

## 減量期新体操選手の基礎代謝量推定式の検証

### Estimation of basal metabolic rate on female rhythmic gymnasts at weight-loss periods during preseason

木 皿 久美子<sup>1)</sup> 川 野 因<sup>2)</sup> 中 井 あゆみ<sup>3)</sup> 橋 爪 みすず<sup>4)</sup>  
古 泉 佳 代<sup>5)</sup> 夏 井 裕 明<sup>6)</sup> 石 崎 朔 子<sup>7)</sup>

*Kumiko KISARA, Yukari KAWANO, Ayumi NAKAI, Misuzu HASHIZUME  
Kayo KOIZUMI, Hiroaki NATSUI and Sakuko ISHIZAKI*

#### Abstract

- 1: Department of Sport Wellness Science, Faculty of Sport and Health Sciences, Japan Women's College of Physical Education, Kita-karasuyama 8-19-1, Setagaya, Tokyo 157-8565, Japan
- 2: Department of Food and Nutritional Science, Faculty of Applied Bio-Science, Tokyo University of Agriculture, Sakuragaoka 1-1-1, Setagaya, Tokyo 156-8502
- 3: Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture, Sakuragaoka 1-1-1, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502, Japan
- 4: Ina-nishi High School, Nishiharutika 4851, Ina 399-4493, Japan

The aim of this study was to estimate basal metabolic rate (BMR) of female college rhythmic gymnasts at weight-loss periods during preseason. This study also determined the most reliable equations among Cunningham (CG), Dietary reference guide 2015 (DRI), National Institute of Health and Nutrition in Japan (NIHN), Harris-Benedict (HB), FAO/WHO/UNU (WHO), and Japan Institute of Sports Sciences (JISS). There was no significant difference between the actual measured value (1286kcal/day) and predicted BMR by CG (1243kcal/day), HB (1329kcal/day), and WHO (1215kcal/day) equation respectively. However, those levels were significantly lower level in the DRI (1058kcal/day), NIHN (1159kcal/day), JISS (1159kcal/day) equation than the measurement of BMR, respectively. On the other hand, there was no significant correlation between their BMR and each of six predicted BMRs. In Bland-Altman plot, a correlation coefficient between mean values and differences were significant for all six predicted equations and the plot also showed significant underestimation when BMR increased. In our conclusion, CG equation was the best prediction for BMR of female rhythmic gymnasts at their pre-season.

**Keywords :** *Cunningham equations, Bland-Altman plot, prediction, underestimation*

## I. はじめに

新体操は、ロープ、フープ、ボール、クラブ、リボンを操作しながら、難度と呼ばれるジャンプ、バランス、ローテーション（ピボット）といった運動を音楽に合わせて行い、技術や美しさを競う採点競技である。しかしながら今日の新体操は難度や技術の出来栄だけでなく、選手の体型そのものも採点に影響を与え

る傾向がある。そのため選手は見た目にもスリムな体作りを目指して減量を行い、欠食や偏食、極度の食事制限を日常的に繰り返す結果<sup>8)</sup>、貧血や骨粗鬆症といった健康へのリスク<sup>1)</sup>とパフォーマンスの低下リスク<sup>6)</sup>を抱えている事が報告されている。このような健康リスクを抱えつつも、しなやかで美しい痩身な身体が新体操の競技力を支えていることも事実である<sup>5)</sup>。

ところで、食事はヒトが身体を動かすために必要な唯一のエネルギー供給源でもある。そのため、一日のエネルギー摂取量が一日の身体活動量、ひいては総エネルギー消費量と同等であれば、体重および体脂肪量には変化がみられない。すなわち、体重の増加は一日の摂取エネルギー量が一日の消費エネルギー量に比べて相対的に過剰になったために生じるのに対し、体重

1) 日本女子体育大学 (助教)  
2) 東京農業大学 (教授)  
3) 東京農業大学大学院農学研究科  
4) 伊那西高校  
5) 日本女子体育大学 (講師)  
6) 日本女子体育大学 (教授)  
7) 日本女子体育大学 (教授)

減少は摂取エネルギー量が消費エネルギー量に比べて少ない時に生じると考えられている。このことを新体操選手の食事面についてしてみると、選手は欠食や偏食をしながらも、試合前の減量期に体重が減らない、または、痩せないといった事を訴える者が多い。これは幼いころから新体操に慣れ親しんだ選手は、一日のエネルギー消費量が一般女性などと比較して少ないためではないかと考えられる。しかし、試合前の減量期の新体操選手のエネルギー消費量を実測した報告は多くない。

