

博士<健康科学>論文

高等学校男子サッカー部員に対する
管理栄養士のアプローチ

2020年3月

四元 晴輝

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

博士学位論文 目次

第1章 序論	1-3
I. 研究背景	
II. 研究目的	
III. 倫理的配慮	
第2章 高等学校男子サッカー部員に対する継続的栄養介入の有効性の検討	4-20
I. 背景及び目的	
II. 対象及び方法	
III. 結果	
IV. 考察	
V. 結語	
第3章 高等学校男子サッカー部員におけるエネルギー及びたんぱく質必要量の検討	21-27
I. 背景及び目的	
II. 対象及び方法	
III. 結果	
IV. 考察	
V. 結語	
第4章 高等学校男子サッカー部員に対する栄養介入プログラムの有用性の検討	28-35
I. 背景及び目的	
II. 対象及び方法	
III. 結果	
IV. 考察	
V. 結語	
第5章 総括	36-38
図表	39-75
謝辞	76
参考文献	77-89
投稿論文及び学会発表等	90-91

第1章 序論

I. 研究背景

サッカーは世界で最も人気の高いスポーツであり、競技人口は約 2.7 億人といわれている^{1, 2)}。日本では 1993 年にプロサッカーリーグ (Jリーグ) が始まり、2002 年にアジアで初となる国際サッカー連盟 (Fédération International de Football Association: FIFA) 主催の大会 (FIFA ワールドカップ) を韓国と共催したことから、サッカーに対する関心は急激に高まった³⁾。男子日本代表は 1998 年のフランス大会から 2018 年のロシア大会まで 6 大会連続出場、女子日本代表は 2011 年のドイツ大会で優勝、2015 年のカナダ大会で準優勝、2019 年のフランス大会でベスト 16 の好成績を収めている。日本サッカー協会 (Japan Football Association: JFA)⁴⁾ によると、選手及び指導者のみならず、ファン・サポーターを含むサッカーに携わるすべての人々 (サッカーを愛する仲間: サッカーファミリー) は約 530 万人に上るといわれ、JFA の選手登録者数は約 89 万人と報告されている。一方で、総務省統計局が実施した「平成 28 年 (2016 年) 社会生活基本調査」のスポーツの種類別行動者率⁵⁾ によると、サッカーは団体競技の球技系スポーツの中では野球に次いで広く行われていた (n=179297, サッカー: 6.0%, 野球: 7.2%) が、平成 23 年 (2011 年)⁶⁾ と平成 28 年の調査を比較すると、サッカーの方が野球よりも行動者率の上昇が大きかった (サッカー: 0.4%上昇, 野球: 0.1%上昇)。また、15~19 歳の男子では野球よりもサッカーの方が広く行われており (n=4774, サッカー: 31.3%, 野球: 29.4%)、行動者率の上昇も同様にサッカーの方が大きかった (サッカー: 4.0%上昇, 野球: 2.5%上昇)。これらのことから、サッカーは日本においても非常に人気が高く競技人口の多いスポーツであり、特に高校生年代の男子においてはこのような傾向が顕著であるといえる。

サッカーの試合は一般的に 11 人対 11 人で行われ、フィールドの大きさは横 45~90 m、縦 90~120 m の長方形、ゴールは幅 7.32 m、高さ 2.44 m、ゴールポストの直径は 12 cm 以下に定められている³⁾。試合時間はプロ選手では 90 分、アマチュア選手や高校生では 60~80 分であることが多く、選手は主に足でボールを扱う。しかしながら、1 試合で 1 人の選手がボールを保持している時間は非常に短く、多くの時間はウォーキングやジョギングなどの有酸素性運動あるいは静止状態に費やされ、これらを休息にスプリントやジャンプなどの無酸素性運動が繰り返される⁷⁾。Stolen et al.⁸⁾ によると、フィールドプレーヤーは 1 試合で約 10~12 km、ゴールキーパーは約 4 km 移動することや試合中の心拍数は約 155~175 bpm、運動強度は約 80~90% HR Max であると報告されている。また、宮城ら⁹⁾ はサッカー選手が試合中に 2~3 m/sec 以下の遅いスピードで動き、時折 8 m/sec 以上の速いスピードでフィールドを移動することや競技レベルの高い選手ほど試合中における速いスピードでの移動が多いことを報告している。一方で、近年のイングランドプレミアリーグにおける試合中の総移動距離は約 2% の増加¹⁰⁾ に限られたものの、高強度ランニングでの移動距離は約 24~36%、高強度ランニングの回数は約 39~59%、スプリントでの移動距離は約 36~63%、スプリントの回数は約 125~171% 増加¹¹⁾ したと報告されていることから、サッカー選手には有酸素性運動能力と無酸素性運動能力の双方が必要で高強度・間欠的な運動能力が非常に高いレベルで求められると考えられる。

トレーニングや試合における高いパフォーマンスの発揮やリカバリーの促進、理想的な体重及び体格の獲得と維持、怪我や病気のリスク低減などは現代のサッカー選手における重要な課題であるとされている¹²⁾。一方で、適切な食事は強度の高いトレーニングに対する身体の適応能力を高め、トレーニングや試合における高いパフォーマンスの発揮、トレーニング中・試合中及びトレーニング間・試合間におけるリカバリーの促進、理想的な体重及び体格の獲得と維持、怪我や病気のリスク低減などに繋がる¹³⁾ことから、サッカー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はパフォーマンス向上のための重要な課題を解決する対策の一翼を担うと考えられる。近年、スポーツ栄養は北米や欧米諸国において一層クローズアップされており、栄養と食事のアカデミー (Academy of Nutrition and Dietetics: AND)、カナダ栄養士会 (Dietitians of Canada: DC)、アメリカスポーツ医学会 (American College of Sports Medicine: ACSM) らは2016年に共同で150件以上もの研究の文献レビューより「スポーツ選手のパフォーマンスとリカバリーは良い栄養戦略を選択することによって高められる」との見解を示し、トレーニングや試合におけるパフォーマンスの向上を促すための食品、水分、サプリメントの適切な種類、量及び摂取タイミングのガイドライン「Nutrition and Athletic performance」を提示している^{14~16)}。また、メジャーリーグベースボール (Major League Baseball: MLB) と MLB選手会 (Major League Baseball Players Association: MLBPA) が発表した2017~2021年度の包括的労働協約 (Collective Bargaining Agreement) に管理栄養士を各チームに配置して選手の栄養管理に従事させるという内容が盛り込まれ、数あるプロスポーツの中でもMLBによって初めて組織的に管理栄養士を配置する必要性が提示された^{17, 18)}。一方で、サッカーでは2005年にスイスのチューリッヒで開催されたFIFA/F-MARCコンセンサス会議の成果を基にサッカーと栄養に関するガイドライン「F-MARC Nutrition for football: A practical guide to eating and drinking for health and performance」が提示されている^{13, 19)}。また、2017年にはJFAに栄養サポート部会が発足し、統一的なガイドラインが作成された²⁰⁾。現場での実践活動に目を向けると、サッカー日本代表チームにおいてはFIFAワールドカップ参加時に管理栄養士が派遣され、選手の栄養管理を行ったという報告がある²¹⁾。また、Jリーグ加盟チームの中に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ケースもある^{22, 23)}。これらのことから、サッカーでは様々な年代で栄養に関心が寄せられていると考えられる。

高等学校男子サッカー部員を対象とした主な先行研究をみると、県大会出場レベルの者 (n=46)²⁴⁾ や全国大会出場経験がある者 (n=238)²⁵⁾ の栄養素等摂取状況及び身体組成等の現状は横断的な調査により報告されている。また、藍田と古満²⁶⁾ は地区大会出場レベルの者 (n=10) に対して5ヵ月間の短期的な栄養介入を実施し、栄養素等摂取状況及び食行動等が対照群と比較して有意に改善したことを報告している。Paton-Lopez et al.²⁷⁾ は男子及び女子部員を対象にスポーツ栄養学の知識や食意識及び食行動等に及ぼす2年間の継続的栄養介入の効果を検証しており、女子部員におけるスポーツ栄養学の知識は対照群よりも向上したが、男子部員は対照群と比較して差がみられなかったことを報告している。これらのことから、高等学校男子サッカー部員の栄養素等摂取状況及び身体組成等の現状やこれらに及ぼす短期的な介入効果は明らかにされているが、彼らに対する継続的な介入効果は

未だ十分には明らかにされていないと思われる。

高校生はライフステージにおいて青年期中期にあたり、この時期は身体の発育発達に伴って多くの栄養素等の摂取が推奨されている^{28, 29)}。しかしながら、高校生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プロチームと同様の体制で受けている事例はない。実際の食生活は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らを生かせる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^{30, 31)}。様々なメディアから発信される情報を鵜呑みにして極端な食事を摂り入れている者も多い²⁶⁾。

II. 研究目的

高等学校男子サッカー部員に対する栄養介入プログラムと管理栄養士のアプローチのあり方を検討するためには、現場で実践活動を行っている管理栄養士が継続的な栄養介入の効果を検証してエビデンスを蓄積する必要がある。そこで本研究では、高等学校男子サッカー部員に対して約6年間に亘り行った栄養介入を検証した。

第2章では、高等学校男子サッカー部員に対する継続的な栄養介入の効果を検証するため、H県立K高等学校男子サッカー部員を対象とし、1年次から3年次における身体組成、栄養素等摂取状況、食意識、主観的疲労感及びヘモグロビン (Hemoglobin: Hb) 推定値を横断的に把握した者と1年次から3年次まで継続的に栄養介入を行った者を比較検討した。また、1年次における食事指導の回数を多くして継続的に栄養介入を行った者の身体組成、栄養素等摂取状況、Hb推定値、体力、生活時間及びエネルギー消費量も比較検討した。

第3章では、トレーニング時と試合時におけるエネルギー及びたんぱく質の必要量を検討した。

第4章では、第2章及び第3章の結果と現場のニーズを基に栄養介入プログラムを立案し、1年次から3年次まで継続的に栄養介入を行った者の身体組成、栄養素等摂取状況、食意識、主観的疲労感、Hb推定値及び体力より栄養介入プログラムの有用性を検討した。

第5章では、本研究の総括として高等学校男子サッカー部員に特化した栄養介入プログラムと管理栄養士のアプローチのあり方を検討した。

III. 倫理的配慮

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 (川崎医療福祉大学倫理委員会承認番号: 14-015・15-006・17-025)。

本研究の実施にあたって、校長、部活動顧問の教諭、対象者及び保護者に対して研究の目的、方法、安全性などを口頭と書面にて説明した。また、研究協力に対する拒否権があること、拒否することで何らかの問題や不利益が生じないこと、途中で研究協力を拒否することが権利として保障されていることも説明し、書面にて同意を得た。なお、対象者は未成年者であることから、保護者同席の下、わかりやすい言葉や文書を用いて説明を行った。

第2章 高等学校男子サッカー部員に対する継続的栄養介入の有効性の検討

I. 背景及び目的

サッカーでは、様々な年代で栄養に関心が寄せられており、Jリーグ加盟チームの中に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ケースがある^{22, 23)}。一方で、高等学校男子サッカー部員に対する継続的な栄養介入の報告は限られている。

そこで本章では、高等学校男子サッカー部員を対象とし、1年次から3年次における身体組成、栄養素等摂取状況、食意識、主観的疲労感及びHb推定値を横断的に把握した者と1年次から3年次まで継続的に栄養介入した者を比較検討した。また、1年次の食事指導の回数を多くして継続的に栄養介入した者の身体組成、栄養素等摂取状況、Hb推定値、体力、生活時間及びエネルギー消費量も比較検討して継続的栄養介入の有効性を検証した。

II. 対象及び方法

1. 対象者

1) ベースライン (Base Line Group: BL群)

2014年5月においてH県立K高等学校(以下、K高校)の男子サッカー部に所属していた者の中で本人及び保護者の同意が得られた者72名(1年次35名, 2年次21名, 3年次16名)のうち、全ての調査及び測定項目が実施できた者43名(1年次17名, 2年次15名, 3年次11名)とした。

2) 1年次から3年次まで継続的に栄養介入した者 (Continuous Nutritional Intervention Group: CI群)

2014年4月にK高校の男子サッカー部に入部した者の中で本人及び保護者の同意が得られた者35名のうち、全ての調査及び測定項目を1年次の5月から3年次の5月までの2年間、継続的に実施できた者9名とした。

3) 1年次の食事指導の回数をCI群よりも多くして継続的に栄養介入した者 (Frequently Continuous Nutritional Intervention Group: FI群)

2015年4月にK高校の男子サッカー部に入部した者の中で本人及び保護者の同意が得られた者27名のうち、全ての調査及び測定項目を1年次から3年次までの2年間、継続的に実施できた者13名とした。

2. 方法

BL群に対する調査及び測定の実施時期並びにCI群とFI群に対する栄養介入プロトコルを表1、栄養介入における調査及び測定項目を表2、CI群とFI群に対する集団食事指導の概要を表3に示した。

1) BL群

2014年5月に身体組成、栄養素等摂取状況、食意識、主観的疲労感及びHb推定値の調査及び測定を行った。

身体組成は体重体組成計カラダスキャンHBF-362（オムロン社）を用いて、体重、骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量、身長あたり除脂肪量を測定及び算出した。なお、身長はK高校で実施された身体計測で得られた値を用いた。

栄養素等摂取状況は休祝日を含む連続3日間のうちに対象者が摂取したすべての食品を対象者又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後、既定の記録用紙にすべての食品名及び1人分の重量記録を主たる食事提供者である保護者に依頼して調査した。なお、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3日間の調査値を平均し、1日あたりの栄養素等摂取量（エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、食物繊維、ビタミンB₁、ビタミンC、カルシウム、鉄）及びエネルギー産生栄養素バランス（たんぱく質エネルギー比率、脂質エネルギー比率、炭水化物エネルギー比率）を算出した。また、エネルギー及びエネルギー産生栄養素（たんぱく質、脂質、炭水化物）は体重あたりの摂取量も算出した。さらに、1日あたりの食事バランスガイド料理区分別摂取点数（主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品、果物）も算出した。

食意識は上田ら³²⁾の先行研究を参考に、調査用紙に計6の質問（栄養・食事に対する興味関心、サッカーにおける栄養・食事の重要性、身体づくりにおける栄養・食事の重要性、炭水化物を多く摂る意識、たんぱく質を多く摂る意識、野菜を多く摂る意識）を設け、回答方法は5件法（1: 全くない・全く思わない, 2: あまりない・あまり思わない, 3: どちらでもない, 4: そうである・そう思う, 5: とてもそうである・とてもそう思う）を用いて調査した。

主観的疲労感は倉恒³³⁾の先行研究より抜粋した「自己診断疲労度チェックリスト」を用いて調査した。自己診断疲労度チェックリストには計20の質問が設けられており、質問の半数は身体的疲労、もう半数は精神的疲労に着目した項目である。回答方法は5件法（0: 全くない, 1: 少しある, 2: まあまあある, 3: かなりある, 4: 非常に強い）とし、主観的疲労感、身体的疲労感、精神的疲労感の点数を算出した。

Hb推定値は採血を必要としない近赤外線分光画像計測法が採用された健康モニタリング装置ASTRIM FIT（シスメックス社）を用いて、左手中指骨を機器に挿入して測定した。

2) CI群

栄養介入の期間は対象者が1年次（2014年5月）から3年次（2016年5月）までの2年間とし、BL群と同様の調査及び測定を行った。

食事指導は集団での講義形式（以下、集団食事指導）とした。集団食事指導は管理栄養士の資格を所有した研究者がK高校に直接出向き、1回あたり質疑応答を含めて約1時間、スライドや配付資料を用いて、介入期間中に5回（第1回目: 2014年9月, 第2回目: 2015年4月, 第3回目: 2015年7月, 第4回目: 2015年9月, 第5回目: 2015年11月）行った。なお、第2回目の集団食事指導は保護者同席の下で行った。指導内容は調査及び測定結

果をもとに管理栄養士の資格を所有した研究者が立案した。

第1回目は、エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き、身体組成並びにHb値についての説明を行った。スライド中には対象者全体及び学年別での栄養素等摂取量を日本人の食事摂取基準2015年版²⁹⁾やアスリートのための栄養・食事ガイド³⁴⁾を参照とした基準量と比較した図表を提示した。また、調査及び測定結果のフィードバックとして、対象者個人に対してエクセル栄養君を用いて作成した個人表に、除脂肪量、体脂肪量、体脂肪率及びHb値と栄養素等摂取状況に対するコメントを記入した資料を返却した(資料1)。

第2回目は、保護者同席の下での集団食事指導であったため、まず始めに現場での栄養介入の様子(調査及び測定や集団食事指導実施時の写真)をスライドで示した。次に、第1回目における指導内容と同様にエネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き、身体組成並びにHb値についての説明を行った。スライド中には対象者の栄養素等摂取量を日本人の食事摂取基準2015年版やアスリートのための栄養・食事ガイドを参照とした基準量と比較した図表の他に、対象者の身体組成を競技レベルの高い高校男子サッカー部員³⁵⁾と比較した図表も提示した。

第3回目は、エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類を日常の食事から十分に摂取するための栄養戦略として多くの競技スポーツで推奨されている「栄養フルコース型の食事」³⁶⁾を紹介し、主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品及び果物の1日あたりの摂取目標量(主食:7~10 SV, 副菜:6~8 SV, 主菜:6~8 SV, 牛乳・乳製品:3~4 SV, 果物:2~3 SV)³⁷⁾を提示した。また、長時間に及ぶ間欠的な高強度運動パフォーマンスは炭水化物アベイラビリティを高くする栄養戦略によって高まる¹⁴⁻¹⁶⁾ことから、トレーニング前後における補食におにぎりを食べることを習慣化するように提案した。なお、調査及び測定結果のフィードバックは第1回目と同様の方法で行った。

第4回目は、グルコースが脳・神経系の重要なエネルギー源であることや筋肉の動作のためのエネルギー基質として嫌氣的及び酸化的経路の両方で利用されることから、試合の2~3日前から炭水化物を多く含んだ食事を摂ることや試合当日には脂質や繊維質が多い食品の摂取を控えて炭水化物を中心に消化吸収が早い食品を摂ることを指導した。また、トレーニング時の水分補給について、飲料の種類、温度、飲水量及び飲水タイミングなどを提示した。さらに、保護者に対する情報提供として、通常練習日、試合前日、試合当日における朝食、昼食及び夕食の料理レシピを作成して配付した。

第5回目は、第1回目、第2回目、第3回目及び第4回目の指導内容の要点として、栄養フルコース型の食事やトレーニング前後における補食の摂り方などを再度指導した。

3) FI群

栄養介入の期間は対象者が1年次(2015年5月)から3年次(2017年5月)までの2年間とした。調査及び測定項目のうち、身体組成はサッカー部顧問の教諭より「一般家庭用の体重体組成計ではなく研究用の機器で詳細な値を把握したい」との依頼があったことから、BL群及びCI群とは異なる機器の高精度筋量計Physion MD(フィジョン社)を用いて、骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量、身長あたり除脂肪量を測定及び算出した。なお、身長はK高校で実施された身体計測で得られた値とし、体重は体重体組成計カラダス

キャン HBF-362 (オムロン社) を用いて測定した。また、栄養素等摂取状況と Hb 推定値は高等学校男子サッカー部員に対して栄養介入を行う上での重要なアセスメント項目だと考えたことから、BL 群及び CI 群と同様の方法で行った。一方で、食意識と主観的疲労感も重要だが、項目数の増加により対象者の負担が大きくなることを考慮し、BL 群と CI 群で実施できなかった調査及び測定 (体力、生活時間及びエネルギー消費量) を優先して行った。

体力測定は全身筋力の指標としてデジタル背筋力計 (竹井機器工業社) を用いた背筋力測定、垂直跳躍高の指標としてデジタル垂直跳計 (竹井機器工業社) を用いたカウンタームーブメントジャンプ (Counter Movement Jump: CMJ) 測定、下肢筋パワーの指標として Margaria et al.³⁸⁾ 及び Hetzler et al.³⁹⁾ の方法による階段駆け上がりテスト (Margaria-Kalamen Anaerobic Power Test: M-K test)、体幹部における筋持久力の指標として 30 秒間上体起こしを行った。背筋力、CMJ 及び M-K test の実施回数は 2 回、30 秒間上体起こしは 1 回とした。背筋力と CMJ は高い値を記録した。M-K test は短い値を記録し、対象者の体重及び M-K test 実施時の階段高を用いて下肢筋パワーを算出した [下肢筋パワー (W) = (体重 (kg) × 階段高 (m)) × 9.8 / 階段駆け上がり時間 (sec)]。

生活時間は総務省統計局が実施した「平成 23 年社会生活基本調査」の調査票 A⁴⁰⁾ を参考に作成した調査用紙を用いた。対象者には 1 週間のうちに睡眠、休養、食事、家庭学習及び部活動に要した時間を 1 日ごとに自己記入するように指導した後、1 週間の調査値を平均して 1 日あたりの生活時間と起床及び就寝時刻を把握した。

エネルギー消費量はライフコーダ GS (スズケン社) を用いて測定した。対象者には生活時間の調査と同時期に機器を腰部に装着するように指導した後、1 週間の測定値を平均して 1 日あたりのエネルギー消費量を算出した。しかしながら、競技中は機器を腰部に装着できなかったことから、部活動実施時のエネルギー消費量は対象者の体重、生活時間より把握した部活動実施時間、サッカーにおける既定の運動強度 (7.0 METs)⁴¹⁾ を用いて算出した [部活動実施時のエネルギー消費量 (kcal) = 7.0 (METs) × 体重 (kg) × 部活動実施時間 (h)]。

集団食事指導は介入期間中に 6 回 (第 1 回: 2015 年 7 月, 第 2 回: 2015 年 9 月, 第 3 回: 2015 年 11 月, 第 4 回: 2016 年 4 月, 第 5 回: 2016 年 7 月, 第 6 回: 2016 年 10 月) 行った。なお、第 4 回目の集団食事指導は保護者同席の下で行った。

第 1 回目は、栄養フルコース型の食事とトレーニング前後における補食の摂り方 (CI 群の第 3 回目と同時期及び同一内容) の指導を行った。また、調査及び測定結果のフィードバックとして、対象者個々人に対してエクセル栄養君を用いて作成した個人表に、Hb 推定値及び体力の値と栄養素等摂取状況に対するコメントを記入した資料や体組成計既定の身体組成の個人表を返却した (資料 2)。

第 2 回目は、試合期における食事の摂り方とトレーニング時における水分補給の方法 (CI 群の第 4 回目と同時期及び同一内容) の指導を行った。

第 3 回目は、栄養フルコース型の食事とトレーニング前後における補食の摂り方 (CI 群の第 5 回目と同時期及び同一内容) の指導を行った。

第 4 回目は、保護者同席の下での集団食事指導であったため、現場での栄養介入の様子をスライドで示した。次に、第 1 回目、第 2 回目及び第 3 回目における指導内容と同様に栄養フルコース型の食事の紹介、主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品及び果物の 1 日あたりの摂取

目標量やレーニング前後における補食の例、試合期における食事の摂り方を提示した。また、スライド中には対象者の栄養素等摂取量を日本人の食事摂取基準 2015 年版やアスリートのための栄養・食事ガイドを参照とした基準量と比較した図表や対象者の身体組成を同年代のサッカー日本代表選手⁴²⁾と比較した図表を提示した。

第 5 回目は、栄養フルコース型の食事をコンビニエンスストア利用時においても摂るように指導した。具体的には、おにぎり、パン、麺類などの主食だけでなく、野菜サラダなどの副菜、茹で卵や魚肉ソーセージなどの主菜、牛乳・乳製品や果物の購入を勧めた。なお、調査及び測定結果のフィードバックは第 1 回目と同様の方法で行った。

第 6 回目は、炭水化物の代謝について指導した。具体的には、炭水化物が糖質と食物繊維の総称であることや運動中の糖質摂取が全身持久力に及ぼす影響を説明した。また、菓子類及び清涼飲料水に含まれる異性化糖についても説明し、トレーニング前後の補食やトレーニング時の水分補給に適した食品を対象者に考えさせた。また、保護者に対する情報提供として、通常練習日、試合前日、試合当日における朝食、昼食及び夕食の料理レシピを作成して配付した。

3. 統計解析

データは平均±標準偏差で示した。統計処理には統計解析ソフト SPSS Ver. 25.0 (日本アイ・ビー・エム社)を用いた。Kolmogorov-Smirnov 検定によりデータの正規性を確認後、学年間における調査及び測定値の比較には、データの正規性が確認できた項目は Tukey の HSD 検定、データの正規性が確認できなかった項目は Kruskal-Wallis 検定を用いた。また、群間での比較には、データの正規性が確認できた項目は対応のない t 検定、データの正規性が確認できなかった項目は Mann-Whitney の U 検定を用いた。なお、有意水準はすべてにおいて 5%未満とした。

4. 倫理的配慮

本研究の実施にあたって、校長、部活動顧問の教諭、対象者及び保護者に対して研究の目的、方法、安全性などを口頭と書面にて説明した。また、研究協力に対する拒否権があること、拒否することで何らかの問題や不利益が生じないこと、途中で研究協力を拒否することが権利として保障されていることも説明し、書面にて同意を得た。なお、対象者は未成年者であることから、保護者同席の下、わかりやすい言葉や文書を用いて説明を行った(川崎医療福祉大学倫理委員会承認番号: 14-015・15-006)。

III. 結果

まず、継続的营养介入の効果を BL 群と CI 群で比較して検証した。次に、1 年次の食事指導の回数を多くした継続的营养介入の効果を CI 群と FI 群の同一項目(身体組成における身長及び体重、栄養素等摂取状況、Hb 推定値)で比較して検証した。さらに、FI 群のみ行った項目(身体組成における骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量、身長あたり除脂肪量、体力、生活時間及びエネルギー消費量)の結果を示した。

1. 継続的栄養介入の検証結果 (BL 群 vs CI 群)

1-1. 身体組成

BL 群の身体組成を表 4 に示した。個々人の身長と体重は成長曲線⁴³⁾の 3~97 パーセンタイルの範囲に入っていた。骨格筋量は 3 年次が 2 年次よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。除脂肪量は 3 年次が 2 年次及び 1 年次よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。身長あたり除脂肪量は 3 年次が 1 年次よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。一方で、体脂肪量及び体脂肪率に有意差はみられなかった。

CI 群の身体組成を表 5 に示した。個々人の身長と体重は成長曲線の 3~97 パーセンタイルの範囲に入っていた。3 年次の身長あたり除脂肪量は 1 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。一方で、骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量及び体脂肪率に有意差はみられなかった。

1-2. 栄養素等摂取状況

1) 栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数

BL 群の栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数を表 6 に示した。エネルギー摂取量は 1 年次が 3432 ± 477 kcal/日、2 年次が 3085 ± 596 kcal/日、3 年次が 3158 ± 529 kcal/日、体重あたりエネルギー摂取量は 1 年次が 59.2 ± 11.4 kcal/kg/日、2 年次が 53.0 ± 11.5 kcal/kg/日、3 年次が 50.8 ± 11.9 kcal/kg/日で有意差はみられなかった。脂質摂取量、炭水化物摂取量、体重あたり脂質摂取量、体重あたり炭水化物摂取量に有意差はみられなかったが、たんぱく質摂取量と体重あたりたんぱく質摂取量は 1 年次が 2 年次よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。また、たんぱく質エネルギー比率は 3 年次が 2 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。一方で、食事バランスガイド料理区分別摂取点数に有意差はみられなかった。

CI 群の栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数を表 7 に示した。エネルギー摂取量は 1 年次が 3533 ± 593 kcal/日、2 年次が 3411 ± 760 kcal/日、3 年次が 3685 ± 645 kcal/日、体重あたりエネルギー摂取量は 1 年次が 62.5 ± 13.0 kcal/kg/日、2 年次が 56.7 ± 11.9 kcal/kg/日、3 年次が 59.9 ± 11.7 kcal/kg/日で有意差はみられなかった。また、エネルギー産生栄養素の摂取量、ビタミン及びミネラル類の摂取量、食事バランスガイド料理区分別摂取点数にも有意差はみられなかった。

2) 適正量摂取者の割合

BL 群と CI 群における栄養素等の適正量摂取者の割合を図 1 に示した。なお、適正量摂取者の割合は日本人の食事摂取基準 2015 年版を参照に算出した。エネルギー収支バランスの指標は体格指数 (Body Mass Index: BMI) であるが、この指標は成人に限られていることから、推定エネルギー必要量 (身体活動レベル III) を参照値とし、これを上回った者を適正量摂取者とした。たんぱく質及び炭水化物は目標量の下限値を上回った者を適正量摂取者とした。脂質は目標量の範囲内であった者を適正量摂取者とした。ビタミン B₁、ビタミン C、カルシウム及び鉄は推定平均必要量を上回った者を適正量摂取者とした。

エネルギーの適正量摂取者は、BL 群の 2 年次及び 3 年次において 1 年次よりも少なかった (1 年次が 71%, 2 年次が 47%, 3 年次が 36%)。一方で、CI 群の 2 年次において減少し

たが、3年次において増加して1年次よりも多くなった（1年次が78%，2年次が67%，3年次が89%）。たんぱく質は、BL群の1年次の全ての者が適正量摂取であったが、2年次及び3年次の適正量摂取者は1年次よりも少なかった（1年次が100%，2年次が67%，3年次が82%）。一方で、CI群も1年次の全ての者が適正量摂取であったが、2年次に減少して3年次に増加した。しかしながら、3年次の適正量摂取者は1年次よりも少なかった（1年次が100%，2年次が66%，3年次が89%）。脂質の適正量摂取者は、BL群の1年次において2年次及び3年次よりも少なかった（1年次が35%，2年次が53%，3年次が55%）。一方で、CI群の2年次において増加したが、3年次において減少した（1年次が22%，2年次が44%，3年次が33%）。炭水化物の適正量摂取者は、BL群の3年次において1年次及び2年次よりも少なかった（1年次が71%，2年次が73%，3年次が55%）。一方で、CI群の2年次において減少したが、3年次において増加して全ての者が適正量摂取となった（1年次が88%，2年次が77%，3年次が100%）。ビタミンB₁の適正量摂取者は、BL群の2年次において1年次及び3年次よりも少なかった（1年次が76%，2年次が47%，3年次が73%）。一方で、CI群の2年次において減少したが、3年次において増加して全ての者が適正量摂取となった（1年次が67%，2年次が44%，3年次が100%）。ビタミンCの適正量摂取者は、BL群の2年次において1年次及び3年次よりも少なかった（1年次が96%，2年次が80%，3年次が92%）。一方で、CI群の2年次において減少し、3年次において変化がみられなかった（1年次が89%，2年次が78%，3年次が78%）。カルシウムの適正量摂取者は、BL群の3年次において1年次及び2年次よりも少なかった（1年次が59%，2年次が53%，3年次が45%）。一方で、CI群の2年次において減少したが、3年次において増加して1年次よりも多くなった（1年次が67%，2年次が56%，3年次が89%）。鉄の適正量摂取者は、BL群の2年次において1年次及び3年次よりも少なかった（1年次が88%，2年次が73%，3年次が82%）。一方で、CI群の1年次において全ての者が適正量摂取であり、2年次において減少したが、3年次において再び全ての者が適正量摂取となった（1年次が100%，2年次が78%，3年次が100%）。

1-3. 食意識

BL群とCI群の食意識を図2に示した。BL群において、栄養・食事に対する興味関心の点数は1年次が 3.6 ± 0.6 点、2年次が 3.7 ± 0.9 点、3年次が 3.5 ± 1.2 点、サッカーにおける栄養・食事の重要性の点数は1年次が 4.8 ± 0.6 点、2年次が 4.5 ± 0.8 点、3年次が 4.7 ± 0.5 点、身体づくりにおける栄養・食事の重要性の点数は1年次が 4.9 ± 0.2 点、2年次が 4.4 ± 1.1 点、3年次が 4.7 ± 0.6 点であった。炭水化物を多く摂る意識の点数は1年次が 4.2 ± 0.5 点、2年次が 3.7 ± 0.8 点、3年次が 4.5 ± 0.8 点で、3年次の点数が2年次よりも有意に高かった（ $p < 0.05$ ）。たんぱく質を多く摂る意識の点数は1年次が 4.2 ± 0.6 点、2年次が 3.7 ± 0.9 点、3年次が 4.0 ± 0.9 点、野菜を多く摂る意識の点数は1年次が 3.5 ± 0.9 点、2年次が 3.2 ± 0.9 点、3年次が 4.0 ± 0.9 点であった。CI群において、栄養・食事に対する興味関心の点数は1年次が 3.6 ± 0.7 点、2年次が 3.9 ± 1.0 点、3年次が 4.0 ± 0.8 点、サッカーにおける栄養・食事の重要性の点数は1年次が 5.0 ± 0.0 点、2年次が 4.9 ± 0.4 点、3年次が 4.6 ± 0.7 点、身体づくりにおける栄養・食事の重要性の点数は1年次が 5.0 ± 0.0

