

資料

国際学術雑誌におけるスポーツ栄養学研究の最近の動向

小池 温子、寺田 新

東京大学 大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系

スポーツ栄養学の研究で得られた最新の知見は、研究者だけでなく、スポーツ現場に携わる管理栄養士・栄養士やトレーナーからも注目を集めている。本研究では、スポーツ栄養学に関する研究が世界中でどの程度増加しているのか、さらには、どのような栄養素や手法が注目を集めているかという近年の研究動向を把握するために、2016年から2020年の5年間に国際的な研究誌に報告されたスポーツ栄養学に関する研究論文を収集し、分析することとした。スポーツ栄養学、スポーツ科学、スポーツ医学、栄養学、運動生理学に関する代表的な学術雑誌（全26誌）において、論文タイトルに「栄養」と「運動」に関する語句がどちらも含まれている論文を分析対象として抽出した。さらに、それらのタイトルに含まれる語句を【栄養素】、【アウトカム】、【対象者】という観点から分類・分析し、どのような研究論文が最も多く報告されているか検討した。その結果、【栄養素】の中では、“Supplement”（特に“Caffeine”）に関する論文が、【アウトカム】の中では“Performance”に関する論文がそれぞれ最も多く報告されていた。さらに、【対象者】に関しては、競技選手を対象として行われた研究が、全体の30%に満たないことが明らかとなった。

キーワード：文献研究 サプリメント パフォーマンス 競技選手

I 緒言

近年、スポーツ栄養学に関する研究が世界各国で盛んに行われている。本研究誌においても、直近2年間における研究論文の報告件数は過去最多を更新しており、世界的にもその数は飛躍的に増加しているように思われる。インターネットおよびソーシャルネットワークワーキングサービスの発展にともない、最新論文の情報がすぐに入手できるようになったこともあり、そのような情報は、スポーツ科学分野の研究者だけでなく、スポーツ現場に携わる管理栄養士・栄養士からも注目されるようになってきている。

このように、世界におけるスポーツ栄養学研究が大きく発展・進歩していると思われるものの、実際に、スポーツ栄養学に関する研究が世界中でどの程度増加しているのか、さらには、スポーツ栄養学研究では近年どのような栄養素や手法が注目されているのかといったことをまとめて整理した情報・資料はこれまでほとんど報告されていない。このような情報を明らかにすることで、スポーツ栄養学研究の現状および今後の方向性を把握することができると考えられる。

そこで、本資料では、2016年から2020年の5年間に

国際学術誌で報告されたスポーツ栄養学に関する研究論文を収集し、最新の研究動向を把握することとした。

II 方法

1. 分析対象とする国際学術誌の論文検索と選定基準

分析対象とする国際学術誌は、スポーツ栄養学、スポーツ科学、スポーツ医学、栄養学、運動生理学に関する代表的な学術誌の全26誌とした（表1）。これらの学術誌において、2016年から2020年の5年間の間に掲載された論文（原著論文・短報論文・総説論文などの全ての論文を含む）の中から、以下の基準を満たす論文を分析対象とした。

まず、論文のタイトルに「栄養」と「運動」に関する語句がどちらも含まれていることを第一の基準とした。また、本資料は健康の維持・増進および競技パフォーマンスの向上を目的とした研究論文を対象としたため、栄養と運動の両方の関連語句が含まれる場合でも、疾病の治療を目的とした研究であることがタイトルから判断できる論文は対象外とした。さらに、スポーツ競技者ではない一般の子供や高齢者を対象とした研究は、健康の維持・増進を目的とした研究か、あ

表1 分析対象の国際学術誌

	学術名
スポーツ栄養	International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism Journal of International Society of Sports Nutrition
スポーツ科学	The Journal of Strength & Conditioning Research European Journal of Sport Science Journal of Sports Sciences
スポーツ医学	Medicine and Science in Sports and Exercise Sports Medicine Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports British Journal of Sports Medicine International Journal of Sports Medicine Sports Medicine – Open
栄養学	Nutrients Frontier in Nutrition Nutrition Journal of Nutrition American Journal of Clinical Nutrition British Journal of Nutrition European Journal of Clinical Nutrition
運動生理学	Applied Physiology, Nutrition and Metabolism European Journal of Applied Physiology Journal of Applied Physiology Physiological reports Journal of Physiology American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism Frontier in Physiology Frontier in Sports and Active Living

