高校男子スピードスケート選手の栄養状態

—ビタミンB₁及びB₂について—

長谷川 いずみ, 井 上 喜久子, 石 井 恵 子, 樋 口 満

国立健康・栄養研究所健康増進部健康指標研究室

Nutritional Status of Vitamin B₁ and B₂ in Male High School Speed Skaters

Izumi Hasegawa, Kikuko Inoue, Keiko Ishii and Mitsuru Higuchi

Laboratory for Health Evaluation, Division of Health Promotion, National Institute of Health and Nutrition

The nutritional profile of vitamins B₁ and B₂ in eight male high school speed skaters was evaluated by analyzing the dietary intake and measuring blood B₁ and B₂ parameters 4 times (twice off-season and in-season, respectively) during a 1.5-year period. The mean daily B₁ intake by the male skaters (1.6～2.5 mg) was always found to exceed the RDA level for activity level III (light heavy, 1.3 mg/day) during the period examined. However, individual subjects had a lower B₁ intake than the RDA level. Several skaters also had an unfavorable B₁ status in terms of the TDP effect, the proportion of such subjects tending to be greater in-season than off-season. The mean daily B₂ intake (1.9～2.3 mg) was always higher than that of the RDA level (1.8 mg/day) throughout the experimental period, although several skaters had a lower B₂ intake than the RDA level. Several subjects also had an unfavorable B₂ status in terms of the FAD effect in-season.

These results suggest that a higher intake of vitamins B₁ and B₂ than the respective RDA levels might be necessary to favorably maintain the status of blood B₁ and B₂ parameters in young athletes, and that individual dietary instructions could be considered important for improving their vitamin B₁ and B₂ status.

Jpn. J. Nutr., 58 (2) 59～66 (2000)

緒 言

日々、激しいトレーニングや試合を行っているスポーツ選手は、健康の維持や競技力向上のために、適切な栄養摂取が不可欠であり、身体活動量の低い一般人に比べ、多くの栄養素を摂取する必要がある。微量栄養素であるビタミンは、体調を整えるなどの役割があり、ビタミンの中でも特に、ビタミンB₁及びビタミンB₂は、エネルギー代謝に関与している。スポーツ選手は、運動に伴いエネルギー代謝量が増加するため、特にそれらの要求量が高くなる¹⁾。

これまで、ビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取と運動パフォーマンスとの関係^{2～5)}、及び血中の栄養状態の変化^{6～9)}、並びに運動に伴うビタミンB₁及びビタミンB₂の要求量の増加¹⁰⁾など、身体活動とビタミンB₁及びビタミンB₂の関係についてのさまざまな研究がされてきた。我が国においても、過去、ボート選手を対象に行った研究で、血中のビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態が潜在性欠乏域に入る者がいたという報告¹¹⁾、社会人選手を対象に血中のビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養

状態を調査した報告¹²⁾がある。しかし、スポーツ選手の日常のビタミンB₁及びビタミンB₂摂取量については明確に記述されているものが少なく、また、長期間にわたりそれらの摂取量を継続的に観察した例はない。更に、スポーツ選手の適正栄養素摂取量は未だ明確に定められていない。

今回我々は、高校スピードスケート部に所属する男子選手を対象に、ビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取状況調査と血中ビタミン栄養状態の評価を、1年半の間に合計4回行うことによって、高校スピードスケート選手のビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態を検討するとともに、スポーツ選手の適正ビタミンB₁及びビタミンB₂摂取量設定の手がかりを得ることを目的として、継続した観察を行った。

研 究 方 法

1. 対象者

インターハイ出場レベルの高校スピードスケート部に所属する男子選手8人を対象とし、1995年8月から1997

Key words : male high school speed skaters, vitamin B₁ and B₂ intake, TDP effect, FAD effect
高校男子スピードスケート選手, ビタミンB₁・B₂摂取量, TDP効果, FAD効果

表1 身体的特徴 (M ± SD ; n = 8)

調査時期	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)
I 期 ('95.8)	16	169 ± 11	63.9 ± 7.4 ^{cd}	22.3 ± 1.5 ^c
II 期 ('96.2)	16	169 ± 11	62.9 ± 8.6 ^{cd}	21.9 ± 1.4 ^{cd}
III 期 ('96.9)	17	170 ± 11	66.3 ± 8.4 ^{ab}	22.9 ± 1.3 ^{ab}
IV 期 ('97.1)	17	170 ± 11	66.1 ± 9.0 ^{ab}	22.8 ± 1.3 ^b