点、2年次が 4.9 ± 0.4 点、3年次が 4.9 ± 0.4 点であった。炭水化物を多く摂る意識の点数は1年次が 4.4 ± 0.5 点、2年次が 4.4 ± 0.5 点、3年次が 4.6 ± 0.5 点で、2年次の点数はBL群の2年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。たんぱく質を多く摂る意識の点数は1年次が 4.1 ± 0.6 点、2年次が 4.3 ± 0.7 点、3年次が 4.3 ± 0.5 点であった。また、野菜を多く摂る意識の点数は1年次が 3.5 ± 0.8 点、2年次が 3.6 ± 0.7 点、3年次が 4.4 ± 0.5 点で、3年次において1年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。

1-4. 主観的疲労感

BL群とCI群の主観的疲労感を図3に示した。BL群において、主観的疲労感は1年次が 7.6 ± 5.4 点、2年次が 10.5 ± 5.6 点、3年次が 10.0 ± 6.7 点、身体的疲労感は1年次が 3.8 ± 2.8 点、2年次が 4.7 ± 2.2 点、3年次が 4.5 ± 3.3 点、精神的疲労感は1年次が 3.9 ± 3.0 点、2年次が 5.9 ± 4.1 点、3年次が 5.5 ± 4.7 点で有意差はみられなかった。CI群において、主観的疲労感は1年次が 8.1 ± 5.8 点、2年次が 5.3 ± 3.2 点、3年次が 1.3 ± 1.7 点で、3年次の主観的疲労感は1年次よりも有意に低下した ($p < 0.05$)。また、2年次と3年次の主観的疲労感はBL群よりも有意に低かった ($p < 0.05$)。身体的疲労感は1年次が 4.2 ± 3.0 点、2年次が 3.3 ± 1.7 点、3年次が 0.9 ± 1.0 点で、3年次の身体的疲労感は1年次よりも有意に低下した ($p < 0.05$)。また、3年次の身体的疲労感はBL群よりも有意に低かった ($p < 0.05$)。精神的疲労感は1年次が 3.9 ± 3.1 点、2年次が 2.0 ± 2.4 点、3年次が 0.6 ± 0.9 点で、3年次の精神的疲労感は1年次よりも有意に低下した ($p < 0.05$)。また、2年次と3年次の精神的疲労感はBL群よりも有意に低かった ($p < 0.05$)。

BL群とCI群における主観的疲労感の正常範囲者の割合を図4に示した。主観的疲労感の正常範囲者は、BL群の2年次及び3年次において1年次よりも少なかった (1年次が82%，2年次が80%，3年次が73%)。一方で、CI群の2年次及び3年次において全ての者が正常範囲となった (1年次が78%，2年次が100%，3年次が100%)。身体的疲労感の正常範囲者は、BL群において学年間の差はみられなかった (1年次が82%，2年次が82%，3年次が82%)。一方で、CI群の2年次及び3年次において全ての者が正常範囲となった (1年次が78%，2年次が100%，3年次が100%)。精神的疲労感の正常範囲者は、BL群の2年次及び3年次において1年次よりも少なかった (1年次が94%，2年次が73%，3年次が73%)。一方で、CI群の全ての者が正常範囲となった (1年次が100%，2年次が100%，3年次が100%)。

1-5. Hb 推定値

BL群とCI群のHb推定値を図5に示した。BL群において、Hb推定値は1年次が 13.9 ± 1.6 g/dl、2年次が 14.6 ± 1.4 g/dl、3年次が 13.9 ± 1.0 g/dlであった。CI群において、Hb推定値は1年次が 13.3 ± 1.2 g/dl、2年次が 13.6 ± 1.1 g/dl、3年次が 13.0 ± 1.2 g/dlであった。

BL群とCI群におけるHb推定値の正常範囲者の割合を図6に示した。なお、正常範囲者はWHOによる貧血判定基準値 (13.0 g/dl)⁴⁴⁾を上回った者とした。BL群において1年次及び3年次の正常範囲者が2年次よりも少なかった (1年次が76%，2年次が87%，3年次が

73%)。一方で、CI 群において学年が上がるに伴って正常範囲者が減少した (1 年次が 78%, 2 年次が 67%, 3 年次が 56%)。

2. 1 年次の食事指導の回数を多くした継続的栄養介入の検証結果 (CI 群 vs FI 群)

2-1. 身長及び体重

CI 群と FI 群の身長及び身長増加率を図 7 に示した。身長は、CI 群において 1 年次が 170 ± 6 cm、2 年次が 171 ± 6 cm、3 年次が 172 ± 6 cm、FI 群において 1 年次が 168 ± 6 cm、2 年次が 169 ± 6 cm、3 年次が 170 ± 7 cm で群内及び群間での有意差はみられなかった。身長増加率は、CI 群において 3 年次が 1 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。また、FI 群において 2 年次及び 3 年次の身長増加率が 1 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。さらに、FI 群において 2 年次の身長増加率が CI 群の 2 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。

CI 群と FI 群の体重及び体重増加率を図 8 に示した。体重は、CI 群において 1 年次が 57.5 ± 4.7 kg、2 年次が 60.2 ± 4.7 kg、3 年次が 61.8 ± 4.1 kg、FI 群において 1 年次が 56.8 ± 4.8 kg、2 年次が 60.4 ± 4.9 kg、3 年次が 62.2 ± 4.7 kg で群間での有意差はみられなかったが、FI 群において 3 年次の体重が 1 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。体重増加率は、CI 群において 2 年次及び 3 年次が 1 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。また、FI 群において 2 年次及び 3 年次の体重増加率が 1 年次よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。

2-2. 栄養素等摂取状況

1) 栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数

FI 群の栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数を表 8 に示した。エネルギー摂取量は 1 年次が 2980 ± 437 kcal/日、2 年次が 3259 ± 455 kcal/日、3 年次が 3278 ± 316 kcal/日、体重あたりエネルギー摂取量は 1 年次が 52.7 ± 8.0 kcal/kg/日、2 年次が 54.2 ± 8.8 kcal/kg/日、3 年次が 52.9 ± 6.7 kcal/kg/日で有意差はみられなかった。また、エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の摂取量にも有意差はみられなかった。一方で、副菜の摂取点数は 3 年次において 2 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。さらに、主菜の摂取点数は 3 年次において 1 年次及び 2 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。

CI 群と FI 群における栄養素等摂取量の増減率を図 9 に示した。エネルギー摂取量の増減率は、CI 群において 2 年次に有意に減少した ($p < 0.05$)。一方で、FI 群において 2 年次の値は CI 群よりも高い傾向であった ($p = 0.08$)。たんぱく質及び脂質摂取量の増減率は、群内及び群間での有意差がみられなかった。一方で、炭水化物摂取量の増減率は、CI 群において有意差がみられなかったが、FI 群において 2 年次に有意に増加した ($p < 0.05$)。また、FI 群において 2 年次の値が CI 群よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。ビタミン B₁ 摂取量の増減率は、群内及び群間での有意差がみられなかった。一方で、ビタミン C 摂取量の増減率は、FI 群において 2 年次の値が CI 群よりも高い傾向であった ($p = 0.06$)。カルシウム摂取量の増減率は、CI 群において有意差がみられなかったが、FI 群において 2 年次に有意に増加した ($p < 0.05$)。一方で、鉄摂取量は、群内及び群間での有意差がみられなかった。

2) 適正量摂取者の割合

CI 群と FI 群における栄養素等の適正量摂取者の割合を図 10 に示した。

エネルギーの適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において減少したが、3 年次において増加して 1 年次よりも多くなった。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って増加した (1 年次が 38%, 2 年次が 54%, 3 年次が 85%)。たんぱく質は、CI 群の 1 年次において全ての者が適正量摂取であったが、2 年次において減少して 3 年次において増加した。しかしながら、3 年次の適正量摂取者は 1 年次よりも少なかった。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って適正量摂取者が増加した (1 年次が 62%, 2 年次が 77%, 3 年次が 85%)。脂質の適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において増加したが、3 年次において減少した。一方で、FI 群の 2 年次において増加したが、3 年次において減少した (1 年次が 62%, 2 年次が 77%, 3 年次が 62%)。炭水化物の適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において減少したが、3 年次において増加して全ての者が適正量摂取となった。一方で、FI 群の 2 年次において増加し、3 年次において変化がみられなかった (1 年次が 46%, 2 年次が 92%, 3 年次が 92%)。ビタミン B₁ の適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において減少したが、3 年次において増加して全ての者が適正量摂取となった。一方で、FI 群の 2 年次において減少し、3 年次において変化がみられなかった (1 年次が 77%, 2 年次が 69%, 3 年次が 69%)。ビタミン C の適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において減少し、3 年次において変化がみられなかった。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って増加した (1 年次が 46%, 2 年次が 62%, 3 年次が 69%)。カルシウムの適正量摂取者は、CI 群の 2 年次において減少したが、3 年次において増加して 1 年次よりも多くなった。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って増加した (1 年次が 38%, 2 年次が 62%, 3 年次が 69%)。鉄の適正量摂取者は、CI 群の 1 年次において全ての者が適正量摂取であり、2 年次において減少したが、3 年次において再び全ての者が適正量摂取となった。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って増加した (1 年次が 77%, 2 年次が 85%, 3 年次が 92%)。

2-3. Hb 推定値

CI 群と FI 群の Hb 推定値を図 11 に示した。FI 群において、Hb 推定値は 1 年次が 13.1 ± 1.6 g/dl、2 年次が 14.2 ± 1.1 g/dl、3 年次が 14.2 ± 1.0 g/dl で、3 年次の値は CI 群よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。

CI 群と FI 群における Hb 推定値の正常範囲者の割合を図 12 に示した。CI 群において学年が上がるに伴って正常範囲者が減少した。一方で、FI 群において学年が上がるに伴って正常範囲者が増加した (1 年次が 77%, 2 年次が 85%, 3 年次が 92%)。

3. FI 群における結果

3-1. 身体組成

FI 群の身体組成を表 9 に示した。個々人の身長と体重は成長曲線の 3~97 パーセントイルの範囲に入っていた。3 年次の体重及び除脂肪量は 1 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。また、3 年次及び 2 年次の身長あたり除脂肪量は 1 年次よりも有意に増加した ($p < 0.05$)。一方で、骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量及び体脂肪率に有意差はみられなかった。

3-2. 体力

FI 群の体力測定値を表 10 に示した。背筋力は 3 年次及び 2 年次において、1 年次よりも有意に向上した ($p < 0.05$)。一方で、2 年次から 3 年次において変化はみられなかった。垂直跳躍高は 3 年次において、1 年次よりも向上の傾向がみられた ($p = 0.07$)。M-K test より算出した下肢筋パワーは 3 年次において、1 年次よりも有意に向上した ($p < 0.05$)。上体起こしは 3 年次及び 2 年次において、1 年次よりも有意に向上した ($p < 0.05$)。

3-3. 生活時間

FI 群の生活時間を表 11 に示した。睡眠時間に有意差はみられなかったが、起床時刻及び就寝時刻は学年が上がるに伴って遅い傾向がみられた。また、家庭学習時間は 3 年次において、1 年次及び 2 年次よりも有意に長かった ($p < 0.05$)。さらに、部活動時間は 3 年次において、1 年次及び 2 年次よりも有意に短かった ($p < 0.05$)。

3-4. エネルギー消費量

FI 群のエネルギー消費量を表 12 に示した。総エネルギー消費量と身体活動レベル (Physical Activity Level: PAL) は 3 年次において、1 年次及び 2 年次よりも有意に減少した ($p < 0.05$)。また、部活動時エネルギー消費量も同様に 3 年次において、1 年次及び 2 年次よりも有意に減少した ($p < 0.05$)。

IV. 考察

Patton-Lopez et al.²⁷⁾ は高校男子及び女子サッカー部員に対する 2 年間の継続的な栄養介入の有効性を検証するにあたり、13 校の部員 ($n=388$) を対象とし、9 校 ($n=278$) を介入群、4 校 ($n=110$) を対照群としたコホート研究を用いている。一方で、本研究では 1 校の男子部員のみを対象としたことから、介入群と対照群を設けて継続的栄養介入の有効性を検証することは困難であった。そこで、栄養介入を行う前段階における調査及び測定より学年間の傾向を横断的に把握した BL 群と 1 年次から 3 年次まで継続的に栄養介入した CI 群で比較検討した。また、1 年次の食事指導の回数を CI 群よりも多くして継続的に栄養介入した FI 群でも比較検討して継続的栄養介入の有効性を検証した。

1. 継続的栄養介入の有効性について

部活動を行う高校生は一般人よりも身体活動量が多いことから、栄養・食事面での充実が求められるが、多くの競技種目において食生活の乱れが指摘されている^{25, 45, 46, 47, 48)}。また、平川と吉村⁴⁹⁾ は高校男子卓球部員 ($n=13$) の栄養素等摂取量は学年が上がるに伴って低下傾向にあったことを報告している。本研究では、BL 群は H 県大会で上位の成績 (全国高等学校総合体育大会 H 県予選: 準優勝, 全国高等学校サッカー選手権大会 H 県予選: ベスト 4) であったが、栄養素等摂取状況では、2 年次はたんぱく質摂取量が 1 年次よりも有意に少なく、エネルギー、たんぱく質、炭水化物、ビタミン B₁、ビタミン C、カルシウム及び鉄の適正量摂取者は、1 年次よりも 2 年次と 3 年次で少なかったことから、県大会で上位の成績を収めることができた高校男子サッカー部員においても栄養素等摂取状況は良好で

はないことが示唆された。

Rico-Sanz⁵⁰⁾によると、一般的にサッカー選手は約 3550 kcal/日のエネルギー摂取が必要であると報告されている。また、Clark⁵¹⁾ はエネルギー産生栄養素の摂取比率をたんぱく質 12~15%、脂質 30%未満、炭水化物 55~65%にすることが望ましいと報告している。さらに、トレーニングや試合におけるエネルギー産生のための主な基質は筋肉中のグリコーゲンであることから、炭水化物の摂取はサッカーにおいて極めて重要であると考えられている¹²⁾。山中ら⁵²⁾ は競技レベルの高い高校男子サッカー部員 (n=42) の栄養素等摂取量を報告しており、エネルギー摂取量は Rico-Sanz が推奨した値よりも少なかったが、エネルギー産生栄養素の摂取比率 (以下、高レベル競技者のエネルギー産生栄養素の摂取比率: たんぱく質エネルギー比率が 13.2%, 脂質エネルギー比率が 25.0%, 炭水化物エネルギー比率が 61.8%) は Clark が推奨した範囲内であった。BL 群では、エネルギー摂取量は全ての学年において Rico-Sanz が推奨した値よりも少なく、たんぱく質エネルギー比率は 1 年次と 3 年次において Clark が推奨した範囲を逸脱した。また、炭水化物エネルギー比率は 1 年次と 3 年次において Clark が推奨した範囲を下回った。一方で、たんぱく質及び脂質エネルギー比率は全ての学年において高レベル競技者のエネルギー産生栄養素の摂取比率よりも高かったが、炭水化物エネルギー比率は低かった。これらのことから、本研究の対象者において、2 年次と 3 年次の栄養素等摂取状況を良好にすることや穀類及び果物から炭水化物を多く摂ることで炭水化物エネルギー比率を Clark が推奨した範囲内に高めることが重要であると考えた。

Paton-Lopez et al.²⁷⁾ は高校サッカー部員に対して年に 1 回の食事指導 (講義形式での指導, 対象者間でのロールプレイング, 管理栄養士による料理のデモンストレーション) に加え、年に 1~2 回の体験学習 (対象者自身での食事計画及び立案, 食料品店での食品の購入, 地域の農家と連携した食材の収穫体験並びに調理実習) を行ったが、男子部員におけるスポーツ栄養学の知識は対照群と比較して変化がみられなかったと報告されている。高校男子サッカー部員は 4 月から 12 月までの長期に亘るリーグ戦の他に、夏期の高校総体や冬期の高校選手権などがあり、年間あたりの試合数は非常に多いことから、拘束の多いかわり方は必ずしも望ましいとはいえない。そこで、本研究における栄養教育は Paton-Lopez et al. の先行研究よりも拘束の少ない集団食事指導とした。CI 群には、1 年次において「エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き (栄養学の基礎的な内容)」や「身体組成並びに Hb 値」についての集団食事指導を 1 回行った。また、2 年次において「栄養フルコース型の食事」「補食の摂り方」「試合期における食事」「水分補給」などの実践的な内容での集団食事指導を 4 回行った。さらに、調査及び測定結果のフィードバックとして、栄養価計算ソフト既定の個人表に身体組成及び Hb 推定値と栄養素等摂取状況に対するコメントを記入し、調査及び測定実施時以降の集団食事指導時において対象者個々人に返却した。このような栄養介入の結果、2 年次におけるエネルギー、たんぱく質、炭水化物、ビタミン B₁、ビタミン C、カルシウム及び鉄の適正量摂取者は 1 年次より減少したが、3 年次におけるエネルギー、たんぱく質、炭水化物、ビタミン B₁、カルシウム及び鉄の適正量摂取者は 2 年次よりも増加した。また、3 年次におけるエネルギー、炭水化物、ビタミン B₁ 及びカルシウムの適正量摂取者は 1 年次よりも増加した。さらに、3 年次における野菜を多く摂る意識

は1年次よりも有意に向上した。これらのことから、高校男子サッカー部員に対する栄養教育は実践的な内容で回数を多くした集団食事指導と調査及び測定結果のフィードバックを併用して継続的に行うことで、食意識の向上や栄養素等摂取状況の改善がもたらされることが示唆された。

青年期における疲労感や不定愁訴などの訴えは増加傾向にある⁵³⁾。また、主観的疲労感が高くなるほど慢性的な疲労の訴えも増加する傾向にある^{54, 55)}。BL群の主観的疲労感をみると、2年次と3年次における正常範囲者は1年次よりも少なかった。一方で、CI群は主観的疲労感、身体的疲労感及び精神的疲労感の点数が有意に低下しており、3年次の点数はBL群の3年次よりも有意に低かった。また、2年次と3年次における主観的疲労感、身体的疲労感及び精神的疲労感は全ての者が正常範囲であった。先行研究⁵⁶⁻⁵⁸⁾では、青少年の疲労感や不定愁訴は生活習慣及び食生活上の問題と関連があることが指摘されており、栄養素ではたんぱく質、ビタミンB₁、カルシウム及び鉄の摂取量が多い群は疲労感や不定愁訴が少ない傾向にあることが報告されている。また、柴と森⁵⁹⁾は男子大学生において、トランスセオレディカルモデル (Transtheoretical Model: ヒトが健康上の問題を改善するための行動変容を段階的に評価する際に用いられる行動科学理論)⁶⁰⁾における行動変容ステージが上がるに伴って食事バランスガイド料理区分別摂取点数が上昇して不定愁訴が減少したことを報告している。本研究の対象者では、BL群において主観的疲労感が低い者 (n=34) の中で59%の者はカルシウム、71%の者はビタミンB₁の適正量摂取者で、主観的疲労感が高い者 (n=9) よりもこれらの適正量摂取者は多かった (主観的疲労感高値者: カルシウム適正量摂取者が33%, ビタミンB₁適正量摂取者が44%)。一方で、CI群におけるこれらの適正量摂取者は食意識の向上に伴って増加したことから、今回の継続的栄養介入は主観的疲労感の回復をもたらすことも示唆された。

サッカー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とされる³⁵⁾。また、除脂肪量は全身の臓器の発育状態を示し、身長あたり除脂肪量はサッカー選手のコンディションやトレーニング効果を示す指標に用いられる^{42, 61)}。BL群の除脂肪量を学年間で比較すると、3年次は他の学年よりも有意に多かった。また、身長あたり除脂肪量は1年次と2年次において全国高等学校サッカー選手権大会に出場経験のある高校男子サッカー部員 (以下、同レベル競技者: n=238, 身長あたり除脂肪量が32.3 kg/m²)²⁵⁾ よりも少なかった。一方で、3年次の身長あたり除脂肪量は同レベル競技者よりも多かったが、Jリーグ加盟チームの下部組織所属選手及び国民体育大会県代表選手 (以下、高レベル競技者: n=92, 身長あたり除脂肪量が33.9 kg/m²)⁶²⁾ よりも少なかった。サッカーは下肢で体重を支え、様々なスピードでフィールドを動き回るため、余分な体脂肪は負荷となり、パフォーマンスの低下やスポーツ障害の発生に繋がる可能性がある。先行研究⁶³⁻⁶⁶⁾では、サッカー選手の体脂肪とスプリント走及び跳躍高の関連も報告されている。一方で、BL群の体脂肪率を高レベル競技者と比較すると、全ての学年においてBL群の方が高かった。これらのことから、本研究の対象者がより高いレベルでサッカーを行うためには、身体組成をサッカー選手として理想的な状態 (体重に占める脂肪の割合が少なく除脂肪量が多い状態) に近づけることも重要だと考えた。CI群の身体組成をみると、身長あたり除脂肪量が有意に増加した。また、身体組成の増加量 (身長が2.2±1.3 cm, 体

重が 5.5 ± 2.5 kg, 除脂肪量が 3.9 ± 1.4 kg, 身長あたり除脂肪量が 1.9 ± 0.8 kg/m) は高レベル競技者の増加量 (n=12, 身長が 1.4 cm, 体重が 2.3 kg, 除脂肪量が 3.2 kg, 身長あたり除脂肪量が 1.5 kg/m)⁶²⁾ よりも多かった。海老ら⁶⁷⁾ は高校男子野球部員に対して栄養介入を行い、介入群は対照群と比較して栄養素等摂取状況が良好となり、体重及び除脂肪量が有意に増加したことを報告している。CI 群において、エネルギー、炭水化物、カルシウム及び鉄の適正量摂取者の割合は BL 群よりも高かったことから、今回の継続的栄養介入は高レベル競技者と同様の身体発育を促すことも示唆された。

貧血状態の発生頻度は長距離ランナー⁶⁸⁾ や女性アスリート⁶⁹⁾ に多いことが報告されており、球技系のスポーツにおいても運動強度が高く、練習時間が長いほど貧血状態になり易いといわれている⁷⁰⁾。Koehler et al.⁷¹⁾ によると、若年男性アスリートにおいて、鉄欠乏性貧血の指標である血中フェリチン値が低値を示した者は体重あたりのエネルギー消費量が多いことが要因として挙げられると報告されている。また、日田ら⁷²⁾ は男子高校生の Hb 推定値が低いことは身体活動レベルが高いことに関係しており、運動部に所属することが貧血状態の発現に関わる可能性があるとして述べている。BL 群において、1 年次と 3 年次における Hb 推定値の正常範囲者は県大会出場レベルの高校男子サッカー部員 (以下、県レベル競技者: n=46, 正常範囲者が 76%)²⁴⁾ に近い割合であった。一方で、CI 群における Hb 推定値の正常範囲者は学年が上がるに伴って減少した。貧血状態は、まず貯蔵鉄の減少に始まり、次いで血清鉄やヘモグロビンが減少し、貧血状態には至らないが鉄欠乏が潜む⁷³⁾。また、鉄欠乏は鉄摂取不足やエネルギー摂取不足の結果として現れ、トレーニングに対する適応性及びパフォーマンスの低下を招くだけでなく、認知機能や学習意欲並びに学力にも影響を及ぼす⁷⁴⁻⁷⁷⁾。CI 群の 3 年次のエネルギー、たんぱく質、炭水化物、ビタミン B₁、カルシウム及び鉄の適正量摂取者は 2 年次よりも多かったが、2 年次のこれらの適正量摂取者は 1 年次よりも少なかった。ヒトにおける赤血球の寿命は約 120 日で、貯蔵鉄などの回復にはさらに期間を要する^{34, 78, 79)} ことから、3 年次においても Hb 推定値の正常範囲者が少なかった背景として 2 年次の栄養素等摂取状況との関係性が考えられた。

2. 1 年次の食事指導の回数を多くした継続的栄養介入の有効性について

FI 群において、1 年次の集団食事指導は「栄養フルコース型の食事」「補食の摂り方」「試合期における食事」「水分補給」などの実践的な内容で 3 回 (CI 群の 1 年次よりも 2 回多い) 行った。また、2 年次の集団食事指導は「コンビニエンスストア利用時における食品の選び方」「炭水化物の代謝とトレーニング時に適した糖質含食品及び飲料の選び方」などの実践的な内容を 1 年次より継続して 3 回 (CI 群の 2 年次よりも 1 回少ない) 行った。FI 群の栄養素等摂取状況をみると、1 年次において、CI 群よりもエネルギー、たんぱく質、炭水化物、ビタミン C、カルシウム及び鉄の適正量摂取者が少なかったが、これらの適正量摂取者は学年が上がるに伴って増加した。また、2 年次における炭水化物とカルシウム摂取量は増減率でみると有意に増加し、炭水化物は CI 群における 2 年次の値よりも有意に高値であった。そして、2 年次におけるエネルギーとビタミン C 摂取量の増減率は CI 群における 2 年次の値よりも高い傾向であった。さらに、FI 群の食事バランスガイド料理区分別摂取点数をみると、3 年次における副菜の摂取点数は 2 年次、3 年次における主菜の摂取点数は 1

年次及び2年次よりも有意に増加した。これらのことから、1年次の集団食事指導を実践的な内容かつ回数を多くして継続的に栄養介入したことで、対象者の多様な食品摂取と栄養素等摂取量の増加が促され、栄養素等摂取状況の改善がもたらされたと考えた。一方で、FI群における2年次及び3年次のビタミンB₁の適正量摂取者は1年次よりも減少した。ビタミンB₁はエネルギー代謝に関わる酵素反応において補酵素として働くことが知られており、スポーツ選手では激しいトレーニングや食事制限などに伴う摂取量の変動が一般人よりも大きいと考えられている⁸⁰⁾。湊と橋詰⁸¹⁾はビタミンB₁摂取量が多い長距離陸上競技選手において、摂取量が少ない選手よりも1ヵ月間の走行距離が長くて主観的疲労感が少なかったと報告している。本研究の対象者において、食事バランスガイドの副菜の摂取点数は活動量がふつう以上の12~17歳男性の適量(6~7 SV)を下回っていたことから、集団食事指導において、副菜の摂取を促すための栄養戦略を提示する必要があると考えた。

先行研究⁸²⁾では、成長期に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ことから、激しいスポーツ活動を行う者は大量発汗に伴って排泄量がさらに増加すると考えられる。FI群において、カルシウムの適正量摂取者は学年が上がるに伴って増加したが、CI群よりも適正量摂取者の割合は低かった。主なカルシウムの供給源として、牛乳は炭水化物・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⁸³⁾。また、ヨーグルトやチーズなどの乳製品は補食として携帯し易い食品であることから、対象者には練習前後の補食として穀類などの主食だけでなく、牛乳・乳製品の摂取も勧める必要があると考えた。一方で、牛乳は日本人における食物アレルギーの原因食物の一つに挙げられる⁸⁴⁾。本研究の対象者に食物アレルギーを有する者はいなかったが、牛乳アレルギーを有する場合はカルシウム摂取量が不足することが多い⁸⁵⁾ため、アレルギー除去ミルクの利用を促すだけでなく、カルシウム含有量が多い食品(豆乳、木綿豆腐、しらす干し、干しひじき、切り干し大根、小松菜など)の摂取を勧める必要がある。また、近年は食物依存性運動誘発アナフィラキシーショック [Food Dependent Exercise-Induced Anaphylaxis: FDEIA (ある特定の食物摂取後の運動負荷によって蕁麻疹や呼吸困難、血圧低下、意識障害などのアナフィラキシー症状が誘発される疾患)] の症例数が増えており、牛乳によるFDEIAは稀だが原因食物として報告例がある^{86, 87)}。しかしながら、一般人におけるFDEIAの認知度は低い⁸⁶⁾ことから、管理栄養士はFDEIAに関する情報 [発症要因や予防及び対策(運動前に原因食物を摂取しない、原因食物を摂取した場合には食後2時間は運動を避ける、皮膚の違和感や蕁麻疹などの前駆症状が出現した段階で運動を中止する、アドレナリン自己注射薬の使用方法など)] を対象者だけでなく、保護者及びチームスタッフ(部活動顧問の教諭、コーチ、トレーナー、マネージャーなど)にも熟知させる必要があると考えた。

FI群の身体組成をみると、体重、除脂肪量及び身長あたり除脂肪量が有意に増加した。また、2年次の身長は増加率でみると、CI群の2年次の値よりも有意に高値であったことから、1年次の集団食事指導を実践的な内容かつ回数を多くして継続的に栄養介入したことで、より顕著な身体発育がもたらされた可能性が示唆された。一方で、Tipton & Wolfe⁸⁸⁾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バランスを正の状態に保つことが推奨されているが、FI群のエネルギー収支バランスは全ての学年において

負（エネルギー消費量がエネルギー摂取量よりも多い）の状態であった。ヒトを対象としたフィールド研究におけるエネルギー消費量測定のゴールドスタンダードは二重標識水（Doubly Labeled Water: DLW）法⁸⁹⁾であるが、DLW法には高額なコストがかかる。また、DLW法に用いる水素と酸素の安定同位体は放射性同位体とは全く性質が異なるものであるが、被爆国である日本においては同位体という言葉の響きが放射能を連想させる可能性がある⁹⁰⁾。加速度センサ搭載型活動量計はDLW法よりも導入コストが低く、呼気ガス分析法よりも対象者の負担が小さく、歩数計法や質問紙法よりも妥当性及び信頼性が高い⁹¹⁾ことから、FI群のエネルギー消費量は一軸加速度センサ搭載型活動量計のライフコーダを用いて測定した。しかしながら、トレーニング中は機器を装着できなかったことから、部活動実施時のエネルギー消費量は対象者の体重及び生活時間より把握した部活動実施時間とサッカーにおける既定の運動強度を用いて算出した。一方で、この方法は対象者の記憶に依存するため、短時間の行動の記録漏れや行動内容の誇張などの混入により正確性には限界がある⁹²⁾。また、スポーツ活動の際には休憩や着替えなど必ずしも運動に該当しない時間帯も調査用紙には一括りにスポーツ活動と記録される可能性がある⁹³⁾。これらのことから、FI群における部活動実施時のエネルギー消費量は高く見積もられた可能性が考えられた。近年、ヒトの身体活動を高精度に評価する機器として三軸加速度センサ搭載型活動量計のニーズが高まってきており、高い感度や行動識別アルゴリズムによって身体活動の強度をより正確に推定できるようになってきている⁹⁴⁾。また、最近では小型化、軽量化、記憶媒体の大容量化などが施され、身体活動をより詳細かつ長期間に亘って評価できることから、一般消費者にも普及してきており、多くの機器（以下、ウェアラブル活動量計）において研究用と同様の情報が得られる可能性が示唆されている^{91), 95)}。これらのことから、対象者のエネルギー消費量を推定するには三軸加速度センサ搭載型のウェアラブル活動量計を用いる必要があると考えた。

FI群において、1年次におけるHb推定値の正常範囲者はBL群及びCI群に近い割合であった。また、1年次の起床時刻は他の学年よりも早い傾向にあり、部活動実施時間は有意に長かったことから、1年次の貧血状態には早い起床時刻や部活動での役割で生じたストレスの影響がある可能性が示唆された。一方で、FI群におけるHb推定値の正常範囲者は学年が上がるに伴って増加し、3年次のHb推定値はCI群における3年次の値よりも有意に高値であった。貧血状態の予防及び改善に必要な栄養素として、主に鉄、たんぱく質及びビタミンCが挙げられる⁹⁶⁾。FI群におけるこれらの適正量摂取者は学年が上がるに伴って増加したことから、1年次の集団食事指導を実践的な内容且つ回数を多くして継続的に栄養介入したことで、貧血状態の改善が促されることも示唆された。

