特集

「医学とスポーツ」

「スポーツと栄養」—コンディショニングと栄養摂取

松 本 恵

日本大学文理学部体育学科

Sports and Nutrition-Conditioning and Nutrient Intake

Megumi MATSUMOTO

Department of Physical Education, College of Human and Sciences, Nihon University

When the amount of physical activity increases due to sports, it is necessary to consider the appropriate amount of energy and intake of each nutrient commensurate with the amount of activity. In addition, elite athletes with rigorous training need to be aware of their excess or deficiency of certain nutrients to prevent injuries and illnesses. In particular, the chronic lack of energy intake of athletes has been clearly shown to be related to future diseases, which is a major problem. On the other hand, research is progressing on how to devise nutrient intake according to training and game schedules, and supplements for the purpose of improving performance are also being actively developed. There are many problems with the use of supplements, such as the relationship with doping control and a lack of education for junior athletes. In the future, nutrition at sports sites will require more personalized support, and it is hoped that a large amount of evidence will be accumulated.

Key words: periodization, conditioning, supplements

ピリオダイゼーション, コンディショニング, サプリメント

(J. Nihon Univ. Med. Ass., 2021; 80 (2): 75–80)

要旨

スポーツによって身体活動量が増加すると、活動量に見合った適切なエネルギー・各栄養素の摂取量を考慮することが必要になる。また、厳しいトレーニングを実施するエリートアスリートでは怪我や疾病を予防するために、特定の栄養素の過不足に留意する必要がある。とくに、アスリートの慢性的な摂取エネルギー不足は将来にわたっての疾病に関わることが明らかとなり、大きな問題である。一方、トレーニングや試合スケジュールに合わせた栄養素の摂取の工夫について研究が進んでおり、パフォーマンスを向上させる目的のサプリメントの開発も盛んである。サプリメントの使用にあたってはドーピングコントロールとの関係やジュニア選手への教育不足など問題点も多い。今後、スポーツ現場での栄養摂取はより、個人への対応を必要とし、多くのエビデンスの蓄積が望まれる。

はじめに

健康増進には、適切な運動・休養・栄養のバランスが重要であるとされ、健康のためスポーツを楽しむ人が増えている。また、スポーツビジネスが過熱する中で、競技スポーツを職業とするエリートアスリートでは、日々、厳しいトレーニングに取り組んでいる。スポーツによって身体活動量が増加すると、活動量に見合った適切なエネルギー・各栄養素の摂取量を考慮することが必要になる。また、厳しいトレーニングを実施するエリートアス

リートでは怪我や疾病を予防するために、特定の栄養素の過不足に留意する必要がある。スポーツ栄養学はエリートアスリートの競技力向上に関わるスポーツ科学の進化に伴い、昨今、著しく進化してきた分野でもあり、アスリートのコンディショニングやパフォーマンス向上を目的としたサプリメントの開発も目覚ましい。ここでは、スポーツと栄養の最新の動向と、筆者がこれまでに取り組んできた、アスリートへの栄養サポートで得られたデータについて、報告する。

アスリートのトレーニングプログラムと栄養摂取

1. ピリオダイゼーションと栄養摂取

アスリートは試合や競技会で最も良いパフォーマンスを発揮できるように、トレーニング内容や体調管理を計画的に取り組むことが必要とされている¹⁾。1年間をひとつの区切りとして考えると、数か月単位で試合や競技会の多い時期とオフの時期、準備期などに分け、さらに、各セクションの中で、週単位でトレーニングの内容を組み立てていく (Table 1)。それぞれの期分けで計画されるトレーニング内容やその目的に沿って、栄養摂取の量やタイミングも工夫していくことになる。

2. 試合・競技会に向けた栄養摂取

運動時の筋肉中の主なエネルギー源として用いられるのは糖質で、筋肉中に蓄えられたグリコーゲンが分解されて利用される。運動強度が低く、また継続時間が長く

Table 1 A methodological framework required for successful nutrition periodization.