$p < 0.05$ (^a vs I 期, ^b vs II 期, ^c vs III 期, ^d vs IV 期)

年1月まで行った。表1に、対象者の年齢、体重、身長及びBMI (Body Mass Index) を示した。なお、本研究期間中、体重及びBMIに有意な変化がみられた。

本研究にあたっては、ヘルシンキ宣言の精神を遵守し、対象者に実験方法を説明し、保護者と選手全員の同意を得た。

2. 栄養摂取状況調査及び採血

(1) 栄養摂取状況調査

選手の栄養摂取状態を把握するために、採血日の直前3日間の食物摂取状況調査を行った。調査方法は、各個人に調査用紙を配布し、原則として秤量法で行った。秤量不可能なものについては目安量を、また薬剤及びビタミン剤等の栄養補助剤や栄養強化食品を摂取しているもの(以下、これらを栄養補助剤という)については、それらも記載してもらった。調査用紙を基に「四訂日本標準食品成分表」^[13]及び「会社別製品別市販食品成分表」^[14]を用いて、個人ごとに食物摂取状況調査期間である3日間のエネルギー及び各栄養素の平均摂取量を算出した。なお、調理によるビタミンの損耗については考慮しなかった。

(2) 採血

食物摂取状況調査終了の翌日、早朝空腹時に肘静脈より5mlのヘパリン加採血を行った。食物栄養摂取状況調査及び採血の時期は、シーズンオフ('95.8をI期,'96.9をIII期とする)に2回、シーズン('96.2をII期,'97.1をIV期とする)に2回の合計4回行った。

3. 血中ビタミン栄養状態

(1) 検体前処理

血液は、遠心分離により上清及びパuffyコートを除き、赤血球を分離した。赤血球を生理食塩水にて3回洗浄し、赤血球と同量の純水を混合した溶赤血球をビタミンB₁及びビタミンB₂測定用の試料とした。これらは直ちに-80℃で凍結し、測定まで保存した。ビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態の測定方法を以下に示す。

(2) 血中ビタミンB₁及びビタミンB₂栄養状態の評価
ビタミンB₁の血中栄養状態の評価は、Henkら^[15]によりトランスケターゼのTDP添加効果法が推奨されて

いる。我々は、Takeuchiら^[16]のTDP添加効果法により測定した。測定結果の判定は、橋詰^[17]の基準値を参考にし、18%以下を基準範囲、18~30%を境界域、30%以上を潜在性欠乏域とした。

ビタミンB₂の血中栄養状態の評価は、Sauberlichら^[18]のグルタチオンレダクターゼのFAD添加効果法により測定した。結果判定の基準値は1.3以下とし、それ以上を潜在性欠乏域とした。

4. 栄養所要量及び身体活動量

対象者は、毎日約2時間30分のトレーニングを行っていた。シーズンオフは体力レベルを十分に高めておくため、持久性トレーニング及び筋力トレーニングが、シーズンは体力レベルを維持するため、試合前を除き氷上トレーニング及び筋力トレーニングが主として実施されていた^[19]。

栄養所要量は、毎日のトレーニング時間である約2時間30分の身体活動量からエネルギー消費量を推測し、「第五次改定日本人の栄養所要量」^[20](以下、所要量)に示されている「Ⅲ：やや重い」に分類し設定した。エネルギー源栄養素の適正割合は、エネルギー所要量に対し、たんぱく質12~15%、脂質25~30%、糖質55~65%とした。

5. 統計処理

身体計測値及び血中ビタミン栄養状態の変動に関する検定は二元配置分散分析を、エネルギー摂取量とビタミンB₁及びビタミンB₂摂取量との相関関係は回帰分析を、血中ビタミンB₁栄養状態の正常域、境界域、潜在性欠乏域に入る人数の割合の変動は、 χ^2 検定を行った。二元配置分散分析後の2群間の平均値の差の検定はTukey法を、食品群別摂取量の差の比較は対応のあるStudentのt-testを用いた。全ての検定は、 $p < 0.05$ をもって有意とした。

結 果

1. 栄養摂取状況

対象者のエネルギー源栄養素及びビタミンの摂取状況と、それらの所要量を表2に示した。総エネルギーの平均摂取量は、シーズンのIV期を除き、所要量を下回って

表2 1日当たりの栄養素等摂取状況 (M ± SD ; n = 8)

