

## 原 著

# プロテインサプリメントが 自転車競技アスリートのトレーニング効果に与える影響

井上 なぎさ<sup>\*1</sup>、小清水 孝子<sup>\*2</sup>、田畑 昭秀<sup>\*3</sup>、白石 裕一<sup>\*3</sup>神山 慶人<sup>\*4</sup>、寺門 厚彦<sup>\*3</sup>、岡村 浩嗣<sup>\*5</sup><sup>\*1</sup>株式会社まちづくり三鷹、<sup>\*2</sup>福岡大学 スポーツ科学部、<sup>\*3</sup>財団法人 JKA日本競輪学校、<sup>\*4</sup>有人宇宙システム株式会社、<sup>\*5</sup>大阪体育大学大学院 スポーツ科学研究科

【連絡責任者】岡村 浩嗣 大阪体育大学大学院 スポーツ科学研究科

TEL: 072-453-8839 FAX: 072-453-8818 E-mail: okamura@ouhs.ac.jp

## 抄 録

## 目 的

トレーニングによる筋肥大効果を高めるために有効なたんぱく質摂取量は、一日・体重1 kg あたり 2.0g が上限とされている。しかし、スポーツ現場では食事以外にプロテインやアミノ酸などのサプリメントを摂ることで、必要量以上のたんぱく質を摂ることは珍しいことではない。本研究では、食事から十分量のたんぱく質を摂取している場合にプロテインサプリメントを摂取することが、筋肥大などのトレーニング効果を高めるのに効果的かどうか検討した。

## 方 法

自転車競技アスリート(トラック競輪種目)77名を対象に、プロテインサプリメントの摂取状況に関するアンケート調査(摂取状況調査)を実施した。また、自転車競技アスリート(トラック競輪種目)17名を対象として、プロテインサプリメントを摂取することが筋肥大などのトレーニング効果を高めるのに有効かどうかを検討した(摂取効果調査)。

## 結 果

摂取状況調査の結果、「摂取している」のは29名(38%)で、摂取理由の1位は「筋肥大・筋力アップ」が10名(34%)、「身体を大きく」が8名(28%)、「たんぱく質をより多く摂るため」が7名(24%)の順だった。摂取効果調査の結果、プロテインサプリメントを使ってもたんぱく質摂取量を有意に増やすことにはならず、筋肥大を促進したり最大出力筋力を高めたりすることもなかった。

## 結 論

日々の食事で、栄養バランスが整っており摂取目安量も十分満たされた食事を摂っていれば、プロテインサプリメント摂取は筋肥大などのトレーニング効果に影響しなかった。

**キーワード** アスリート、たんぱく質、サプリメント、トレーニング効果

## 緒 言

栄養はトレーニングや休養とともに、トレーニング効果を確実にして、運動能力を高める要因の一つと位置付けられる。栄養素の中で特にたんぱく質は、アスリートにとって関心の高いものの一つである。健康上安全でかつトレーニングによる筋肥大効果を高めるのに有効なたんぱく質摂取量は1日・体重1kgあたり1.4～2.0gとされている<sup>1,2)</sup>。国際陸上競技

連盟のアスリートのための栄養についての声明では、全ての陸上競技選手で1.7g/kg 体重/日以上なたんぱく質は必要ないとされており<sup>3)</sup>、国際オリンピック委員会のスポーツ栄養に関する合意声明2003においても、多量なたんぱく質(2.0～3.0g/kg 体重/日)摂取が必要であることを示す根拠はほとんどないとされている<sup>4)</sup>。2010年の改訂では、サプリメントに関しても言及されている<sup>5)</sup>。

アスリートのサプリメント使用目的は「筋力や体力の向上」「パフォーマンスの向上」「免疫機能の向上」「不足している栄養素を補う」などである<sup>6-11)</sup>。オリンピック選手においても同様である<sup>10,12,19)</sup>。我が国の国立スポーツ科学センターの報告によると、20歳以上のトップアスリートの88.1%がサプリメントを使用しており、サプリメントの使用率は高い<sup>13)</sup>。摂取しているサプリメントの上位にはプロテインサプリメント(アミノ酸やプロテイン)が含まれている。摂取理由は「疲労回復」「食事で不足するものを補うため」「競技力向上のため」「筋肉・体重増加のため」などである<sup>13)</sup>。

スポーツ現場において、スポーツ選手が食事以外にプロテインやアミノ酸などのサプリメントを摂ることで、必要量以上のたんぱく質を摂ることは珍しいことではない。そこで本研究では、日々の食事から十分量のたんぱく質を摂取している場合にプロテインサプリメントを摂取することが、筋肥大などのトレーニング効果を高めるのに効果的かどうか検討した。

## 方 法

プロテインサプリメントの摂取状況に関するアンケート調査(摂取状況調査)と、プロテインサプリメントを摂取することが筋肥大などのトレーニング効果を高めるのに有効かどうかを検討する調査(摂取効果調査)を行った。被験者には実験内容を説明し事前に同意書を得た。本研究計画は大阪体育大学研究倫理審査委員会の承認を得た。

### 摂取状況調査

自転車競技アスリート(トラック競輪種目)77名を対象に、プロテインサプリメント摂取状況に関してアンケート調査を自己記入式で実施した。アンケート内容は、①摂取の有無、②摂取理由(自由記述)とし、摂取理由が複数ある場合は順位をつけてもらった。

### 摂取効果調査

#### 1) 被験者と研究の概要

体格や体組成、筋力などに対する影響についての調査は、自転車競技アスリート(トラック競輪種目)17名(身長176.0cm(標準偏差4.4)、年齢22.9歳(標準偏差2.9)、体重75.3kg(標準偏差5.3))の被験者を対象とし実施した。食事からの十分量のたんぱく