期分け	準備期	試合・競技会の多い時期 (シーズンイン)	休息から強化トレーニング 実施期 (オフシーズン)
トレーニング計画と アスリートの考慮す べき事項	体調管理, 疲労骨折や貧血などの 体調不良をチェック. 体重の 調整を準備する. 免疫機能の チェック.	ピーキングトレーニングの実 施. 疲労回復のケアとリカバ リー. 心理ストレス対策, 睡眠 の質の確保など.	疲労からの回復. リフレッ シュ. 強化トレーニングや合 宿の実施. 増量トレーニング 実施.
栄養摂取の戦略と 考慮すべき事項	微量栄養素の摂取量の見直し. 減量時の食事バランスに注意. 乳酸菌食品や食物繊維の摂取に も留意する.	高糖質食と消化の良い食事を留 意する. 試合後のリカバリーの ため, できるだけ早く炭水化物 とたんぱく質摂取を準備する.	トレーニングに合わせた食事 量の調整. 強化トレーニング 前の鉄栄養状態の強化.

Table 2 Estimated and timing of carbohydrate intake during games and races.

	状況と時間	糖質摂取目安量	糖質の種類・食品, 料理の応用
準備	持久系競技の3日前	10-12 g/kg/day	主食のほかにうどんやパスタ, いも類で糖質量を増やす工夫をする.
	一般的な競技の前日	7-12 g/kg/day	脂質の多い食品や, 揚げ物, 炒め物を選び, 消化の良い料理を選択する.
	1~4 時間前	1-4 g/kg	2 時間以上前: おにぎり, サンドイッチ, 果物など 1 時間前: ドリンクやゼリーなど
当日の補給	45~75 分	少量の糖質	ぶどう糖や果糖, ショ糖など吸収の速い糖質がよい. また, デキストリンなどを活用して血糖値を維持する. ドリンクやゼリーなどを活用する.
	1~1.5 時間	30-60 g/h	
	2.5 時間以上	90 g/h	
リカバリー	運動直後	0.7 g/kg	吸収の速い糖質でドリンクやゼリー, バナナなど
	夕食など	7-12 g/kg/day	消化の良い料理献立を選択する. 食欲がわくように酸味のある料理や温かい汁物やなべなどを工夫するとよい.

International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics²⁾ から改変.

なると脂肪の利用も高まるが, 脂肪の燃焼とともに一定量の糖質も必要とするため, 筋肉中のグリコーゲンが枯渇すると, 運動が継続できなくなる. さらに, 糖質を体内に貯蔵できる量には限りがあるため, 食事からの糖質の摂取量が不足していたり, 激しい運動によって急激に糖質を消費すると, 低血糖状態を引き起こし, 持続的なパフォーマンスの低下はもちろん, 頭痛やめまいも生じる危険性がある. 一般に試合期では高糖質食 (糖質エネルギー比率 70% 以上) の摂取が望ましいとされ, Table 2 で示すように, 糖質の枯渇が起きないように, 試合やレース, トレーニング前後での適切な糖質摂取が望まれる²⁾.

3. オフの時期の身体づくりとたんぱく質摂取

オフの時期には試合・競技会時期に溜まった疲労からの回復と, ジュニアや成長期のアスリートにとっては身体づくりの重要な時期となる. この時期, トレーニングも鍛錬機として, 質・量ともに増加するため, 栄養摂取もそれに伴い, 増加する必要がある. 特に, 運動量が増加すると, たんぱく質の必要量も増加する³⁾. しかし, たんぱく質やアミノ酸を多く摂れば摂るほど筋肉が増大することはなく, むしろ, 適正量を著しく上回って摂取すると, たんぱく質に含まれる窒素を代謝するために腎臓や肝臓に負担をかけたり, 余剰分は中性脂肪に変換され, 体脂肪量を増加させる⁴⁾. 筋肉を増大させるため

の筋力トレーニングを行っている時期でも, たんぱく質の摂取目安量は最大 2 g/体重 kg/一日程度が望ましいと考えられている⁵⁾. これは, 活発に運動していない人のたんぱく質必要量 0.8 g/体重 kg/日と比較して 2 倍程度の量である. プロテインパウダーなどは簡単に摂取でき, 便利であるが過剰摂取を引き起こしやすいため, その摂取量は十分に考慮すべきである. 一方で, 筋疲労からの回復のためにはできるだけトレーニング後, 速やかに BCAA を中心としたアミノ酸の補給が勧められる⁶⁾. また, 筋量の増量を望む場合もトレーニングの刺激によってたんぱく質代謝が亢進している運動後 2-3 時間以内にたんぱく質 (1 日に必要な量の 10-20% 程度) を摂取するとよいだろう.