栄養素等	栄養所要量	調査時期			
		I 期 ('95.8)	II 期 ('96.2)	III 期 ('96.9)	IV 期 ('97.1)
エネルギー (kcal)	3,250	2,725 ± 604 ^{bd}	3,105 ± 456 ^{ad}	2,727 ± 694 ^d	3,529 ± 525 ^{abc}
たんぱく質 (g)	95	95 ± 29 ^d	104 ± 15	106 ± 24	126 ± 13 ^a
脂質 (g)	90 ~ 108	77 ± 26 ^{bd}	106 ± 13 ^{ac}	85 ± 19 ^{bd}	114 ± 23 ^{ac}
糖質 (g)	447 ~ 528	351 ± 65 ^{bd}	415 ± 70 ^{ad}	369 ± 110 ^d	476 ± 72 ^{abc}
ビタミン A (IU)	2,000	3,561 ± 3,207	2,230 ± 421	3,078 ± 881	2,964 ± 470
ビタミン B ₁ (mg)	1.3	1.6 ± 0.5 ^{bd}	2.2 ± 0.4 ^{ac}	1.6 ± 0.4 ^{bd}	2.5 ± 0.2 ^{ac}
ビタミン B ₂ (mg)	1.8	1.9 ± 0.8	2.0 ± 0.3	2.1 ± 0.7	2.3 ± 0.2
ビタミン C (mg)	50	188 ± 64	167 ± 51	153 ± 113	138 ± 14
ビタミン E (mg)	8	8 ± 3 ^{bd}	11 ± 2 ^{ac}	7 ± 2 ^{bd}	12 ± 3 ^{ac}

p < 0.05 (^a vs I 期, ^b vs II 期, ^c vs III 期, ^d vs IV 期)

表3 血中ビタミンB₁及びビタミンB₂栄養状態 (M ± SD ; n = 8)

調査時期	ビタミン B ₁ 栄養状態	ビタミン B ₂ 栄養状態
	TDP 添加効果 (%)	FAD 添加効果 (%)
I 期 ('95.8)	14.2 ± 7.0	1.08 ± 0.10
II 期 ('96.2)	16.9 ± 8.8	1.15 ± 0.13
III 期 ('96.9)	17.2 ± 5.6	1.09 ± 0.09
IV 期 ('97.1)	15.6 ± 7.8	1.05 ± 0.08

図1 血中ビタミンB₁の栄養状態の判定

いた。たんぱく質の平均摂取量は、研究期間中、所要量を下回ることにはなかった。脂質の平均摂取量は、シーズンオフのI期、III期に所要量を下回っていた。糖質の平均摂取量は、シーズンのVI期を除き、所要量を下回っていた。

ビタミンB₁の摂取量は、平均では4回の調査とも、所要量を上回っていた。しかし、個人別にみると、シーズンオフ (I期、III期) のみ所要量を下回る者が認められた。すなわち、I期で2人、III期で1人であった。ビタミンB₂の摂取量は、平均では本研究期間中いずれも所要量を上回っていたが、個人別にみると、シーズンのIV期を除き、I期で4人、II期で2人及びIII期で4人が所要量を下回っていた。なお、ビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養補助剤を摂取している者は、本研究期間中みられなかった。

2. 血中ビタミン栄養状態

(1) 血中ビタミンB₁の栄養状態

TDP添加効果には、本研究期間中有意な変化がなかった (表3)。血中ビタミンB₁栄養状態を個人別にみると、シーズンオフ及びシーズンともに、境界域と潜在性欠乏域に入る者がみられた。シーズンオフのI期で境界

域1人、シーズンのII期で境界域3人、シーズンオフのIII期で境界域3人、及びシーズンのIV期で境界域1人、潜在性欠乏域1人が認められた。なお、境界域及び潜在性欠乏域に入る人数の割合は、本研究期間中、有意な差がなかった (図1)。

(2) 血中ビタミンB₂の栄養状態

FAD添加効果には、本研究期間中有意な変化がなかった (表3)。なお、血中ビタミンB₂栄養状態を個人別にみると、シーズンのII期においてのみ、2人潜在性欠乏域に入る者が認められた。