質摂取に加え日常的にプロテインサプリメントを摂取していた9名をP群、摂取していなかった8名を対象群C群とした。

被験者の1日のタイムスケジュールを表1に示した。被験者は寮生活を送っており、食事は管理栄養士により1日に必要なエネルギー量と栄養素がとれる献立が、1日3回、決まった時刻(朝:7:40、昼:11:30、夕:17:45)に毎日提供された。ご飯のみビュッフェ方式で提供された。被験者は週6日、1日平均4時間30分以上のトレーニングを行っていた。各調査時点は通常練習期とした。

以下の2)~4)、6)及び7)の項目は、12週間の調査期間の前(8月)と後(11月)で調査した。調査時点での測定プロトコルを図1に示した。5)採血は8月の調査時点のみ行った。皮脂厚と筋厚においては、3日間で数名ずつに分けて測定した。

#### 2) 食事調査

休日を含まない連続した3日間で実施した。食事調査は自己記入式による食事記録法およびデジタルカメラによる映像記録法を併用して実施し、記録提出時には管理栄養士が聞き取りを行い、分量、材料を確認した。ご飯の量は、被験者自身が喫食前にスケール(TANITA KD-176)を用いて量り、記録した。栄養計算は「五訂増補日本食品標準成分表」<sup>14)</sup>に準拠した栄養計算ソフト「WELLNESS21」(株)トップビジネスシステム)を用いて、摂取エネルギー量・栄養素量を管理栄養士が算出した。

表1 被験者のタイムスケジュール

時間	日課
6:30	起床
6:45 - 7:10	掃除など
7:40 - 8:10	朝食
9:05 - 11:30	トレーニング
11:30 - 12:30	昼食
12:40 - 14:15	学科授業
14:25 - 17:00	トレーニング
17:45 - 18:30	夕食
18:30 - 19:15	入浴
19:15 - 22:00	自由時間
22:00	就寝

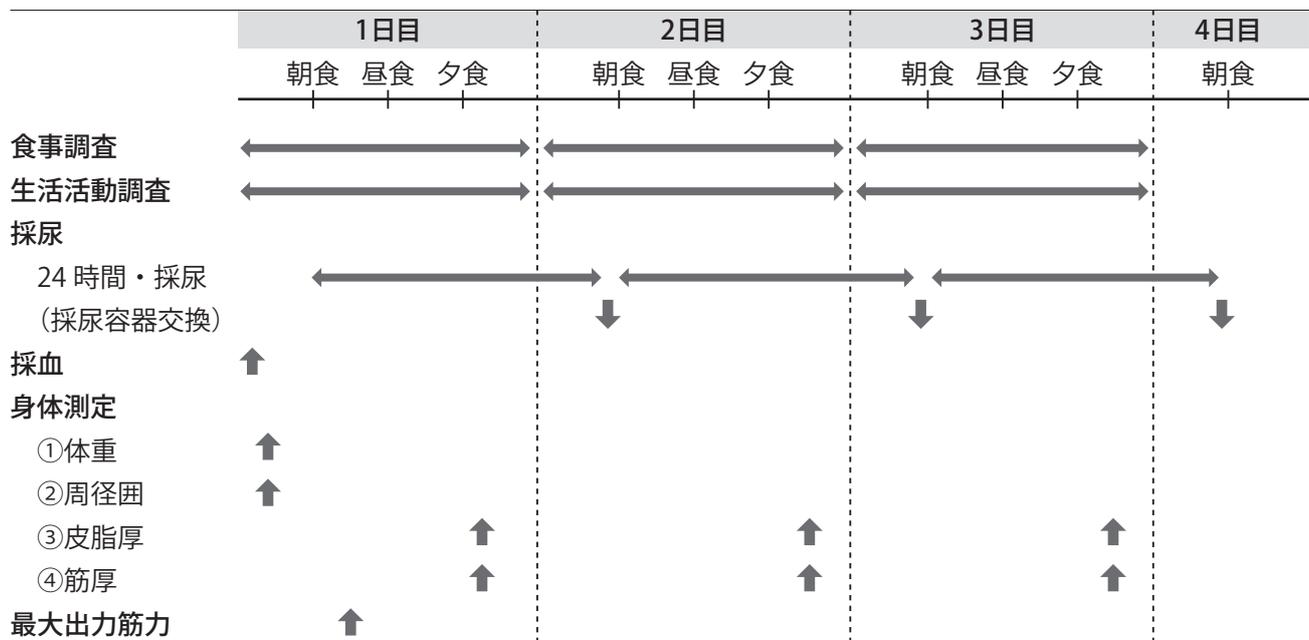


図1 測定実施プロトコル

8月と11月の調査時点で、調査と測定をそれぞれ実施した。採血は8月の調査時点のみ行った。皮脂厚と筋厚においては、3日間で数名ずつに分けて測定した。

栄養素等摂取量は、摂取エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンCおよび食物繊維を算出した。食品群は、1群「穀類」、2群「いもおよびでん粉類」、3群「肉類」、4群「魚介類」、5群「卵類」、6群「豆類」、7群「乳類」、8群「緑黄色野菜」、9群「その他の野菜」、10群「果実類」、11群「油脂類」、12群「砂糖および甘味類」、13群「嗜好飲料類」、14群「菓子類」、15群「プロテインサプリメント」および16群「スポーツフーズ(スポーツドリンク、エネルギーゼリー、栄養機能食品等)」として算出した。15群「プロテインサプリメント」には、たんぱく質以外の栄養素や水分も含まれていたため、プロテインサプリメントからのたんぱく質摂取量も栄養計算ソフトを用いて算出した。

