

Basic Nutrition Factors in Health

健康における基本的な 栄養学的要因

Marie Spano, MS, RD

▶ 本章を終えると

- 選手を適切な情報源や医師、スポーツ栄養士へといつ問い合わせ・紹介するかを知ることができる。
- 競技選手のタンパク質、炭水化物、脂肪の推奨摂取量を決定する方法を解説することができる。
- 疾病予防や健康全般のための推奨摂取量を列挙することができる。
- 異なる年齢グループやシナリオのための水分および電解質補給のガイドラインを列挙することができ、選手らが個別化された水分補給計画を立てる手助けをすることができる。

優れた栄養というものは、選手に一般的な健康、成長、発達、筋組織の修復および構築に必要な不可欠な栄養素とともに、練習や試合に必要なエネルギー、また心理的な集中の維持をもたらすものである。選手の特異的なニーズに合わせた栄養計画は、ケガや病気のリスクを低下させ、トレーニング適応（トレーニングに由来する改善）を最大化するのを手助けし、選手が目標とするパフォーマンスに到達するのを助ける。本章では、パフォーマンスを促進する栄養摂取についての科学的根拠に注目し、読者がスポーツ栄養科学を現実生活のシナリオに適用するうえで助けとなる示唆を提供する。

インターネットや印刷物、口コミによる間違った、あるいは矛盾する大量の栄養アドバイスは、選手を非常に混乱させる（185）。加えて、（統計的に）性・年齢補正を行った上で比較すると、各アスリートの栄養ニーズは、座業中心の比較対象とは異なっており、これはその競技の生理的需要のためである。一般人のためにつくられた栄養ガイドラインは、必ずしも選手に適用できるわけではない。なぜなら、各選手の栄養ニーズは多くの要因（年齢、身体サイズと体組成、性別、遺伝、環境的トレーニング条件、ケガ、医学的栄養ニーズ、トレーニングの継続時間や頻度、強度）によって決まり、必要な栄養は、たとえ同じポジションであったとしても選手間で大きく異なる。そして最後に、栄養は複雑であること、また科学は継続的に発展していることから、ストレングス&コンディショニング専門職にとって、基本的な栄養の知識をもつことに加え、選手に最新の科学に基づく個別化された栄養アドバイスを行うために問い合わせ（照会）することができる栄養の専門家のリストを用意しておくことは重要である。

スポーツ栄養の専門職の役割

スポーツ栄養は複雑で、学際的分野であり、アスレティックトレーナーやストレングス&コンディショニング専門職、医師、運動科学者、食事提供者の間で、栄養についての知識の程度は異なっている。選手育成を担うスタッフは、栄養教育とスタッフのメンバーの知識、提供された栄養情報、栄養実践に関する州のライセンス関連法令に基づいて概要を把握しなければならない。

すべてのスポーツ栄養の専門職は、基本的な栄養についての質問（たとえば、「健康的な軽食のアイデアは？」）に答えられなければならない。しかしながら、複雑な栄養問題を持つ選手は、適切な情報提供の源である、チームドクターやスポーツ栄養士へ相談すべきである。チームドクターは、選手の医学的ケアの監督に責任を持つが、スポーツ栄養士は、個別化された食事アドバイスを提供することに責任を持つ。**スポーツ栄養士**は、スポーツ栄養に関する専門的な教育を受け、その実践経験を有する登録栄養士（訳注：日本においては管理栄養士）である。スポーツ栄養・食事学会（AND）のスポーツ栄養スペシャリスト（CSSD）の資格は、スポーツ栄養の分野における専門性が、他の栄養士と比較して優れた栄養士であることを認定している（カコミ欄を参照）。スポーツ栄養士の中には、補完的なスキルを持っていたり、トレーニングを受けているものがソーシャルワーカーやアスレティックトレーナー、シェフになっている場合があり、総合的なスポーツ栄養についてのプログラムではフルタイムでの注意が求められる。したがって、これらの2番目のスキルは、1人が2つの明確に別れた職務を行おうとするというよりむしろ、スポーツ栄養の知識を補完するものである。そして最後に、より高いレベルの職務を持つスポーツ栄養士は、一般的に修士号や博士号（PhD）を有するスポーツ栄養士である。スポーツ栄養士は、選手がプレート（皿）とパフォーマンスの間をつなげるのを手助けすることができる。

時折、医師やスポーツ栄養士は、摂食障害や栄養失調、糖尿病などの特異的な疾患を持つ選手を手助けするために一緒に働くことがある。選手の栄養的および医学的情報は総合的なケアを提供するために育成スタッフやコーチングスタッフ、家族の間で共有されることがあり、選手の保護された健康情報を取り扱う際、米国においてはすべてのスタッフがHIPAA（医療保険の相互運用性と説明責任に関する法律）のガイドラインに従うべきである。

スポーツ栄養コーチ（sports nutrition coach）は、登録栄養士ではないが、栄養と運動科学についての基本的なトレーニングを受けた専門職である。たとえば、ストレングス&コンディショニング専門職は、スポーツ栄養コーチとして行動することができ、基本的な栄養教育と示唆を提供することができる。食

スポーツ栄養スペシャリスト（CSSD）

スポーツ栄養・食事学会（AND）のスポーツ栄養スペシャリスト（CSSD）は、以下を職務とする（これらのコンピテンシー、つまり職務上の能力は、ストレングス&コンディショニング専門職がスポーツ栄養士に求めるものである）。

- パフォーマンスや健康のために、個人およびグループに対して、日々の栄養についてのカウンセリングを行う。
- 最新の科学的なエビデンスを、実務的なスポーツ栄養における推奨へと翻訳する。
- コーチやトレーナー、保護者に向けた食事および栄養のリソースとしての栄養的なサービスの結果について、追跡および文書化する。
- 競技選手の食事の実践や体組成、エネルギーバランス（摂取と消費）を、競技パフォーマンスおよび健康の文脈において評価・分析する。
- トレーニング（トレーニング期と目標に合致させる）や試合、エクササイズからの回復、体重管理、水分補給、免疫、障害を受けた摂食行動、移動、サプリメントのための適切な栄養についてのカウンセリングを行う。
- 良好な健康およびパフォーマンスを構成する体重、体脂肪、筋量を達成し、維持することについてカウンセリングを行う。
- 競技パフォーマンスと良好な健康のための短期的および長期的目標の達成を促進する個別化された食事および軽食の計画を提供する。
- 各自の水分および電解質のニーズに合致することを手助けする給水の手順を作成する。
- 食物アレルギーや骨ミネラル障害、胃腸障害、鉄欠乏、鉄欠乏性貧血といったパフォーマンスに関する栄養学的課題に対処する。
- 必要に応じて、糖尿病や過敏性腸症候群、高血圧ほか医学的症状を管理あるいは治療するのを手助けするための医学栄養学的治療を提供する。
- 病気やケガからの回復のための適切な栄養についてカウンセリングを行う。
- 学際的なスポーツ医科学チームのメンバーとして、栄養的なケアをコーディネートする。
- 障害された摂食行動といった入院患者および外来患者プログラムについての連絡係（リエゾン）である。
- ハーブサプリメント、またスポーツ用のサプリメントを含む栄養的サプリメントの合法性や安全性、質、効果について評価し、適切なサプリメント摂取について監視する。
- HIPPAガイドラインに従うとともに、各個人の家族や医師、コーチその他の適切な健康関連の専門職と連携する。
- 教育的な努力を支援するリソース（資料）を作成する。
- 食品の選択（食料品店のツアー）、食品の保管、食事の準備（料理教室）について、選手およびチームへの教育を行う。
- 栄養ケアプロセス（Nutrition Care Process）を用いて、提供された栄養サービスを文書化し、栄養戦略の効果が求める結果に合致しているかを評価する。
- 栄養についての方針と手順について作成および監督する。

