

原 著

高等学校男子サッカー部員に対する 継続的食事介入の効果

四元晴輝^{*1} 片岡香菜子^{*2} 田辺宏美^{*3} 瀧彩華^{*4}
梶井里恵^{*5} 小野章史^{*1,2,6} 松枝秀二^{*7}

要 約

本研究では、高等学校男子サッカー部員の栄養素等摂取量や身体組成及び体力の経年変化とこれらに及ぼす継続的食事介入の効果を検証した。対象者はH県立K高校の男子サッカー部員17名とした。介入期間は対象者が高校1年生から高校3年生までとし、毎年5月に食事調査、身体組成測定及び体力測定を行った。食事指導は集団での講義形式とし、練習前後の補食に穀類を食べることや栄養フルコース型の食事を実践することなどを指導した結果、3年次において、食事バランスガイドの主菜が1年次よりも有意に増加した($p < 0.05$)。また、副菜が2年次よりも有意に増加した($p < 0.05$)。さらに、体重、BMI、除脂肪量、背筋力及びCMJ測定値は1年次よりも有意に高値を示した($p < 0.05$)。これらの結果より、継続的食事介入は高等学校男子サッカー部員の多様な食品摂取を促し、身体の発育発達及び体力向上をもたらすことが示唆された。

1. 緒言

サッカー競技ではプロ、アマチュアを問わず様々な年代で栄養に関心が持たれており、多くのJリーグ加盟チームではトップチームに所属する選手だけでなく、下部組織に至るまで管理栄養士による栄養管理や栄養教育が行われている^{1,2)}。しかしながら、高校生年代の部活動において、管理栄養士による栄養管理や栄養教育を受けることができる者は限られている³⁾。高校生では、急激な身体の発育に伴ってエネルギー及び栄養素の必要量が増大する。また、高校生というライフステージでは、鉄とカルシウムを除いて最も多いエネルギー及びその他栄養素の摂取が推奨されている⁴⁾。しかしながら、実際の食生活は彼ら自身が栄養に興味や関心を示さない場合や関心はあってもそれを実生活に生かすような環境ではない場合が多く、必ずしも良好とはいえない^{5,6)}。また、

あらゆるメディアから発信される情報を鵜呑みにして栄養補助食品を利用したり、極端な食事を摂り入れたりする者も多いと思われる⁷⁾。サッカー競技では長い距離を移動するための有酸素性能力とダッシュ、ターン、ジャンプなどの無酸素性能力の両方が要求される⁸⁾。鈴木ら⁹⁾によると、1試合(90分)に消費するエネルギー量は体重70kgの選手で約1000~1500kcalにものぼり、1日の総エネルギー消費量も自ずと高くなるとされている。試合やトレーニングにおける高いパフォーマンスの持続、望ましい身体組成の維持、疲労回復や怪我の予防などのためには、エネルギー消費量に見合ったエネルギー摂取量を食事から確保しなければならない¹⁾。これを可能にするためには、選手に対して科学的根拠に基づいた適切な栄養補給と食事摂取の指導を行うことが重要であると考えられる。高等学校男子サッカー

*1 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 健康科学専攻

*2 川崎医療福祉大学大学院 医療技術学研究科 臨床栄養学専攻

*3 一般財団法人淳風会 淳風会健康管理センター

*4 医療法人社団朋和会 健康開発センターウィル

*5 ごはんと運動ラボ

*6 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床栄養学科

*7 川崎医療福祉大学 名誉教授

(連絡先) 四元晴輝 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学

E-mail : h6g5hk42bk@yahoo.co.jp

部員を対象とした先行研究では、栄養素等摂取量及び身体組成の現状把握は宮原ら³⁾により行われ、栄養素等摂取量に及ぼす短期的な介入効果は蘆田と古満⁷⁾により明らかにされ、身体組成及び体力の変化は金子ら¹⁰⁾により横断的に調査されているが、これらに及ぼす継続的な介入効果を縦断的な調査により検証した研究は殆どないと思われる。

そこで本研究では、高等学校男子サッカー部員に対して行ってきた食事介入の中から、入学時より3年間、部活動に所属した者を抽出し、栄養素等摂取量や身体組成及び体力の経年変化とこれらに及ぼす継続的食事介入の効果を検証した。

2. 方法

2.1 対象者

2015年にH県立K高校のサッカー部に入部した男子生徒のうち、本人と保護者の同意が得られ、すべての調査及び測定が実施できた17名を本研究の対象者とした。K高校サッカー部は2013年以降、全国大会からは遠ざかっていたが、2017年に本研究の対象者を中心選手として県大会で優勝し、全国大会出場ではベスト16の成績を残した。

本研究を開始するにあたって、学校長、部活動顧問の教諭、対象者本人及び保護者に対して、目的、方法、安全性などを口頭と書面にて説明の後、研究に参加する同意を書面にて得た。なお、本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会における審査承認後に行った(承認番号15-006)。