3. ビタミンB₁及びビタミンB₂摂取量と、エネルギー摂取量及び血中栄養状態との関係

本研究期間中、対象者のエネルギー摂取量とビタミンB₁摂取量との間には有意な正の相関関係がみられた ($y = 0.001x - 0.047$, $r = 0.83$, $p < 0.001$)。また、同様にビタミンB₂摂取量とエネルギー摂取量との間にも有意な正の相関関係がみられた ($y = 0.001x + 0.067$, $r = 0.80$, $p < 0.001$)。

図2にビタミンB₁摂取量とTDP添加効果との関係を示した。両者に有意な相関関係はみられなかった。表4に本研究期間中、血中ビタミンB₁の栄養状態が不良と

図2 ビタミンB₁摂取量とTDP添加効果との関係

図3 ビタミンB₂摂取量とFAD添加効果との関係

表4 血中ビタミンB₁栄養状態の悪い対象者のエネルギーとビタミンB₁摂取量

調査時期	S.S.				M.S.				Y.I.			
	エネルギー 摂取量 (kcal/日)	ビタミンB ₁ 摂取量 (mg/日)	TDP 添加効果 (mg/1,000kcal) (%)		エネルギー 摂取量 (kcal/日)	ビタミンB ₁ 摂取量 (mg/日)	TDP 添加効果 (mg/1,000kcal) (%)		エネルギー 摂取量 (kcal/日)	ビタミンB ₁ 摂取量 (mg/日)	TDP 添加効果 (mg/1,000kcal) (%)	
I期('95.8)	1,848	0.89	0.48	15.5	1,516	0.83	0.55	8.8	2,725	1.61	0.59	17.0
II期('96.2)	3,080	2.20	0.71	12.6	2,117	1.56	0.74	24.7	3,230	2.70	0.84	25.8
III期('96.9)	2,833	1.39	0.49	13.7	1,568	0.86	0.55	20.8	3,207	1.91	0.60	21.7
IV期('97.1)	3,126	2.48	0.79	32.2	2,801	2.14	0.76	18.8	3,656	2.57	0.70	14.7

表5 血中ビタミンB₂栄養状態の悪い対象者のエネルギーとビタミンB₂摂取量

調査時期	S.S.				T.T.			
	エネルギー 摂取量 (kcal/日)	ビタミンB ₂ 摂取量 (mg/日)	FAD 添加効果 (mg/1,000kcal) (%)		エネルギー 摂取量 (kcal/日)	ビタミンB ₂ 摂取量 (mg/日)	FAD 添加効果 (mg/1,000kcal) (%)	
I期('95.8)	1,848	0.84	0.45	1.23	2,579	1.80	0.70	1.05
II期('96.2)	3,080	2.25	0.73	1.31	3,084	2.14	0.69	1.31
III期('96.9)	2,833	2.29	0.81	1.21	2,511	2.22	0.88	1.05
IV期('97.1)	3,126	2.12	0.69	1.07	3,364	2.16	0.64	1.14

判定された対象者（3人：S.S., M.S., Y.I.）のビタミンB₁摂取量の個人別データを示した。ビタミンB₁摂取量が所要量を下回ることが、S.S.で2回、M.S.で2回あったが、Y.I.は所要量を下回ることにはなかった。TDP添加効果では、S.S.は境界域1回と潜在性欠乏域1回、M.S.は境界域3回、及びY.I.は境界域に2回入っていた。このように同一対象者でビタミンB₁の摂取量が低く、血中ビタミンB₁の栄養状態も欠乏域あるいは潜在性欠乏域に数回入っていた。

図3にビタミンB₂の摂取量とFAD添加効果との関係を示した。両者に有意な相関関係はみられなかった。表5に本研究期間中、血中のビタミンB₂の栄養状態が不良と判定された対象者（2人：S.S., T.T.）のビタミンB₂摂取量の個人別データを示した。ビタミンB₂摂取量が所要量を下回ることがS.S.は1回あり、T.T.は下回るこ

とがなかった。FAD添加効果では、S.S.及びT.T.ともにシーズンであるII期に潜在性欠乏域に入っていた。

考 察

現在、食生活が豊かになり、ビタミン欠乏症であると診断されるケースは稀である。しかし、一方で、食品を自由に選べるため、偏食などが起こる可能性も考えられる。最近の調査でも欠乏症ではないが、ビタミンB₁及びビタミンB₂の血中栄養状態の指標が潜在性欠乏域を示す者が存在するという報告がいくつかある^{21~24)}。このような食生活状態におかれていることは、スポーツ選手でも例外ではない。むしろ、エネルギー代謝が一般の人々よりも高いスポーツ選手では、ビタミンB₁及びビタミンB₂が潜在性欠乏域に陥っている可能性が高いとも考えられる。