筋力とパワーはパフォーマンスにおける複数の要素を下支えし、スポーツ障害の発生リスクを低減する因子として報告されている⁹⁷⁻¹⁰²⁾。また、筋力とパワーはサッカー選手の競技レベルにも関連している¹⁰³⁻¹⁰⁶⁾ことから、パフォーマンスとチーム成績の評価において非常に重要であると考えられる。さらに、江波戸と広瀬¹⁰⁷⁾によると、サッカー選手に必要な専門体力はスピード持久力、持久力、パワー、ボディコンタクト・バランス、アジリティとされ、筋力はスピード持久力を除いた専門体力を構成する因子の一つであるとされている。FI群において、背筋力と下肢筋パワーは有意に向上した。また、垂直跳躍高は向上の

傾向がみられた。成長期の筋力は筋断面積の影響を受ける⁶²⁾。また、神経系の改善による運動単位の増加や筋線維組成の影響も示唆されている¹⁰⁸⁾。Sale¹⁰⁹⁾によると、トレーニング開始初期は主に神経系の改善により筋力が向上するが、次第に筋肥大による影響も加わるとされている。一方で、成長期の男子において、14歳前後の思春期発育スパートによる身長最大発育速度を身長最大増加速度年齢 (Peak Height Velocity Age: PHVA) と定義¹¹⁰⁾しており、この年代の筋力やパワーは PHVA 以前では主に神経-筋系、PHVA 以降では主に筋肥大の影響を受けて発達することが示唆されている^{107, 111, 112)}。日本人男子の PHVA は平均で 13 歳前後¹⁰⁷⁾ であることから、本研究の対象者は PHVA 以降にあたると考えられる。また、FI 群の除脂肪量は有意に増加したことから、体力の向上にはトレーニング開始初期段階における神経系の改善だけでなく、成長期における発育発達と継続的栄養介入に伴う筋肥大の影響があった可能性が考えられた。一方で、背筋力は 2 年次から 3 年次において変化がみられなかったことから、管理栄養士はチームスタッフの一人として他のチームスタッフと一緒にトレーニング内容を検討する必要があると考えた。

V. 結語

高等学校男子サッカー部員に対して実践的な内容で回数を多くした集団食事指導と調査及び測定結果のフィードバックを併用して継続的に栄養介入することで、栄養素等摂取状況の改善、食意識の向上及び主観的疲労感の回復がもたらされた。また、継続的栄養介入の効果を高めるためには、1 年次の早期における集団食事指導を実践的な内容かつ回数を多くすることが重要であることを見出した。

第3章 高等学校男子サッカー部員におけるエネルギー及びたんぱく質必要量の検討

I. 背景及び目的

スポーツ選手に対する栄養補給計画の立案において、まずはトレーニングを含む1日のエネルギー消費量を把握する必要がある、サッカー選手では概ね3500~4000 kcal/日^{89, 113, 114)}であることが報告されている。また、スポーツ選手はエネルギー消費量や活動強度の増加に伴いアミノ酸の酸化や筋たんぱく質分解も高まるため、より多くのたんぱく質が必要となる¹⁴⁻¹⁶⁾。国立スポーツ科学センター (Japan Institute of Sports Sciences: JISS) では、球技系のスポーツ選手のたんぱく質必要量は1.75 g/kg/日とされている¹¹⁵⁾。一方で、高等学校男子サッカー部員におけるこれらの必要量は明らかにされていない。

そこで本章では、三軸加速度センサ搭載型ウェアラブル活動量計を用いたエネルギー消費量の測定と24時間尿中の総窒素量より高等学校男子サッカー部員のエネルギー及びたんぱく質必要量を明らかにすることを目的とした。

II. 対象及び方法

1. 対象者

2017年9月と2018年10月にK高校の男子サッカー部に所属した者の中で本人及び保護者の同意が得られた者35名のうち、トレーニング期を想定した連続2日間のトレーニングを行った者7名(以下、トレーニング時: 2年次2名, 3年次5名)と試合期を想定した連続2日間のS県遠征において他校のサッカー部員との対外試合を行った者9名(以下、試合時: 3年次9名)とした。

2. 方法

1) トレーニング時 (Training Group: TR群)

2018年10月における連続2日間のトレーニング日に身体組成、栄養素等摂取量、エネルギー消費量及び24時間蓄尿の調査及び測定を行った。なお、トレーニングは1日目と2日目の両日ともに9時から11時までの2時間であった。1日目は30分間のウォーミングアップ後、10分間の紅白戦を7セット行い、その後は各自で筋力トレーニングを行った。2日目は30分間のウォーミングアップ後、30分間の紅白戦を2セット行い、その後は各自で筋力トレーニングを行った。なお、対象者は全員が実家暮らしであるため、食事は主に各家庭で保護者が調理したものであった。

身体組成は高精度筋量計Physion MD (フィジョン社) を用いて骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量、身長あたり除脂肪量を測定及び算出した。なお、身長はK高校で実施された身体計測で得られた値とし、体重はデュアルタイプ体組成計インナースキャンデュアルRD-902 (タニタ社) を用いて測定した。

栄養素等摂取量は連続2日間のうちに対象者が摂取したすべての食品を対象者又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後、既定の記録用紙にすべての食品名及び1人分の重量記録を主たる食事提供者である保護者に依頼して調査した。なお、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. 8.0 (建帛社) を用いて 2 日間の調査値を平均し、1 日あたりの栄養素等摂取量 (エネルギー, たんぱく質, 脂質, 炭水化物, 食物繊維, ビタミン B₁, ビタミン C, カルシウム, 鉄) 及びエネルギー産生栄養素バランス (たんぱく質エネルギー比率, 脂質エネルギー比率, 炭水化物エネルギー比率) を算出した。また、エネルギー及びエネルギー産生栄養素 (たんぱく質, 脂質, 炭水化物) は体重あたりの摂取量も算出した。

エネルギー消費量は三軸加速度センサが搭載されたウェアラブル活動量計の MISFIT SHINE (フォッシルジャパン社) を用いて測定した。MISFIT SHINE の本体寸法は幅 27.5 mm、奥行 3.3 mm、高さ 27.5 mm、重量は 9.4 g で防水加工が施されているため、入浴時に機器を取り外す必要はない。機器は附属品のアームバンドを用いて対象者の非利き手に装着した。また、トレーニング中の機器の落下を防ぐために綿製のリストバンドやテーピングなどを用いて装着部位を覆った。測定データはスマートフォンの専用アプリケーションで確認後、2 日間の測定値を平均して 1 日あたりのエネルギー消費量、体重あたりのエネルギー消費量、運動時エネルギー消費量及び体重あたり運動時エネルギー消費量を算出した。

24 時間蓄尿はユリンメート P (住友ベークライト社) を対象者に配付し、1 日目の第二尿から 2 日目の第一尿までと 2 日目の第二尿から 3 日目の第一尿までを採集した。ユリンメート P は上室と下室の 2 層構造で上室に排泄された尿の 1/50 量をコックの開閉により下室に流入させることで 24 時間尿中の成分割合を正確に反映できる容器である^{116, 117)}。採集した尿サンプルは保存容器に分注して尿量を測定後、-18°C 以下で凍結保存した。その後、本学の実験室内で解凍し、マイクロ・ケルダール法による尿中総窒素量測定を行った。また、摂取窒素量 (たんぱく質摂取量 / 窒素たんぱく質換算係数 6.25¹¹⁸⁾) から排泄窒素量 (尿中総窒素量 + 糞便中及び経皮的窒素排泄量 15 mg/kg¹¹⁹⁾) を減じて窒素出納値を算出した。そして、窒素出納値と体重あたりたんぱく質摂取量から窒素平衡維持必要量を求めた。さらに、日本人の食事摂取基準 2015 年版を参照にたんぱく質推定平均必要量及び推奨量も求めた。

2) 試合時 (Match Group: MT 群)

2017 年 9 月における連続 2 日間の S 県遠征において、TR 群と同様の調査及び測定を行った。1 日目は午前 6 時にバスで K 高校を出発した。対象者のうち 6 名は出発前までに各家庭で保護者が調理した朝食を摂っていたが、3 名は各自がコンビニエンスストアで購入した食品 (おにぎり, サンドイッチ, 果汁 100% 飲料など) を車内で摂った。また、昼食は対象者全員がコンビニエンスストアなどで購入した食品 (おにぎり, 炒飯, サンドイッチ, うどん, 蕎麦, 焼肉弁当など) を車内で摂った。正午 0 時半に試合会場に到着し、午後 1 時から 30 分間のウォーミングアップ後、午後 1 時半から午後 3 時半まで他校のサッカー部員との対外試合を 1 試合半行った (70 分/1 試合)。その後、午後 4 時にバスで試合会場を出発し、午後 5 時に宿泊施設に到着した。午後 7 時から宿泊施設の調理担当者が準備した夕食 (資料 3: 白飯, 味噌汁, 漬物, 豚の生姜焼き, 青魚の西京焼き, 野菜サラダ, 筑前煮, 青菜の浸し物) を摂り、午後 11 時に就寝した。2 日目は午前 7 時に起床し、午前 7 時半から宿泊施設の調理担当者が準備した朝食 (資料 4: 白飯, 味噌汁, 漬物, 焼鮭, 温泉卵, 野菜サラダ, いんげんの胡麻和え) を摂った。午前 8 時半にバスで宿泊施設を出発し、午前

10 時に試合会場に到着した。午前 10 時半から他校のサッカー部員の対外試合を観戦した。また、同時に各自がコンビニエンスストアで購入した軽食を摂った。正午 0 時半から 30 分間のウォーミングアップ後、午後 1 時から午後 2 時半まで他校のサッカー部員との対外試合を 1 試合行った (70 分/1 試合)。午後 3 時にバスで試合会場を出発し、チームスタッフが準備した昼食 (資料 5: 白飯, 梅干し, 漬物, ハンバーグ, 鶏のから揚げ, 鶏の照り焼き, ソーセージ, コロッケ, オムレツ, きんぴらごぼう) を車内で摂った。午後 8 時に K 高校に到着した後に帰宅し、各家庭で主に保護者が調理した夕食を摂った。

3. 統計解析

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ソフト SPSS Ver. 25.0 を用いた。Kolmogorov-Smirnov 検定によりデータの正規性を確認後、TR 群と MT 群における調査及び測定値の比較には、データの正規性が確認できた項目は対応のない t 検定、正規性が確認できなかった項目は Mann-Whitney の U 検定を用いた。また、TR 群と MT 群における窒素出納値と体重あたりたんぱく質摂取量は Kolmogorov-Smirnov 検定によりデータの正規性が確認できたことから、相関関係はピアソンの積率相関係数より求めた。なお、有意水準はすべてにおいて 5%未満とした。

4. 倫理的配慮

本研究の実施にあたって、校長、部活動顧問の教諭、対象者及び保護者に対して研究の目的、方法、安全性などを口頭と書面にて説明した。また、研究協力に対する拒否権があること、拒否することで何らかの問題や不利益が生じないこと、途中で研究協力を拒否することが権利として保障されていることも説明し、書面にて同意を得た。なお、対象者は未成年者であることから、保護者同席の下、わかりやすい言葉や文書を用いて説明を行った (川崎医療福祉大学倫理委員会承認番号: 17-025)。

III. 結果

1. 身体組成

TR 群と MT 群の身体組成を表 13 に示した。個々人の身長と体重は成長曲線の 3~97 パーセンタイルの範囲に入っていた。また、TR 群と MT 群の身体組成に有意差はみられなかった。

2. 栄養素等摂取量

TR 群と MT 群の栄養素等摂取量を表 14 に示した。TR 群のエネルギー摂取量は 3085 ± 375 kcal/日、炭水化物摂取量は 443 ± 83 g/日であった。一方で、MT 群のエネルギー摂取量は 3389 ± 298 kcal/日、炭水化物摂取量は 511 ± 53 g/日で、TR 群よりも多い傾向であった (エネルギー摂取量: $p=0.09$, 炭水化物摂取量: $p=0.07$)。また、TR 群のたんぱく質摂取量は 110 ± 11 g/日、脂質摂取量は 89 ± 10 g/日、MT 群のたんぱく質摂取量は 113 ± 13 g/日、脂質摂取量は 88 ± 10 g/日で、有意差はみられなかった。さらに、体重あたりエネルギー摂取量、体重あたりたんぱく質摂取量、体重あたり脂質摂取量、体重あたり炭水化物摂取量、たんぱく質エネルギー比率、脂質エネルギー比率及び炭水化物エネルギー比率にも群間での

有意差はみられなかった。他の栄養素等摂取量をみると、TR 群は食物繊維、ビタミンC、カルシウム及び鉄摂取量が MT 群よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。また、TR 群のビタミン B₁ 摂取量は MT 群よりも多い傾向であった ($p = 0.07$)。

3. エネルギー消費量

TR 群と MT 群のエネルギー消費量を表 15 に示した。TR 群の総エネルギー消費量は 2677 ± 153 kcal/日、運動時エネルギー消費量は 468 ± 124 kcal/日であった。また、MT 群の総エネルギー消費量は 2979 ± 236 kcal/日、運動時エネルギー消費量は 764 ± 191 kcal/日で、TR 群よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。また、体重あたり運動時エネルギー消費量も TR 群よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。一方で、体重あたりエネルギー消費量に有意差はみられなかったが、

TR 群及び MT 群のエネルギー収支を図 13 に示した。TR 群のエネルギー摂取量は総エネルギー消費量よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。また、体重あたりエネルギー摂取量も体重あたり総エネルギー消費量よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。一方で、TR 群の体重は日本人の食事摂取基準 2015 年版における 15~17 歳男性の参照体重 (59.7 kg) に近い値だが、総エネルギー消費量及び体重あたり総エネルギー消費量は日本人の食事摂取基準 2015 年版における 15~17 歳男性の身体活動レベル II の推定エネルギー必要量 (2850 kcal/日, 47.7 kcal/kg/日) よりも少なかった。MT 群のエネルギー摂取量は総エネルギー消費量よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。また、体重あたりエネルギー摂取量も体重あたり総エネルギー消費量よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。一方で、MT 群の体重は日本人の食事摂取基準 2015 年版における 15~17 歳男性の参照体重よりも重く、総エネルギー消費量及び体重あたり総エネルギー消費量は身体活動レベル II の推定エネルギー必要量よりも多かったが、身体活動レベル III の推定エネルギー必要量 (3150 kcal/日, 52.3 kcal/kg/日) よりも少なかった。

4. 尿中総窒素量及び窒素出納

TR 群と MT 群の尿中総窒素量及び窒素出納を表 16 に示した。TR 群の尿中総窒素量は 5.3 ± 0.9 g/日、排泄窒素量は 6.2 ± 0.8 g/日であった。また、MT 群の尿中総窒素量は 10.8 ± 2.2 g/日、排泄窒素量は 11.8 ± 2.3 g/日で TR 群よりも有意に多かった ($p < 0.05$)。一方で、TR 群と MT 群の摂取窒素量に有意差はみられなかった。窒素出納値は TR 群の方が MT 群よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

TR 群と MT 群の窒素出納値及び体重あたりたんぱく質摂取量を図 14 に示した。TR 群と MT 群において、窒素出納値と体重あたりたんぱく質摂取量の間有意な正の相関が示された (TR 群: $y = 10.188x - 7.182$, $r = 0.790$, $p < 0.05$, MT 群: $y = 10.960x - 7.388$, $r = 0.787$, $p < 0.05$)。窒素平衡維持たんぱく質必要量 (窒素出納値を 0 g/日とした際の体重あたりたんぱく質摂取量) は TR 群が 0.8 g/kg/日、MT 群が 1.2 g/kg/日であった。また、たんぱく質推定平均必要量 [(窒素平衡維持たんぱく質必要量 / 利用効率 85%) + (たんぱく質蓄積量 0.014 g/kg/日 / 蓄積効率 40%)²⁹⁾] は TR 群が 0.9 g/kg/日、MT 群が 1.5 g/kg/日、たんぱく質推奨量 [たんぱく質推定平均必要量 × 推奨量換算係数 1.25²⁹⁾] は TR 群が 1.2 g/kg/日、MT 群が 1.8 g/kg/日であった。

IV. 考察

TR 群はトレーニング時に栄養素等摂取量の調査やエネルギー消費量及び尿中総窒素量の測定を行ったことから、TR 群の結果には日常生活下における活動内容及び食行動が反映されていたと思われるが、MT 群はこれらの調査及び測定を遠征時に行ったことから、MT 群の結果には試合があるという非日常的環境下での活動内容及び食行動が反映されていたと考えられる。一方で、スポーツ選手の場合はトレーニング期や試合期など「期分け」の概念も考慮する必要がある¹¹⁵⁾。そこで、TR群はトレーニング期を想定したトレーニング時の結果、MT 群は試合期を想定した試合時の結果とし、高校男子サッカー部員のエネルギー及びたんぱく質必要量を検討した。

対象者の栄養素等摂取量をみると、エネルギー及び炭水化物摂取量はMT 群の方が多い傾向であった。MT 群において、遠征1日目の夕食と遠征2日目の朝食は宿泊施設の調理担当者によって準備され、対象者が炭水化物を多く摂れるように白飯が多く炊かれていた。また、対象者は、おにぎり、サンドイッチ、麺類などの炭水化物の主な供給源となる食品をコンビニエンスストアで購入したことから、TR 群よりもエネルギー及び炭水化物摂取量が多かったと考えた。一方で、たんぱく質摂取量には群間での差がみられず、食物繊維、ビタミンC、カルシウム及び鉄摂取量はTR 群の方が有意に多かった。また、ビタミンB₁摂取量もTR 群の方が多い傾向であった。樹森と上條¹²⁰⁾によると、全国高等学校サッカー選手権大会に出場経験のある高校男子サッカー部員(n=17)を対象にした検討で、4日間の合宿時のエネルギー及びエネルギー産生栄養素摂取量は充足したが、ビタミン及びミネラル類の摂取量は不足したことを報告している。しかしながら、彼らの検討では対象者の食事時間が規則化されていた。一方で、MT 群において、宿泊施設以外での食事は対象者自身がコンビニエンスストアで購入した食品やチームスタッフが準備した市販の弁当であったことから、高校男子サッカー部員において、遠征先で必ずしも食環境が整わない場合は副菜の摂取不足に伴ってビタミン及びミネラル類が不足傾向となる問題点が抽出された。

松本ら¹²¹⁾はバドミントン日本代表選手において、海外遠征時の食事は選手個々人に一任されているが、選手自身が食環境や日々の状況に応じて食事量を調整することは困難であるため、管理栄養士は遠征時の食事内容から選手の食事管理に関する課題を把握したり選手の食意識や食スキルの向上を促す取り組みを行ったりすることが必要だと述べている。このことから、遠征時における高校男子サッカー部員の栄養素等摂取量を充足させる取り組みとして、選手に対して宿泊施設でのビュッフェ形式の食事やコンビニエンスストアでの食品の選択方法を指導する必要があると考えた。また、より効果的に行うためには、リーフレットやチェックリストなども有用だと考えた。

エネルギー摂取不足はたんぱく質の利用効率を低下させ、逆にエネルギー摂取量が増加すると窒素出納は改善されることから、一般的にヒトのたんぱく質必要量に関する研究はエネルギー出納が正又は平衡状態で行われる^{29, 122)}。そこで、たんぱく質栄養を考える前に対象者のエネルギー消費量とエネルギー摂取量について考察する。対象者のエネルギー消費量をみると、総エネルギー消費量と運動時エネルギー消費量はMT 群の方がTR 群よりも有意に多かったことから、TR 群とMT 群におけるエネルギー消費量の差は運動時エネルギー

消費量が大部分を占めることが考えられた。一方で、体重あたりエネルギー消費量に差はみられなかったが、体重あたり運動時エネルギー消費量はMT群の方が有意に多かった。TR群とMT群でサッカーの実施時間に差はなかったことから、遠征時における他校のサッカー部員との対外試合は通常のトレーニングよりも運動強度が高かったと考えられた。対象者のエネルギー収支は両群ともにエネルギー摂取量が総エネルギー消費量を上回った正の状態であった。ヒトを対象としたフィールド研究におけるエネルギー消費量測定のゴールドスタンダードはDLW法であるが、高額なコストがかかることや水素と酸素の同位体を用いる必要がある^{89, 90)}ことから、本研究では三軸加速度センサ搭載型ウェアラブル活動量計を用いた。一方で、Murakami et al.¹²³⁾によると、12種類のウェアラブル活動量計で測定された成人男女(n=19)のエネルギー消費量はDLW法で測定された値よりも低く見積もられると報告されている。このことから、本研究の対象者における総エネルギー消費量はウェアラブル活動量計で測定した値よりも高く見積もる必要があると考えた。

成長期は身体活動に必要なエネルギーに加えて組織合成に要するエネルギーと組織増加分のエネルギーを余分に摂取する必要がある²⁹⁾。最近では、スポーツ選手のエネルギー摂取量はエネルギー平衡よりも最適な健康状態や身体諸機能が必要とするエネルギー量と等しくするという考え方(Energy Availability: EA)が新たに広まっている¹⁴⁻¹⁶⁾。EAは食事由来のエネルギー摂取量から運動に伴うエネルギー消費量を差し引いた値を除脂肪量で標準化して算出され、女性のスポーツ選手を対象とした研究¹²⁴⁾では、EAの慢性的な減少(Low Energy Availability: LEA)が身体諸機能に様々な障害を引き起こしたことが報告されている。さらに、国際オリンピック委員会(International Olympic Committee: IOC)¹²⁵⁾はLEAが男女を問わず様々な生理機能に影響を及ぼし、種々の競技におけるパフォーマンスを阻害する要因となることを報告している(Relative Energy Deficiency in Sport: RED-S)。一方で、対象者の総エネルギー消費量を日本人の食事摂取基準2015年版における15~17歳男性の推定エネルギー必要量と比較すると、TR群のエネルギー消費量は身体活動レベルⅡの値、MT群のエネルギー消費量は身体活動レベルⅢの値よりも低かったが、MT群の体重は日本人の食事摂取基準2015年版における15~17歳の参照体重よりも高い値であった。これらのことを考慮した結果、高校男子サッカー部員のエネルギー消費量はトレーニング期が日本人の食事摂取基準2015年版における同年代の一般人男子の推定エネルギー必要量で身体活動レベルⅡの値、試合期が身体活動レベルⅢの値で、エネルギー摂取量がこれらの値を下回らないように、彼らにエネルギー摂取の重要性に関する指導を行うことで適切な食事量を確保するための補食摂取や栄養補助食品の利用を促す必要があると考えた。

対象者の窒素出納をみると、MT群は尿中総窒素排泄量と排泄窒素量がTR群よりも有意に多かった。運動中の主なエネルギー源は糖質と脂質であるが、アミノ酸もエネルギー源として利用される¹²⁶⁾。また、アミノ酸由来のエネルギー量の割合は他の栄養素の摂取状況や活動強度などに応じて4~10%に上るといわれている¹²⁷⁾。MT群はTR群よりも運動強度が高いと考えられることから、MT群ではたんぱく質の構成成分であるアミノ酸が運動中のエネルギー源として多く利用された可能性も考えられた。レジスタンス運動は筋たんぱく質の合成を高めるが、同時に筋たんぱく質の分解も高める¹²⁸⁾。また、レジスタンス運動の実施後にアミノ酸を摂取することによって窒素出納値が正に保たれ、筋肥大が誘発される^{129, 130)}。

一方で、近年では、筋肥大がトレーニングの主目的ではないにしても全てのスポーツ選手に適切なタイミングでたんぱく質を摂取することの重要性が強調されている¹⁴⁻¹⁶⁾。「Nutrition and Athletic performance」¹⁴⁻¹⁶⁾では、スポーツ選手のたんぱく質必要量は1.2~2.0 g/kg/日に設定している。一方で、JISS¹¹⁵⁾では、スポーツ選手のたんぱく質必要量は瞬発系の競技で2.00 g/kg、球技系で1.75 g/kg、持久系で1.50 g/kgに設定している。これらの数値は窒素出納法（体内の窒素平衡を維持するために必要なたんぱく質摂取量を算出する方法）によって求められており、本研究においても同様の方法で算出した結果、窒素平衡維持必要量はTR群が0.8 g/kg/日、MT群が1.2 g/kg/日、たんぱく質推定平均必要量はTR群が0.9 g/kg/日、MT群が1.4 g/kg/日、たんぱく質推奨量はTR群が1.2 g/kg/日、MT群が1.8 g/kg/日であった。日本人の食事摂取基準2015年版における15~17歳男性の窒素平衡維持必要量は約0.7 g/kg/日、たんぱく質推定平均必要量は約0.8 g/kg/日、たんぱく質推奨量は約1.0 g/kg/日であったことから、高校男子サッカー部員においては同年代の一般人男子よりも多くのたんぱく質摂取が必要であることが示唆された。

一方で、スポーツ選手のたんぱく質必要量はパフォーマンスやトレーニング効果を最大化するために必要な量で、窒素出納法で求められたたんぱく質必要量がこれらに最適か否かは明らかではない^{126, 131)}。近年、たんぱく質・アミノ酸の必要量の評価法として指標アミノ酸酸化法（習慣的なたんぱく質摂取時の代謝を維持するために必要なたんぱく質摂取量を推定する方法）によるスポーツ選手のたんぱく質必要量が再検討されており、窒素出納法は指標アミノ酸酸化法と比較してたんぱく質必要量を過小評価している可能性も考えられている^{126, 132-137)}。これらのことを考慮すると、高校男子サッカー部員におけるたんぱく質必要量はトレーニング期において1.2 g/kg/日、試合期において1.8 g/kg/日よりも多く設定すべきだと考えた。

V. 結語

高等学校男子サッカー部員のエネルギー必要量はトレーニング期が日本人の食事摂取基準2015年版における同年代の一般人男子の推定エネルギー必要量で身体活動レベルⅡの値（2850 kcal/日）、試合期が身体活動レベルⅢの値（3150 kcal/日）で対応可能であった。また、たんぱく質必要量は同年代の一般人男子よりも多く必要で、トレーニング期において1.2 g/kg/日、試合期において1.8 g/kg/日よりも多く設定すべきであることが示唆された。

第4章 高等学校男子サッカー部員に対する栄養介入プログラムの有用性の検討

I. 背景及び目的

近年、スポーツ選手に対する栄養介入を行うためのシステムとして「スポーツ栄養マネジメント」が構築され、スポーツ栄養研究会・学会の設立や公認スポーツ栄養士養成制度の整備などにより、スポーツ選手が管理栄養士による栄養介入を受ける機会は増えている^{138, 139)}。しかしながら、従来は臨床や公衆の現場での栄養管理が専門的管理栄養士がスポーツ現場のニーズを汲み取ることは容易ではなく、多くの競技スポーツにおいて、ライフステージが考慮された栄養介入プログラムは十分に検討されていない^{140, 141)}。

そこで本章では、第2章及び第3章の結果と現場のニーズを基に立案した高等学校男子サッカー部員に対する栄養介入プログラムの有用性を検討した。

II. 対象及び方法

1. 対象者

2017年4月にK高校の男子サッカー部に入部した者の中で本人及び保護者の同意が得られた者43名のうち、栄養介入プログラムにおける全ての調査及び測定項目を1年次の5月から3年次の5月までの2年間、継続的に実施できた者13名とした。なお、本研究の対象者が第2章及び第3章とは別の対象者であることを明確化するために、本研究の対象者をNutritional Intervention Program Group (NIP群)とした。

2. 方法

NIP群に対する栄養介入プロトコルを表17に示した。アセスメント項目は身体組成、栄養素等摂取状況、食意識、主観的疲労感、Hb推定値及び体力とし、毎年5月にこれらの調査及び測定を行った。また、集団食事指導は介入期間中に6回(第1回目:2017年7月,第2回目:2017年9月,第3回目:2017年10月,第4回目:2018年4月,第5回目:2018年7月,第6回目:2018年10月)行った。なお、第4回目の食事指導は保護者同席の下で行った。さらに、本研究の対象者にはチームスタッフ考案の筋力トレーニングを週1回又は2回程度行うように提案した。

1) アセスメント項目

身体組成は高精度筋量計Physion MD(フィジョン社)を用いて骨格筋量、骨格筋率、体脂肪量、体脂肪率、除脂肪量、身長あたり除脂肪量を測定及び算出した。なお、身長はK高校で実施された身体計測で得られた値とし、体重はデュアルタイプ体組成計インナースキャンデュアルRD-902(タニタ社)を用いて測定した。

栄養素等摂取状況は、対象者の保護者及びチームスタッフより「喫食前の写真撮影と秤量式の併用調査は対象者側の負担が大きい」との意見があったことから、本研究では自記式及び半定量式食物摂取頻度調査票(Food Frequency Questionnaire Based on Food Groups: FFQg)を用いた。FFQgは食品群別に区分された29種類の食品群と10種類の調理法から構成され、1週間を単位に摂取目安量と摂取頻度から習慣的な栄養素等摂取量が推定可能であ

る。調査票への摂取目安量と摂取頻度の記入は対象者の主たる食事提供者である保護者に依頼した。調査票の回収後、エクセル栄養君 Ver. 8.0 及び新 FFQg Ver. 5.0 (建帛社) を用いて1日あたりの栄養素等摂取量(エネルギー, たんぱく質, 脂質, 炭水化物, 食物繊維, ビタミンB₁, ビタミンC, カルシウム, 鉄)及びエネルギー産生栄養素バランス(たんぱく質エネルギー比率, 脂質エネルギー比率, 炭水化物エネルギー比率)を算出した。また、エネルギー及びエネルギー産生栄養素(たんぱく質, 脂質, 炭水化物)は体重あたりの摂取量も算出した。さらに、1日あたりの食事バランスガイド料理区分別摂取点数(主食, 副菜, 主菜, 牛乳・乳製品, 果物)も算出した。

食意識は安達¹⁴²⁾と大滝ら¹⁴³⁾の先行研究を参考に、調査用紙に食行動の変容ステージ及び自己効力感を把握するための計20の質問を設けた(資料6)。回答方法は5件法(1: 実行しようと思わない・かなり自信がない・まったく大切だと思わない, 2: これから実行しようと思う・あまり自信がない・あまり大切だと思わない, 3: たまに実行している・どちらでもない・どちらとも思わない, 4: 最近継続して実行している・自信がある・大切だと思う, 5: 既に継続して実行している・かなり自信がある・とても大切だと思う)とした。食行動の変容ステージは合計点数を質問項目数で除して平均点数を算出し、平均点数が1点の場合は無関心期、2点は関心期、3点は準備期、4点は実行期、5点は維持期とした。自己効力感効力予期(自身がより良い結果を導くための望ましい行動変容を実行する自信について評価する割合)と結果予期(自身が望ましい行動変容を実行することでより良い結果が得られると感じている割合)の点数を算出した。一方で、食事量を増やしたりバランスの良い食事を摂ったりすることに対する考え方(恩恵感: 対象者が食事によって何らかの利益を得られると感じている割合, 負債感: 対象者が食事によって何らかの不利益を被ると感じている割合)も計20の質問を設けて調査した(資料7)。回答方法は5件法(0: まったくそう思わない, 1: あまりそう思わない, 2: どちらとも思わない, 3: そう思う, 4: とてもそう思う)として点数を算出した。

主観的疲労感自己診断疲労度チェックリスト、Hb 推定値は健康モニタリング装置ASTRIM FIT(シスメックス社)を用いて調査及び測定した。

体力測定はデジタル背筋力計(竹井機器工業社)を用いた背筋力測定とマルチジャンプテストII(ディケイエイチ社)を用いたCMJ測定を行った。

2) 集団食事指導

第1回目は、エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き、身体組成並びにHb値についての説明の他に栄養フルコース型の食事の紹介や主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品及び果物の1日あたりの摂取目標量(主食: 7~10 SV, 副菜: 6~8 SV, 主菜: 6~8 SV, 牛乳・乳製品: 3~4 SV, 果物: 2~3 SV)の提示を行った。また、スライド中には対象者の栄養素等摂取量を日本人の食事摂取基準2015年版やアスリートのための栄養・食事ガイドを参照とした基準量と比較した図表や対象者の身体組成を同年代のサッカー日本代表選手と比較した図表を提示した。さらに、エクセル栄養君を用いて作成した個人表に主観的疲労感、Hb 推定値及び体力の値と栄養素等摂取状況に対するコメントを記入した資料や身体組成計既定の身体組成の個人表を対象者個々人に返却した(資料8)。