Sports, Cardiovascular and Wellness Nutrition (SCAN), 2008; Hornick, 2008 (62). より許可を得て転載。

事あるいは栄養が、治療あるいは医学的症状の管理に用いられるような、より複雑な状況（栄養失調を含む）においては、医学的栄養療法を必要とし、その役割はスポーツ栄養士が担う。スポーツ栄養コーチは、スポーツ栄養の資格認定を受けることで、追加的な教育を受けることができるだろう。たとえば、米国運動評議会（ACE）では、パーソナルトレーナーや健康運動のコーチ、グループフィットネスインストラクター、ヘルスケア専門職向けにデザインされた、フィットネス栄養スペシャリスト認定を行っている。また、国際スポーツ栄養学会（ISSN）のスポーツ栄養スペシャリスト認定資格（Sports Nutrition Specialist Certification）は、四年制大学を卒業していないパーソナルトレーナーやフィットネス専門職向けに受験に際して高校卒業を要件としている。ISSNには、認定スポーツ栄養士（CISSN）の

資格もあり、四年制の大学学部卒（または現在運動科学や栄養、関連分野を選考する学生であること）を必要とし、これは選手や活動的な人とともに働く健康、フィットネス、医学的専門職を想定している。

より高度な学位を持つスポーツ栄養士は、スポーツ栄養産業で働くか、あるいはスポーツ栄養分野で研究を行う専門家であり、特定のトピックの文献について議論することができる。高度な学位を持つスポーツ栄養士は、スポーツ栄養の認定を取得することを選ぶかもしれない。選択肢の1つが、IOC（国際オリンピック委員会）のスポーツ栄養のディプロマである。この2年間のプログラムにはコースワークやセミナー、チュートリアル、実験室での実践的ワークが含まれる。IOCは、このコースに興味を持つ学生は通常、栄養あるいは食事、生物科学（生化学や生理学、スポーツ科学を含む）あるいは医学の

学位を持っていると述べている。

すべてのスポーツ栄養専門職は、州ごとに異なる栄養ライセンスに関する州法を順守しなければならない。この州法は誰が個別化された栄養カウンセリングや医学的栄養療法の提供を許可されるのかについて特定している。たとえば、ルイジアナ州では、一般的な栄養教育は、その情報が一般的で、正確か、また個別化（特定の人の食事ニーズに基づく）されていないかどうかといったさまざまな基準が定められている。しかしながら、栄養評価とカウンセリングを行うことができるのはライセンスを持つ栄養士のみである。栄養カウンセリングとは、「適切な食品および栄養素摂取についての特別なニーズを持つ人のための、栄養評価に基づく健康や文化的小および社会経済的、機能的、心理学的要素を考慮した個別指導の提供である」と定義される。「また栄養カウンセリングには、以下のアドバイスが含まれることがある。すなわち、食事における栄養素の増減、食事のタイミングや量、内容構成、割合の変化、食品の歯ごたえの修正や、極端な例では提供経路の変更である」(3)。

栄養および運動科学の教育をほとんど受けていない（あるいは最低限の教育のみ）、正式なトレーニングを受けていない多くの人たちは自身をスポーツ栄養士と呼んでいる。スポーツ栄養の情報、あるいは個別の食事アドバイスを提供する人の称号がどのようなものであっても、ストレングス&コンディショニング専門職はその人の受けた教育（カリキュラムを含む）やそれまでの職歴（とくにその人の日々の責務）、スポーツ栄養の知識・経験年数を見極めるべきである。

経験を積んだスポーツ栄養士は、選手がプレート(皿)とパフォーマンスの間をつなげるのを手助けする。彼らはスポーツ栄養についての高度な知識やスキル、専門性を持っている。

栄養コーチングの最初の段階は、選手の目標を定義し、コーチの目標を特定することである（したがって、これらの2つは異なることもある）。その後、ストレングス&コンディショニング専門職がニーズ分析を行うのと同様に、スポーツ栄養士は選手の食事や、個別の食事の特性（文化的および宗教的考慮

事項を含む）、調理スキル、食品へのアクセス、経済的制約、賢明な食事の妨げとなるもの、サプリメント使用、体重および体組成の履歴、既往歴、トレーニングプログラム、ケガについて詳細にみる。それから、スポーツ栄養士は選手と共に、ライフスタイルと好みに合う、以下を含む計画をつくり上げる。(1) 適切なカロリーレベル、(2) 推奨量の主要栄養素と微量栄養素、(3) 適切な水分と電解質、(4) 栄養不足を修正し、潜在的な栄養不足を満たし、トレーニング目標に合致させるのに必要なサプリメント。

標準的な栄養ガイドライン

一般的な栄養情報のために、ストレングス&コンディショニング専門職は、マイプレートという食事ガイドシステムを選手に参照してもらいたいと考えるだろう。これは、米国農務省が2010食事ガイドラインをもとに作成した、消費者がよりよい食品の選択をする手助けをするものである(98)。マイプレートは、食事における盛り付けに基づいた5つの食品群を示すアイコンである(図9.1)。

マイプレート

マイプレート (MyPlate) に関する情報は、www.choosemyplate.gov で得られる。基本的なガイドラインはマイプレートのアイコンで示されており、対応する教材は普遍的であるが、これらには表9.1および表9.2に示すように年齢や性別に基づく、