2.2 介入プロトコル

介入の実施期間は対象者が高校1年生(2015年)から高校3年生(2017年)までとし、毎年5月に食事調査、身体組成測定及び体力測定を行った。食事調査は休日を含む連続3日間、対象者または保護者所有のカメラ付き携帯電話などを用いて喫食前に写真撮影の後、既定の記録用紙に対象者が摂取したすべての食品名及び1人分の重量記録を主な食事提供者である保護者に依頼した。1人分重量の把握は原則として秤量式とし、秤量式が実施不可能な場合は摂取した食品とその概量を記入するように指導した。栄養価計算はエクセル栄養君 Ver.6.0(建帛社)を用いて1日あたりの栄養素等摂取量と食品群別摂取量を算出した。身体組成は生体電気インピーダンス法に基づいたPhysion MD(フィジョン社)を用いて体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量などを測定及び算出した。体力測定は全身筋力の指標として背筋力測定、跳躍力の指標としてカウンタームーブメントジャンプ(Counter Movement Jump, 以下CMJ)、下肢筋パワーの指標としてMargaria et al.¹¹⁾及び

Hetzler et al.¹²⁾の方法による階段駆け上がりテスト(Margaria-Kalamen Anaerobic Power Test, 以下M-Kテスト)を行った。

食事指導は調査及び測定で得られた結果をもとに内容を決め(表1)、管理栄養士の資格を所有した研究者がK高校に直接出向いて、集団での講義形式(以下、集団食事指導)で行った。指導回数は介入期間中に6回とし、1回あたりの指導時間は質疑応答を含めて1時間程度とした。なお、6回のうち1回の食事指導は保護者同席のもとで行った(図1)。指導の際には調査及び測定で得られた結果をフィードバックするために、日本人の食事摂取基準2015年版⁴⁾とアスリートのための栄養・食事ガイド¹³⁾におけるエネルギー及び栄養素の摂取基準量(推定エネルギー必要量、推奨量、目安量及び目標量)や同年代日本代表選手の身体組成などと比較し、図表にしてスライドや配付資料で提示した。また、対象者個人に対しては調査及び測定結果をもとに作成した個人表にコメントを記入して返却し、保護者に対しては指導内容をまとめた資料や料理レシピを配付して情報提供を行った。

2.3 統計処理

2015年5月の調査及び測定結果を1年次、2016年5月を2年次、2017年5月を3年次とした。得られた値は平均±標準偏差で示した。統計処理には統計解析用ソフトSPSS Ver.22.0(日本アイ・ビー・エム株式会社)を用いた。調査及び測定値と測定時期において、一元配置の分散分析を行ったのち、測定時期による差をTukeyのHSD法により検定した。なお、有意水準はすべてにおいて5%未満とした。

3. 結果

3.1 栄養素等及び食品群別摂取量

栄養素等摂取量の変化を表2に示した。1年次において、エネルギー摂取量は日本人の食事摂取基準2015年版⁴⁾における推定エネルギー必要量(以下、推定エネルギー必要量)を下回っていた。また、カルシウム摂取量、ビタミンB₁摂取量、ビタミンC摂取量は日本人の食事摂取基準2015年版⁴⁾における推奨量(以下、推奨量)を下回っていた。2年次では、エネルギー摂取量、炭水化物摂取量、カルシウム摂取量、ビタミンC摂取量に数値上の増加がみられたが、統計的な有意水準には達していなかった。また、エネルギー摂取量は推定エネルギー必要量、ビタミンC摂取量は推奨量を満たしていた。一方で、カルシウム摂取量は推奨量を下回っていた。3年次では、鉄摂取量、ビタミンB₁摂取量、ビタミンB₂摂取量、ビタミンC摂取量に数値上の増加がみら