るいは各ライフステージにおいて特異的に生じる疾病の治療を目的とした研究かを区別することが困難であったため、今回は分析対象外とした。また、アルコール摂取に関する研究論文も除外した。なお、これらの条件に基づいた論文検索は、筆者が各雑誌を全て遡ることで行なったが、Nutrients誌においては、近年膨大な数の論文が掲載されているため（2019年：3,077件、2020年：3,911件）、“exercise”または“athlete”というキーワードで検索を行い、該当したものの中から上記の基準を満たす論文を収集することとした。

2. 分類の手順

分析対象とした論文のタイトルを、【栄養素】、【アウトカム】、【対象者】という3つの観点（カテゴリー）から分析した。すなわち、論文タイトルの中に、それぞれのカテゴリーと関連する語句（表2「関連語句」）が含まれているかを確認し、同じ関連語句毎に「項目」（表2）としてまとめ、それぞれの「項目」における論文本数を数えた。

Ⅲ 分析結果と考察

1. 分析対象とした論文件数

分析対象として抽出した論文の総数は1,812件であった。年別の論文件数は、2016年は285件、2017年は302件、2018年は375件、2019年は417件、2020年は433件となっており（図1）、スポーツ栄養学に関する研究論文数は、過去5年間にわたって毎年増加し続けていることが明らかとなった。

学術誌の種類別で見たと、スポーツ栄養学関連雑誌で555件、スポーツ科学関連雑誌で213件、スポーツ医学関連雑誌で269件、栄養学関連雑誌で462件、運動生理学関連雑誌で313件であった。学術誌別の論文掲載数は、Nutrients（324件）、International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism (IJSNEM)（309件）、Journal of International Society of Sports Nutrition (JISSN)（246件）の順に多い結果となった（図2）。IJSNEM誌とJISSN誌はともに、スポーツ栄養学専門の学術誌であり、スポーツ栄養に関する最新情報が数多く掲載されていることが、この結果か

表2 各カテゴリーにおける項目と関連語句の例

カテゴリー	項目	関連語句の例
栄養素	“Energy”	エネルギーバランス（エネルギー制限）
	“Carbohydrate”	糖質、高糖質食、低糖質食
	“Protein”	タンパク質、アミノ酸、高タンパク質食
	“Fat”	ケトン体、高脂肪食（ケトン食を含む）
	“Fluid”	水分摂取、ハイドロゲル、アイススラリー
	“Caffeine”	カフェイン
	“Vitamin and Mineral”	ビタミン・ミネラル
	“Antioxidants”	抗酸化物質 / 食品
	“Supplement”	サプリメント全般 （上記栄養素のサプリメントとしての摂取は除く）
	etc.	硝酸塩を多く含む食品、低 FODMAP 食など
アウトカム	“Performance”	競技パフォーマンス、運動パフォーマンスなど
	“Recovery and Damage”	リカバリー、筋疲労、中枢性疲労、ダメージ、酸化ストレスなど
	“Muscle volume and power”	筋タンパク合成、筋発揮、除脂肪割合、体組成の変化、骨格筋内のシグナル変化など
	“Metabolism”	血液中のエネルギー基質・その他栄養素の代謝、ホルモンの変化など
	etc.	体水分・脱水状態、腸内細菌、酸素消費、胃腸障害、ミトコンドリア適応など
対象者	“Athlete”	特定の競技選手
	“Others”	健康な若年成人、ラット・マウスなど （対象者に関する情報が記載されていない論文を含む）

