

特集 国際オリンピック委員会のサプリメント合意声明の紹介

アスリートがサプリメントを利用する前に行うべき判断とアセスメント
Decisions and assessment before athletes use supplements

元永恵子¹⁾
Keiko Motonaga¹⁾

キーワード；サプリメント，フローチャート，栄養アセスメント

I. はじめに

一般的に、サプリメントを摂取することで、普通の食事で得られるよりも多くの健康上の利益が得られると考えられている⁴⁷⁾。アスリートではさらに、健康を損なうと効果的なトレーニングの持続や競技での成功が難しくなることから、アスリートは健康維持にも注意を払っている。そのため特に病気やケガ、トレーニングによる疲労からの回復を促進するサプリメントはアスリートに人気であり、複数の製品を組み合わせ使用している場合が多い^{5),25)}。しかしその結果、過剰摂取を招いたり特定の物質との相互作用によって有害な結果を引き起こしたりする可能性があることも報告されている^{5),16),40),55),60)}。

さらにアスリートが栄養不足でない場合には、サプリメントが健康やパフォーマンスを改善する可能性は低くなり、結果的にトレーニングの適応を鈍化させてパフォーマンスを低下させたり⁴¹⁾、ケガや中毒のリスクを増加させて健康に悪影響を与えたりする可能性がある²¹⁾。もちろんアンチ・ドーピング規則 (anti-doping code) の下で競技を行うアスリートは、サプリメントを使用すると、ドーピング検査で陽性になるリスクがあることを

認識しなければならない³⁴⁾。

そこで本稿では、“Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives”²²⁾と“Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation”²⁸⁾を要約して、アスリートがサプリメントを利用しようとする場合に必要な確認事項について紹介する。

II. サプリメントをとる前に確認すること

1. 情報に基づいた選択

もしアスリートがサプリメントの使用を考える場合、下記のような問いを確認する必要がある²²⁾。

(a)パフォーマンスにポジティブな効果があるという科学的根拠はあるか？

(b)そのサプリメントが健康やパフォーマンスに悪影響を及ぼす可能性はないか？

(c)アスリートにそのサプリメントが必要か？

(d)長期的に見て安全であるか？

そのサプリメントがこの条件をクリアしたとしても、サプリメントが適切に使用されているかを専門家は確認すべきである。アスリートは、情報や用法が有用かどうかに関わらず、サプリメント

¹⁾ 国立スポーツ科学センター

¹⁾ Japan Institute of Sports Sciences

E-mail : keiko.motonaga@jpnpsport.go.jp

を使用したがることがある²²⁾。その場合、利用の最終責任はアスリートにあるため、専門家はアスリートがサプリメント利用を判断するために必要な情報を持っているかを確認するのが良い²²⁾。

そこで、サプリメントの使用と評価に関するフローチャートを図1、図2に示した。このフロー

チャートには、十分な情報に基づいた意思決定を行い、アンチ・ドーピング規則違反のリスクを軽減する手引きとなる²²⁾。

2. ダイエタリーサプリメントを利用する場合

図1に、ダイエタリーサプリメントを使用する

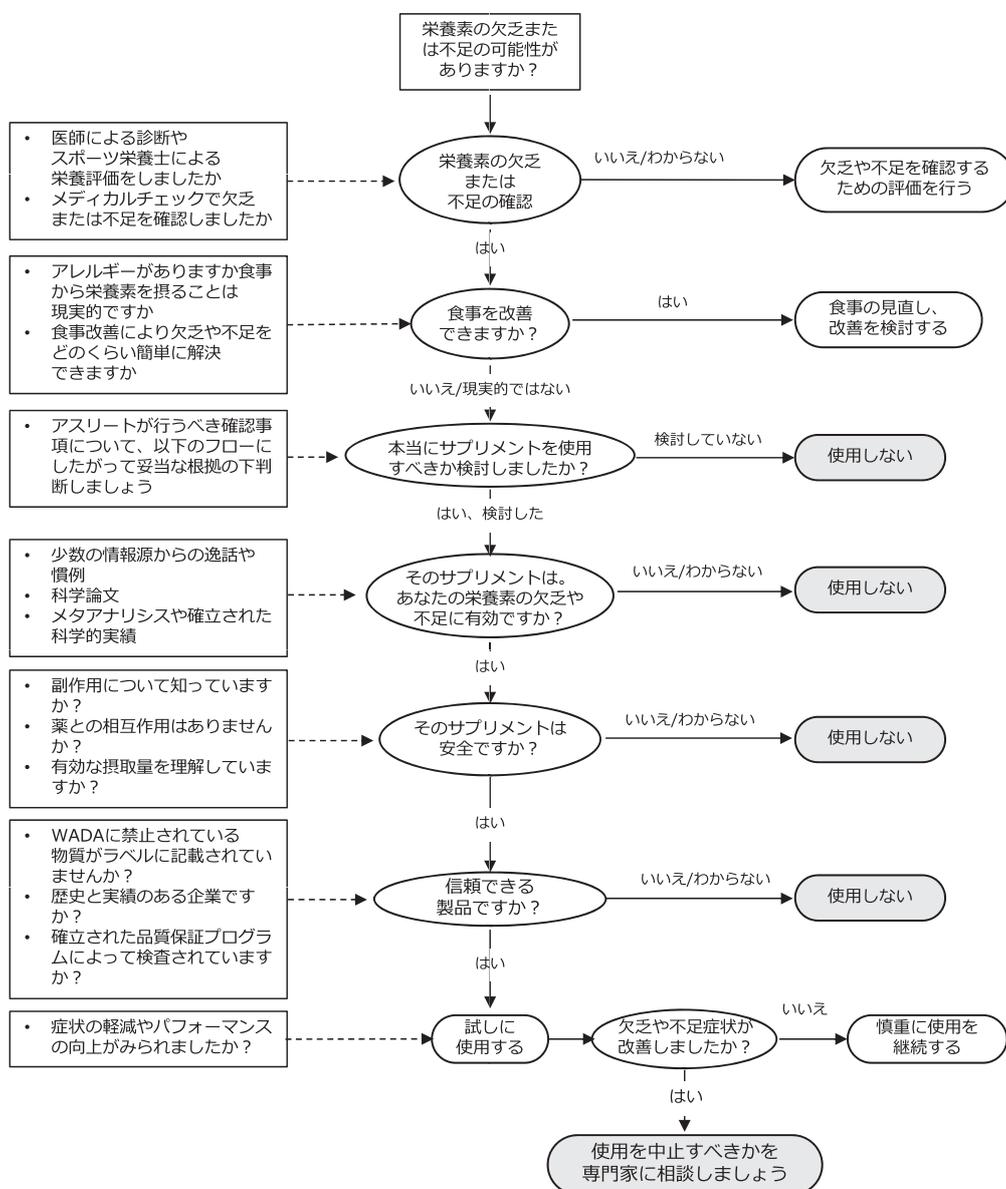


図1. ダイエタリーサプリメントを使用する際の栄養素の過剰摂取やアンチ・ドーピング規則違反のリスクを軽減するためのフローチャート(文献22より)

