

《原著》

大学ラグビー選手の栄養摂取と健康管理

石黒 裕子* 田村 明*
青石 恵子** 小出 龍郎***
青石 哲也**** 菅野 昌明***** 高田 正義*****

要旨

大学ラグビー選手に栄養バランスの取れた食事を提供し、選手の血液生化学成分の変化を調べた。貧血の指標である赤血球数やヘモグロビン濃度、タンパク栄養状態の指標であるアルブミンやプレアルブミンなどは食事提供前から基準範囲に入っていたが、鉄栄養状態の指標である血清フェリチン濃度は基準範囲の下限を示す選手が多かった。しかし、約半年間の食事提供に伴い有意に上昇した。一方、血管内溶血の指標であるハプトグロビン濃度は食事提供後も基準範囲に入らない選手が散見された。潜在性鉄欠乏症やスポーツ貧血予防のために、さらなる鉄摂取量の増加と動物性タンパク質摂取量の増加が望まれた。

キーワード： 大学ラグビー選手、栄養摂取、血液検査、鉄栄養、タンパク栄養、ハプトグロビン

緒言

スポーツ選手が最高のパフォーマンスを発揮するには日頃の練習が何よりも大切である。一方、毎日の食事はその厳しい練習に耐え得る身体づくりに極めて大切である¹⁾。一般的に、スポーツ選手は競技やトレーニングには注目するものの日常の食事にまで注意を払うことが少なく、中にはサプリメントに依存する場合もある²⁾。サプリメントは不足する栄養素の一部を補うために使用するものであり、基本は1日3回の食事で補うべきと考える。

ところで、管理栄養士養成施設では理論的な知識は教育するものの、カリキュラムの中で実践的技術力まで教育することは時間的な観点から困難である。したがって調理や献立作成などの実践力は自ら進んで求めないと向

上しない。そのような現実の中で、スポーツ栄養に興味を示す者、実践力を身につけたいと望む者が手を挙げ、スポーツ選手の食事をサポートするサークル（Nutrition Support Team for Athletes：以下NSTAと略す）が誕生した。食事を摂って頂く選手には申し訳ないが、NSTAは栄養士になるための道場であり、NSTAが目標とするのは、調理技術、材料の発注管理と衛生管理、および献立作成など栄養士に必要なスキルの向上である。

スポーツ選手のエネルギー消費量を設定することはきわめて難しい。試合期かトレーニング期かによって異なるし、練習メニューや何よりも選手個人個人の体格が大きく異なることから、一概にある量を設定することはできない。そこで、毎日、起床時に体重を測定してもらい、体重変動のない範囲で主食のご飯

*名古屋学芸大学管理栄養学部

、*愛知学院大学保健センター（**現：中部大学生命健康科学部、***現：愛知学院大学教養部）
****、*****愛知学院大学ラグビー部（****現：名古屋大学大学院）

表1 ラグビー選手への栄養補給量

エネルギーと栄養素	ラグビー選手*	日本人の食事摂取基準** (18~29歳 男性)
エネルギー (kcal)	4,500	2,650
タンパク質 (g)	170 (680kcal) ***	60
脂質 (g)	125 (1,125kcal)	20以上30未満 (%エネルギー)
炭水化物 (g)	675 (2,700kcal)	50以上70未満 (%エネルギー)
カルシウム (mg)	1,000~1,500	650
鉄 (mg)	15~20	7.5
ビタミン A (μ gRE)	900~1,500	750
ビタミン B1 (mg)	2.7~3.6	1.4
ビタミン B2 (mg)	2.2~2.7	1.6
ビタミン C (mg)	200	100
食物繊維 (g)	36~45	20

* アスリートのための栄養・食事ガイド³⁾

** 食事摂取基準の身体活動レベルは、ふつう (II) の値を示した。

*** ラグビー選手の P : F : C 比は15 : 25 : 60である。

量を各自で調節してもらうことにした。一応、ラグビー選手の消費エネルギー量は4000~4500kcal/日程度と言われていることから、これを目安とし、他の栄養素摂取量は「アスリートのための栄養・食事ガイド³⁾」を参考にした(表1)。選手は全員大学近くの寮で生活していることから、NSTAのメンバーは寮で調理し、原則として朝食は7:30~8:30、夕食は20:00~21:00に喫食してもらい、昼食は各自、学食等で摂取してもらうことにした。