4. 強化トレーニングでの栄養摂取

鍛錬期とも呼ばれる, このシーズンオフでは持久系高強度トレーニングを組み込んで, 心肺機能の強化を図ることも多い. 陸上競技や水泳競技では高地でのトレーニングスケジュールを組んで, 低酸素に対する適応による造血反応を利用する強化方法も実施されることが多い⁷⁾. 高強度トレーニングの実施初期や高地でのトレーニングでは炭水化物の筋肉での消費量が増加し, 疲労からの回復が遅延する⁸⁾. 一方で激しいトレーニングでは, 脱水症状や疲労から食欲が減退し, 十分な食事が摂れない

Table 3 Changes in energy and nutrient intake Pre and Post dietary intervention.

	pre	post	p value	Change (%)
エネルギー (kcal)	3114 ± 99.0	4292 ± 144.7	< 0.001	39.4 ± 6.9
たんぱく質 (g)	113.3 ± 6.6	175.3 ± 9.0	< 0.001	57.0 ± 7.4
脂質 (g)	88.1 ± 3.0	108.5 ± 5.3	< 0.05	24.7 ± 7.7
炭水化物 (g)	442.5 ± 17.7	622.5 ± 24.7	< 0.001	43.3 ± 8.6
カリウム (mg)	2165 ± 74.8	2976 ± 124.4	< 0.001	39.4 ± 8.1
カルシウム (mg)	437 ± 43.8	557 ± 66.9	< 0.05	28.3 ± 9.8
鉄 (mg)	7.6 ± 0.3	9.8 ± 0.6	< 0.05	30.9 ± 8.5
ビタミン B1 (mg)	1.27 ± 0.0	1.86 ± 0.1	< 0.001	48.8 ± 10.0
ビタミン B2 (mg)	1.20 ± 0.1	1.64 ± 0.1	< 0.001	37.8 ± 9.3
ビタミン C (mg)	57 ± 3.4	111 ± 4.4	< 0.001	105.8 ± 18.0
食物繊維総量 (g)	10.9 ± 0.8	17.6 ± 0.8	< 0.001	68.9 ± 12.8

The subjects were 12 university student judo players. All values are expressed as mean ± standard error. Pre-intervention vs. post-intervention T-test with correspondence¹⁰⁾.

ことが多い。こういった場合は消化吸収の良い、プロテインパウダーやエネルギーゼリー等の活用が便利である。また、持久能力の向上のためにはたんぱく質と鉄などの栄養状態が良好であることが望まれる。強化トレーニングを始める前に十分な栄養摂取状況であるか確認して準備する必要がある。

5. 増量時の食事バランス

筋量を増量することは、パワーアップやコンタクトスポーツにおける「当たり負け」しないために必要とされ、オフ期のスポーツ現場では、増量を試みることがある。しかし、やみくもに食事量を増加させたり、「飯トレ」と称した、過剰な米飯の摂取は、精神的に追い詰められ、摂食障害を引き起こしたり、内科的には内臓脂肪の増加、高脂血症や脂肪肝などを伴う選手も少なくない⁹⁾。食事バランスは脂質エネルギー比率を 30% 以下に抑え、筋たんぱく合成を促す、レジスタンストレーニングを組み合わせてことが推奨されている。Table 3 は筆者らが低脂質・高たんぱく質で設計されたスポーツフードを利用して大学陸上投擲選手のオフ期の増量を試みた 8 週間の介入試験時のエネルギーと栄養素摂取量である¹⁰⁾。脂質エネルギー比率を 22% に抑えることによって、体脂肪率を増加させることなく、平均 1 kg の筋量の増加を達成した。増量期には付加されたレジスタンストレーニング分の消費量と増量に必要なエネルギー量を合わせて、1,000 kcal 程度は食事量を増加させる必要があると考えられ、食べやすく、かつ、PFC (たんぱく質・脂質・炭水化物) バランスに留意した食事献立の工夫が必要である。

コンディショニングと栄養管理

1. 準備期のアスリート

試合や競技会の多い時期に備えて体調や体重を整える準備期では、個人個人に合わせた食事の管理が必要とな

る。オフ期で実施した強化トレーニングによる疲労によって、疾病や障害が発生するのもこの時期である。また、体脂肪を減少させ、競技に合った体重へ調整する重要な時期でもある。さらに、重要な試合や競技会で感染症を患わないためにも、免疫力について考慮した栄養素を摂取する必要がある。