第2回目は、貧血状態の予防及び改善のための食事や除脂肪量の増加並びに体力向上のための食事と運動について指導した。また、体力向上のための運動としてタバタトレーニング（自体重を用いた20秒間の高強度トレーニングを10秒間の休息を挟み6〜7セット行うことで有酸素性エネルギー供給機構と無酸素性エネルギー供給機構が同時に強化される高強度間欠的トレーニング）¹⁴⁴⁾を紹介した。さらに、保護者に対する情報提供として、調理が簡易で主にたんぱく質、ビタミンB₁、カルシウム及び鉄を強化した主菜と副菜の料理レシピ（主菜：鮭のミルクパツァ、ポークビーンズ、高野豆腐と小松菜の煮浸し、山芋とオクラのサラダ、あさりとキャベツのバター蒸し）を作成して配付した。

第3回目は、疲労回復のための食事について指導した。また、対象者の食事バランスガイド料理区分別摂取点数を3群（1：主菜の摂取点数は高いが主食の摂取点数は低い，2：主食と主菜の摂取点数は高いが副菜の摂取点数は低い，3：主食や副菜及び主菜の摂取点数は高いが牛乳・乳製品と果物の摂取点数は低い）に分類し、それぞれの問題点に対応した栄養戦略を提示した。さらに、保護者に対する情報提供として、調理が簡易で保存が利き、主にたんぱく質、ビタミンB₁、カルシウム及び鉄を強化した主菜と副菜の料理レシピ（主菜：豚の肉味噌そばろ，紅茶鶏，副菜：切り干し大根とツナのヨーグルトマリネ，ほうれん草のアーモンド和え，ブロッコリーとしらす干しの炒め物）を作成して配付した。

第4回目は、保護者同席の下での集団食事指導であったため、現場での栄養介入の様子をスライドで示した後、エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働きや栄養フルコース型の食事について説明した。

第5回目は、トレーニング日の補食として、エネルギー源の補給におにぎり、総菜パン、果物、100%果汁飲料、たんぱく質とカルシウムの補給に牛乳、ヨーグルト、チーズ、ビタミン類の補給に枝豆、ブロッコリー、ミニトマトを摂るように勧めた。一方で、運動後の筋グリコーゲンの早期回復にはインスリン分泌量を増大させることが重要であり、糖質とたんぱく質の同時摂取は糖質のみの摂取よりもインスリン分泌と筋グリコーゲンの回復を促すと報告されている^{145, 146)}。本研究の対象者の中には、トレーニング後にファーストフード店で食事を摂る者がいたことから、このような場合は牛丼や肉うどんなどの炭水化物・糖質とたんぱく質を同時に摂れる食事を勧めた。また、野菜料理も同時に摂るように指導した。そして、調査及び測定結果のフィードバックとして、身体組成、主観的疲労感、Hb 推定値及び体力の値の推移を別途の個人表に図で示して対象者個々に返却した（資料9）。さらに、保護者に対する情報提供として、指導内容をまとめたリーフレット（エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き，栄養フルコース型の食事，試合前後の食事）やトレーニング又は試合後の補食に炭水化物、たんぱく質、ビタミン及びミネラル類を同時に摂ることを目的とした料理レシピ（ビビンバ風混ぜご飯）を作成して配付した。

第6回目は、スポーツ選手におけるエネルギー摂取の重要性（スポーツ選手に必要なエネルギー量，LEA及びRED-S）について指導した。具体的には、エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回るように、1食あたりの食事量を増やしたりトレーニング前後に補食を摂ったりすることを提案した。

3) 筋力トレーニング

対象者自身が自体重又はバーベルなどの器具を用いて、チームスタッフ考案の筋力トレーニングを7～8種目行った。負荷は5～8 RM (Repetition Maximum: 最大反復回数) とし、各種目のセット数は3～5セットとした。

3. 統計解析

データは平均±標準偏差で示した。統計処理には統計解析ソフト SPSS Ver. 25.0 を用いた。Kolmogorov-Smirnov 検定によりデータの正規性を確認後、学年間における調査及び測定値の比較には、データの正規性が確認できた項目は Tukey の HSD 検定、データの正規性が確認できなかった項目は Kruskal-Wallis 検定を用いた。また、効力予期と結果予期の点数及び恩恵感と負債感の点数の比較には、データの正規性が確認できた場合は対応のない t 検定、データの正規性が確認できなかった場合は Mann-Whitney の U 検定を用いた。なお、有意水準はすべてにおいて 5%未満とした。

4. 倫理的配慮

本研究の実施にあたって、校長、部活動顧問の教諭、対象者及び保護者に対して研究の目的、方法、安全性などを口頭と書面にて説明した。また、研究協力に対する拒否権があること、拒否することで何らかの問題や不利益が生じないこと、途中で研究協力を拒否することが権利として保障されていることも説明し、書面にて同意を得た。なお、対象者は未成年者であることから、保護者同席の下、わかりやすい言葉や文書を用いて説明を行った(川崎医療福祉大学倫理委員会承認番号: 17-025)。

Ⅲ. 結果

1. 身体組成

NIP 群の身体組成を表 18 に示した。個々人の身長と体重は成長曲線の 3～97 パーセントイルの範囲に入っていた。なお、学年間での有意差はみられなかった。

2. 栄養素等摂取状況

1) 栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数

NIP 群の栄養素等摂取量及び食事バランスガイド料理区分別摂取点数を表 19 に示した。エネルギー摂取量は 3 年次において 1 年次よりも増加傾向であった ($p=0.07$)。一方で、体重あたりエネルギー摂取量に有意差はみられなかった。たんぱく質摂取量、脂質摂取量、体重あたりたんぱく質摂取量、体重あたり脂質摂取量に有意差はみられなかったが、炭水化物摂取量は 3 年次において 1 年次よりも有意に増加した ($p<0.05$)。また、体重あたり炭水化物摂取量は 2 年次において 1 年次よりも有意に増加した ($p<0.05$)。一方で、ビタミン及びミネラル類の摂取量に有意差はみられなかった。主食の摂取点数は 2 年次において 1 年次よりも増加傾向であった ($p=0.07$)。また、果物の摂取点数も 2 年次において 1 年次よりも増加傾向であった ($p=0.09$)。一方で、副菜、主菜及び牛乳・乳製品の摂取点数に有意差はみられなかった。

2) 適正量摂取者の割合

NIP 群における栄養素等の適正量摂取者の割合を表 20 に示した。なお、摂取量の評価基準は、エネルギー摂取量は日本人の食事摂取基準 2015 年版における推定エネルギー必要量で 15~17 歳男性の身体活動レベルⅡの値を参照とし、これを上回った者の割合を算出した。また、炭水化物摂取量は目標量の下限値を上回った者の割合、脂質摂取量は目標量の範囲内であった者の割合を算出した。ビタミン及びミネラル類は推定平均必要量を上回った者の割合を算出した。一方で、たんぱく質摂取量は 1.2 g/kg/日を上回った者の割合を算出した。

エネルギーの適正量摂取者は学年が上がるに伴って増加した（1 年次が 38%，2 年次が 46%，3 年次が 62%）。たんぱく質の適正量摂取者は、2 年次に増加して全ての者が適正量摂取者となった（1 年次が 85%，2 年次が 100%，3 年次が 100%）。脂質の適正量摂取者は、学年が上がるに伴って減少した（1 年次が 92%，2 年次が 77%，3 年次が 54%）。炭水化物の適正量摂取者は、2 年次及び 3 年次に増加して全ての者が適正量摂取者となった（1 年次が 54%，2 年次が 92%，3 年次が 100%）。ビタミン B₁ の適正量摂取者は、3 年次に減少した（1 年次が 85%，2 年次が 85%，3 年次が 77%）。ビタミン C の適正量摂取者は、2 年次に増加したが、3 年次に減少した。また、3 年次の適正量摂取者は 1 年次よりも少なくなった（1 年次が 38%，2 年次が 54%，3 年次が 31%）。カルシウム摂取量の適正量摂取者は、2 年次に変化がみられなかったが、3 年次に増加した（1 年次が 54%，2 年次が 54%，3 年次が 77%）。鉄摂取量の適正量摂取者は、2 年次に変化がみられなかったが、3 年次に増加した（1 年次が 54%，2 年次が 54%，3 年次が 62%）。

3. 食意識

NIP 群における食行動の変容ステージを図 15 に示した。1 年次において、食行動の変容ステージが準備期であった者は 15%、実行期であった者は 69%、維持期であった者は 15%であった。2 年次において、実行期であった者に変化はみられなかったが、準備期であった者は 23%に増加し、維持期であった者は 8%に減少した。3 年次において、実行期であった者は 38%に減少し、準備期と維持期であった者はそれぞれ 31%に増加した。

対象者の自己効力感及び栄養・食事に対する考え方を表 21 に示した。結果予期の点数は効力予期の点数よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。また、恩恵感の点数は負債感の点数よりも有意に高値を示した ($p < 0.05$)。

4. 主観的疲労感及び Hb 推定値並びに体力

NIP 群の主観的疲労感及び Hb 推定値並びに体力測定値を表 22 に示した。

主観的疲労感及び身体的疲労感は、1 年次及び 2 年次において全ての者が正常範囲者であったが、3 年次において正常範囲者は減少した（1 年次が 100%，2 年次が 100%，3 年次が 92%）。一方で、精神的疲労感は、1 年次において全ての者が正常範囲者であったが、2 年次において正常範囲者は減少し、3 年次において変化はみられなかった（1 年次が 100%，2 年次が 92%，3 年次が 92%）。Hb 推定値が正常範囲であった者は、2 年次において増加した。一方で、3 年次において変化はみられなかった（1 年次が 62%，2 年次が 92%，3 年次が 92%）。背筋力は、3 年次において 1 年次よりも有意に向上した ($p < 0.05$)。一方で、垂直

跳躍高は学年間での有意差がみられなかった。

IV. 考察

本研究の対象者において、1年次の集団食事指導は実践的な内容で3回、2年次の食事指導も実践的な内容を1年次より継続して3回行った。また、調査及び測定結果のフィードバックとして、栄養価計算ソフト既定の個人表に栄養素等摂取状況に対するコメントを記入した資料や身体組成、主観的疲労感、Hb 推定値及び体力の値の推移を別途に図で示した資料を対象者個々に返却した。結果として、3年次の炭水化物摂取量は1年次よりも有意に増加した。また、3年次のエネルギー摂取量は1年次よりも増加傾向であった。さらに、3年次におけるエネルギー、たんぱく質、炭水化物、カルシウム、鉄の適正量摂取者及びHb推定値の正常範囲者は1年次よりも増加した。一方で、3年次におけるビタミンB₁の適正量摂取者は1年次よりも減少した。集団食事指導では、トレーニング前後におけるビタミン類の補給に枝豆、ブロッコリー、ミニトマトを食べるように勧めた。また、トレーニング後にファーストフード店で食事を摂る場合は、牛丼や肉うどんなどの炭水化物・糖質とたんぱく質を同時に摂れる食事に加えて、野菜料理も同時に摂るように指導した。さらに、保護者に対する情報提供として、調理が簡易な副菜の料理レシピを作成して配付した。奥山ら¹⁴⁷⁾によると、災害発生直後における被災者はエネルギーの確保が最優先され、支援物資には白米やパンなどの炭水化物を多く含む食品が多いことから、ビタミン強化米や総合ビタミン飲料などの保健機能食品が被災者の栄養不良に対する支援として効果的であるとされている。本研究の対象者はトレーニング前後の補食におにぎりを食べる者が多いことから、ビタミンB₁の摂取状況改善のための対策にビタミン強化米が有用だと考えた。一方で、3年次におけるビタミンCの適正量摂取者も1年次よりも少なかった。スポーツ選手において、ビタミンCやビタミンEなどの抗酸化ビタミンはトレーニングによって生じる酸化ストレスの軽減を目的として利用される。一方で、活性酸素は生体内への悪影響だけでなく、細胞内外での情報伝達分子としての役割があり、生体内で重要な機能を有している^{80, 148, 149)}。また、トレーニングに対する身体の適応にも酸化ストレスの増加が寄与していることから、トレーニングで生じた活性酸素を高容量の抗酸化ビタミンで除去することでトレーニング効果を損なうのではないかと考えられており、通常の食事の重要性を強調した研究報告もある^{79, 150)}。これらのことから、本研究の対象者においても、ビタミンCはサプリメントではなく、通常の食事で緑黄色野菜や柑橘系の果物などの摂取量を増やすように指導する必要があると考えた。

Bandura¹⁵¹⁾によると、ヒトがより良い結果を導くための望ましい行動変容を遂行する自信の度合と定義される自己効力感が高い時には積極的に多大な努力を払おうとし、積極的に課題に取り組むなどの行動変容や最終的な成功を期待する度合も高まるとされている^{152, 153)}。また、Prochaska & Velicer¹⁵⁴⁾によると、ヒトが行動を実行する際、その行動による意思決定バランス（恩恵と負債）を考え、恩恵が負債より高く評価された時に行動が実行されると考えられている。先行研究¹⁵⁵⁾では、減量に成功した参加者において、減量プログラム実行の意思決定を行う際に減量で得られる恩恵が負債より高く評価されたことが確認されている。本研究の対象者における自己効力感は、結果予期の点数が効力予期の点数よりも

有意に高かった。また、食事に対する考え方は、恩恵感が負債感よりも有意に高かった。これらのことから、本研究の対象者には食行動を実行することで得られる恩恵が負債よりも高く評価されたが、行動変容を実行するにあたっての自信は成功を期待する度合いよりも低いことが示唆された。一方で、行動変容ステージは目標に向けた行動変容の準備性に沿って5段階のステージ（前熟考期→熟考期→準備期→実行期→維持期）に分類され、行動変容ステージの進行に伴い準備性が高まる¹⁵⁶⁾。本研究の対象者における食行動の変容ステージをみると、3年次に維持期であった者の割合は増加したが、準備期であった者の割合も増加したことから、本研究の栄養介入プログラムでは食行動の変容ステージが進行する者と後退する者の両方が出現することが示唆された。また、食の行動変容の準備性が良好でない者に対して個人栄養指導などの個別対応を行う必要があると考えた。

サッカーは競技特性上、有酸素性運動能力と無酸素性運動能力の双方が必要であるが、先行研究¹⁵⁷⁻¹⁵⁹⁾において、競技レベルの高い選手は有酸素性運動能力以上に無酸素性運動能力や筋力が高いと報告されている。一方で、日本における育成年代のサッカーのトレーニングでは、無酸素性運動能力や筋力の強化は必ずしも強調されていない¹⁶⁰⁾。本研究の対象者が所属するK高校の男子サッカー部の日々のトレーニングは主に試合形式で行われることが多く、筋力トレーニングは殆ど行われていなかった。そこで、本研究の対象者にはチームスタッフ考案の筋力トレーニングを週1~2回程度行うように提案した。この結果、3年次における背筋力は1年次よりも有意に向上したことから、高校男子サッカー部員の背筋力は集団食事指導と調査及び測定結果のフィードバックを併用した継続的栄養介入に週1回又は2回の筋力トレーニングの実施を導入することで向上する可能性が示唆された。一方で、本研究で導入した筋力トレーニングは主に筋肥大と筋力向上を目的とした負荷であったが、対象者の骨格筋量や除脂肪量に有意な変化はみられなかった。骨格筋はスポーツ選手におけるパワー発揮に重要で、筋たんぱく質の合成速度が分解速度を上回った場合のみ筋量が増加し、たんぱく質摂取後1~2時間において筋たんぱく質の合成速度は安静時と比較して約2倍となる¹⁶¹⁾。一方で、エネルギー摂取不足はたんぱく質利用効率を低下させることから、たんぱく質栄養を考える際にはエネルギー摂取量が充足しているかどうかを確認する必要がある¹⁶²⁾。また、Kanehisa et al.¹⁶³⁾によると、特別なトレーニングを行わない一般人男子における筋断面積の増大は17歳までと報告されていることから、この時期までの栄養素等摂取状況は成長期における身体づくりに重要であると考えられる。今回の栄養介入プログラムでは、2年次の10月においてスポーツ選手におけるエネルギー摂取の重要性について指導を行った。具体的には、エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回るように、1食あたりの食事量を増やしたりトレーニング前後に補食を摂ったりすることを提案した。しかしながら、本研究の対象者において、1年次及び2年次のエネルギーの適正量摂取者は半数を下回っていた。このことから、スポーツ選手におけるエネルギー摂取の重要性についての指導は1年次の早期に行う必要があると考えた。

V. 結語

本研究の栄養介入プログラムは高等学校男子サッカー部員における食の行動変容の準備性を高め、栄養素等摂取状況と貧血状態の改善及び背筋力の向上をもたらした。一方で、食

の行動変容の準備性が良好でない者への個別対応やエネルギー摂取の重要性についての集団食事指導の実施時期に検討の余地があった。

第5章 総括

本論文では、高等学校男子サッカー部員に対する栄養介入プログラムと管理栄養士のアプローチのあり方を検討することを目的とし、約6年間に亘り行った栄養介入を検証した。

第2章では、実践的な内容で回数を多くした集団食事指導と調査及び測定結果のフィードバックを併用して継続的に栄養介入することで、栄養素等摂取状況の改善、食意識の向上及び主観的疲労感の回復がもたらされた。また、継続的栄養介入の効果を高めるためには、1年次の早期における集団食事指導を実践的な内容かつ回数を多くすることが重要であることを見出した。

第3章では、エネルギー必要量は日本人の食事摂取基準2015年版における同年代の一般人男子の推定エネルギー必要量で対応可能であった。また、たんぱく質必要量は同年代の一般人男子よりも多く設定すべきであることが示唆された。

第4章では、第2章及び第3章の結果と現場のニーズを基に立案した栄養介入プログラムは食の行動変容の準備性を高め、栄養素等摂取状況と貧血状態の改善及び背筋力の向上をもたらすことが示唆された。一方で、食の行動変容の準備性が良好でない者への個別対応やエネルギー摂取の重要性についての集団食事指導の実施時期に検討の余地があった。

以上の成果を基に、高等学校男子サッカー部員に特化した栄養介入プログラム（四元プログラム）を考案した。四元プログラムにおけるアセスメント項目を表23に示した。身体組成は、測定の容易性から生体電気インピーダンス（Bioelectrical Impedance: BI）法が採用された機器を推奨する。栄養素等摂取状況は、秤量式での調査は対象者側の負担が大きいと考えられるため食物摂取頻度調査法とした。本研究で用いたFFQgは先行研究で妥当性が確認された調査票であるが、食品群毎に適切な摂取目安量と摂取頻度をより正確に把握するためには何らかの補助が必要とされている¹⁶⁴⁻¹⁶⁶。スポーツ選手は一般的に主食量が多いことから、調査票の主食量の記載箇所に目安量を記載したり補食として食べる食品の摂取目安量及び摂取頻度の記載箇所を追加したりすることが必要だと考えた。一方で、「平成27年国勢調査」の就業状態等基本統計結果¹⁶⁷では、共働き世帯の割合は年々上昇していると報告されていることから、共働き世帯は調査票への記入自体が負担となるのではないかとと思われる。先行研究¹⁶⁸⁻¹⁷²によると、対象者が撮影した喫食前の料理の写真をもとに栄養素等摂取状況を把握する方法（以下、写真法）は妥当性が高く、対象者の負担や費用面を考えると合理的であると報告されている。また、最近ではスマートフォンの普及率やソーシャルネットワークサービス（Social Networking Service: SNS）の利用率が年々上昇傾向にある¹⁷³。LINE株式会社によって開発されたコミュニケーション用のアプリケーションソフト（LINE）は主要なSNSの中での利用率が最も高く、スマートフォンで撮影された写真のデータを通信相手に送信することが容易である¹⁷³。これらのことから、食事調査法として写真法も有用であると同時に管理栄養士が喫食前の料理写真より食品重量を推定できるように訓練が必要だと考えた。食意識は、食行動の変容ステージ及び自己効力感並びに意思決定バランスのモニタリングを継続的に行う必要があると考えた。また、対象者における栄養教育の理解度を把握するためのペーパーテストやチェックリストも有用だと考えた。主観的疲労感は、本研究で用いた自己診断疲労度チェックリスト又はVisual Analog Scale (VAS) 法^{174, 175}

を用いてモニタリングを行う必要があると考えた。貧血状態は、本研究で用いた ASTRIM FIT (シスメックス社) での Hb 推定値測定を推奨する。一方で、本機器は非常に高額であることから、高校生の部活動の現場で用いることは難しい場面が多いと思われる。しかしながら、本研究より貧血状態の程度を把握することが重要であると示唆されたことから、不定愁訴 (倦怠感, めまい, 頭痛など) や身体所見 (眼瞼結膜, 口腔粘膜, 爪の色調及び変化など) のアセスメントを行う必要があると考えた。また、その際に養護教諭の協力を仰ぐ必要があるとも考えた。体力の評価は、サッカーでは筋力とパワーの強化が重要である^{103-107, 150-160}ことから、測定項目は背筋力と垂直跳躍高とした。一方で、JFA によって推奨された体力測定項目¹⁷⁶⁾には、ランニング系種目 (50 m 走, 10 m×5 シャトルラン, 20 m マルチステージシャトルラン, YOYO Intermittent Recovery Test, Velocity Maximum Aerobics) 及びアジリティ系種目 (ステップ 50, フォワードラン) などのサッカーとの関係が深い体力要素に加えて、ボール種目 (ロングキック, スローイング) などの技術的要素も含まれている。サッカーは複合的な競技であるため、筋力とパワーの測定のみであらゆる体力要素を全てカバーすることは不可能である。また、サッカーのパフォーマンスには体力要素の他に技術的要素の貢献も非常に大きいと思われることから、チームスタッフ協力の下で JFA の推奨する体力測定の実施も有用だと考えた。

四元プログラムの概要と管理栄養士のアプローチのあり方を表 24 に示した。栄養教育は集団食事指導と調査及び測定結果のフィードバックの併用とする。集団食事指導は拘束時間の短い講義形式とし、対象者のエネルギー及びたんぱく質摂取量が必要量 (トレーニング期: エネルギーが 2850kcal/日, たんぱく質が 1.2 g/kg/日, 試合期: エネルギーが 3150 kcal/日, たんぱく質が 1.8 g/kg/日) を上回るように、1 年次の早期より実践的な内容 (栄養フルコース型の食事, エネルギー摂取の重要性, 身体づくりのための補食の摂り方, 貧血状態の予防及び改善並びに疲労回復のための食事, コンビニエンスストアやファーストフード店利用時における食品の選び方など) で年に 2~3 回行う。調査及び測定結果のフィードバックは、対象者自身が身体発育状況や栄養素等摂取状況の過不足、疲労の程度、貧血状態の有無及び体力水準などの現状や推移を確認できるように資料を作成する必要があると考えた。2 年次以降は食の行動変容の準備性が良好でない者に対して個人栄養指導などの個別対応を行う。個別対応では、対象者自身が実践可能な栄養戦略を提案したり簡易なペーパーテストやチェックリストを用いて実施状況のモニタリングを行ったりする必要があると考えた。また、栄養戦略の実施状況のモニタリング結果と調査及び測定結果を基に対象者の遂行した栄養戦略と結果の関連性を説明し、食の行動変容の継続性を促す必要があるとも考えた。

本研究の対象者において、主たる食事提供者は保護者であったことから、対象者の保護者に対する栄養介入の検討も必要だと思われる。しかしながら、近年の共働き世帯数の増加を考慮すると、高校生の保護者に対して集団食事指導の回数を多くした栄養介入を実施することは困難であると考えられる。本研究では、毎年 4 月の K 高校サッカー部の総会の際に保護者同席の下で研究遂行に関する説明会及び集団食事指導を行った。また、情報提供として料理レシピや指導内容をまとめたリーフレットを配付した。このような介入内容に対して、対象者の保護者より「総会での集団食事指導では改めて栄養・食事の重要性を実感した」

「調査結果や料理レシピを家庭での食事作りの参考にしている」などの反応があったことから、保護者に対する栄養介入として、年に1回の集団食事指導に加えて料理レシピや指導内容をまとめたリーフレットでの情報提供が有用だと考えた。チームスタッフに対しては、トレーニング内容に関する提案をしたり部員の栄養戦略の実施状況の監視・声掛けを依頼したりする必要があると考えた。また、今回は部活動顧問の教諭も対象者と一緒に集団食事指導を受講され、栄養・食事に関する知識を深めてチームのミーティングや遠征先での食事会場で指導内容を実践するように声掛けをされていた。そして、チームに所属する女子マネージャーも同様に集団食事指導を受講され、栄養学に関心を持ったことから管理栄養士養成施設の大学に進学した者もいる。前述の通り、今回の栄養介入の成果は対象者の食事内容や意識の変化だけでなく、保護者やチームスタッフのサポートがあつての結果だと考えられる。高校生の部活動の現場において、始めは周囲の理解が得られ難い面もあるが、対象者に適切な栄養介入プログラムを立案及び遂行するためには保護者やチームスタッフとの連携を図ることが非常に重要であり、管理栄養士の能力として根気強さと柔軟な思考力が求められる。

表 1 BL 群に対する調査及び測定の実施時期並びに CI 群と FI 群に対する栄養介入プロトコル

実施年	2014年				2015年				2016年				2017年	
	5月	9月	4月	5月	7月	9月	11月	4月	5月	7月	10月	5月		
BL群 (n=43)	調査及び測定													
CI群 (n=9)	調査及び測定 (1年次)	集団食事指導 [1]	集団食事指導 [2]	調査及び測定 (2年次)	集団食事指導 [3]	集団食事指導 [4]	集団食事指導 [5]	調査及び測定 (3年次)						
FI群 (n=13)				調査及び測定 (1年次)	集団食事指導 [1]	集団食事指導 [2]	集団食事指導 [3]	集団食事指導 [†] [4]	調査及び測定 (2年次)	集団食事指導 [5]	集団食事指導 [6]	調査及び測定 (3年次)		

() 内は CI 群と FI 群における調査及び測定時の学年を示した。

[] 内は CI 群と FI 群における集団食事指導の累計回数を示した。

†: 保護者同席の下で集団食事指導を行った。

表 2 栄養介入における調査及び測定項目

項目	身体組成	栄養素等摂取状況	食意識	主観的疲労感	Hb推定値	体力	生活時間及びエネルギー消費量
BL群	○ [†]	○	○	○	○		
CI群	○ [†]	○	○	○	○		
FI群	○ [‡]	○			○	○	○

†：体組成計カラダスキャン HBF-362（オムロン社）を用いた。

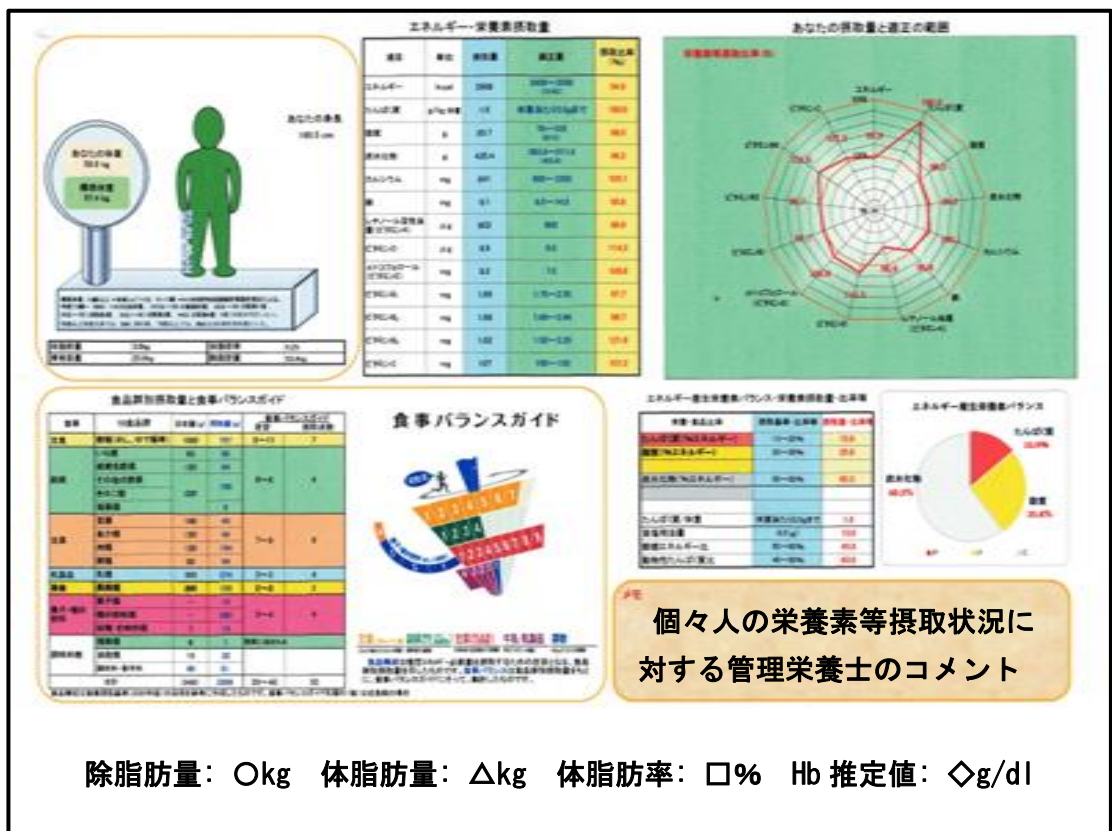
‡：高精度筋量計 Physion MD（ファイジオン社）を用いた。

表3 CI群とFI群に対する集団食事指導の概要

実施年	実施月	対象者	主な指導内容	指導内容の詳細
2014年	9月	CI群 (1)	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き ● 身体組成並びにHb値 	<p>ヒトの体内におけるエネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働きを簡潔に説明した。</p> <p>除脂肪量や筋肉量を増やしたりHb値を高めたりするために必要な栄養素や食品の例を提示した。</p>
2015年	4月 [†]	CI群 (2)	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き ● 身体組成並びにHb値 	<p>保護者同席の下での集団食事指導であったことから、現場での栄養介入の様子をスライドで示した。</p> <p>エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働きを説明した。</p> <p>除脂肪量や筋肉量を増やしたりHb値を高めたりするために必要な栄養素や食品の例を提示した。</p>
	7月	CI群 (3) FI群 (1)	<ul style="list-style-type: none"> ● 栄養フルコース型の食事 ● 補食の摂り方 	<p>多くの競技スポーツで推奨されている栄養フルコース型の食事を紹介し、主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品及び果物の1日あたりの摂取目標量（主食：7～10 SV、副菜：6～8 SV、主菜：6～8 SV、牛乳・乳製品：3～4 SV、果物：2～3 SV）を提示した。</p> <p>トレーニング前後における補食におにぎりを食べることを習慣化するように提案した。</p>
	9月	CI群 (4) FI群 (2)	<ul style="list-style-type: none"> ● 試合期における食事の摂り方 ● 水分補給の方法 	<p>試合の2～3日前から炭水化物を多く含んだ食事を摂ることや試合当日には脂質や繊維質が多い食品の摂取を控えて炭水化物を中心に消化吸収が早い食品を摂ることを指導した。</p> <p>トレーニング時の水分補給について、飲料の種類、温度、飲水量及び飲水タイミングなどを提示した。</p>
	11月	CI群 (5) FI群 (3)	<ul style="list-style-type: none"> ● これまでの指導内容の要点 	<p>栄養フルコース型の食事やトレーニング前後における補食の摂り方などを再度指導した。</p>
2016年	4月 [†]	FI群 (4)	<ul style="list-style-type: none"> ● 栄養フルコース型の食事 ● 補食の摂り方 ● 試合期における食事の摂り方 	<p>保護者同席の下での集団食事指導であったことから、現場での栄養介入の様子をスライドで示した。</p> <p>栄養フルコース型の食事を紹介した。また、トレーニング前後における補食におにぎりを食べることや試合の2～3日前から炭水化物を多く含んだ食事を摂ることなどを指導した。</p>
	7月	FI群 (5)	<ul style="list-style-type: none"> ● コンビニエンスストア利用時における食品の選び方 	<p>コンビニエンスストア利用時において、おにぎり、パン、麺類などの主食だけでなく、野菜サラダなどの副菜、缶で卵や魚肉ソーセージなどの主菜、牛乳・乳製品や果物の購入を勧め、栄養フルコース型の食事を摂るように指導した。</p>
	10月	FI群 (6)	<ul style="list-style-type: none"> ● 炭水化物・糖質の働きと菓子類及び清涼飲料水の摂り方 	<p>炭水化物が糖質と食物繊維の総称であることや運動中の糖質摂取が全身持久力に及ぼす影響などを説明した。</p> <p>菓子類及び清涼飲料水に含まれる異性化糖について説明し、トレーニング前後の補食やトレーニング時の水分補給に適した食品を対象者に考えさせた。</p>