十分量が摂取できているか評価するための目安量は、国立スポーツ科学センターの方法<sup>15)</sup>により求めた推定エネルギー必要量から、エネルギー別食品構成・エネルギー別成分値<sup>16)</sup>を基準にして算出した。窒素摂取量は、たんぱく質の窒素含有量を16%として、たんぱく質摂取量を6.25で除して算出した。窒素出納は、〔たんぱく質摂取量(g) ÷ 6.25〕 - 〔尿素窒素(g/24時間) + 4〕の計算式を用いて算出した<sup>17)</sup>。

### 3) 生活活動調査

生活活動調査は食事調査と平行して、要因加算法により自己記入方式で「身体活動のメッツ(METs)表」<sup>18)</sup>に準拠した「WELLNESS21」(㈱トップビジネスシステム)を用いて管理栄養士がエネルギー消費量を算出した。

### 4) 採尿

採尿は食事調査と平行して実施した。食事調査開始日の朝食の前に排尿させ、その後の尿から翌日の朝食の前に採取した尿を1日目の尿とした。2日目以降も同様に実施し、3日間の尿を採取した。採尿にはアリコートカップ(㈱泉製作所,大阪)を用いた。測定項目は尿素窒素、クレアチニンおよびカルシウムとした。

### 5) 採血

8月の食事調査初日に早朝空腹時の静脈血を採取し、クレアチニンと尿素窒素を測定した。

### 6) 身体計測

#### ① 体重

体重は採血後に体組成計(TANITA, Model No.TBF-410)を用いて測定した。

#### ② 周径囲

周径囲はメジャーで測定した。上腕囲は立位で伸展位の状態で測定し、腕を身体側へ水平に挙げた状態

で最も太い個所を測定した。胸囲も立位で、乳頭の高さで体幹に水平に測定した。大臀囲も立位で、側方からみて最も外側へ膨らんでいる部分を測定した。大腿囲も立位で、筋肉が大腿の内側へ最も膨らんでいる部分を測定した。下腿囲はやや脚を開いて立った状態で、最も太い個所測定した。

### ③ 皮脂厚

皮脂厚はキャリパー(Harpender Skinfold Caliper, British Indicator Ltd)を用いて皮脂厚を測定し、SUM6(肩甲下皮脂厚+上腕三頭筋皮脂厚+上腕二頭筋皮脂厚+腸骨稜皮脂厚+大腿前面皮脂厚+下腿内側皮脂厚)とSUM7(肩甲下皮脂厚+上腕三頭筋皮脂厚+上腕二頭筋皮脂厚+腸骨棘上皮脂厚+腹部皮脂厚+大腿前面皮脂厚+下腿内側皮脂厚)を算出した。

### ④ 筋厚

筋厚はSM-306ver.1.1.19(Eikosha)を用いて、上腕背部と大腿前部(大腿直筋+中間広筋)を測定した。

## 7) 最大出力筋力

最大出力筋力は測定前に十分なストレッチとウォーミングアップを行い、屋内で実施した。等張性筋力は、ハンドルを引く力、ハンドルを押し力、ペダル踏力を測定項目とし自転車エルゴメータ(台上市行試験装置、開発元:財団法人自転車産業振興協会 技術研究所, 製作:㈱今仙技術研究所)を用いて静止状態から立ちこぎでの全力ペダリング運動を行い測定した。等尺性脚筋力はDIGITAL DYNAMOMETER (TAKEI)を用い、座位で膝関節を90度に屈曲した姿勢での等尺性の脚伸展筋力を2回測定し、高いほうの値を最大出力筋力とした。

## 8) 生化学分析

尿中および血清、尿素窒素濃度はウレアーゼ・インドフェノール法(尿素窒素B-テストワコー, 和光純薬, 大阪)、クレアチニン濃度はJaffe法(クレアチニンテストワコー, 和光純薬, 大阪)で測定した。尿中カルシウム濃度はMXB法(カルシウムE-テストワコー, 和光純薬, 大阪)で測定した。

## 9) 統計処理

各群における調査時点間の比較には対応のあるt検定、各調査時点における群間比較には対応のないt検定を用いた。統計解析にはStatView ver.5.0

(SAS Institute Inc.)を用いた。危険率1%未満を統計的に有意とし、危険率1%以上10%未満を有意傾向とした。

## 結 果

### 摂取状況調査

プロテインサプリメントに関するアンケート調査結果を表2に示した。対象者77名のうち、「摂取している」のは29名(38%)、「摂取していない」のは22名(29%)、「今後摂取予定」は22名(29%)であった。摂取理由の1位は「筋肥大・筋力アップ」が10名(34%)、「身体を大きく」が8名(28%)、「たんぱく質をより多く摂るため」が7名(24%)の順だった。摂取理由2位以下では「不足している栄養素を補うため」が16名(55%)で多かった。

### 摂取効果調査

表3には栄養素等摂取量の結果を示した。たんぱく質摂取量は、11月はP群がC群より多い傾向にあった( $p=0.08$ )が、8月も11月も群間に統計的な差は認められなかった。たんぱく質摂取量には両群ともに調査時点間に差はなかった。その他の全ての項目でも、群間の差、及び調査時点間の差はなかった。各調査時点のPFCバランスは、C群(8月 P:F:C = 14:22:62, 11月 P:F:C = 14:25:60)、P群(8月 P:F:C = 16:22:60, 11月 P:F:C = 15:24:59)であり、PFCバランスは整っていた。目安量に対する栄養素摂取量の割合は、食物繊維以外は十分量満たされていた(表4)。

表5には食品群別摂取量の結果を示した。主な

表2 プロテインサプリメントに関するアンケート調査結果

	回答人数	%
<b>① 摂取について</b>		
摂取している	29	38
摂取していない	22	29
今後摂取予定	22	29
その他	4	5
<b>② 摂取理由</b>		
筋肥大・筋力アップ	10	34
身体を大きく	8	28
たんぱく質をより多く摂るため	7	24
その他	4	14