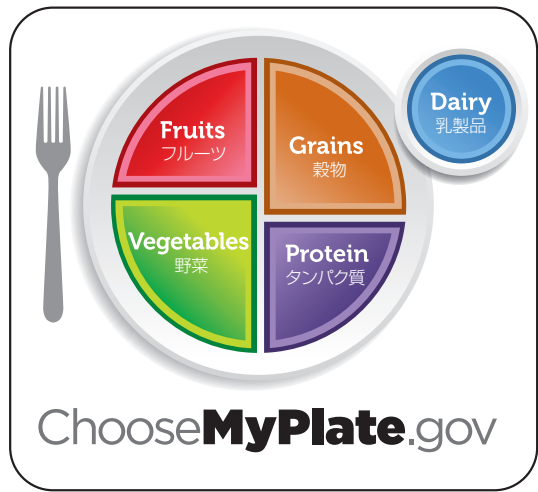


図9.1 マイプレート (MyPlate) のアイコン。
USDA's Center for Nutrition Policy and Promotionより。

表9.1 マイプレートによる食品群の推奨

		身体的に合致して いない人のための 推奨カロリー*	果物*	野菜**	穀物* (最小限)	タンパク質食品*	乳製品	油脂類***
子ども	2-3	1,000	1カップ	1カップ	85g(3オンス当量)(1.5)	57g(2オンス当量)	2カップ	3 tsp
	4-8	1,200-1,400	1-1.5カップ	1.5カップ	142g(5オンス当量)(2.5)	113g(4オンス当量)	2.5カップ	4 tsp
少女	9-13	1,600	1.5カップ	2カップ	142g(5オンス当量)(3)	142g(5オンス当量)	3カップ	5 tsp
	14-18	1,800	1.5カップ	2.5カップ	170g(6オンス当量)(3)	142g(5オンス当量)	3カップ	5 tsp
少年	9-13	1,800	1.5カップ	2.5カップ	170g(6オンス当量)(3)	142g(5オンス当量)	3カップ	5 tsp
	14-18	2,200	2カップ	3カップ	227g(8オンス当量)(4)	184g(6.5オンス当量)	3カップ	6 tsp
女性	19-30	2,000	2カップ	2.5カップ	170g(6オンス当量)(3)	156g(5.5オンス当量)	3カップ	6 tsp
	31-50	1,800	1.5カップ	2.5カップ	170g(6オンス当量)(3)	142g(5オンス当量)	3カップ	5 tsp
	51+	1,600	1.5カップ	2カップ	142g(5オンス当量)(3)	142g(5オンス当量)	3カップ	5 tsp
男性	19-30	2,400	2カップ	3カップ	227g(8オンス当量)(4)	184g(6.5オンス当量)	3カップ	7 tsp
	31-50	2,200	2カップ	3カップ	198g(7オンス当量)(3.5)	170g(6オンス当量)	3カップ	6 tsp
	51+	2,000	2カップ	2.5カップ	170g(6オンス当量)(3)	156g(5.5オンス当量)	3カップ	6 tsp

tsp = ティースプーン

各食品群からの必要量は、年齢や性別、身体活動レベルによって異なる。一日あたりの推奨量は、チャート内に示される。
*これらの量は、中程度の身体活動が30分未満であることがほとんど毎日である人々に適している。身体的により活動的な人は、必要なカロリーの範囲内で、より多くの摂取が可能な場合がある。個人的な総カロリーやエンベティカロリーの上限について、「My Daily Food Plan」(毎日の私の食事計画) www.choosemyplate.gov/myplate/index.aspx に自分の情報を入力すると知ることができる。
**過あたりの野菜のサブグループの推奨量については、表9.2を参照のこと。
***油脂については、一日推奨量ではなく、一日許容量が定められている。この一日許容量は、中程度の身体活動が30分未満であることがほとんど毎日である人々に適している。身体的により活動的な人は、必要なカロリーの範囲内で、より多くの摂取が可能な場合がある。
果物。一般的に、1カップの果物あるいは100%フルーツジュース、1/2カップのドライフルーツは、1カップの果物グループに相当する。
野菜。野菜あるいは100%野菜ジュースは、野菜グループに含まれる。野菜は、生あるいは調理されることがある。すなわち生(新鮮な)、冷凍、缶詰、乾燥させた野菜である。調理については、野菜の全体あるいはカットされたり、マッシュ(潰して裏ごし)する場合がある。
穀物。小麦、米、オーツ麦、コーンミール、大麦製品、その他シリアルが穀物製品である。パン、パスタ、オートミール、朝食シリアル、トルティーヤ、グリッツは穀物製品の例である。
タンパク質食品。肉、家禽類(鶏肉)、魚、豆、エンドウマメ、卵、大豆製品、ナッツ、種子類はタンパク質食品グループであると考えられる。マメ類やエンドウマメは、野菜グループでもある。一般的に、28g(1オンス)の肉、家禽類(鶏肉)、魚、調理した1/4カップの豆、卵1個、ピーナッツバター小さじ1杯、14g(1/2オンス)のナッツあるいは種子類がタンパク質食品グループの1オンスに相当する。
乳製品。液体の乳製品と、牛乳からつくられる多くの食品はこのグループに入ると考えられる。乳製品の多くは、無脂肪あるいは低脂肪のものを選ぶべきである。牛乳からつくられたもので、含まれるカルシウムが維持されているものはこのグループに含まれる。牛乳からつくられていても、クリームチーズやクリーム、バターのようなカルシウムをほとんど含まないものはこのグループに含まれない。カルシウム強化豆乳は、乳製品グループでもある。
油脂類。油は脂質であり、調理に用いられる植物油のように室温では液体である。油脂類はさまざまな植物や魚からできている。油脂類は食品グループではないが、必須栄養素をもたらすものである。したがって、油脂類は米国農務省の食品パターンに含まれる。

米国農務省と保健社会福祉省より

中程度の身体活動が30分未満であることがほとんど毎日である人々のためのカロリーガイドラインや、フルーツや穀物、タンパク質の割合についての推奨、油脂の許容量が含まれる。身体活動がより多い人は、特異的な食事ニーズに合うようにガイドラインを調

整すべきである(136)。また、油脂は食品群ではないが、必須脂肪酸やビタミンEなどの栄養素を含んでいる。したがって、油脂については一日許容量が定められている。
マイプレートは考慮すべき出発点であり、選手が

Nutrition Strategies for Maximizing Performance

パフォーマンスを最大化するための栄養戦略

Marie Spano, MS, RD

▶ 本章を終えると

- 異なる競技における試合前・中・後の栄養面についての推奨を列挙することができる。
- 体重の増加や減少（増量や減量）のためのガイドラインを提供できる。
- 摂食障害の徴候と症状を認識することができる
- 摂食障害の疑いのある選手に対し、適切に関わり、専門家に照会するシステムを導入する重要性を理解することができる
- 肥満の有病率と原因を知ることができる
- 肥満者の評価過程を助ける知識を身につけることができる

試合前や試合中に選手が飲食するものは、パフォーマンスに影響を及ぼすことがあるとともに、試合後の食事はリカバリー（回復）の時間やイベントの間隔が24時間未満である場合、次のイベントや試合により大きな影響を及ぼす。したがって、本章では、試合前・中・後の栄養に注目するとともに、体重を増やしたい、あるいは減らしたい選手のためのガイドラインも提供する。加えて、体重に関する話題を語るうえで、**乱れた摂食と摂食障害**についての情報を含めないことには完全ではない。摂食障害の徴候と症状を認識し、治療チームの積極的なメンバーであることは、ストレングス&コンディショニング専門職にとって避けることはできない。

試合前・中・後の栄養

長期間にわたる選手の食事実践は、健康やパフォーマンス全般に影響を及ぼすだろう。加えて、試合前や試合中に食べるものは、パフォーマンスに生理学的・心理学的な影響の両方を及ぼすことがあるとともに、試合後の食事はリカバリーに影響し、したがって次の練習や試合のパフォーマンスに影響するかもしれない。

試合前の栄養

試合前の食事は、適切な水分状態と、血中グルコースおよび貯蔵グリコーゲンレベルを最大するための炭水化物（糖質）の維持をもたらすとともに、飢えの苦しみを避けるのを手助けしてくれる（5,25）。グリコーゲンは、高強度運動（ $>70\% \dot{V}O_2\text{max}$ ）中に用いられるエネルギーの主な形態である。いったんこれらの貯蔵が枯渇すると、選手は筋疲労を経験する（56）。肝臓や筋に貯蔵されるグリコーゲンは少量であり、全体で、体重1kgあたり約15gである（1）。たとえば、80kgの男性は約1200kcalのグリコーゲンを貯蔵することができる。肝臓に貯蔵されたグリコーゲンは全身で使われる一方、筋組織に貯蔵されたグリコーゲンは筋によって使われる（56）。

競技パフォーマンスにおいて、水分とグリコーゲンは非常に重要な役割を果たしているにもかかわらず、試合前の食事の重要性や、パフォーマンスへ及ぼす影響について検証した研究は被験者や方法の点で難しいことから、明確ではない。運動前の高炭水