表1 集団食事指導の概要

実施年月	主な指導内容	指導内容の詳細	
2015年	7月	<ul style="list-style-type: none"> ●栄養フルコース型の食事 ●補食の摂り方について 	<ul style="list-style-type: none"> ●五大栄養素（炭水化物・たんぱく質・脂質・ビタミン・ミネラル）の働きと1回の食事で主食・主菜・副菜・果物・乳製品を揃えることで栄養素を過不足なく摂取することができる食事摂取方法として栄養フルコース型の食事を紹介した。 ●補食を摂るタイミングが筋グリコーゲン含有量に及ぼす影響を図表を用いて説明し、練習前には主に炭水化物、練習後には炭水化物とたんぱく質を含んだ食品を食べるように指導した。また、練習前後の補食としておにぎりを持参するように指導した。
	9月	<ul style="list-style-type: none"> ●試合前及び試合当日の食事 ●エネルギー収支バランスの確認方法 ●水分補給について 	<ul style="list-style-type: none"> ●試合3日前から前日にかけては穀類や果物から炭水化物を多くとるように指導した。また、試合当日にはどのような食品を摂るべきかを試合開始時刻から2～3時間前、1～2時間前、開始直前に分けて紹介した。 ●体重を毎日決まった時間に測定して記録するように指導した。 ●練習前の水分補給は基本的に水やお茶などで十分であること、練習中は糖質及び電解質補給のためにスポーツドリンクが望ましいことを説明した。また、練習中の水分摂取が十分であったかどうかを容易に把握できる方法として練習前後に体重を測定することを提示した。
	11月	<ul style="list-style-type: none"> ●栄養フルコース型の食事及び補食の摂り方について 	<ul style="list-style-type: none"> ●調査結果を用いて食事摂取状況及び身体組成などの変化を示した。また、普段から栄養フルコース型の食事を摂ることや練習前後の補食摂取について再度確認した。
2016年	4月	<ul style="list-style-type: none"> ●栄養素等摂取状況の現状と課題 ●栄養素等及び食品摂取量の目安 ●栄養フルコース型の食事及び補食の摂り方について 	<ul style="list-style-type: none"> ●調査結果を用いて食事摂取状況及び身体組成などの変化を示した。また、日本人の食事摂取基準2015年版⁴⁾とアスリートのための栄養・食事ガイド¹³⁾におけるエネルギー及び栄養素の摂取基準量や同年代日本代表選手の身体組成などと比較して図表で示した。 ●対象者における1日に必要なエネルギー及び栄養素量と食品群ごとに何をどのくらい食べたらよいかを提示した。また、穀類は米飯を例に挙げて朝食、昼食、夕食及び補食に分けて1日に1000g程度摂ることを目標とした。 ●普段から栄養フルコース型の食事を摂ることや練習前後の補食摂取について保護者同席のもとで再度確認した。
	7月	<ul style="list-style-type: none"> ●市販食品の選び方について 	<ul style="list-style-type: none"> ●コンビニなどを利用する際におにぎりやパンなどの単品メニューや弁当だけでなく、茹で卵、魚肉ソーセージ、野菜サラダ、牛乳、ヨーグルト、果物、100%果汁飲料なども購入して栄養フルコース型の食事を摂るように指導した。
	10月	<ul style="list-style-type: none"> ●菓子類と清涼飲料水について 	<ul style="list-style-type: none"> ●炭水化物は糖質と食物繊維の総称であることや体内における糖質の代謝、運動中の糖質摂取が持久力に及ぼす影響などを図表を用いて説明した。また、菓子類や乳酸菌飲料及び果汁100%未満の清涼飲料水などに含まれる異性化糖について説明し、練習前後の補食としてどのような食品を摂るべきかを対象者に考えさせた。

2016年4月は保護者同席のもとで集団食事指導を行った。

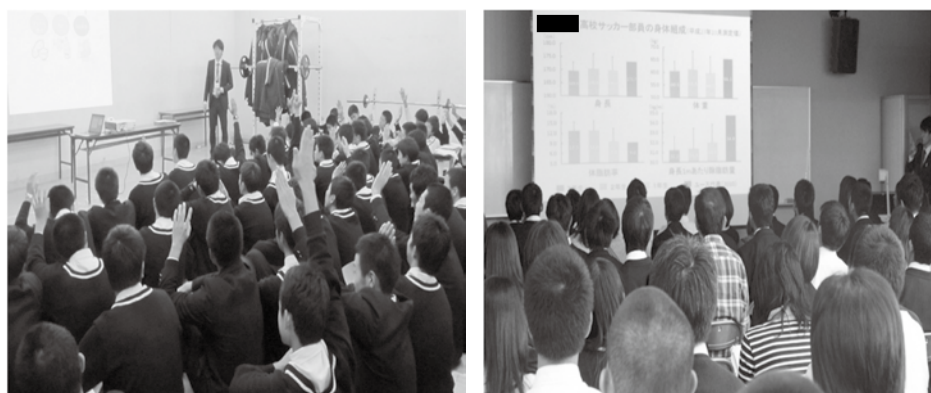


図1 集団食事指導の様子

左図は対象者に対する集団食事指導、右図は保護者同席のもとで行った集団食事指導の様子を示した。
 左図) 管理栄養士の質問に対して対象者が挙手で反応を示しているところ。
 右図) 対象者の身体組成を同年代で競技レベルが高い者¹⁵⁾と比較した図表について説明しているところ。

表2 栄養素等摂取量の変化

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
エネルギー <3150>	(kcal)	3115 ± 520	3349 ± 610	3387 ± 520
たんぱく質 <65>	(g)	120 ± 24	123 ± 26	126 ± 21
脂質 <70~105>	(g)	96 ± 20	99 ± 19	100 ± 22
炭水化物 <394~512>	(g)	424 ± 93	471 ± 97	475 ± 86
食物繊維 <19>	(g)	16 ± 5	16 ± 3	17 ± 4
カルシウム <800>	(mg)	674 ± 353	783 ± 403	789 ± 340
鉄 <9.5>	(mg)	10.7 ± 2.7	10.5 ± 2.2	11.8 ± 3.3
ビタミンB ₁ <1.7>	(mg)	1.6 ± 0.4	1.5 ± 0.4	1.7 ± 0.7
ビタミンB ₂ <1.9>	(mg)	1.9 ± 0.5	1.9 ± 0.6	2.1 ± 0.7
ビタミンB ₆ <1.5>	(mg)	1.9 ± 0.4	1.8 ± 0.4	1.9 ± 0.4
ビタミンC <100>	(mg)	88 ± 52	109 ± 35	125 ± 77
ビタミンD <6.0>	(μg)	10.5 ± 6.7	8.6 ± 4.5	10.9 ± 8.0