一日のエネルギー消費量は基礎代謝（安静時代謝）量と活動に伴う代謝量に区分され、基礎代謝量は一日のエネルギー消費量の60-75%を占めるとされている<sup>13)</sup>。また、アメリカスポーツ医学会や日本人の食事摂取基準などでは基礎代謝量に身体活動レベルを乗じてエネルギー必要量を推定する方法が提案されている。基礎代謝量とは、【生命維持のための覚醒・安静時における最小エネルギー代謝量】と定義され、24時間を通じて代謝されるエネルギーであることから持続する代謝量であり、その増大は一日の総エネルギー消費量の増大につながる可能性がある<sup>7)</sup>。しかし、体重管理が求められる減量期、試合前期の女子新体操選手の基礎代謝量が実際のどのくらいであるのか、基礎代謝の実測に関する情報が不足している。

基礎代謝量を実測するためには選手自身の負担や測定に関わる熟練者の配置の必要性、施設・設備などへの配慮も必要となることから、全ての選手を対象に基礎代謝量を測ることは難しい。そのため、女子新体操選手のような痩身女性アスリートを対象にあてはまりの良い基礎代謝量推定式を検討することは重要と考えた。

そこで、本研究ではまず、女子新体操選手を対象に試合前の減量期8月に指定の場所に一晚宿泊させ、早朝空腹時の基礎代謝量をダグラスバッグを用いて実測

することとした。次に、この実測値を、既に報告されている6つの推定式から算出した基礎代謝量推定値と比較することで、最もあてはまりの良い推定式（妥当性）を検索し、女子新体操選手の一日のエネルギー消費量およびエネルギー摂取量算出のための基礎資料を得る事を目的とした。

## II. 方法

### 1. 対象者

対象者は日本を代表する競技成績水準にあるN大学新体操部に所属する女子学生15名とした。測定は2013年8月に一度実施し、測定当日の選手は全日本大学選手権大会または関東大学選手権大会に出場した。

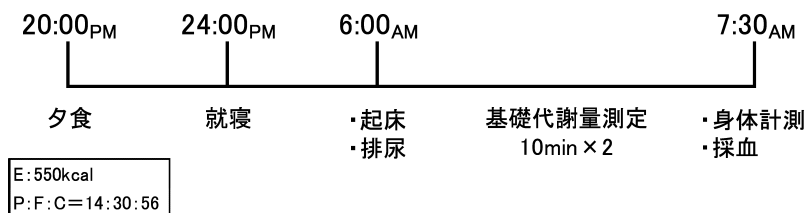
研究の実施にあたり、予め研究計画書を日本女子体育大学に設置されている「人を対象とする実験・調査等に関する倫理審査委員会」に提出し、承認を得た。また、研究参加にあたり対象者には、予想される危険性などを十分に説明し、本人と本人が20歳未満の場合はさらに保護者からも文書による同意を得た。

### 2. 調査項目

#### (1) 対象者特性の把握

年齢、居住形態、習慣的な食物摂取状況は食物摂取頻度調査票 FFQg (ver. 6.0建邦社)を用いて調査するとともに、測定日当日に10時間以上の空腹条件下で対象者の身長および体重、体脂肪率、筋肉量を測定した。身長はハンドル大型身長計（ヤガミ社製 YL-65）、体重、体脂肪率、除脂肪体重量（LBM）は生体インピーダンス法にて測定した（Biospace社製、In Body430）。Body Mass Index（BMI）は身長および体重の各測定値から  $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身長}(\text{m})^2$ を用いて算出した。

また、基礎代謝量測定後の早朝空腹条件下で上腕正中皮静脈より採血を行い、赤血球数、白血球数、血小



E：夕食時のエネルギー摂取量，P：たんぱく質エネルギー摂取割合，  
F：脂質摂取エネルギー割合，C：炭水化物摂取エネルギー割合

図1 調査プロトコル

表1 本研究で用いた基礎代謝量の推定式

名称	推定式
Cunningham (CG) 式*	LBM (kg)×21.6+370
基礎代謝基準値 (DRI) 式** (18~29歳女性)	22.1×Weight (kg)
Ganpule (栄研) 式** (女性)	(0.0481×Weight (kg)+0.0234×Height (cm)-0.0138×Age (yr)-0.5473{ 2 (female) }+0.1238)×1000/4.186
Harris-Benedict (HB) 式** (女性)	655.0955+9.5634×Weight (kg)+1.8496×Height (cm)-4.6756×Age (yr)
FAO/WHO/UNU (WHO) 式** (18~29歳女性)	(55.6×Weight-1397.4×Height/100+148)/4.186
JISS 方式***	28.5×LBM (kg)

\* Cunningham (1991)<sup>3)</sup>.

