養素の摂取量に関しては、たんぱく質・炭水化物が食事摂取基準及び理想的な PFC 比率に対して摂取量が低い結果となったため、エネルギー摂取は主にたんぱく質と炭水化物で補う必要があると考えられた。さらにビタミン・ミネラルにおいては、エネルギー摂取量が不足しているという結果であったのにも関わらず、ビタミン D 以外の栄養素で摂取量が基準値より有意に高い結果となった。現在の状態から必要なエネルギー量を摂ろうとすると各栄養素の摂取量は今以上に基準値を上回ると考えられるため、各栄養素の必要量に関してもエネルギー消費量と同様に、アスリートの実際の測定値から推定エネルギー必要量を反映させた基準によって検討する必要があるのではないかと考えられる。したがって、今回の対象者への栄養指導では、ビタミン D を多く含む魚類からのたんぱく質の摂取量を増加させると共に、炭水化物の摂取量を強化して、エネルギー消費量に見合ったエネルギーと各栄養素を摂取することができるように指導することが必要であると考えられる。

各栄養素の必要量の基準値として用いた食事摂取基準は、健康な個人や集団を対象としており、

推定エネルギー必要量に関しては身体活動量に見合った値が設定されているものの、ビタミン・ミネラルの摂取基準については年齢や性別に対応した数値に留まっている⁸⁾。本研究で用いた基準値も健康の維持増進・欠乏予防の指標となる推定エネルギー必要量、推奨量及び推奨量が設定できない場合の指標となる目安量であったため、アスリートにおいてこれらの値を用いる際には個別の対応が必要となるが¹⁶⁾、アスリートを対象とした具体的な数値はまだ見出されていない。今後は推定エネルギー必要量が満たされていればビタミン・ミネラルの摂取量も必要量に近い状態で摂ることができていると考えた上で、実際に測定したエネルギー消費量に見合った栄養素の摂取をしているアスリートのビタミン・ミネラル摂取量を参考として基準値を検討していく必要があると考える。利用可能なエネルギー（エネルギーアベイラビリティ）の不足が、女子アスリートの三主徴を引き起こす要因の1つにも挙げられており¹⁷⁾、成長期アスリートの様々な障害予防のためにも、測定値に応じた推定エネルギー必要量と、それに見合った栄養素の摂取は重要であると考えられる。

食品群別摂取量を検討した結果、肉類、乳類、砂糖・甘味料類は基準値より摂取量が多く、それ以外のほとんどの項目は摂取量が基準値より低い結果となった。栄養素の摂取が食事摂取基準を満たすことができている、様々な食品からの栄養素の摂取が理想的でない場合、体内で効率よく利用されない可能性も高くなり、よりアスリートとしての体づくりが難しくなることも考えられる。特に本研究の対象者は、エネルギー充足ができていない可能性に加えて、エネルギー源を肉類や乳類、砂糖・甘味料類で摂取しており、アスリートのための体づくりのために必要な食事のとり方ができていない可能性が高い。成長のための栄養素

の摂取に加えて、ハードなトレーニングに耐えることができる各栄養素の必要量を満たすためには、理想的なPFC比率に近づけることができるよう、肉類や乳類からだけではなく、摂取量の少なかった魚介類からもたんぱく質の摂取量を増やし、砂糖・甘味料からの糖質の摂取ではなく、穀類や緑黄色野菜、果実類などからの炭水化物の摂取量を増やすことができるように指導することが必要であると考えられる。

本研究では、実際に測定したエネルギー消費量に応じて各栄養素の必要量を検討することが必要だと述べてきたが、今後の課題としてエネルギー消費量の測定方法も検討する必要があると考える。アスリートにおけるエネルギー消費量の測定方法には、間接法、二重標識水法、加速度計法、心拍数法などが用いられているが、いずれの方法も測定に特殊な機器を要したり、対象者の身体状況や種目特性によって誤差を生じたりする可能性がある⁹⁾。本研究では、対象者の負担が少ないことから加速度計法を用いたが、用いた加速度計も三次元加速度センサーの測定値に年齢・身長・体重などから基礎代謝量を算出し、身体活動量を測定することでエネルギー消費量を算出している。今後の研究では、測定方法に関しても対象者の種目特性などを考慮した測定方法を検討する必要があると考えられた。