() 内はCI群とFI群における集団食事指導の累計回数を示した。

†：保護者同席の下で集団食事指導を行った。



資料1 CI群に対する調査及び測定結果のフィードバック資料の一例

エネルギー栄養素摂取量

項目	単位	摂取量	摂取率	摂取比率 (%)
エネルギー	kcal	2068	999~2200	100.0
たんぱく質	g/100kcal	17.8	16.5~20.0	100.0
脂質	g	65.7	55~75	100.0
炭水化物	g	425.4	352~513.4	100.0
ナトリウム	mg	891	600~1200	100.0
鉄	mg	9.1	8.0~10.0	100.0
ビタミンB1	mg	60.0	60.0	100.0
ビタミンB2	mg	4.3	4.0	100.0
ビタミンB6	mg	3.2	3.0	100.0
ビタミンB12	μg	1.89	1.5~2.0	100.0
ビタミンE	mg	1.88	1.6~2.0	100.0
ビタミンK	mg	1.60	1.0~2.0	100.0
ビタミンC	mg	167	100~150	100.0

あなたの摂取量と適正の範囲

食品別摂取量と食事バランスガイド

食品	摂取量	摂取率	摂取率 (%)
穀類	206.8	100.0	100.0
肉類	103.4	100.0	100.0
魚介類	103.4	100.0	100.0
卵	103.4	100.0	100.0
豆類	103.4	100.0	100.0
乳類	103.4	100.0	100.0
油脂類	103.4	100.0	100.0
野菜類	103.4	100.0	100.0
果実類	103.4	100.0	100.0
海藻類	103.4	100.0	100.0
飲料類	103.4	100.0	100.0

食事バランスガイド

エネルギー栄養素摂取量と食事バランス

項目	摂取量	摂取率	摂取率 (%)
エネルギー	2068	100.0	100.0
たんぱく質	103.4	100.0	100.0
脂質	65.7	100.0	100.0
炭水化物	425.4	100.0	100.0
ナトリウム	891	100.0	100.0
鉄	9.1	100.0	100.0
ビタミンB1	60.0	100.0	100.0
ビタミンB2	4.3	100.0	100.0
ビタミンB6	3.2	100.0	100.0
ビタミンB12	1.89	100.0	100.0
ビタミンE	1.88	100.0	100.0
ビタミンK	1.60	100.0	100.0
ビタミンC	167	100.0	100.0

エネルギー栄養素摂取量バランス

個々人の栄養素等摂取状況に対する管理栄養士のコメント

背筋力: ○kg 垂直跳躍高: △kg 無酸素性パワー: □W Hb 推定値: ◇g/dl

電極貼付位置 & 測定経過表示

READY Physion 15/05/26 14:53

遠位 BI 測定値

RA: 235.8	LA: 230.6
RL: 228.5	LL: 215.7
TR: 26.4	[Ω]

近位 BI 測定値

RUA: 114.2	LUA: 127.0
RFL: 59.1	LFL: 54.4
TR: 26.4	[Ω]

ADL Index

<左>	<右>
大腿四頭筋筋量: 2.14kg	2.00kg
大腿四頭筋最大筋力: 63.30kg	59.16kg
体重支持指数(WBI): 1.013	0.947

体組成電源 OK

体組成測定結果

BMI: 21.1 体重: 62.5 kg

脂肪: 6.9 kg (11.0%)

水分: 40.7 kg (65.1%)

除脂肪: 55.6 kg (89.0%)

骨: 11.9 kg (19.0%)

基礎代謝量: 1489 kcal/day

肥満度: -4.1 %

四肢・体幹筋肉量 & バランス

部位	左 [kg]	右 [kg]	左/右 (%)
上腕	0.60	0.69	87.0
前腕	0.61	0.56	108.9
上肢	1.21	1.25	96.8
大腿	4.29	4.01	107.0
下腿	1.48	1.41	105.0
下肢	5.77	5.42	106.5
体幹	6.10	6.7	91.3

資料 2 FI 群に対する調査及び測定結果のフィードバック資料の一例

表 4 BL 群の身体組成

項目	(単位)	1年次 [17]	2年次 [15]	3年次 [11]
身長	(cm)	170 ± 6	167 ± 4	171 ± 5
体重	(kg)	58.8 ± 6.1	58.8 ± 6.0	63.1 ± 5.4
骨格筋量	(kg)	22.6 ± 1.9 ^{ab}	22.1 ± 1.8 ^a	24.0 ± 1.9 ^b
骨格筋率	(%)	38.5 ± 1.6	37.6 ± 1.4	38.0 ± 1.5
体脂肪量	(kg)	6.8 ± 2.6	7.2 ± 2.6	7.4 ± 2.9
体脂肪率	(%)	11.4 ± 3.1	12.0 ± 3.0	11.5 ± 3.9
除脂肪量	(kg)	52.0 ± 4.0 ^a	51.7 ± 4.0 ^a	55.7 ± 3.6 ^b
身長あたり除脂肪量	(kg/m)	30.6 ± 1.7 ^a	30.9 ± 2.2 ^{ab}	32.5 ± 1.6 ^b

[]内は人数を示した

身体組成の値は平均±標準偏差で示した。

ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

表 5 CI 群の身体組成

n=9

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
身長	(cm)	170 ± 6	171 ± 6	172 ± 6
体重	(kg)	57.5 ± 4.7	60.2 ± 4.7	61.8 ± 4.8
骨格筋量	(kg)	22.3 ± 1.8	23.0 ± 1.7	23.7 ± 1.7
骨格筋率	(%)	38.7 ± 1.4	38.3 ± 0.9	38.4 ± 1.0
体脂肪量	(kg)	6.3 ± 1.8	7.3 ± 1.7	7.1 ± 1.4
体脂肪率	(%)	10.9 ± 2.5	12.0 ± 2.2	11.5 ± 2.0
除脂肪量	(kg)	51.2 ± 3.7	53.0 ± 3.6	54.7 ± 3.7
身長あたり除脂肪量	(kg/m)	30.1 ± 1.3 ^c	31.0 ± 1.2 ^{cd}	31.9 ± 1.2 ^d

身体組成の値は平均±標準偏差で示した。

cd: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

表 6 BL 群の栄養素等摂取量及び
食事バランスガイド料理区分別摂取点

項目	(単位)	1年次 [17]	2年次 [15]	3年次 [11]
エネルギー	(kcal/日)	3432 ± 477	3085 ± 596	3158 ± 529
たんぱく質	(g/日)	134 ± 27 ^a	108 ± 22 ^b	129 ± 32 ^{ab}
脂質	(g/日)	113 ± 34	91 ± 28	104 ± 29
炭水化物	(g/日)	452 ± 75	443 ± 92	405 ± 59
食物繊維	(g/日)	18 ± 6	16 ± 5	14 ± 4
ビタミンB ₁	(mg/日)	1.7 ± 0.5	1.4 ± 0.4	1.6 ± 0.5
ビタミンC	(mg/日)	144 ± 55	188 ± 153	150 ± 82
カルシウム	(mg/日)	780 ± 296	620 ± 255	655 ± 302
鉄	(mg/日)	11.1 ± 2.7	9.2 ± 2.3	10.2 ± 3.0
たんぱく質エネルギー比率	(%/日)	15.6 ± 2.1 ^{ab}	14.0 ± 1.1 ^a	16.3 ± 2.8 ^b
脂質エネルギー比率	(%/日)	29.4 ± 6.6	26.2 ± 5.3	29.4 ± 4.7
炭水化物エネルギー比率	(%/日)	53.0 ± 8.0	57.6 ± 4.3	51.7 ± 5.3
体重あたりエネルギー	(kcal/kg/日)	59.2 ± 11.4	53.0 ± 11.5	50.8 ± 11.9
体重あたりたんぱく質	(g/kg/日)	2.3 ± 0.5 ^a	1.8 ± 0.4 ^b	2.1 ± 0.6 ^{ab}
体重あたり脂質	(g/kg/日)	2.0 ± 0.6	1.5 ± 0.5	1.7 ± 0.6
体重あたり炭水化物	(g/kg/日)	7.8 ± 1.7	7.6 ± 1.8	6.5 ± 1.4
主食	(SV/日)	8.5 ± 1.9	8.5 ± 1.7	7.6 ± 2.0
副菜	(SV/日)	4.8 ± 1.4	4.6 ± 1.3	5.1 ± 2.6
主菜	(SV/日)	12.6 ± 4.3	9.8 ± 2.2	12.6 ± 5.2
牛乳・乳製品	(SV/日)	4.2 ± 2.6	2.9 ± 1.9	3.1 ± 3.3
果物	(SV/日)	1.4 ± 1.3	1.4 ± 1.5	1.0 ± 0.9

[]内は人数を示した。

栄養素等摂取量及び摂取点数は3日間の平均値と標準偏差で示した。

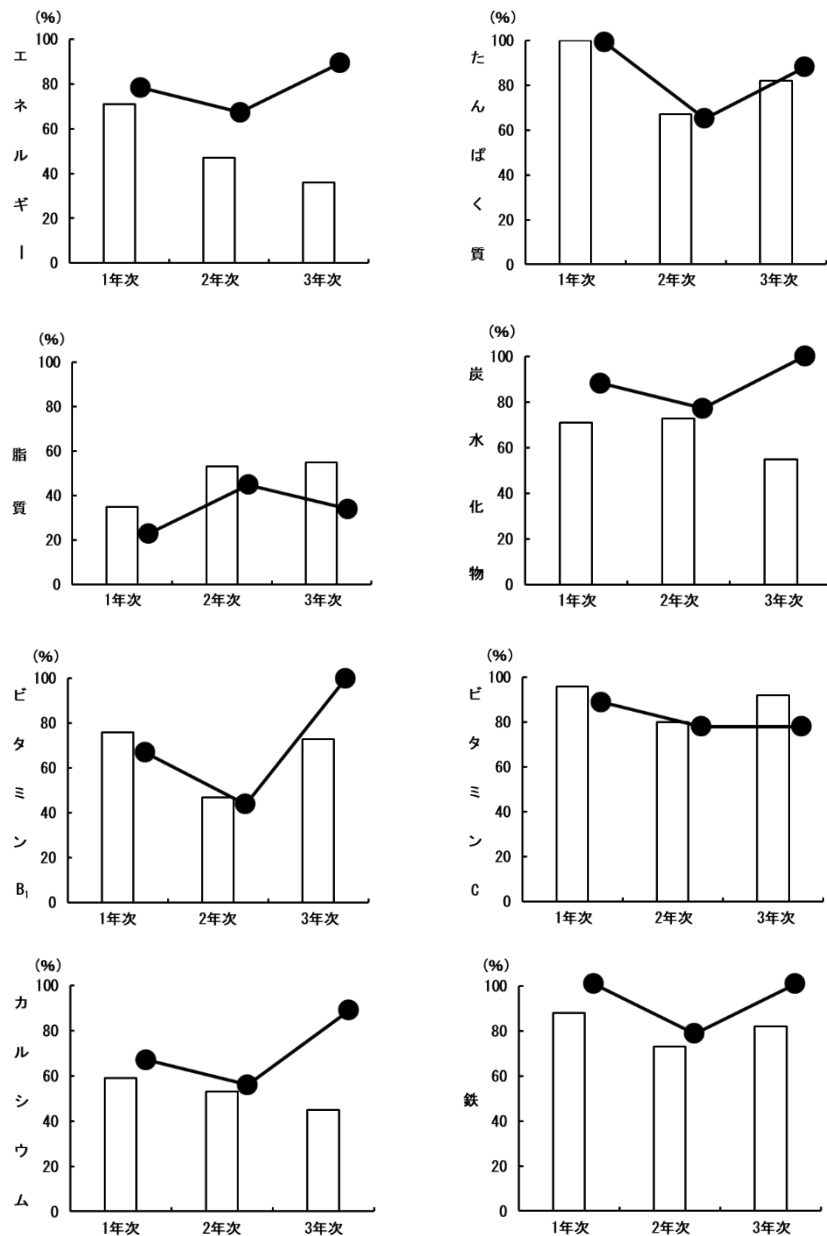
ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

表7 CI群の栄養素等摂取量及び
食事バランスガイド料理区分別摂取点

n=9

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
エネルギー	(kcal/日)	3533	± 593	3411	± 760	3685	± 645
たんぱく質	(g/日)	136	± 26	127	± 36	141	± 31
脂質	(g/日)	108	± 37	107	± 44	107	± 27
炭水化物	(g/日)	495	± 68	467	± 74	521	± 92
食物繊維	(g/日)	20	± 6	19	± 11	21	± 6
ビタミンB ₁	(mg/日)	1.6	± 0.4	1.5	± 0.8	1.9	± 0.5
ビタミンC	(mg/日)	157	± 69	130	± 60	135	± 49
カルシウム	(mg/日)	860	± 339	848	± 488	869	± 278
鉄	(mg/日)	12.1	± 2.1	11.8	± 5.0	13.3	± 3.5
たんぱく質エネルギー比率	(%/日)	15.3	± 1.7	14.7	± 1.6	15.3	± 2.7
脂質エネルギー比率	(%/日)	26.7	± 6.2	27.4	± 5.3	26.0	± 3.1
炭水化物エネルギー比率	(%/日)	56.3	± 7.1	55.6	± 5.7	56.7	± 5.0
体重あたりエネルギー	(kcal/kg/日)	62.5	± 13.0	56.7	± 11.9	59.9	± 11.7
体重あたりたんぱく質	(g/kg/日)	2.4	± 0.5	2.1	± 0.6	2.3	± 0.5
体重あたり脂質	(g/kg/日)	1.9	± 0.7	1.8	± 0.7	1.7	± 0.5
体重あたり炭水化物	(g/kg/日)	8.7	± 1.5	7.8	± 1.3	8.5	± 1.7
主食	(SV/日)	9.2	± 2.0	8.7	± 1.1	9.3	± 1.7
副菜	(SV/日)	5.0	± 1.2	5.2	± 1.5	5.4	± 1.2
主菜	(SV/日)	12.6	± 3.3	10.8	± 3.4	13.0	± 5.3
牛乳・乳製品	(SV/日)	4.8	± 3.0	3.9	± 3.6	3.5	± 1.9
果物	(SV/日)	1.9	± 1.5	0.9	± 0.8	1.8	± 1.1

栄養素等摂取量及び摂取点数は3日間の平均値と標準偏差で示した。



**図1 BL群とCI群における
栄養素等の適正量摂取者の割合**

□ BL群 (n=1年次17, 2年次15, 3年次11)

● CI群 (n=9)

適正量摂取の割合は日本人の食事摂取基準 2015年版を参照して算出した。

エネルギーの適正量摂取者：推定エネルギー必要量（身体活動レベルⅢ）を上回った者

たんぱく質及び炭水化物の適正量摂取者：目標量の下限値を上回った者

脂質の適正量摂取者：目標量の範囲内であった者

ビタミン及びミネラル類の適正量摂取者：推定平均必要量を上回った者

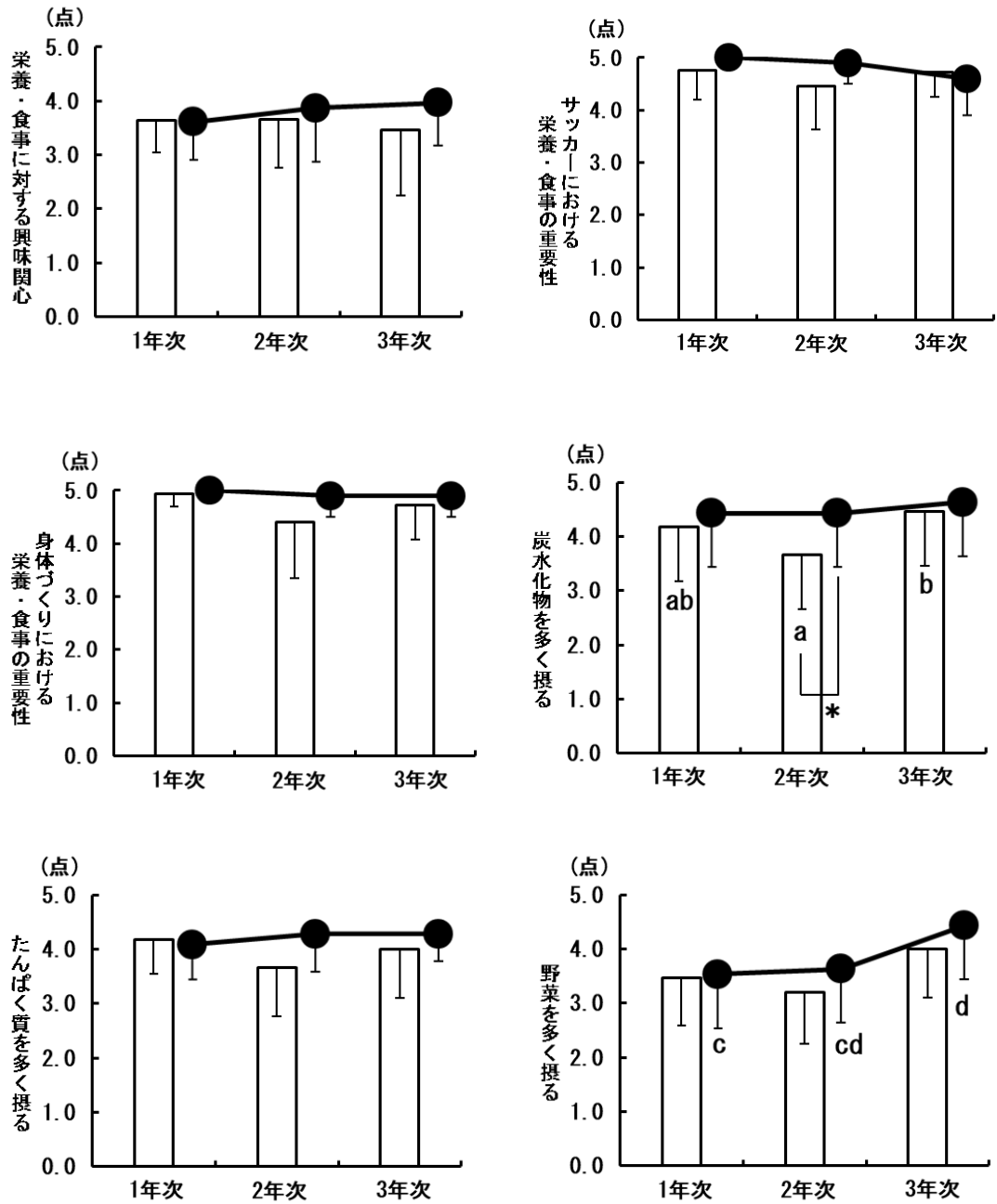


図2 BL群とCI群の食意識

□ BL群 (n=1年次17, 2年次15, 3年次11)

● CI群 (n=9)

ab: BL群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

cd: CI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

*: BL群とCI群の間に有意水準5%未満の差があった。

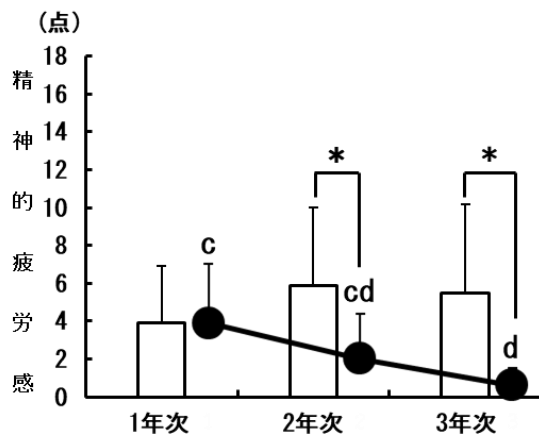
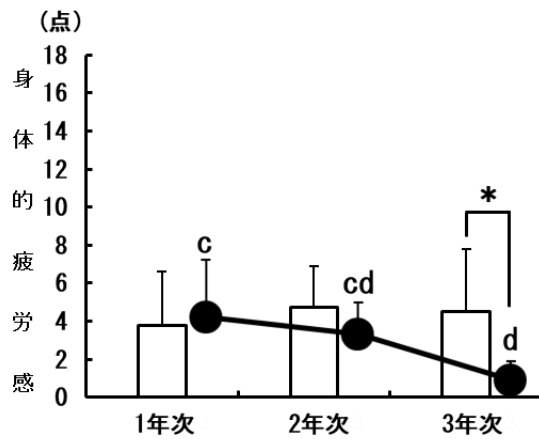
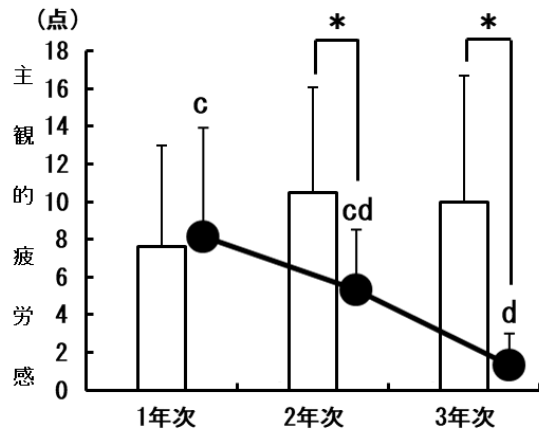


図3 BL 群と CI 群の主観的疲労感

□ BL 群 (n=1 年次 17, 2 年次 15, 3 年次 11)

● CI 群 (n=9)

cd: CI 群における同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

*: BL 群と CI 群の間に有意水準 5%未満の差があった。

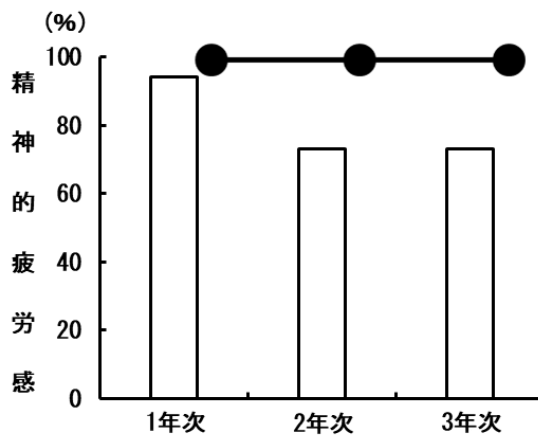
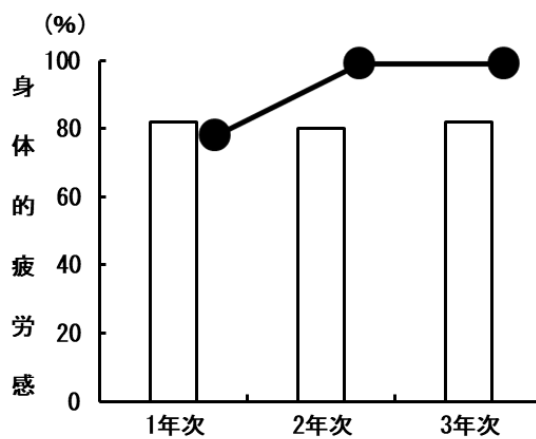
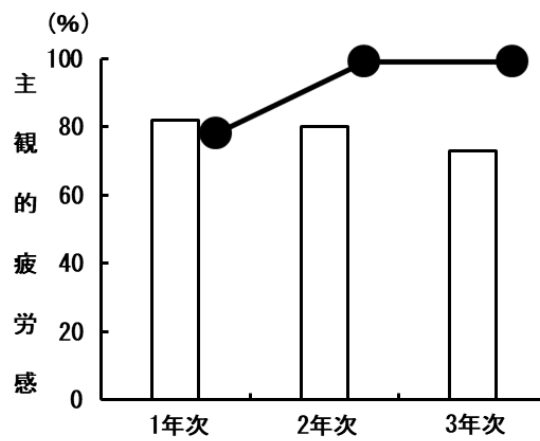


図4 BL 群と CI 群における
主観的疲労感の正常範囲者の割合

□ BL 群 (n=1 年次 17, 2 年次 15, 3 年次 11)
● CI 群 (n=9)

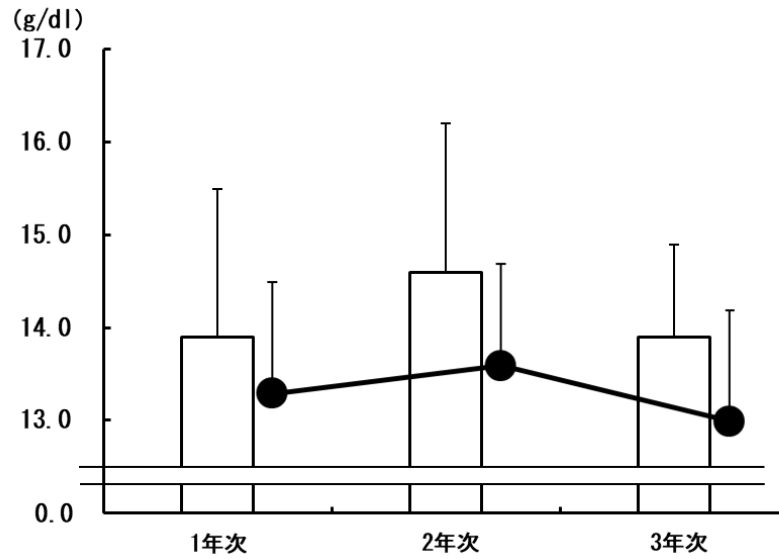


図5 BL 群と CI 群の Hb 推定値

□ BL 群 (n=1 年次 17, 2 年次 15, 3 年次 11)
 ● CI 群 (n9)

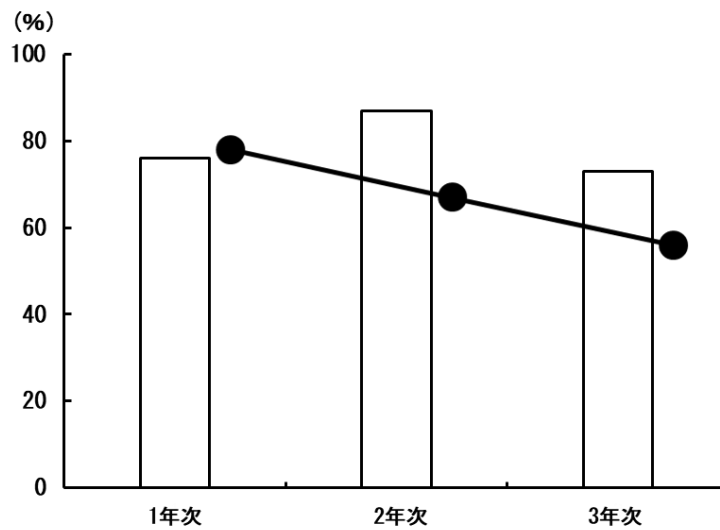


図6 BL 群と CI 群における Hb 推定値の正常範囲者の割合

□ BL 群 (n=1 年次 17, 2 年次 15, 3 年次 11)
 ● CI 群 (n=9)

Hb 推定値 ≥ 13.0 g/dl の者を正常範囲者とした。

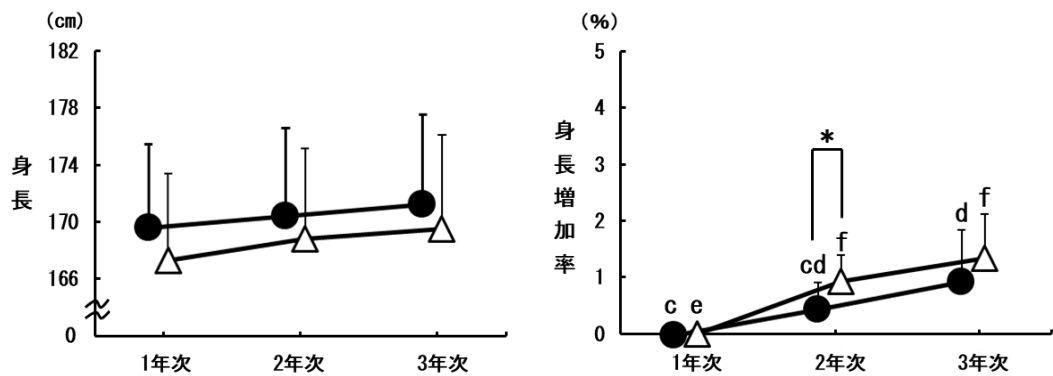


図7 CI群とFI群における身長及び身長増加率

● CI群 (n9) △ FI群 (n13)

cd: CI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

ef: FI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

*: CI群とFI群の間に有意水準5%未満の差があった。

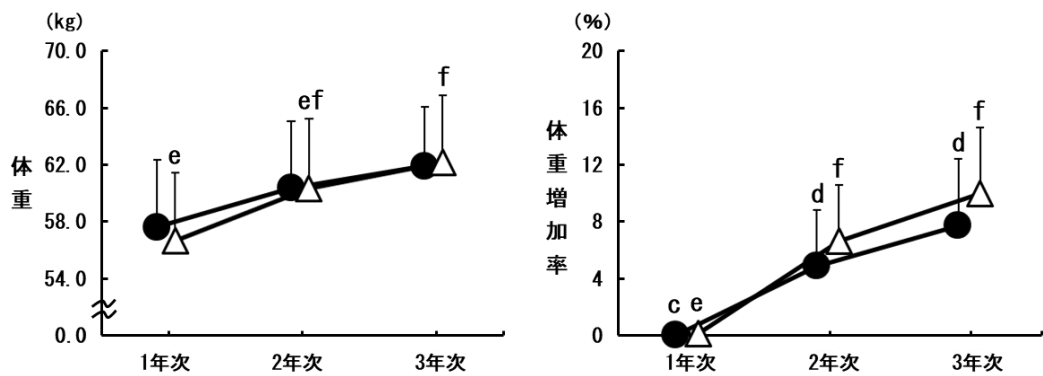


図8 CI群とFI群における体重及び体重増加率

● CI群 (n9) △ FI群 (n13)

cd: CI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

ef: FI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

表 8 FI 群の栄養素等摂取量及び
食事バランスガイド料理区分別摂取点

n=13

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
エネルギー	(kcal/日)	2980	± 437	3259	± 455	3278	± 316
たんぱく質	(g/日)	114	± 22	119	± 20	123	± 19
脂質	(g/日)	96	± 20	98	± 18	98	± 22
炭水化物	(g/日)	398	± 74	458	± 81	455	± 41
食物繊維	(g/日)	16	± 5	15	± 4	17	± 4
ビタミンB ₁	(mg/日)	1.6	± 0.5	1.5	± 0.4	1.7	± 0.7
ビタミンC	(mg/日)	88	± 60	105	± 36	123	± 85
カルシウム	(mg/日)	632	± 322	780	± 391	766	± 324
鉄	(mg/日)	10.7	± 3.1	10.0	± 2.0	12.1	± 3.6
たんぱく質エネルギー比率	(%/日)	15.3	± 1.6	14.7	± 1.6	15.0	± 1.7
脂質エネルギー比率	(%/日)	28.9	± 4.1	27.1	± 3.9	26.6	± 4.1
炭水化物エネルギー比率	(%/日)	53.3	± 5.0	56.2	± 4.7	56.3	± 4.4
体重あたりエネルギー	(kcal/kg/日)	52.7	± 8.0	54.2	± 8.8	52.9	± 6.7
体重あたりたんぱく質	(g/kg/日)	2.0	± 0.4	2.0	± 0.4	2.0	± 0.3
体重あたり脂質	(g/kg/日)	1.7	± 0.4	1.6	± 0.3	1.6	± 0.4
体重あたり炭水化物	(g/kg/日)	7.0	± 1.3	7.6	± 1.5	7.3	± 0.7
主食	(SV/日)	7.6	± 1.1	8.8	± 1.9	8.4	± 1.9
副菜	(SV/日)	4.3	± 1.5 ^{ef}	3.7	± 1.2 ^e	5.3	± 1.7 ^f
主菜	(SV/日)	10.2	± 2.7 ^e	10.4	± 2.3 ^e	13.1	± 2.8 ^f
牛乳・乳製品	(SV/日)	2.5	± 2.4	3.7	± 3.6	2.9	± 2.5
果物	(SV/日)	0.5	± 0.7	0.8	± 0.7	0.8	± 0.9

