一流中・長距離走選手の栄養指導

水沼俊美* 菊石五月** 坂井堅太郎**
山本茂** 山上文子*** 木路修平***
河野匡*** 川野因**** 高橋保子*****

NUTRITIONAL ASSISTANCE FOR ELITE ATHLETES

TOSHIMI MIZUNUMA, SATSUKI KIKUISHI, KENTARO SAKAI, SIGERU YAMAMOTO, FUMIKO YAMAGAMI,
SHUHEI KIJ, TADASU KAWANO, YUKARI KAWANO and YASUKO TAKAHASHI

Abstract

We performed dietary guidances for 15 male elite athletes (23 ± 3 years of age) participating a training program for vigorous endurance run. Nutrient allowances for the athletes were determined by the guidelines of Japanese Dietary Allowances (5th ed.), considering their physical activities at the highest level IV; total energy 3,500 kcal, protein 140 g, lipid 100 g, carbohydrate 510 g, calcium 1,500 mg, iron 25 mg, vitamin A 8,000 IU, thiamine 4.0 mg, riboflavin 5.0 mg and vitamin C 200 mg per day. We also developed food group allowances for the athletes based on their nutrient allowances and current young-aged Japanese dietary styles; cereals 400 g, potatoes and starches 60 g, sugars 20 g, fats and oils 30 g, pulses 120 g, meats 150 g, fishes and shellfishes 150 g, eggs 80 g, milks 600 g, green and yellow vegetables 300 g, the other vegetables 350 g, fruits 400 g and algae 20 g per day. For the experimental period of 45 days, daily diets adjusted to approximate 120% of the dietary allowances were served to the athletes who were free taking snacks and drinks. Dietary guidances for the athletes were assessed by monitors of their dietary intakes, physical constitution and clinical examinations in blood. Means of the dietary intakes of the athletes were 96~99% of the dietary allowances, determined by a nutritional survey with the 24 hrs recall method. There were less changes in the physical constitution of the athletes before, during and after the experimental period; body weight 57 ± 2 kg and body fat $8.8 \pm 2.4\%$. Values of the clinical marks in the blood of the athletes were maintained normally for a half year including the experimental period; red blood cells $507 \pm 9 \times 10^4$ cells/mm³, hemoglobin 15 ± 0.4 g/dl and hematocrit $46.6 \pm 0.7\%$.

It is concluded that suitable nutritional guidances and managements for young-aged male vigorous endurance runners lead good in their health and physical maintenances, which may have important consequences for their physical development as elite athletes.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1997, 46: 383~388)

key words : athletes, dietary allowances, surved diet, intakes

I. 緒 言

昭和60年に厚生省が策定した「健康づくりのための食生活指針」、平成2年の「健康づくりのた

めの食生活指針(対象特性別)」に対応して、平成元年に厚生省は運動所要量を策定し、「健康づくりのための運動指針」を提示している^{1,2)}。栄養と運動は健康づくりの車の両輪をなすとの考えに

*佐賀大学文化教育学部地域・生活文化講座
〒840 佐賀市本庄町1番地

**徳島大学医学部栄養学科実践栄養学講座
〒770 徳島市蔵本町3-18-15

*** (株)大塚製薬工場 陸上競技部
〒772 鳴門市撫養町立岩字芥原115

**** 日本女子体育大学スポーツ栄養学研究室
〒157 東京都世田谷区北島山8-19-1

***** 徳島大学医学部医事課栄養管理室
〒770 徳島市蔵本町2-50-1

Faculty of Culture and Education, Saga University, Saga, 840, Japan.

Department of Nutrition, School of Medicine, The University of Tokushima, Tokushima, 770, Japan.

Otsuka Pharmaceutical Factory, Inc. Naruto City, Tokushima, 772, Japan.

Department of Sports Nutrition, Japan Women's College of Physical Education, Tokyo, 157, Japan.

Department of Nutrition, Tokushima University Hospital, Tokushima, 770, Japan.