表3 栄養素等摂取量

		8月		11月	
		C群	P群	C群	P群
エネルギー	kcal	4,870 (538)	4,555 (565)	4,904 (673)	4,773 (354)
たんぱく質	g	169.6 (10.0)	186.0 (25.6)	167.1 (13.9)	181.3 (20.8)
	g/kg	2.3 (0.2)	2.5 (0.3)	2.2 (0.1)	2.4 (0.2)
脂質	g	121.8 (20.9)	111.2 (11.7)	134.3 (22.8)	124.5 (15.4)
炭水化物	g	754.9 (87.9)	687.1 (110.5)	734.2 (112.9)	646.2 (208.4)
カルシウム	mg	1374 (148)	1347 (77)	1236 (55)	1270 (108)
鉄	mg	13.8 (0.6)	16.8 (6.6)	13.3 (1.2)	15.1 (2.8)
ビタミンA	μgRE	1085 (78)	1189 (170)	943 (178)	1105 (101)
ビタミンB <sub>1</sub>	mg	6.01 (0.52)	7.37 (3.34)	6.52 (0.91)	6.38 (1.71)
ビタミンB <sub>2</sub>	mg	3.31 (0.75)	4.46 (3.41)	2.58 (0.15)	3.16 (0.79)
ビタミンC	mg	499 (319)	402 (158)	243 (66)	372 (157)
食物繊維総量	g	26 (2)	26 (2)	24 (4)	26 (3)

平均値 (標準偏差)

表4 目安量に対する栄養素等摂取量の割合

		8月		11月	
		C群	P群	C群	P群
エネルギー	%	113 (11)	104 (8)	118 (14)	111 (14)
たんぱく質	%	116 (8)	124 (17)	113 (5)	120 (9)
脂質	%	100 (0)	100 (1)	103 (7)	102 (4)
炭水化物	%	110 (10)	102 (6)	110 (15)	104 (9)
カルシウム	%	102 (4)	100 (0)	100 (0)	100 (0)
鉄	%	92 (4)	101 (26)	89 (8)	96 (8)
ビタミンA	%	100 (0)	101 (3)	96 (10)	100 (1)
ビタミンB <sub>1</sub>	%	175 (12)	212 (107)	198 (28)	183 (47)
ビタミンB <sub>2</sub>	%	128 (23)	174 (144)	106 (7)	122 (29)
ビタミンC	%	249 (159)	201 (79)	121 (33)	186 (78)
食物繊維総量	%	76 (8)	73 (5)	72 (10)	75 (7)

平均値 (標準偏差)

表5 食品群別摂取量

		8月		11月	
		C群	P群	C群	P群
1群 穀類	g	1263.4 (129.8)	1169.7 (258.4)	1339.8 (172.1)	1257.0 (181.5)
2群 いもおよびでん粉類	g	91.0 (13.4)	90.0 (23.5)	67.1 (8.9)*	72.6 (10.6)
3群 肉類	g	219.9 (0.5)	215.7 (8.7)	248.3 (18.9)*	240.9 (25.7)
4群 魚介類	g	109.5 (7.8)	101.5 (11.1)	136.0 (22.1)	116.3 (31.9)
5群 卵類	g	63.1 (1.6)	58.7 (6.6)	74.0 (14.7)	69.1 (11.4)
6群 豆類	g	160.3 (17.7)	143.6 (38.2)	67.0 (21.1)*	75.8 (22.8)*
7群 乳類	g	635.2 (171.7)	560.3 (56.2)	512.3 (26.1)	504.8 (9.0)
8群 緑黄色野菜	g	153.0 (29.6)	162.0 (5.9)	113.8 (45.1)*	134.2 (25.0)
9群 その他野菜	g	487.6 (48.3)	483.7 (18.3)	390.5 (94.5)*	391.8 (60.1)*
10群 果実類	g	261.5 (31.6)	330.7 (147.2)	259.1 (82.8)	276.7 (123.2)
11群 油脂類	g	13.5 (1.6)	12.4 (0.8)	12.4 (1.5)	12.1 (1.6)
12群 砂糖および甘味類	g	5.1 (3.5)	3.9 (0.5)	7.5 (4.9)	6.4 (1.0)*
13群 嗜好飲料類	g	71.7 (82.6)	36.2 (58.9)	96.6 (164.1)	38.2 (83.2)
14群 菓子類	g	53.5 (26.4)	50.5 (29.2)	36.5 (38.1)	47.0 (54.4)
15群 プロテインサプリメント	g	0.0 (0.0)	52.3 (66.1)	0.2 (0.6)	37.9 (33.4)†
16群 スポーツフーズ	g	307.7 (756.4)	223.4 (407.8)	20.7 (34.7)	228.1 (417.6)

\* 8月に対して有意差あり (p &lt; 0.01 Paired t-test)

† C群に対して有意差あり (p &lt; 0.01 Student t-test)

平均値 (標準偏差)

たんぱく質源である3群「肉類」、4群「魚介類」、5群「卵類」、6群「豆類」に群間の差は見られなかった。15群「プロテインサプリメント」摂取量は、8月はP群がC群より多い傾向 ( $p=0.04$ )、11月はP群がC群より有意に多かった。15群「プロテインサプリメント」からのたんぱく質摂取量は、8月はP群 (24.8g) がC群 (0.0g) よりも有意に多く、11月もP群 (20.9g) がC群 (0.2g) よりも有意に多かった。16群「スポーツフーズ」摂取量は、群間、及び調査時点間に有意な差は認められなかった。