今回、我々は、高校スピードスケート選手のビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態を知るため、ビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取量を調査するとともに、血中ビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態のそれぞれの指標であるTDP添加効果及びFAD添加効果を測定した。

調査した対象者が所属するスケート部は、シーズンに入る11月からシーズン終了の3月まで合宿を行うため、対象者はシーズンオフは自宅から高校へ通っていたが、シーズン中は合宿所で生活をしていた。このため、シーズンオフは、各個人でかなり食生活が異なり、栄養摂取状況に差があった。しかし、シーズン中は、朝夕は合宿所で食事をし、昼は高校の食堂の決められたメニューを食べるため、間食以外では全員がほぼ同様な食生活となり、シーズンオフに比較して栄養摂取状況に大きな個人差はみられなかった。

対象者の1日当たりのビタミンB₁摂取量は、栄養所要量を下回る者が数人おり（図2）、本研究期間中で血中ビタミンB₁の栄養状態の指標であるTDP添加効果が、境界域及び潜在性欠乏域に入る者がみられた。表4に示したように、今回、同一対象者が繰り返し境界域及び潜在性欠乏域に入るケースが多くみられた。これらの対象者のビタミンB₁摂取量は、期間中所要量を下回ることも多く、普段から適切なビタミンB₁摂取がなされていなかった。

また、図1に示したように、初年度のシーズンオフ（Ⅰ期）とシーズン（Ⅱ期）で比較すると、潜在性欠乏域に入る者の割合がシーズンになると増加していた。シーズンオフ（Ⅰ、Ⅲ期）とシーズン（Ⅱ、Ⅳ期）のエネルギー摂取量は、初年度及び次年度ともシーズンのほうが有意に増加していた。しかし、体重は初年度及び次年度ともシーズンオフとシーズンで有意な変化はみられなかった。シーズン中は練習量も増え、選手の疲労が蓄積する時期であるために、シーズンオフよりシーズンのほうが血中栄養状態の悪い対象者が増加したものと思われる（表1、2）。

しかし、次年度ではシーズンオフ（Ⅲ期）とシーズン（Ⅳ期）で比較すると、境界域及び潜在性欠乏域の者の割合は、シーズンのほうが減少していた。そこで、Ⅳ期と同時期（シーズン）である前年のⅡ期の栄養摂取量及び食品群別摂取量を比較した（表2、6）。Ⅳ期のほうが全体的にみて栄養摂取量及び食品群別摂取量がよくなっているとともに、ビタミンB₁のよい供給源である獣鳥鯨肉類などの摂取量が有意に増加しており、ビタミンB₁摂取量が増加していた。このことが、Ⅳ期にビタミンB₁の栄養状態が欠乏域に入る者がシーズンオフ（Ⅲ期）より少なかった要因の1つであると思われる。

「スポーツマンの一般トレーニング期間の所要量」（長

表6 食品群摂取量（g；M ± SD）

食品群	Ⅱ期（'96.2）	Ⅳ期（'97.1）
穀類	434 ± 70	464 ± 72
いも類	77 ± 16	29 ± 8*
砂糖・甘味料	4 ± 2	9 ± 3*
菓子類	60 ± 38	26 ± 31
油脂類	33 ± 4	15 ± 2*
豆類	56 ± 7	45 ± 2*
魚介類	59 ± 23	72 ± 10
獣鳥鯨肉類	161 ± 14	205 ± 25*
卵類	69 ± 9	65 ± 10
乳類	213 ± 48	339 ± 71*
野菜類	288 ± 50	288 ± 26
果実類	101 ± 14	168 ± 36*
きのこ類	24 ± 5	2 ± 1*
嗜好飲料類	446 ± 120	198 ± 139*
緑黄色野菜	35 ± 12	101 ± 11*
淡色野菜	252 ± 42	182 ± 15*

