

大学生男子水泳選手に対する栄養・食事指導による介入が 食生活の自己管理能力に及ぼす影響

Effect of Nutrition and Dietary Guidance Interventions on the Capacity of Male Collegiate Swimmers to Self-manage their Dietary Habits

影山 智絵

Chie KAGEYAMA

Abstract

The purpose of this study was to enhance the nutritional status of male collegiate swimmers through interventions involving nutrition and dietary guidance designed to improve their capacity to self-manage their daily eating habits.

Before and after the nutrition/dietary guidance interventions, the body composition, dietary status, swimming distance, and swimming speed of the subjects were measured. Next, nutrition and dietary guidance was provided on a regular basis, and the status of implementation of the interventions was investigated.

Overall, the energy intake increased in the subjects; the implementation of interventions improved over time more impactful considering the long term. In addition, the body weight, BMI, and lean body mass also increased. The subjects' swimming speed also tended to increase in those subjects whose carbohydrate intake increased, and the relationship between the rate of change in swimming speed and the rate of change in carbohydrate intake per body weight was confirmed.

The above findings suggest that the nutrition and dietary guidance interventions resulted in the improvement of the subjects' daily dietary self-management capacity and nutritional status. In addition, a relationship between the intake of carbohydrates and the swimming speed was observed.

【緒論】

スポーツ選手の競技力の向上には基礎体力や技術力の強化が不可欠であり、その基盤として、選手の体格や練習量に相応しいエネルギー・栄養素の摂取が必要となる。栄養はスポーツの競技力向上と密接な関連があると示されており、長時間の運動には、高糖質食が効果的であることが報告されている¹⁾。また、競技によって枯渇したグリコーゲンの体内貯蔵の回復と損傷した骨格筋の修復・増強には、十分な糖質、たんぱく質の摂取が必須となる²⁾。そして、スポーツ選手は心肺機能を高め、エネルギー産生力の増強が必要となるが、これにはスポーツ性貧血が大きな妨げとなる³⁾。この予防には鉄、亜鉛、銅の十分な摂取が必要である⁴⁾。さらに、ビタミンB群はエネルギー代謝に関与し⁵⁾、ビタミンCは鉄吸収を促進⁶⁾させる作用を有することが報告されている。つまり、スポーツ選手において、糖質、たんぱく質、脂質、ビタミン、無機質をバランス良く摂取することが重要となる。

水泳はスポーツの中でも水の抵抗に抗してスピードを競っており、非常に多くのエネルギーを消費する競技の一つである⁷⁾。また、競技特性として強力な筋力や持久力も要することから、食事では、必要なエネルギーとともにバランスの取れた充実した栄養素の摂取が望まれる。スポーツ選手はトレーニング中やトレーニング前後で糖質の十分な食事を摂ることが必要であり⁸⁾、これらのことは、水泳選手においても競技力を十分に発揮する上で重要⁹⁾とされている。

水泳競技を含む大学生アスリートは過酷なトレーニングを行っているにもかかわらず、日常の食事が不十分であり、栄養素の不足をきたしやすい¹⁰⁾。さらに、大学生水泳選手では、日常の食事における糖質の摂取量が必要とされる量よりも低いことが報告されている¹⁰⁾。特に一人暮らしをする大学生アスリートでは自炊をすることができない、面倒であると感じている者も多く¹¹⁾、多くの選手が朝食を欠食している状態であると報告されている^{12), 13)}。すなわち、普段の練習量や体格に応じたエネルギー・栄養素を十分に摂ることができるよう、食生活の面において自己管理能力を養う必要があると考えられる。

そこで、本研究では大学生男子水泳選手を対象に、日常の食生活における自己管理能力の向上を目的とした栄養・食事指導による介入を実施し、対象者の栄養状態の改善を目指した。さらに、対象者個人それぞれが目標とする大会での自己記録更新を目指していることから、栄養・食事指導の介入前後における栄養素摂取状況の変化と介入期間中に実施された記録会における泳速度との関連性を検討した。

【方法】

1. 対象者と実施期間

対象者は男子11名（20.0±0.9歳）である。競技レベルに関しては、日本水泳連盟学生委員会に加盟する全国の国公立大学・高専のうち、標準記録を突破した個人選手やシード校から成る全国国公立大学選手権において、全員が出場している。さらに、全日本学生選手権には対象者のうち8名、日本選手権へは2名が出場をしているチームである。また、居住形態は全員が1人暮らしである。対象者のトレーニング内容として、日曜日を除く週6日間は早朝に2時間のトレーニングを実施している。本研究の調査期間は、2007年9月から2008年3月までの5ヶ月間である。さらに、測定・調査及び栄養・食事指導における介入のスケジュールは表1に示す。

2. 測定・調査項目

（1）身体組成の測定

身長、体重、体脂肪率、除脂肪体重は栄養・食事指導による介入前（2007年9月）と、この4ヵ月後の介入後（2008年2月）において、デュアル周波数体組成計（DC-320, タニタ株式会社製）を用いて測定した（表1）。また、BMI（Body Mass Index）は身長と体重の測定値から算出した。測定について、測定時の服装は半袖シャツに半ズボンであり、早朝のトレーニングや食事から2時間以上が経過していることを確認し、午前10時に実施した。

