

研究ノート

自転車ロード実業団選手の食事・尿・血液検査における基礎的資料

川俣 幸一、柴本 むつ美、松下 慶子、大池 奈津希、林 千代

飯田女子短期大学 食物栄養専攻

【連絡責任者】川俣 幸一

TEL : 0265-22-4460 FAX : 0265-22-4474 E-mail : kawamata@iidawjc.ac.jp

抄 録

自転車ロード競技はエネルギー消費量の高い種目として知られている一方、国内選手に対する栄養サポートの報告はあまりない。今回、自転車ロード選手に対する栄養サポートの一資料を作成する目的で、国内の自転車ロード実業団選手を対象に夏季シーズンの同一月内に身体計測と食事調査、血液検査、尿検査を実施した。今回測定した自転車ロード選手において脛骨の骨密度指標は標準よりも低く、血中活性型ビタミンD濃度の高値が確認された。一方、その時期における選手の摂取カルシウム量は700mg前後であった。また自転車ロード選手に対する食事調査法についても検討を行ったところ、食事記録法と使用量を具体的に記入したサプリメント用紙を併用した市販の食物摂取頻度調査法(FFQg)とでは調査の結果に大きな違いは見られなかった。

キーワード 自転車ロード競技、骨密度、血中ビタミン、尿中ミネラル、食物摂取頻度調査法

緒 言

自転車ロード競技は、ツールドフランスにも代表されるように激しい持久系競技でありエネルギー消費量の高い種目として知られている[1,2]。その一方で、選手はシーズンを通じてウエイトコントロールを強いられる。この競技は特に屋外で行うため、炎天下となる夏季には選手への身体負荷が大きく、栄養素の損失も大きくなると考えられる。これらの事は本競技における食事管理の重要性を指し示しているものの、国内の自転車ロード選手に対して血液検査、尿検査といった生化学的な検査結果とを組み合わせた栄養サポートの報告は殆どない。これまでの日本人を対象とした自転車ロード選手の食事調査に関する報告では、今中らが国内トップの実業団に所属している日本代表選手1名に着目し、全日本の合宿中の一日の摂取エネルギーは5367kcal、PFC比率は16:26:58であり、また10日間のイタリア合宿期間中の一日の摂取エネルギーは4869kcal、PFC比率は14:27:58であったと報告している[3,4]。しかしながらこの報告は、日々

の食事調査に対して生化学的な検査結果とを組み合わせる調査した結果ではなく、また報告されているものは国内1位のエリート選手に関するもののみであり、一般的な実業団レベルにおける報告は見当たらない。

今回、未だ国内において食事調査の報告が少ない自転車ロード競技選手の実態を明らかにする目的で、国内の実業団選手5名を対象に、夏季シーズン中において食事調査や身体計測、血液検査、尿検査を行なった。その結果、自転車ロード選手を栄養サポートしていく上で有用であると考え、いくつかの知見が得られたので報告する。

方 法

1. 対象者

長野県飯田市をホームタウンとする自転車ロード実業団選手5名を対象とした。2008年次における選手の実業団カテゴリー(Businessman Racer: BR)は、トップカテゴリー順にBR-1が2名、BR-2が2名、BR-3が1名であった。このチームには親

(上位)チームがありフランス遠征など若手選手の育成を主目的としたチームである。調査対象チームの2008年度の全日本実業団ランキングの結果はBR-1(1部カテゴリー)で86チーム中16位、BR-2とBR-3からなる2部カテゴリーでは181チーム中3位の成績であり、国内では上位から中堅クラスのチームといえる。なお、全ての調査は試合期の2008年7月下旬から8月上旬にかけて行い、尿検査と採血については調査期間中のオフの日に同日となるよう配慮・実施した。

2. 身体計測

身体計測は静岡県磐田市にある浜松スポーツホトニクス研究所にて2008年6月下旬に行った。体脂肪測定は空気置換法(BOD-POD、LMI社製)にて行った。最大酸素摂取量測定は自転車エルゴメーターを用いた漸増負荷試験にて実施した。選手は80-100rpmの回転数でペダルを固定し、まず125W負荷における5分間のウォーミングアップ後に、25W/分ずつオールアウトに至るまで負荷重量を増大させた。酸素摂取量はブレスパイプ法による呼気ガス分析装置(MetaMax、Cortex社製)を用いて、10秒ごとに試験中連続的に測定しオールアウト直前に得られた酸素摂取量の最高値を、選手の最大酸素摂取量として算出した。その際にはレベリングオフを確認した。骨密度測定は超音波骨密度測定装置(SoundScan2000、