食事の提供は2005年8月から始めたが、食事提供直前の05年7月および食事提供約6ヵ月後の06年2月に血液検査を実施した。検査項目は、スポーツ選手に多く見られるスポーツ性貧血の有無と、タンパク質や鉄の栄養状態を中心に調べた。また、選手の健康管理に必要な肝機能、腎機能、糖代謝なども実施したが、これらには異常が認められなかったもので、ここには掲載しないこととした。なお、研究実施に先立ち、選手に実験内容を詳細に説明し、承諾の得られた選手のみを被験者とすると同時に、名古屋学芸大学研究倫理委員会の審査を受けている。

実験方法

1. 被験者

愛知学院大学ラグビー部に所属する2年生~4年生の選手26名である。選手の身体特徴を表2に示す。フォワード群とバックス群間で、身長には殆ど差は認められなかったが、体重およびBMIはフォワード群の方がやや高かった。

表2 被験者の身体的特徴

項目	全体 (n=26)	FW群 (17名)	BK群 (9名)
身長	172 \pm 5.2	173 \pm 6.0	170 \pm 3.7
体重	80.1 \pm 11.6	84.6 \pm 11.5	72.3 \pm 7.2
BMI	27.0 \pm 3.3	28.2 \pm 3.5	25.0 \pm 1.6

平均値 \pm 標準偏差

FW群：フォワード群、BK群：バックス群

2. 採血と血液検査

採血は、食事提供直前の05年7月23日(以下、提供前と略す)と食事提供約半年後の06年2月13日(以下、提供後と略す)とした。両日ともに、練習がない日の翌日早朝空腹時に採血したので、本研究では運動に伴う血液の濃縮効果^{4,5)}などは考慮していない。

生化学的な検査項目は、赤血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット、ハプトグロビン、フェリチン、プレアルブミン、トランスフェリンおよびアルブミンである。それぞれの測定は半田市医師会健康管理センターに依頼した。

結果と考察

1. 貧血状況

スポーツパフォーマンスに及ぼす貧血の影響は、個人差や運動経験の程度によって様々であるが、一般的には各組織への酸素運搬能が低下することからマイナスの因子として作用する⁶⁾。貧血か否かの指標として最も一般的に用いられるヘモグロビン濃度、赤血球数およびヘマトクリット値を表3に示す。表に示す数値は、食事提供半年後に採血した結果であるが、赤血球数： $548 \pm 27.2 \times 10^4/\mu\text{l}$ 、ヘマトクリット値： $49.0 \pm 1.8\%$ およびヘモグロビン濃度： $16.5 \pm 0.7\text{g/dl}$ であり、貧血の選手は1人もいなかった。

スポーツ選手、特にマラソンなどの長距離選手においては、ヘモグロビン濃度が低く、赤血球数も少ない貧血が多く存在することが知られている⁷⁾。いわゆるスポーツ性貧血と呼ばれるもので、これは溶血性貧血の一種と考えられている^{8,9)}。血管内で溶血が生じているか否かの指標として用いられるのがハプトグロビンである。このタンパク質は赤血球から遊離したヘモグロビンと結合して、肝臓へ輸送する役割を担っていることから、血管内で溶血が生じるとその濃度が減少することになる。スポーツ選手ではハプトグロビン濃度が低下していることが多い^{10,11)}。

ハプトグロビンは構成するサブユニットによって3種類のタイプに分類されているが、本研究の被験者にはタイプ1-1は見られず、タイプ2-1および2-2であった。それぞれの結果を図1に示す。タイプ2-1型の基準範囲は38~179mg/dl、タイプ2-2型の基準範囲は15~116mg/dlである。図に示すように、ほとんどの選手は基準範囲に入っていたものの、

表3 大学ラグビー選手の貧血に関する血液生化学データ

被験者	赤血球 ($\times 10^4/\mu\text{l}$)	ヘマトクリット (%)	ヘモグロビン (g/dl)
Aa	572	50.7	17.4
Ab	530	46.5	15.4
Ac	533	48.1	16.1
Ad	577	50.8	17.4
Ae	528	48.3	16.4
Af	560	47.6	16
Ag	515	47	15.7
Ah	518	47.9	16.2
Ai	500	45.1	15.2
Ba	575	49.2	16.5
Bb	565	52.6	18.2
Bc	578	49.9	17.1
Bd	555	49.2	16.9
Be	585	52.6	17.9
Bf	541	48.5	16.7
Ca	607	50.5	16.4
Cb	553	48.4	16.2
Cc	549	49.4	15.8
Cd	514	48.5	16.2
Ce	548	47.5	16.5
Cf	518	48.8	16.3
Cg	534	49.4	16.4
Ch	552	49.3	16.4
Ci	563	49.8	17.1
Cj	574	51.8	16.9
Ck	508	46.9	16
平均±SD	548 ± 27	49.0 ± 1.8	16.5 ± 0.7