表1 測定・調査及び栄養・食事指導における介入のスケジュール

	介入前 2007年9月	介入 10月	介入1ヶ月 11月	介入2ヶ月 12月	介入3ヶ月 2008年1月	介入4ヶ月 2月	介入5ヶ月 3月
身体組成の測定	○ 27日					○ 7日	
食事調査	○ 27日～29日					○ 7日～9日	
水泳 トレーニングの調査	○					○	
泳速度の調査		○ 7日				○ 17日	
栄養・食事指導		・エネルギー・栄養素の働き ・食事全体のバランス ・3食、補食の摂り方 ・食品、調理法の知識	・栄養・食事指導による介入内容の実施状況について確認を行った。 ・献立の提案、配布を行った。 *介入1ヶ月には1回/月、介入2ヶ月、3ヶ月には2回/月の栄養・食事指導を実施した。				・介入内容の実施状況の確認
栄養・食事指導日		13日	10日	1日、22日	5日、19日		1日

(2) 食事調査

食事調査は栄養・食事指導による介入前（2007年9月）と、4ヵ月後の介入後（2008年2月）に実施した（表1）。本研究では、平日2日と土曜日のトレーニング実施日である連続3日間にわたって食事調査を行った。また、食事調査を実施するにあたり、日常の食事を用い、担当者数名による栄養価計算値の妥当性と信頼性の検討を繰り返す訓練を行った。写真法については、対象者が自身のカメラ付き携帯電話を用い、食事前後において、ランチョンマット（50cm×60cm）に料理と共に尺度となる札（5cm×10cm）を置き、真上と斜め上の両方から撮影を行う方法で実施した。また、食事記録用紙へも料理名、食品名、摂取量を記入してもらうよう依頼した。さらに、大学食堂での喫食メニューについては食堂よりそのレシピの提供を受けた。栄養素摂取量は、エクセル栄養君Ver.4.0（建帛社）を用いて算出し、3日間の摂取量を1日量に換算して求めた。

3. 介入内容

(1) エネルギー、栄養素における摂取目標量の設定

栄養・食事指導における介入を開始した10月はシーズン中の主要な大会は終了しており、来期のシーズンに向けて基礎体力や持久力の向上を目的とした泳ぎこみを開始している時期であった。これらのことから、対象者個人における体重の減少を抑えることを目的とし、エネルギーの摂取目標量は、介入前の除脂肪体重に28.5を乗じて推定された基礎代謝量に対し、対象者個々の練習状況を推定した身体活動レベル2.0（瞬発系・通常練習期）～2.5（持久系・通常練習期）⁷⁾を乗じて算出した（表3）。さらに、体重あたりのエネルギー摂取量の目標量は、選手個々のエネルギーの摂取目標量を介入前における体重の測定値で除し、全体の平均値として算出した（表3）。

栄養素の目標摂取量に関しては、栄養・食事指導による介入前の食事調査で得られた対象者の栄養素摂取状況（表3）やこれまでのスポーツ選手の栄養素摂取量に関する知見に基づき^{14)～17)}、対象者個々に決定した。対象者の全体において、プロテイン及びサプリメントを摂取している傾向が確認されたことから、これらの摂取を控えて食事からバランス良く摂取することを目指した。糖質の摂取量は9 g/kg体重¹⁵⁾、たんぱく質の摂取量は、2 g/kg体重¹⁴⁾を参考に目標量とし、脂質の摂取量（脂質エネルギー比）を抑えることとした。さらに、日本人アスリートにおける望ましい栄養素のエネルギー比率について、たんぱく質のエネルギー比率は15～20%、脂質のエネルギー比率は25～30%、糖質のエネルギー比率は55～60%とされていることから¹⁶⁾、これらを参考とし、目標とする栄養素のエネルギー比率を設定した。そして、ビタミンB₁、B₂の摂取目標量は0.8mg/1000kcal¹⁷⁾、ビタミンCは200mg/日¹⁸⁾、鉄は18mg/日¹⁹⁾とした。さらに、ビタミンB₁、B₂、C、鉄以外のビタミン、無機質の摂取目標量は日本人の食事摂取基準2015年版を参照とし、ビタミンEは目安量、ビタミンB₁₂、葉酸、カルシウム、亜鉛、銅は推奨量を摂取目標量とした²⁰⁾。

(2) 栄養・食事指導による介入の内容

栄養・食事指導による介入について、対象者個人に対し7回実施した（表1）。介入期間中の栄養・食事指導の内容及び指導日は表1の通りであり、栄養・食事指導は土曜日の早朝練習後に実施した。

対象者全体に共通する介入の内容について、対象者個々における介入前の食事調査、身体組成の結果に基づいたエネルギー・栄養素の摂取目標量、エネルギー・栄養素の働きについて説明を行った。食事全体のバランスは食生活セルフチェック表（表4）²¹⁾における12項目の内容を基本とし、主に糖質によるエネルギー摂取の増加を目標としていることから、毎食におけるご飯等の主食の摂取量増加、早朝トレーニング後や午後に補食としておにぎりの摂取を勧めた。対象者は早朝にトレーニングを実施し、その後は授業といった生活習慣のため時間的な制約があり、朝食をきちんと摂ることが困難であったことから、トレーニング前後の2回に朝食とし、軽食を摂ることを指示した。手軽な朝食摂取の内容について、自宅で糖質、たんぱく質を中心にバランスよく摂取することが出来る食品とし、トレーニング前はパン、バナナ、ヨーグルト、牛乳など、トレーニング後には、筋肉中のグリコーゲンの回復²²⁾を目指しおにぎりを勧めた。昼食、夕食は主食、主菜（脂質の摂取を控えた調理方法を主と