オムロン社製)にて脛骨の測定を行った。結果は表1に示した。

3. 尿検査

調査期間中のオフの日に合わせ24時間の蓄尿を実施し、尿中ミネラル分析を行った。測定項目は尿中ミネラル(Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^-)とクレアチニンである。尿中 Na^+ 測定は蒸留水にて200倍に希釈した尿をサンプルとし炎光光度計(ANA-10KL、東京フォトエレクトリック社製)にて行った。尿中 K^+ と Ca^{2+} はKodamaらの報告を参考とし原子吸光光度計(AA-6400F、島津製作所製)にて定量を行った[5]。尿中 Cl^- 測定はモール法にて、クレアチニン測定はJaffe法にて、定法に従い実施した[6]。

4. 血液検査

調査期間中のオフの日に合わせ血液検査を実施した。選手には前日21時より飲食の禁止を伝え、オフの日の早朝空腹時に医療機関にて採血を行った。採血前日のトレーニング量については制約を設けなかった。分析は三菱化学メディエンスへの依頼分析とし、基準値は同機関にて公開されているものを採用した[7]。測定項目は血液一般性状14項目と血中ビタミン5項目とした。すなわち、赤血球(電気抵抗検出法)、白血球(電気抵抗検出法)、血小板(電気抵抗検出法)、ヘモグロビン(SLS-Hb法)、ヘマトクリット(赤血球パルス波高値検出法)

表1 対象者の属性

項目	単位	平均値 ± SD	最小値	最大値
人数	(名)	5		
身長	(cm)	176.8 ± 5.2	171.0	184.1
体重	(kg)	62.9 ± 4.4	58.0	69.4
BMI	(kg/m ²)	20.1 ± 0.3	19.8	20.5
年齢	(歳)	23.8 ± 5.1	19.0	31.0
競技歴	(年)	5.0 ± 3.2	2.0	10.0
平均練習時間	(時間/日)	3.5 ± 2.4	1.5	6.2
身体活動レベル ¹⁾	---	2.6 ± 0.7	2.0	3.3
体脂肪率 ²⁾	(%)	11.8 ± 4.1	8.9	17.9
最大酸素摂取量 ²⁾	(mL/kg/分)	71.3 ± 5.2	66.5	77.5
骨密度指標 ²⁾	(m/秒)	3910 ± 106	3805	4057

1)...FFQgの生活活動時間調査を基に算出された値 2)...n=4

総たんぱく質(ビウレット法)、アルブミン(BCG法)、中性脂肪(酵素法)、総コレステロール(酵素法)、HDLコレステロール(酵素法)、AST(JSCC標準化対応法)、ALT(JSCC標準化対応法)、クレアチンキナーゼ(JSCC標準化対応法)、クレアチニン(酵素法)、遊離レチノール(HPLC法)、1- α -25(OH) $_2$ -ビタミンD(RIA法)、 α -トコフェノール(蛍光法)、ビタミンB $_1$ (HPLC法)、ビタミンC(HPLC法)である。

5. 食事調査・身体活動レベル調査

食事調査は一週間の自記式による半秤量法式の食事記録法(秤量法と非秤量法とを併用したもの)と、食物摂取頻度法(エクセル栄養君 FFQg ver2.0、建帛社製)との共測定を実施した。食事調査の際には管理栄養士がフードサンプル等を用いて説明を行い調査の精度を高めた。なお食物摂取頻度法(FFQg)におけるサプリメントの問題を配慮し調査選手においては問16の「エネルギーやたんぱく質などを含む栄養補助食品は1週間にどのくらい食べますか?」欄は無記入とし、摂取した栄養補助食品については同時に配布した白紙のサプリメント用紙にサプリメントの名称、メーカー名、使用量などの具体的な記入をお願いした。すなわちFFQgによる結果にサプリメントの栄養素摂取量を足し算したものを最終的なFFQgによる結果とした。また食事記録法の解析には栄養計算ソフト(エクセル栄養君 ver4.5、建帛社製)を使用した。