\*\* 厚生労働省：日本人の食事摂取基準2015年版，p.64，第一出版<sup>9)</sup>.

\*\*\* 辰田和佳子ほか (2012)<sup>14)</sup>.

板数，ヘモグロビン，ヘマトクリット，血清鉄，総鉄結合能，フェリチン，エストラジオール，トリヨードサイロニンの各濃度を分析した。なお，血液分析は全て，(株)メディカルラボ（橋本，神奈川県）に依頼した。

## (2) 基礎代謝量の測定

測定は2013年8月に実施した。測定前日は激しいトレーニングを避けるよう指示し，午後9時までに夕食（エネルギー；550kcal，たんぱく質エネルギー割合；14%，脂質エネルギー割合；30%，炭水化物エネルギー割合；56%）を提供し，夕食後は水またはお茶以外の飲食を全て禁止した。さらに測定前夜は大学附属の施設に宿泊させるとともに，午後12時には就寝させた。

測定当日は午前6時に起床させ，排尿排便後，検温し，23~25°Cの室温下で仰臥位にて安静状態を保持させ，ルドルフマスクを装着させた。脈拍が一定であることを確認した後，ダグラスバックに呼吸を10分間採取し，ポータブルガスモニター（AR-1 O<sub>2</sub> 郎 Type-4）を用いて換気量，酸素摂取量，二酸化炭素排出量，さらに，Weirの式に基づき1分間あたりのエネルギー消費量（kcal/min）を求めた。1日あたりの基礎代謝量（kcal/day）から体重あたり（kcal/kg 体重/day）及びLBMあたり（kcal/LBM kg/day）の基礎代謝基準値も算出した。なお，Weirの式は以下に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \text{Weirの式：エネルギー消費量（kcal/min）} \\ = 3.9 \times \dot{V}O_2 \text{（L/min）} + 1.1 \times \dot{V}CO_2 \text{（L/min）} \end{aligned}$$

## (3) 推定式を用いた基礎代謝量の算出

基礎代謝量の推定式には既存の6つの推定式を用いて，基礎代謝量の推定値を算出した。すなわち，Cun-

ningham式（以下CG式）<sup>3)</sup>，2015年版日本人の食事摂取基準策定検討会報告書に掲載されている20~29歳女性を対象とする4つの推定式<sup>9)</sup>；基礎代謝量基準値（以下DRI式），国立健康栄養研究所が開発したGanpule式（以下栄研式），Harris-Benedict式（以下HB式），FAO/WHO/UNUの式（以下WHO式），さらに，国立スポーツ科学センターがスポーツ選手用に提案した推定式（以下JISS式）<sup>14)</sup>を用い，個人の年齢，体重，身長，LBMを代入して基礎代謝推定値を算出した（表1）。そして，得られた基礎代謝推定値を実測値と比較した。

## (4) 統計処理

値は平均値±標準偏差および人数（%）で示した。統計処理はSPSS（IBM statistics ver. 22）を用いて行った。解析にあたり全ての値は予め正規性の有無を確認し，正規性が確認された2群間の差の比較には対応のあるt検定，正規性が確認できなかったものにはWilcoxonの符号付順位和検定を用いた。正規性がある値の相関関係はPearsonの係数，正規性がない値はSpearmanの係数を用いて評価した。そして，実測値と推定値の系統誤差はいずれも正規性が見られたため，Bland-Altman plot 値の分布とその関係式として図示した。有意水準は5%未満とした。