数値は平均±標準偏差で示した。

< >内は日本人の食事摂取基準2015年版⁴⁾の男性15歳~17歳，身体活動レベルⅢを基準とした。

れたが，統計的な有意水準には達していなかった。また，ビタミンB₁摂取量は推奨量を満たしていたが，カルシウム摂取量は推奨量を満たしていなかった。食品群別摂取量の変化を表3に示した。1年次において，鳥獣肉類摂取量は多く，野菜類摂取量，果実類摂取量は少ない傾向であった。2年次では，穀類摂取量，乳類摂取量，果実類摂取量に数値上の増加がみられたが，統計的な有意水準には達していなかった。また，3年次では，野菜類摂取量に数値上の増加がみられたが，統計的な有意水準には達していなかった。

3.2 食事バランスガイド料理区分

食事バランスガイド料理区分の変化を表4に示した。なお，「食事バランスガイド」とは，2005年に厚生労働省と農林水産省が作成及び公表した栄養教

育の媒体である。1日に何をどれだけ食べたらいかに栄養素や食品レベルではなく，実際に食卓に提供される料理レベルで，日本人の食形態に沿った5区分（主食，副菜，主菜，牛乳・乳製品，果物）に分類して示している¹⁴⁾。各料理区分について1回あたりの標準的な量がサービング(SV; Servingsの略)として示され，特定の品目によって既定の量が摂取される毎に，「1つ(SV)」のように表記される¹⁵⁾。1年次において，主食と主菜が多く，副菜，牛乳・乳製品，果物は少ない傾向であった。2年次では，主食，牛乳・乳製品，果物に数値上の増加がみられたが，統計的な有意水準には達していなかった。3年次では，主菜が1年次よりも有意に増加した(p<0.05)。また，副菜が2年次よりも有意に増加した(p<0.05)。対象者における朝食の一例を図1に示した。指導前

表3 食品群別摂取量の変化

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
穀類	(g)	885 ± 227	975 ± 238	989 ± 235
いも類	(g)	33 ± 31	22 ± 21	26 ± 32
野菜類	(g)	237 ± 117	238 ± 80	300 ± 121
きのこ・海藻類	(g)	17 ± 14	16 ± 11	26 ± 12
豆類	(g)	44 ± 28	55 ± 47	48 ± 38
魚介類	(g)	86 ± 62	91 ± 61	85 ± 56
鳥獣肉類	(g)	194 ± 85	202 ± 90	208 ± 68
卵類	(g)	66 ± 25	74 ± 30	86 ± 36
乳類	(g)	234 ± 273	297 ± 298	278 ± 236
果実類	(g)	55 ± 65	93 ± 73	95 ± 96
砂糖・甘味料類	(g)	8 ± 5	7 ± 5	11 ± 8
菓子・嗜好飲料類	(g)	36 ± 49	44 ± 48	65 ± 90
種実類	(g)	2 ± 4	3 ± 3	2 ± 3
油脂類	(g)	15 ± 7	12 ± 6	13 ± 12
調味料・香辛料類	(g)	62 ± 20	62 ± 17	76 ± 22

数値は平均±標準偏差で示した。

の献立は主食のおにぎりと味噌汁であったが、指導後の献立には、副菜（野菜サラダ）が1品、主菜が4品（目玉焼、焼魚、チキンナゲット、納豆）、牛乳・乳製品（低脂肪牛乳）が1品加わった。対象者における夕食の一例を図2に示した。指導前の献立は主食の白飯、副菜の生野菜、主菜の茹で豚であったが、指導後の献立では、副菜の生野菜と主菜の茹で豚が豚しゃぶサラダとして同一の器で提供されており、さらに副菜が2品（人参ときゅうりのナムル、オク

ラのおかか和え）と主菜が1品（たこの刺身）加わった。

3.3 身体組成

介入期間中における身体組成を表5に示した。2年次における身体組成の変化をみると、1年次よりも身長は1.6cm、体重は3.8kg、除脂肪量は2.4kg増加した。一方で、体脂肪量及び体脂肪率の増加もみられた。3年次における身体組成の変化をみると、2年次よりも身長は0.7cm、体重は1.5kg、除脂肪量は1.3kg増加し、体脂肪量及び体脂肪率の増加は殆

表4 食事バランスガイド料理区分の変化

料理区分	(単位)	1年次	2年次	3年次
主食	(SV)	8.3 ± 2.0	9.2 ± 2.3	9.0 ± 2.3
副菜	(SV)	4.2 ± 1.4	3.9 ± 1.0 ^a	5.4 ± 1.8 ^b
主菜	(SV)	10.7 ± 3.4 ^a	10.9 ± 2.7	13.2 ± 2.7 ^b
牛乳・乳製品	(SV)	2.8 ± 3.0	3.8 ± 3.7	3.1 ± 2.5
果物	(SV)	0.5 ± 0.6	0.8 ± 0.6	0.9 ± 1.8