身体活動レベルの算出は、FFQgに付帯している生活活動時間の入力により導かれる値を採用した[8]。すなわち1日の生活活動時間を「睡眠時間(身体活動レベル1.00)」「横または座位でくつろぐ時間

(身体活動レベル1.00)」「座ってするような軽い作業(身体活動レベル1.52)」「ゆっくりした歩行や家事(身体活動レベル2.46)」「長時間持続可能運動・労働(身体活動レベル4.88)」「頻繁に休みが必要な運動・労働(身体活動レベル7.26)」からなる6つの活動内容を24時間に分けて入力する事で導き出される値である。また食事調査時に質問表を配布し、競技歴ならびに一日の平均練習時間を記載させた。

6. 集計方法

全ての結果は平均値 \pm 標準偏差で示した。食事調査においてはノンパラメトリック検定(Wilcoxon符号付き順位検定)を実施した。統計ソフトはSPSS 17.0 for Windowsを使用し、有意水準は全て5%以下とした。

7. 倫理的配慮

研究参加者の募集に先立っては説明会を行い、研究の趣旨を十分に説明した。また、ヘルシンキ宣言に基づき、測定・調査への参加は本人の自由であり途中でいつでも辞退できることを説明し、参加者には文書による同意を得た。なお、本研究は事前に飯田女子短期大学研究倫理委員会の承認を得て行った。

結 果

1. 夏季シーズン中に行った尿検査について

表2に7月の試合期に行った尿検査の結果を示す。5選手の一日の尿中ミネラル排泄量の平均値はNa $^+$ では3.91g、K $^+$ では2.47g、Ca $^{2+}$ では0.12g、Cl $^-$ では5.43gであった。一日の尿中クレアチニン排泄量の平均値は1.14gであった。また、今回5選手の一日の平均尿量は1.34 \pm 0.33Lであった。

表2 尿中ミネラル検査の結果

項目	単位	平均値 \pm SD	最小値	最大値
Na $^+$	(g/日)	3.91 \pm 2.33	2.09	6.67
K $^+$	(g/日)	2.47 \pm 1.32	1.19	4.68
Ca $^{2+}$	(g/日)	0.12 \pm 0.02	0.10	0.14
Cl $^-$	(g/日)	5.43 \pm 1.94	2.87	8.14
クレアチニン	(g/日)	1.14 \pm 0.22	0.76	1.39

n=5

2、夏季シーズン中に行った血液検査について

表3に7月の試合期に行った血液検査の結果を示す。血液一般性状(14項目)において5選手全てが基準値の範囲内であった。一方、血中ビタミンにおいては5名の選手の内4名の1,25(OH)₂-ビタミンDが60pg/mL以上と、参考値(20-60pg/mL)と比較して全体的に高値を示した。またビタミンEにおいてはバラつきがあり2名が基準値よりも低値、1名が高値を示した。ビタミンB₁については1名が高値を示した。しかしビタミンEならびにビタミンB₁については、基準値範囲内からの逸脱は些少であった。またその他の血中ビタミンは全て基準値の範囲内であった。

3、夏季シーズン中に行った食事調査について

(食事調査方法の検討を兼ねる)

自転車ロード選手に対する夏季の食事調査を行うと共に、食事記録法の検討も行った。すなわち食事調査においては食事記録法とFFQとを併用して実施した。表4に食事調査の結果を示す。夏季シーズン中の栄養素摂取量(19項目)において、

主な栄養素(エネルギーならびに三大栄養素)では、食事記録法でエネルギー2632 ± 568kcal、たんぱく質90 ± 27g、脂質58 ± 11g、炭水化物402 ± 116gとなり、FFQgではそれぞれ2518 ± 804kcal、85 ± 29g、67 ± 17g、381 ± 139gであった。食品群別摂取量(17項目)において主な食品群(穀類やいも類、緑黄色野菜)では、それぞれの食事記録法で570 ± 216g、25 ± 13g、53 ± 38g、FFQgでは533 ± 302g、16 ± 24g、54 ± 36gであった。

また、栄養素摂取量(19項目)において食事記録法とFFQgの結果を比較したところエネルギーやたんぱく質、脂質などの16項目においては両者に有意差はみられなかったものの、ビタミンB₆やビタミンC、食物繊維総量においてはFFQgの結果が食事記録法と比べて低値となった。一方、食品群別摂取量(17項目)においても同様に検討したところ、穀類やいも類、緑黄色野菜などの13項目においては両者に有意差はみられなかったものの、その他の野菜(きのこ類を含む)や果実類、調味料・香辛料類に