今後さらに、継続してアスリートの推定エネルギー必要量とともにエネルギー・各栄養素の摂取量と身体組成の変化を検討することが、成長期女子アスリートにおける適切な食事摂取基準値を見出すことにつながるのではないかと考える。また、推定エネルギー必要量を検討するために、活動量計の装着日と食事調査日を同日の3日間に設定したが、アスリートの体づくりは長期的な期間が必要であり、推定エネルギー必要量も長期的な

測定により検討することが必要ではないかと考える。本研究では、各栄養素の摂取量の算出結果の精度が最も高いといわれる秤量記入法を用いたが、長期的な栄養摂取量を検討することができる食事調査の方法も併せて検討する必要があるのではないかと考える。

V. 結論

本研究では、高校生女子サッカー選手における推定エネルギー必要量と栄養摂取状況について検討した。結果から、食事調査によるエネルギー摂取量は食事摂取基準値を満たしていたが、加速度計による対象者のエネルギー消費量と比較すると不足していることが示唆された。また、エネルギー摂取量が不足している状態であったが、各栄養素の摂取量は食事摂取基準を満たしており、食事摂取基準との比較では、アスリートにおける推定エネルギー必要量及び各栄養素の必要量を把握することが難しいことが明らかとなった。そのため、推定エネルギー必要量及び栄養素の必要量を検討する上では、アスリートのエネルギー消費量を適切な方法で測定し、測定結果から得られた推定エネルギー必要量に応じた各栄養素の必要量を検討する必要があると考えられた。

謝辞

本論文を終えるにあたり、研究にご協力くださった兵庫県H高校女子サッカー部員の方々ならびに監督、コーチに心より感謝申し上げます。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

文献

- 1) 文部科学省：スポーツ基本法（平成23年法律第78号）（条文），http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/kihonhou/（平成29年2月27日）
- 2) 文部科学省：スポーツ基本計画，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/icsFiles/afieldfile/2012/04/02/1319359_3_1.pdf（平成29年2月27日）
- 3) 奥脇透：整形外科的メディカルチェック，総合リハビリテーション，34（9），p823-828（2006）
- 4) 坂元美子編：はじめて学ぶ健康・スポーツ科学シリーズ6 スポーツ・健康栄養学，p64-65，p116（2013）化学同人，京都
- 5) 田口素子編：戦う身体をつくる アスリートの食事と栄養，p94-95（2007）株式会社ナツメ社，東京
- 6) 難波聡：女性アスリートの“energy availability”と月経障害，臨床スポーツ医学，26，p429-432（2009）
- 7) 特定非営利活動法人日本改善学会：食事調査マニュアル はじめの一步から実践・応用まで，p3-12（2008）株式会社南山堂，東京
- 8) 日本人の食事摂取基準（2015年版）策定検討会報告書：厚生労働省
- 9) 日本体育協会：公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト第9巻スポーツと栄養，p16（2007）財団法人日本体育協会，東京
- 10) 曾我部夏子，岡田昌己，土岐田佳子，他：女子中高生サッカー選手の身体状況および食生活についての検討，日本食育学会誌，8（1），p41-47（2014）
- 11) Kathleen J. Pantano：運動を行う若年女性をコーチする際の諸問題（第1部）Female Athlete Triad（女子アスリートに特有の3つの兆候），日本ストレングス&コンディショニング協会機関誌，19（5），p36-41（2012）

- 12) 岡村浩嗣：栄養の視点からみた主な区別区分の考え方, 臨床スポーツ医学, 26, p274-280 (2009)
- 13) 小清水孝子, 柳沢香絵, 横田由香里:「スポーツ選手の栄養調査・サポート基準値策定及び評価に関するプロジェクト」報告, 栄養学雑誌, 64 (3), 205-208 (2006)
- 14) 高橋恵理, 薄井澄誉子, 田畑泉, 他: 若年女性の基礎代謝量は除脂肪量から簡便に高い精度で推定できる—スポーツ選手と運動習慣のない女性を対象とした研究—, トレーニング科学, 20 (1), p25-31 (2008)
- 15) 山本祥子, 高田和子, 別所京子, 他: ボディビルダーの基礎代謝量と身体活動レベルの検討, 栄養学雑誌, 66 (4), p195-200 (2008)
- 16) 高田和子: 日本人の食事摂取基準 (2015年版) とスポーツ栄養, 日本スポーツ栄養研究誌, 8, p2-10 (2015)
- 17) 日本体育協会: 公認アスレティックトレーナー専門科目テキスト第9巻スポーツと栄養, p51 (2007) 財団法人日本体育協会, 東京