数値は平均±標準偏差で示した。

ab 異なるアルファベット間において有意水準5%未満の差があった。

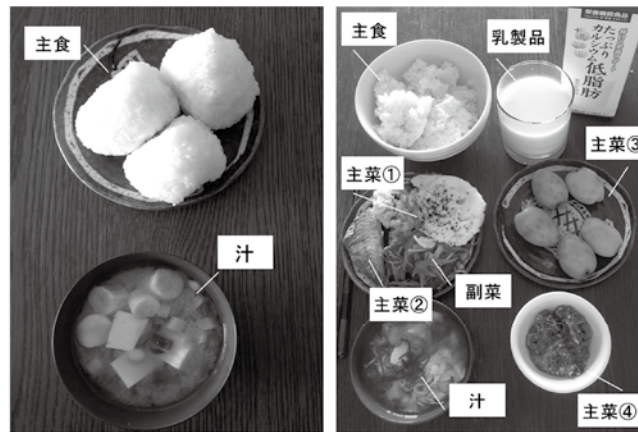


図2 対象者における朝食の一例

左図は食事指導前、右図は食事指導後における朝食の一例を示した。

左図) 主食：おにぎり、汁：味噌汁

右図) 主食：白飯、汁：味噌汁、副菜：野菜サラダ、主菜①：目玉焼き、主菜②：焼き魚、主菜③：チキンナゲット、主菜④：納豆、乳製品：低脂肪牛乳

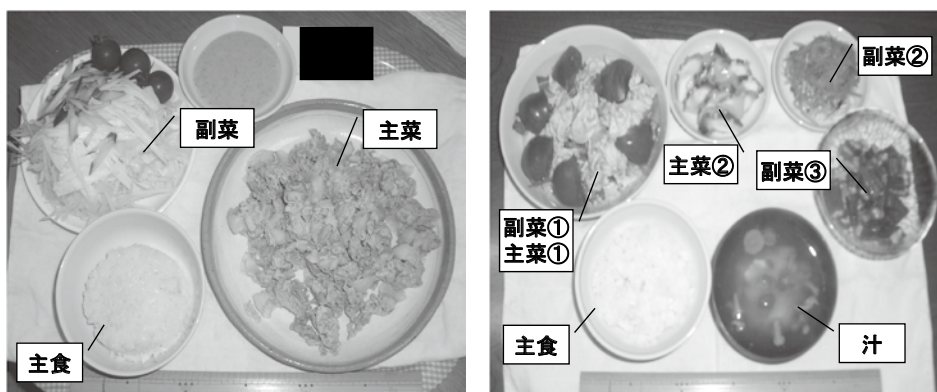


図3 対象者における夕食の一例

左図は食事指導前、右図は食事指導後における夕食の一例を示した。

左図) 主食：白飯、副菜：生野菜、主菜：茹で豚

右図) 主食：白飯、汁：味噌汁、副菜①主菜①：豚しゃぶサラダ、副菜②：人参ときゅうりのナムル、副菜③：オクラのおかか和え、主菜②：たこの刺身

表5 介入期間中における身体組成

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
身長	(cm)	168.9 ± 6.5	170.5 ± 6.6	171.2 ± 6.7
体重	(kg)	56.7 ± 5.5 ^a	60.5 ± 5.9	62.0 ± 5.4 ^b
BMI	(kg/m ²)	19.9 ± 1.3 ^a	20.8 ± 1.4	21.2 ± 1.4 ^b
除脂肪量	(kg)	52.2 ± 3.5 ^a	54.6 ± 3.7	55.9 ± 3.6 ^b
体脂肪量	(kg)	4.6 ± 2.8	5.9 ± 3.1	6.1 ± 2.7
体脂肪率	(%)	7.8 ± 4.3	9.4 ± 4.3	9.7 ± 3.7

数値は平均±標準偏差で示した。

ab 異なるアルファベット間において有意水準5%未満の差があった。

表6 介入期間中における体力測定値

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
背筋力	(kg)	111 ± 16 ^a	131 ± 18 ^b	131 ± 22 ^b
CMJ	(cm)	42 ± 4 ^a	44 ± 5	46 ± 4 ^b
M-Kテスト	(kgm/s)	110 ± 19	117 ± 17	124 ± 19

数値は平均±標準偏差で示した。

ab 異なるアルファベット間において有意水準5%未満の差があった。

どみられなかった。また、介入期間を通して身長は2.3cm、体重は5.3kg、除脂肪量は3.7kg増加し、3年次の体重、BMI及び除脂肪量は1年次よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

3.4 体力測定値

介入期間中における体力測定値を表6に示した。2年次において、背筋力に向上がみられ、1年次よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また、CMJ、M-Kテストにも向上がみられたが、これらは有意な変化ではなかった。3年次において、CMJに向上がみられ、1年次よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また、M-Kテストにも向上がみられたが、有意な変化ではなかった。一方で、3年次の背筋力には向上がみられなかったが、1年次よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

4. 考察

サッカー競技において優れた体格を有することは、コンタクトプレーやヘディングなどを通して戦術を有利に展開できる¹⁶⁾。対象者における1年次の身長及び体重を同年代でJリーグ加盟チームの下部組織に所属する者や国民体育大会の県代表に選抜された者12名の平均値(以下、競技レベルが高い者)¹⁷⁾と比較すると、対象者の身長は3.9cm低く、体重は7.3kg軽かった(競技レベルが高い者の身長172.8cm、体重64.0kg)ことから、対象者のパフォーマンス向上には体重及び除脂肪量を増加させるための介入が必要だと考えた。1年次の栄養素等摂取量をみると、エネルギー摂取量は推定エネルギー必要量を下回っており、カルシウム、ビタミンB₁及びビタミンC摂取量も推奨量を下回っていた。これらは成長期スポーツ選手を対象にした柳田と大