表3 血液検査値の結果

項目	単位	平均値 ± SD	最小値	最大値	基準値 ¹⁾	基準値外の人数
赤血球	(10 ⁴ /μL)	507 ± 45	447	562	430 ~ 570	0
白血球	(10 ² /μL)	52 ± 8	41	59	33 ~ 90	0
血小板	(10 ⁴ /μL)	22.6 ± 1.0	21.4	24.1	14.0 ~ 34.0	0
ヘモグロビン	(g/dL)	15.2 ± 1.0	13.6	16.2	13.5 ~ 17.5	0
ヘマトクリット	(%)	45.3 ± 2.4	41.7	47.5	39.7 ~ 52.4	0
総たんぱく質	(g/dL)	7.3 ± 0.3	6.9	7.7	6.7 ~ 8.3	0
アルブミン	(g/dL)	4.6 ± 0.1	4.5	4.7	3.8 ~ 5.3	0
中性脂肪	(mg/dL)	70 ± 4	64	76	30 ~ 149	0
総コレステロール	(mg/dL)	155 ± 11	141	167	120 ~ 219	0
HDL-コレステロール	(mg/dL)	56 ± 3	52	59	40 ~ 85	0
AST	(IU/L)	17 ± 5	12	26	10 ~ 40	0
ALT	(IU/L)	14 ± 4	10	19	5 ~ 45	0
クレアチンキナーゼ	(IU/L)	117 ± 67	75	236	60 ~ 270	0
クレアチニン	(mg/dL)	0.86 ± 0.04	0.80	0.89	0.61 ~ 1.04	0
ビタミンA ²⁾	(ng/mL)	563 ± 52	472	594	431 ~ 1041	0
ビタミンD ³⁾	(pg/mL)	75 ± 14	54	89	20 ~ 60	4
ビタミンE ⁴⁾	(mg/dL)	0.96 ± 0.33	0.61	1.43	0.75 ~ 1.41	3
ビタミンB ₁	(μg/dL)	4.7 ± 1.8	2.8	7.3	2.0 ~ 7.2	1
ビタミンC	(μg/mL)	11.2 ± 2.2	7.7	13.6	5.5 ~ 16.8	0

n=5 1)..三菱化学メディエンスによる基準値 2)..遊離レチノール量 3)..1,25(OH)₂-ビタミンD量 4)..トコフェロール量

表4 食事調査の結果

A. 栄養素摂取量

		食事記録法			FFQg			p 値
		平均値 ± SD	最小値	最大値	平均値 ± SD	最小値	最大値	
エネルギー	(kcal)	2632 ± 568	1780	3269	2518 ± 804	1337	3379	0.345
たんぱく質	(g)	90 ± 27	57	122	85 ± 29	42	115	0.500
脂質	(g)	58 ± 11	42	69	67 ± 17	38	82	0.080
炭水化物	(g)	402 ± 116	278	539	381 ± 139	200	527	0.345
ナトリウム	(g)	3.4 ± 0.9	2.4	4.9	3.3 ± 0.8	2.2	4.3	0.893
カリウム	(g)	3.0 ± 1.1	1.7	4.5	2.6 ± 0.9	1.4	3.7	0.345
カルシウム	(mg)	688 ± 345	335	1068	712 ± 234	298	874	0.893
マグネシウム	(mg)	348 ± 122	204	492	313 ± 94	158	407	0.500
リン	(mg)	1229 ± 301	916	1551	1195 ± 359	630	1604	0.686
鉄	(mg)	15.2 ± 9.9	6.7	29.7	11.8 ± 6.9	4.7	23.1	0.138
ビタミン A ¹⁾	(μgRE)	452 ± 139	316	595	551 ± 195	293	837	0.225
ビタミン D	(μg)	4.5 ± 2.1	2.4	7.7	6.0 ± 2.1	3.4	7.7	0.345
ビタミン E ²⁾	(mg)	7.7 ± 2.4	4.8	10.2	6.8 ± 1.7	4.2	8.7	0.345
ビタミン B ₁	(mg)	2.1 ± 0.8	0.7	2.7	1.7 ± 1.0	0.4	2.9	0.080
ビタミン B ₂	(mg)	2.2 ± 0.7	1.0	2.9	1.9 ± 0.6	0.8	2.4	0.080
ビタミン B ₆	(mg)	3.0 ± 1.3	1.0	4.2	1.7 ± 1.1	0.5	3.6	0.043*
ビタミン C	(mg)	206 ± 99	65	300	132 ± 86	33	260	0.043*
コレステロール	(mg)	343 ± 115	187	507	456 ± 185	279	771	0.345
食物繊維総量	(g)	21 ± 12	10	42	12 ± 4	5	16	0.043*