2. 疲労骨折・貧血予防の栄養摂取

日々の厳しいトレーニングによる疲労の蓄積や、食事バランスの不良、栄養素摂取量の不足などから、スポーツの現場では疲労骨折や鉄欠乏性貧血が発症しやすい。とくに女性アスリートでは、過度の体重コントロールによる食事摂取量の不足が慢性化することによる、利用可能エネルギー不足が続く、ホルモンバランスの不調などから、疲労骨折、貧血などが連鎖して起こる女性アスリートの三主調 (FAT) は大きな問題となっている¹¹⁾。FAT を予防、改善するためにはエネルギー不足を補うために、適切な食事摂取量を確保することと、骨代謝や造血に必要な葉酸、ビタミン D、カルシウムや鉄などの微量栄養素にも留意しなければならない。これらの栄養素は、一般成人に必要な量よりも多く摂ることが推奨されているものもあり、ビタミン D では 35 µg、カルシウムでは 1000 mg 必要と考える報告もある^{12, 13)}。Table 4 に女性アスリートが疲労骨折や貧血を予防するために必要とされる各栄養素を摂取するための料理献立例を示した。薬物野菜や魚介類、乳製品をバランスよく利用することによって、サプリメントに頼らず、食事から微量栄養素を十分に確保できるだろう。

3. 減量時の食事管理

体重が軽い方が優位と考えられる競技や、審美的要素が勝敗を左右しやすい競技では、体重のコントロールが必要となる。また格闘技の体重階級制の競技では試合に向けた減量に取り組むことが多い。減量時の食事計画で

Table 4 Meal menu for FAT prevention, paying attention to iron, calcium, and Vitamin D supplementation.

	献立名	エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	カルシウム	鉄	亜鉛	ビタミン C	ビタミン D
		kcal	g	g	g	mg	mg	mg	mg	μg
朝食	ロールパン (3 個)	284	9.1	8.1	43.7	40	0.6	0.7	0	0.1
	鶏レバーミートソースオムレツ	200	14.0	12.5	6.8	91	3.7	1.9	13	1.1
	野菜コンソメスープ	46	3.0	1.3	6.6	19	0.7	0.3	11	0.0
	パプリカのマリネ	35	0.6	2.1	3.9	5	0.2	0.1	79	0.0
	フルーツ牛乳 (低脂肪牛乳 100 ml)	200	8.3	2.2	39.1	271	0.4	0.9	23	0.0
	小計	765	35.0	26.3	100.1	426	5.6	4.0	126	1.2
昼食	けんちんうどん (乾麺 60 g)	366	13.2	7.5	59.0	58	1.2	1.1	6	0.4
	茶碗蒸し	54	5.5	2.7	1.9	28	0.7	0.5	4	0.5
	なすとピーマンの味噌炒め	94	1.7	5.4	9.4	21	0.5	0.3	26	0.0
	チンゲンサイのピーナッツ和え	64	2.4	3.1	7.1	75	1.0	0.5	17	0.0
	グレープフルーツ (1/2 個)	68	1.6	0.2	17.3	27	0.0	0.2	65	0.0
	小計	647	24.5	18.9	94.7	208	3.4	2.6	117	0.9
補食	ドライフルーツ入りヨーグルト (ヨーグルト 80 g)	170	5.4	2.7	34.3	149	0.8	0.6	1	0.0
	小計	170	5.4	2.7	34.3	149	0.8	0.6	1	0.0
夕食	あさりの佃煮のせごはん (ごはん 230 g)	431	9.9	1.2	91.4	59	4.0	1.9	0	0.0
	鰯大根	254	18.7	14.2	9.9	32	1.5	0.8	17	6.4
	厚揚げともやしの味噌汁	85	6.3	4.6	4.6	99	1.5	0.6	2	0.0
	ゆで牛肉のしゃぶしゃぶ風煮	90	7.3	4.5	6.0	19	1.3	1.4	8	1.7
	ほうれん草の磯部和え	23	3.1	0.4	3.9	44	1.8	0.6	31	0.0
	小計	883	45.3	24.9	115.8	253	10.1	5.3	58	8.1
合計		2466	110.2	72.7	344.9	1036	20.0	12.6	302	10.2

Table 5 Setting dietary intake and developing dishes during weight loss.