家¹⁸⁾や平川と吉村¹⁹⁾の研究と同様の傾向であった。Tipton & Wolfe²⁰⁾によると、除脂肪量を増加させるための食事戦略として、エネルギー収支のバランスを正の状態に保つことが推奨されており、その際のエネルギー源としては炭水化物を十分に摂取することで筋グリコーゲン貯蔵量が増加し、運動中のたんぱく質分解を抑制できるとされている。また、スポーツ選手においては、身体活動量の増加や大量発汗などに伴って種々のビタミン及びミネラル類の需要が高まると考えられる。したがって、今回の食事介入では、練習前後の補食に米飯などの穀類を食べることによって炭水化物から摂るエネルギーを増やすことと、栄養素を食事から過不足なく摂取するために、多くの競技スポーツの間で推奨されている栄養フルコース型の食事²¹⁾を実践することを重点的に指導した。また、保護者同席のもとで行った集団食事指導においては、対象者の1日に必要なエネルギー及び栄養素量と食品群別での1日当たりの摂取目標量を提示した。対象者の栄養素等摂取量及び食品群別摂取量については、統計的の有意差がみられなかったため、増加したとは言い難いが、食事バランスガイド料理区分では副菜と主菜の品数が有意に増加していた。また、朝食及び夕食の一例においても副菜と主菜の品数が増えていた。これらのことから、本研究の継続的食事介入は対象者の多様な食品摂取を促したと考えた。一方で、カルシウム摂取量は推奨量を満たすまでの増加には至らなかった。成長期においては、カルシウムの尿中排泄量が増加することが示唆されている²²⁾ことから、激しいスポーツ活動を行う者においては、大量発汗による排泄量も増加すると考えられるため、本研究の対象者は推奨量よりも多くのカルシウム摂取が望ましいと思われる。主なカルシウムの供給源である牛乳やヨーグルト及びチーズなどの乳製品は補食として携帯しやすい食品である。また、牛乳は糖質との同時摂取により、骨格筋及び肝臓のグリコーゲン回復を促進する可能性が示唆されている²³⁾ことから、対象者には練習前後の補食として穀類だけでなく乳類の摂取も勧める必要があると考えた。

対象者における身体組成の変化をみると、介入期間を通して身長は2.3cm、体重は5.3kg増加し、これらの変化は競技レベルが高い者¹⁷⁾よりも大きかった(競技レベルが高い者の身長1.4cm、体重2.3kg増加)。比較対象とした競技レベルが高い者¹⁷⁾は、週5日以上サッカーのトレーニングを行っているが、本研究の対象者は週3回の頻度でサッカーのトレーニングが行われていた。また、県立高校の生徒であるため、練習時間は限られていたにもかかわらず、

競技レベルが高い者¹⁷⁾よりも身長及び体重の変化が大きかったことは、本研究の継続的食事介入の効果であろう。一方で、サッカー競技では、短い休息や軽運動を挟みながら無酸素性運動を継続的に繰り返すための間欠性運動能力が要求される⁸⁾ことから、体重に占める脂肪の割合が少なく、除脂肪量が多いことが望ましいと考えられる。対象者の除脂肪量は介入期間を通して3.7kg増加し、3年次の値は1年次よりも有意に高値を示した。比較対象とした競技レベルが高い者¹⁵⁾の除脂肪量は報告されていなかったため、全国高校サッカー選手権大会に出場経験のある高校の男子サッカー部員238名(以下、競技レベルが同等の者²⁴⁾)の平均値(身長171.5±5.2cm、62.3±6.9kg、除脂肪量54.4kg、体脂肪率12.7%)を参考値とし、3年次の身体組成と比較すると、対象者の方が除脂肪量は多く、体脂肪率は低かった。また、競技レベルが同等の者²⁴⁾において、エネルギー摂取量は2780±768kcal、たんぱく質摂取量は91±30g、炭水化物摂取量は395±112gであったと報告されており、3年次における対象者の栄養素等摂取量はこれらよりも多かったことから、対象者の身体組成は本研究の継続的食事介入により、サッカー競技者として理想的な状態に近づいたと考えた。

成長期の男子において、筋力とパワーは最大身長増加時期(Peak Height Velocity, 以下PHV)以前では主に神経-筋系、PHV以降では主に筋肉系の影響を強く受けて発達することが示唆されている²⁵⁻²⁷⁾。日本人男子のPHVは平均で13歳前後²⁵⁾であることから、対象者の発育発達段階はPHV以降にあたると思われる。対象者における体力測定値の変化をみると、背筋力は2年次において有意に向上し、CMJとM-Kテストは年齢の増加に伴って高くなる傾向を示した。一方で、対象者の背筋力は3年次において向上がみられず、高校男子サッカー部員500名及び同年代の日本代表選手215名の平均値²⁸⁾と比較して低値であった(男子サッカー部員139.2±13.5kg、日本代表選手142.7±21.1kg)。なお、CMJ及びM-Kテストに関しては同年代で参考値となる報告はなかった。サッカー選手に必要な専門体力にはスピード持久力、持久力、パワー、ボディコンタクト・バランス、アジリティがあり、スピード持久力を除いては筋力がこれらを構成する体力因子の一つであるとされている²⁵⁾ことから、対象者のパフォーマンス向上には筋力向上のための介入が必要だと考えた。Levenhagen et al.²⁹⁾やCribb & Hayes³⁰⁾によると、運動直後または運動前に糖質とたんぱく質を含んだサプリメントを摂取することで骨格筋でのたんぱく質の合成が高まり、除脂肪量と筋線維の