したもの)、副菜を揃えることを目標とした。また、対象者の摂取に望ましいビタミン豊富な野菜、貧血の予防に効果的な鉄を多く含む食品(肉、魚、卵、ほうれん草、小松菜、大豆製品)及び、煮る、焼く、蒸すといった脂質の摂取を控えた調理方法についても事例を挙げ、提案を行った。さらに、介入の内容を達成するため、介入期間を通し、対象者個人の摂取目標量に基づき、容易に調理可能な献立、大学食堂での献立の選択メニューについて、対象者が嗜好的に日常で摂取が可能な食品を食事調査や対象者との面談から把握し、資料を作成し配布した。対象者が利用する大学食堂は、1品ずつの料理を自由に選択できるシステムとなっている。そこで、主食、主菜、副菜、汁物それぞれについて、対象者個々に望ましいメニューを複数ずつ挙げ、持ち運びやすいメニュー選択カードを作成し、食堂利用の際にはそれらから1品ずつ選択をしてもらうこととした。副菜については、大豆料理から1品、卵料理から1品、野菜を中心とした料理からそれぞれ1品ずつを選択し、可能な限り合計で3品の選択を勧めた。

対象者の栄養・食事指導の実施状況の推移を調べるために、介入期間を通して対象者へ食生活セルフチェック表²¹⁾の毎日の記録を依頼し、これらの内容の確認、回収は栄養・食事指導の実施日(表1)に行った。食生活セルフチェック表は、対象者に対する栄養・食事指導の内容として挙げた10項目²¹⁾に加え、今回介入すべき目標とした、「⑩午前中に、補食(おにぎり)を食べた。」、「⑪午後に、補食(おにぎり)を食べた。」の項目も加え、全部で12項目とした(表4)。また、食生活セルフチェック表の12項目における各項目の実行の有無を○、△、×での記入を求め、次のように点数化した。実行できたとき○は2点、どちらともいえないとき△は1点、実行できなかったとき×は0点とした。各項目の得点は1月あたりの総点(2×1ヶ月の日数)に対する割合を算出し、介入の実施率を求めた。介入1ヶ月から3ヶ月の栄養・食事指導では、介入の内容における実施状況の確認について食生活セルフチェック表の実施率を基に行い、実施されていない内容については対象者と対話し、検討した上で達成できるようサポートを行った。介入5ヶ月では、介入4ヶ月の調査結果に基づき、結果を対象者個人にフィードバックし、介入内容の実践状況の確認を行った。

4. 水泳トレーニングと泳速度の調査

水泳トレーニングは、エアロビクトレーニング(AET: Aerobic training)、持久性トレーニング(ENT: Endurance training)、スプリント性トレーニング(SPT: Sprint training)に分類した²³⁾。AETはウォームアップ、クールダウンなどで行う低強度のトレーニング、ENTは長距離を長時間泳ぎ続けるトレーニング、SPTは短距離を全力で泳ぐトレーニングである。そして、水泳トレーニングは、栄養・食事指導による介入前(2007年9月)と介入4ヵ月後(2008年2月)において、泳強度ごとに1ヶ月あたりで求めた。

泳速度は、介入前である第5回中国四国学生秋季水泳記録会(2007年10月7日実施)、介入後では、岡山県チャレンジ水泳記録会(2008年2月17日実施)における専門種目の記録を用いた。これらの記録会はいずれも室内の短水路で実施された。対象者11名のうち、自由形50mが1名、自由形100mが3名、自由形200mが1名、バタフライ100mが2名、平泳ぎ100mが4名のそれぞれ専門種目である記録を用いた。また、泳速度(m/分)の算出は、それぞれの専門種目の距離をタイムで除した。

5. 統計処理

統計解析はIBM SPSS Statistics Ver.22.0 for Windows(IBM社)を用いた。介入前後の比較には対応のあるt検定を行った。そして、介入後における泳速度の変化率を従属変数、各栄養素摂取量の変化率を独立変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。また、それぞれにおける有意差判定は5%未満を有意差ありと判定した。

6. 倫理的配慮

調査に先立って、対象者に対してインフォームドコンセントを行い、調査の目的、内容、そのメリッ

トとデメリット等についての十分な説明を行った。また、対象者には、随時、自由意志による調査からの離脱が保証されていることを示した。調査で得られた個人のデータは、個人情報保護を厳守した管理を行うことや、その統計処理後の廃棄方法、統計処理データの公表について説明した。そして、書面で調査への参加の同意を得た。なお本調査は、ヘルシンキ宣言の精神に則り、「臨床研究に関する倫理指針（厚生労働省、平成16年12月28日改正）」に基づいて調査を計画・実施した。また、本調査は、ノートルダム清心女子大学倫理委員会の承認（2007年8月6日）を得て行われた。

【結果】

対象者の身長、体重、BMI、体脂肪率、除脂肪体重の介入前後値を表2に示す。介入後について、体重では 66.9 ± 6.2 kg、BMIは 22.9 ± 1.6 、除脂肪体重は 57.8 ± 4.4 kgと有意に増加した。また、身長、体脂肪率は介入前後で差を認めなかった。

表2 身体組成の状況

項目	介入前 (n=11)	介入後 (n=11)
身長(cm)	170.8 ± 4.5	171.0 ± 4.5
体重(kg)	65.4 ± 6.5	66.9 ± 6.2 **
BMI(kg/m ²)	22.4 ± 1.9	22.9 ± 1.6 **
体脂肪率(%)	12.9 ± 2.7	13.3 ± 2.5
除脂肪体重(kg)	56.8 ± 4.5	57.8 ± 4.4 **