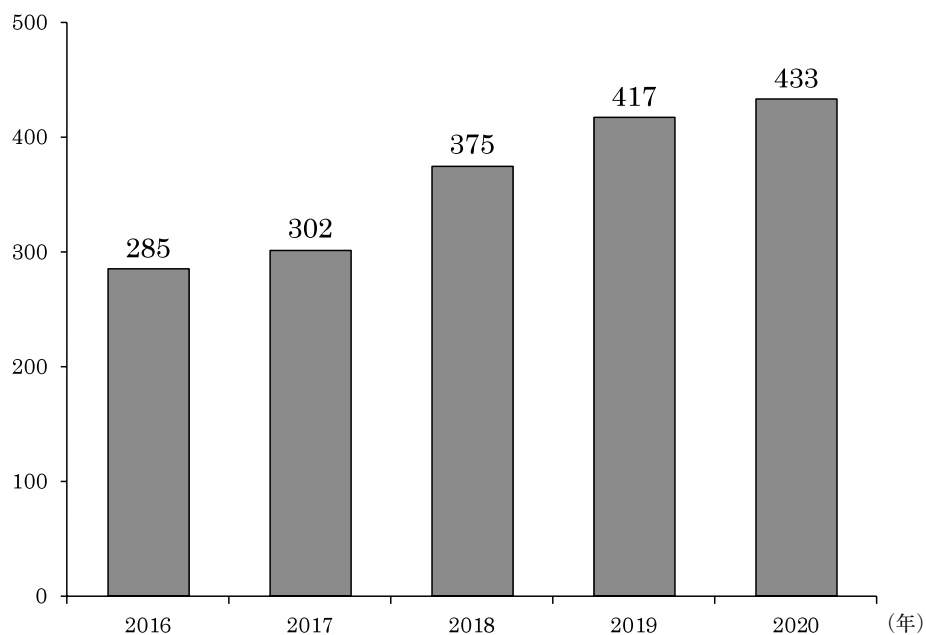


図1 論文件数の年次推移

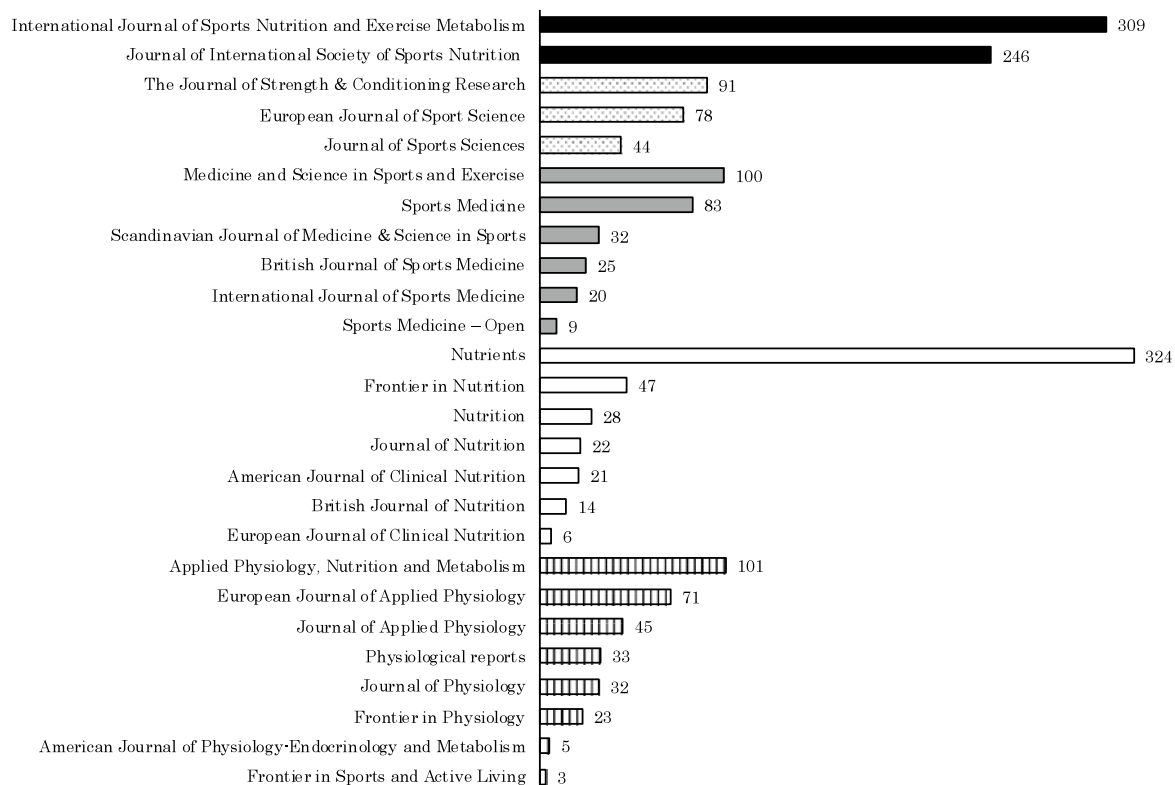


図2 分析対象とした論文件数

らもうかがえる。また、Nutrients誌は、2009年に発刊されたオープンアクセスジャーナルである。先述したように、掲載される論文数が他誌に比べて多く、それに比例してスポーツ栄養に関する論文数も多くなっている。この3誌に掲載された論文の数は、今回の調査対象となった論文の約半数（49%）を占めることから、スポーツ栄養研究における最新の知見を得るうえで、これらの雑誌が主要な情報源になっていると言える。

以下、各カテゴリーにおける分類・分析結果および考察を記す。なお、全ての論文タイトルにおいて、3つの全カテゴリーの関連語句が含まれていたわけではない（1つまたは2つのカテゴリーにおける関連語句しかタイトルに含まれない論文も存在した）こと、また、1つのカテゴリーにおいて複数の関連語句が含まれる場合もあったことから、以下の各カテゴリーで分類した論文の総数は一致しない。

2. 各カテゴリーにおける分析結果

1) 栄養素

先行研究（パフォーマンステスト前の食事コントロールの違いが各種栄養素の効果に及ぼす影響について解析した研究）における栄養素の分類方法を参照し¹⁾、分析対象の論文を10項目に分類した（表2）。図3に示すように、栄養素の中では“Supplement”に関

する論文が308件で最も多く、次いで“Carbohydrate”（207件）“Protein”（193件）に関する論文が多いという結果となった。本資料を執筆中、2000～2018年における世界のスポーツ栄養学に関する研究動向を、テキストマイニング（膨大なテキストデータの中から同じキーワードに見られるパターンや規則性を見つけ、知識や情報を取り出す技術）を用いて分析した論文が公表された²⁾。そこでは、頻出テーマ上位5つのうち、3つがサプリメント摂取に関連する内容であったことが報告されている（“muscle power enhancement and dietary supplementation”、“oxidative stress and dietary supplement use”、“dietary supplementation of nitrates”）。近年、インターネットなどを通じて様々なサプリメントを簡単に入手できるようになったことから、トップアスリートだけでなく、健康を意識する一般の人々の間でもサプリメント摂取が普及している³⁾。このような市場の拡大も、サプリメントに関する研究が高い頻度で行われている要因の1つかもしれない。

また、サプリメントの一種であるものの、論文件数が多いことから別項目として集計した“Caffeine”に関する研究は136件となり、サプリメントを対象とした研究の中では最も多くの論文が報告されていた（図3）。この“Caffeine”に関する論文数と上記の“Supple-