肥大及び最大筋力の向上がみられたことが報告されている。また、骨格筋でのエネルギー産生や免疫応答に対して重要な役割を果たす分岐鎖アミノ酸の中でも、ロイシンは筋たんぱく質の合成を刺激する作用があることが示唆されている³¹⁾。さらに、骨格筋でのたんぱく質の合成を刺激する成長ホルモンは、午前中よりも午後での運動によって著しく分泌される³²⁾ことから、対象者においては、午後のトレーニング前後にロイシン含有量が多いサプリメントとして、ホエイプロテインの摂取を検討する必要があると考

えた。また、管理栄養士は対象者への情報提供にとどまらず、チームスタッフの1人として部活動顧問や他のチームスタッフと一緒にトレーニング内容や栄養処方を検討することも必要だと考えた。

5. 結論

継続的食事介入は高等学校男子サッカー部員の多様な食品摂取を促し、身体の発育発達及び体力向上をもたらすことが示唆された。

謝 辞

本研究に快くご協力いただきましたH県立K高校サッカー部の部員と保護者の皆さま、顧問の内田仁先生、松本香二先生、コンディショニングコーチの小川裕介氏、その他チームスタッフの皆さまに心より御礼申し上げます。調査及び測定の実施にあたっては、川崎医療福祉大学医療技術学部臨床栄養学科 松枝秀二研究室21期生、22期生、23期生、小野章史研究室24期生のご協力に感謝いたします。

文 献

- 1) 根本垂矢子, 田中里佳, 傳法公磨: ユースサッカーチームへの栄養支援の実践に関する研究—継続的栄養支援の効果として選手の食事内容に関する数的分析の試み—。藤女子大学紀要, 第II部, 48, 69-76, 2011.
- 2) 桑原友和, 佐久間南, 立川八重子, 渡部久美子: サッカーアルビレックス新潟ユースへの栄養サポート。新潟医療福祉学会誌, 8(1), 22, 2008.
- 3) 宮原恵子, 野々村洋子, 今村裕行: 高校男子サッカー部員の栄養素等摂取状況および身体的特徴。長崎国際大学論叢, 10, 203-208, 2010.
- 4) 厚生労働省: 日本人の食事摂取基準(2015年版)。初版, 第一出版, 東京, 2014.
- 5) 田口素子, 餅美和子: スポーツ選手のエネルギーバランス。体育の科学, 49(2), 140-146, 1999.
- 6) 鈴木政登, 坂木佳寿美, 松原茂, 三浦次郎, 塩田正俊, 飯島妙子, 町田勝彦, 井川幸雄: 高校生の夏期野球強化練習時の血液・尿成分の変動。体力科学, 39(4), 231-242, 1990.
- 7) 蘆田典子, 古満伊里: 高校生サッカー選手に対する食事介入が栄養素摂取量と食事適応性に与える効果。健康支援, 18(2), 9-16, 2016.
- 8) 久保田洋一, 青葉幸洋, 吉村雅文, 勝俣康之, 宮森隆行: サッカー選手の試合中の生理学的応答について—異なるレベルの試合における総移動距離・移動スピード変化に着目して—。順天堂スポーツ健康科学研究, 1(2), 225-230, 2009.
- 9) 鈴木いづみ, 北村藤夫, 北村健一, 梅原キミ, 酒井健介: プロサッカー選手におけるシーズンを通じたコンディションと栄養素等摂取状況の関係。日本スポーツ栄養研究誌, 2, 21-28, 2008.
- 10) 金子憲一, 袴田智子, 柏木悠, 伊藤知之, 船渡和男: サッカー育成年代の身体組成と下肢多関節動作で発揮されるパワーおよびスプリント能力の発育・発達特性。体力科学, 61(2), 259-266, 2012.
- 11) Margaria R, Aghemo P and Rovelli E: Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of Applied Physiology*, 21(5), 1662-1664, 1996.
- 12) Hetzler RK, Vogelpohl RE, Stickley CD, Kuramoto AN, Delaura MR and Kimura IF: Development of a modified Margaria-Kalamen anaerobic power test for American football athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 978-984, 2010.
- 13) 小林修平, 樋口満編著: アスリートのための栄養・食事ガイド。第3版, 第一出版, 東京, 2014.
- 14) 今井具子, 大塚礼, 加藤友紀, 安藤富士子, 下方浩史: 食事バランスガイドの料理目安量(SV)情報を含む料理データベースを用いた「食事バランス調査」の妥当性の検討。栄養学雑誌, 67(6), 301-309, 2009.
- 15) 武見ゆかり, 吉池信男編著: 「食事バランスガイド」を活用した栄養教育・食育実践マニュアル。初版, 第一出版, 東京, 2006.
- 16) 田原靖昭, 綱分憲明, 西澤昭, 湯川幸一, 森俊介, 千住秀昭: 高校サッカー優秀選手(国見高校)の身体組成, 最大酸素摂取量及び最大酸素負荷量。体力科学, 39(3), 198-206, 1990.