BMI:Body Mass Index

有意差: **p<0.01

エネルギー、栄養素の摂取状況を表3に示す。エネルギーについて、介入後では1日あたりの摂取量が 3965 ± 545 kcal、体重当たりにおける1日あたりの摂取量が 59.6 ± 8.6 kcal、摂取目標量に対する割合が104%と有意に増加した。銅では介入後において、1日あたりの摂取量が 1.98 ± 0.45 mg、体重当たりにおける1日あたりの摂取量が 0.03 ± 0.01 mg、摂取目標量に対する割合が220%と有意に増加した。また、摂取目標量に対する割合は介入前後ともに、糖質、ビタミンB₁、ビタミンB₂、鉄を除く栄養素で満たしていた。

栄養・食事指導による介入後の食事管理の実施状況について、食生活セルフチェック表の各項目の1ヶ月間における実施率の推移を表4に示す。1ヶ月間における12項目の実施率の総合点数について、介入3ヶ月～5ヶ月では、介入～介入1ヶ月に比べ有意に高くなっていた。そして、各項目の実施率を介入～介入1ヶ月と比較すると、「1日欠食をしなかった」では介入4ヶ月～5ヶ月、「毎食、ご飯やパンなどの主食をしっかりと食べた」では介入2ヶ月～5ヶ月、「豆腐・納豆などの大豆製品を食べた」では介入1ヶ月～2ヶ月にいずれも有意に高かった。さらに、「人参やほうれん草、小松菜など緑の濃い野菜をしっかりと食べた」、「ピーナッツやアーモンドなどの種実類を片手に1杯食べた」、「午前中に、補食（おにぎり）を食べた」では、介入3ヶ月～5ヶ月に有意に高い結果となった。

介入前後におけるトレーニングごとの泳距離を表5に示す。介入後の泳距離は、介入前に比較して、1ヶ月あたりの各トレーニングの合計が 98.9 ± 5.7 kmと有意に高くなっていた。

表3 エネルギー・栄養素の摂取状況

栄養素	介入前 (n=11)		介入後 (n=11)		摂取目標量に対する割合	
	1日あたりの 摂取量(A)	1日あたりの 摂取量/kg体重	1日あたりの 摂取量(B)	1日あたりの 摂取量/kg体重	介入前(%)	介入後(%)
エネルギー (kcal/日)	3501±598	54.1±11.5	3965±545	59.6±8.6 *	92.1	104 **
たんぱく質(g/日)	134±29	2.08±0.56	141±33	2.11±0.47	103	108
脂質(g/日)	112±34	1.76±0.71	127±18	1.89±0.23	112	127
糖質(g/日)	501±87	7.72±1.48	545±95	8.20±1.56	84.9	92.4
P(%E)	15.3±2.0	-	14.1±2.0	-	111	102
F(%E)	28.6±6.0	-	29.0±3.3	-	120	123
C(%E)	57.2±2.4	-	54.9±3.3	-	91.8	88.1
ビタミンB ₁ (mg/日)	2.31±0.92	0.04±0.01	2.45±0.86	0.04±0.01	77.1	81.5
ビタミンB ₂ (mg/日)	2.70±0.84	0.04±0.01	2.73±0.53	0.04±0.01	89.9	91.0
ビタミンC (mg/日)	216±135	3.24±1.88	209±229	3.08±3.29	108	105
ビタミンE (mg/日)	17.4±19.7	0.26±0.27	12.5±3.2	0.19±0.04	267	193
ビタミンB ₁₂ (μg/日)	9.64±4.76	0.15±0.09	11.3±8.8	0.17±0.14	402	472
葉酸 (μg/日)	468±164	7.09±2.23	514±126	7.67±1.68	195	214
カルシウム (mg/日)	1160±429	18.0±7.0	1144±304	17.1±4.3	145	143
鉄 (mg/日)	12.3±2.8	0.19±0.05	14.2±4.4	0.21±0.06	68.1	78.7
亜鉛 (mg/日)	14.2±2.8	0.22±0.06	15.6±3.1	0.24±0.05	142	156
銅 (mg/日)	1.68±0.32	0.03±0.01	1.98±0.45 *	0.03±0.01 *	187	220 *