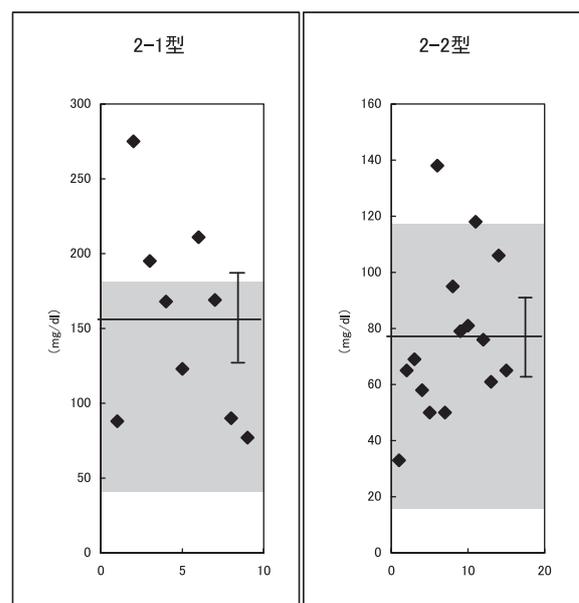


図1 大学ラグビー選手の血中ハプトグロビン濃度
■は基準範囲を示し、—は平均値を示す。

表4 大学ラグビー選手のタンパク質栄養状態と鉄栄養状態

被験者	プレアルブミン (mg/dl)			トランスフェリン (mg/dl)			アルブミン (g/dl)			フェリチン (ng/ml)		
	①提供前	②提供後	②-①*	①提供前	②提供後	②-①*	①提供前	②提供後	②-①*	①提供前	②提供後	②-①*
Aa	28.2	33.5	5.3	243	290	47	4.3	4.8	0.5	64.1	70.8	6.7
Ab	27.4	23.8	-3.6	198	197	-1	5.1	4.3	-0.8	48.8	69.9	21.1
Ac	25.9	22.8	-3.1	247	239	-8	4.4	4.2	-0.2	96.8	73.5	-23.3
Ad	29.4	26.9	-2.5	294	268	-26	4.8	4.6	-0.2	25.3	48.9	23.6
Ae	38.6	31.3	-7.3	276	261	-15	4.9	4.6	-0.3	116.1	162.0	45.9
Af	28.5	32.9	4.4	253	298	45	4.7	4.5	-0.2	114.1	97.7	-16.4
Ag	28.1	32.4	4.3	230	237	7	4.6	4.7	0.1	34.1	75.8	41.7
Ah	36.9	33.1	-3.8	239	245	6	4.8	4.5	-0.3	101.7	82.6	-19.1
Ai	25.6	29.5	3.9	216	216	0	4.4	4.4	0.0	36.2	52.2	16.0
Ba	31.2	33.4	2.2	287	304	17	4.9	4.8	-0.1	23.2	24.3	1.1
Bb	33.8	38.2	4.4	227	235	8	4.8	4.7	-0.1	32.4	37.1	4.7
Bc	34.2	31.7	-2.5	281	300	19	5.0	5.1	0.1	96.3	139.1	42.8
Bd	31.3	34.0	2.7	299	307	8	5.0	4.8	-0.2	27.5	26.8	-0.7
Be	26.5	30.6	4.1	207	245	38	3.9	4.4	0.5	45.5	36.6	-8.9
Bf	27.2	31.2	4.0	263	275	12	4.7	4.6	-0.1	36.0	38.2	2.2
Ca	29.5	33.2	3.7	247	263	16	4.8	4.9	0.1	56.3	57.3	1.0
Cb	31.9	28.4	-3.5	269	262	-7	4.9	4.5	-0.4	46.6	85.4	38.8
Cc	28.1	31.2	3.1	239	230	-9	4.8	4.6	-0.2	66.2	81.7	15.5
Cd	32.6	40.4	7.8	254	264	10	4.9	4.7	-0.2	130.6	129.9	-0.7
Ce	34.0	38.7	4.7	266	287	21	4.8	4.8	0.0	50.0	53.3	3.3
Cf	33.6	36.1	2.5	290	314	24	4.7	4.8	0.1	40.3	61.8	21.5
Cg	29.9	31.1	1.2	317	287	-30	4.7	4.4	-0.3	25.0	38.1	13.1
Ch	40.7	30.2	-10.5	296	276	-20	5.2	4.6	-0.6	50.0	49.4	-0.6
Ci	35.0	41.6	6.6	264	287	23	4.7	4.7	0.0	57.0	76.4	19.4
Cj	32.3	33.2	0.9	237	268	31	4.6	4.5	-0.1	24.4	26.9	2.5
Ck	29.5	32.8	3.3	252	262	10	4.5	4.4	-0.1	52.6	81.8	29.2
平均	31.2	32.4	1.2	257	266	9	4.7	4.6	-0.1	57.6	68.4	10.8
± SD	3.9	4.4	4.9	30	29	20	0.3	0.2	0.3	31.8	34.7	21.7

