

# ビタミン・ミネラル代謝に及ぼす持久性運動と 食事及び加齢の影響

国立健康・栄養研究所所長 小林 修 平  
樋口 満  
井上 喜久子  
石井 恵子  
村上 照美  
吉武 裕  
田畑 泉

## 研究目的

ビタミンは微量で生体の代謝機能を円滑に進めるのに不可欠な栄養素である。とくに、エネルギー代謝レベルが高い持久性スポーツ選手にとっては、ビタミンB群、Cなど水溶性ビタミンが重要な役割をはたしており、最近では脂溶性のビタミンEが疲労回復との関連で注目されている。また、ミネラルの栄養状態の良否はスポーツ遂行能力と密接な関連がある。また、鉄、カルシウムなどミネラルの栄養状態も激しいトレーニングを障害なく遂行し、高い競技力を発揮するために不可欠な要因である。我々はこれまでに、若年及び中年の女性ランナーを対象として研究し、女性選手では体重調整のためのエネルギー摂取制限は、体内ビタミン・ミネラルの栄養状態を劣悪化させる場合があることを示した。本年度は男性を対象として、加齢の影響を検討するために若年、及び中高年男性長距離ランナーについてビタミン・ミネラルの栄養状態を栄養摂取量と、血液生化学的パラメータを指標として研究した。

## 被験者と研究方法

- (1) 若年男性ランナーはトップレベルの大学長距離ランナー12名であり、中高年男性ランナーは13名であった。

- (2) 各被験者に対して身長・体重・皮脂厚の計測を行った。
- (3) 各被験者に対して最大酸素摂取量 ( $V_{O2max}$ ) の測定を行った。
- (4) 各被験者に対して、早朝空腹時に採血をし、各種ビタミンの分析、及び鉄栄養状態の判定を行った。

ビタミンEの分析は高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 法、ビタミンB1の栄養状態は赤血球を用いたTDP効果による評価法、ビタミンB2については赤血球グルタチオン還元酵素のFAD効果によって栄養状態を判定した。ビタミンCはヒドラジン法によって測定した。

鉄栄養状態はヘマトクリット、ヘモグロビン、血清鉄、総鉄結合能 (TIBC) から判定した。測定は(株)SRLに委託して行った。

- (5) 平日3日間の食事調査を実施し、各人の栄養摂取状態を評価した。
- (6) 統計処理：各群間の検定はスチューデントのt-テストにて行い、 $p < 0.05$ をもって有意とした。

## 結果と考察

表1に若年、及び中高年ランナーグループの身体計測値、 $V_{O2max}$ を示した。若年ランナーは大学一流陸上競技部に所属する長距離ランナーである。若年ランナーと中高年ランナーを比較すると、BMI、体脂肪率で表した身体組成に顕著な差が認められ、これらの値は若年ランナーの方が中高年ランナーよりも著しく低かった。 $V_{O2max}$ はランナーの素質、トレーニング量、年齢の影響を反映して若年ランナーが中高年ランナーよりも47%高い値であった。

表2に1日当たりの総エネルギー摂取量 (kcal、kcal/kg) と蛋白質、脂肪の摂取量、脂肪エネルギー比、及び1週間当たりのトレーニング量を示した。若年ランナーの1週間の平均トレーニング距離は102kmで中高年ランナーの2.5倍であった。総エネルギー摂取量 (kcal、kcal/kg) は若年ランナーが年齢、トレーニング量を反映して中高年ランナーよりも有意に高い水準であった。若年、及び中高年ランナーのエネルギー摂取量を「日本人の栄養所要量」(厚生省)におけるエネルギー所要量と比べてみると、いずれも「中等度」と「やや重い」の間であった。

蛋白質摂取量は両グループ間に有意な差はみられなかった。中高年ランナーは体格、トレーニング量が若年ランナーよりも少ないにもかかわらず蛋白質摂取量が若年ランナーとほぼ同じであったのは、中高年ランナーが大豆製品や魚類の摂取量が多かったためと考えられる。脂肪摂取量は若年ランナーが中高年ランナーよりも多かったが、それは若年ランナーは主として肉類から蛋白質を摂取しており、そこから脂肪を多く摂取したものと考えられる。脂肪エネルギー比は両グループ間に差がなく、いずれも25%程度であった。

表3に各グループのビタミンB1、B2、C、E、及び鉄、カルシウムの摂取量を示した。水溶性ビタミンであるビタミンB1、B2、Cの摂取量は平均値ではいずれのグループもそれぞれの所要量を上回る水準であったが、とくに若年ランナーは所要量よりも著しく高い摂取水準であった。また、若年ランナーのビタミンC摂取量は所要量(50mg)よりも著しく高かったが、それは果汁飲料やビタミンC含有ドリンクを摂取していたためである。脂溶性ビタミンであるビタミンEは水溶性で抗酸化作用があるビタミンCとともに、激しい持久性運動により酸素摂取量が増加することによって生じる活性酸素による生体成分の脂質過酸化の防御・抑制にとって重要な役割を果たしていることが近年明らかになってきた。本研究に参加した若年、及び中高年ランナーのビタミンE摂取量は所要量(男性では年齢に関係なく8mg/日)を満たしていたが、若年ランナーは中高年ランナーよりも低い水準であった。中高年ランナーのビタミンE摂取量が多かったのは、大豆製品、魚類などの摂取量が多かったためである。