際の栄養素の過剰摂取やアンチ・ドーピング規則違反のリスクを軽減するためのフローチャートを示した²²⁾。これによると、まずスポーツ栄養士や医師などの専門家によって栄養素の欠乏や不足の可能性があるかを評価され、それが食事で改善できるかをチェックする。そこで、食事で改善できないと判断された場合に、有効性の科学的根拠と

副作用などの安全性の確認がなされてから、「試しに使用する」という選択となる。そしてその後、サプリメントの利用によって当初の課題であった栄養素の欠乏や不足が改善されたかどうかの評価が再びなされることが重要である。さらに、過剰摂取でないか、アンチ・ドーピング規則違反になっていないかの確認が求められる²²⁾。

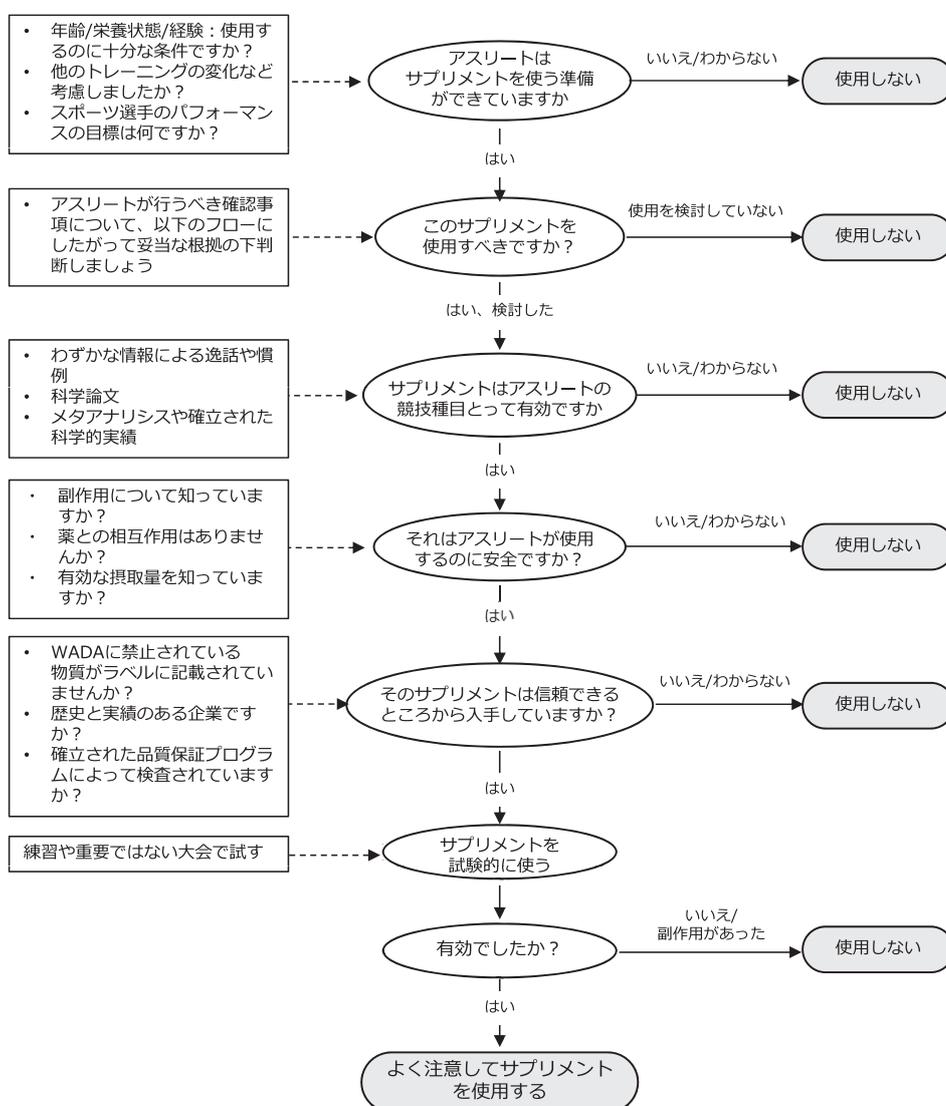


図2. パフォーマンスサプリメントを使用する際のアンチ・ドーピング規則違反のリスクを軽減するためのフローチャート (文献22より)

なおダイエタリーサプリメントの具体的な情報については、本特集の「5. 間接的にパフォーマンス向上に関わるサプリメントの科学的根拠」を参照されたい。

3. パフォーマンス向上を目的としてサプリメントを利用する場合

ダイエタリーサプリメントの利用を検討する場合と異なり、アスリートがそのサプリメントを使える状況であるかを確認し、次にそのサプリメントがアスリートの競技種目にとって有用であるか、安全であるか、入手先が信頼できるかをチェックする流れになっている。その後、実際に試して自分で有用性を確認する必要があることも示されている²²⁾。サプリメントの説明書や周囲からの効能を鵜呑みにするのではなく、自分のコンディションをもとに判断することが重要であることが示されている。またアンチ・ドーピング規則違反のリスクを軽減することもポイントとなっている²²⁾。

なおパフォーマンス向上を目的とするサプリメントの具体的な情報については、本特集の「6. 直接的にパフォーマンスを向上させるサプリメントの科学的根拠」を参照されたい。

Ⅲ. アスリートがサプリメントの必要性や有効性を検討するために行う栄養アセスメント

1. 栄養アセスメントを行う目的と項目

これまで述べたように、アスリートがサプリメントの利用を判断するにあたり、現在の栄養素の欠乏や不足の可能性を評価することは必須である。栄養アセスメントは食事戦略やサプリメント使用についてアスリートにアドバイスするための第1段階と言える。栄養アセスメントは「栄養に関連した問題、それらの発生や有用性を確認するために必要なデータを得て、確かめて、解釈する、系統的な方法」である¹⁾。総合的なアセスメントとしては食事評価、身体計測と身体組成評価、生化学テスト、栄養に特化した臨床試験、そして既往歴から成るのが理想である^{1),17)}。