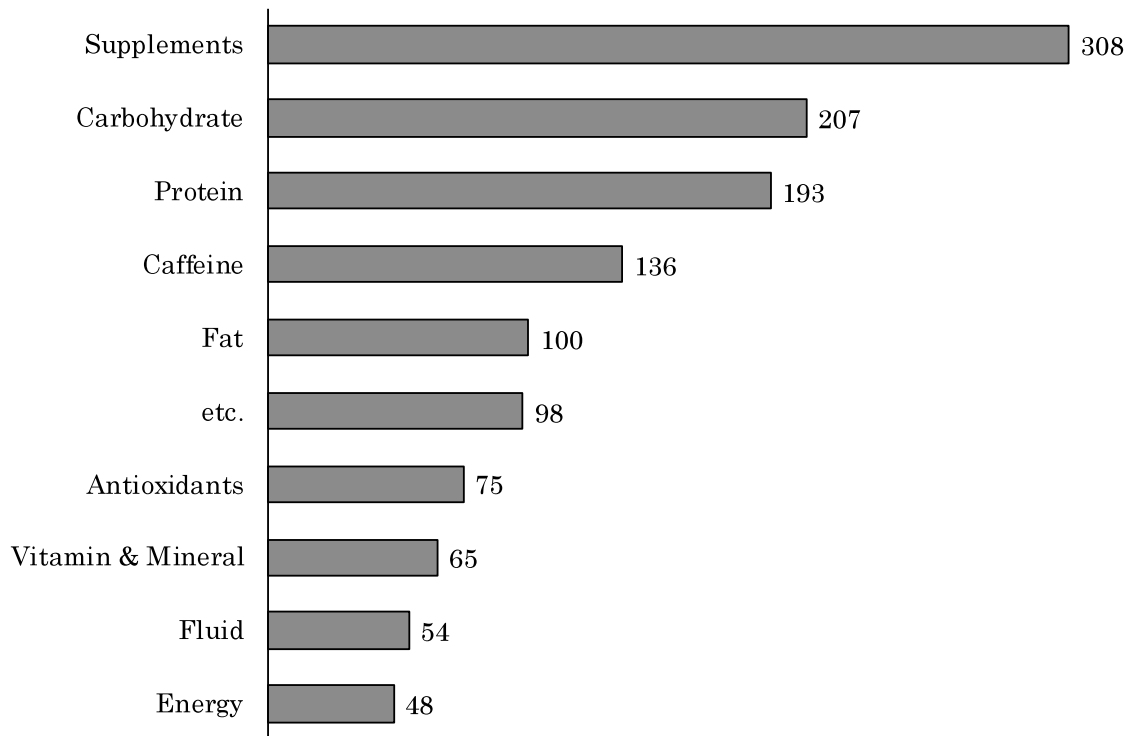


図3 栄養素別の論文件数

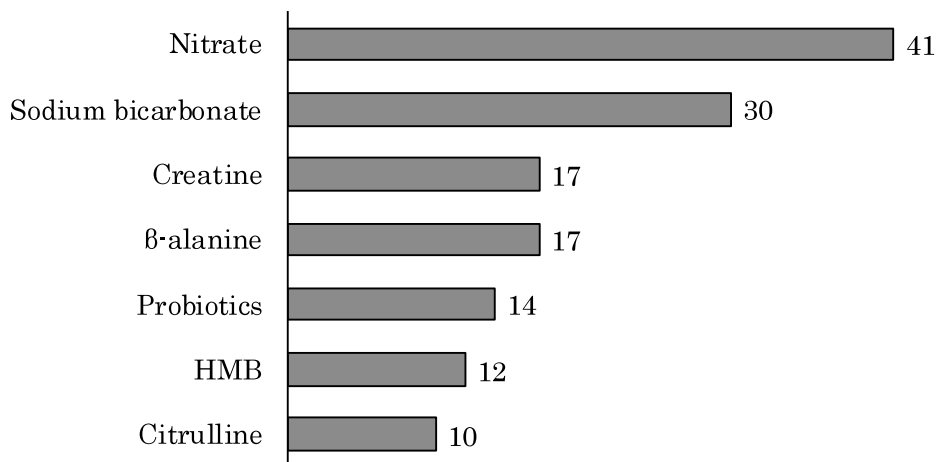


図4 “Supplement”の内訳（上位7項目）

ment”と分類された論文数を合計すると444件にものぼる。さらに、“Supplement”として分類した研究を成分別に集計したところ、“Nitrate（硝酸塩：41件）”、“Sodium bicarbonate（重炭酸塩：30件）”、“Creatine（クレアチン：17件）”、“β-alanine（βアラニン：17件）”の順に多いことが明らかとなった（図4）。硝酸塩については、先行研究においても同様に頻出テーマとして挙げられていることから²⁾、サプリメントに関する研究の中でも特に注目されている成分と言えるだろう。