P(%E): たんぱく質エネルギー比率、F(%E): 脂質エネルギー比率、C(%E): 炭水化物エネルギー比率

有意差: *p<0.05, **p<0.01

表4 食生活セルフチェック表における実施率の推移

項目	介入～ 介入1ヶ月	介入1ヶ月～ 2ヶ月	介入2ヶ月～ 3ヶ月	介入3ヶ月～ 4ヶ月	介入4ヶ月～ 5ヶ月
①1日欠食をしなかった。	89.0±13.9	85.1±14.4	96.1±8.7	95.3±6.9	97.4±4.5 [*]
②毎食、ご飯やパンなどの主食をしっかりと食べた。	83.3±20.3	77.1±21.3	95.5±9.2 [*]	93.0±15.0 [*]	93.8±14.8 [*]
③卵を2個食べた。	72.4±24.9	75.8±21.3	72.2±20.0	77.9±15.4	80.5±19.8
④毎食、肉や魚のおかずを1皿食べた。	56.7±36.0	56.8±32.2	59.7±38.4	76.8±24.1	76.9±30.0
⑤豆腐・納豆などの大豆製品を食べた。	72.4±13.7	78.1±15.7 [*]	67.9±18.4	71.4±25.8	74.8±23.8
⑥人参やほうれん草、小松菜など緑の濃い野菜をしっかりと食べた。	68.8±17.6	76.6±17.3	77.9±20.6	83.3±15.0 [*]	82.3±14.3 [*]
⑦ピーナッツやアーモンドなどの種実類を片手に1杯食べた。	29.2±28.4	32.1±25.6	39.6±28.7	45.9±32.4 ^{**}	46.4±33.2 [*]
⑧牛乳をコップ3杯(600ml)飲んだ。	66.6±30.5	64.4±32.3	80.7±15.2	78.1±19.7	83.0±16.3
⑨果物をよく食べた。	63.5±25.1	65.7±27.9	69.0±30.5	69.3±27.1	72.6±30.4
⑩午前中に、補食(おにぎり)を食べた。	29.4±20.9	37.0±31.0	43.5±32.2	53.7±34.6 [*]	51.3±40.5 [*]
⑪午後、補食(おにぎり)を食べた。	39.8±22.1	43.5±28.4	34.7±29.8	42.2±28.6	48.2±37.6
⑫油の多い菓子や清涼飲料水を控えた。	81.3±16.7	82.5±14.9	77.6±23.5	87.5±16.0	88.1±18.6
総合点数	62.7±11.2	64.6±10.7	67.9±10.3	72.9±10.5 [*]	74.6±10.8 [*]

有意差: *p<0.05, **p<0.01

表5 トレーニングと泳距離の推移

トレーニング	(km/月)	
	介入前	介入後
AET	33.1±15.7	34.8±6.6
ENT	56.0±13.5	59.1±6.2
SPT	3.96±0.89	4.6±1.2
合計	93.1±7.3	98.9±5.7 *

AET(Aerobic training):エアロビクトレーニング

ENT(Endurance training):持久性トレーニング

SPT(Sprint training):スプリント性トレーニング

有意差:* $p<0.05$

介入後のエネルギー・三大栄養素摂取量と泳速度の変化を表6に示した。表6は、エネルギーや三大栄養素の摂取量と泳速度との関連性に焦点を当てるために示したものである。この結果から、エネルギー、たんぱく質、脂質における摂取量の変化と泳速度との間に明確な関連性は見られなかったが、糖質の体重あたりの摂取量が介入後に増加した対象者の8名全員で泳速度は高くなっていた。さらに、栄養・食事指導による介入後における泳速度の変化率において、介入後における体重当たりの糖質の摂取量の変化率が有意な変数として認められた ($R^2=0.437, p<0.05$)。

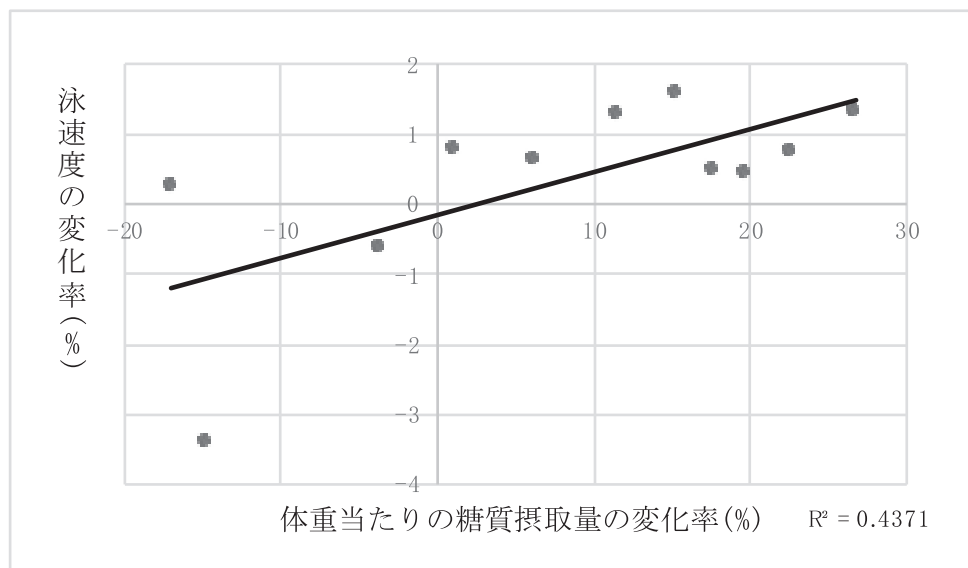


図1 栄養・食事指導の介入後における泳速度の変化率と体重当たりの糖質摂取量の変化率との関係

【考察】

本研究は、大学生男子水泳選手を対象とし、日常の食生活における自己管理能力の向上を目指した栄養・食事指導による介入から、対象者の栄養状態の改善を試みた。また、介入前後での栄養素摂取状況の変化と泳速度との関連性についても検討を行った。

対象者における介入の主な目的は、脂質の摂取量（脂質エネルギー比）の抑制と糖質の摂取量（糖質エネルギー比）の増加、たんぱく質摂取量の2 g/kg体重、ビタミンB₁、B₂、鉄の摂取量の増加について達成することである。この目的に沿って、対象者個々に応じたメニューを定期的に提案するとともに、栄養・食事指導を行った。