スポーツの分野でサプリメント使用に関連した栄養アセスメントは、アスリートを守るために、(a)十分にエネルギー、多量栄養素、微量栄養素を摂取できるよう、綿密なスポーツ栄養計画を実践しているか、(b)処方薬や市販薬による薬との相互作用を含む健康上のリスクにさらされていないか¹⁵⁾、(c)サプリメントの効果を得られる状況にあり、適切な摂取方法を理解しているか、を確認することが求められる²⁸⁾。この栄養アセスメントが不十分であると、サプリメント摂取による効果を期待できず、過剰なビタミンやミネラルの摂取や食物と薬との相互作用を引き起こす可能性がある(著者註:6. 事前に確認すべきサプリメントと薬との関係参照)。

本稿では、基本的な栄養アセスメント「A-E」のフレームワークである Anthropometric (身体計測), Biochemical (生化学検査), Clinical (臨床所見), Dietary (食事摂取状況調査/食事調査), Environmental (食環境)⁷⁾のうち、特に栄養の面から食事調査と身体計測、食環境について述べる²⁸⁾。(著者註:生化学検査および臨床所見については「4. サプリメント使用の際に確認すべき臨床評価」を参照されたい。)

2. Dietary Assessment (食事摂取状況調査)

スポーツ栄養士が実践する最初のアセスメントは食事摂取状況調査(Dietary assessment、以下、食事調査とする)である。食事調査は栄養アセスメントのプロセスの基礎であり²⁹⁾、日常的に行われている⁹⁾。特定の期間または典型的な1日でアスリートが食べたものを評価し、エネルギー、多量栄養素および微量栄養素の摂取量を定量化したり、食事の質(特定の食品を摂取することの妥当性、トレーニングや試合での食事のタイミング)の評価を行ったりすることができる。

食事調査の方法は一般的に、24時間食事思い出し法と秤量記録法に分類される(著者註:日本で用いられる方法とした)。評価方法は、活動目的に見合ったものであるべきで、多くの場合、利用できるリソース(すなわち時間や人員配置、ア

スリートへの負担、フードモデルの有無、キッチンスケールや栄養計算ソフトの利用など) によって決められる。表1に、一般的な食事調査法の長所と限界を広くまとめ^{6),29),53)}、またアスリートに関する特記事項も含めた^{9),33)}。さらに、アスリートに対して調査をする場合やサプリメント摂取に特化した注意点を以下に記述する。

1) Retrospective Methods (後ろ向き / 思い出し法)

表1. よく用いられている食事摂取状況調査法の特徴

方法及び概要	長 所	短所と予測される誤差
24 時間思い出し法 調査員がアスリートに、前日や24時間(またはそれ以上)に摂取した食品、飲料、調味料を思い出させ、ポーションサイズを聞き取る。 1日の活動を確認しながら尋ねると思い出しやすくなる。	<ul style="list-style-type: none"> ・1日の一連の流れから、比較的精度の高い喫食データが得られる。 ・日常の食事に影響しない。 ・比較的短時間(15~30分以内)で簡単に行える。 ・比較的安価である。 ・アスリートへの負担が少ない。 ・食事歴よりも客観的である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1回の調査は日常の食事を反映しない。 ・アスリートの記憶力や思い出す力に依存する。 ・二重標識水(DLW)法による実測値と比べて過小評価となる傾向がある。 ・ドレッシング、ソース、飲み物やスナックの申告漏れが過小報告につながる。 ・栄養解析ソフトを使って食品番号を登録し栄養計算をするため、時間がかかり、誤差が生じる可能性がある。
複数回24時間思い出し法 調査員と回答者が複数回、過去の食事を振り返る。 NHANES版: 1回目…食品簡易リスト 2回目、3回目…食事時間や場面に関する情報と、よく忘れてしまう食品について 4回目…既に得られたデータを見直し、食品の詳細記述/数量化 5回目…調査員により追加食品の精査	<ul style="list-style-type: none"> ・体系化した方法によって、アスリートがドレッシングやソース、ドリンクを含むすべての食品を思い出しやすくなることを重視する。 ・過少申告を抑えられる。非アスリートで、複数回24時間思い出し法で分析した平均エネルギー、糖質、たんぱく質、脂質摂取量は、実際の食事記録から7-10%以内に収まっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・上記の方法より時間がかかる(30-45分)。 ・調査員のさらなるトレーニングが必要。 ・食品番号登録と栄養計算の作業で誤差が生じる可能性がある(上と同じ)。
多種類24時間思い出し法 様々な方法を用いて複数回24時間思い出し法のデータを集める。NHANESでは、初回は複数回思い出し法を面談で行い、2回目は3-10日後に電話にて行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・さまざまな期間を通じた個々のアスリートの多種類思い出し法は、通常の栄養摂取量について妥当な結果が得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・たまにしか食べない食品の摂取量の測定は見込めない。 ・食品番号登録と栄養計算の作業で誤差が生じる可能性がある(上と同じ)。
食物摂取頻度調査(FFQ) アスリートに対して、特定期間(1日/1週間/1ヶ月/1年)あたりにどのくらいの頻度で個々の食品/飲料(または食品カテゴリー)を摂取するかを調査する。 定性的なFFQは、典型的な1人分の食事のサイズで1人分の食事を回答するように説明する必要があり、半定量的な場合には標準的な分量を示し、非定量的な場合には特定の分量には対応しない。FFQは、アスリートが紙または電子アンケートを使用し、訓練を受けた調査員が実施することも、アスリート自身で自己管理することもできる。	<ul style="list-style-type: none"> ・数日間収集したデータよりも、日常的な摂取量を反映する可能性がある。 ・大規模なアスリート集団の分析において費用対効果が高い。 ・紙または電子媒体で自己管理することができる:電子アンケートは時間と資源を節約できる。 ・アスリートへの負担が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・記憶や思い出す能力に依存する。 ・アスリートが普段摂取する食物やポーションサイズを反映できない。 ・複数の食品を単一の食品群に集約することで摂取量データの信頼性は劣る。 ・エネルギー摂取量の少ない者では摂取量を過大評価し、エネルギー摂取量の多い者では摂取量を過小評価する傾向にあるが、エネルギーの過小評価も報告されている。 ・男性アスリートを対象に開発されたFFQはグループの摂取量を推定できたが、個人の摂取量には適応できない。 ・食事や摂食パターンに関する情報を収集できない。