2016年に北米の栄養・スポーツ医学関連3団体から示されたスポーツ栄養の公式見解（Joint Position Statement：Nutrition and Athletic Performance）において、「脂質」について記載されたページは極めて少なく、その内容も、ごく当たり前の情報に留まっている⁴⁾。しかしながら、本資料における分析結果では、“Fat”に関する論文件数は“Vitamin and Mineral”や“Antioxidants”に関する論文件数を大きく上回り、5番目に多い結果となった（図3）。近年、ケトン食や

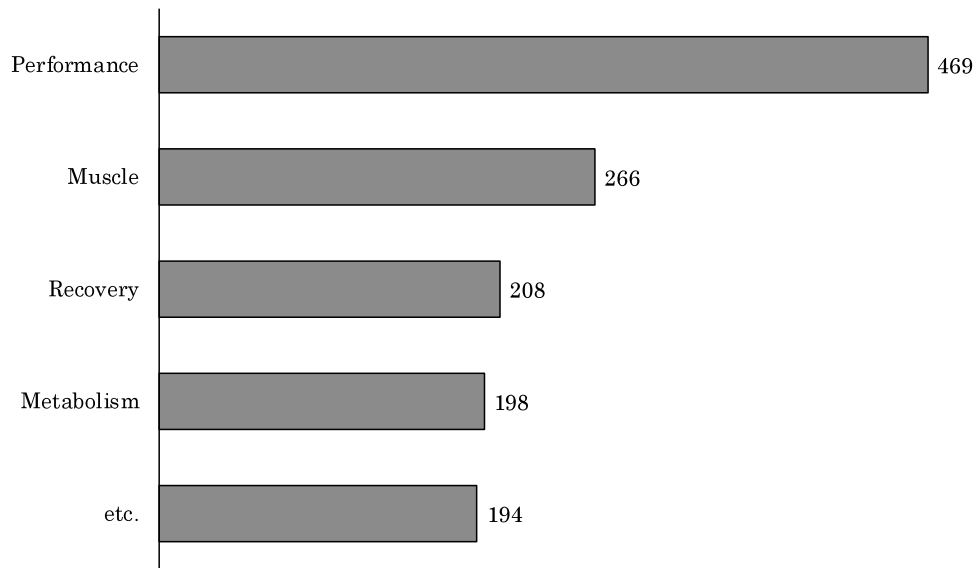


図5 アウトカム別の論文件数

ケトン体エステルなどをはじめとした脂質の新たな活用法に焦点を当てた研究論文や総説論文も多数報告されている^{5)~7)}。2015年以前の研究動向と直接比較が出来ないため、必ずしも明らかではないものの、脂質の摂取法に関する研究に対する関心が近年高まっていると考えられる。

なお、etc.（その他）として分類した論文には、硝酸塩を含む食品（例:beetroot juice）の摂取に関する研究が特に多く含まれていた。

2) アウトカム

アウトカムという観点から、分析対象論文を表2のような5項目に分類した。図5に示すように、“Performance”を評価指標とした論文が469件で最も多く、次いで“Muscle”（筋肥大、筋力など）に関する論文が多いという結果となった（266件、図5）。先行研究では、2018年に公表されたスポーツ栄養学に関する論文の中では、メカニズムの解明などを目的とした基礎研究に関する論文はとて少なく、応用研究（スポーツ現場で使用した際の効果に関する研究）が大部分を占めていたことが報告されている²⁾。今回の分析結果において、競技・運動のパフォーマンスを評価指標とした論文が最多であったことから、現在のスポーツ栄養学に関する研究は、得られた知見を比較的早く現場で実践・活用できるような応用研究が中心となっていると考えられる。