## III. 結 果

### (1) 対象者特性

対象者の平均年齢は19.9歳，一人暮らしの者は全体の60%をしめ，月経状況は不定期と答えたものが12名

表2 対象者特性

年齢	(歳)	19.9±1.2	( 18 - 22 )
居住形態 <sup>1)</sup>	一人暮らし	9	( 60.0 )
	家族と同居	6	( 40.0 )
身長	(cm)	161.2±3.7	(157.6 - 169.5)
体重	(kg)	47.9±2.5	( 44.7 - 51.9 )
BMI <sup>2)</sup>	(kg/m <sup>2</sup> )	18.4±0.9	( 17.1 - 20.2 )
体脂肪率	(%)	15.6±2.2	( 13.0 - 19.8 )
体脂肪量	(kg)	7.5±1.2	( 6.0 - 9.9 )
除脂肪体重 <sup>3)</sup>	(kg)	40.4±2.3	( 37.7 - 44.1 )
エネルギー摂取量	(kcal)	1992±370	( 1356 - 2613 )
たんぱく質摂取量	(g)	53.2±9.6	( 32.6 - 65.1 )
体重あたり	(g/kg 体重)	1.1±0.2	( 0.7 - 1.5 )
鉄摂取量	(mg)	6.5±1.1	( 4.2 - 9.3 )
赤血球数	(10 <sup>4</sup> /μl)	446±23	( 414 - 487 )
白血球数	(/μl)	5050±805	( 3500 - 6400 )
血小板数	(10 <sup>4</sup> /μl)	27.2±4.7	( 18.9 - 37.5 )
ヘモグロビン濃度	(g/dl)	13.2±0.6	( 12.3 - 14.3 )
ヘマトクリット値	(%)	40.5±1.8	( 38 - 43 )
血清鉄濃度	(μg/dl)	170±62	( 72 - 299 )
総鉄結合能	(μg/dl)	348±18	( 321 - 382 )
トランスフェリン飽和率	(%)	48.6±16.8	( 20.6 - 78.3 )
血清フェリチン濃度	(ng/ml)	28.0±19.2	( 7.7 - 86.0 )
エストラジオール濃度	(pg/ml)	113±149	( 10 - 559 )
トリヨードサイロニン濃度	(ng/ml)	1.01±0.12	( 0.79 - 1.21 )

値は基本的に平均値±標準偏差(最小値-最大値), n=15.

<sup>1)</sup>△値は人数(%), <sup>2)</sup>BMI: Body Mass Index.

<sup>3)</sup>除脂肪体重(kg)=体重(kg)-体脂肪量(kg).

(80%)であった。身長、体重、BMIは表2に示すとおりであり、BMI<18.5の「やせ」と判定される者の割合は46.6%であった。体脂肪率の平均値は15.6%、体脂肪量は7.5kg、LBMは40.4kgであった(表2)。一日当たりのエネルギー及びたんぱく質摂取量は試合期前という事からそれぞれ平均1992kcal、53.2gであった。体重あたりのたんぱく質摂取量の平均値は1.11gであり、中には0.68gとかなり低値を示す選手もいた。

この時、貧血指標は赤血球数、白血球数、血小板数は低値を示すものもいるものの、ヘモグロビンやヘマトクリット値は正常範囲内であった。すなわち、貧血と判断されるものは一人として観察されなかった。鉄飽和率も全員が鉄不足状態を示す16%以上を示した。また、血清フェリチン濃度も鉄貯蔵不足の指標とされる12ng/mL未滿を示す者は唯一1名であり、平均フェリチン濃度は28ng/mLであった。エストラジオールやトリヨードサイロニン濃度も全員が基準値内であった

(表2)。

## (2) 基礎代謝量実測値と推定式の比較

グラスバッグを用いた一日あたりの基礎代謝量平均値は1286kcal/day、体重あたりの基礎代謝量平均値は26.5kcal/kg 体重/day、LBMあたりの基礎代謝量平均値は31.3kcal/kg LBM/dayであった。実測値と各推定値を比較すると、DRI式、栄研式、JISS方式は実測値に比べいずれも有意に低値を示した一方、CG式、HB式、WHO式との間に有意な差は見られなかった(表3)。また、新体操選手15名を対象とした基礎代謝実測値はCG式、DRI法、栄研式、HB式、WHO式、JISS方式を用いたいずれの推定値とも有意な相関関係は見られず(図2)、Bland-Altman plot はいずれの式も有意な正の相関関係があり、系統誤差が確認された(図3)。また、6つの推定式のうちCG式による推定値は実測値との差が最も小さかった(23kcal/day)。

表3 新体操選手の基礎代謝量の実測値と各種推定式から求めた推定値との比較

		平均値±標準偏差	p
実測値 (REE)	(kcal/day)	1286±135	
REE/BM	(kcal/BM kg/day)	26.5±3.3	
REE/LBM	(kcal/LBM kg/day)	31.3±3.6	
推定値			
CGの式*	(kcal/day)	1243±51	0.496
DRIの式 <sup>‡</sup>	(kcal/day)	1058±58	<0.001
栄研の式 <sup>‡</sup>	(kcal/day)	1159±48	0.010
HBの式 <sup>‡</sup>	(kcal/day)	1329±32	0.234
WHOの式 <sup>‡</sup>	(kcal/day)	1215±44	0.156
JISSの方式 <sup>‡</sup>	(kcal/day)	1159±67	0.010