<p>食事歴法 訓練を受けた調査員が、摂取した食事や食欲、嫌いな食物、胃腸障害の有無、栄養補助食品の使用、生活習慣、睡眠、休息、仕事、運動などに関する代表的な食事の詳細を聞き取り、典型的な1日の食事を調査する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の摂取量や食事のパターン、間食、トレーニングセッション/試合前後の摂取量、栄養補助食品の使用に関する実態を得るのに有益である。 ・季節的な摂取量の違いを検出できる。 ・しばしば生化学検査結果とよく相関する。 ・記憶に依存しない。ほとんどの人は、特定の期間に食べたものよりも、よく食べるものの方が思い出しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・インタビューは時間がかかる(1時間まで)；高度に訓練された調査員が必要 ・「典型的な」摂取に食事のいくつかの例が含まれている可能性があることを考慮すると、分析用にコード化することが難しい。 ・食品番号登録と栄養計算の作業で誤差が生じる可能性がある(上と同じ)。 ・栄養摂取量を過大評価する傾向があるが、過小評価も認められている。 ・通常の食生活や習慣を思い出す能力を有する協力的な回答者が必要である。
<p>食事記録法 アスリートは、特定の製品、調理方法などの情報をもとに、調査期間中に摂取したすべての飲食物を記録する。食品や飲料の摂取量は、一般的な家庭用の計量器を使用したり、摂取したものすべてをキッチンスケールで計量したり、食品表示から情報を得たりして計量する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・記憶に頼らない ・摂取習慣に関する詳細な摂取量データと量的情報、特に計量記録を得ることができる。 ・複数日の摂取量は、より通常の摂取量を反映する。 ・アスリートの身体的、精神的な特性に応じて、ある程度妥当な結果が得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・対象者の負担が大きい。 ・アスリートの協力や細部への配慮、食事の時に食品を記録する能力/欲求に依存して結果が異なる。 ・記録することで理解が進み、より良い摂食パターンに食事を変える可能性がある。 ・非アスリートでは秤量記録法は推定記録法よりも正確であるが、アスリートには難しいかもしれない。練習の前、中、後または「移動中」などの食事の個々の食品を計量することは、アスリートにとって不便である。 ・過少申告による誤差(無意識または意図的)が大きく、DLW法と比較した場合、総エネルギー消費量の10~45%になることがある。エネルギー摂取量が多いほど、過少申告による誤差が大きくなる。 ・過少申告による誤差のばらつきは大きい。過少申告をするアスリートもいれば、過大申告するアスリートもいる。これは、摂取量の一般的な調整を妨げる。 ・栄養分析ソフトウェアを使用した食品の食品番号登録と栄養計算の作業で非常に時間がかかる。
<p>文献：9)、13)、14)、18)、20)、29)、46)、53)、54)</p>		

文献²⁸⁾より一部改変

- ・24時間食事思い出し法：スポーツ栄養ではあまり使われない方法だが、食事やサプリメント摂取のタイミング、胃腸障害、食物アレルギーを評価するのに役立つことがある⁹⁾。
- ・食物摂取頻度調査票 (FFQ)：多種類の食品の中から、抗酸化物質⁸⁾、ビタミンD²⁴⁾、カルシウム、ヨウ素などの特定の栄養素の摂取状

況を評価するのに有用である。しかし摂取タイミングやどんな組み合わせで食べたかといったデータは得られない⁹⁾。

- ・食事歴法：通常のエネギーおよび栄養素摂取量を推定できる良い方法の1つであるが、得られたデータは定量化には向かず、定性的評価に適している可能性がある⁵³⁾。

この3つの思い出し法は、アスリートが摂取した食物や飲料の典型的なポーションサイズを示せるかが課題であるが、フードモデルや料理の写真、形状、計量カップや皿などを使うと、より正確に摂取量を表せる手助けとなる⁹⁾。

2) Prospective Methods (前向き / 秤量法)

- ・食事記録法：実際に摂取したものを、目安量または秤量にて記録する。3日間～14日間程度の調査が一般的であるが、真の平均摂取量を評価するのに必要な記録日数は栄養素によって異なり、たんぱく質では21日間、ビタミンCは8か月以上かかるとされる。アスリートに負担のかかる方法で、二重標識水法によるエネルギー消費量と比較すると、24時間思い出し法と同じく過小評価となる傾向にある^{30),33),54)}。

3) 食事摂取状況調査で得られたエネルギーおよび栄養素摂取量の分析

どの食事摂取状況調査の調査法であっても、最終的には食品成分表データベースからエネルギーおよび栄養素摂取量を計算することとなる。そこで、摂取した食品がデータベースにない場合、掲載されていない食品（市販食品）の偏りや最も近い別の食品に登録する時の選択ミス、分析時の入力ミスなどが、推定値の誤差につながる可能性がある^{3),8),23),56)}。

さらにデータベースにある食品の栄養素含有量は、データの提供元によっては精度の異なる分析方法にて得られた結果であることがある。さらに食品そのものが、生育する場所と条件、季節、成熟段階、調理手順、保管状況等により栄養素含有量が一律ではないという状況がある。特に食品に含まれるヨウ素、セレン、亜鉛などの微量ミネラルは、生育した土壌のミネラル含有量に依存しているため、データの取り扱いに注意を要する。

4) 得られた摂取量の解釈

アスリートの食事を定性的または定量的に評価するのに、アセスメントの目的に応じて様々な基準が用いられる²⁹⁾。定性的な評価では、アスリートの摂取量を自国の食事指導モデルやガイドライ

ンに沿って結果を示し、世界各国で食事ガイダンスシステムがある（日本の場合：「食事バランスガイド」²⁷⁾）。これらはもともと栄養素の過不足の標準化を意図したものではないが、アスリート個人が摂取する食事やポーションと比較するのに有用である²³⁾。一般向けのガイドラインや、IOCが推奨しているアスリート向けのガイドライン「Nutrition for Athletes」^{35),36)}やアメリカスポーツ医学会の合同声明⁵²⁾なども活用することができる。

定量的な評価基準として、アスリートの糖質とたんぱく質の摂取については具体的な指標が示されており^{10),45),52)}、それ以外の栄養素については各国で策定された食事摂取基準を用いる²⁹⁾。ただし食事摂取基準の目的は、個人ではなく集団の摂取の妥当性を評価することであることに注意する必要がある。たった1日の摂取量と食事摂取基準を比較することは、「日常的な」摂取量を推定するために必要な摂取日数を考えると、アスリートの微量栄養素の状態を評価するのにほとんど役に立たない¹⁹⁾。そのような状況ではあるが、食事摂取基準は栄養の過不足を評価するための最良の基準であることも事実である。アスリートにおいて、5～8日間の平均摂取量は推定平均必要量や目安量を下回って不適切な摂取の可能性が高くないか、耐容上限量を超えて過剰摂取することによる悪影響のリスクがないかなどを考える合理的な基準となる。