表6 エネルギー・三大栄養素摂取量と泳速度的変化

種目	対象者	エネルギー (kcal/日)				たんぱく質 (g/kg体重)				脂質 (g/kg体重)				糖質 (g/kg体重)				泳速度 (m/分)		
		摂取目標量	介入前 (A)	介入後 (B)	(B)-(A)	摂取目標量	介入前 (A)	介入後 (B)	(B)-(A)	摂取目標量	介入前 (A)	介入後 (B)	(B)-(A)	介入前 (A)	介入後 (B)	(B)-(A)				
自由形 50m	A	4200	4167	4024	-143	2.0	2.3	2.1	-0.2	1.6	2.1	1.9	-0.2	9.0	8.8	7.3	-1.5	112.7	113.0	0.3
	B	3800	3333	4402	1069	2.0	1.4	1.8	0.4	1.5	1.5	2.2	0.7	9.0	6.8	8.0	1.2	112.4	113.0	0.6
	C	3900	4672	4957	284	2.0	2.8	3.2	0.4	1.8	2.5	1.9	-0.6	10.0	10.5	12.1	1.6	108.2	109.9	1.7
	D	3700	3570	3456	-113	2.0	3.1	2.1	-1.0	2.1	3.5	2.2	-1.3	9.0	9.5	9.6	0.1	101.4	102.1	0.8
自由形 200m	E	3400	3745	3526	-218	2.0	2.3	2.1	-0.2	1.4	1.7	1.6	-0.1	8.0	8.1	6.9	-1.2	106.9	103.3	-3.6
バタフライ 100m	F	4100	2576	3381	805	2.0	1.4	1.8	0.4	1.7	1.2	1.7	0.5	9.0	5.6	6.7	1.1	107.8	108.2	0.5
	G	3800	3523	3927	404	2.0	1.8	1.8	0.0	1.6	1.7	2.0	0.3	9.0	7.8	8.7	0.9	105.2	106.6	1.3
平泳ぎ 100m	H	3200	2798	3557	759	2.0	1.6	2.0	0.4	1.4	1.3	1.9	0.6	10.0	6.5	6.9	0.4	80.9	81.4	0.5
	I	3800	3575	4086	511	2.0	2.5	2.1	-0.4	1.5	1.2	2.1	0.9	9.0	8.0	7.7	-0.3	93.3	92.7	-0.6
	J	4200	3599	4761	1162	2.0	1.8	2.7	0.9	1.5	1.5	1.9	0.4	9.0	7.1	9.0	1.9	95.0	96.3	1.3
	K	3500	2953	3540	587	2.0	1.9	1.5	-0.4	1.4	1.2	1.5	0.3	8.0	6.2	7.6	1.4	88.6	89.3	0.7

介入後の対象者全体の身体組成について、体重、BMI、除脂肪体重は有意に高くなっていた（表2）。この増加は、調査期間中のエネルギー摂取量の増加や練習量の増加を反映したものと考えられる（表3、5）。また、エネルギー摂取量は介入によって摂取目標量を達成したことから、対象者のエネルギーバランスは保たれていたと考えられる。

そして、約5ヶ月間の調査期間における介入の実施状況を示した食生活セルフチェック表の結果から、欠食の減少、主食、大豆製品、緑黄色野菜類、種実類、午前中の中における補食（おにぎり）の摂取頻度、さらに12項目の実施率における総合点数の有意な増加が認められ（表4）、この傾向は介入初期の頃に比べ、介入期間が進むにつれて高くなっていた。

さらに、介入による対象者全体のエネルギーと栄養素摂取状況については、エネルギーのみが有意に増加した（表3）。対象者個々の摂取量は、介入によってエネルギーと糖質で約73%（11名中8名）、たんぱく質の摂取量で約46%（11名中5名）、脂質の摂取量で約64%（11名中7名）が増加していた（表6）。また、対象者全体において、介入により、エネルギー、たんぱく質は摂取目標量を達成しており、糖質も摂取目標量の約90%を満たしていたことから、概ね達成することができたと考えられるが、脂質については摂取目標量を上回っていた（表3）。さらに、エネルギー、三大栄養素の摂取目標量を達成した個々の対象者は、エネルギーで約73%（11名中8名）、たんぱく質で約64%（11名中7名）、糖質は約27%（11名中3名）であった（表6）。また、脂質について、摂取目標量以下の対象者は約9%（11名中1名）のみであった（表6）。

これらの点から、栄養・食事指導による介入の目的とした脂質の摂取量（脂質エネルギー比）の抑制については、改善が不十分であったと考えられる。脂質の摂取量を抑制することができず、また、摂取目標量以下を達成した対象者は少なかった。介入前の調査結果から、本研究における対象者の多くが嗜好的に揚げ物を好むことから摂取量や摂取頻度が多い傾向にあったが、介入後もこれらの点を改善することができていなかったと考えられる。そして、糖質について、摂取目標量を達成した対象者は少なかったが、摂取量は対象者のうち約73%で増加していた。また、エネルギー摂取量の増加、エネルギー、たんぱく質の摂取目標量の達成について、成果を挙げることができた。以上の内容から、栄養・食事指導による介入が長期にわたるにつれ、食事管理状況、栄養状態が改善され、除脂肪体重も増加していたことから、日常の食生活における自己管理能力の向上は達成されたものと考えられる。