- 17) 星川佳広：日本のサッカー選手の除脂肪体重と筋断面積—U13からプロまでの年齢変化—. 東海保健体育科学, **31**, 1-12, 2009.
- 18) 柳田昌彦, 大家千恵子: 高校スポーツ選手の栄養素等摂取状況と食事指導の効果. 山形県立米沢女子短期大学紀要, **34**, 161-168, 1999.
- 19) 平川史子, 吉村良孝: 成長期スポーツ選手の身体組成, 食生活習慣および栄養素等摂取状況の現状と課題. 別府大学紀要, **49**, 83-92, 2008.
- 20) Tipton KD and Wolfe RR: Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, **22**(1), 65-79, 2004.
- 21) 杉浦克己, 酒井健介: 混合型の競技の場合. 黒田善雄, 中嶋寛之, 小林修平, 河野一郎, 山崎元, 福林徹, 川原貴, 村山正博編著, 臨床スポーツ医学臨時増刊号 スポーツ栄養・食事ガイド, 文光堂, 東京, 296-301, 2009.
- 22) 松本俊夫編著: 新・分子骨代謝学と骨粗鬆症. 初版, メディカルレビュー社, 東京, 2001.
- 23) 稲井真, 西村脩平, 浦島章吾, 野中雄大, 木村典代, 寺田新: 運動後の糖質・牛乳混合物の摂取がマウス骨格筋および肝臓におけるグリコーゲン回復に及ぼす影響. 日本スポーツ栄養研究誌, **10**, 38-47, 2017.
- 24) 石崎由美子: 高校サッカー選手の栄養管理. 福山大学生命工学部研究年報, **12**, 17-42, 2013.
- 25) 江波戸智希, 広瀬統一: サッカーの選手養成と発育発達. 子どもと発育発達, **14**(4), 284-292, 2017.
- 26) 鳥居俊: 体力要素の発達時期と運動器の発育発達. 子どもと発育発達, **14**(4), 261-265, 2017.
- 27) 鳥居俊, 岩沼聡一郎, 飯塚哲司: 日本人健康男子中学生における身長, 除脂肪量, 骨量の最大増加時期. 発育発達研究, **70**, 11-16, 2016.
- 28) 戸荻晴彦, 半田慶子, 浅見俊雄, 高橋幸太郎, 杉山進, 小宮喜久, 岩村英吉, 赤井岩男, 田代力也, 堀口正弘, 富岡義雄, 菊池武道, 磯川正教, 深倉和明, 大串哲郎, 田中佳孝, 掛水隆, 大橋二郎: サッカー選手の体力と体力基準の作成. 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, 競技種目別競技力向上に関する研究, サッカー研究報告ファイル, 49-60, 1980.
- 29) Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ and Flakoll PJ: Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, **280**(6), 982-993, 2001.
- 30) Cribb PJ and Hayes A: Effects of supplement-timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **38**(11), 1918-1925, 2006.
- 31) Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR and Jefferson LS: Signaling pathways involved in the translational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *Journal of Nutrition*, **131**(3), 856-860, 2001.
- 32) 加藤秀夫, 石倉三奈子, 岡道子, 宗正和美, 岡元常美, 中田理恵子, 田口智子: 1日の運動時刻による運動機能・生理機能の相違. 日本栄養・食糧学会誌, **46**(1), 33-38, 1993.

(平成30年8月28日受理)

Effect of Continuous Dietary Intervention for Male Senior High School Soccer Players

Haruki YOTSUMOTO, Kanako KATAOKA, Hiromi TANABE, Ayaka TAKI, Rie KAJII, Akifumi ONO and Shuji MATSUEDA

(Accepted Aug. 28, 2018)

Key words : continuous dietary intervention, senior high school soccer players, nutrient intake, body composition, physical performance

Abstract

We evaluated the effect of continuous dietary intervention on 17 male senior high school soccer players by examining time-course changes in their nutrient intake, body composition, and physical performance. The intervention for these students was conducted throughout their 3-year senior high school period, with a dietary survey and body composition/physical performance measurements in May of each year. Dietary guidance was provided through group lectures. The students were also instructed to eat cereals as dietary supplements before and after training and take well-balanced meals. Through these approaches, on comparing their intake of each component of the diet specified in the Dietary Balance Guide, the volumes of main and side dishes were significantly larger during their third compared with first and second grades, respectively ($p < 0.05$). The values presenting their body weight, BMI, lean body mass, back muscle strength, and CMJ were also markedly higher during their third compared with first grade ($p < 0.05$). Based on the results, continuous dietary intervention may promote the intake of various foods among male senior high school soccer players, consequently contributing to their physical growth/development/performance.

Correspondence to : Haruki YOTSUMOTO

Department of Doctoral Program in Health Science
Graduate School of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan
E-mail : h6g5hk42bk@yahoo.co.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.28, No.1, 2018 135 – 145)