化物食によって、疲労困憊までの時間が改善したという研究がいくつかあり（24,93,113）、また青年期男性において無酸素性パフォーマンスが改善した（71）が、別の研究ではタイムトライアルのパフォーマンスにおいて有効性はみられなかった（100）。これらの違いや、パフォーマンスをシミュレートした研究において試合での状況と実験室の設定を区別する要因（試合前の精神状態や気温、湿度、高度など）が考慮されていないという事実があるにもかかわらず、選手らはそれぞれ個別のニーズや自らの置かれた試合環境に合致させるために、文献に基づく一般的な試合前のガイドラインに適応することができる。

試合前の食事はすべて、摂取のタイミングや、食事および飲料の構成、種目あるいは競技、選手個人の特性を考慮に入れるべきである。試合までの時間が短い場合、胃の不調を最小限にするために、飲料や食事の量は少なくすべきである。速やかに胃を通過させて、胃腸の痛みの可能性を最小限にするために、試合前の飲食物は選手が慣れていて（練習で試す）、脂質および食物繊維の少ないものであるべきであり、適度なタンパク質を含むべきである（タンパク質は長時間にわたって飽満感を促進する）（5）。

選手は試合前に摂取する炭水化物を、グリセミックス指数が高いもの、あるいは低いもののいずれからも選ぶことができる（124）。これは、研究において、どちらがより有利であるとは示されていないためである（12）。もしグルコースなどの摂取した炭水化物によって、素早くインスリンが増加すると、運動開始時の血糖値の低下が引き起こされ、通常レベルに戻るまで約20分かかることが一般的であるが、この初期の血糖値の低下はパフォーマンスに悪影響を及ぼさない（78）。

有酸素性持久系競技

一晩の絶食状態（前日の夕食以降、食事を摂らない時間が経過した）の後、翌朝に長時間（ >2 時間）にわたって継続する身体活動を行う有酸素性持久力選手にとって、試合前の食事は最も重要となるだろう。朝、起床時において、血糖値は低く、肝臓のグリコーゲン貯蔵はかなり減少している。両方の条件とも、エネルギーとして利用できる炭水化物の量を減少させる。競技前に摂る食事の中にいつも炭水化

胃腸の問題を最小限に抑える

試合中に胃が不調となる可能性を最小化するために、競技選手は以下のことに従うべきである。

- 食品はまず試食してみる。新しい食品は必ず、試合までの間に、数回の練習セッション中に試しておく（5）。
- 食事の時間が試合やイベントに近い場合は、食べ物と飲み物は少量の摂取に押さえる。
- 脂肪の多い食事および食物繊維を多く含む食事を避ける。脂肪および食物繊維は、消化の速度を遅くする。食べ物が消化されているときに運動を行うと、胃痙攣を起こす可能性がある（5）。
- 糖アルコールを避ける。糖アルコールは、その名称にかかわらず、アルコールを含んでいないが、化学的構造が糖およびアルコールに類似している。糖アルコールは、消化管内で完全には吸収されない炭水化物の一種である。結果として、摂取によりガスや腹部膨満、痙攣を引き起こすことがあり、また緩下作用（下痢を引き起こす）をもたらしことがある。糖アルコールは、低炭水化物やシュガーフリーの製品に含まれており、このような製品には、シュガーフリーのガム、歯磨き粉、マウスウォッシュなどがある。ソルビトールおよびマンニトールの2つが、胃腸の問題を最も引き起こす糖アルコールである（131）。20gのマンニトールを摂取することになる製品には、「多量の摂取によりお腹がゆるくなる場合がある」とラベルに表示しなければならない。糖アルコールに対する反応は個人により異なる。糖アルコールには、キシリトール（歯科用製品に最も広くみられる）、エリスリトール、ソルビトール、マンニトール、マルチトール、イソマルト、ラクチトール、水素添加デンプン加水分解物、水素添加ブドウ糖果糖液糖が含まれる（131）。

物が含まれていて、そのような食事を競技開始の約3時間以上前に摂取した場合、有意にグリコーゲン貯蔵を助長し、エクササイズしたときの疲労困憊にいたるまでの時間を改善する（27,137）。

試合前の食事において、高炭水化物食と運動中に炭水化物－電解質スポーツドリンクを組み合わせる摂取した場合、スポーツドリンクのみと比較して有酸素性持久能力（ $70\% \dot{V}O_2\text{max}$ で疲労困憊まで）が改善するかどうかを検証したクロスオーバー研究がある（23）。研究者らは、男性らに対して一晩の絶食後、以下の3条件で1週間の間隔を空けて3回のトレッドミル走を行わせた。すなわち（1）運動の3時間前に炭水化物食を摂取するのに加え、運動中に炭水化物－電解質ドリンクを摂取する、（2）運動の3時間前に炭水化物食を摂取し、ランニング中に水を摂取する、（3）低カロリーのプラセボドリンク（スポーツドリンクと同じ味）を運動の3時間前に、ランニング中に水を摂取する、という条件である。被験者は最初のメインとなるトライアルの2日前に体重測定を行い、摂取した食事を記録する。彼らは各トライアルの前の2日間、同じ食事を繰り返した。3トライアル間において、毎日の平均摂取カロリーに差はなかった。高炭水化物食を運動前に摂取することにより、事前のプラセボドリンク摂取とランニング中の水の摂取を比較して持続的ランニング能力が9%改善した。しかしながら、高炭水化物食＋ランニング中のスポーツドリンク摂取は、事前のプラセボおよびランニング中のスポーツドリンク摂取と

比較して持続的ランニング能力が22%改善した。これらの結果は、運動前あるいは試合前の高炭水化物食は有酸素性持久力ランニング能力の改善を手助けできることを示している（23）。

長時間にわたって低炭水化物食とグリコーゲン貯蔵が枯渇した状態で運動を始めることに適した持続的競技選手は、タンパク質をエネルギーとして用いるために筋を分解し、また免疫および中枢神経系機能を急性に抑制するかもしれない。したがって、運動前の高炭水化物食は、骨格筋の分解を抑えるのに役立つとともに、免疫および神経系機能に対しても炭水化物を供給する（20,72）。長年にわたって低炭水化物食の摂取に適応することで、運動中のエネルギー源として大量に貯蔵された脂質への依存が増加するが、グリコーゲン貯蔵が少ない状態でトレーニングを行うことは、免疫および中枢神経機能を抑制するかもしれない（20,45）。タンパク質分解について検証した研究では、6名の被験者は**炭水化物ローディング（カーボローディング）**プロトコルまたは炭水化物枯渇の後に $61\% \dot{V}O_2\text{max}$ で1時間サイクルエルゴメータを漕いだ。炭水化物が枯渇した状態では、タンパク質分解は1時間あたり13.7gと算出され、これは運動中に用いられるカロリーの10.7%であった（72）。

試合の数時間前に摂取する、運動前の食事は有酸素性持久力パフォーマンスの改善を助け得るということは明らかである。しかしながら、スタート時が極端に朝早い場合、食事は摂っておきたいのと同じ

に最大限の睡眠を確保したいことから、葛藤が起こることがある。たとえば、スタートラインに午前 7 時に立つべきランナーが、食べるために午前 3 時、4 時に起床するというのは現実的ではない。このシナリオ（状況）に当てはまる選手は、スタートの 1 ～ 2 時間前に、少量の食事を摂る練習をすべきであり、また試合中に適切な量の炭水化物を摂取することを確実なものとするべきである。