よるものである。しかし、スポーツ指導の現場においては、栄養(食生活)と運動の分野はそれぞれ分離しており、トレーニングとの関わり合いで、日常の栄養状態を把握した研究はわずかしかない^{3,4)}。そこで、今回、実業団・陸上競技部の中・長距離走選手の栄養指針の作成を試みた。すなわち、中・長距離走選手の給与栄養素量、食品構成及び、献立を作成し、給与及び実給与栄養素量を算出した。さらに、実際の選手による摂取量および調査期間中の消費エネルギーを調査し、栄養診断をする方法で一連の栄養指導を行った。

Ⅱ. 方 法

A. 被検者

被検者は、医師による病歴及び健康状態に異常が認められない実業団・陸上競技部(徳島県鳴門市)の男子選手15名で、研究の手順及び内容を熟知し、承諾したものである。被検者は、1,500 m(4名)、3,000 m 障害(1名)、5,000 m と 1 万 m(5名)及び、マラソン(5名)など中・長距離走種目の選手である。被検者全員が競技経験5年以上を有し、一週間平均 140 km 以上のランニングトレーニングを実施している。

B. 給与栄養素量(目標量)と食品構成の策定

1. 給与栄養素量の策定

被検者が中・長距離走選手であることから、生活活動強度をⅣとし、男子における年齢階層別、身長別栄養所要量(第五次改定日本人の栄養所要量)⁵⁾から給与栄養素量を荷重平均栄養素算定の方法⁶⁾に基づき算定した。

三大栄養素量(たん白質、脂質及び糖質)は、エネルギー比率をたん白質15%、脂質20~25%、糖質55~60%として⁷⁾算定した。

給与微量栄養素量(カルシウム、鉄、ビタミンA、B₁、B₂及びC)は、旧東ドイツの長距離走選手の微量栄養素基準量も加味し^{8,9)}、生活活動強度Ⅰの日本人の所要量の2~4倍とした。

2. 食品構成の策定

上述の給与栄養素量を基に、常法¹⁰⁾により食品構成を作成した。なお、食品群別荷重平均成分値を、平成7年度の実業団・陸上競技部の食品出

納を基に、常法¹¹⁾により算出した。

3. 献立の作成

給与栄養素量と食品構成から献立を作成した。被検者は昼食に社員食堂で一般食をとるので、朝食と夕食に実業団・陸上競技部の管理栄養士による特別調整食を食べた。

C. 栄養調査期間

1. 調査期間

調査期間は、平成7年1月30日から平成7年3月31日の土日を除く45日間であった。

2. 実給与栄養素量及び食品群別実給与栄養素量の算出

被検者のために特別調製した朝食・夕食の献立及び社員食堂で提供された昼食の献立から、四訂日本食品標準成分表を基に一日当たりの実給与栄養素量及び食品群別実給与栄養素量を算出した。

3. 摂取栄養素量及び食品群別栄養素摂取量の算出

レース参加や遠征、合宿トレーニングなどの理由で特別調製食を摂取できなかった選手7名を除く、8名の被検者に対し、26日間の調査期間中24時間思い出し法で食事摂取量調査し、四訂日本食品標準成分表を基に摂取栄養量及び食品群別栄養素摂取量を算出した。

D. 消費エネルギーの算出

被検者に、一日の生活行動を5分刻みのタイムスタディ表に記入してもらい、エネルギー代謝率を用いて¹²⁾、1日の消費エネルギーを算出した。トレーニング時の消費エネルギーについては、調査員が、実際に被検者の練習を個別観察しながら、トレーニング内容とトレーニング時間をタイムスタディ表に詳細に記入し、算出した。

E. その他

調査期間の6ヶ月間にわたり、体密度法(水中で計測した体密度から体脂肪量を測定)¹³⁾による体脂肪率と血液性状(赤血球数、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値)の変動を調べた。

Ⅲ. 結 果

A. 被検者の身体及び生理的特徴

被検者の年齢は23±3歳、身長は172±5cm、

体重は 57 ± 2 kg, 体脂肪率は $8.8 \pm 2.4\%$, そして体脂肪量は 5 ± 0 kg であった(表1)。また, 調査期間6ヶ月間を通じて, 選手の血液性状は正常値¹⁴⁾の範囲にあった。いわゆる, 貧血症状は見られなかった。