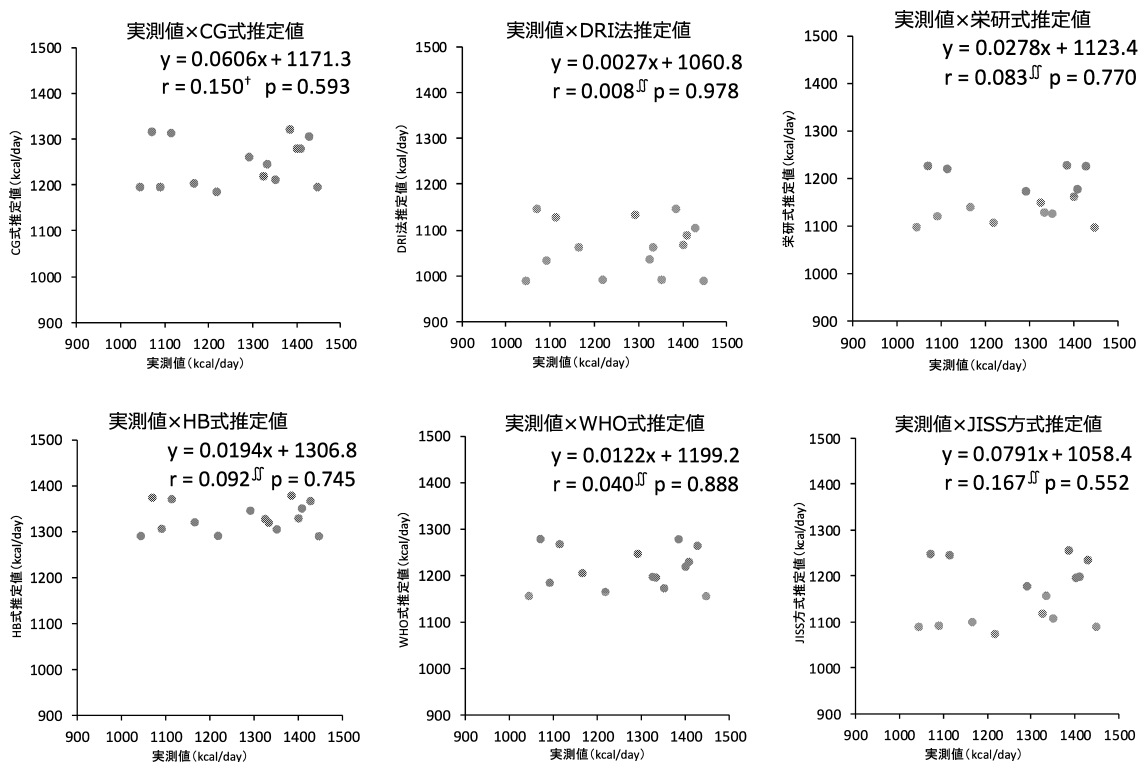
p: 実測値と各推定値との差の有意確率, <0.001; 0.001未満の有意確率, \*対応あるt-検定, <sup>‡</sup>Wilcoxonの符号付き順位検定.

REE: 基礎代謝実測値, BM: 体重, LBM: 除脂肪体重, CGの式: Cunninghamの式<sup>3)</sup>, DRIの式: 基礎代謝基準値の式<sup>9)</sup>, 栄研の式: Ganpuleの式<sup>9)</sup>, HBの式: Harris-Benedictの式<sup>9)</sup>, WHOの式: FAO/WHO/UNUの式<sup>9)</sup>, JISSの式: 辰田ほかの式<sup>14)</sup>. n=15.

## IV. 考 察

新体操選手を対象に基礎代謝量を測定し、これまでに報告されている6つの推定式の適合性を検討した。その結果、試合期直前の新体操選手の体重あたりの基礎代謝量は日本人の同年代女性と比較して高値を示したものの、6つの推定式から算出される値との間に有意な関連が見られず、除脂肪体重あたりの基礎代謝実測値はDRI式、栄研式、JISS式を用いた推定値より有意に高値を示した。