以下に、各選手の個別ニーズに合致させることのできる一般的な推奨例である。多様な競技における選手のニーズについて確定するには、また各主要栄養素がパフォーマンスに及ぼす影響について確定するには、さらなる研究が必要である (95)。これが完了するまでは、有酸素的持久力選手のためのガイドラインが、他の競技へも適用される。

- もし必要であれば、運動の数時間前に水分の吸収と尿の排出ができるよう、選手は事前に水分摂取すべきである。尿比重（USG）の値は 1.020 未満であるべきである（112）。
- 吐き気を催しやすい選手や、試合中に下痢をしたことがある選手、試合前に不安や落ち着かない、興奮する選手、高強度の競技を行う選手（揺れや

衝撃により胃の不調の可能性を高めることがある）、暑熱下で試合をする選手は、少なくとも 4 時間前に食事を摂りたいと考えるかもしれない。試合の 4 時間前までに食事をする有酸素性持久力競技選手は、体重 1kg あたり約 1 ～ 4g の炭水化物と、0.15 ～ 0.25g のタンパク質を含めるべきである（124）。

- もし試合前の食事が運動の 2 時間前である場合、選手は体重 1kg あたり約 1g の炭水化物を摂取することを目標とするべきである。選手は個別化された水分補給計画に従うべきである。暑い中で長時間にわたって活動を行う際には、1L あたり 20 ～ 30mEq のナトリウム（460 ～ 690mg の塩化物をアニオンとして含む）を、また 1L あたり 2 ～ 5mEq（78 ～ 195mg）のカリウムを含み、そして炭水化物濃度は 5 ～ 10% であるスポーツドリンクを摂取すべきである。
- 食事の時間帯が試合開始にかなり近接している場合、運動前の食事はより少量にすべきである。加えて、食事が試合の 1 時間前である場合、炭水化物源は液体のものであることが好ましい。なぜなら、固形の食べ物よりも素早く胃を通過するためである（5）。ゲルやグミに類する炭水化物源もま

た、非常に素早く消化される。表 10.1 に、それらの推奨についてまとめているとともに、食品の選択肢の例を挙げている。

選手らは、何を食べたかや、食事あるいは軽食をいつ摂取したか、練習中にどう感じたかの記録を残したいと思うかもしれない。食べたものの種類や量、練習に対する相対的な食事の時間帯を記録することによって、パフォーマンスや胃の不調への問題を特定し、またよりよい試合前の食事の計画を立てることができるかもしれない。

▶ **試合前の食事の第 1 の目的は、水分を維持するための十分な飲料と血中グルコースおよび貯蔵グリコーゲンを最大化するための炭水化物（糖質）を供給し、空腹を満たすことである。**

カーボローディング

筋および肝臓のグリコーゲンの涸渇は、長時間にわたる有酸素性持久力運動において疲労をもたらす (109,123,133)。ゆえに、有酸素性持久力イベント前において筋グリコーゲンを増やすための炭水化物ローディング（カーボローディング）と呼ばれる手法が数十年にわたって用いられてきた。また、カーボローディングには多くのバリエーションがあるが、すべてグリコーゲン貯蔵と、それによるイベント後半における炭水化物利用能を最大化するために、イベントまでの数日間、高炭水化物食を摂取することを含んでいる (25)。カーボローディングは、長距離走者や自転車ロード競技選手、クロスカントリースキー選手その他有酸素性持久力選手など、貯蔵グリコーゲンを枯渇させる危険性のある人にとって有用である可能性があり、おそらくそれ以外の選手にも同様に有用であるかもしれない (105)。

一般的に用いられているカーボローディングの手法は、試合の 1 週間前の週に、3 日間高炭水化物食を摂ると同時にトレーニングのテーパリングを行い、試合前日に完全休息を取るというものである。食事は、総カロリーが十分満たされているとともに、炭水化物を 1 日に体重 1kg 当たり 8 ～ 10g 含むものとする。この方法によって、筋グリコーゲンの貯蔵は通常より 20 ～ 40% 増加する (25)。しかしながら、より多くの摂取、すなわち体重 1kg あたり 10 ～ 12g

の炭水化物をマラソン前の 36 ～ 48 時間に摂取することが示唆されている (19)。

複数の研究において、カーボローディングは男性において有効であることが示されている (123,139)。しかしながら、女性における研究結果はさまざまである。1 つの研究では、平均のランニング歴がこの研究までの 12 カ月にわたって週に平均 53km で典型的な炭水化物摂取が総摂取カロリーの 65% 未満である 8 名の 20 ～ 40 代で体重の安定した、正常月経の女性ランナーを対象として、有酸素的持久力パフォーマンスと基質利用に対するカーボローディングの効果を検証した (7)。女性らは 3 つの異なる各実験食の 4 日後に自己ペースでの 24.2km（15 マイル）のトレッドミル走を行った。すなわち、(1) 炭水化物サプリメント（カロリーの 50% を炭水化物から）、(2) カーボローディングとサプリメント（カロリーの 75% を炭水化物から）、(3) プラセボ（カロリーの 50% を炭水化物から）、である。炭水化物サプリメント群と、カーボローディング + サプリメント群の両群において、運動前に 6 % の炭水化物 – 電解質溶液を摂取（6ml/kg）し、運動中は 20 分おきに摂取した（3ml/kg）。またこれら（炭水化物サプリメント群とカーボローディング + サプリメント群）は、ランニング中により多くの割合のエネルギーを炭水化物から摂取したが、両群間のパフォーマンスにおいて有意な差はみられなかった。しかしながら、両方の総カロリーおよび 1 日あたりの炭水化物のグラム数については報告されていない。したがって、総カロリーあるいは炭水化物の摂取（またはその両方）が、ランナーらに対して適切ではなかったかもしれない。それに加えて、本研究における被験者の数が少ないことから、もしより多くの被験者が含まれる場合にパフォーマンスに差が見出されるかもしれない (7)。

別の研究においては、最大下運動テスト前の 4 日間にわたって炭水化物およびカロリー摂取のどちらか（または両方）、またグリコーゲン貯蔵量の性差が不適切であったために、炭水化物の摂取をカロリーのうち 58% から 74% へと増加させたとき、男性においてはグリコーゲン量が有意に増加したが、女性選手では増加しなかったということを研究者らは見出した (123)。同じ研究者らは、フォローアップ研究において、ともに十分なトレーニングを積んだ

表 10.1 有酸素性持久力選手のための試合前における飲食物の推奨*

試合までの時間	推奨される食べ物	推奨される飲み物	68.2kg（150ポンド）の選手のための食事例	飲食物の推奨に基づく食事例	
≥ 1 時間	体 重 1kg 当たり炭水化物 0.5g		炭水化物 34 g	小さなバナナ 1 本、スポーツドリンク 237ml（8 液量オンス）	炭水化物 37g、水分 237ml（8 液量オンス）
2 時間	体重 1kg 当たり炭水化物 1 g	もし水分補給が不十分な場合、体重 1kg 当たり 3 - 5ml（0.10 - 0.17 液量オンス）の飲料を少しずつ飲む (112)	炭水化物 68g、207 - 355ml（7 - 12 液量オンス）の飲料	2.5 カップのボイルしたトマト、肉のみのミニベークル 2 個、シヤム大さじ 1 + スポーツドリンク 237mL（8 液量オンス）	炭水化物 66g、炭水化物 72g、タンパク質 8 g、飲料 237mL（8 液量オンス）
4 時間以上	体重 1 kg 当たり炭水化物 1 - 4g と、体重 1 kg 当たりタンパク質 0.15 - 0.25 g（100）	体重 1 kg 当たり約 5 - 7mL の水またはスポーツドリンクを摂取すべきである (112)	炭水化物 68 - 272.8g、タンパク質 10 - 17g、脂質は最小限	シリアルとフルーツのボウル：スキムミルク 237mL（8 液量オンス）+ チェリオス（シリアルの商品名）2 カップ + レーズン 1/4 カップ（圧縮せずに計測）	炭水化物 74g、タンパク質 11g、水 414mL（14 液量オンス）
				卵白サンドウィッチ：卵白 2 を白パン 2 切れに（食物繊維の多いパンは、ワークアウト前は避ける）	炭水化物 72g（1 スライスを 64g とする）、タンパク質 17g、水 414mL（14 液量オンス）