エネルギー消費量は、群間、及び調査時点間に有意な差はなかった (8月:C群 4,201kcal (標準偏差 346)、P群 4,381kcal (標準偏差 367)。11月:C群 4,070kcal (標準偏差 530)、P群 4,233kcal (標準偏差 541))。

尿中への尿素窒素排泄量、クレアチン排泄量およびカルシウム排泄量に群間、及び調査時点間の有意な差は認められなかった (表6)。

図2に窒素出納の結果を示した。8月の窒素摂取量の平均値はC群が27.1g、P群が29.8gでP群がC群より2.7g多く、排泄量はC群が13.7g、P群が16.4gでP群がC群より2.7g多かった。11月の窒素摂取量はC群が26.7g、P群が29.0gでP群がC群より2.3g多く、排泄量もC群が15.3g、P群が17.6gでP群がC群より2.3g多かった。いずれの調査時点とも、P群がC群より多く摂取した窒素とほぼ同量の窒素が尿素窒素として排泄されていた。窒素出納は両群とも正だったが群間にも調査時点間にも差は認められなかった。

窒素摂取量と尿素窒素排泄量には、8月では両群とも正相関 (C群: $r=0.449$ ,  $p=0.03$  P群: $r=0.623$ ,  $p<0.01$ ) がみられた。11月においては、C群にやや相関傾向 ( $r=0.401$ ,  $p=0.06$ ) がみられ、P群では正相関 ( $r=0.592$ ,  $p<0.01$ ) が認められた (図3)。

表6 尿中排泄量

		8月		11月	
		C群	P群	C群	P群
尿素窒素	g	13.7 (3.8)	16.4 (3.9)	15.3 (2.7)	17.6 (2.0)
クレアチニン	g	2.1 (0.6)	2.2 (0.3)	2.1 (0.4)	2.2 (0.1)
カルシウム	mg	291.8 (115.7)	370.4 (79.3)	398.8 (198.6)	474.3 (202.7)

( ) 内は標準偏差  
平均値 (標準偏差)

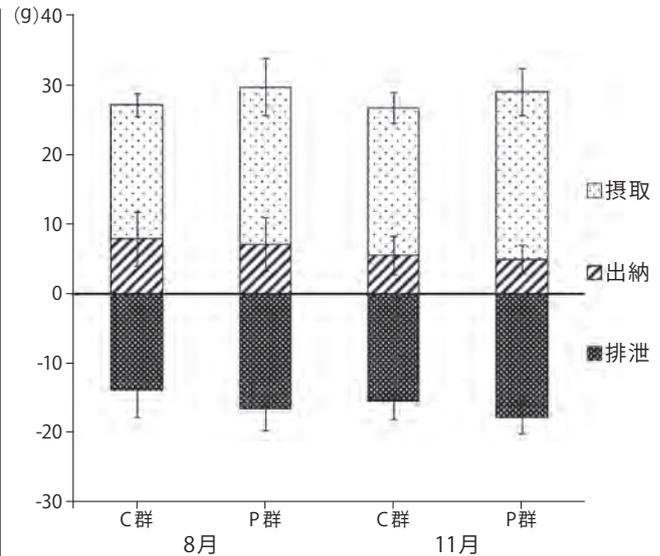


図2 窒素出納

各調査時点におけるC群 (8名) とP群 (9名) のそれぞれの平均値および標準偏差。

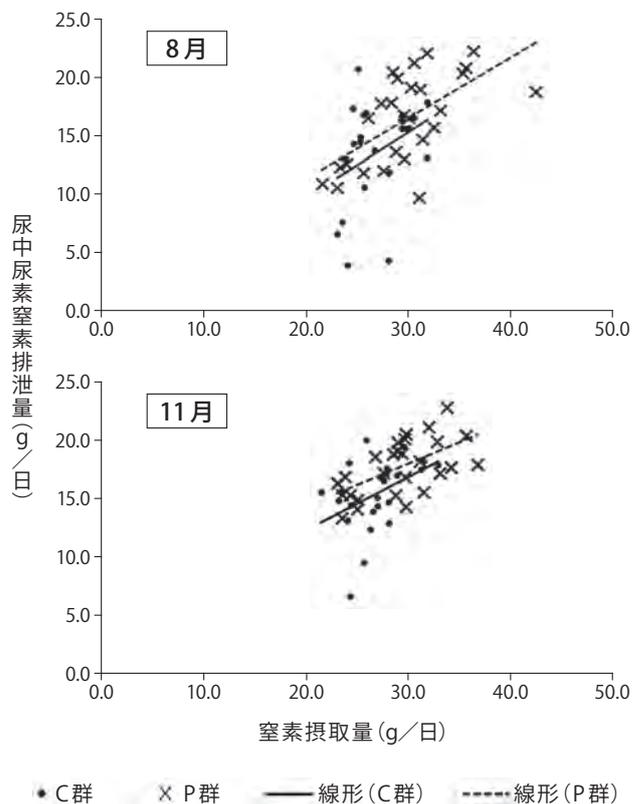


図3 窒素摂取量と尿中尿素窒素排泄量との関係

血清クレアチニン濃度には、群間にも調査時点間にも差は認められなかった(8月:C群 0.9mg/dl, P群 1.0mg/dl。11月:C群 1.0mg/dl, P群 1.0mg/dl)。血清尿素窒素にも群間の差も調査時点間の差も認められなかった(8月:C群 16.6mg/dl, P群 14.7mg/dl。11月:C群 18.3mg/dl, P群 16.7mg/dl)。いずれの測定項目においても一般男性成人の基準値内であった。