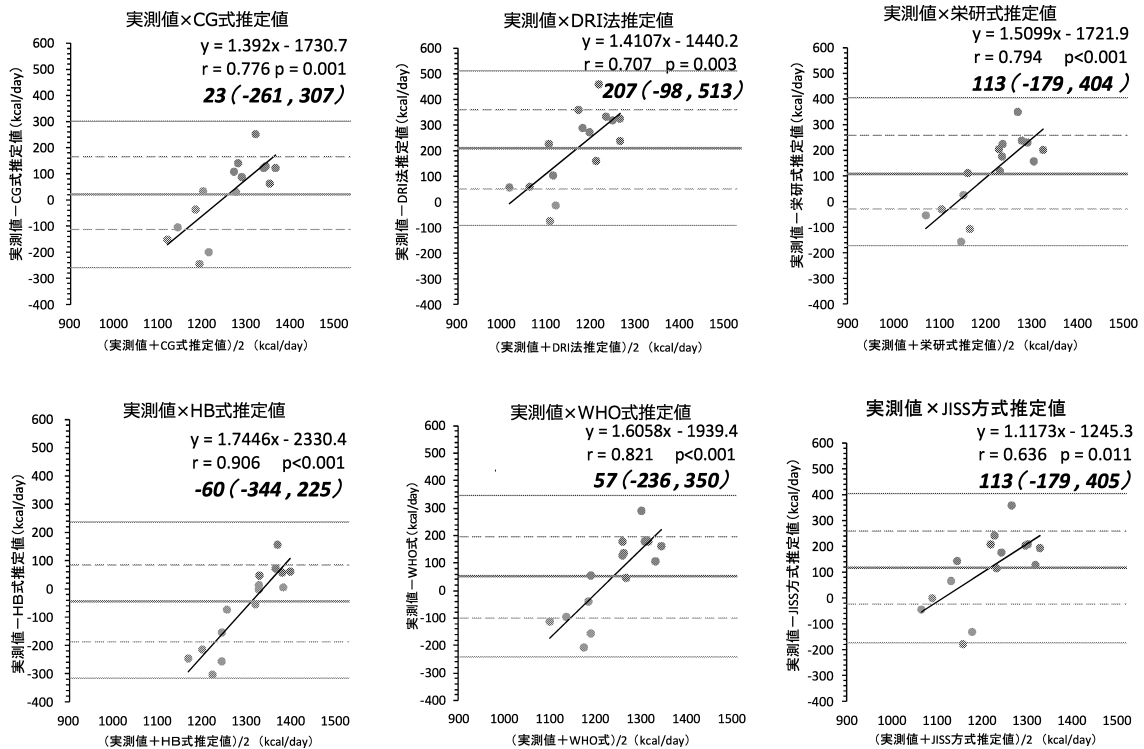
日本人の食事摂取基準2015年版<sup>9)</sup>によると、自由な生活下におけるエネルギー消費量を正確に測定できる方法は現在のところ二重標識水法だけとされている。しかし、この方法は高価であり、特殊な測定機器が必要とされることから汎用性が低いため、身長や体重などを推定式に投入して評価する方法が用いられている。スポーツ選手の基礎代謝量を推定する場合、年齢



横軸 (x) は実測値, 縦軸 (y) は推定値. <sup>†</sup>r: Pearson, Spearmanの相関係数.

p: 有意確率. 実測値: 基礎代謝量の実測値, CG式: Cunninghamの式<sup>3)</sup>, DRI式: 基礎代謝基準値の式<sup>9)</sup>, 栄研式: Ganpuleの式<sup>9)</sup>, HB式: Harris-Benedictの式<sup>9)</sup>, WHO式: FAO/WHO/UNUの式<sup>9)</sup>, JISS方式: 辰田ほかの式<sup>14)</sup>.

図2 基礎代謝実測値と各推定式から求めた基礎代謝量との関連性



横軸 (x) は実測値と各推定値の合計値の平均値, 縦軸 (y) は実測値と推定値の差。  
 r ; Pearson の相関係数, p ; 有意確率, 太文字の値 ; 中央値 (- 2 SD, + 2 SD)。  
 SD ; 標準偏差。

縦軸実線 — は中央値, 縦軸破線 - - - - は ± 1 SD, 縦軸実線 — — は ± 2 SD。

グラフはいずれの推定式 plot も有意な正の相関関係にある事を示す。すなわち, 実測値の大きい個人は推定値が過少に評価されるのに対して, 実測値の小さい個人は推定値が過大に評価されるといった有意な系統誤差のあることが明らかになった。

図3 Bland-Altman plot による系統誤差の検証

を考慮しつつ個人の身長と体重を投入する国立健康栄養研究所の式(栄研式)やHarris-Benedictの式(HB式)に対して年齢階級を考慮するFAO/WHO/UNUの式(WHO式)は不向きと考えられている<sup>7)16)</sup>。一方, JISSの式ではLBMを用いて推定することを推奨している<sup>14)</sup>。アスリートは活動不足な人たちと比べて体脂肪率が低いため, 体重ではなく体組成を考慮することが良いとする考えである。しかし, JISSの式は男性の基礎代謝実測値を根拠とするものであり, 女性アスリートに当てはまりが良いかは不明である。特に, 新体操選手のような痩身女性の推定では不明である。