※②-①は提供後と提供前の差を示す。

10mg/dl以下の選手が2名いた(型の判別が不能なため、図中には示していない)。また、基準範囲には入っているものの、2-1型では基準範囲の中央値である108mg/dl以下の選手が3名、2-2型では中央値66mg/dl以下の選手が7名おり、選手の血管内でしばしば溶血が生じていることが推察される。

スポーツ性貧血の発症因子に対してはいろいろな仮説が上げられているものの、まだ確立されたものではない。しかし、運動が刺激になることは間違いない事実であり、これの予防には動物性タンパク質の摂取が大切であると言われている。したがって、植物性タンパク質に依存することなく、動物性/植物性タンパク質のバランスが取れている食事の摂取が必要と考えられる。

2. タンパク質栄養状態と鉄栄養状態

タンパク質栄養状態の指標として血中アルブミンや急速代謝回転タンパク質 (rapid turnover protein: RTP) 濃度が用いられている。RTPとして半減期が2日のプレアルブミンや7~10日のトランスフェリン濃度が測定されており、それぞれの基準値は16~40mg/dlおよび201mg/dl以上である^{12,13)}。

被験者のプレアルブミン、トランスフェリンおよびアルブミン濃度を表4および図2に示す。RTPおよびアルブミンのいずれにおいても基準値以下の選手は1人もいなかった。また食事提供前であってもRTPやアルブミンの低い選手はいなかった。食事提供後、わずかにプレアルブミンおよびトランスフェリン濃度の上昇は見られたものの(図2)、その差

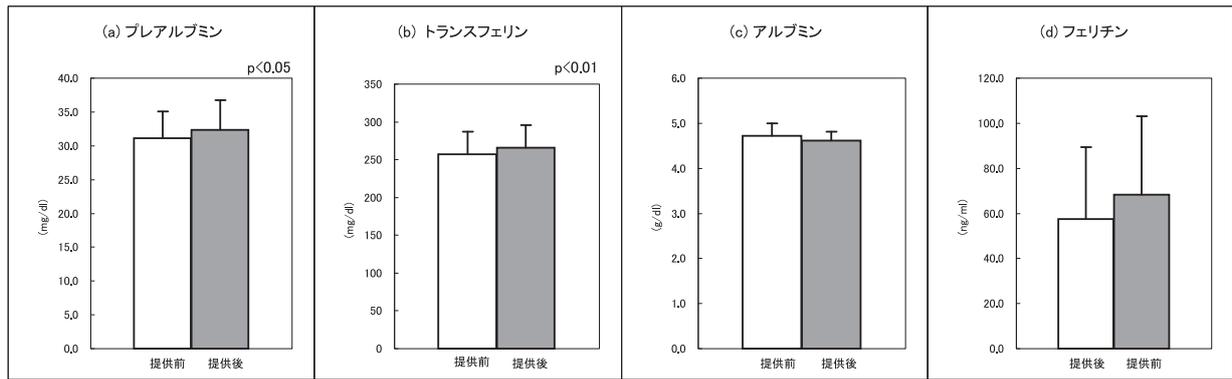


図2 食事提供がタンパク質と鉄栄養状態に及ぼす影響

はわずかであったことから、食事提供前から選手はタンパク質必要量を満たしていたものと思われる。

一方、鉄栄養状態を反映する血中フェリチン濃度^{14, 15)}を見ると、基準値は40~100ng/mlであるのに対し、これを満たさない選手が、食事提供前で35%、食事提供後でも27%認められた(表4)。しかし食事提供後、有意に血中フェリチン濃度は上昇し、鉄栄養状態の改善が認められた(図2)。選手の血中フェリチン濃度は食事提供前23.2~130.6ng/ml、提供後24.3~162ng/mlといずれも個人差が大であった。提供前後の差を表4に示すが、興味あることに食事提供前のフェリチン濃度が30ng/ml以下の選手では提供後であっても期待したほど鉄栄養状態の改善は認められなかった。鉄摂取不足の場合、最初に減少するのは貯蔵鉄であるフェリチン、続いて血清鉄、さらに鉄摂取不足が続くと血中ヘモグロビンが減少¹⁶⁾するのに対して、食事として鉄を補給した場合、ヘモグロビン、血清鉄、フェリチンの順に改善すると言われている¹⁷⁾。今回の結果では、貧血には至らなかったものの(表3)、潜在性鉄欠乏症¹⁸⁾を来していた選手がいたのではないかと推察される。ラグビーは格闘技的要素に加え、持久的スポーツでもあることから酸素消費量の多いことが想像され、スポーツパフォーマンスを向上させるために鉄栄養状態をより一層改善することが望ましいと思われる。