表7に身体計測と最大出力筋力の結果を示した。全ての測定項目で群間も測定時点間にも統計的な有意差は認められなかった。

### 考 察

本研究でのプロテインサプリメントに関するアンケート調査の結果、「プロテインサプリメントを摂取している」と「摂取予定」を合わせると対象者の67%

で、プロテインサプリメントへの関心が高かった。摂取理由は「筋肥大・筋力アップ」に次いで「身体を大きく」「たんぱく質をより多く摂るため」であった。このことから、自転車競技アスリート(トラック競輪種目)はたんぱく質をより多く摂取することが筋肥大などのトレーニング効果に対してプラス要因になると考えていることが示唆された。国立スポーツ科学センターの調査によると、成人トップアスリートの88.1%がサプリメントを利用しており、アミノ酸やプロテインなどのプロテインサプリメントが上位に含まれている。摂取理由は「疲労回復」「食事で不足するものを補うため」「競技力向上のため」「筋肉・体重増加のため」などであり<sup>13)</sup>、今回の調査結果と同様の傾向を示した。Kimらは、北京オリンピックでの韓国選手におけるサプリメント摂取状況報告で、ビタミンが最も多く

表7 身体計測と最大出力筋力

				8月		11月	
				C群	P群	C群	P群
体 重			kg	73.6 (5.8)	75.2 (4.7)	74.5 (6.0)	76.0 (4.7)
周径围	上腕围	右	cm	31.1 (2.1)	30.8 (1.5)	31.0 (2.6)	30.6 (0.9)
		左	cm	30.5 (2.1)	30.5 (1.3)	30.8 (2.7)	30.6 (1.0)
	胸 围		cm	94.3 (5.2)	98.0 (3.5)	95.9 (4.2)	95.4 (2.5)
	大臀围		cm	97.6 (2.4)	98.2 (3.5)	96.9 (2.6)	99.2 (2.9)
	大腿围	右	cm	58.3 (3.3)	58.5 (2.4)	58.7 (3.5)	56.1 (1.8)
		左	cm	58.6 (2.9)	57.8 (2.4)	59.0 (3.1)	55.7 (2.5)
下腿围	右	cm	40.0 (2.1)	39.6 (1.8)	39.9 (2.3)	39.3 (1.6)	
	左	cm	39.4 (2.0)	39.0 (1.6)	39.6 (2.1)	38.7 (1.5)	
皮脂厚	SUM6		mm	54.8(10.4)	55.0(10.9)	48.2 (7.5)	49.6 (9.1)
	SUM7		mm	61.5 (11.6)	62.8(15.0)	60.4 (9.3)	60.3(12.7)
筋 厚	上腕背部	右	mm	31.5 (5.8)	29.6 (3.9)	29.9 (5.6)	26.3 (5.7)
		左	mm	32.6 (5.5)	30.2 (4.2)	30.0 (3.7)	27.1 (5.9)
	大腿前部	右	mm	58.4 (5.7)	51.7 (9.2)	61.8 (5.7)	55.8 (6.0)
		左	mm	58.6 (6.2)	52.6 (9.4)	62.0 (6.4)	54.6 (6.5)
等張性筋力	ハンドルを引く力	右	kgf	67.0 (7.8)	67.5 (6.5)	63.6(11.8)	69.4 (5.8)
		左	kgf	66.2(10.3)	64.8 (7.9)	68.9(13.4)	70.0 (6.8)
	ハンドルを押し力	右	kgf	44.5 (5.4)	48.7 (3.6)	45.4 (6.1)	51.4 (8.1)
		左	kgf	45.3 (8.1)	44.5 (8.2)	44.6 (9.2)	46.6(11.2)
	ペダル踏力	右	kgf	142.5(10.9)	143.6 (9.0)	143.3(15.0)	146.6 (9.6)
		左	kgf	138.4(13.7)	143.9 (11.1)	141.0(16.0)	149.5(12.8)
等尺性脚筋力	右	kgf	162.9(25.1)	152.5 (15.8)	149.4(24.1)	144.3(15.3)	
	左	kgf	162.5(28.5)	150.4(16.5)	151.0(21.4)	144.2(13.9)	

平均値 (標準偏差)

利用されており、次いで東洋サプリメント (Oriental supplements)、アミノ酸だったとしている<sup>12)</sup>。摂取理由は「筋力の向上」「疲労回復」「健康維持・不足している栄養素を補うため」であり、我が国のサプリメント摂取状況と一致していた。情報提供者の上位は、コーチ、トレーナー、両親、チームメイトと報告されている<sup>12,19)</sup>。Heikkinen らによると、2002 年ではオリンピック選手の 81% がサプリメントを摂取していたが 2009 年では 73% と、世界的にみるとサプリメントを利用するトップアスリートは減少傾向にある<sup>20)</sup>。我が国の 20 歳以上のトップアスリートは、2006 年～2007 年には 88.1% がサプリメントを使用しており、サプリメント使用率は高い<sup>13)</sup>。運動能力増強のための多くのサプリメントの中で、ごく少数のものは専門家のもとで科学的根拠に従って使うと運動能力を高めるかもしれないが<sup>5)</sup>、有効性が科学的に立証されていないもの、健康や運動能力に対するリスク、ドーピングテストで陽性になる危険性のあるものもある<sup>21-27)</sup>。一方で、サプリメントに関する教育で知識レベルが向上することにより、サプリメントの使用を抑制することが認められている<sup>27)</sup>。アスリートがサプリメントを利用する場合には、周囲に影響され安易にサプリメントを摂るのではなく<sup>28,29)</sup>、サプリメントに関する正しい栄養教育や情報提供が、我が国においては重要であるといえる。