アスリートは活動不足な日本人と比較して, トレーニングの期分けに伴い一日の身体活動量や質が異なることに加え, 体組成も異なる可能性がある。柳谷と高橋<sup>16)</sup>は男性1名の基礎代謝量を半年間にわたって測定

し, DRI式とJISS式による推定値と実測値の一致率について検討している。彼らによると半年間の時期の違いが体重や体脂肪率, LBMの変動をもたらすものの, 体重あたりの基礎代謝量は21.5kcalとほぼ一致すること, さらに半年間の変動係数は4.5%とわずかであったと報告している。そして, 体重が影響因子となるDRI法では実測値との一致率が89.4%であったのに対し, LBMが影響要因となるJISS方式は28.2kcal/kg LBMであり, 実測値との一致率は99.0%と高いことを明らかにした。このような結果からもアスリートの基礎代謝量推定式にはLBMあたりの推定式を用いる事が望ましいと結論付けている。

ところが, 今回の新体操選手では6つの推定式で求めた基礎代謝量はいずれも実測値との間に有意な相関関係は見られず, Bland-Altman plotの評価では基礎

代謝量の高い選手や低い選手でそれぞれ過小・過大評価される危険性のある事が観察された。そして、6つの推定式の中で最も誤差が少ない推定式（中央値がゼロに近い推定式）はCG式であることも明らかとなった。

当初我々は新体操選手の一日のエネルギー消費量は日本人の一般女性と比較して少ない可能性を考え、その背景に基礎代謝量の低下を考えていた。しかし、実測の結果、一日の基礎代謝量は新体操選手で平均1286 kcalであり、同世代の参照体重による日本人女性(1110kcal)<sup>9)</sup>と比較して高く、新体操選手の体重あたり基礎代謝量(26.5kcal/kg 体重)やLBMあたりの基礎代謝量(31.3kcal/kg LBM)も、DRI式の基礎代謝基準値(22.1kcal/kg 体重)<sup>9)</sup>やJISS式(28.5kcal/kg LBM)と比べて高値であった。この結果は新体操選手の基礎代謝量は日本人参照体重女性に比べて低下することがなく、むしろ高い可能性を示唆している。この結果は当初の仮説とは一致しない結果であった。激しいトレーニングを繰り返す女性アスリートに月経不順者が多く、その背景にエネルギー量の摂取不足が指摘されている。今回の対象選手にも13名の月経不順者(86.7%)がいたことから、摂取エネルギー量と消費エネルギー量のバランスの乱れが月経不順や基礎代謝量高値に繋がった可能性がある。

新体操選手は競技歴が長く、大学入学までに6年以上を経験している者が多い。今回の対象選手の体脂肪率は平均15%であり、不活動な女性(24.3%)<sup>11)</sup>と比較してかなり低値であった。加えて、今回の調査期が試合期前の減量期であったことから、新体操選手の体重は47.9kgであり、LBMは40.4kgであり、日本人の基本体型(体重50.0kg)と比べても体重、体脂肪率は低値であった。今回の結果には示していないが、同時期に測定した大学女性の測定値がDRI式などの6つの推定値と有意な正相関を示した<sup>12)</sup>ことから、測定技術が影響した可能性は少ないと考えている。推定値と実測値との間に有意な相関関係がみられなかった理由として、対象者全員の体格が狭い範囲に集中していたこと(身長の変動係数は2.3%、体重の変動係数は5.2%であり、上述の大学女性における身長と体重の変動係数(身長:3.5%、体重12.6%)と比べて小さかった)に加え、実測値のデータのバラつきが大きかったことが挙げられる。

柳谷ら<sup>16)</sup>は前日のトレーニング強度が基礎代謝量に影響すると報告している。今回、我々の対象者は通常

練習後、すなわち、測定前日は午後8時半まで普段通りの練習を行っていた後、その夜から宿泊を伴う測定を行った。測定前日の夜遅くまで行ったトレーニングが基礎代謝量に影響した可能性は否定できない。しかし、新体操選手の普通の生活を考えると、測定前日の練習を避けた測定は選手の日々の基礎代謝量を反映した結果とならず、現場での汎用に耐えない結果となり、日々のエネルギー消費量やエネルギー摂取量の推計に活用出来ないだろうと考えた。そこで、普段の生活における基礎代謝量を測ることとしたが、そのことが高い基礎代謝実測値と個人間のバラつきを示すことにつながった可能性が考えられた。