栄養素等摂取量及び摂取点数は3日間の平均値と標準偏差で示した。

ef: 同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

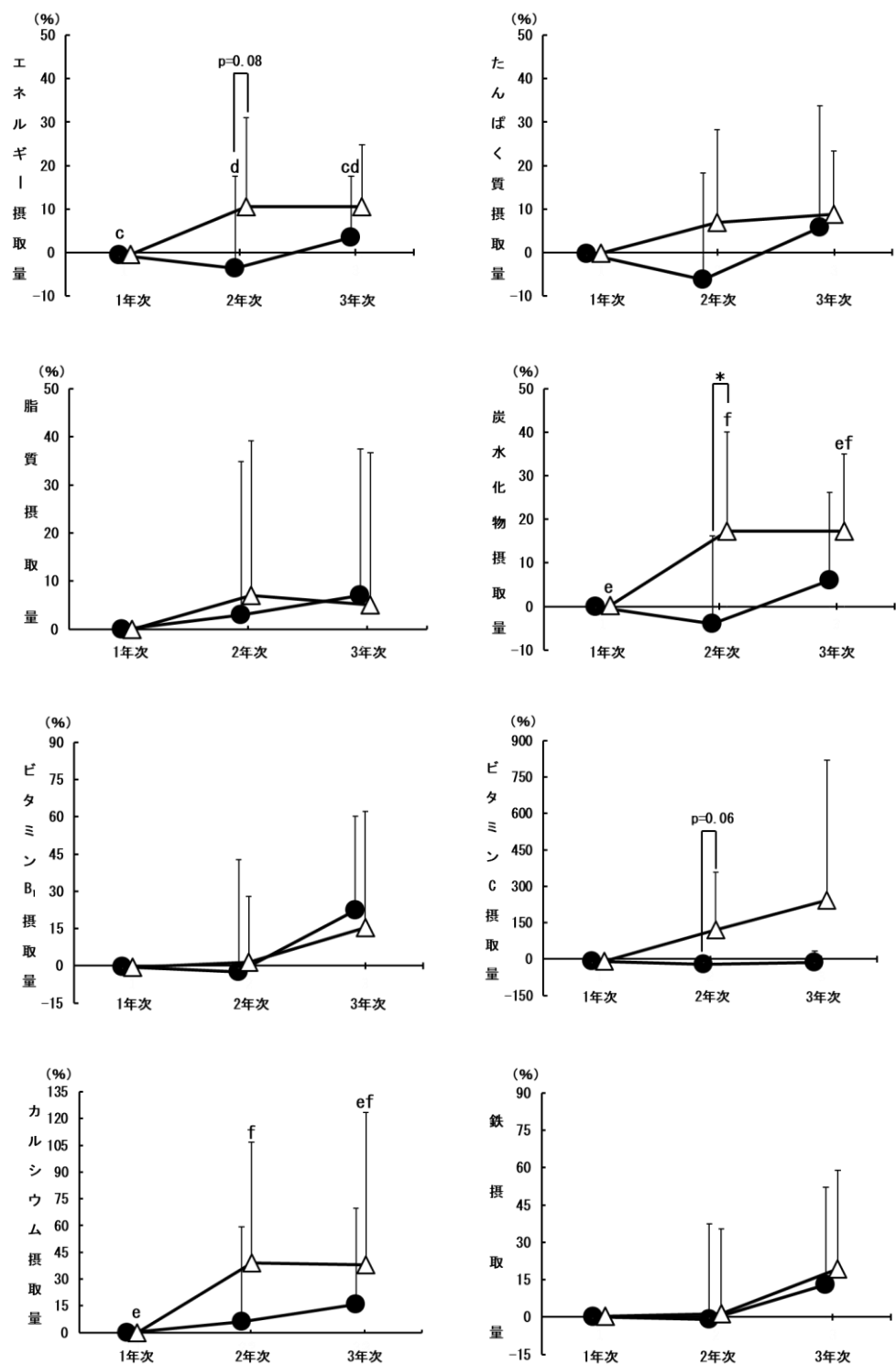


図9 CI群とFI群における栄養素等摂取量の増減率

● CI群 (n9)

△ FI群 (n13)

cd: CI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

ef: FI群における同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

*: CI群とFI群の間に有意水準5%未満の差があった。

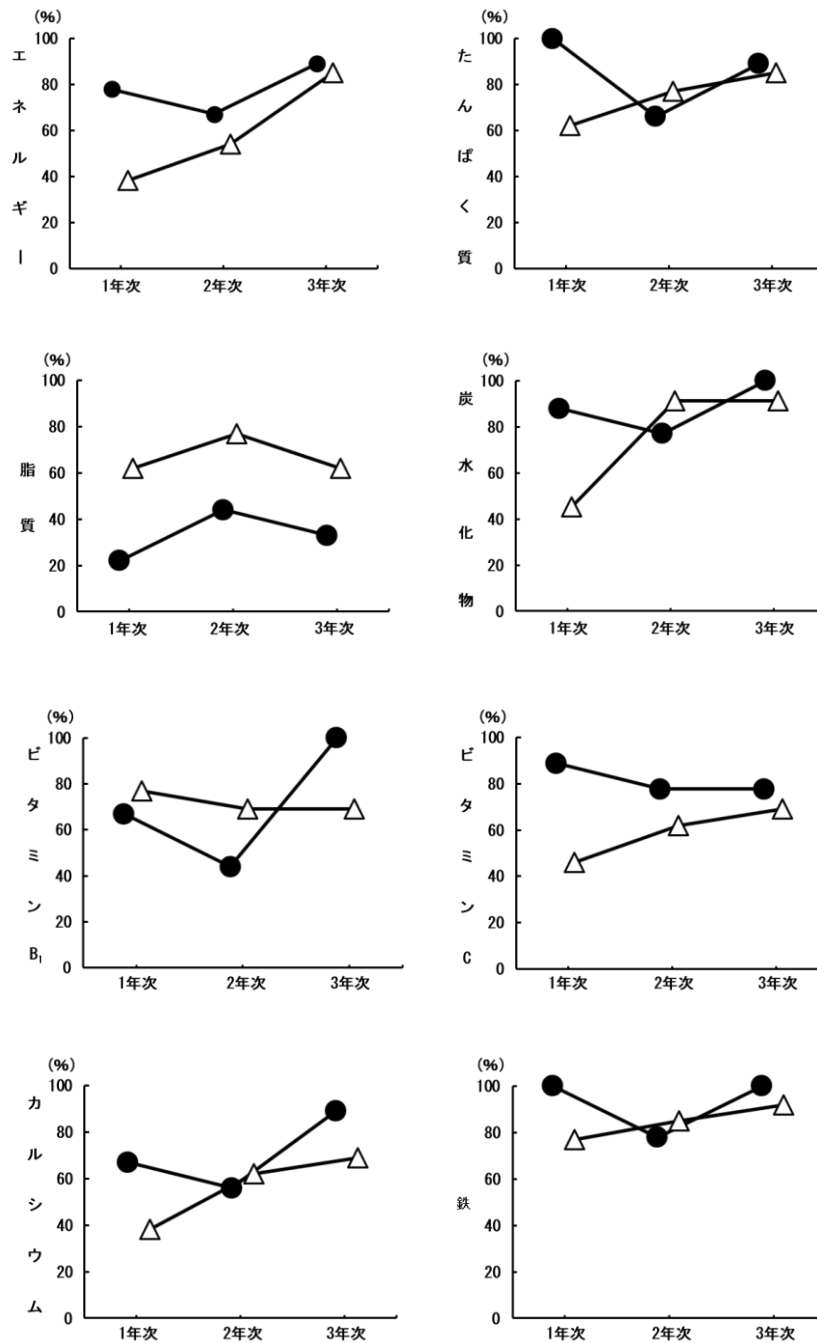


図 10 CI 群と FI 群における
栄養素等の適正量摂取者の割合

● CI 群 (n9) △ FI 群 (n13)

適正量摂取の割合は日本人の食事摂取基準 2015 年版を参照に算出した。

エネルギーの適正量摂取者：推定エネルギー必要量（身体活動レベルⅢ）を上回った者

たんぱく質及び炭水化物の適正量摂取者：目標量の下限値を上回った者

脂質の適正量摂取者：目標量の範囲内であった者

ビタミン及びミネラル類の適正量摂取者：推定平均必要量を上回った者

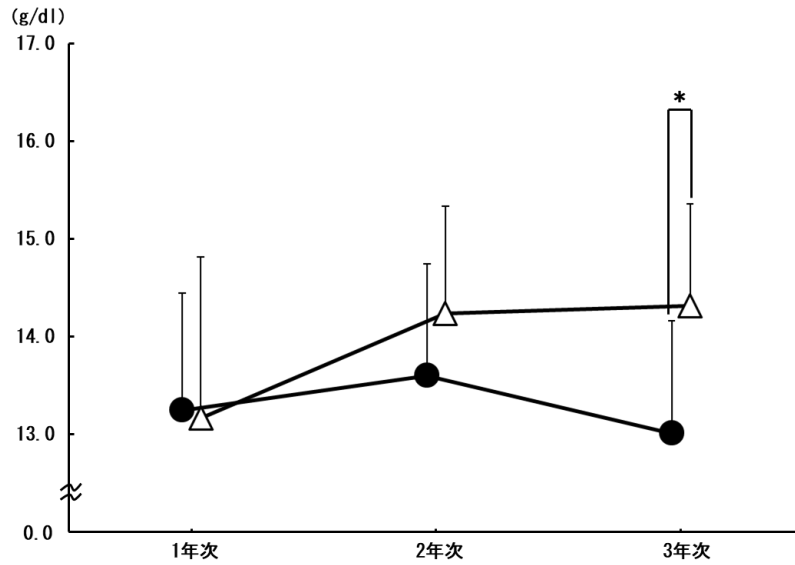


図 11 CI 群と FI 群の Hb 推定値

● CI 群 (n9) △ FI 群 (n13)

*: CI 群と FI 群の間に有意水準 5%未満の差があった。

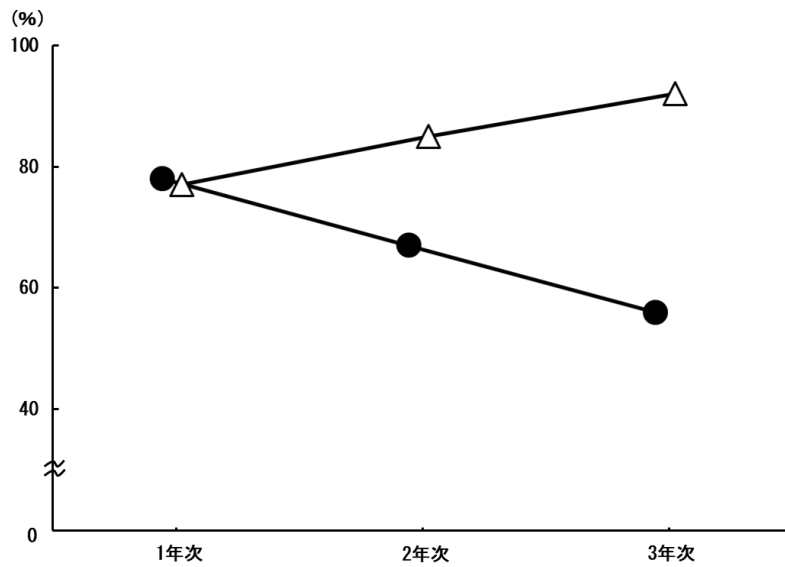


図 12 CI 群と FI 群における
Hb 推定値の正常範囲者の割合

● CI 群 (n9) △ FI 群 (n13)

Hb 推定値 ≥ 13.0 g/dl の者を正常範囲者とした。

表 9 FI 群の身体組成

n=13

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
身長	(cm)	168 ± 6	169 ± 6	170 ± 7
体重	(kg)	56.8 ± 4.8 ^e	60.4 ± 4.9 ^{ef}	62.2 ± 4.7 ^f
骨格筋量	(kg)	25.0 ± 2.4	25.9 ± 2.3	26.7 ± 2.7
骨格筋率	(%)	44.2 ± 3.2	43.0 ± 3.4	43.0 ± 3.3
体脂肪量	(kg)	4.6 ± 2.8	5.9 ± 2.8	6.2 ± 2.7
体脂肪率	(%)	7.8 ± 4.3	9.5 ± 4.0	9.8 ± 3.8
除脂肪量	(kg)	52.2 ± 3.1 ^e	54.5 ± 3.2 ^{ef}	56.0 ± 3.4 ^f
身長あたり除脂肪量	(kg/m)	31.1 ± 0.9 ^e	32.2 ± 1.1 ^f	33.0 ± 1.1 ^f

身体組成の値は平均±標準偏差で示した。

ef: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

表 10 FI 群の体力測定値

n=13

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
背筋力	(kg)	110 ± 16 ^e	130 ± 16 ^f	126 ± 17 ^f
垂直跳躍高	(cm)	42 ± 4	44 ± 6	46 ± 5 [†]
下肢筋パワー	(W)	1119 ± 125 ^e	1154 ± 98 ^{ef}	1244 ± 157 ^f
上体起こし	(回/30秒)	33 ± 3 ^e	37 ± 3 ^f	39 ± 2 ^f

体力測定値は平均±標準偏差で示した。

垂直跳躍高はカウンタームーブメントジャンプ (CMJ) の値を用いた。

下肢筋パワーは階段駆け上がりテスト (M-K test) の値を用いて算出した。

ef: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

†: p=0.06 (vs. 1年次の垂直跳躍高)

表 11 FI 群の生活時間

n=13

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
起床	(時刻)	5:26	± 0:18	5:43	± 0:49	6:06	± 0:51
就寝	(時刻)	22:27	± 0:48	22:31	± 0:47	23:14	± 0:42
睡眠	(時間)	7.0	± 0.9	7.0	± 0.8	7.0	± 0.8
休養	(時間)	1.3	± 0.8	1.6	± 1.3	1.3	± 0.5
食事	(時間)	1.4	± 1.6	1.8	± 0.5	1.8	± 0.6
家庭学習	(時間)	0.7	± 0.6 ^e	1.0	± 0.8 ^e	2.9	± 1.9 ^f
部活動	(時間)	2.9	± 0.6 ^e	2.7	± 0.6 ^e	2.2	± 0.5 ^f

時刻及び数値は1週間の平均値と標準偏差で示した。

ef: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

表 12 FI 群のエネルギー消費量

n=13

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
総エネルギー消費量	(kcal/日)	3370	± 248 ^e	3391	± 231 ^e	3079	± 166 ^f
部活動時エネルギー消費量	(kcal/日)	1033	± 87 ^e	1099	± 89 ^e	956	± 57 ^f
安静時エネルギー消費量	(kcal/日)	1582	± 93	1614	± 93	1606	± 91
身体活動レベル	(PAL/日)	2.1	± 0.1 ^e	2.1	± 0.1 ^e	1.9	± 0.1 ^f

エネルギー消費量は1週間の平均値と標準偏差で示した。

部活動時エネルギー消費量は生活時間より把握した部活動実施時間から算出した。

安静時エネルギー消費量はライフコーダより出力された値を用いた。

身体活動レベルは総エネルギー消費量を安静時エネルギー消費量で除して求めた。

ef: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。



資料 3

MT 群が宿泊施設で

撮った 1 日目の夕食



資料 4

MT 群が宿泊施設で

撮った 2 日目の朝食



資料 5

MT 群が移動中のバス内

で撮った 2 日目の昼食

表 13 TR 群と MT 群の身体組成

項目	(単位)	TR群 [7]			MT群 [9]		
身長	(cm)	170	±	4	171	±	6
体重	(kg)	59.7	±	2.6	64.4	±	7.5
骨格筋量	(kg)	26.6	±	1.7	27.4	±	2.7
骨格筋率	(%)	44.5	±	3.1	42.7	±	2.0
体脂肪量	(kg)	4.6	±	1.6	7.2	±	3.8
体脂肪率	(%)	7.6	±	2.5	10.8	±	4.8
除脂肪量	(kg)	55.2	±	1.9	57.2	±	4.1
身長あたり除脂肪量	(kg/m)	32.5	±	0.9	33.4	±	1.7

[]内は人数を示した。

身体組成の値は平均±標準偏差で示した。

表 14 TR 群と MT 群の栄養素等摂取量

項目	(単位)	TR群 [7]		MT群 [9]	
エネルギー	(kcal/日)	3085	± 375	3389	± 298 [†]
たんぱく質	(g/日)	110	± 11	113	± 13
脂質	(g/日)	89	± 10	88	± 10
炭水化物	(g/日)	443	± 83	511	± 53 [‡]
食物繊維	(g/日)	17	± 2 ^a	12	± 2 ^b
ビタミンB ₁	(mg/日)	1.5	± 0.3 [‡]	1.2	± 0.1
ビタミンC	(mg/日)	136	± 53 ^a	55	± 23 ^b
カルシウム	(mg/日)	734	± 172 ^a	538	± 159 ^b
鉄	(mg/日)	9.5	± 1.6 ^a	8.1	± 0.7 ^b
たんぱく質エネルギー比率	(%/日)	14.4	± 1.8	13.4	± 0.8
脂質エネルギー比率	(%/日)	26.1	± 3.7	23.4	± 2.5
炭水化物エネルギー比率	(%/日)	57.2	± 4.4	60.3	± 2.4
体重あたりエネルギー	(kcal/kg/日)	51.6	± 4.9	53.1	± 6.3
体重あたりたんぱく質	(g/kg/日)	1.8	± 0.2	1.8	± 0.2
体重あたり脂質	(g/kg/日)	1.5	± 0.2	1.4	± 0.2
体重あたり炭水化物	(g/kg/日)	7.4	± 1.2	8.0	± 1.0

[]内は人数を示した。

栄養素等摂取量は2日間の平均値と標準偏差で示した。

ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

†: p=0.09 (vs. TR群のエネルギー摂取量)

‡: p=0.07 (vs. TR群の炭水化物摂取量及びMT群のMT群のビタミンB₁摂取量)

表 15 TR 群と MT 群のエネルギー消費量

項目	(単位)	TR群 [7]	MT群 [9]
総エネルギー消費量	(kcal/日)	2677 ± 153 ^a	2979 ± 236 ^b
運動時エネルギー消費量	(kcal/日)	468 ± 124 ^a	764 ± 191 ^b
体重あたり総エネルギー消費量	(kcal/kg/日)	44.8 ± 2.4	46.5 ± 3.0
体重あたり運動時エネルギー消費量	(kcal/kg/日)	7.9 ± 2.2 ^a	11.9 ± 2.9 ^b

[]内は人数を示した。

エネルギー消費量は2日間の平均値と標準偏差で示した。

ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

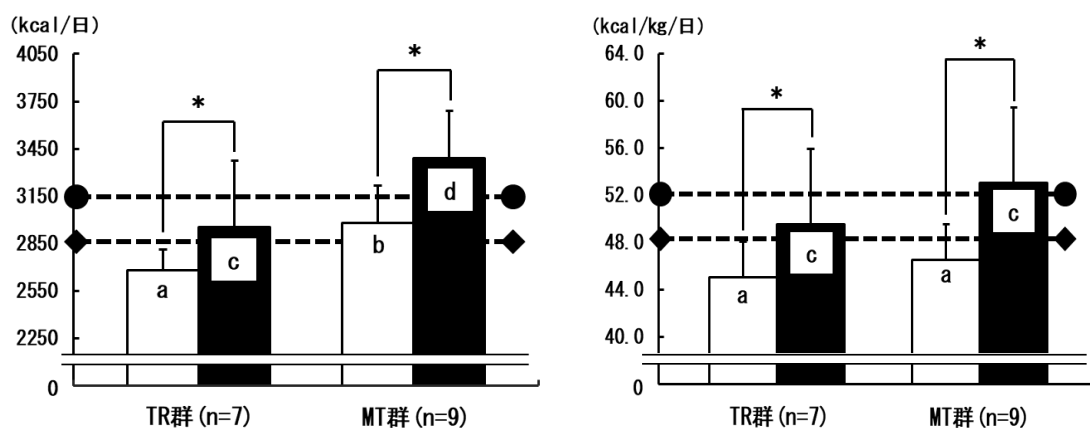


図 13 TR 群と MT 群のエネルギー収支

□ 総エネルギー消費量及び 体重あたり総エネルギー消費量
 ■ エネルギー摂取量及び 体重あたりエネルギー摂取量

● : 日本人の食事摂取基準 2015 年版における 15~17 歳男性で活動レベルが「高い」の推定エネルギー必要量 (3150 kcal/日, 52.3 kcal/kg/日)

◆ : 日本人の食事摂取基準 2015 年版における 15~17 歳男性で活動レベルが「普通」の推定エネルギー必要量 (2850 kcal, 47.7 kcal/kg/日)

ab: TR 群及び MT 群の間の異なる符号間において有意水準 5%未満の差があった。

cd: TR 群及び MT 群の間の異なる符号間において有意水準 5%未満の差があった。

*: 総エネルギー消費量とエネルギー摂取量の間及び体重あたり総エネルギー消費量と体重あたりエネルギー摂取量の間において有意水準 5%未満の差があった。

表 16 TR 群と MT 群の窒素出納

項目	(単位)	TR群 [7]	MT群 [9]
尿中総窒素量	(g/日)	5.3 ± 0.9 ^a	10.8 ± 2.2 ^b
排泄窒素量	(g/日)	6.2 ± 0.8 ^a	11.8 ± 2.3 ^b
摂取窒素量	(g/日)	17.7 ± 1.8	18.1 ± 2.0
窒素出納値	(g/日)	11.4 ± 2.4 ^a	6.4 ± 3.1 ^b

[]内は人数を示した。

窒素出納は2日間の平均値と標準偏差で示した。

排泄窒素量：尿中総窒素量と糞便中及び経皮的窒素排泄量 15 mg/kgの合計値とした。

摂取窒素量：たんぱく質摂取量を窒素たんぱく質換算係数 6.25 で除して算出した。

窒素出納値：摂取窒素量と排泄窒素量の差より求めた。

ab：同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

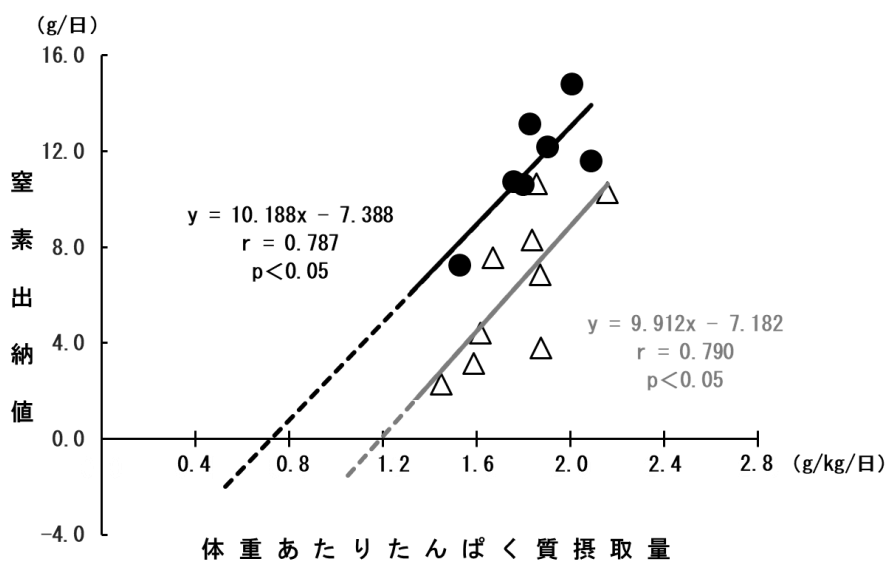


図 14 TR 群と MT 群の窒素出納値及び
体重あたりたんぱく質摂取量

● TR 群 (n7) △ MT 群 (n9)

窒素平衡維持必要量、推定平均必要量及び推奨量の算出において丸め処理には切り上げを用いた。

窒素平衡維持たんぱく質必要量：TR 群 0.8 g/kg/日, MT 群 1.2 g/kg/日

たんぱく質推定平均必要量：TR 群 0.9 g/kg/日, MT 群 1.5 g/kg/日

たんぱく質推奨量：TR 群 1.2 g/kg/日, MT 群 1.8 g/kg/日

表 17 NIP 群に対する栄養介入プロトコル

実施年	実施月	主な介入内容	介入内容の詳細
2017年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査及び測定の実施 ● 筋力トレーニングの導入 	<p>身体組成、栄養素等摂取状況、食意欲、主観的疲労感、Hb推定値及び体力</p> <p>チームスタッフ考案の筋力トレーニング（5～8 RMで自体重又はバーベルなどを用いた7～8種目のトレーニング）を週1回又は2回程度行うように提案した。</p>
	7月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（1） ・エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き ・身体組成並びにHb値 ・栄養フルコース型の食事 ● 調査及び測定結果のフィードバック 	<p>ヒトの体内におけるエネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働きを説明した。また、除脂肪量や筋肉量を増やしたりHb値を高めたりするために必要な栄養素や食品の例を提示した。</p> <p>栄養フルコース型の食事の紹介し、主食、副菜、主菜、牛乳・乳製品及び果物の1日あたりの摂取目標量（主食：7～10 SV、副菜：6～8 SV、主菜：6～8 SV、牛乳・乳製品：3～4 SV、果物：2～3 SV）を提示した。</p> <p>対象者個人に対して、主観的疲労感、Hb推定値及び体力の値と栄養素等摂取状況に対するコメントを記入した資料や身体組成の個人表を返却した。</p>
	9月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（2） ・貧血状態の予防及び改善のための食事 ・除脂肪量の増加と体力向上のための食事・運動 ● 料理レシピの提供 	<p>貧血状態の予防及び改善のために、エネルギー、たんぱく質、鉄及びビタミンGを多く含む食品を摂ることを指導した。</p> <p>身体づくりのために、トレーニング後の補食として炭水化物・糖質とたんぱく質を多く含む食品を摂ることを指導した。また、体力向上のための運動として、タバタトレーニングを紹介した。</p> <p>保護者に対する情報提供として、調理が簡易で、主にたんぱく質、ビタミンB₁、鉄及びカルシウムを強化した主菜と副菜の料理レシピを作成して配付した。</p>
2018年	10月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（3） ・疲労回復のための食事 ・食事バランスガイドより抽出された問題点に対応した栄養戦略 ● 料理レシピの提供 	<p>疲労回復のために、トレーニング後に炭水化物・糖質を多く含む食品やビタミンG、ビタミンE及びイミダゾールペプチドなどの抗酸化作用を有する食品を摂ることを指導した。</p> <p>主菜の摂取点数が高いが主食の摂取点数が低い者、主食と主菜の摂取点数が高いが副菜の摂取点数が低い者、主食や副菜及び主菜の摂取点数が高いが牛乳・乳製品と果物の摂取点数が低い者に対して、それぞれの問題点に対応した栄養戦略を提示した。</p> <p>保護者に対する情報提供として、調理が簡易で保存が利き、主にたんぱく質、ビタミンB₁、カルシウム及び鉄を強化した主菜と副菜の料理レシピを作成して配付した。</p>
	4月 [†]	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（4） ・エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働き ・身体組成並びにHb値 ・栄養フルコース型の食事 	<p>保護者同席の下での集団食事指導であったことから、現場での栄養介入の様子をスライドで示した。</p> <p>エネルギー産生栄養素とビタミン及びミネラル類の働きを説明した。</p> <p>除脂肪量や筋肉量を増やしたりHb値を高めたりするために必要な栄養素や食品の例及び栄養フルコース型の食事について説明した。</p>
	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査及び測定の実施 	<p>身体組成、栄養素等摂取状況、食意欲、主観的疲労感、Hb推定値及び体力</p>
2018年	7月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（5） ・補食の摂り方 ・コンビニエンスストア及びファーストフード店利用時における食品の選び方 ● 調査及び測定結果のフィードバック ● 指導内容のリーフレット及び料理レシピの提供 	<p>トレーニング日の補食として、エネルギー源の補給ににぎり、総菜パン、果物、100%果汁飲料、たんぱく質とカルシウムの補給に牛乳、ヨーグルト、チーズ、ビタミン類の補給に枝豆、プロコリー、ミニトマトを摂ることを勧めた。</p> <p>ファーストフード店で食事を摂る場合は、炭水化物・糖質とたんぱく質を同時に摂れる食事に加えて野菜料理も摂ることを勧めた。</p> <p>対象者個人に対して、身体組成、主観的疲労感、Hb推定値及び体力の値の推移を個人表に図で示して返却した。また、保護者に対する情報提供として、指導内容をまとめたリーフレットやトレーニング又は試合後の補食に炭水化物、たんぱく質、ビタミン及びミネラル類を同時に摂ることを目的とした料理レシピを作成して配付した。</p>
	10月	<ul style="list-style-type: none"> ● 集団食事指導（6） ・エネルギー摂取の重要性 	<p>スポーツ選手におけるエネルギー摂取の重要性（スポーツ選手に必要なエネルギー量、LEA及びRED-S）について指導し、エネルギー摂取量がエネルギー消費量を上回るように、1食あたりの食事量を増やしたりトレーニング前後に補食を摂ったりすることを提案した。</p>
2019年	5月	<ul style="list-style-type: none"> ● 調査及び測定の実施 	<p>身体組成、栄養素等摂取状況、食意欲、主観的疲労感、Hb推定値及び体力</p>