本研究で、食事から十分な量のたんぱく質を摂取している時にプロテインサプリメントを摂取しても、体組成や最大出力筋力に対する影響は認められなかった。この理由として、プロテインサプリメントにより必要量以上に摂取したたんぱく質は、尿中へ排泄されていることが考えられた。摂取したたんぱく質のうち、体たんぱく質合成に使われないものは尿素となり尿中に排泄されたり消化管に分泌されたりする<sup>30)</sup>。本研究では、窒素摂取量と尿素窒素排泄量の関係において、8 月では両群とも正相関が認められ、11 月においては、C 群にやや相関傾向がみられ ( $p=0.06$ )、P 群では正相関が認められた。たんぱく質を多く摂取すると尿素窒素排泄量も多くなった。たんぱく質摂取量は、8 月は群間に差は認められなかったが ( $p=0.24$ )、11 月では P 群が C 群より

多い傾向にあった ( $p=0.08$ )。プロテインサプリメントを使うことでたんぱく質摂取量がやや増加する傾向にあったが、P 群では C 群より窒素摂取を多く摂取した量とほぼ同量が尿素窒素として排泄されていた。すなわち、たんぱく質は多く摂取しても排泄されていた。Tarnopolsky らは、筋力トレーニングをした場合に、1 日・体重 1kg あたりのたんぱく質摂取量を 0.86g から 1.4g に増やすと全身の体たんぱく質合成は高まるが、2.4g に増やした場合には体タンパク質合成はさらに高まることがなかったことを報告している<sup>31)</sup>。この時、増加したのはロイシンの酸化であり、たんぱく質はエネルギー生産に用いられている<sup>31)</sup>。このため、運動による筋肉合成を亢進するためのたんぱく質摂取量は 2g/kg 体重 / 日程度が上限と考えられている。本研究ではプロテインサプリメントを利用していない C 群でも食事から 2.2～2.3g/kg 体重 / 日のたんぱく質を摂取していた。本研究でプロテインサプリメントが体組成や筋力に影響しなかったのは、食事から必要なたんぱく質が摂れていたためと考えられる。

本研究で P 群はプロテインサプリメントを摂取していたにも関わらず、たんぱく質摂取量は有意には増えなかった。この理由として、P 群では C 群に比べて提供された食事の「食べ残し」が多かったことが考えられる。食品群別摂取量に統計的有意差は認められなかったが、P 群は C 群よりも、たんぱく質源である 3 群「肉類」、4 群「魚介類」、5 群「卵類」、6 群「豆類」の摂取量が少なく、提供された食事の「食べ残し」が目立った。また調査期間中の被験者らの食事を観察していても、P 群の被験者では日々の食べ残しが多い印象を受けた。今回のアンケート調査で、プロテインサプリメントを摂取している目的の 2 位以下で多かった「不足している栄養素を補うため」は、プロテインサプリメントを摂取している人の半分以上であった。国際オリンピック委員会のスポーツ栄養に関する声明 2010 では、「食事を改善する方法としては十分ではないが短期間の必須栄養素の補給に利用できる」と述べられている<sup>5)</sup>。オリンピック選手の多くもサプリメントを使用しているが<sup>10,12,19)</sup>、

食事を残してサプリメントを摂取するという食行動は、サプリメント購入費用が必要なだけでなく残食による食費の無駄が増え、経済的に二重に好ましくない。今回の調査結果は、アスリートのサプリメント使用、食行動、食生活についての調査・啓蒙がスポーツ現場にとって重要であることを裏付ける一例だと考える。

### まとめ

プロテインサプリメントを使ってもたんぱく質摂取量を有意に増やすことにはならず、筋肥大や最大出力筋力を促進することもなかった。日々の食事において、栄養バランスが整っており摂取目安量も十分満たされた食事を1日3食摂っていれば、プロテインサプリメントの摂取は筋肥大などのトレーニング効果に影響しない。

### 謝辞

本研究に際し、調査・研究に快くご協力いただいた日本競輪学校96期生の皆様方に心より感謝申し上げます。さらに測定や研究に関して多大なるご支援・ご協力をいただきました日本競輪学校関係者の方々に心より御礼申し上げます。

### <文献>

- 1) Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T et al.: International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise, *J Int Soc Sports Nutr.*, 26, 4-8 (2007)
- 2) Kreider RB, Campbell B.: Protein for exercise and recovery, *Phys Sportsmed.*, 37 (2), 13-21 (2009)
- 3) Burke L, Maughan R, Shirreffs S.: The 2007 IAAF Consensus Conference on Nutrition for Athletics, *J Sports Sci.*, 25, 1-S1 (2007)
- 4) Burke LM: The IOC consensus on sports nutrition 2003: new guidelines for nutrition for athletes, *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 13 (4), 549-552 (2003)
- 5) No authors listed: IOC consensus statement on sports nutrition 2010, *J Sports Sci.*, 29 Suppl 1, S3-4 (2011)
- 6) Braun H, Koehler K, Geyer H et al.: Dietary supplement use among elite young German athletes, *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 19 (1), 97-109 (2009)
- 7) Dascombe BJ, Karunaratna M, Cartoon J et al.: Nutritional supplementation habits and perceptions of elite athletes within a state-based sporting institute, *J Sci Med Sport.*, 13 (2), 274-280 (2010)
- 8) Duellman MC, Lukaszuk JM, Prawitz AD et al.: Protein supplement users among high school athletes have misconceptions about effectiveness, *J Strength Cond Res.*, 22 (4), 1124-1129 (2008)
- 9) Erdman KA, Fung TS, Doyle-Baker PK et al.: Dietary supplementation of high-performance Canadian athletes by age and gender, *Clin J Sport Med.*, 17 (6), 458-464 (2007)