体重 (体脂肪量) 2 kg 減量する場合

総消費量 14400 kcal (体脂肪量 1 kg あたりのエネルギー 7200 kcal × 体脂肪量 2 kg = 14400 kcal)

1 日当たりの消費量 480 kcal (14000 kcal ÷ 30 日 = 480 kcal)

食事パターンの改善例

	減量前 (例)	改善案	減少 kcal
朝食	ベーコン (40 g) 162 kcal	ロースハム (40 g) 78 kcal	84 kcal
	普通牛乳 (200 mL) 134 kcal	低脂肪乳 (200 mL) 92 kcal	42 kcal
昼食	カルボナーラスパゲッティ 740 kcal	キノコの和風パスタ 583 kcal	157 kcal
夕食	鶏唐揚げ (150 g) 470 kcal	焼き鳥 (皮なし 150 g) 292 kcal	180 kcal
間食	ミルクチョコレート 25 g (1/2 枚) 140 kcal	ドライフルーツ (プルーン 3 粒) 110 kcal	30 kcal
合計			493 kcal

は、体脂肪量を低下させるため、食事からの脂質の摂取量を調整することと、加えて、トレーニング内容と総摂取カロリーのバランスを調整することが基本となる。減量開始時の体重の 5% を超える体重を 1 週間以内に減量するような急速減量では、低血糖や脱水による昏倒の危険があり、さらには、免疫力の低下を伴い、ウイルス感染による上気道感染症や胃腸炎などの罹患リスクも高まることが知られている¹⁴⁾。アスリートの減量の研究では、1 日当たり 1000 kcal 以上の摂取カロリー制限を設ける減量と比較して 500 kcal/日の摂取制限にとどめることで、筋量の低下を防ぐことが報告されており¹⁵⁾、減量期間ではできるだけ余裕をもって設定し、絶食や極端な脱水による減量は避けるべきである。また、体調管理のため、食

事バランスを整え、ビタミン、ミネラルの不足が生じないように留意することが重要である。Table 5 に 1 カ月で体重を 2 kg 低下させる減量を計画した場合の食事摂取量の設定について示した。体重のうち、体脂肪量で 2 kg 減量させるため、理論的には 1 カ月で 14,400 kcal 減少させる必要があり (体脂肪 1 kg あたり 7,200 kcal として計算した場合)、日割りすると、1 日当たり 480 kcal を余分に消費、または、食事摂取量を減らして、摂取エネルギーを減らすことになる。食事パターンの改善案として、脂質の多い食材や料理を工夫して低脂質へ工夫することや食物繊維の多い食材を選択することで、便通や脂質代謝の改善、食後高血糖の抑制効果が期待できる。

Fig. 1 Relationship between dietary fiber and dairy intake frequency and abdominal symptoms in long-distance men's track and field athletes.

The frequency of dietary fiber and dairy products intake per week was shown to 34 college male athletics long-distance runners. All values were shown as mean $\pm$ standard error, and statistical analysing showed p-values by unpaired t-test.

4. 腸内環境とコンディショニング

スポーツの現場では、近年、「おなかの調子」について注目されるようになってきた。アスリートは日々の厳しいトレーニングによる疲労や心理的ストレスから、下痢や腹痛、便秘など「おなかの調子」の不良に悩まされることがある。繰り返される下痢や便秘は腸内環境を悪化させ、腸管粘膜のバリア機能の低下から、感染症のリスクも高まる。筆者らの研究では、持久系アスリートが競技会に向けて実施するピーキングトレーニング（高強度トレーニング、1000 kcal 以上）によって、唾液 IgA 分泌量が低下することを明らかにしており、準備期では感染症リスクが高まることが懸念される¹⁶⁾。これまでに、アスリートの腸内環境を改善したり、腸管免疫機構に働きかけることを期待して、乳酸菌を利用したスポーツフーズが開発されるようになり、上気道感染症の罹患リスクを軽減することが報告されている。しかし、これらの乳酸菌製品を摂取して、腸内菌叢が変化するまでは、数週間程度必要とすることが考えられる。筆者らの研究では、学生陸上競技長距離選手において、「おなかの調子」が健康な選手は食物繊維や乳酸菌製品の摂取頻度が高いことが観察されたが¹⁷⁾、その腸内菌叢の変化は短時間では顕著ではなく、また、個人差も大きいことが考えられる¹⁸⁾。これらのことより、スポーツの現場では、試合や競技会が集中するシーズンを前に、数週間単位で計画的に腸内環境を整える準備を食物繊維や乳酸菌製品の摂取量や種類を試して調整する必要があるだろう。