両グループの鉄、及びカルシウムの摂取量は所要量(男性では年齢に関係なく10mg)よりも高い水準であったが、激しいトレーニングを行っている若年ランナーはさらに多くの鉄、カルシウムを摂取してもいいと思われるが、中高年ランナーのミネラル摂取量はこの程度で充足していると考えられる。

表4に血液生化学的にみた体内ビタミン栄養状態を示した。長時間にわたる持久性運動によるエネルギー消費量の増加は糖代謝を高めるので、ビタミンB1の必要量が高まる。ビタミンB1の栄養状態(TDP効果：正常値は<20%)は両グループともおおむね良好であったが、ビタミンB1の摂取量が多い若年ランナーの方がより良好であった。ビタミンB2(正常値は<1.3%)についてはいずれのグループも正常域

内であった。ビタミンCはストレス関連ホルモンの代謝に関与していると考えられており、激しいトレーニングを行っているランナーはビタミンCをより多く摂取することが望ましい。また、ビタミンCは非ヘム鉄の腸管からの吸収を促すことが知られている。鉄欠乏に陥りやすいランナーではとくに必要なビタミンである。さらに、ビタミンCは脂質過酸化の防御因子としてビタミンEとともに近年注目されているビタミンである。表4からもわかるが、両ランナーグループとも血中のビタミンC濃度は正常範囲とされている $700\mu\text{g}/\text{dl}$ よりは著しく高い水準であったが、それはビタミンC摂取量が両グループとも高い水準であったためと考えられる。

脂溶性ビタミンであるビタミンEの血中濃度は血中脂質濃度と関連があることが知られている。血中ビタミンE濃度は中高年ランナーが若年ランナーよりも著しく高かったが、それは若年ランナーに比べて中高年ランナーのビタミンE摂取量が多かったことに加えて、血中総コレステロール濃度 ( $163\pm 27$  vs  $190\pm 27\text{mg}/\text{dl}$ )、トリグリセリド濃度 ( $42\pm 15$  vs  $58\pm 24\text{mg}/\text{dl}$ ) が高かったことも関連していると考えられる。

表5には体内鉄栄養状態に関するデータを示した。ヘマトクリット、血清鉄は若年ランナーが中高年ランナーよりも高かったが、ヘモグロビン濃度、TIBCは両グループ間に有意な差を認めなかった。

本研究結果は、若年、中高年にかかわらず、日常規則的な持久性運動を行っている男性長距離ランナーは、運動量の増加に見合うように、食事を基本として、エネルギー源栄養素を摂取するとともに、各食品群からバランスよく摂取していれば、必要なビタミン、ミネラルが十分に満たされていることを示唆している。

表1 若年、及び中高年男性ランナーの身体計測値、最大酸素摂取量 (Vo2max)

グループ	N	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	体脂肪率 (%)	Vo2max (ml/kg/min)
若年	12	20±1	171.7±4.5	57.5±3.9	19.5±0.8	11.1±0.9	72.0±4.6
中高年	13	59±5**	162.2±4.8**	55.8±5.1	21.2±1.8**	12.2±1.6*	49.0±4.9**

平均±SD. \*P<0.05, \*\*P<0.01 vs 若年ランナー

表2 若年、及び中高年男性ランナーのエネルギー源栄養素の摂取状況とトレーニング状況

グループ	N	総エネルギー (kcal)	エネルギー/kg (kcal/kg)	蛋白質 (g)	脂肪 (g)	脂肪エネルギー比 (%)	トレーニング量 (km/週)
若年	12	2876±388	50±8	96±20	80±17	25.4±4.1	102±23
中高年	11	2383±417**	43±7*	92±14	62±19*	23.5±5.2	44±27**

平均±SD. \*P<0.05, \*\*P<0.01 vs 若年ランナー

表3 若年、及び中高年男性ランナーの各種ビタミン、ミネラル摂取量

グループ	N	ビタミンB1 (mg)	ビタミンB2 (mg)	ビタミンC (mg)	ビタミンE (mg)	鉄 (mg)	カルシウム (mg)
若年	12	2.28±1.19	2.62±1.30	530±45	9.9±3.4	13.5±9.4	980±314
中高年	11	1.34±0.28*	1.68±0.52*	151±62**	12.0±6.3	12.5±1.7	709±196*

平均値±SD, \*P<0.05, \*\*P<0.01 vs 若年ランナー

表4 若年、及び中高年ランナーの体内ビタミン栄養状態

グループ	N	ビタミンB1 (%)	ビタミンB2 (%)	ビタミンC ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	ビタミンE ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
若年	12	15.3 $\pm$ 4.0	1.06 $\pm$ 0.09	1199 $\pm$ 200	7.2 $\pm$ 3.2
中高年	13	20.0 $\pm$ 8.0	0.99 $\pm$ 0.08	1049 $\pm$ 161*	18.1 $\pm$ 5.9**

平均 $\pm$ SD. \*P<0.05, \*\*P<0.01 vs 若年ランナー

表5 若年、及び中高年ランナーの体内鉄栄養状態

グループ	N	ヘマトクリット (%)	ヘモグロビン (g/L)	血清鉄 ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )	TIBC ( $\mu\text{g}/\text{dl}$ )
若年	12	46.5 $\pm$ 1.6	14.9 $\pm$ 0.5	150 $\pm$ 40	296 $\pm$ 30
中高年	13	43.5 $\pm$ 2.4**	14.4 $\pm$ 1.0	99 $\pm$ 42**	313 $\pm$ 35

平均 $\pm$ SD. \*\*P<0.01 vs 若年ランナー