B. 給与栄養素量(目標量)の算定(表2)

一人一日当たりのエネルギー目標量を, 第五次改定日本人の栄養所要量をもとに荷重平均栄養素算定法に従って 3,500 kcal と算定した。その中に占めるたん白質, 脂質及び糖質量は, それぞれ, 140 g, 100 g 及び 510 g である。

なお, エネルギー目標量が 2,500, 3,000 及び 4,000 kcal の場合には, エネルギー目標量が 2,500 kcal から 500 kcal 増加するに伴い, たん白質を 20 g, 脂質を 15 g, 及び糖質を 70 g ずつ増加することになる(表3)。

微量栄養素の給与量を, 生活活動強度 I に対する倍率(2~4倍)をもって算出した。さらに旧東

Table 1. Physical characteristics and hematological profile of the subjects

Parameters	
Age(years)	23 ± 3
Height(cm)	172 ± 5
Body weight(kg)	57 ± 2
Body fat(%)	8.8 ± 2.4
Red blood cells(10^4 cells/ mm^3)	507 ± 9
Hemoglobin(g/dl)	15.0 ± 0.4
Hematocrit(%)	46.6 ± 0.7

Table 2. Calculated nutritional allowances for male long-distance runners

Nutrients	
Energy(kcal)	3500
Protein(g)	140
Fat(g)	100
Carbohydrate(g)	510
Calcium(mg)	1500
Iron(mg)	25
Vitamin A(IU)	8000
Vitamin B ₁ (mg)	4.0
Vitamin B ₂ (mg)	5.0
Vitamin C(mg)	200

Table 3. Calculated dietary allowances of energy, protein, fat and carbohydrate

Energy(kcal)	Protein(g)	Fat(g)	Carbohydrate(g)
2500	125	70	345
3000	145	85	415
3500	165	100	485
4000	185	115	555
Percent of total caloric intake(%)	15~20	25	55~60

Table 4. Food allowances

Food groups	(g)
Cereals	400
Potatoes and starches	60
Sugars	20
Fats and oils	30
Pulses	120
Meats	150
Fishes and shellfishes	150
Eggs	80
Milks	600
Vegetables	
green & yellow	300
others	350
Fruits	400
Algae	20

ドイツにおける20~29歳の軽作業労働者に対する長距離走選手の微量栄養素基準量の倍率も参考にした^{15,16)}。

C. 食品構成の策定

給与栄養素量を充たす, 食品構成を表4に示した。今回, 算定した食品構成の設定には, 被検者の年齢が 23 ± 3 歳という若い世代の嗜好を考慮し, いも類を抑え, カルシウム目標量 1,500 mg を充たすために乳類を 600 ml に, またビタミン B₁ 及び B₂ の目標量を充たすために, 野菜類および果実類を多めにするなどの配慮をした。