B. 食品群別摂取量

		食事記録法			FFQg			p 値
		平均値 ± SD	最小値	最大値	平均値 ± SD	最小値	最大値	
穀類	(g)	570 ± 216	335	898	533 ± 302	312	1041	0.500
いも類	(g)	25 ± 13	4	37	16 ± 24	0	57	0.500
緑黄色野菜	(g)	53 ± 38	7	111	54 ± 36	18	100	0.893
その他の野菜きのこ類含む)	(g)	134 ± 65	69	214	81 ± 54	9	157	0.043*
海藻類	(g)	4.0 ± 5.9	0.4	14.3	2.4 ± 3.2	0	7	0.686
豆類	(g)	48 ± 49	1	125	56 ± 31	25	95	0.500
魚介類	(g)	50 ± 32	19	102	40 ± 15	17	57	0.686
肉類	(g)	91 ± 49	34	145	89 ± 52	29	154	0.893
卵類	(g)	48 ± 25	21	88	64 ± 43	14	129	0.686
乳類	(g)	218 ± 199	22	500	201 ± 119	49	349	0.893
果実類	(g)	223 ± 96	86	314	99 ± 92	32	257	0.043*
菓子類	(g)	17 ± 24	0	55	65 ± 29	22	93	0.225
嗜好飲料	(g)	886 ± 367	440	1448	517 ± 410	321	1250	0.138
砂糖類	(g)	30 ± 48	1	116	36 ± 66	0	154	0.498
種実類	(g)	1.2 ± 1.8	0	4.3	0.9 ± 1.2	0	3	0.686
油脂類	(g)	7.7 ± 1.9	5.5	9.6	9.1 ± 5.9	3	17	0.500
調味料・香辛料類	(g)	36 ± 13	19	55	23 ± 11	6	34	0.043*

* ...P<0.05 食事記録法 vs. FFQg(Wilcoxon 符号付き順位検定) 1)...レチノール当量 2)...-トコフェロール当量

においては FFQg の結果が食事記録法と比べて低値となった。

考 察

自転車ロード競技は海外では多くの報告があるものの、国内における自転車ロード選手の栄養調査の報告は少なく、今回栄養サポートの一資料を作成する目的で、特にビタミン・ミネラルに着目して調査を実施した。

今回の調査対象は長野県飯田市をホームタウンとする自転車ロード実業団チームに所属する 5 選手で、平均競技歴は 5 年、一日の平均練習時間は 3.5 時間であった。なお今回測定可能だった 4 選手の最大酸素摂取量の平均値は 71.3 ± 5.2 mL/kg/分であった。最大酸素摂取量は持久系能力を示す指標として知られているが、自転車エルゴメーターを用いた他の自転車ロード選手の報告では、前川らは全日本学生個人ロードタイムトライアル優勝者が 65.0-71.1 mL/kg/分の最大酸素摂取量を保持していた事を報告している[9]。一方、海外では Medelli らはプロ選手 42 名とエリートアマチュア 31 名の集団の最大酸素摂取量を測定し平均 68.5 mL/kg/分と報告、Saris らはツールドフランスに出場した 4 名の選手を測定し平均 79.4 mL/kg/分であったとしている[1,10]。これらの事は、今回対象とした自転車ロード実業団選手が競技選手として十分な運動能力を所持し、本研究において適度な調査モデルになりうる事を意味している。

夏季シーズン中に 5 選手に行った血液検査と尿検査、食事調査において、血液一般性状(14 項目)ならびに血中ビタミン(4 項目)においては全て基準値の範囲内であったが、 $1-25(\text{OH})_2$ -ビタミン D が基準値と比較して高値を示した。肝臓と腎臓で修飾を受け生成される $1-25(\text{OH})_2$ -ビタミン D は活性型ビタミン D と呼ばれ骨の形成と成長を促すビタミンとして知られている[11]。その一方で、今回測定可能だった 4 選手の脛骨の骨密度の平均値は 3910 ± 106 m/秒であり、同測定装置の年齢別データベースの 20-29 歳における平均値 3965 m/秒と比べても低いものであった[12]。この年齢別