調査期間中の記録会における泳速度については、介入後に、約82%（11名中9名）の対象者で速くなっていた（表6）。また、エネルギー、三大栄養素摂取量と泳速度の変化では、エネルギーやたんぱく質、脂質の摂取量の変化と泳速度との関連性は認められなかったが、糖質の摂取量が増加した対象者の8名全員で泳速度が高くなっていた（表6）。これらの対象者では、毎食の主食量の増加や早朝トレーニング前の朝食における主食の摂取、早朝トレーニング後における補食としてのおにぎりの摂取が達成されていた。また、対象者8名のうち、対象者C、Jは介入後に糖質の摂取量が特に多く増加しており、摂取目標量を満たしていた。対象者C、Jは、昼食時に大学食堂を利用しており、介入前は主食について、日常的に普通茶碗サイズのご飯を選択し、また、うどん、ラーメン等の麺類を摂る場合、それらと主菜料理を選択していた。これらの点から大学食堂利用時について、主食のご飯は丼サイズを選択すること、麺類を選択する場合、麺類に加え、普通茶碗サイズのご飯も選択することを勧めた。さらに、ご飯、麺類以外にかぼちゃ、じゃがいも、さつまいもにも糖質が多く含まれていることから、これらの食品が使用されている主菜、副菜のメニューも積極的に選択することを指示した。介入後はこれらの内容の達成が確認された。また、対象者Jは、介入前について、早朝トレーニング前の朝食摂取量が十分でないにも関わらず、トレーニング後も補食を摂っていなかったが、介入後はトレーニング後に自ら調理したおにぎりを摂るようになっていた。

一方、糖質の摂取量が減少しており、泳速度が低下していた対象者E、Iでは、介入後においても、早朝トレーニング前における朝食や早朝トレーニング後における補食の欠食は、トレーニングや授業のスケジュール上、時間に制約があることが要因となり、十分に改善が成されていない状況であった。また、これらの対象者はアルバイトにより夜遅くに夕食を摂る日もあったことから、バランス良く十

分な夕食を摂る日ばかりではない状況であった。これらの点から、このような対象者について、朝食やトレーニング後の補食、夕食を十分に摂ることが困難な場合、対象者の授業日程やアルバイトの勤務時間を詳細に確認し、昼食において学生食堂での食事量を増加すること、アルバイト前に補食を摂っておくなど、対象者個人の生活パターンに対し、きめ細やかな栄養・食事指導に取り組む必要があると考えられる。

さらに、介入後における泳速度の変化率を従属変数、各栄養素摂取量の変化率を独立変数とした重回帰分析（ステップワイズ法）を行った結果、介入後における体重当たりの糖質の摂取量の変化率が有意な変数として認められた（ $R^2=0.437, p<0.05$ ）（図1）。スポーツ選手における競技力と糖質の摂取との関連性について、Costillら²⁴⁾は、水泳選手において、糖質の摂取量の増加に伴い、筋肉中のグリコーゲン量が増大し、持久力との相関性が高くなると報告している。また、長時間の運動には、高糖質食が効果的であり¹⁾、筋グリコーゲンの減少は低血糖と競技力低下の要因となり、疲労の原因となる^{22),25)}ことが知られている。

そして、先行研究では、スポーツ選手の競技力向上を目指し、管理栄養士による栄養・食事指導による介入が実施され、栄養状態の改善や身体組成の向上が報告されている^{26),27)}。このような介入により対象者のエネルギーや糖質の摂取量が増加し、栄養状態の改善は確認されているが、競技力との関連性は検討されていない。本研究においても、先行研究と同様に栄養・食事指導による介入により、エネルギーや糖質の摂取量が増加した対象者が多く確認された。さらに、本研究では、糖質の摂取量が増加した対象者全員で泳速度の増加が見られ、介入による競技力との関連性も確認された。これらのことから、栄養・食事指導による介入から糖質の増加が持久力の向上^{9),22)}に繋がり、泳速度の向上における要因となった可能性が示唆された。

高校生までは日常の食事について、保護者が食事管理を担当する場合が大半であるが、大学生では自己管理に大きく委ねられる。大学生のスポーツ選手では、親元を離れ、一人暮らしをする者も多く、自炊の困難な学生¹¹⁾、朝食を含めて欠食をする学生が多く^{12),13),28)}報告されているが、本研究では、日常の食生活における自己管理能力を要する大学生男子水泳選手に対し、栄養・食事指導による介入を実施した結果、栄養状態の改善に繋がったことが示唆された。さらに、泳速度の伸び盛りの対象者について、栄養素摂取量と泳速度との関連性を論じた。そこで、泳速度と関連性が見られた糖質の摂取について、介入後に一部の対象者では減少していたが、多くの対象者では増加していた。

今後は、糖質の摂取量が減少し、泳速度が低下していた対象者を中心に、個人の生活パターンにより応じた栄養・食事指導、また、面談による栄養・食事指導のみではなく、食品の選択や調理技術に関する参加型及び実践的な指導を交えたより長期的なサポートの重要性も示唆された。さらに、本研究では対象者が少ないことから、今後は多くの対象者によって泳速度の向上に関わる身体的、心理的、環境的な条件などの多因子と栄養素摂取との関連性に関する研究によって、栄養素摂取量の変化と泳速度との関連性が詳細に検討されることが望まれる。

【結論】

本研究では、大学生男子水泳選手の栄養状態の改善を目指し、日常の食生活における自己管理能力の向上を目的に、栄養・食事指導による介入を実施した。その結果、エネルギー摂取量が増加し、介入の経過とともに対象者の食事管理状況は改善され、身体組成も増加した。このことから、対象者の日常における食生活の自己管理能力の向上について、達成することができたと考えられる。また、エネルギー、三大栄養素摂取量と泳速度の変化では、糖質の摂取量が増加した対象者の全員で泳速度が高くなっていた。さらに、介入後における泳速度の変化率と体重当たりの糖質摂取量の変化率との間で関係が確認された。以上のことから、介入が対象者の食事における自己管理能力の向上に繋がり、栄養状態の改善や身体組成の増加に寄与したと考えられる。さらに、糖質の摂取と泳速度との間に関連性が示唆された。