D. 実給与栄養素量及び食品群別実給与栄養素量の算出

被検者に供給した食事から, 一日当たりの実給与栄養素量及び食品群別実給与栄養素量を算出した結果を表5に示す。なお, エネルギーと三大栄

Table 5. Composition and intake of nutrients and foods from served diets

	Dietary allowances	Served diets		Intakes	
<div>Nutrients</div>					
Energy (kcal)	3500	3792±218 ^a	108 ^b	3468±496	99 ^b
Protein (g)	140	165±10	118	161±26	115
Fat (g)	100	109±22	109	100±17	100
Carbohydrate (g)	510	518±45	102	462±72	91
Calcium (mg)	1500	1665±163	111	1850±72	123
Iron (mg)	25.0	25±3	104	22±3	88
Vitamin A (IU)	8000	15235±13101	190	6935±3350	87
Vitamin B ₁ (mg)	4.0	3.90±0.57	98	3.28±0.42	82
Vitamin B ₂ (mg)	5.0	4.25±1.01	85	3.52±0.86	70
Vitamin C (mg)	200	414±205	207	265±77	133
			123 ^c		99 ^c
<div>Food groups (g)</div>					
Cereals	400	379±15	95 ^b	347±74	87 ^b
Potatoes and starches	60	86±31	143	54±19	90
Sugars	20	19±4	95	13±3	65
Fats and oils	30	24±5	80	17±4	57
Pulses	120	107±23	89	132±65	110
Meats	150	206±44	137	197±50	131
Fishes and shellfishes	150	197±33	131	128±33	85
Eggs	80	71±12	89	71±19	89
Milks	600	656±31	109	783±235	131
Vegetables					
green & yellow	300	279±35	93	279±77	93
others	350	342±29	98	250±85	71
Fruits	400	361±17	90	301±63	75
Algae	20	18±11	90	33±22	165
			103 ^d		96 ^d

^a Values are means±SD.^b Percent of dietary allowances.^c Means of percent of dietary allowances in nutrients.^d Means of percent of dietary allowances in food groups.

養分の週単位の実給与量は調査期間6ヶ月間を通じて、これらに大きな変動を示さなかった(データ未提示)。

E. 摂取栄養素量及び食品群別摂取栄養素量の調査(表5)

1. 摂取栄養素量の調査

各栄養素の給与目標量, 実給与量および摂取量を比較した。ここで, 給与目標量とは, 今回策定した栄養素量のことであり, 実給与量とは, 被検者に供給した食事で供給した給与栄養素量のことであり, 摂取量とは, 残食量を差し引いた被検者が実際に摂取した栄養素量である。エネルギーの

実給与量は目標量の約10%超で給与されたが, 実際の摂取量は目標量の99%であった。たん白質の摂取量は目標量よりも高く, 糖質の摂取量は目標量より低かった。カルシウムの摂取量は, 目標と実給与量よりも高値であった。これは, 被検者が, 提供されている食事以外に間食として牛乳やヨーグルトなどを摂取していたためであった。ビタミンCを除くビタミン類は目標量より約20%少なかった。また, エネルギー摂取パターンは, 朝食で35%, 昼食(社員食堂での一般食)で20%, そして夕食で45%であった。

2. 摂取食品量の調査

栄養素と同様に食品群別の目標、実給与および摂取量を比較した。砂糖類、油脂類の摂取量は目標量を下回り、肉類、乳類及び海草類の摂取量が目標量を超えていた。

G. 消費エネルギーについて

1回のトレーニングでの消費エネルギーは、各選手のトレーニング内容により、540~800 kcalであった。また、1日2回のトレーニングによる平均消費エネルギーは $1,130 \pm 132$ kcalで、一日の平均総消費エネルギー $3,331 \pm 173$ kcalの34%であった。

Ⅳ. 考 察

日本国内トップクラスの中・長距離走選手を対象に栄養評価を行った。まず、給与栄養素量(目標量)を設定し、次に実給与量及び実際の摂取量を調査し、これらを比較検討した。従来のスポーツ栄養に関する報告は、栄養素の摂取量の実態に関するものがほとんどであり¹⁷⁾、目標量と実給与量に対する摂取量の評価をした報告は見られない。Louiseらはオーストラリアのエリートアスリートの食品の選択パターンについて、摂取食品を開き取り法により調査しているが、目標量を充たすための食品選択基準を示していない⁴⁾。

本研究では、中・長距離走選手を対象に栄養素だけでなく食品群についても、目標量を設定し、摂取量を24時間開き取り法により算出した。そして栄養評価を栄養素摂取状況と身体状況を関連させて行った。

目標量の設定では、まずエネルギー基準量を算定した。被検者の人員構成(年齢および身長)と生活活動強度(Ⅳ)から第五次改定日本人の栄養所要量を基に、荷重平均栄養素算定の方法により算定した結果、エネルギー目標値は3,500 kcalとなった。一方、一日当たりの消費エネルギーは、 $3,341 \pm 731$ kcalと算出された。消費エネルギーにみあうエネルギー目標値が設定されていたことになる。また、被検者の体脂肪率(平均8.8%)及び体重には調査期間の6ヶ月間大きな変動が見られず、血液性状も正常の範囲にあったことから、