*これらの推奨は有酸素性持久力選手のためのものであるが、ほかのタイプの競技選手向けにも適用が可能である。

Performance-Enhancing Substances and Methods

パフォーマンスを増強させる物質と方法

Bill Campbell, PhD

▶ 本章を終えると

- アナボリックステロイドを含むパフォーマンス増強物質のリスクと利点に関して、信頼できる最新情報を選手に提供することができる。
- スポーツおよび運動パフォーマンス向上のために選手向けに市販されている、処方箋なしで購入できる栄養補助食品の効果と有害作用について理解することができる。
- パフォーマンスの促進を謳っているサプリメントのどれがストレングス・パワーのパフォーマンス、あるいは持続的パフォーマンスに、またはその両方に有益であるかを判断することができる。
- 身体においてホルモンの作用に類似させたパフォーマンス改善のサプリメントと、その他の手段を通じたパフォーマンス改善の2つを区別することができる。

著者は、本章の執筆にあたって多大な貢献をいただいた Jay R. Hoffman、Jeffrey R. Stout に対し、ここに感謝の意を表します。

パフォーマンスを改善させるといわれている物質の使用を選択する選手は、トレーニング適応を高めようとして、また最終的にはスポーツパフォーマンスを改善しようとして、そのような選択をする(198)。パフォーマンスを促進させるといわれている物質は、選手の健康をサポートし、倫理上、また競技のガイドライン上問題ないというのが理想的である。競技上の不公平な優位性と有害事象の可能性に関する倫理的な問題により、ほとんどの競技団体は、国内および国際的な競技会で禁止する物質のリストを作成している。このような物質の使用が見つかった選手は、出場停止やメダルの剥奪などの処分を受けることがある。禁止物質について繰り返し陽性反応が出た選手は、その競技から永久追放となるおそれもある。しかし、使用を許可されている栄養補助食品やエルゴジェニックエイドも数多くあり、パフォーマンス増強を最大限にするために多くの選手が使用している。これらの物質が販売される際のうたい文句には根拠のないものも多い(198)。したがって、選手は、これらの物質の合法性について情報をもち、摂取に伴う危険性を理解し、うたい文句(その製品の効果)が科学研究による支持を得ているかどうかを知っておかなければならない。ストレングス&コンディショニング専門職は、この点において、この問題の関連情報を提供することによって、また栄養の専門家へと問い合わせる(照会する)ことによって、選手への大きな手助けができる。**エルゴジェニックエイド**には、競技パフォーマンスを増強するすべての物質、力学的な補助、トレーニング方法があてはまるが、本章ではとくに薬理的なものを指すこととする。

選手の中には、競技で優位に立とうとして、パフォーマンス増強がうたわれているが禁止されていないサプリメントを用いるものや、あるいはドーピングの検査技術をごまかせると信じて禁止物質を用いるものもあるかもしれない(198)。そのようなことから、通常ならば使用しない選手が、他の選手に遅れをとるまいという圧迫を感じてこれらの物質を使ってしまうという結果になるかもしれない。しかし、しっかりとした情報を得ていれば、周囲の選手が何を言おうと、無益で害を及ぼす可能性がある製品は自信を持って無視できる。また、不正使用をする競争相手が健康や安全に対するリスク、また高い発覚

のリスクを冒していることに気づけば、選手らが禁止物質の使用を抑える可能性もある。

選手は、適切に期分けされたストレングス&コンディショニング手法と、パフォーマンスを促進させるようデザインされた完全な栄養実践を用いることに集中すべきである。これら2つの要因への取り組みがなされた時点で、選手はスポーツサプリメントやエルゴジェニックエイド(パフォーマンスを高める効果が期待できる補助食品など)の使用について考慮することができる。使用を考えている物質が合法であり効果があると確認できるようになるために選手が適切な専門職からの指導を求めることが重要である。

最も優先すべきことは、栄養的なサプリメントやエルゴジェニックエイドを使用する前に、十分な栄養を含めた正しいトレーニング原則の実践である。製品を購入あるいは摂取する前に、選手はその選択が合法かつ効果的であることを確実なものにするために、適切な専門職からの指導を求めるべきである。

パフォーマンス増強物質の種類

本章では、パフォーマンス増強物質の中の2つのカテゴリ、すなわち(1) ホルモンとそれに類似した作用をもつ薬物、(2) 栄養補助食品、について議論する。テストステロンのようないくつかのホルモンは、ストレングス&コンディショニング活動に対する不可欠な役割を担っており、エピネフリンのようなその他のホルモンは、トレーニング中のエネルギー動員において重要である。これら、およびその他いくつかの種類のホルモンは、本章の次のパートでより広く網羅している。薬物と栄養補助食品(サプリメント)の区別は感覚的には明確ではない。薬物と栄養補助食品(サプリメント)の区別は感覚的には明確ではない。たとえば、カフェインはコーヒーなど多くの飲料に含まれており、薬物に分類される。薬物と栄養補助食品の区別は、米国食品医薬品局(FDA)が効果と安全性を認可している製品であるかどうかによる。薬物として分類されない、または治療効果があるとうたっていない製品に対しては、販売に関するFDAの規制は比較的ゆるやかである。これは、製造業者は特別な認可を得なくても

栄養補助食品として販売される製品の定義

アメリカで栄養補助食品として販売可能な製品は、以下のように定められる。

- 以下の食物成分が1つ以上含まれ、食事を補う意図でつくられた製品(タバコを除く)である。
 - ビタミン
 - ミネラル
 - ハーブ(薬草)または生薬
 - アミノ酸
 - 総摂取量の増加により食事での摂取を補うために使用される食物成分
 - a～eで定められた物質の濃縮物、代謝産物、成分、抽出物、成分の組み合わせ
- 経口摂取を意図した製品であり、また、通常の食品として、あるいは単品で食事や食生活を成り立たせるものとして宣伝することはできない。

市場に新しい栄養補助食品を売り出すことが可能で、FDAが健康上の危険性を疑わない限り安全性と有効性について調査しないことを意味している(87)。FDAは、薬物を「身体の構造または機能を変化させる物質」と定義している。これには、ホルモン分泌を刺激する物質も含まれている。加えて、食品とは異なる方法で摂取する化合物は、薬物と分類される場合がある。

薬物と栄養補助食品の区別は、安全性と有効性についてのFDAの認可と関連している。

一般に、**栄養補助食品**は、食品とは全く異なる程度まで高度に精製された製品である。中には栄養価を全く持たないものもあり、そのような製品は栄養摂取を補うものとは考えられていない。競技会前にグリコーゲンの貯蔵を強化するために行うカーボローディングは、運動のための栄養摂取であると考え