3. Anthropometric Assessment (身体計測)

体格や身体組成といった形態計測は、特に体重階級制競技、体重負荷のかかる競技、審美系競技の選手にとって重要なアセスメント項目である。形態計測には一般的に身長、体重、周囲径、皮下脂肪厚、体脂肪率などが含まれる。表2によく用いられる身体組成測定法の特徴を示した。IOCの身体組成と健康・パフォーマンスに関する特別研究ワーキンググループは、国際キネアンソロポメトリー (ISAK) の手法⁵¹⁾やLohmanの人体計測標準化参照マニュアル^{31),32)}を推奨している²⁾。

表2. よく用いられている身体組成測定法の特徴

方法および概要	長 所	限 界
<p>身体計測 SEE>3%</p> <p>体脂肪を測定するために体節の胴囲を測定する；ISAKの推奨部位：腕、腰と臀部の周囲長、上腕骨および大腿骨の幅</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・便利で安価。フィールド内の大勢の選手に対して行うことができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・フレームサイズ（骨格及び構造安定性）/筋肉の発達具合がばらつきを引き起こす可能性がある ・骨格の幅を使用するとさらに誤差が生じる
<p>生体電気インピーダンス法 SEE=3.5%</p> <p>除脂肪組織が電流を伝導し、脂肪はそれを妨げると仮定して、交流電流に対する抵抗値から、全身の水分量を予測する。 身長、体重、性別、および身体活動レベルを考慮した回帰式から除脂肪量と体脂肪率を推定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・測定中の被験者への影響が最小限。 ・技術者による技術スキルの必要性が最小限。 ・放射線被ばくがない。 ・迅速にデータを収集できる。 ・見た目が洗練されている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・精度に限界がある。 ・体液移動および水和状態に敏感である。脱水は体脂肪率を過大評価する。 ・最も正確な結果を得るには、測定の前12時間以上に運動は禁止、アルコールを避け、十分な水分摂取をしておく。 ・身体組成の経時的変化を評価するためには推奨されない。
<p>体密度法</p> <p>水中の体積（水中体重）または空気置換法によって全身の体密度（質量/単位体積）を推定する。 体脂肪の密度 = 0.90g/cm³、 除脂肪量の密度 = 1.10g/cm³と仮定した体密度から身体組成を推定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水中体重法および空気置換法を参照。 	<ul style="list-style-type: none"> ・除脂肪組織（筋肉および骨を含む）の密度 = 1.10g / cm³は、異なるスポーツおよび人種のアスリートには有効ではなく、トレーニングおよび加齢に伴って変化する可能性があるとして仮定すると、予測される体脂肪率の誤差は著しい。 ・肺容量の推定が必要。
<p>水中体重法 SEE = 2 ~ 2.5%</p> <p>アルキメデスの原理を用いて特定のタンクに浸水（すなわち、水中秤量[UWW]）して体の容積を決定する</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・以前は「ゴールドスタンダード」とみなされていた ・アスリートを測定した大量のデータを参照できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・体密度法よりも誤差が大きい。 ・時間がかかる。 ・相当な技術者の専門知識が必要。 ・残気量（水中）および腸内ガスなどの他の密閉された空気空間の推定が必要。 ・アスリートが水中でも平気であることが必須。 ・高強度のトレーニングを積んだアスリートや骨密度の低いアスリート、特定の人種のアスリートのデータはない。
<p>空気置換法 (BODPOD): SEE = 1.8%</p> <p>体の容積を推定するために空気の変位を測定する。体密度および体重から決定される体密度；身体密度から推定される身体組成は、典型的には Siri の式を使う。UWW に匹敵する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水中体重法よりも所要時間が短く簡単である。 ・水中体重法よりも被験者負担が少ない。 ・特定のアスリートでは、水中体重法よりも信頼性と有効性があるかもしれない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・BODPOD は、温度と湿度を厳密に調整した別の部屋に保管する必要がある。 ・競技者は水着や帽子を着用しなければならない。 ・皮膚、体毛、着用した衣類、衣類の水分、スイミングキャップの種類は大きな誤差となる可能性があり、繰り返し測定で調整が必要。 ・UWW と比較して、特定のアスリートの体脂肪を過小評価し、他のグループの体脂肪を過大評価する可能性がある。 ・肺容量の推定でも誤差を生じる可能性がある。