【謝辞】

本調査を実施するにあたり、多大なるご協力を頂きました水泳部の選手の皆様、水泳部監督の田中克己氏、管理栄養士の赤澤佳香氏、有馬由布子氏、黒崎三葉氏、塩田美鈴氏、鳥羽奈津美氏、平松佑美氏に深く感謝致します。

【利益相反】

本研究内容に関して申告すべき利益相反はない。

【引用文献】

- 1) Kerkick, C.M., Arent, S., Schoenfeld, B.J., et al.: International society of sports nutrition position stand: nutrient timing, *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 29, 14, 33(2017)
- 2) Ivy, J.L.: Optimization of glycogen stores, nutrition in sports, *Blackwell Science Ltd.*, 97-111(2000)
- 3) Coates, A., Mountjoy, M., Burr, J.: Incidence of iron deficiency and iron deficient anemia in elite runners and triathletes, *Clin. J. Sport. Med.*, 27(5), 493-498(2017)
- 4) 風見公子, 芦田欣也, 佐藤裕子, 他: 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, *体力化学*, 3, 313-321(2014)
- 5) 樋口満: 新版コンディショニングのスポーツ栄養学, pp.96-111(2015), 市村出版, 東京
- 6) Evans, W.J.: Vitamin E, vitamin C, and exercise, *Am. J. Clin. Nutr.*, 72, 647-652S(2000)
- 7) 小清水孝子, 柳沢香絵, 樋口満: スポーツ選手の推定エネルギー必要量, *トレーニング科学*, 17, 245-250(2005)
- 8) Burke, L.M., Mujika, I.: Nutrition recovery in aquatic sports, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Meta.*, 24, 425-436(2014)
- 9) Frajman, P., Kavouras, S.A., Yannakoulia, M., et al.: Dietary intake and nutritional practices of elite greek aquatic athletes, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Meta.*, 14, 437-585(2004)
- 10) Hinton, P.S., Sanford, T.C., Davidson, M.M., et al.: Nutrient intakes and dietary behaviors of male and female collegiate athletes, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 14, 389-405(2004)
- 11) 奥村友香, 岡村浩嗣, 小清水孝子, 他: 自炊とレシピ集に対する栄養系と体育系の一人暮らしの学生の認識, *日本スポーツ栄養研究誌*, 8, 11-17(2015)
- 12) Burke, L.M., Slater, G., Broad, E.M., et al.: Eating patterns and meal frequency of elite australian athletes, *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.*, 22, 521-538(2003)
- 13) 藪田望, 松本範子: 期分けにおける栄養教育の有無が大学スポーツ選手の身体組成やエネルギーと各種栄養素摂取量に与える影響, *日本スポーツ栄養研究誌*, 12, 52-66(2019)
- 14) Yoshimura, H.: Anemia during physical training (sports anemia), *Nutr. Rev.*, 28(10), 251-253(2014)
- 15) Burke, L.M., Kiens, B., Ivy, J.L.: Carbohydrates and fat for training and recovery, *J. Sports. Sci.*, 22, 15-30(2004)
- 16) (財)日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会: アスリートのための栄養・食事ガイド, pp.19-20(2006), 第一出版, 東京
- 17) (財)日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会: アスリートのための栄養・食事ガイド, pp.58-62(2006), 第一出版, 東京
- 18) Rousseau, A.S., Hininger, I., Palazzetti, S., et al.: Antioxidant vitamin status in high exposure to oxidative stress in competitive athletes, *Br. J. Nutr.*, 92, 461-468(2004)
- 19) Haymes, E.M., Spillman, D.M.: Iron Status of women distance runners, sprinters, and control women, *Int. J. Sports. Med.*, 10, 430-433(1989)

- 20) 菱田明：日本人の食事摂取基準(2015年版)，pp.192, 242, 243, 283, 336, 337(2014)，第一出版，東京
- 21) (財)日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会：アスリートのための栄養・食事ガイド，pp.21(2006)，第一出版，東京
- 22) Burke, L.M., Loucks, A.B., Broad, N.: Energy and carbohydrate for training and recovery, *J. Sports. Sci.*, 24(7), 675–685(2006)
- 23) 椿本昇三，小島勝徳，下山好充，他：競泳コーチングにおける持久期トレーニングの評価—乳酸カーブテストを用いて—，水泳水中運動科学，9，1–8(2006)
- 24) Costill, D.L., Flynn, M.G., Kirwan, J.P., et al.: Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance, *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 20(3), 249–254(1988)
- 25) Tipton, K.D., Elliott, T.A., Cree, M.G., et al.: Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise, *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 292, E71–E76(2007)
- 26) 海崎彩，田中紀子：高校野球選手の栄養学的介入による夏季の体格・栄養状態の改善，日本スポーツ栄養研究誌，8，19–29(2015)
- 27) 海老久美子，中尾茉莉子，上村香久子，他：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)
- 28) Minato, K., Sato, Y., Kobayashi, S., et al.: Nutritional status of Japanese male Collegiate athletes, *Jpn. J. Phys. Fitness. Sports. Med.*, 55, S189–S192(2006)