今回、新体操選手の集団特性を知るために平均的な基礎代謝量を推定するのであれば、実測値との誤差が最も少なかったCG式を用いるのが適当と考えられたものの、基礎代謝実測値に当てはまりの良い推定式を見出すことができなかった。今後は多様な因子を考慮して新体操選手の基礎代謝量推定式を明らかにする必要がある。また、新体操選手の基礎代謝量が日本人のDRI参照値や男性で求められたJISS基準値で算出された値よりも高値であったことから、選手の健康リスク低減のためにも今回のエネルギー摂取量(2000kcal/日)は減量期の食事として適切であったと考えられた。今後とも、基礎代謝実測値数を継続的に増やすことが新体操選手の基礎代謝量の決定と簡易推定式の策定のための課題であると言えよう。

## V. 結 論

試合期前の減量期新体操選手の基礎代謝量を測定するとともに、既に報告されている6つの推定式の妥当性を検証した結果、CG式、HB式およびWHO式による推定値と実測値の平均値に有意な差は見られなかった。

しかし、既存の6つの推定式から求めた推定値と実測値との間には有意な相関関係は見られず、新体操選手の除脂肪体重当たりの基礎代謝量の実測値は31.3 kcalという高値を示した。そして、Bland-Altman plotの結果から実測値との差が最も少ない推定式はCG式であったものの、当てはまりの良い推定式を策定するためには今後も継続的に基礎代謝量を実測する必要があることが示唆された。

## 引用文献

- 1) 青木通 (2009) 大学新入生における行動変容段階と体力の関連性, 文京学院大学人間学部研究紀要 11: 279-291.
- 2) American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, & Dietitians of Canada, Joint position statement (2009) Nutrition and athletic performance, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 41: 709-731.
- 3) Cunningham, J.J. (1991) Body composition as a determinant of energy expenditure, a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 54, 963-969.
- 4) Harris, Benedict 『A biometric study of basal metabolism in man (1919)』 <http://www.archive.org/details/abiometricstudy01benegooq> (参照日2014年8月20日).
- 5) 石崎朔子, 川野因, 笹本重子 (1999) 新体操選手の日常食における牛乳と鉄剤摂取に伴う身体組成の変化と貧血防止について, *日本女子体育大学紀要* 29: 1-7.
- 6) 伊藤静, 青野博 (2006) 減量のパフォーマンスへの影響, *臨床スポーツ医学* 23: 357-364.
- 7) 久保佳子, 藤井久雄 (2010) トレーニングプログラムが安静時代謝量に及ぼす影響, *仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集* 11: 119-127.
- 8) 小清水孝子 (2008) 審美系女子スポーツ選手の減量時の食事における問題点, *臨床スポーツ医学* 25: 891-896.
- 9) 厚生労働省 (2014) 日本人の食事摂取基準2015年版, 59-67, 第一出版, 東京.
- 10) 厚生労働省 (2014) 平成24年度国民健康・栄養調査結果報告, 第2部身体状況調査の結果. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h24-houkoku-05.pdf> (平成26年9月1日取得)
- 11) 目崎登, 川崎彰子, 相澤勝治ほか (2006) 女子競技者の体重コントロールと月経異常, *臨床スポーツ医学* 23: 377-381.
- 12) 中井あゆみ, 古泉佳代, 木皿久美子ほか (2014) 大学女子新体操選手における基礎代謝の実測値と推定値の比較検討, *栄養学雑誌* 72: 258.
- 13) Poehlman, E.T (1989) Exercise and its influence on testing energy metabolism in man, *Medicine & Science in Sports & Exercise* 21: 515-525.
- 14) 辰田和佳子, 横田由香里, 亀井明子ほか (2012) エリート男性競技者の高い基礎代謝量は身体組成に起因する, *体力科学* 61: 427-433.
- 15) 山田小太郎, 朝倉正昭, 橋佑輔ほか (2008) 男女新体操選手における下肢の筋形, 筋出力及び無酸素性パワー発揮特性, *The Annual Reports of Health, Physical Education and Sport Science* 27: 7-13.
- 16) 柳谷怜兵, 高橋弘彦 (2010) トレーニングおよび身体状況がスポーツ選手の基礎代謝量に及ぼす影響, *仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集* 11: 79-86.

(平成26年9月11日受付)  
(平成26年12月17日受理)