* $p < 0.05$ （vs Ⅱ期）

嶺²⁵⁾におけるビタミンB₁推奨値である2mg以上を全員が摂取していたのは、シーズンであるⅣ期のみであった。研究期間中、ビタミンB₁摂取量が2mg/日以上及びエネルギー摂取量が所要量を満たした場合は、境界域及び潜在性欠乏域に入る者は1人もいなかった。しかし、エネルギー摂取量が所要量を満たし、かつ、ビタミンB₁摂取量が所要量を上回っていても、TDP添加効果が境界域に入る者が1人みられた。今回は対象人数が少ないため、断定できないが、これらの結果から、ビタミンB₁摂取量が所要量を満たしても、境界域または潜在性欠乏域に入る場合があり、体内ビタミンB₁の栄養状態を良好に保つためには、必要エネルギーを確保すること、そしておよそ2mg/日以上ビタミンB₁摂取を心がける必要があるものと思われる。

ビタミンB₂の摂取量は、所要量を下回っている者が2回のシーズンオフ（Ⅰ、Ⅲ期）に4人ずつ、またシーズンのⅡ期に2人と、シーズンオフに多くみられた。その理由としては、シーズンオフは自宅での食事であるため、個人によって摂取量にバラつきが生じ、摂取量が所要量を下回る者が多くなっていたことが考えられる。血中ビタミンB₂の栄養状態で、潜在性欠乏域に入る者は、シーズンであるⅡ期のみ2人みられた。そこで、シーズンであるⅡ期とⅣ期を比較すると、血中ビタミンB₂の栄養状態は、Ⅳ期のほうがよくなっていた。これも、ビタミンB₁同様、食事内容の改善に起因しているものと思われる。なお、本研究期間中、ビタミンB₂の栄養状態が潜在性欠乏域に入る者が2人いたことから、血中ビタミンB₂の栄養状態を良好に保つには、ビタミンB₂の毎

日の十分な摂取が大切であり、特にシーズン中の疲労が蓄積するであろう時期には、Ⅳ期のように2mg/日以上摂取を心がける必要があるものと思われる。

本研究期間中、総エネルギーの平均摂取量は、シーズンのⅣ期以外全て所要量を下回っており、個人別にみても十分なエネルギー摂取がなされていない者が多かった。血中ビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態の両方が悪かったS.S.は、日頃からエネルギー消費量に見合ったエネルギー摂取がなされていなかった(表4, 5)。一般に、エネルギー摂取量とビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取量との間には正の相関があり、エネルギー摂取量の増加に伴い、ビタミンB₁及びビタミンB₂摂取量も増加するといわれている²⁶⁾。本研究においても同様な傾向が認められた。スポーツ選手にとって、消費量に見合った適正なエネルギー摂取量の確保は、運動により消費されるエネルギーを補給するばかりではなく、ビタミンB₁及びビタミンB₂など微量栄養素の摂取量を増加させるという意味からも重要であると考えられる²⁷⁾。

今回の研究で、ビタミンB₁摂取量とTDP添加効果、並びにビタミンB₂摂取量とFAD添加効果との間に有意な相関関係はみられなかった(図2, 3)。平岡ら²⁸⁾は、一般女子学生について、ビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取不足者の血中濃度は、低値から高値まで広く分布しており、ビタミンB₁摂取量と血中ビタミンB₁の栄養状態の指標との間には必ずしも有意な相関関係がないことを報告している。この要因の1つとして、調理上のビタミンB₁及びビタミンB₂の損耗が考えられる。木村ら²⁹⁾は、ビタミンB₁の調理上の損耗を約50%としており、学校給食基準(昭和61年文部省告示第16号)でもビタミンB₁は約30%、ビタミンB₂は約25%の調理損耗を考慮することになっている。このように調理の仕方により、摂取量の算定値と実際の摂取量との間に誤差が生じる可能性が考えられる。このほか、ビタミンB₁及びビタミンB₂の吸収・利用効率には個人差があること³⁰⁾、また、シーズンオフでは各個人間で、日々の活動状況と食生活状況にバラつきがあることなども、相関関係がないことの1つの要因として考えられる。

一方、本研究期間中に、ビタミンB₂摂取量が所要量を下回る者がみられたが、FAD添加効果が潜在性欠乏域に入る者はほとんどいなかった。これは、ビタミンB₂は調理損耗がビタミンB₁より少なく、また、ビタミンB₁と違いビタミンB₂含有量の多い食品は多数あり、更に卵や牛乳などのように調理なしで直接摂取できる食品が多いため、算定値と実際の摂取量との間に差が少ないことなどが関係していると思われる。