られ、精製された単一アミノ酸のタブレット(医学的特性を増進しない)も同様であるが、そのようなタブレットは栄養補助食品であると考えられる。

FDAは、完成した栄養補助食品製品と食品成分の両方とも規制している。FDAは栄養補助食品について、従来の食品や薬品を網羅する規制とは異なる規制を適用している(FDAのウェブサイトを参照のこと。www.fda.gov/Food/Dietarysupplements/default.htm)。1994年に、栄養補助食品健康教育法(DSHEA)として知られる重大な影響のある法案が米国議会を通過した。このDSHEA法の下で、栄養補助食品の製造者および販売者は、不純物の混入した、あるいは商標に不正のある製品を販売することが禁止された。これは、それらの会社が、販売前に製品の安全性評価とラベル表示についてDSHEAおよびFDAの規制に適合することを確認なものにするよう責任を負うことを意味する。しかしながら、製造業者は、製造者が、その表示が真実で、誤解を

主要なスポーツ統括団体の禁止物質のリスト

メジャーリーグベースボール (MLB)

<http://mlbplayers.mlb.com/pa/info/cba.jsp>

米国大学体育協会 (NCAA)

www.ncaa.org/health-and-safety/policy/2013-14-ncaa-banned-drugs

ナショナルフットボールリーグ (NFL)

www.nflplayers.com/About-us/Rules--Regulations/Player-Policies/Banned-Substances

ナショナルホッケーリーグ (NHL、WADAの禁止物質リストを使用)

www.nhl.com/ice/page.htm?id=26397

世界アンチ・ドーピング機構 (WADA)

<https://www.wada-ama.org/en>

2013 年～ 2014 年の NCAA による禁止薬物分類
A. 興奮剤 アンフェタミン（アデラル）、カフェイン（ガラナ）、コカイン、エフェドリン、フェンフルラミン（Fen）、メタンフェタミン、メチルフェニデート（リタリン）、フェンテルミン（Phen）、シネフリン（ビターオレンジ）、メチルヘキサミン、「バスソルト」（メフェドロ）など 以下の興奮剤は禁止される：フェニレフリン、プソイドエフェドリン
B. タンパク質同化薬 （ときに 3,6,17-アンドロステントリオンのような化学式でリスト化される）、アンドロステンジオン、ボルデノン、クレンブテロール、デヒドロエピアンドロステロン（DHEA）、エピ-トレンボロン、エチオコラノロン、メタステロン、メタンジエノン、ナンドロロン、ノルアンドロステンジオン、スタノゾロール、ステンボロン、テストステロン、トレンボロンなど
C. アルコールとβブロッカー（ライフルのみで禁止される） アルコール、アテノロール、メトプロロール、ナドロール、ピンドロール、プロプラノロール、チモロールなど
D. 利尿薬（ウォーターピル）と、その他の隠蔽剤 ブメタニド、クロロチアジド、フロセミド、ヒドロクロロチアジド、プロベネシド、スピロラクトン（カンレノン）、トリアムテレン、トリクロルメチアジドなど
E. ストリートドラッグ ヘロイン、マリファナ、テトラヒドロカンナビノール（THC）、合成カンナビノイド類（たとえば「スパイス」、K2、JWH-018、JWH-073）
F. ペプチドホルモンと類似体 成長ホルモン（hGH）、ヒト絨毛性性腺刺激ホルモン（hCG）、エリスロポエチン（EPO）など
G. 抗エストロゲン薬 アナストロゾール、タモキシフェン、ホルメスタン、3,17-ジオキソ-エチオコル-1,4,6-トリエン（ATD）など
H. β2 作用薬 バンブテロール、ホルモテロール、サルブタモール、サルメテロールなど

図 11.1 NCAA による米国大学生選手のための禁止物質リスト。それぞれが関係・所属する期間や団体のリストをチェックしていただきたい。

与えないことを示すことができれば、身体の構造と機能に対する効果についても表示することもできる。これは、医薬品の有効性の主張と比べて格段にゆるい条件である。

一部の人に対して競技に有利に働く、または重大な健康上の危険性を示す可能性があるという一致した見解が得られた場合、通常そのエルゴジェニック効果のある物質は競技上禁止される。この規制には、物質が何らかの形で有利に働いたという決定的な証拠は必要なく、競技運営管理者や医師の間でその可能性があるとの合意に達すればよい。先に述べたように、各競技団体が禁止物質リストを公表している。ドーピングを規制する国際組織で、おそらく最も広く認知されているのが WADA（世界アンチドーピング機構）であり、WADA はドーピングコントロールについて監督し、IOC（国際オリンピック委員会）に向けて禁止物質のリストを制定している

（69）。各国は提携組織を有している（例：USADA、ASADA など。訳注：それぞれ米国およびオーストラリアにおける組織。日本では JADA、日本アンチ・ドーピング機構）。ASADA はオリンピック競技だけでなく、オーストラリア国内のプロスポーツのドーピングコントロールも監督している。禁止物質リストは、WADA によって標準化され、毎年改定される。WADA のリストは国際基準であるが、その他の米国における大学スポーツやプロスポーツなどの団体においては、それと異なる禁止物質リストとともにドーピング時の罰則を定めている。どの組織がドーピングコントロールを統括するかにかかわらず、選手やコーチ、ストレングス&コンディショニング専門職とすべてのサポートスタッフは、各団体に確実に従う責任がある。図 11.1 は、2013 年～2014 年の NCAA による禁止薬物分類である。このリストは、米国の大学で用いられているもので、毎

年改定される。

物質によっては、政府の法令によって違法とされているものもある。アナボリックステロイドは、クラスⅢの薬物であり、医療行為以外の所持は、最初の個人による違反で 1 年以内の懲役と 1000 ドル以上の罰金を科せられる。密売（非合法に取り扱う、あるいは取引を行う）に対する刑罰は、個人の最初の重罪（訳注：重大な犯罪を意味する法律用語）であった場合、最大で 5 年の懲役と 25 万ドル以下の罰金である。もし重罪の再犯であった場合、懲役の年数および罰金はともに 2 倍となる。これらの刑罰は連邦法違反の場合であり、各州においてもアナボリックステロイドの違法な使用については罰金や刑罰が定められている。

ホルモン

さまざまな内因性ホルモンが競技パフォーマンス増強のために使用されている。最も広く用いられているのが**テストステロン**とその合成誘導体である（121）。テストステロンは、骨格筋組織に作用する主要な男性ホルモンである。それに加えて、テストステロンを生成する精巣を刺激したり同化作用を持つ、身体で生成される他のさまざまなホルモンが、エルゴジェニックエイドとして選手に使用されている。成長ホルモンはその一例である。エリスロポエチンは腎臓によって分泌され、有酸素性持久力を高める赤血球の産生を刺激するために使われる。また、アドレナリン（エピネフリン）などのカテコールアミンは、代謝系や神経系に作用し、減量を促し、パフォーマンスのために顕著な覚醒を引き起こす目的でしばしば使用される。

アナボリックステロイド

アナボリックステロイドは、男性ホルモンであるテストステロンを人為的に合成した誘導体である。生理学的には、テストステロン濃度を上昇させるとタンパク合成が高められ、その結果、筋サイズや体重、筋力が増加する（27）。加えて、テストステロンとその合成誘導体は、男性の第二次性徴の特性（体毛の増加、変声、頭髮の男性型脱毛、性的衝動、精子産生、攻撃性など）の発達と成熟を引き起こす。これら男性ホルモンの特性には、男性の主な性的特