スポーツとサプリメント

1. パフォーマンスサプリメント

スポーツビジネスが注目されるようになり、一般のスポーツ愛好家の消費者にも、特定のスポーツにおけるパフォーマンスを向上させることを目的としたサブリメン

トが宣伝されるようになってきた。運動前に 3–6 mg/kg のカフェインを摂取すると、持久能力が向上するとされ、その利用方法が研究されている¹⁹⁾。しかし、カフェインは日常的に嗜好飲料などから摂取している量や、個人の感受性によって効果の差が大きく、摂取後数時間経過してから睡眠不良や胃腸不良を誘発することがあることも問題となっている²⁰⁾。1990 年代から注目されるようになったクレアチンは、短時間（数秒程度）の筋力を向上させると考えられ、また、継続的な摂取は、高強度反復運動の挙上回数を増加させると報告されており、筋増量期のトレーニングプログラムと合わせて計画的に摂取する方法が提案されている²¹⁾。しかし、クレアチンの筋肉貯蔵に伴い、水分も貯留されるため、体重増加が見込まれることや、クレアチン摂取に伴ってプロテインパウダーを過剰摂取することにより、腎臓や肝臓機能への負担も懸念される。そのほか、世界オリンピック機構 (IOC)²²⁾ や世界陸上競技連盟 (IAAF2019)²³⁾ では硝酸塩、 β アラニン、重炭酸ナトリウムなどのパフォーマンスサプリメントの効果についてメタアナリシスの検証結果が紹介されているが、これらの成分の健康や心理的ストレスに対するデメリットについてもよく考慮したうえで利用するかどうかを決定すべきであると説明されている。

2. ドーピングコントロールとサプリメント

近年、ドーピングのルール違反事例の中には、サプリメントに混入していたドーピング禁止薬物が原因であると主張するものが散見される²⁴⁾。サプリメントには筋力増強に関わるステロイドなどのドーピング禁止薬物を故意に混入させているケースと²⁵⁾、工場整備がされていない非衛生的な環境で製品化された商品に、利尿剤や漢方薬、重金属などが混入するケースがある²⁶⁾。製品の安全性をチェックするいくつかの認証機関があるが、どの認証もすべての商品を保証するものではなく、検査で禁止薬物の陽性となるかどうかはサプリメントを使用するアスリートの自己責任となる。アスリートは自身が飲食したあらゆるものに対して、厳密に責任があることを認識し、徹底して管理する必要がある。身元の不確かなネット商品を購入することを避けることはもちろん、たとえ、大手メーカーの商品であっても、一つの商品を過剰摂取することによって、そのリスクが高まることも考えられる。また、特定のパフォーマンスを向上させることが広告されるようなサプリメントの中には、まだ、十分に研究成果が蓄積されておらず、その効果に根拠が乏しい栄養素もある。それらの成分の健康被害についても十分に議論されていない場合も多い。このような問題の原因として、サプリメントに関する知識を得る媒体や相談者が乏しく、指導者以外に医師や栄養士とコンタクトをとる機会が少ないことが挙げられている²⁶⁾。限られたトップ選手たちだけでなく、若い選手たちのためにも、早急に

ドーピングに関する基礎知識と栄養学に関する教育システムを構築すべきであり、これらの取り組みは、フェアプレイの教育とともに、多くの選手の健康と将来にわたっての選手生命の延長に貢献できるだろう。

おわりに

スポーツの現場での栄養サポートを実施する場合、個人の体調はもちろん、競技力や競技種目、トレーニングスケジュールに合わせた適切な栄養摂取ができるように料理献立を工夫し、摂取タイミングを逃さないよう、よく準備するべきである。昨今では試合会場やトレーニング直後に合わせて摂取できるような、スポーツフードやサプリメントの開発も目覚ましく、便利なアイテムを利用することも良いだろう。しかし、特定の栄養成分を過剰に摂取する危険もあり、食事と合わせて計算して、必要な摂取量が過不足ないか注意が必要である。また、疾病や障害予防のための食事バランスや“うっかり”ドーピングコントロール違反を避けるためにもジュニア期からの栄養教育と医師や薬剤師、栄養士の連携システムの構築が望まれる。