<p>二重エネルギー X 線吸収法 (DXA): SEE=2-3%mc</p> <p>2つの異なる X 線を光子エネルギーで通過させ、各組織が光子を異なって区別するため、骨、脂肪、および脂肪を含まない質量の区別が可能になる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・計測時間が短い (アスリートのモデルとサイズによって 5-15 分)。 ・ブタによる検証で精度が高い。 ・除脂肪体重だけでなく、骨や脂肪組織のデータも得られる。 ・局所の身体組成情報を提供する。 ・最小の被験者負担 ・水分の影響が最小限である (他の方法と比較して)。 ・非侵襲的である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・繰り返し測定による累積放射線量 (0.5 μ Sv) に注意が必要 (年 4 回まで)。 ・キャリブレーションアルゴリズムは非公開で、製造元によって異なる。アスリート用に開発されていない。 ・身体組成の微量な経時的変化を検出するには限界がある。 ・極端に痩せた人、小さい人、大きい人では誤差が大きい。 ・スキャンベッドのサイズが制限されているため、背の高い (> 192 cm 以上) アスリートはベッドで横になれない場合がある。 ・食物、飲料、栄養補助食品 (すなわちカルシウム) の摂取が結果に影響を及ぼす可能性がある ・標準化されたプロトコルを使用して、信頼性を高め、時間の経過とともに身体組成の変化を追う。空腹の絶食状態で運動も禁止、排尿と排便の後に測定するのが理想。ポジショニングと衣類も標準化する。
<p>皮脂厚法 (合計) SEE=N/A</p> <p>特定の身体部位の皮下脂肪をつまんで測定する；典型的には、身体の右側を 2 ~ 3 回測定；ISAK の手順では、三頭筋、上腕二頭筋、肩甲骨、腸骨稜、肩甲骨、腹部、前大腿を、Harpender または Inovare キャリパーを使用して正確なプロトコルで測定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・低コスト、便利 ・熟練した技術者による信頼性 ・結果はスポーツによる基準と比較することができる ・各測定部位または測定値の合計を、時間の経過とともに観察することができる ・個人を複数回測定できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプルは皮下脂肪のみ ・一部のアスリートは嫌がることがある ・測定が難しい部位がある ・測定場所と技術の標準化が不可欠である：測定部位が 1cm ずれると同じアスリートで数値が大幅に異なる ・キャリパーの種類によって結果が異なる場合がある
<p>皮脂厚を利用した体脂肪率</p> <p>多くの回帰式の 1 つを使用して体脂肪率を推定するために使用される皮脂厚の合計。可能であれば、性別、年齢、スポーツ、およびキャリパーに最も適切な回帰式を選択するよう注意を払うべきである。最もよく検証された方程式には、男性と女性のアスリート (UWW に対する) の Jackson-Pollock と男性大学アスリートの Lohman の式があるが、方程式の選択に注意が必要。日本では長嶺・鈴木式がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・皮脂厚の合計からの体脂肪率の推定は、特定の個人およびグループで適用される。 ・性別、年齢、人種、スポーツの集団に合った式を使用すると精度の高いデータが得られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・異なる皮脂厚部位を使用する多数の推定式があるため、混乱の原因となる可能性がある。 ・体脂肪率の推定は (a) 皮膚の厚さが一定であるか (b) 皮脂厚が一定の圧縮率でつままれているか、(c) 体脂肪が正常に分布しているか、および (d) 内部脂肪対外部脂肪の構成は一定である、という条件下でも誤差がある；ほとんどの式は UWW によって測定された全体密度に基づく ・式は集団特異的であり、グループに合うか検証する必要がある；肥満者には適さない方法である
<p>超音波法</p> <p>超音波技術は、手持ち式装置を用いて非圧縮皮下脂肪組織の厚さを測定することを可能にする</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・皮膚の厚さの測定は良好 (0.1 ~ 0.5mm) だが、プローブの周波数と部位に依存する ・フィールドテストに適している ・皮膚を圧縮する必要がないため、キャリパーより正確かもしれない ・アスリートが最も安心する 	<ul style="list-style-type: none"> ・皮下脂肪組織の厚さは、脂肪および髪付き組織の可塑性によって制限される ・技術と機器はまだ検証段階と考えられる：A モードと B モードの両方の事前チェックが必要 ・キャリパーより高価 ・アスリート用の方法とデータベースは開発中。 ・女性アスリートの妥当性が低いという報告もある。
<p>略語：ISAK = 国際キナンソロポメトリー学会。SEE = 推定標準誤差。 注意：この表は、個々のアスリートのインパクト評価の要因を要約したものであり、これらの手順の方法論に関する追加情報については、一般的な身体組成情報については Wagner and Heyward (1999,2004)、Stewart et al. (2011 年) に記載されている。</p>		
<p>文献：2)、4)、11)、26)、29)、31)、37)、38)、39)、42)、43)、48)、49)、50)、51)、57)</p>		

4. Environmental Assessment (環境)

栄養状態のみならずサプリメントへの関心や使用に影響を及ぼすとされる環境、社会、及びライフスタイル要因に関するデータの収集は、食事の評価や臨床診査と合わせて行われることも少なくないが、一方で A-E モデルと別の要素とされることもある。

食環境の情報には、アスリートの社会経済的地位、居住形態、食品を買ったり料理したりする能力、交通手段、トレーニング計画、教育レベル、文化、心理社会的システム、宗教的慣習、個人の信念などが含まれる。アスリートに経済的なゆとりがあるか、食料品の買い物や献立作成を担当しているか、食事を準備する時間や基本的なスキルを持ち合わせているか、特定の食物やサプリメントの断食・制限を必須とする文化的または宗教的慣習をもっているか、食品選択を決定づける個人的な信念を持っているかを評価することは不可欠である²⁸⁾。

文化的、宗教的、個人的な信念の例として、同じ食事で肉と乳製品を同時に食べない（ユダヤ教正統派）、豚肉を食べない（ユダヤ教の正統派、ヒンズー教、仏教徒）、カフェインを避ける（イ

スラム教徒、モルモン教徒、及びセブンスデー・アドベンチスト教会信者）、植物性食品中心の食事（仏教徒、ヒンズー教徒、セブンスデー・アドベンチスト教会信者、ビーガン、菜食主義者、動物愛護運動家）、適度な量の食事（仏教徒、イスラム教徒）⁶¹⁾、地産地消の食事（環境保護主義者、地元産の食事だけ食べる「ロカボア」）などが挙げられる²⁸⁾。これらの信念は、ダイエタリーサプリメントへの関心やサプリメントに使用されている成分と原材料を把握したいという欲求にも影響を与える。

さらに食環境要因には、自分が変わることへの欲求や能力と、変わることに対する抵抗が含まれる⁷⁾。これは、表3のような行動変容の理論モデルを使用することで容易に評価できる⁶²⁾。パフォーマンスや健康に対する食事の恩恵をまだ考慮しないアスリートと、食事の改善を行うために戦略を必要とするアスリートとは、行うべきことが異なる。そのためこの評価は、スポーツの現場で特に有用である可能性がある。

アスリートの行動変容ステージは、傾聴したり、“Readiness Ruler（モチベーションを聞き取るツール）”を用いたり⁶²⁾、質問紙を用いたり⁴⁴⁾するこ

表3. 行動変容ステージと各ステージでの適切な教育戦略

ステージ	説明	戦略
前熟考期	変化を検討していない、または拒否している段階。問題が自分に当てはまると思っていない。問題が重要でも重大でもないと考えている。	変化することのリスクとメリットについて教育する。
熟考期	変化することについて曖昧な状況。変化と変化に対する障壁（時間、余計な作業、好きな食べ物を諦めるなど）に対する費用対効果を比較検討する。	アスリートが障壁を特定するのに手助けし、懸念や誤解への対処を支援する。
準備期	少しずつ変化する準備をしている。	アスリートと協力して現実的な目標と改善のスケジュールを作成し、積極的な強化を促す。
実行期	変化する決定的な行動をとる。	積極的な強化と具体的なアイデア/戦略を提供する。
維持期	新たな行動を長期に渡って維持する努力をしている。	必要に応じて励ましと支援、具体的なアイデア/戦略を提供する。

参考文献²⁸⁾ より一部改変

とによって評価できる。しかし、スポーツ栄養に特化したツールはまだ開発されていないようである。

行動変容ステージを把握することは、スポーツ栄養士が1回の面談でアスリートの行動を変えるのではなく、アスリートの変容ステージを特定し、例えば果物の摂取量を増やす、運動するための食事摂取のタイミングを計る、ダイエタリーサプリメントを取り入れるといった次のステージへのプロセスにアスリートを関与させるのに有用である^{12),44),62)}。