水溶性ビタミンは、過剰に摂取すればその分尿中に排泄されるため、毎日継続して摂取しないと血中ビタミン

B₁及びビタミンB₂の栄養状態を高い水準に維持できない²²⁾。このため、日々必要量(2mg/日程度)を摂取することが重要である。また、以前の著者らの研究で、栄養管理が行われている社会人チームに所属する選手の血中ビタミン栄養状態は、日々の激しいトレーニングにもかかわらず、日常的に運動をしていない一般人よりも良好であった¹²⁾。

以上のことより、日常的に激しいトレーニングを行っているスポーツ選手のビタミンB₁及びビタミンB₂の血中栄養状態を良好に保つためには、栄養所要量レベルの摂取では不十分であり、日頃から食事の内容にも配慮し、所要量以上の摂取が必要であると思われる。また、個人のさまざまな要因がビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態に影響することを考慮し、各個人を対象にした継続的な栄養・食事指導及びメディカルチェックが必要であると考えられる。

要 約

高校スピードスケート部に所属する男子選手8人のビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態を評価するために、ビタミンB₁及びビタミンB₂の摂取量調査と、血液によるビタミンB₁及びビタミンB₂の栄養状態の指標を、1年半の間に4回(シーズンオフ、シーズンにそれぞれ2回ずつ)分析した。

いずれの調査においても、1日当たりの平均ビタミンB₁摂取量(1.6~2.5mg)はビタミンB₁の所要量(生活活動強度Ⅲ:やや重い)を上回っていたが、数人の男子選手はその所要量レベル(1.3mg/日)よりも低かった。何人かの選手はTDP添加効果でみると不十分なビタミンB₁栄養状態であり、スピードスケートのシーズン中はその割合が増加してくる傾向がみられた。

平均のビタミンB₂摂取量(1.9~2.3mg)は、どの調査でもその所要量レベル(1.8mg/日)を上回っていたが、何人かの選手の摂取量は所要量より低かった。シーズン中は2人の選手がFAD添加効果でみると、不適切なビタミンB₂を栄養状態であった。

これらの結果は、若いスポーツ選手が良好な血中ビタミンB₁及びビタミンB₂栄養状態を保持するためには、ビタミンB₁及びビタミンB₂をそれぞれの所要量よりも多く摂取する必要があることを示唆している。また、若い選手のビタミンB₁及びビタミンB₂栄養状態を改善するためには、個人対応の食事指導が重要であると考えられた。