() 内は集団食事指導の累計回数を示した。

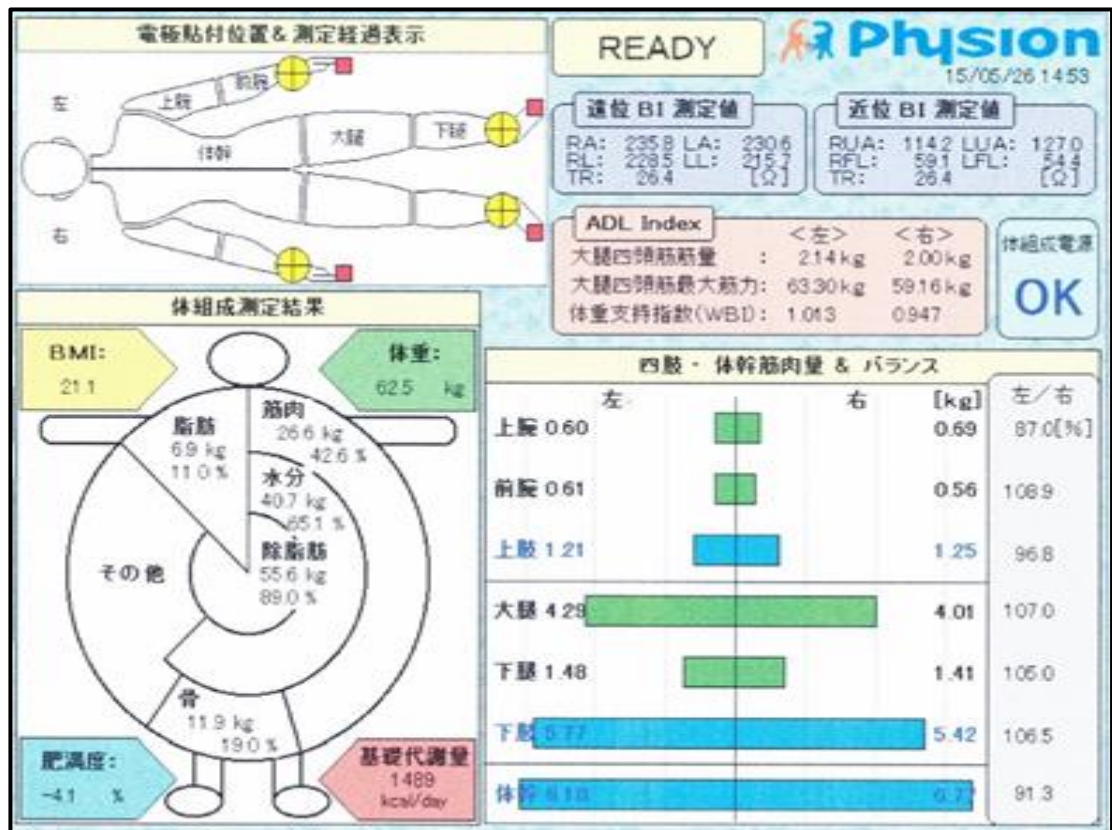
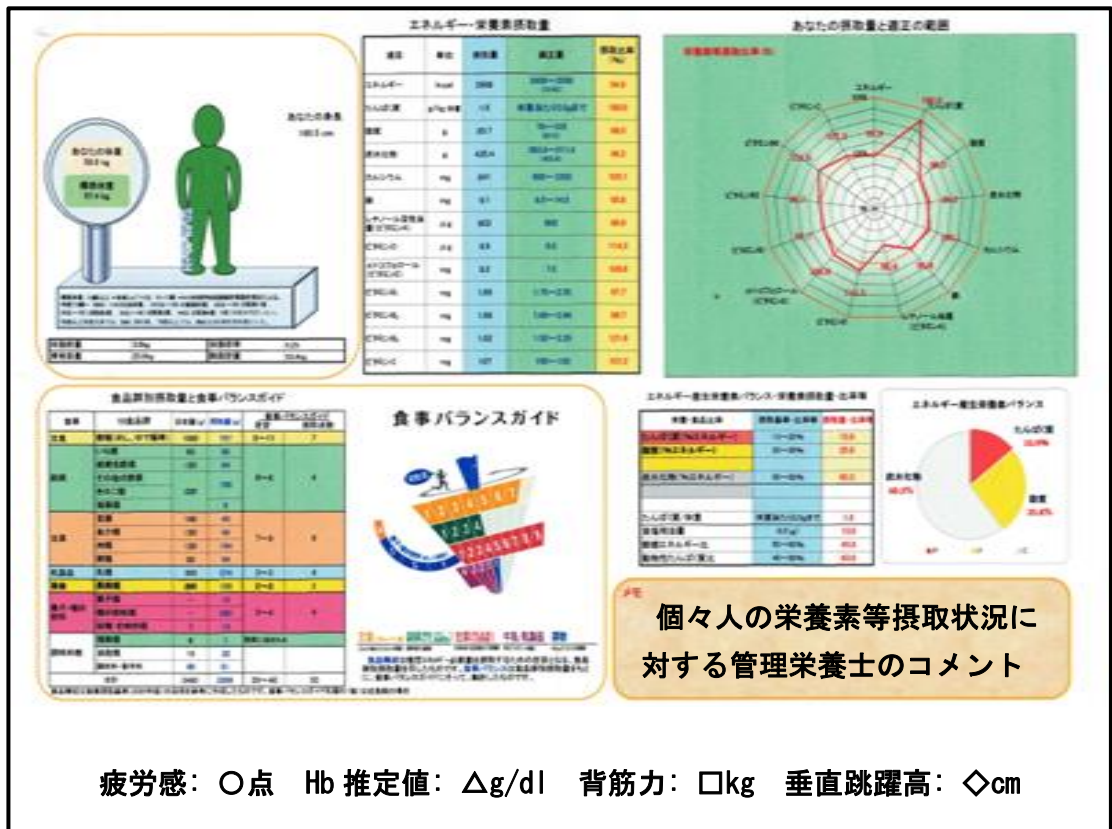
†：保護者同席の下で集団食事指導を行った。

項目	実行しようと思わない・かなり自信がない・まったく大切だと思わない	これから実行しようと思う・あまり自信がない・あまり大切だと思わない	たまに実行している・どちらでもない・どちらとも思わない	最近継続して実行している・自信がある・大切だと思う	既に継続して実行している・かなり自信がある・とても大切だと思う
1. 主食（ごはん・パン・麺）を多く食べる。	1	2	3	4	5
2. 主菜は動物性（肉・魚・卵）と植物性（豆・大豆製品）よりバランスよく食べる。	1	2	3	4	5
3. 副菜（野菜料理）を毎食1品以上食べる。	1	2	3	4	5
4. 主食・主菜・副菜が揃った食事を摂る。	1	2	3	4	5
5. 牛乳・乳製品を毎日食べる。	1	2	3	4	5
6. 果物を毎日食べる。	1	2	3	4	5
7. 栄養フルコース型の食事を摂る。	1	2	3	4	5
8. 外食時でも栄養フルコース型の食事が摂れるように食品を選択する。	1	2	3	4	5
9. 自分の運動量に見合った食事量を摂る。	1	2	3	4	5
10. 毎日決まった時刻に食事を摂る。	1	2	3	4	5
11. 欠食をしない。	1	2	3	4	5
12. 朝食を毎日必ず摂る。	1	2	3	4	5
13. 練習前後に補食を摂る（菓子パン・サプリメントは除く）。	1	2	3	4	5
14. スナック菓子、インスタント食品、清涼飲料水は控える。	1	2	3	4	5
15. 貧血予防のために、鉄を多く含む食品（肉・魚・緑黄色野菜など）を摂る。	1	2	3	4	5
16. 貧血状態の予防のために、ビタミンCを多く含む食品（緑黄色野菜・淡色野菜・柑橘系の果物など）を摂る。	1	2	3	4	5
17. 貧血予防のために、食事中はカフェインを多く含んだ飲み物（コーヒー、紅茶、ウーロン茶など）を控える。	1	2	3	4	5
18. 体重を毎日測定して記録をする。	1	2	3	4	5
19. 測定結果を基に自分の食生活及び生活習慣上の問題点を改善するよう努める。	1	2	3	4	5
20. 食生活及び生活習慣の改善にあたり、保護者の方に協力をお願いする。	1	2	3	4	5

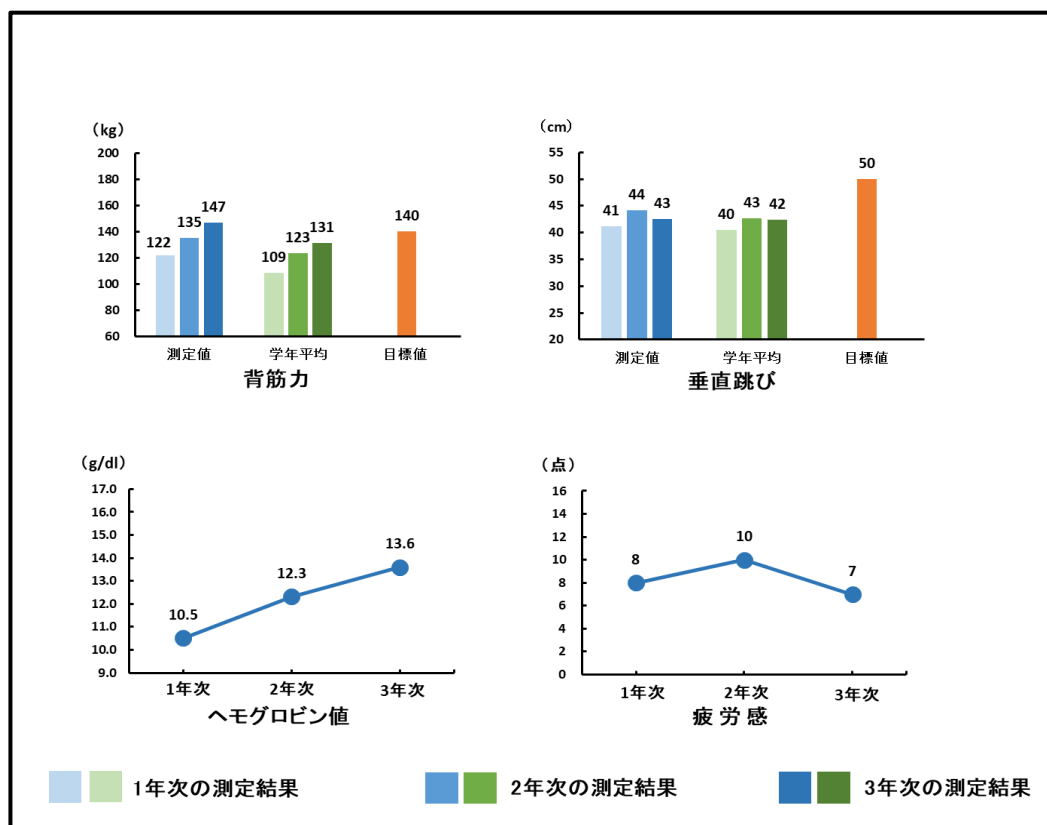
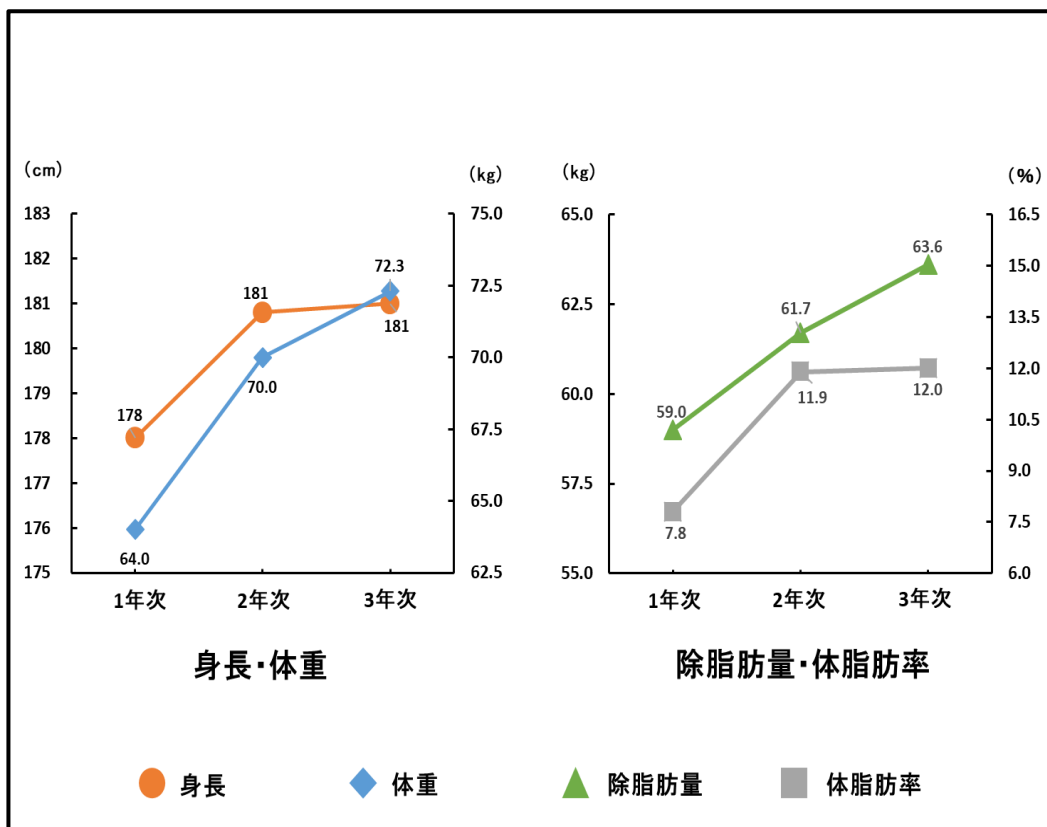
資料6 食行動の変容ステージ及び自己効力感の項目

項目	まったく そう思わない	あまり そう思わない	どちらでも ない	そう思う	とても そう思う
1. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは健康の維持・増進につながる。	0	1	2	3	4
2. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは身体づくりに欠かせない。	0	1	2	3	4
3. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは体調管理に欠かせない。	0	1	2	3	4
4. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは疲労回復につながる。	0	1	2	3	4
5. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは競技力向上につながる。	0	1	2	3	4
6. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは貧血状態の予防につながる。	0	1	2	3	4
7. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは日々の楽しみである。	0	1	2	3	4
8. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで満足感が得られる。	0	1	2	3	4
9. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで集中力がつく。	0	1	2	3	4
10. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることでよく走れるようになる。	0	1	2	3	4
11. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることはストレスになる。	0	1	2	3	4
12. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは経済的に負担だ。	0	1	2	3	4
13. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることは手間・面倒だ。	0	1	2	3	4
14. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで好きな食べ物を控えなければならない。	0	1	2	3	4
15. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで嫌いな食べ物も食べなければならない。	0	1	2	3	4
16. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで睡眠時間が短くなる。	0	1	2	3	4
17. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂ることで身体が重く感じる。	0	1	2	3	4
18. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂っても物足りなさを感じる。	0	1	2	3	4
19. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂っても競技力向上にはつながらない。	0	1	2	3	4
20. 食事量を増やす・バランスの良い食事を摂っても貧血状態の予防にはつながらない。	0	1	2	3	4

資料7 食事量を増やしたりバランスの良い食事を摂ったりすることに対する考え方の項目



資料 8 NIP 群の 1 年次における調査及び測定結果のフィードバック資料の一例



資料9 NIP群の2年次における調査及び測定結果のフィードバック資料の一例

表 18 NIP 群の身体組成

n=13

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
身長	(cm)	169 ± 6	169 ± 7	171 ± 6
体重	(kg)	60.7 ± 10.0	62.7 ± 8.6	65.9 ± 9.0
骨格筋量	(kg)	25.7 ± 4.0	26.0 ± 4.2	27.4 ± 3.6
骨格筋率	(%)	42.5 ± 3.0	41.4 ± 2.9	41.6 ± 2.6
体脂肪量	(kg)	6.1 ± 4.5	6.9 ± 2.9	8.7 ± 4.1
体脂肪率	(%)	9.2 ± 5.6	10.7 ± 3.2	12.7 ± 4.1
除脂肪量	(kg)	54.7 ± 6.0	55.8 ± 6.3	57.2 ± 5.5
身長あたり除脂肪量	(kg/m)	32.3 ± 2.7	32.9 ± 2.7	33.4 ± 2.4

身体組成の値は平均±標準偏差で示した。

表 19 NIP 群の栄養素等摂取量及び
食事バランスガイド料理区分別摂取点

n=13

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
エネルギー	(kcal/日)	2573 ± 541	3002 ± 528	3061 ± 563 [‡]
たんぱく質	(g/日)	91 ± 21	103 ± 18	101 ± 18
脂質	(g/日)	84 ± 24	83 ± 13	87 ± 17
炭水化物	(g/日)	352 ± 87 ^a	444 ± 90 ^{ab}	455 ± 115 ^b
食物繊維	(g/日)	13 ± 4	14 ± 3	15 ± 5
ビタミンB ₁	(mg/日)	1.4 ± 0.5	1.6 ± 0.5	1.5 ± 0.4
ビタミンC	(mg/日)	82 ± 41	93 ± 45	84 ± 93
カルシウム	(mg/日)	699 ± 238	670 ± 112	731 ± 187
鉄	(mg/日)	8.6 ± 3.0	8.5 ± 1.7	9.3 ± 2.7
たんぱく質エネルギー比率	(%/日)	14.2 ± 2.3	13.7 ± 1.0	13.4 ± 2.0
脂質エネルギー比率	(%/日)	29.4 ± 5.2	25.2 ± 3.6	26.1 ± 5.6
炭水化物エネルギー比率	(%/日)	54.6 ± 6.0	58.8 ± 3.5	59.0 ± 5.7
体重あたりエネルギー	(kcal/kg/日)	42.9 ± 9.3	48.0 ± 6.5	46.5 ± 5.1
体重あたりたんぱく質	(g/kg/日)	1.5 ± 0.4	1.6 ± 0.3	1.5 ± 0.2
体重あたり脂質	(g/kg/日)	1.4 ± 0.5	1.3 ± 0.3	1.3 ± 0.3
体重あたり炭水化物	(g/kg/日)	5.8 ± 1.3 ^a	7.1 ± 1.1 ^b	6.8 ± 1.2 ^{ab}
主食	(SV/日)	5.9 ± 1.9	8.3 ± 2.2 [‡]	7.8 ± 3.7
副菜	(SV/日)	3.4 ± 1.6	3.1 ± 1.2	3.1 ± 2.0
主菜	(SV/日)	8.1 ± 2.7	8.5 ± 1.8	8.2 ± 3.0
牛乳・乳製品	(SV/日)	2.3 ± 1.7	2.5 ± 1.4	2.8 ± 1.8
果物	(SV/日)	0.5 ± 0.5	0.9 ± 0.6 [†]	0.5 ± 0.5

栄養素等摂取量及び摂取点数は3日間の平均値と標準偏差で示した。

ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準5%未満の差があった。

†: p=0.09 (vs. 1年次の果物の摂取点数)

‡: p=0.07 (vs. 1年次のエネルギー摂取量及び主食の摂取点数)

表 20 NIP 群における栄養素等の適正量摂取者の割合

n=13

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
エネルギー適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	38	／ 62	46	／ 38	62	／ 38
たんぱく質適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	85	／ 15	100	／ 0	100	／ 8
脂質適正量摂取者 ／摂取不足及び摂取過剰者	(%)	92	／ 8	77	／ 23	54	／ 46
炭水化物適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	54	／ 46	92	／ 8	100	／ 0
ビタミンB ₁ 適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	85	／ 15	85	／ 15	77	／ 23
ビタミンC適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	38	／ 62	54	／ 46	31	／ 69
カルシウム適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	54	／ 46	54	／ 46	77	／ 23
鉄適正量摂取者 ／摂取不足者	(%)	54	／ 46	54	／ 46	62	／ 38

適正量摂取の割合は日本人の食事摂取基準 2015 年版を参照に算出した。

エネルギーの適正量摂取者：推定エネルギー必要量（身体活動レベルⅡ）を上回った者

たんぱく質の適正量摂取者：1.2 g/kg/日を上回った者

炭水化物の適正量摂取者：目標量の下限値を上回った者

脂質の適正量摂取者：目標量の範囲内であった者

ビタミン及びミネラル類の適正量摂取者：推定平均必要量を上回った者

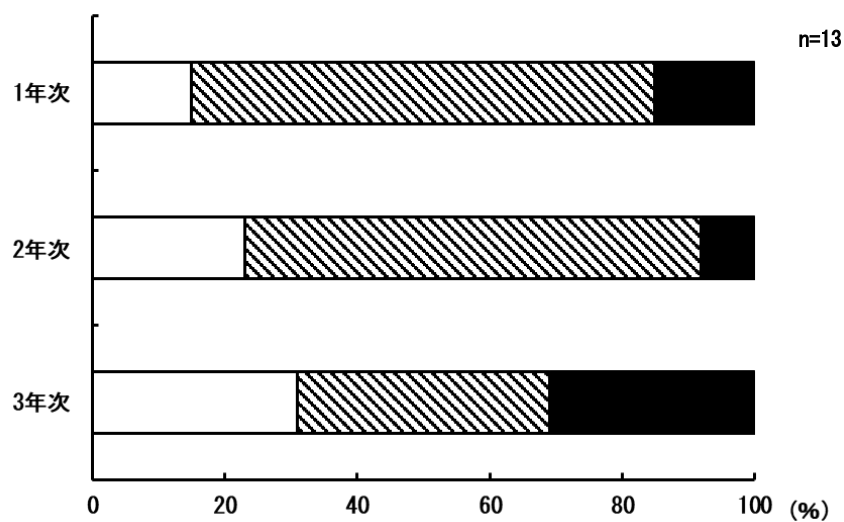


図 15 NIP 群における食行動の変容ステージ

□ 準備期 ▨ 実行期 ■ 維持期

表 21 NIP 群の自己効力感及び栄養・食事に対する考え方

n=13

項目	(単位)	1年次	2年次	3年次
効力予期	(点)	77 ± 9	80 ± 11	83 ± 12
結果予期	(点)	88 ± 11*	94 ± 7*	95 ± 10*
恩恵感	(点)	38 ± 7**	36 ± 4**	36 ± 6**
負債感	(点)	15 ± 10	13 ± 18	10 ± 7

自己効力感及び食に対する考え方は平均±標準偏差で示した。

*: 同一学年での効力予期に対して有意水準 5%未満の差があった。

**: 同一学年での負債感に対して有意水準 5%未満の差があった。

表 22 NIP 群の主観的疲労感及び Hb 推定値並びに体力測定値

n=13

項目	(単位)	1年次		2年次		3年次	
主観的疲労感	(点)	4	± 3	5	± 5	7	± 6
身体的疲労感	(点)	2	± 2	2	± 2	3	± 2
精神的疲労感	(点)	2	± 2	3	± 4	4	± 4
主観的疲労感正常範囲者 ／要注意範囲者	(%)	100	／ 0	100	／ 0	92	／ 8
身体的疲労感正常範囲者 ／要注意範囲者	(%)	100	／ 0	100	／ 0	92	／ 8
精神的疲労感正常範囲者 ／要注意範囲者	(%)	100	／ 0	92	／ 8	92	／ 8
Hb推定値	(g/dl)	13.3	± 2.0	14.3	± 1.2	14.1	± 1.0
Hb推定値正常範囲者 ／貧血傾向者	(%)	62	／ 38	92	／ 8	92	／ 8
背筋力	(kg)	114	± 18 ^a	126	± 16 ^{ab}	134	± 13 ^b
垂直跳躍高	(cm)	33	± 5	36	± 4	37	± 5

主観的疲労感の値及び Hb 推定値並びに体力測定値は平均±標準偏差で示した。

Hb 推定値≥13.0 g/dl の者を正常範囲者とした。

垂直跳躍高はカウンタームーブメントジャンプ (GMJ) の値を用いた。

ab: 同一項目内の異なる符号間に有意水準 5%未満の差があった。

表 23 高等学校男子サッカー部員に特化した栄養介入プログラム
(四元プログラム)におけるアセスメント項目

- 身体組成
[生体電気インピーダンス (BI) 法]
- 栄養素等摂取状況
[食物摂取頻度調査法又は写真法]
- 食意識
[食行動の変容ステージ, 自己効力感, 意思決定バランス, 栄養教育の理解度を把握するためのペーパーテストやチェックリスト]
- 主観的疲労感
[自己診断疲労度チェックリスト
又はVisual Analog Scale (VAS) 法]
- 貧血状態
[Hb推定値又は不定愁訴や身体所見]
- 体力
[背筋力, 垂直跳躍力, 20 mマルチステージシャトルランやYOYO Intermittent Recovery Testなどのランニング系種目, ステップ50やフォワードランなどのアジリティ系種目, ロングキックやスローイングなどの技術的要素]

下線部分は各項目において推奨する測定方法及び評価項目を示した。

不定愁訴や身体所見のアセスメントは養護教諭の協力を仰ぐ。

体力測定はチームスタッフ協力の下で実施する。

表 24 高等学校男子サッカー部員に特化した栄養介入プログラム
(四元プログラム) の概要と管理栄養士のアプローチ

学年	主な介入内容	管理栄養士のアプローチ
1年次	● 調査及び測定の実施	貧血状態のアセスメント及び体力測定は養護教諭やチームスタッフ協力の下で実施する。
	● 集団食事指導	対象者のエネルギー及びたんぱく質摂取量が必要量 [†] を上回るように、1年次の早期より実践的な内容(栄養フルコース型の食事、エネルギー摂取の重要性、身体づくりのための補食の摂り方、貧血状態の予防及び改善並びに疲労回復のための食事、コンビニエンスストアやファーストフード店利用時における食品の選び方など)で年に2~3回行う。
	● 調査及び測定結果のフィードバック	対象者自身が身体発育状況や栄養素等摂取状況の過不足、疲労の程度、貧血状態の有無及び体力水準などの現状や推移を確認できるように資料を作成する。
	● 保護者及びチームスタッフに対する介入	保護者に対しては、年に1回の集団食事指導に加えて料理レシピや指導内容をまとめたリーフレットでの情報提供を行う。 チームスタッフに対しては、トレーニング内容に関する提案をしたり部員の栄養戦略の実施状況の監視・声掛けを依頼したりする。
2年次 及び 3年次	● 調査及び測定の実施 ● 集団食事指導 ● 調査及び測定結果のフィードバック ● 保護者に対する介入 ● 個別対応	1年次と同様に行う。管理栄養士は調査及び測定結果より抽出された対象者の問題点や対象者・保護者・チームスタッフの意見を適宜取り入れた内容で集団食事指導や情報提供を行うように努める。 食意識調査の結果より、食の行動変容の準備性が良好でない者を抽出し、対象者自身が実践可能な栄養戦略を提案したり簡易なペーパーテストやチェックリストを用いて実施状況のモニタリングを行う。 栄養戦略の実施状況のモニタリング結果と調査及び測定結果を基に対象者の遂行した栄養戦略と結果の関連性を説明し、食の行動変容の継続性を促す。

†: トレーニング期: エネルギー必要量 2850kcal/日, たんぱく質必要量 1.2 g/kg/日

試合期: エネルギー必要量 3150 kcal/日, たんぱく質必要量 1.8 g/kg/日

謝辞

研究の遂行及び本学位論文の提出にあたり、終始丁寧かつ熱心なご指導とご鞭撻を賜り、親身なご助言と力強い励ましを頂きました指導教員の小野章史先生（本学大学院医療技術学研究科健康科学専攻 教授）に厚く御礼申し上げます。

研究活動等に限らず、生活を含む様々な面において多大なるご指導とご高閲を頂きました松枝秀二先生（本学 名誉教授）に深く感謝の意を表します。

本学位論文の提出にあたり、ご校閲の労を賜りました寺本房子先生（本学大学院医療技術学研究科健康科学専攻 特任教授）と武政睦子先生（本学大学院医療技術学研究科健康科学専攻 教授）に深く感謝申し上げます。

研究の遂行にあたり、尿中総窒素量測定におけるマイクロ・ケルダール法のご指導を頂きました松本義信先生（本学大学院医療技術学研究科健康科学専攻 准教授）、ご支援を頂きました片岡香菜子先生（本学大学院医療技術学研究科臨床栄養学専攻 修了生）、大平桃子先生（本学大学院医療技術学研究科臨床栄養学専攻 修了生）、山口大貴先生（本学大学院医療技術学研究科健康科学専攻）に感謝申し上げます。

調査及び測定の実施に関しては、梶井里恵先生（広島国際大学医療栄養学部医療栄養学科）、田辺宏美先生（一般財団法人淳風会 淳風会健康管理センター）、瀧彩華先生（医療法人社団朋和会 健康開発センターウィル）、本学医療技術学部臨床栄養学科 松枝秀二研究室 21 期生 3 名（池田美咲さん、塚下恵梨さん、福濱愛子さん）、同 22 期生 6 名（岩谷英里さん、岡本和之さん、西江晴子さん、橋野恵実さん、矢田千波さん、吉田愛さん）、同 23 期生 4 名（赤田理緒さん、近藤葵さん、友宗実咲さん、松本美菜さん）、本学医療技術学部臨床栄養学科 小野章史研究室 24 期生 1 名（寺中千佳さん）、同 25 期生 2 名（藤井七海さん、逸見悠乃さん）、同 26 期生 2 名（江島美乃里さん、河合菜南さん）、本学医療技術学部臨床栄養学科 2 年次生 2 名（坂本咲良さん、西坂拓也さん）のご協力に感謝致します。

研究の遂行にあたり、快くご協力を頂きました広島県立広島観音高等学校サッカー部の部員と保護者の皆さま、内田仁先生、松本香二先生、吉年利聖先生、矢野就暁先生、小川裕介先生、その他諸先生方に心より御礼申し上げます。

最後に、博士後期課程進学にご理解いただいた両親に心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Bangsbo, J.: The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta physiologica Scandinavica*, Supplementum 619, 1-155, 1994.
- 2) Kunz, M.: 「265 million playing football」, Big Count Survey. *FIFA Magazine*, 10-15, 2007.
- 3) 小林美由紀: 「競技を知る」サッカー. 日本スポーツ栄養研究誌, **2**, 35-38, 2008.
- 4) 公益財団法人日本サッカー協会: “データボックス”, 2018年度登録数.
http://www.jfa.jp/about_jfa/organization/databox, 2018 (2020年2月7日確認).
- 5) 総務省統計局: 「平成28年社会生活基本調査」主要統計表 第3表, 男女, 年齢, スポーツの種類別行動者率, 平均行動日数.
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2016/kekka.html>, 2016 (2020年2月7日確認).
- 6) 総務省統計局: 「平成23年社会生活基本調査」主要統計表 第3表, 男女, 年齢, スポーツの種類別行動者率, 平均行動日数.
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/gaiyou.html>, 2011 (2020年2月7日確認).
- 7) 中馬健太郎, 星川佳広: 育成年代のサッカー選手における間欠的運動能力の発達とその評価. 日本ストレングス&コンディショニング協会, **22**(10), 2-9, 2015.
- 8) Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. and Wisloff, U.: Physiology of Soccer, An Update. *Sports Medicine*, **35**(6), 501-536, 2005.
- 9) 宮城修, 山下則之, 大橋二郎: Jリーグ選手の体力と試合中の動きについて. バイオメカニクス研究, **3**, 125-131, 1999.
- 10) Barnes, C., Archer, D.T., Hogg, B., Bush, M. and Bradley, P.S.: The Evolution of Physical and Technical Performance Parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, **35**, 1-6, 2014.
- 11) Bush, M., Barnes, C., Archer, D.T., Hogg, B. and Bradley, P.S.: Evolution of Match Performance Parameters for Various Playing Positions in the English Premier League. *Human Movement Science*, **39**, 1-11, 2014.
- 12) Oliveira, C.C., Ferreira, D., Caetano, C., Granja, D., Pinto, R., Mendes, B. and Sousa, M.: Nutrition and supplementation in Soccer. *Sports*, **5**(28), 2-35, 2017.
- 13) Fédération internationale de Football association (FIFA): F-MARC Nutrition for Football, A practical guide to eating and drinking for health and performance.
https://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/medical/51/55/15/nutritionbooklet_neue2010.pdf, 2010 (2020年2月7日確認).
- 14) Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M.: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, **116**(3), 501-528, 2016.

- 15) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, **77**(1), 54, 2016.
- 16) Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M.: American College of Sports Medicine Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and science in sports and exercise*, **48**(3), 543-568, 2016.
- 17) ヌワニー・ジャヤラット: アメリカ発、ハイパフォーマンスチームの現場とスポーツ栄養士の役割. 日本ストレングス&コンディショニング協会, **26**(4), 8-12, 2019.
- 18) Major League Baseball and Major League Baseball Players Association: 2017-2021 BASIC AGREEMENT TABLE OF CONTENTS.
<http://www.mlbplayers.com/pdf9/5450407.pdf>, 2017 (2020年2月7日確認).
- 19) 杉浦克己 監訳: F-MARC サッカー栄養学/健康とパフォーマンスのための飲食に関する実践ガイド, 2005年9月 チューリッヒの FIFA 本部で開催された国際コンセンサス会議での検討に基づいて.
https://www.jfa.jp/football_family/pdf/medical/Nutrition_for_Football.pdf, 2010(2020年2月7日確認).
- 20) 公益財団法人日本サッカー協会: “メディカルインフォーメーション”, 栄養ガイドライン.
<http://www.jfa.jp/medical/a08.html>, 2017 (2020年2月7日確認).
- 21) 杉浦克己, 菅泰夫: 代表チームにおける栄養サポート. 臨床スポーツ医学会誌, **23**(5), 531-537, 2006.
- 22) 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.
- 23) 根本亜矢子, 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.
- 24) 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.
- 25) 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.
- 26) 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.
- 27) Patton-Lopez, M.M., Manore, M.M., Branscum, A., Meng, Y. and Wong, S.S.: Changes in Sport Nutrition Knowledge, Attitudes/Beliefs and Behaviors Following a Two-Year Sport Nutrition Education and Life-Skills Intervention among High School Soccer Players. *Nutrients*, **10**, 1636, 1-22, 2018.
- 28) 平山諭, 鈴木隆男 編著: 発達心理学の基礎 I ライフサイクル, ミネルヴァ書房, 京都, 1993.
- 29) 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.