Ⅳ. おわりに

以上、IOCが発表した、アスリートがサプリメントを利用する前に確認すべき事項を要約した。栄養アセスメントは食事摂取を含む食事戦略をアスリートにアドバイスするため、またその介入の効果を評価するためにもとても重要である。食事調査 (D) はこの基本であるが、身体計測 (A)、生化学検査 (B)、臨床所見 (C)、そして環境 (E) の、全ての項目をふまえて行われるべきである。

もちろん食事摂取データは様々な誤差を含むことを理解した上で扱う必要がある。身体計測データや生化学検査の結果においても、アスリートの基準値は確立されていない。信頼性が高く実用的な生化学的指標であっても、全ての栄養素を評価できるわけではないなど限界があり、さらなる研究が必要である。しかし、サプリメント摂取の目的が「自分の不適切な食事を補ってくれるため」ではなく、「良い食事をした上で初めて本当の効果を発揮させること」なのだとしてアスリートが理解するのに、これら複数のアセスメントを実施して総合的に評価することは大いに役立つ。

アスリートは、サプリメントの利用を検討するにあたり、ダイエタリーサプリメント及びパフォーマンスサプリメントを利用する際のフローチャートに従い、自分で責任をもって適切に選択していただきたい。

文献

- 1) Academy of Nutrition and Dietetics. Nutrition terminology reference manual (eNCPT): Dietetics Language for Nutrition Care. <http://ncpt.webauthor.com> (2019年11月28日)
- 2) Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, Muller W. Current status of body composition assessment in sport: review and position statement on behalf of the ad hoc research working group on body composition health and performance, under the auspices of the I.O.C. Medical Commission. *Sports Med*, 42(3): 227-249, 2012.
- 3) Adelman MO, Dwyer JT, Woods M, Bohn E, Otradovec CL. Computerized dietary analysis systems: A comparative view. *J Am Diet Assoc*, 83(4): 421-429, 1983.
- 4) Ballor DL. Exercise training and body composition changes. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG (Eds.), *Human body composition*, Human Kinetics, pp.287-304, 1996.
- 5) Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM. Inadvertent doping through supplement use by athletes: Assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 11(3): 365-383, 2001.
- 6) Bingham SA. Limitations of the various methods for collecting dietary intake data. *Ann Nutr Metab*, 35(3): 117-127, 1991.
- 7) Boosalis MG. ABCDEs of sports nutrition assessment. Paper presented at the 26th Annual SCAN Symposium, 2010.
- 8) Braakhuis AJ, Meredith K, Cox GR, Hopkins WG, Burke LM. Variability in estimation of self-reported dietary intake data from elite athletes resulting from coding by different sports dietitians. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 13(2): 152-165, 2003.
- 9) Burke LM. Dietary assessment methods for the athlete: Pros and Cons of different methods.

- Sports Science Exchange, 28(150): 1-6, 2015.
- 10) Burke LM, Hawley JA, Wong SH, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci*, 29(Suppl. 1): S17-S27, 2011.
 - 11) Clark RR, Bartok C, Sullivan JC, Schoeller DA. Minimum weight prediction methods cross-validated by the four-component model. *Med Sci Sports Exer*, 36(4): 639-647, 2004.
 - 12) Clement D. The transtheoretical model: An exploratory look at its applicability to injury rehabilitation. *J Sport Rehabil*, 17(3): 269-282, 2008.
 - 13) Conway JM, Ingwersen LA, Moshfegh AJ. Accuracy of dietary recall using the USDA five-step multiple-pass method in men: An observational validation study. *J Am Diet Assoc*, 104(4): 595-603, 2004.
 - 14) Conway JM, Ingwersen LA, Vinyard BT, Moshfegh AJ. Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr*, 77(5): 1171-1178, 2003.
 - 15) Deal LL, VanReken DW. Clinical: Food-drug interactions. In Mahn LK, Raymond JL (Eds.), *Krause's food and the nutrition care process*. 13th Edition, Elsevier, pp.122-138, 2017.
 - 16) de Silva A, Samarasinghe Y, Senanayake D, Lanerolle P. Dietary supplement intake in national-level Sri Lankan athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 20(1): 15-20, 2010.
 - 17) Driskell JA, Wolinsky I. *Nutritional assessment of athletes*. 2nd Edition, CRC Press, 2010.
 - 18) Fogelholm M, Lahti-Koski M. The validity of a food use questionnaire in assessing the nutrient intake of physically active young men. *Eur J Clin Nutr*, 45(5): 267-272, 1991.
 - 19) Food and Nutrition Board. *Dietary reference intakes: Application in dietary assessment*. National Academy Press, 2000.
 - 20) Freedman LS, Commins JM, Moler JE, Arab L, Baer DJ, Kipnis V, Midthune D, Moshfegh AJ, Neuhouser ML, Prentice RL, Schatzkin A, Spiegelman D, Subar AF, Tinker LF, Willett W. Pooled results from 5 validation studies of dietary self-report instruments using recovery biomarkers for energy and protein intake. *Am J Epidemiol*, 180(2): 172-188, 2014.
 - 21) García-Cortés M, Robles-Díaz M, Ortega-Alonso A, Medina-Caliz I, Andrade RJ. Hepatotoxicity by dietary supplements: A tabular listing and clinical characteristics. *Int J Mol Sci*, 17(4): 537, 2016.
 - 22) Garthe I, Maughan RJ. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(2): 126-138, 2018.
 - 23) Guillard JC, Aubert R, Lhuissier M, Peres G, Montagnon B, Fuchs F, Merlet N, Astorg PO. Computerized analysis of food records: role of coding and food composition database. *Eur J Clin Nutr*, 47(6): 445-453, 1993.
 - 24) Halliday TM, Peterson NJ, Thomas JJ, Kleppinger K, Hollis BW, Larson-Meyer DE. Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury, and illness in college athletes. *Med Sci Sports Exer*, 43(2): 335-343, 2011.
 - 25) Heikkinen A, Alaranta A, Helenius I, Vasankari T. Use of dietary supplements in Olympic athletes is decreasing: A follow-up study between 2002 and 2009. *J Int Soc Sports Nut*, 8(1): 1, 2002.
 - 26) Kopinski S, Engel T, Cassel M, Frohlich K, Mayer F, Carlsohn A. Ultrasound applied to subcutaneous fat tissue measurements in international elite canoeists. *Int J Sports Med*, 36(14): 1134-1141, 2015.
 - 27) 厚生労働省. 食事バランスガイド. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyousyokuji.html> (2019年11月28日)
 - 28) Larson-Meyer DE, Woolf K, Burke L.