- 10) Huang SH, Johnson K, Pipe AL: The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games, *Clin J Sport Med.*, 16 (1), 27-33 (2006)
- 11) Petróczi A, Naughton DP, Mazanov J et al.: Performance enhancement with supplements: incongruence between rationale and practice, *J Int Soc Sports Nutr.*, 12, 4-19 (2007)
- 12) Kim J, Kang SK, Jung HS et al.: Dietary supplementation patterns of Korean olympic athletes participating in the Beijing 2008 Summer Olympic Games, *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 21 (2), 166-174 (2011)
- 13) 亀井明子, 横田由香里, 土肥美智子, 他: 日本代表選手のサプリメント使用の現状 - 20歳以上の選手と20歳未満選手の比較 -, 第55回日本栄養改善学会学術集会発表, (2008)
- 14) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査文化会編: 五訂増補日本食品成分表, (2006) 第一出版, 東京
- 15) 小清水孝子, 柳沢香絵, 樋口満: スポーツ選手の推定エネルギー必要量, *トレーニング科学*, 17, 245-250 (2005)
- 16) (財) 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会監修: アスリートのための栄養・食事ガイド (第2版第4刷), 108-111 (2007) 第一出版, 東京
- 17) 早川麻理子, 松岡敏男, 三輪佳行, 他: 身体計測の方法と応用 - 基礎から臨床研究まで (3), *臨床栄養*, 105 (6), 747-753 (2004)
- 18) (独) 国立健康・栄養研究所: 身体活動のメッツ (METs) 表, (2007)
- 19) Burns RD, Schiller MR, Merrick MA et al.: Intercollegiate student athlete use of nutritional supplements and the role of athletic trainers and dietitians in nutrition counseling, *J Am Diet Assoc.*, 104 (2), 246-9 (2004)
- 20) Heikkinen A, Alaranta A, Helenius I et al.: Use of dietary supplements in Olympic athletes is decreasing: a follow-up study between 2002 and 2009, *J Int Soc Sports Nutr.*, 8 (1), 1 (2011)
- 21) Maughan RJ, Greenhaff PL, Hespel P: Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes, *J Sports Sci.* 29 Suppl 1, S57-66 (2011)
- 22) Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H, International Association of Athletics Federations: The use of dietary supplements by athletes, *J Sports Sci.* 25 Suppl 1, S103-113 (2007)
- 23) Maughan RJ, King DS, Lea T: Dietary supplements, *J Sports Sci.*, 22 (1), 95-113 (2004)
- 24) Parr MK, Geyer H, Hoffmann B et al.: High amounts of 17-methylated anabolic-androgenic steroids in effervescent tablets on the dietary supplement market, *Biomed Chromatogr.*, 21 (2), 164-168 (2007)
- 25) van der Merwe PJ, Grobbelaar E: Unintentional doping through the use of contaminated nutritional supplements, *S Afr Med J.*, 95 (7), 510-1 (2005)
- 26) Maughan RJ: Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport, *J Sports Sci.*, 23(9), 883-889 (2005)
- 27) Massad SJ, Shier NW, Koceja DM et al.: High school athletes and nutritional supplements: a study of knowledge and use, *Int J Sport Nutr.*, 5 (3), 232-245 (1995)
- 28) Molinero O, Márquez S: Use of nutritional supplements in sports: risks, knowledge, and behavioural-related factors, *Nutr Hosp.*, 24 (2), 128-134 (2009)
- 29) Barnett DW, Conlee RK: The effects of a commercial dietary supplement on human performance, *Am J Clin Nutr.*, 40 (3), 586-590 (1984)
- 30) Fouillet H, Juillet B, Bos C et al.: Urea-nitrogen production and salvage are modulated by protein intake in fed humans: results of an oral stable-isotope-tracer protocol and compartmental modeling, *Am J Clin Nutr.*, 87 (6), 1702-1714 (2008)
- 31) Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD et al.: Evaluation of protein requirements for trained strength athletes, *J Appl Physiol.*, 73 (5), 1986-1995 (1992)

(受理日:2012年8月29日、採択日:2012年11月28日)

# ABSTRACT

## Effects of protein supplement ingestion on training for cyclists.

Nagisa INOUE<sup>\*1</sup>, Takako KOSHIMIZU<sup>\*2</sup>, Akihide TABATA<sup>\*3</sup>, Yuichi SHIRAISHI<sup>\*3</sup>,  
Yoshito KAMIYAMA<sup>\*4</sup>, Atsuhiko TERAOKA<sup>\*3</sup> and Koji OKAMURA<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup>Mitaka Town Management Organization, <sup>\*2</sup>Faculty of Sports and Health Science, Fukuoka University,

<sup>\*3</sup>Japan Keirin School, JKA, Foundation, <sup>\*4</sup>Japan Manned Space Systems Corporation,

<sup>\*5</sup>Graduate School of Health and Sport Sciences, Osaka University of Health and Sport Sciences

### Background

Previous studies have indicated that a protein intake of 2.0 g/kg BW/day is sufficient to improve training adaptation in athletes. However, athletes frequently take supplements containing protein and/or amino acids in addition to ingesting sufficient protein in their daily meals. The objective of this study was to investigate the effects of taking an extra protein supplement on training adaptation when protein consumption from daily meals was sufficient.

### Methods

Seventy-seven cyclists were surveyed on protein supplement use and 17 cyclists were investigated the effects of protein supplement ingestion on training adaptation.

### Results

Twenty-nine cyclists (38%) took protein supplement. The 3 most common reasons for taking protein supplement were to increase muscle protein synthesis and muscle performance, to increase muscle mass, and to ensure sufficient protein intake. No significant increase in protein intake per day or muscle performance was observed.

### Conclusions

The ingestion of extra protein supplement was not found to enhance training adaptation among athletes that consume meals containing sufficient energy and nutrients.

**Key words** athlete, protein, supplement, training adaptation