平均値は他にも 50-59 歳で 3937 m/秒、60-69 歳で 3902 m/秒と報告されており、今回の平均値は 50-60 歳代の数字に近いものであった。海外では Medelli らが自転車ロード競技のプロ選手とエリートアマチュア 31 名の計 73 名の全身骨密度を調査し、選手の骨密度は健康な成人男性と比較して有意に低かったと報告している[10]。また Rico らは 22 名の思春期の自転車ロード選手において骨密度調査を実施し、コントロール群と比較して選手の全身骨密度が有意に低かったとしている[13]。一般に長距離選手は発汗によりカルシウムが体外に放出され、筋力トレーニングも多くは行わないため低い骨密度であることが指摘されている[14,15]。一方で、大量の発汗を伴う持続的な運動の中では体内環境が変化し尿中カルシウム排泄量が低下していく現象も良く知られている[16]。今回対象としている自転車ロード競技も長時間の運動による発汗でカルシウムが体外に放出されることは十分に想定され、更には自転車ロード競技では平地において長時間サドルの上でペダルを楽回転させるという(地面に足をつけない)競技特性も考えられる。すなわち大量の発汗や荷重がかかりにくい競技特性などにより体内のカルシウムが慢性的に失われるため骨密度も低下し、血中カルシウム濃度の低下を防ぐために副甲状腺ホルモンや活性型ビタミン D が増加しているのではないかと推察している。加えて、今回調査した対象群においては、食事調査方法に依らず、選手はカルシウムをおおむね 700 mg 前後、乳類にしても 200 g 前後摂取していた。しかし日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会によるアスリートの食事摂取基準によれば一日 2500 kcal であっても乳類は 500 g、カルシウムは 1000 mg 前後、ビタミン D は 10 μ g の摂取を提唱しており、今回の対象者の摂取量はアスリートとして十分な量とは言えず、上記の知見がカルシウムやビタミン D の摂取不足により更に後押しされた可能性も考えられる[17]。また活性型ビタミン D はその生成の中で肝臓と腎臓で修飾を受けるが、対象群の肝機能は AST や ALT の結果から正常であると推測され、腎機能においても尿中カルシウムならびに尿中ナトリウム排泄量が一般的な範囲内である事や、

血液・尿検査の結果からクレアチニンクリアランスを計算すると平均 88.0mL/分となり、両者の臓器は正常であると予想された。今後は副甲状腺ホルモンや 25(OH)-ビタミン D、骨代謝マーカー、他部位の骨密度なども共測定し、自転車ロード選手の血中活性型ビタミン D が高値である理由の再確認を急ぎたいと考えている。また半秤量式の食事記録法ならびに FFQg の調査精度による若干の見積もり誤差は考えられるものの、今回の対象者では一日のナトリウム摂取量は 3.4g 前後、尿中排泄量 3.9g とほぼ同じであった。近年アスリートを対象としたものではないものの低ナトリウム食により尿中カルシウム排泄が亢進されるという報告がある[5]。これは自転車ロード選手の栄養サポートを行っていく中でも有用な情報であり、意識したカルシウム摂取や筋力トレーニングはもとより、適度な塩分量(味付け)も大切になってくると考えられる。

スポーツ栄養に限るものではないが、栄養サポートは限られた時間と予算の中で行わなければならない。今回、自転車ロード選手を対象とした食事調査を行う中で、より良い調査方法を検討していく目的で、食事記録法と FFQg を併用し比較検討をした。以下は少数例(5例)における考察となるが、その結果、栄養素摂取量(19項目)の内、ビタミン B₆ やビタミン C、食物繊維総量の3項目において FFQg の結果が食事記録法と比べて有意に小さな値となり、食品群別摂取量(17項目)においては、その他の野菜(きのこ類を含む)や果実類、調味料・香辛料類の3項目で FFQg の結果が食事記録法と比べて有意に小さな値となった。これらの結果は、今回 FFQg により算出された、その他の野菜(きのこ類を含む)や果実類の摂取量が現実の摂取量より低く見積もられた可能性、または食事記録法による結果が大きく見積もられてしまったために生じた結果と考えられ、その結果それらに大きく含まれる栄養素であるビタミン C や食物繊維総量の有意差を導いてしまったと推測される。しかし今回使用した FFQg は、アスリート専用には作られていないものの、半定量式の精度の高さが証明されたものであり、既にいくつかの運動選手に用いられた実績が