参考文献

- 1) 鈴木正成. 実践的スポーツ栄養学 —競技力向上と健康づくりのための効果的な食べ方—. 東京: 文光堂, 1993
- 2) 樋口満, 関根豊子, 中川裕子 他. 大学女子テニス選手の栄養摂取状況と血中栄養状態. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 1998; 16-19
- 3) 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. 東京: 第一出版, 2001
- 4) Elkinton JR, Danowski TS, Winkler AW. Hemodynamic changes in salt depletion and in dehydration. J. Clin. Invest. 1946; 25: 120-9
- 5) 梅田 孝, 益子俊志, 山本洋祐, 他. 競技スポーツ選手のためのメディカルチェックと健康管理及びコンディショニングの現状について —大学ラグビー選手を具体例として—. 日本レーザー治療学会誌, 2006; 5: 82-89
- 6) 秋山嘉子, 川野 因. 貧血とスポーツに関する近年の知見. 臨床スポーツ医学 2005; 22: 1231-6
- 7) Miller BJ, Pate RR, Burgess W. Foot impact force and intravascular hemolysis during distance running. Int. J. Sports Med. 1988; 9: 56-60
- 8) 櫻田恵右, 田中淳司. スポーツと血液検査 —スポーツ貧血—. 臨床病理 1996; 44: 616-21
- 9) 鯉川なつえ. 陸上競技における「スポーツ貧血」の現状と対策. 日本臨床スポーツ医学会誌2008; 16: 216-9
- 10) Mouton G, Sluse FE, Bertrand A et al. Iron status in runners of various running specialities. Arch. Int. Physiol. Biochim. 1990; 98: 103-9
- 11) Schumacher YO, Schmid A, Grathwohl et al. Hematological indices and iron status in athletes

-
- of various sports and performances. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2002; 34: 869-75
- 12) Burritt MF, Anderson CF. Laboratory assessment of nutritional status. *Hum. Pathol.*, 1984; 15: 130-3
 - 13) 高木 康. 栄養アセスメント蛋白 臨床病理 2004 ; 52 : 301-6
 - 14) Finch CA, Bellotti V, Stray S et al. Plasma ferritin determination as a diagnostic tool. *West J. Med.*, 1986; 145: 657-63
 - 15) Cook J. The nutritional assessment of iron status. *Arch. Latinoam Nutr.*, 1999; 49: 11s-14s
 - 16) Cook, JD, Finch,CA. Assessing iron status of a population. *Am. J. Clin. Nut.*, 1979; 32: 2115-9,
 - 17) Spodaryk K, Czekaj J, Sowa W. Relationship among reduced level of stored iron and dietary iron in trained women. *Physiol. Res.*, 1996; 45: 393-7
 - 18) Zhu YI, Haas JD. Iron depletion without anemia and physical performance in young women. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997; 66: 334-41

Abstract

**Nutritional and health management for
university rugby-football players**

**Yuko Ishiguro^{*}, Akira Tamura^{*},
Keiko Aoishi^{**}, Tatsuro Koide^{***},
Tetsuya Aoishi^{****}, Masaaki Kanno^{*****} and Masayoshi Takada^{*****}**

Hematological indices and nutritional status in university rugby-football players were investigated. No anemia was observed in players, however, plasma haptoglobin concentration was significantly low level, suggesting intravascular hemolysis.

The concentrations of serum albumin and rapid-turnover protein (prealbumin and transferrin) as indicators of protein malnutrition were also normal level. Serum ferritin level to reflect the size of iron stores in body was significantly lower level than that in the normal healthy adult.

An appropriate diet seems leading to the prevention of hemolytic sports anemia and iron deficiency state.

Key word: rugby-football players, nutritional assessment, haptoglobin, iron deficiency, sports anemia

^{*} School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences
^{**}, ^{***} Aichi Gakuin Health Service Center, Aichi Gakuin University (Present address: ^{**} College of Life and Health Sciences, Chubu University, ^{***} Division of General Education, Aichi Gakuin University)
^{****}, ^{*****} Rugby-football club, Aichi Gakuin University (Present address: ^{****} Graduate School of Education and Human Development, Nagoya University)