- Assessment of nutrient status in athletes and the need for supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 28(2): 139-158, 2018.
- 29) Lee RD, Nieman DC. *Nutritional assessment*. 6th Edition, McGraw Hill, 2013.
- 30) Livingstone MB, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr*, 133(Suppl. 3): S895-S920, 2003.
- 31) Lohman TG. *Anthropometry and body composition*, Human Kinetics, 1988.
- 32) Lohman TG, Harris M, Teixeira PJ, Weiss L. Assessing body composition and changes in body composition. Another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann N Y Acad Sci*, 904: 45-54, 2000.
- 33) Magkos F, Yannakoulia M. Methodology of dietary assessment in athletes: Concepts and pitfalls. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 6(5): 539-549, 2003.
- 34) Maughan RJ. Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. *J Nutr*, 143(11): 1843S-1847S, 2013.
- 35) Maughan R, Burke L. *Nutrition for athletes: a practical guide to eating for health and performance: based on an International Consensus Conference held at the IOC in Lausanne in October 2010*.
https://library.olympic.org/Default/doc/SYRACUSE/74010/nutrition-for-athletes-a-practical-guide-to-eating-for-health-and-performance-based-on-an-internatio?_lg=en-GB
 (2019年11月28日)
- 36) Maughan RJ, Shirreffs SM. IOC Consensus Conference on Nutrition in Sport, 25-27 October 2010, International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland. *J Sports Sci*, 29(Suppl. 1): S1, 2011.
- 37) Muller W, Horn M, Furrhapter-Rieger A, Kainz P, Kropfl JM, Maughan RJ, Ahammer, H. Body composition in sport: A comparison of a novel ultrasound imaging technique to measure subcutaneous fat tissue compared with skinfold measurement. *Br J Sports Med*, 47(16): 1028-1035, 2013.
- 38) Muller W, Lohman TG, Stewart AD, Maughan RJ, Meyer NL, Sardinha LB, Kirihennedige N, Reguant-Closa A, Risoul-Salas V, Sundgot-Borgen J, Ahammer H, Anderhuber F, Furrhapter-Rieger A, Kainz P, Materna W, Pils U, Pirstinger W, Ackland TR. Subcutaneous fat patterning in athletes: Selection of appropriate sites and standardisation of a novel ultrasound measurement technique: Ad hoc working group on body composition, health and performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med*, 50(1): 45-54, 2016.
- 39) Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Halson SL, Martin DT, West NP, Burke LM. Importance of standardized DXA protocol for assessing physique changes in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 26(3): 259-267, 2016.
- 40) Parnell JA, Wiens K, Erdman KA. Evaluation of congruence among dietary supplement use and motivation for supplementation in young, Canadian athletes. *J Int Soc Sports Nutr*, 12: 49, 2015.
- 41) Paulsen G, Hamarstrand H, Cumming KT, Johansen RE, Hulmi JJ, Børsheim E, Wiig H, Garthe I, Raastad T. Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. *J Physiol*, 592(24): 5391-5408, 2014.
- 42) Peeters MW, Claessens AL. Effect of deviating clothing schemes on the accuracy of body composition measurements by air displacement plethysmography. *Int. J. Body Comp. Res*, 7(4): 123-129, 2009.

- 43) Peeters MW, Claessens AL. Effect of different swim caps on the assessment of body volume and percentage body fat by air displacement plethysmography. *J Sports Sci*, 29(2): 191-196, 2011.
- 44) Pekmezi D, Barbera B, Marcus BH. Using the transtheoretical model to promote physical activity. *ACSMs Health Fit J*, 14(4): 8-13, 2010.
- 45) Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *J Sports Sci*, 29(Suppl. 1): S29-S38, 2011.
- 46) Postlusna K, Ruprich J, de Vries JH, Jakubikova M, van't Veer P. Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24 hour recalls, control and adjustment methods in practice. *Br J Nutr*, 101(Suppl. 2): S73-S85, 2009.
- 47) Reinert A, Rohrmann S, Becker N, Linseisen J. Lifestyle and diet in people using dietary supplements: A German cohort study. *Eur J Nutr*, 46(3): 165-173, 2007.
- 48) Rodriguez-Sanchez N, Galloway SD. Errors in dual energy x-ray absorptiometry estimation of body composition induced by hypohydration. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(1): 60-68, 2015.
- 49) Sinning WE, Dolny DG, Little KD, Cunningham LN, Racaniello A, Siconolfi SF, Sholes JL. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 17(1): 124-130, 1985.
- 50) Sinning WE, Wilson JR. Validity of generalized equations for body-composition analysis in women athletes. *Res Q Exerc Sport*, 55(2): 153-160, 1984.
- 51) Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. International standards for anthropometric assessment. *The International Society for the Advancement of Kinanthropometry*, 2011.
- 52) Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. American college of sports medicine joint position statement. Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3): 543-568, 2016.
- 53) Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology. In Coulston AM, Boushey CJ (Eds.), *Nutrition in the prevention and treatment of disease*. 2nd Edition, Academic Press, pp.3-39, 2008.
- 54) Trabulsi J, Schoeller DA. Evaluation of dietary assessment instruments against doubly labeled water, a biomarker of habitual energy intake. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 281(5): E891-E899, 2001.
- 55) Trakman GL, Forsyth A, Devlin BL, Belski R. A systematic review of athletes' and coaches' nutrition knowledge and reflections on the quality of current nutrition knowledge measures. *Nutrients*, 8(9), E570, 2016.
- 56) United States Department of Agriculture (USDA) Agricultural Research Service. USDA national nutrient database for standard reference. <https://fdc.nal.usda.gov/> (2019年11月28日)
- 57) Wagner DR, Cain DL, Clark NW. Validity and reliability of a-mode ultrasound for body composition assessment of NCAA Division I athletes. *PLoS One*, 11(4): e0153146, 2016.
- 58) Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: A review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport*, 70(2): 135-149, 1999.
- 59) Wagner DR, Heyward VH. *Applied body composition assessment*. 2nd Edition, Human Kinetics, 2004.
- 60) Wiens K, Erdman KA, Stadnyk M, Parnell JA. Dietary supplement usage, motivation, and education in young, Canadian athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 24(6): 613-622, 2014.
- 61) Yadrick MM. Food and nutrient delivery: Diet guidelines, nutrient standards and cultural

- competency. In Mahn LK, Raymond JL (Eds.), Krause's food and the nutrition care process 13th Edition, Elsevier, pp.173-190, 2017.
- 62) Zimmerman GL, Olsen CG, Bosworth MF. A 'stages of change' approach to helping patients change behavior. Am Fam Physician, 61(5): 1409-1416, 2000.