ある[18,19,20,21]。今回用いた FFQg による調査法の精度を高めるためには使用量を具体的に記入したサプリメント用紙の併用のみならず、その他の野菜(きのこ類を含む)や果実類などにおいては、特に十分な事前説明を行う事や、場合によっては専門家(管理栄養士など)による聞き取り調査が必要になると考えられる。また今回実施した半定量法の食事記録法による栄養計算においても実施者の精度を高めていく必要がある。しかしながら少なくとも本ケースで大部分の栄養素摂取量ならびに食品群において両者に有意差が見られなかった事は、サプリメント用紙を併用した FFQg をアスリートの集団に使用しても対象群の本質を見誤らない可能性を示唆している。またサプリメントの名称やメーカー名、使用量を丁寧に記述してもらう事が食物摂取頻度調査の際には不可欠であると考えられる。

今回、対象者の平均摂取エネルギーは、食事記録法では 2632kcal、FFQg では 2518kcal であった。被験者の平均体重 62.9kg に対して基礎代謝基準値 24.0、ならびに今回の結果による身体活動レベル 2.6 を掛け算すると、理論上の消費エネルギーは 3925kcal になり、今回の食事調査の結果はそれと比してやや少ないと考えられる[22]。今中らは日本代表選手の合宿期に対象選手が 5367kcal 摂取していたと報告しているが、今回の対象選手のほとんどが一日の半分は他の仕事をしているアマチュア選手であり平日には十分な練習時間を確保できないため、国内トップ選手と比較して練習量が少なく、一週間を平均すると 2518-2632kcal 程度の摂取エネルギーであったとも推測される[3]。また測定時期が合宿期でなく試合期であった事も影響していると考えられ、合宿期に測定した場合、選手の摂取エネルギーは更に増えているものと予期される。一方、食事記録の結果から身体活動レベルを逆算すると約 1.75 となり、FFQg に付帯している身体活動レベルの算出値が大きく見積もられている可能性も考えられる。今回算出した身体活動レベル値はタイムスタディー法や二重標識水法などで行った正確なものではないため、我々の調査データにおける摂取エネルギー量とのマッチングに関しては、選手

の体重を定期的に測定するなどの取り組みを行うなどして今後の検討課題としていきたい。

最後に本研究の限界点を述べる。分析対象者が長野県南部地域の自転車ロード選手のみであり、国内の全てのモデルとして当てはめにくい事、また食事調査結果と身体指標においては短期間の個人レベルで相関を得るのは困難とされる事などがある[23]。しかし国内における自転車ロード選手の栄養状況に着目し、食事調査と血液検査、尿検査、骨密度調査とを共測定した本研究は、栄養サポートのための一資料として有用であると考えられる。

まとめ

本研究では自転車ロード競技における栄養サポートの一資料を作成する目的で同一月内にて身体計測と食事調査、血液検査、尿検査を実施した。今回調査した選手において選手の脛骨の骨密度の低値と、血中活性型ビタミンDの高値が観察された。また自転車ロード選手に対する食事調査法についても検討をし、食事記録法と使用量を具体的に記入したサプリメント用紙を併用した食物摂取頻度調査法とで調査の結果に大きな違いは見られなかった。