また、etc.（その他）として分類した論文には、酸素消費、胃腸障害、腸内細菌（腸内環境）、骨格筋ミトコンドリア適応に及ぼす影響をアウトカムとして評価・検討した研究が多く見られた。特に腸内細菌に関

する研究は、2016～2018年の2年間で報告件数が急増していたテーマの1つとして挙げられている²⁾。今回の分析結果では、その報告件数は他の研究と比較してまだ少ないものの、今後注目されるテーマの1つとなるだろう。

3) 対象者

研究対象については、タイトルから特定の競技における選手であることが分かる場合のみ“Athlete”と分類し、その他の場合（実験動物を含む）は“Others”として集計した。なお、競技選手を対象とした論文が、今回分析対象となった全ての論文に対してどのくらいの割合で含まれているか検討するため、対象者に関する記載がない論文も“Others”として分類した。その結果、“Athlete”を対象とした論文は524件であり、全体の29%であった。一方、“Others”として分類された研究は1,288件であり、全体の71%を占めていた。本資料で分析対象として抽出した論文には、競技選手の運動能力の向上だけでなく、健康維持・増進を目的とした内容の論文も含まれている。したがって、研究対象として必ずしも競技選手を用いる必要がなく、上記のような結果となった可能性も考えられる。しかしながら、競技・運動パフォーマンスの向上を目的とした研究においても、競技選手を対象とした論文は30%（120件）に留まっていた。このことは、競技選手を被験者とした研究を行うことの難しさを示唆しているかもしれない。一般人と競技選手では、同じ栄養学的手法を用いた場合であっても、その効果の現れ方には違いがあることがよく知られている⁸⁾。したがって、競技選手のパフォーマンス向上を目的とした手法の効果を検

証するための研究においては、可能な限り、競技選手を対象とした知見を今後増やすことが必要であると考えられる。

IV まとめ

本資料では、過去5年間（2016～2020年）におけるスポーツ栄養学に関する研究動向を明らかにするため、代表的な国際学術誌から論文を収集し、分析を行った。今回得られた知見は以下の通りである。

（1）近年のスポーツ栄養学に関する研究では、“Supplement”、“Carbohydrate”、“Protein”についての研究が多く報告されていた。中でも、サプリメントに関する研究が最も多く、その内容は“Caffeine”、“Nitrate”、“Sodium bicarbonate”、“Creatine”、“ β -alanine”の順に報告数が多いことが明らかとなった。

（2）研究のアウトカムとして“Performance”を用いた研究が最も多く報告されていた。

（3）競技選手を対象とした研究は全体の3割を下回ることが明らかとなった。

利益相反

本研究内容に関して利益相反は存在しない。

文 献

- 1) Jeacocke, N.A., Burke, L.M.: Methods to standardize dietary intake before performance testing, *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 20, 87-103 (2010)
- 2) Kiss, A., Temesi, A., Tompa, O., et al.: Structure and trends of international sport nutrition research between 2000 and 2018: bibliometric mapping of sport nutrition science, *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 18, 12 (2021)
- 3) Kärklund, A., Gómez-Gallego, C., Turpeinen, A.M., et al.: Protein supplements and their relation with nutrition, microbiota composition and health: Is more protein always better for sportspeople?, *Nutrients*, 11, 829 (2019)
- 4) Thomas, D.T., Erdman, K.A., Burke, L.M.: American College of Sports Medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 48, 543-568 (2016)
- 5) McSwiney, F.T., Wardrop, B., Hyde, P.N., et al.: Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes, *Metabolism*, 81, 25-34 (2018)
- 6) Burke, L.M.: Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport?, *J. Physiol.*, 599, 819-843 (2021)
- 7) Evans, M., Cogan, K.E., Egan, B.: Metabolism of ketone bodies during exercise and training: physiological basis for exogenous supplementation, *J. Physiol.*, 595, 2857-2871 (2017)
- 8) Burke, L.M., Hawley, J.A.: Swifter, higher, stronger: What's on the menu?, *Science*, 362, 781-787 (2018)

（受付日：2021年3月17日）
（採択日：2021年3月22日）