*

本研究は、(財)日本体育協会スポーツ科学専門委員会の委託費を受け、平成7年度、平成8年度「ジュニア期のスポーツライフに関する研究」の一環として行われた。

なお、本研究の要は、第44回日本栄養改善学会（平成9年10月、福岡）において発表した。

文 献

- 1) 小林修平編著：運動生理学, pp.117～119 (1997) 光生館, 東京
- 2) Keys, A., Henschel, A.F., Mickelsen, O. and Brozek, J.M.: The performance of normal young men on controlled thiamine intakes, *J. Nutr.*, **26**, 399～415 (1943)
- 3) Read, M.H. and McGuffin, S.L.: The effect of B-complex supplementation on endurance performance, *J. Sports Med. Phys. Fitness*, **23**, 178～184 (1983)
- 4) Tremblay, A., Boilard, F., Breton, M.F., Bessette, H. and Roberge, A.G.: The effect of riboflavin supplementation on the nutritional status and performance of elite swimmers, *Nutr. Res.*, **4**, 201～208 (1984)
- 5) Beek van der, E.J., Dokkum van, W., Schrijver, J., Wesstra, J.A., Weerd van de, H. and Hermus, R.J.J.: Effect of marginal vitamin intake on physical performance of man, *Int. J. Sports Med.*, **5**, 28～31 (1984)
- 6) Lewis, R.D., Yates, C.Y. and Driskell, J.A.: Riboflavin and thiamin status and birth outcome as a function of maternal aerobic exercise, *Am. J. Clin. Nutr.*, **48**, 110～116 (1988)
- 7) Horwitt, M.K. and Kreisler, O.: The determination of early thiamine-deficient states by estimation of blood lactic and pyruvic acids after glucose administration and exercise, *J. Nutr.*, **37**, 411～427 (1949)
- 8) Fogelholm, M.: Micronutrient status in females during a 24-week fitness-type exercise program, *Ann. Nutr. Metab.*, **36**, 209～218 (1992)
- 9) Fogelholm, M., Ruokonen, I., Laakso, J. T., Vuorimaa, T. and Himberg, J.J.: Lack of association between indices of vitamin B₁, B₂, B₆ status and exercise-induced blood lactate in young adults, *Int. J. Sports Nutr.*, **3**, 165～176 (1993)
- 10) Belko, A.Z., Obarzanek, E., Kalkwalf, H.J., Rotter, M.A., Bogusz, S., Miller, D., Haas, J.D. and Roe, D.A.: Effects of exercise on riboflavin requirements of young women, *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 509～517 (1983)
- 11) 小林修平, 山川喜久江, 長嶺晋吉: 食物摂取状況調査及び血液生化学検査からみたスポーツ選手のビタミン栄養状態の評価, 昭和60年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No.IV スポーツ選手のビタミン要求量に関する研究, pp.28～33 (1986) (財)日本体育協会スポーツ科学専門委員会, 東京
- 12) 古旗照美, 井上喜久子, 石井恵子, 樋口 満: 身体活動水準の異なる若年成人女性のビタミン栄養状態, *ビタミン*, **72**, 363～371 (1998)
- 13) 科学技術庁資源調査会編: 四訂日本食品標準成分表 (1995) 第一出版, 東京
- 14) 香川芳子監修: 改訂第7版 会社別・製品別市販加工食品成分表 (1995) 女子栄養大学出版部, 東京
- 15) Henk, V.D.B., Helmut, H., Michel, L. and Brittmarie, S.: Flair concerted action no 10 status papers introduction, conclusions and recommendations, *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, **63**, 247～251 (1993)
- 16) Takeuchi, T., Nishino, K. and Itokawa, Y.: Improved determination of transketolase activity in erythrocytes, *Clin. Chem.*, **30**, 658～661 (1984)
- 17) 橋詰直孝: ビタミンB₁ (チアミン), 広範囲血液・尿化学検査, 免疫学的検査 (上巻), 日本臨床, **43** (1985年臨時増刊号), 392～394 (1985)
- 18) Sauberlich, H.E., Judd, J.H., Nichoalds, G.E., Broquist, H.P. and Darby, W.J.: Application of the erythrocyte glutathione reductase assay in evaluating riboflavin nutritional status in a high school student population, *Am. J. Clin. Nutr.*, **25**, 756～762 (1972)
- 19) 岡田純一, 土屋幸彦, 渡辺英次, 一戸すみれ, 柳谷登志雄, 久保啓太郎, 福永哲夫: 高校スピードスケート選手に対するスポーツライフマネジメントに関わるサポート活動とその成果, 平成8年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No.VII ジュニア期のスポーツライフに関する研究—第3報—, pp.90～103 (1996) (財)日本体育協会スポーツ科学専門委員会, 東京
- 20) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修: 第五次改定日本人の栄養所要量, pp.10, 11 (1995) 第一出版, 東京
- 21) 木村美恵子, 狭山信矩, 高島真知子, 中林純子, 糸川嘉則, 恒松徳五郎: 島根県無医村におけるビタミンB₁栄養状態, 日本公衆衛生学会誌, **36**, 243 (1981)
- 22) 安田和人: 潜在性のビタミン栄養状態について, *ビタミン*, **60**, 380～384 (1986)
- 23) 糸川嘉則: ビタミンB₁の潜在性の欠乏状態, *ビタミン*, **60**, 385～389 (1986)
- 24) 糸川嘉則: ビタミンB₁に関する栄養学的・生理生化学的研究, 日本栄養・食糧学会誌, **41**, 165～173 (1988)
- 25) 長嶺晋吉編: スポーツとエネルギー・栄養, pp.222～229 (1995) 大修館書店, 東京
- 26) 小林修平監訳: スポーツ指導者のためのスポーツ栄養学, pp.78, 79 (1992) 南江堂, 東京
- 27) 樋口 満: スポーツ栄養学—スポーツ選手の健

健康管理と競技力向上の基礎, 体育学研究, 44, 1～12
(1998)

28) 平岡真実, 安田和人: 女子大学生のB₁, B₂栄養
状態に関する研究—全血総ビタミンB₁, B₂濃度分布範
囲の検討—, ビタミン, 72, 679～684 (1998)

29) 木村美恵子, 斉藤 昇, 糸川嘉則: 食事中ビタ
ミンB₁の調理損耗の実態とその基礎実験, ビタミン,
56, 415～423 (1982)

30) 伊東蘆一: 食生活状況調査の結果と身体指標—
高齢者での経験—, 臨床栄養, 72, 134～138 (1988)

(受付: 平成11年4月27日)