今回算定されたエネルギー目標値は、合理的かつ適切であったと思われる。

たん白質、脂質および糖質量の目標値は、エネルギー目標値に対する三大栄養素の比率から算定した。なお、エネルギー目標値を段階的に2,500 kcalから4,000 kcalに増やしたときの三大栄養素も計算した(表3)。エネルギー目標値を状況に応じて変動させたときに三大栄養素量の調節に応用できる簡易表として参考になると思われる。

たん白質の実給与比率と摂取比率はそれぞれ目標値に対して118%と115%であった。たん白質食品の魚介類と肉類については、残食率を配慮した献立を被検者に提供した。しかし、残食が少なかったことと、乳類の間食が多かったため、たん白質の摂取が高くなったと思われる。

脂質の実給与比率と摂取比率はそれぞれの目標値に対して109%と100%であった。食品群別には油脂類の摂取が著しく低かったのに対して魚介類と肉類の摂取が多かったので目標値を満足したといえる。

糖質の摂取については、穀類(御飯)と砂糖類の摂取が低く、糖質の摂取エネルギー比は50%と低かった。このことに関連してDanielsらも、オーストラリアの10歳代の水泳選手の糖質エネルギー比が46%と低いことを指摘している¹⁸⁾。

長距離走選手にスポーツ性貧血が多発するのは、発汗^{19, 20)}や排尿などによる鉄の逸失の増大^{21, 22)}、そして赤血球の破壊などによると報告されている²³⁾。また長距離走選手には、鉄の摂取不足が多いとの報告もある¹⁹⁾。今回調査した被検者の鉄摂取量は一日当たり $22 \text{ mg} \pm 3 \text{ mg}$ と高かった。また、血色素量、ヘマトクリット値や血清鉄濃度は正常範囲内にあり(表1)、これらは個人別にみても、調査期間中を含む6ヶ月間はほぼ一定値を維持した。

長距離走選手では、カルシウムも発汗により、汗1リットル当たり約50 mgの損失すると報告されている⁹⁾。今回調査した被検者のカルシウム摂取量は、一日当たり $1,850 \pm 391 \text{ mg}$ で、一般成人の所要量600 mgの約3倍であった⁹⁾。長距離走選手は、汗への多量排泄を考慮して、カルシ

ウムを一般人に比べて多く摂取する必要があると思われるが、今回の調査で、食品からの摂取で十分と思われた。これは、乳類と海藻類を比較的多量に摂取にしたことによる。

ビタミン類も含めて、鉄やカルシウムなどミネラルは食品から摂取されており、これらの強化食品の摂取によるものではなかった。

旧来、食事のみからの摂取では、ミネラルの必要量の充足は困難とされていたが、本研究では、適切な食品の選択と組み合わせにより、ミネラルを十分摂取することが可能であることが確認された。

本研究において、まず、通常の方法により給与栄養素量を設定し、食品構成を決め、献立を作成、給食し、摂取量を調べた。研究対象とした実業団・陸上競技部の中・長距離走選手には、常に専属の管理栄養士が調査期間の後も毎日栄養指導を継続している。栄養摂取状態は、調査日の翌日にはデータを提示しながら、管理栄養士が選手に個人別の栄養管理をスピーディに行っている。また、残食量を考慮した年間の食品消費量を参考に、選手の嗜好を考慮した食品構成で、献立が作成されていた(今回は献立内容は示していない)。さらに献立には抗酸化食品を積極的に取り入れるなどの工夫をしている²⁴⁾。

今後の課題として、食生活がトレーニング成果や競技成績におよぼす影響を評価するために、より長期の調査研究が必要であると考えられる。

(受理日 平成9年4月25日)