本論文に関する開示すべき COI はございません。

文 献

- 1) Stellingwerff T, Morton JP, Burke LM. A Framework for Periodized Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 141–151.
- 2) Burke LM, Castell LM, Casa DJ, et al. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 73–84.
- 3) Maughan RJ, Burke ML Sports Nutrition. p30, 2002.
- 4) Slater GJ, Sygo J, Jorgensen M. SPRINTING. . . Dietary Approaches to Optimize Training Adaptation and Performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 85–94.
- 5) Stokes T, Hector AJ, Morton RW, et al. Recent perspectives regarding the role of dietary protein for the promotion of muscle hypertrophy with resistance exercise training. *Nutrients* 2018; **10**: E180.
- 6) Witard OC, Garthe I, Phillips SM. Dietary Protein for Training Adaptation and Body Composition Manipulation in Track and Field Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 165–174.
- 7) Wilber RL. Altitude training and athletic performance. (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics 2007.
- 8) Mawson JT, Braun B, Rock PB, et al. Women at altitude: Energy requirement at 4,300 m. *Journal of Applied Physiology* 2000; **88**: 272–281.
- 9) Forbes GB. Deliberate overfeeding in women and men: energy cost and composition of the weight gain. *Br J Nutr* 1986; **56**: 1–9.
- 10) 猿田倫咲, 小田悠平, 松本恵 他. スポーツ補助食品を活用した, 大学生柔道選手の試合に向けたコンディショニングサポート. *Strength & Conditioning Journal* 2019; **26**: 18–23.
- 11) Melin AK, Heikura IA, Tenforde A, et al. Energy Availability in Athletics: Health, Performance, and Physique. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 152–164.
- 12) Nancy I. Female Athlete Triad: Future Directions for Energy Availability and Eating Disorder Research and Practice. *Clin Sports Med* 2017; **36**: 671–686.
- 13) Kathryn EA, Madhusmita M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad Phys Sportsmed. *Phys Sportsmed* 2011; **39**: 131–141.
- 14) Oppliger RA, Case HS, Horswill CA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 1996; **28**: ix–xii.
- 15) Rankin JW. Weight loss and gain in athletes. *Cur Sports Med Rep* 2002; **1**: 208–213.
- 16) Matsumoto M, Satoh K, Kushi H, et al. Salivary Immunoglobulin A Secretion Rate During Peak Period Conditioning Regimens in Triathletes. *J Strength Cond Res*. 2021; **35**: 1389–1396.
- 17) 鬼澤秀典, 松本 恵. 陸上長距離種目における走行中の下腹部トラブルについて. *陸上競技研究* 2013; **93**: 38–41.
- 18) Hagio M, Matsumoto M, Yajima T, et al. Voluntary wheel running exercise and dietary lactose concomitantly reduce proportion of secondary bile acids in rat feces. *J Appl Physiol* 2010; **109**: 663–668.
- 19) Ganio MS, Kila JF, Cas DJ, et al. Effect of caffeine on sport-specific endurance performance: A systematic review. *J Strength Cond Res* 2009; **23**: 315–324.
- 20) Burke LM. Caffeine and sports performance. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* 2008; **33**: 1319–1334.
- 21) Hultman E, Soderlund K, Timmons JA, et al. Muscle creatine loading in men. *Journal of Applied Physiology* 1996; **81**: 232–237.
- 22) Maughan RJ, Shirreffs SM. IOC Consensus Conference on Nutrition in Sport, 25–27 October 2010, International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland. *J Sports Sci* 2011; **29**: S1.
- 23) Peeling P, Castell LM, Derave W, et al. Sports Foods and Dietary Supplements for Optimal Function and Performance Enhancement in Track-and-Field Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2019; **29**: 198–209.
- 24) 公益財団法人日本アンチ・ドーピング機構 (2018) <https://www.playtruejapan.org/code/violation/dcision.html>.
- 25) Martinez-Sanz JM, Sospedra I, Ortiz CM, et al. Intended or unintended doping? A review of the presence of doping substances in dietary supplements used in sports. *Nutrients* 2017; **9**: 1093.
- 26) Benedict K, Chiller TM, Mody RK. Invasive fungal infections acquired from contaminated food or nutritional supplements: A review of the literature. *Foodborne Pathogens and Disease* 2016; **13**: 343–349.
- 27) Sajber D, Maric D, Rodek J, et al. Toward Prevention of Doping in Youth Sport: Cross-Sectional Analysis of Correlates of Doping Tendency in Swimming. *Int J Environ Res Public Health* 2019; **16**: pii: E4851.