謝辞

本研究に際し、長野県飯田市をホームタウンとする自転車ロード実業団チーム、ダイハツ・ボンシャンス飯田の監督ならびに選手のみならず、また測定にご協力をいただいた浜松スポーツホトニクス研究所のみならず、深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- [1] Saris WHM, van Erp-Baart MA, Brouns F, Westerterp KR, ten Hoor F. Study on food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise: The tour de France. *Int J Sports Med*. 1989;10:S26-S31.
- [2] Lucia A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiology of professional road cycling. *Sports Med*. 2001;31:325-337.
- [3] 今中鏡子、加藤集子、今中大介. スポーツ選手の食事に関する研究 - 自転車ロード選手オランダ遠征 12 日間の栄養管理について - . 広島文化女子短期大学紀要 . 1994;27:23-29.
- [4] 今中鏡子、加藤集子、今中大介. スポーツ選手の食事に関する研究(2報) - 自転車ロード選手のイタリアサルディニア島における合宿 10 日間および減量期について - . 広島文化女子短期大学紀要 . 1998;31:19-27.
- [5] Kodama N, Nishimuta M, Suzuki K. Negative balance of calcium and magnesium under relatively low sodium intake in humans. *J Nutr Sci Vitaminol*. 2003;49:201-209.
- [6] 林 純三編 . 尿に関する実験 . 新訂生化学実験 . 東京 : 建帛社 ; pp.121-135.
- [7] 三菱化学メディエンス株式会社 : 検査項目解説 , <http://data.medience.co.jp/compendium/top.asp> (2011年1月31日)
- [8] 吉村幸雄、高橋啓子 . エクセル栄養君食物摂取頻度調査マニュアル . 東京 : 建帛社 ; pp.12-13.
- [9] 前川剛輝、安藤隼人、清水都貴、山本正嘉 . 自転車ロード競技選手に対するピーキングを目的とした低酸素トレーニングの実践事例 - 2000・2001 年度全日本学生個人ロードタイムトライアル優勝者の場合 - . *トレーニング科学* . 2004;15:187-196.
- [10] Medelli J, Shabani M, Lounana J, Fardellone P, Campion F. Low bone mineral density and calcium intake in elite cyclists. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;49:44-53.
- [11] 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討委員会報告書 . ビタミン D . 日本人の食事摂取基準[2010年版] . 東京 : 第一出版 ; pp.124-129.
- [12] 水野有三、中村哲郎、林 正紀、井藤英喜、山本晃史、細井孝之、大内耐義、折茂 肇 . 脛骨皮質骨の超音波骨密度測定法 - 日本人における基礎的検討および白人との年齢別基準曲線の比較 - . *Osteoporosis Japan*. 1997;5:189-193.
- [13] Rico H, Revilla M, Villa LF, Gomez-Castresana F, Alvarez del Buergo M. Body composition in postpuberal boy cyclists. *J Sports Med Phys Fitness*. 1993;33:278-281.
- [14] 小沢治夫 . スポーツ種目と骨密度 . *臨床スポーツ医学* . 1994;11:1245-1251.
- [15] 服部由季夫、安部真雄、杉山文宏、植田恭史、村川俊彦、原島三郎 . スポーツ種目と骨密度に関する研究 . *東海大学紀要体育学部* . 1996;26:47-57.
- [16] 山田哲雄 . ヒトの無機質栄養と運動に関する研究 - ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウムおよびリンの代謝と出納に及ぼす運動の影響を中心として - . *栄養学雑誌* . 2006;64:139-151.
- [17] 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会 . アスリートの栄養・食事計画 . アスリートのための栄養・食事ガイド . 東京 : 第一出版 ; pp.89-129.
- [18] 高橋啓子 . 栄養素および食品群別摂取量を推定するための食物摂取状況調査票(簡易調査法)の作成 . *栄養学雑誌* . 2003;61:161-169.
- [19] 村木里志、西明真理、東 浩一、西尾和子、綱分憲明 . 車椅子バスケットボール選手の練習期および試合期の栄養摂取状況 . *障害者スポーツ科学* . 2003;1:16-24.
- [20] Yanai R, Masuda T, Kitagawa S, Nagao N, Nagao M, Fukada Y, Matsueda S. Validity of dietary surveys in physically active Japanese male students. *Kawasaki J Med Welf*. 2008;13:95-106.
- [21] 小久保友貴、近藤珠里、多田由紀、山田美恵子、木皿久美子、森 桂子、日田安寿美、石崎朔子、川野 因 . 女子新体操選手を対象とした2ヶ月にわたる食教育の効果 . *日本栄養士会雑誌* . 2009;52:1084-1092.
- [22] 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討委員会報告書 . エネルギー . 日本人の食事摂取基準[2010年版] . 東京 : 第一出版 ; pp.43-61.
- [23] 伊藤蘆一 . 食生活状況調査の結果と身体指標 . *臨床栄養* . 1988;72:134-138.

(受理日:2010年8月28日、採択日:2011年6月10日)