参 考 文 献

- 1) 厚生省保健医療局健康増進栄養課, 第5次改定, 日本人の栄養所要量, 第一出版, 東京, (1994), 60-66.
- 2) 日本栄養士会, 健康づくりのための食生活指針～実践のための手引き～, 日本栄養士会, 東京, (1986), 21-26.
- 3) Diane, E. B., DABID, C. N., Janice, V. B. & Jodi, L. H. Food intake patterns of marathon runners. *Int. J. Sport. Nutr.*, (1994), 4, 1-7.
- 4) Louise, M. B., Ross, A. G. & Richard, S. D. Dietary intakes and food use of groups of elite Australian male athletes. *Int. J. Sport. Nutr.*, (1991), 1, 378-394.
- 5) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修, 第5次改定, 日本人の栄養所要量, 第一出版, 東京, (1994), 215.
- 6) 管理栄養士国家試験教科研究会, 給食管理, 第一出版, 東京, (1996), 62-63.
- 7) 管理栄養士国家試験教科研究会, 給食管理, 第一出版, 東京, (1996), 65-66.
- 8) Rolf, D. & Klaus-Peter, S. (奥 恒行, 橋本 勲, 大畠 囊, 郡 英明, 岩永光一訳), 勝つためのスポーツ栄養学—東ドイツの科学的栄養補給—, 南江堂, 東京, (1990), 8-29.
- 9) 辻 秀一. スポーツとビタミン・ミネラル, 臨床栄養, (1991), 78 (1), 46-52.
- 10) 管理栄養士国家試験教科研究会, 給食管理, 第一出版, 東京, (1996), 66-69.
- 11) 管理栄養士国家試験教科研究会, 給食管理, 第一出版, 東京, (1996), 66.
- 12) 早濑仁美, 井上厚美, 池田正人. 生活活動指数(x)の簡易算出式を用いた付加運動量の試算, 栄養学雑誌, (1993), 51 (6), 341-350.
- 13) 甲田道子, 宮下充正. 体脂肪量の測定法, 日本臨床, (1995), 53, 165-169.
- 14) 後藤昌義, 瀧下修一. 新しい臨床栄養学, 改定第2版, 南江堂, 東京, (1993), 236.
- 15) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修, 第5次改定, 日本人の栄養所要量, 第一出版, 東京, (1994), 212, 215.
- 16) Rolf, D. & Klaus-Peter, S. (奥 恒行, 橋本 勲, 大畠 囊, 郡 英明, 岩永光一訳) 勝つためのスポーツ栄養学—東ドイツの科学的栄養補給—南江堂, 東京, (1990), 68-71.
- 17) 伊藤晶子, 石井恵子, 大石邦枝, 樋口 満, 小林修平. 中年女性長距離ランナーの栄養摂取状況. 体力科学, (1992), 41, 190-199.
- 18) Jacqueline, R. B., John. P. T., Peter. J. V., Jack. D. & Nancy. D. The nutritional habits of young adolescent swimmers. *Int. J. Sport. Nutr.*, (1991), 1, 240-248.
- 19) Ehn, L., Carlmark, B. & Hogland, S. Iron status in athletes involved in intense physical activity. *Med. Sci. Sports Exercise*, (1980), 12, 61-64.
- 20) 春日井淳夫, 小笠原正志, 伊藤 朗. 運動が尿・汗・糞中鉄排泄及び鉄出納に及ぼす影響. 体力科学, (1992), 41, 530-539.
- 21) Hundig, A., Jordal, R. & Paulev, P. E. Runners anemia and iron deficiency. *Acta Med. Scand.*, (1981), 209, 315-318.
- 22) James. G. S., David. A. A., Douglas. B. M., Daune. M. I., Samuel. S. & Richard. A. O. Gastrointestinal blood loss anemia in runners. *Ann Intern Med.*, (1984), 100, 843-845.
- 23) Dufaux, B., Hoederath, A., Streitberger, I., Hollmann, W. & Assmann, G. Serum ferritin, transferrin, haptoglobin, and middle and long distance runners, elite rowers, and professional racing cyclists. *Int. J. Sport Med.*, (1981), 2, 4-46.
- 24) 角田 聡, 水沼俊美, 坂井堅太郎. 運動・スポーツにおける抗酸化物質の役割. 臨床スポーツ医学, (1996), 13, 90-97.