- 30) 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.
- 31) 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.
- 32) 上田由喜子, 橋川歩, 高村仁知, 榎木泰介: 大学アメリカンフットボール選手の試合期における栄養サポート. 日本スポーツ栄養研究誌, **6**, 48-54, 2013.
- 33) 倉恒弘彦: 慢性疲労症候群に対する治療法の確立. 文部科学省生活者ニーズ対応研究「疲労及び疲労感の分子・神経メカニズムの解明とその防御に関する研究」, 平成 16 年度報告書, 2004.
- 34) 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.
- 35) 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債量. 体力科学, **39**(3), 198-206, 1990.
- 36) 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.
- 37) 加藤秀夫, 中坊幸弘, 中村亜紀編著: 栄養科学シリーズ NEXT スポーツ・運動栄養学. 第 3 版, 講談社, 東京, 2015.
- 38) Margaria, R., Aghemo, P. and Rovelli E.: Measurement of muscular power (anaerobic) in man. *Journal of Applied Physiology*, **21**(5), 1662-1664, 1996.
- 39) Hetzler, R.K., Vogelpohl, R.E., Stickley, C.D., Kuramoto, A.N., Delaura, M.R. and Kimura, I.F.: Development of a modified Margaria-Kalamen anaerobic power test for American football athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **24**(4), 978-984, 2010.
- 40) 総務省統計局: 「平成 23 年社会生活基本調査」調査票 A.
<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/pdf/choa.pdf>, 2011 (2020 年 2 月 7 日確認).
- 41) 中江悟司, 田中茂穂, 宮地元彦: 改訂版『身体活動のメッツ (METs) 表』.
<http://www.nibiohn.go.jp/eiken/programs/2011mets.pdf>, 2012 (2020 年 2 月 7 日確認).
- 42) 宮城修: サッカー選手の身体組成を測定する意義と数値の見方. 公益財団法人日本サッカー協会技術委員会監修, テクニカルニュース, **72**, 44-45, 2016.
- 43) 加藤則子, 村田光範, 河野美穂, 谷口隆, 大竹輝臣: 0 歳から 18 歳までの身体発育基準についてー「食を通じた子どもの健全育成のあり方に関する検討会」報告書よりー. 小児保健研究, **63**, 345-348, 2004.
- 44) WHO, UNICEF and UNU: Iron deficiency anemia: Assessment, prevention, and control: A guide for programme managers.

https://www.who.int/nutrition/publications/en/ida_assessment_prevention_control.pdf, 2001 (2020年2月7日確認)。

- 45) 井上広国, 水野敏明, 大森正英: 高校生スポーツ選手の栄養調査および栄養知識について, *岐阜女子大学紀要*, **34**, 79-85, 2005.
- 46) 大里怜子, 古舘伸朗, 川村仁子, 臼井名津子, 松本絵美, 徳田恵子, 吉岡美子: 運動部在籍の高校生を対象とした食事に関する意識と現状の調査—昼食用弁当を利用して—. *岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集*, **12**, 15-20, 2010.
- 47) 東庸介, 鉄口宗弘, 難波康太, 三村寛一, 南幸: 高校生野球部員の食事調査および食事指導について, *大阪教育大学紀要第IV部門教育科学*, **59**(1), 115-123, 2010.
- 48) 山崎美枝: 高校アイスホッケー部員への栄養サポート. *日本スポーツ栄養研究誌*, **7**, 26-34, 2014.
- 49) 平川史子, 吉村良孝: 成長期スポーツ選手の身体組成および栄養素等摂取状況の2年間の追跡調査. *別府大学紀要*, **50**, 107-116, 2009.
- 50) Rico-Sanz, J: Body composition and nutritional assessments in soccer. *International Journal of Sports Nutrition*. **8**, 113-123, 1998.
- 51) Clark, K.: Nutritional guidance to soccer players for training and competition. *Journal of Sports Sciences*. **12**, 43-50, 1994.
- 52) 山中里江, 片寄眞木子, 湯川幸一, 田原靖昭, 綱分憲明, 森俊介: 長崎県内優秀スポーツ選手の食生活状況. *体力科学*, **43**, 92-103, 1994.
- 53) 文部科学省: 我が国の文教施策—心と体の健康とスポーツ—. 初版, 大蔵省印刷局, 東京, 1998.
- 54) 小林秀昭, 出村慎一, 郷司文男, 南雅樹, 長澤吉則, 佐藤進, 野田政弘: 男子高校生および大学生における疲労自覚症状, 主観的疲労, 生活習慣の関連. *日本衛生学雑誌*, **54**, 552-562, 1999.
- 55) 小林秀昭, 出村慎一: 青年期学生の疲労自覚症状に関連する要因: 疲労感と生活習慣について. *体育学研究*, **47**, 29-40, 2002.
- 56) 山王丸靖子, 松原誠史, 武藤慶子: 生活習慣及び食生活から見た男子大学生の疲労自覚症状の実態について. *県立長崎シーボルト大学看護栄養学部紀要*, **4**, 11-21, 2003.
- 57) 原田昭子, 矢埜みどり, 岸田恵津, 大瀬良知子: 高校生の食物摂取状況と不定愁訴の関連. *日本生活学会誌*, **22**(3), 213-221, 2011.
- 58) 平田裕美, 松原由佳, 佐藤史奈, 大谷菜々, 後藤英梨, 佐藤典子, 篠原成美, 池田(菅井)万侑: 青年期の疲労に関する身体症状と栄養素等摂取量との関連—朝食などの日常の生活習慣を踏まえた栄養教育に向けて—. *女子栄養大学紀要*, **44**, 29-37, 2013.
- 59) 柴英里, 森敏昭: トランスセオレディカルモデルにおける行動変容ステージから見た大学生の食生活の実態. *日本食生活学会誌*, **20**(1), 33-41, 2009.
- 60) Prochaska, J.O., DiClemente, C.C.: Stages and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, **51**(3), 390-395, 1983.

- 61) 鳥居俊, 岩沼聡一朗, 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.
- 62) 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.
- 63) Silvestre, R., West, C., Maresh, C.M. and Kraemer, W.J.: Body composition and physical performance in men's soccer: A study of a National Collegiate Athletic Association Division I team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **20**, 177-183, 2006.
- 64) Brocherie, F., Girard, O., Forchino, F., Al Haddad, H., Dos Santos, G.A. and Millet, G.P.: Relationships between anthropometric measures and athletic performance, with special reference to repeated-sprint ability, in the Qatar national soccer team. *Journal of Sports Sciences*. **32**, 1243-1254, 2014.
- 65) Nikolaidis, P., Dellal, A., Torres-Luque, G. and Ingebrigtsen, J: Determinants of acceleration and maximum speed phase of repeated sprint ability in soccer players: A cross-sectional study. *Science and Sports*, **30**, 7-16, 2015.
- 66) Nikolaidis, P.T., Ruano, M.A., de Oliveira, N.C., Portes, L.A., Freiwald, J., Lepretre, P.M. and Knechtle, B.: Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. *Research in Sports Medicine*. **24**, 341-351, 2016.
- 67) 海老久美子, 中尾葵美子, 上村香久子, 八木典子: 高校1年生野球部員の身体組成に及ぼす栄養指導の効果. 栄養学雑誌, **64**(1), 13-20, 2006.
- 68) 風見公子, 芦田欣也, 佐藤裕子, 新居利広, 風見昌利, 大崎栄, 小林修平: 栄養介入による男子大学生長距離ランナーの貧血指標の改善, 体力科学, **63**(3), 313-321, 2014.
- 69) 益田玲香, 今村裕行, 山下あす香, 宮原恵子, 野田友香, 濱田繁雄: 大学女子ラクロス選手の鉄欠乏状態と栄養素等摂取状況. 栄養学雑誌, **66**(6), 305-310, 2008.
- 70) 宮城修, 須佐徹太郎, 北川薫: サッカー選手の試合中の生理学的特徴および動きの特徴. デザントスポーツ科学, **18**(6), 231-238, 1997.
- 71) Koehler, K., Braun, H., Achtzehn, S., Hildebrand, U., Predel, H.G., Mester, J. and Schänzer, W.: Iron status in elite young athletes: Gender-dependent influences of diet and exercise. *European Journal of Applied Physiology*, **112**, 513-523, 2012.
- 72) 日田安寿美, 山中朋実, 永田薫, 柏葉名菜, 村上ひかり, 横山友里, 砂見綾香, 吉崎貴大, 多田由紀, 手塚貴子, 吉沢博幸, 川野因: 男子高校生のヘモグロビン濃度にはBMIと身体活動レベルが関係している. 日本食育学会誌, **7**(1), 33-40, 2013.
- 73) 張替秀郎: 鉄代謝と鉄欠乏性貧血-最近の知見-. 日本内科学会誌, **104**, 1383-1388, 2015.
- 74) Beard, J., Tobin, B.: Iron status and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, **72**, 594-597, 2000.

- 75) Lukasi, H.C.: Vitamin and mineral status: Effect of physical performance. *Nutrition*, **20**, 632-644, 2004.
- 76) 忽滑谷祐介, 小澤治夫, 寺尾保, 林田峻也, 岩田大輝, 上野優香里: 血中ヘモグロビン値の高い高校と低い高校の比較検討. 東海大学スポーツ医科学雑誌, **25**, 123-129, 2013.
- 77) 忽滑谷祐介, 小澤治夫, 林田峻也, 寺尾保, 岡崎勝博, 奥菌雄基, 野井真吾: 血中ヘモグロビン値の高い高校と低い高校の生活習慣との因果関係. 東海大学スポーツ医科学雑誌, **26**, 79-89, 2014.
- 78) 岡部哲子, 長谷川めぐみ, 山部秀子: 鉄含有食品の週あたりの摂取頻度の違いが血中ヘモグロビン濃度に与える影響. 天使大学紀要, **10**, 75-80, 2010.
- 79) 池田哲雄編著: よくわかるスポーツ貧血. 初版, ベースボールマガジン社, 東京, 2014.
- 80) 東田一彦: ビタミンと運動に関する最近の知見. 日本スポーツ栄養研究誌, **11**, 10-14, 2018.
- 81) 湊久美子, 橋詰直孝: 栄養・食事と運動—スポーツ医科学からみたその基礎的關係—運動・スポーツにおけるビタミンの役割と代謝, 臨床スポーツ医学, **26**, 臨時増刊号, 67-73, 2009.
- 82) 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.
- 83) 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.
- 84) 今井孝成, 杉崎千鶴子, 海老澤元宏: 消費者庁「食物アレルギーに関する食品表示に関する調査研究事業」平成 23 年 即時型食物アレルギー全国モニタリング調査結果報告. アレルギー, **65**(7), 942-946, 2016.
- 85) 林典子: 食物アレルギー患者への管理栄養士・栄養士のサポート “「食物アレルギーの栄養食事指導の手引き 2017」をもとに”. 日本栄養士会雑誌, **62**(8), 14-17, 2019.
- 86) 相原雄幸: 食物依存性運動誘発アナフィラキシー. アレルギー, **56**(5), 451-456, 2007.
- 87) 足立準, 青木敏之, 大和谷厚: 牛乳による食物依存性運動誘発アナフィラキシーの 1 例. アレルギーの臨床, **13**, 274-275, 1993.
- 88) Tipton, K.D and Wolfe, R.R: Protein and amino acids for athletes. *Journal of Sports Sciences*, **22**(1), 65-79, 2004.
- 89) Ebine, N., Rafamantanantsoa, H.H., Nayuki, Y., Yamanaka, K., Tashima, K., Ono, T., Saitoh, S. and Jones, P.J.H.: Measurement of total energy expenditure by the double labeled water method in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, **20**, 391-397, 2002.
- 90) Ebine, N., Feng, J.Y., Homma, M., Saitoh, S. and Jones, P.J.H.: Total energy expenditure of elite synchronized swimmers measured by the double labeled water

- method. *Journal of Applied Physiology*, **83**, 1-6, 2000.
- 91) 笹井浩行, 引原有輝, 岡崎勘造, 中田由夫, 大河原一憲: 加速度計による活動量評価と身体活動増進介入への活用, *運動疫学研究*, **17**(1), 6-18, 2015.
- 92) 内藤義彦: 日常生活における身体活動量の評価「質問紙による身体活動量評価法」(特集: 身体活動量評価の現状と意義). *運動疫学研究*, **3**, 7-17, 2001.
- 93) 海老根直之, 引原有輝, 吉武裕: 日本国民を対象とした二重標識水法による身体活動量調査についての系統的レビューおよび統括データベースの構築とその解析. ミズノ(財)スポーツ振興会助成研究 研究報告書, 1-17, 2008.
- 94) 熊谷秋三, 田中茂穂, 岸本裕歩, 内藤義彦: 三軸加速度センサー内蔵活動量計を用いた身体活動量, 座位行動の調査と身体活動疫学研究への応用. *運動疫学研究*, **17**(2), 90-103, 2015.
- 95) Lee, J.M., Kim, Y., Welk, G.J.: Validity of consumer-based physical activity monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **46**, 1840-1848, 2014.
- 96) 坂本静男: 貧血. 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, 148-152, 2009.
- 97) Wisløff, U., Castagne, C., Helgerud, J., Jones, R. and Hoff, J.: Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, **38**, 285-288, 2004.
- 98) Edge, J., Hill-Haas, S., Goodman, C. and Bishop, D: Effects of resistance training on H⁺ regulation, buffer capacity, and repeated sprints. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **38**, 2004-2011, 2006.
- 99) Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N.I., Rogers, C. and DeKlerk, M.: Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: Reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **23**, 1140-1147, 2009.
- 100) McBride, J.M., Blow, D., Kirby, T.J., Haines, T.L., Dayne, A.M. and Triplett, N.T.: Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **23**, 1633-1636, 2009.
- 101) Hewett, T.E., Lindenfeld, T.N., Riccobene, J.V. and Noyes, F.R.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, **27**, 699-706, 1999.
- 102) Van der Horst, N., Smits, D.W., Petersen, J., Goedhart, E.A. and Backx, F.J.G.: The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: A randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*, **43**, 1316-1423. 2015.

- 103) Wisløff, U., Helgerud, J., Hoff, J.: Strength and endurance of elite soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **30**, 462-467, 1998.
- 104) Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., Engebretsen, L. and Bahr, R.: Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **36**, 278-285, 2004.
- 105) Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M. and Coutts, A.J.: Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, **34**, 1048-1054, 2009.
- 106) Chris, Wing.: ナショナルレベルのプロサッカーチームのシーズン中における筋力およびパワートレーニングに関する考察. 日本ストレングス&コンディショニング協会, **26**(4), 24-34, 2019.
- 107) 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.
- 108) 市橋則明: 筋力トレーニングの基礎知識—筋力に影響する要因と筋力増加のメカニズム—. 京都大学医療技術短期大学部紀要, 別冊 健康人間学, **9**, 33-39, 1997.
- 109) Sale, G.: Neural adaptation to resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **20**, 135-145, 1988.
- 110) Malina, R.M., Boucahrd, C. (高石昌弘, 小林寛道監訳): 発育・成熟・運動. 初版, 大修館書店, 東京, 1994.
- 111) 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.
- 112) Meylan, C.M.P., Cronin, J.B., Oliver, J.L., Hopkins, W.G. and Contreras, B.: The effect of maturation on adaptation to strength training and detraining in 11-15-year-olds. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, **24**, 156-164, 2014.
- 113) 金亨烈, 山中邦夫, 李相直, 海老根直之, 山中邦夫, 田嶋幸三, 齊藤慎一: 試合期の韓国プロサッカー選手の二重標識水法による総エネルギー消費量測定, 体育学研究, **48**, 717-723, 2003.
- 114) Anderson, L., Orme, P., Naughton, R.J., Close, G.L., Milsom, J., Rydings, D., O'Boyle, A., Michele, R.D., Louis, J., Hambly, C., Speakman, J.R., Morgans, R., Drust, B. and Morton, J.P.: Energy intake and expenditure of professional soccer players of the English premier league: Evidence of carbohydrate periodization. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, **27**, 128-138, 2017.
- 115) 小清水孝子, 柳沢香絵, 横田由香里: 「スポーツ選手の栄養調査・サポート基準値策定および評価に関するプロジェクト」報告. 栄養学雑誌, **64**, 205-298, 2006.
- 116) 安武健一郎, 堀田徳子, 澤野香代子, 土橋卓也: 食事調査と24時間蓄尿法により推定した幼児の食塩摂取量. 日本栄養士会雑誌, **57**(11), 46-53, 2014.
- 117) 佐久間理英, 太田紘之, 新井英一: 若年者における24時間蓄尿法によるリン摂取量の

- 把握およびリン摂取量に影響を及ぼす食品構成の評価. 栄養学雑誌, **75**(5), 131-140, 2017.
- 118) 文部科学省: 日本食品成分表 2017, 七訂, 本表編. 第2版, 医歯薬出版, 東京, 2017.
- 119) FAO/OMS/UNU: Nutritional and protein requirements. *In FAO/OMS/UNU experts report*, 724, 226, Genève, OMS, 1986.
- 120) 樹森大介, 上條隆: 高校サッカー選手の夏合宿におけるコンディショニングについて—食事内容と身体組成の関連性—. 群馬大学教育学部紀要 芸術・体育・生活科学編, **47**, 87-97, 2012.
- 121) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 朴柱奉: バドミントン日本代表選手における海外遠征中の食事管理に関する栄養サポート. 日本スポーツ栄養研究誌, **10**, 70-76, 2017.
- 122) Kishi, K., Inoue, G., Yoshimura, Y., Yamamoto, S. and Yamamoto, T.: Quantitative interrelationship between effects of nitrogen and energy intakes on egg protein utilization in young men. *The Tokushima Journal of Experimental Medicine*, **30**, 17-24, 1983.
- 123) Murakami, H., Kawakami, R., Nakae, S., Nakata, Y., Ishikawa-Tanaka, Kazuko., Tanaka, S. and Miyachi, M.: Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: comparison with metabolic chamber and doubly labeled water method. *JAMA Internal Medicine*, **176**(5), 702-703, 2016.
- 124) Loucks, A.B., Thuma, J.R: Luteinizing Hormone Pulsatility Is Disrupted at a Threshold of Energy Availability in Regularly Menstruating Women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, **88**, 297-311, 2003.
- 125) Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Carter, S., Constantini, N., Lebrun, C., Meyer, N., Sherman, R., Steffen, K., Budgett, R. and Ljungqvist, A.: The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, **48**, 491-497, 2014.
- 126) 加藤弘之: スポーツ選手のたんぱく質・アミノ酸摂取の考え方. 臨床栄養, **134**(2), 医歯薬出版, 東京, 174-181, 2019.
- 127) Lemon, P.W., Mullin, J.P: Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology*, **48**, 624-629, 1980.
- 128) Phillips, S.M., Tipton, K.D., Aarsland, A., Wolf, S.E. and Wolfe, R.R.: Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology*, **273**, 99-107, 1997.
- 129) Biolo, G., Maggi, S.P., Williams, B.D., Tipton, K.D. and Wolfe, R.R.: Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology*. **268**, 514-520, 1995.
- 130) Biolo, G., Tipton, K.D., Klein, S. and Wolfe, R.R.: An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal of Physiology*, **273**, 122-129, 1997.

- 131)Phillips, S.M.: Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*, **108**, 158-167, 2012.
- 132)Elango, R., Ball, R.O., Pencharz, P.B.: Recent advances in determining protein and amino acid requirements in humans. *British Journal of Nutrition*, **108**, 22-30, 2012.
- 133)Humayu, M.A., Elango, R., Ball, R.O. and Pencharz, P.B.: Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique. *American Journal of Clinical Nutrition*, **86**, 995-1002, 2007.
- 134)Kato, H., Suzuki, K., Bannai, M. and Moore, D.R.: Protein requirements are elevated in endurance athletes after exercise as determined by the indicator amino acid oxidation method. *PLoS One*, **11**(6), 1-15, 2016.
- 135)Packer, J.E., Wooding, D.J., Kato, H., Courtney-Martin, G., Pencharz, P.B. and Moore, D.R.: Variable-intensity simulated team-sports exercise increases daily protein requirements in active males. *Frontiers in Nutrition*, **4**(64), 1-8, 2017.
- 136)Wooding, D.J., Pacer, J.E., Kato, H., West, D.W., Courtney-Martin, G., Pencharz, P.B. and Moore, D.R.: Increased protein requirements in female athletes after variable-intensity exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, **49**(11), 2297-304, 2017.
- 137)Bandegan, A., Country-Martin, G., Rafii, M., Pencharz, P.B. and Lemon P.W.R.: Indicator amino acid-derived estimate of dietary protein requirement for male bodybuilders on a nontraining day is several-fold greater than the current recommended dietary allowance. *Journal of Nutrition*, **147**(5), 850-857, 2017.
- 138)鈴木志保子: スポーツ栄養マネジメントの構築. 栄養学雑誌, **70**(5), 275-282, 2012.
- 139)清野隼, 尾縣貢: トップスポーツ現場における栄養サポートの必要性. 日本スポーツ栄養研究誌, **9**, 16-30, 2016.
- 140)小林修平: スポーツ栄養士への期待—栄養学の立場から. 臨床栄養, **89**, 710-712, 1996.
- 141)金崎泰英: スポーツの現場における栄養士・管理栄養士との関わり方について. NSCA ジャパン・ジャーナル, **9**, 42-44, 2002.
- 142)安達瑞保: 大学駅伝選手に対する栄養サポートのための食意識調査の実際. 臨床スポーツ医学, **25**(8), 871-876, 2008.
- 143)大滝裕美, 稲山貴代, 西川誠太: Jクラブ育成チームに所属する小学生・中学生・高校生男子サッカー選手の食生活の特性ならびに QOL との関連. 栄養学雑誌, **70**(4), 219-235, 2012.
- 144)田畑泉: タバタトレーニング—その理論と発展—. 日本スポーツ栄養研究誌, **9**, 2-8, 2016.
- 145)Ivy, J.L., Goforth, H.W. Jr., Damon, B.M., Mccauley, T.R., Parsons, E.C. and Price, T.B.: Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Journal of Applied Physiology*, **93**, 1337-1344,

- 2002.
- 146) Carrithers, J.A., Williamson, D.L., Gallagher, P.M., Godard, M.P., Schulze, K.E. and Trappe, S.W.: Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *Journal of Applied Physiology*, **88**, 1976-1982, 2000.
- 147) 奥山みどり, 小川宣子, 大竹美登利, 坂田隆, 佐々井啓, 中島朋子, 浜島京子, 生田英輔, 吉井美奈子, 萬羽郁子, 山崎泰央, 石原慎士, 宮野道雄, 李東勳, 久慈るみ子, 加藤浩文, 野田奈津実: 東日本大震災におけるボランティアによる炊き出しメニューの栄養評価からみた食品及び料理提案の試み. *栄養学雑誌*, **66**(4), 158-166, 2015.
- 148) Thannickal, V.J., Fanburg, B.L.: Reactive oxygen species in cell signaling. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, **279**, 1005-1028, 2000.
- 149) Allen, R.G., Tresini, M.: Oxidative stress and gene regulation. *Free Radical Biology and Medicine*, **28**, 463-499, 2000.
- 150) Gomez-Cabrera, M.C., Domenech, E., Romagnoli, M., Arduini, A., Borrás, C., Pallardo, F.V., Sastre, J. and Vina, J.: Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. *American Journal of Clinical Nutrition*, **87**, 142-149, 2008.
- 151) Bandura, A.: Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change, *Psychol Review*, **84**, 191-215, 1977.
- 152) 坂野雄二, 東條光彦: 一般性セルフ・エフィカシー尺度作成の試み. *行動療法研究*, **12**, 73-82, 1986.
- 153) 祐宗省三, 原野広太郎, 柏木恵子, 春木豊: 社会的学習理論の新展開, 金子書房, 初版, 東京, 1985.
- 154) Prochaska, J.O., Velicer, W.F.: The transtheoretical model of health behavior change the science of health promotion. *American Journal of Health Promotion*, **12**, 38-48, 1997.
- 155) Colten, M.E., Janis, I.L.: Effect of moderate self-disclosure and the decisional balance-sheet procedure in a weight-reduction clinic. In I. Janis (Ed.), *Counseling on personal decisions*, New Haven: Yale University, in press, 159-171, 1982.
- 156) 佐藤愛, 佐久間春夫, 海崎彩, 海老久美子: 大学生アスリートの食生活における変容ステージ及びセルフエフィカシー尺度の作成. *日本スポーツ栄養研究誌*, **10**, 26-37, 2017.
- 157) Oberg, B., Moller, M., Gillquist, J. and Ekstrand, J.: Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, **7**, 50-53, 1986.
- 158) Cometti, G., Maffiuletti, N.A., Pousson, M., Chatard, J.C. and Maffulli, N.:

- Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, **22**, 45-51, 2000.
- 159) 星川佳広, 飯田朝美, 村松正隆, 中嶋由晴: サッカー選手における膝関節伸展・屈曲トルクと大腿部筋体積の年齢変化. *体育学研究*, **52**, 431-442, 2007.
- 160) 公益財団法人日本サッカー協会スポーツ医学委員会: 選手と指導者のためのサッカー医学. 初版, 金原出版, 東京, 2005
- 161) 藤田聡: アスリートの効率的な筋量増加にむけた運動と栄養摂取. *日本スポーツ栄養研究誌*, **10**, 10-16, 2017.
- 162) 岡村浩嗣: アスリートのたんぱく栄養の考え方. *日本スポーツ栄養研究誌*, **2**, 7-12, 2008.
- 163) Kanehisa, H., Ikegawa, S., Tsunoda, N. and Fukunaga, T.: Cross - sectional areas of fat and muscle in limbs during growth and middle age. *International Journal of Sports Medicine*, **7**, 420-425, 1994.
- 164) 高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵, 國井大輔, 小松龍史, 山本茂: 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査票の作成および妥当性, *栄養学雑誌*, **59**, 221-232, 2001.
- 165) 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*, **61**, 161-169, 2003.
- 166) 土海一美, 西村栄恵, 宮武伸行: 管理栄養士課程の大学生を対象とした食事調査方法の検討. *日本食育学会誌*, **9**(4), 2015.
- 167) 総務省統計局: 「平成 27 年国勢調査」“就業状態等基本集計結果” 結果の概要, <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/kekka/kihon2/pdf/gaiyou.pdf>, 2017 (2020年2月7日確認) .
- 168) 西村美津子, 嶋田さおり: 食品重量の目測と食事調査法 (写真法) との関連. *安田女子大学紀要*, **46**, 225-230, 2018.
- 169) 鈴木亜矢子, 宮内愛, 服部イク, 江上いすず, 若井健志, 玉腰暁子, 安藤昌彦, 中山登志子, 大野良之, 川村孝: 写真法による食事調査の観察者間の一致性および妥当性の検討. *日本公衆衛生雑誌*, **49**(8), 749-758, 2002.
- 170) Wang, D., Kogashiwa, M., Ohta, S. and Kira, S.: Validity and reliability of a dietary assessment method: the application of a digital camera with a mobile phone card attachment. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, **48**, 498-504, 2002.
- 171) 松崎聡子, 安藤芙美, 小池久美, 五味渕治美, 柴田暁子, 岡野友里, 武居ひろ子, 川端輝江: デジタル画像を用いた写真撮影法による食事調査法の妥当性. *女子栄養大学紀要*, **37**, 5-12, 2006.
- 172) 石原淳子, 高地リベカ, 細井聖子, 岩崎基: 料理画像を用いた食事評価の疫学研究への応用に関する基礎的検討: *栄養学雑誌*, **67**(5), 252-259, 2009.
- 173) 総務省: 「情報通信白書 平成 29 年版」. <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/h29.html>, 2017 (2020年2月

7日確認)。

- 174) 松村勲：陸上競技女子長距離選手の体調確認の実践事例－VAS法の活用－。スポーツパフォーマンス研究, **1**, 110-124, 2009.
- 175) 新畑茂充, 和田正信, 金丸キミエ, 宮広重夫, 三宅勝次, 川村毅：陸上競技選手のコンディショニングに関する研究－主に血漿CPK活性値の変動から－。臨床スポーツ医学, **13**, 1179-1185, 1996.
- 176) 公益財団法人日本サッカー協会技術委員会フィジカルフィットネスプロジェクト：JFAフィジカル測定ガイドライン2006年版。初版, 日本サッカー協会, 東京, 2006.

投稿論文及び学会発表等

投稿論文

- 1) 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, 片岡香菜子, 田辺宏美, 瀧彩華, 梶井里恵, 小野章史, 松枝秀二
川崎医療福祉学会誌, 28(1), 135-145, 2018.
- 2) 高等学校男子サッカー部員のヘモグロビン濃度と栄養素等摂取量
四元晴輝, 片岡香菜子, 田辺宏美, 瀧彩華, 梶井里恵, 小野章史, 松枝秀二
川崎医療福祉学会誌, 28(2), 423-432, 2019.

学会発表等

- 1) 高等学校男子サッカー部員の新入部員に対する食事介入
四元晴輝, 田辺宏美, 岡本和之, 西江晴子, 矢田千波, 岩谷英里, 橋野恵実, 吉田愛,
内田仁, 松本香二, 小川裕介, 松枝秀二
口頭発表, 第13回日本運動処方学会大会, 予稿集, 21, 2015.
- 2) 高等学校男子サッカー部員に対する食事介入 ～新入部員を対象にして～
四元晴輝, 田辺宏美, 内田仁, 松本香二, 小川裕介, 赤田理緒, 片岡香菜子, 近藤葵,
友宗実咲, 松本美菜, 松枝秀二
口頭発表, 第3回日本スポーツ栄養学会大会, プログラム・抄録集, 96, 日本スポー
ツ栄養研究誌, 10, 102, 2016.
- 3) 高等学校男子サッカー部員に対する食事介入
四元晴輝, 片岡香菜子, 寺中千佳, 小野章史, 松枝秀二
口頭発表, 第13回日本栄養改善学会中国支部学術総会, 講演要旨集, 20, 2017.
- 4) 高等学校男子サッカー部員に対する栄養処方の一例から考える
シンポジウム「サッカーにおける運動栄養処方」, 第15回日本運動処方学会
大会, 予稿集, 9, 2017.
- 5) 遠征時における高等学校男子サッカー部員のエネルギー消費量及び窒素出納
四元晴輝, 片岡香菜子, 松本義信, 大平桃子, 松本美菜, 小野章史, 松枝秀二
示説発表, 第14回日本栄養改善学会中国支部学術総会, 講演要旨集, 22, 2018.
- 6) 高等学校男子サッカー部員に対する食事介入の検証
四元晴輝, 片岡香菜子, 小野章史, 松枝秀二
口頭発表, 第65回日本栄養改善学会学術総会, 栄養学雑誌, 76(5), 172, 2018.

- 7) 高等学校男子サッカー部員におけるエネルギー及びたんぱく質必要量
ー遠征時の測定結果から考えるー
四元晴輝, 片岡香菜子, 大平桃子, 逸見悠乃, 藤井七海, 松本美菜, 瀧彩華, 梶井里
恵, 松本義信, 小野章史, 松枝秀二
口頭発表, 第16回日本運動処方学会大会, 予稿集, 19, 2018.
- 8) トレーニング時及び試合時における高等学校男子サッカー部員のエネルギー・たんぱ
く質必要量
四元晴輝, 松本義信, 片岡香菜子, 山口大貴, 内田仁, 松本香二, 小川裕介, 梶井里
恵, 江島美乃里, 河合茉南, 小野章史, 松枝秀二
口頭発表, 第15回日本栄養改善学会中国支部学術総会, 講演要旨集, 26, 2019.
- 9) 高等学校男子サッカー部員に対する継続的介入が栄養素等摂取状況とヘモグロビン推
定値に及ぼす効果
四元晴輝, 片岡香菜子, 梶井里恵, 内田仁, 松本香二, 小川裕介, 瀧彩華, 田辺宏美,
松本義信, 小野章史, 松枝秀二
口頭発表, 第6回日本スポーツ栄養学会大会, プログラム・抄録集, 139, 日本スポー
ツ栄養研究誌, 13, 記載予定.