表 11.1 アスリートによって使用されるアナボリックステロイドの種類

一般名および分類	商品名の例
経口作用ステロイド	
メサンドロステノロン	ディアナボル（Dianabol）
オキサンドロロン	アナバル（Anavar）
スタノゾロール	ウィンストール（Winstrol）
オキシメロン	アナドロール（Anadrol）50
フルオキシメステロン	ハロステチン（Halotestin）
メチルテストステロン	メタンドレン（Metandren）
メステロロン	プロビロン（Proviron）
注射用ステロイド	
テストステロンエステル*	デポ-テストステロン（Depo-Testosterone）
ナンドロロンエステル*	デカ-デュラボリン（Deca-Durabolin）
スタノゾロール	ウィンストール（Winstrol）
エナント酸メテノロン	プリモボランデポ（Primobolan Depot）
ウンデシレン酸ボルデノン	エクイポイズ（Equipoise）
酢酸トレンボロン	フィナジェクト（Finaject）

*これらは物質名の一般的な分類名である。それぞれの多様な調合剤も入手可能である。

徴の完全な発育も含まれる。したがって、テストステロンの合成誘導体は、タンパク同化男性化ステロイド（アナボリック・アンドロジェニックステロイド）と呼ぶほうがより正確である。しかしながら、それらは男性ホルモン（アンドロゲン）や、アンドロジェニックステロイド、アナボリックステロイドとも呼ばれる。

テストステロンの分泌は、主に精巣のライディッヒ間質細胞で起こる。その他のいくつかのタンパク同化、男性化の性質を持つステロイドホルモン（例：ジヒドロテストステロン、アンドロステンジオン）も精巣でつくられるが、テストステロンはそれらに比べて生成量が非常に多い。テストステロンと他の男性ホルモンは、副腎（男女）や卵巣（女性）からもごく少量分泌される。今日、市場に出ている多くのエルゴジェニックエイドは、テストステロンの前駆体（例：アンドロステンジオン）であり、これについては後で詳述する。

テストステロンが単離および合成され、続いてヒトにおける作用について研究されたのは 1930 年代のことであった（61）。テストステロンによって調節される生理学的変化は、筋力およびパワー系選手、

Principles of Test Selection and Administration

テストの選択と実施の原則

Michael McGuigan, PhD

▶ 本章を終えると

- テストを行う理由を明らかにすることができる。
- テストに関する用語を理解し、選手や関係者らとの明確なコミュニケーションが可能となる。
- テストの妥当性と信頼性を評価できる。
- 適切なテストを選択できる
- テストプロトコルを適切かつ安全に実施できる。

著者は、本章の執筆にあたって多大な貢献をいただいた Everett Harman に対し、ここに感謝の意を表します。

運動科学に関する幅広い知識を備えることで、ストレングス&コンディショニング専門職は、テストや測定の結果を効果的に活用して、選手の目標達成、能力の最大限の向上を助けるトレーニング内容について決定を下せるようになる。テストと測定は、評価の過程における客観的な柱となる。本章では、テスト実施の理由、テストに関する用語、テストの質的評価、適切なテストの選択、適切なテスト実施に関するさまざまな側面について述べる。

テスト実施の理由

テストの実施は、選手およびコーチにとって、競技選手としての才能を評価する際に、また身体能力において改善が必要な分野を特定する際に役立つ。加えて、テストスコア（得点）は目標設定に活用できる。ベースライン（初期基準）を測定しておく、達成可能な目標に対する出発点を確立させることができ、定期的なテストの実施によって選手が目標を達成する過程を追跡することができる。目標設定の基礎としてテストを行うことにより、コーチは、個々の選手の目標を設定できるだけでなく、このようなテストを集団で行うと、選手集団やチームの目標達成にもつながる（目標設定に関する詳細は第 8 章を参照）。

競技選手としての才能の評価

ある個人が、そのチームのレベルでその競技を行う身体能力を有しているかを判断することはコーチにとって重要である。その個人がそのスポーツ競技ですでに優秀な成績を収め、身体サイズも適していれば、この判断は難しくない。しかし、多くの場合は能力を発揮しきれていないし、競技経験が不足している場合もあるだろう。このため、コーチには、技術トレーニングと練習の組み合わせによって選手に求められる基礎的身体能力を有するかについて判断する方法が必要となる。フィールドテストは、こうした評価のためのツールとしての役割を果たす。

改善が必要な身体能力の特定

身体能力の一部には変えることのできない生来のものもあるが、トレーニングによる改善が可能な身体能力もある。適切な測定の手法と分析を用いるこ

とにより、ストレングス&コンディショニング専門職は、処方したエクササイズプログラムに参加することによって目標とすることのできる競技選手の身体的な質を決めることができる（25,28）。

▶ **テストは、競技選手としての才能の評価や、改善の必要な身体能力の特定、目標の設定、進歩の評価に活用できる。**

テストに関する用語

競技選手やチームスタッフと明確に意思疎通を図るために、ストレングス&コンディショニング専門職は、用語の使用に一貫性を持つべきである。以下の用語と定義は広く受け入れられており、本書でもこれを使用している。

テスト：ある特定の活動における能力を評価する手法。
フィールドテスト：実験室外で行われ、広範なトレーニングや高価な機器などを必要としない能力評価テスト（8）。
測定：テストデータの収集の過程（14）。
評価：判断を目的としてテスト結果を分析する過程。たとえば、コーチは、ある選手の行っているトレーニングプログラムがトレーニングの目標の達成に有効なのか、あるいはプログラムの修正が必要なのかの判断を目的として、身体パフォーマンステストの結果を分析する。
事前テスト：トレーニング開始前に、選手の基礎的な能力レベルを判断するために実施されるテスト。事前テストによって、コーチは、選手の初期トレーニングレベルとプログラム全体の目的に合ったトレーニングプログラムをデザインすることが可能になる。

中間テスト：トレーニング実施期間中に、最大限の効果を得られるように、進歩を評価し、プログラムに修正を加えるために実施されるテスト。
形成的評価：トレーニング期間中に実施された中間テストに基づく定期的な再評価。通常、一定の間隔をおいて実施される（2）。選手の進歩を確認し、個々の必要性に応じたトレーニングプログラムの調整を可能にするとともに、その他のトレーニング方法の評価や基準となるデータの収集もで

きる。形成的評価に基づいてトレーニングプログラムを定期的に修正することで、プログラムが常に新鮮で興味を持たせる状態に保つことができ、身体的、精神的な飽きの防止に役立つ。
事後テスト：トレーニング期間後に、プログラムによりトレーニングの目的を達成したかを判断するために実施されるテスト。

テストの質の評価

測定されるべきものが測定され（妥当性）、測定の再現性がある（信頼性）場合のみ、そのテスト結果は利用可能となる。この 2 つの特性は、テストの質を評価するうえで重要な要因で、テストを有益なものにするためには不可欠となる。

妥当性

妥当性とは、あるテストもしくはテスト項目が、測定の目的としたものを実際に測定しているか否か、その程度を示すものであり、テストを実施する際に最も重要な特性である（2,22）。身長や体重などの身体特性のテストでは、妥当性は容易に得られる。たとえば、バネ秤の表示と天秤の表示は高い一致を示し、これはバネ秤による測定の妥当性を表す。しかし、基礎的競技能力のテストの妥当性を得ることはこれより難しい。妥当性には、構成概念妥当性、表面的妥当性、内容的妥当性、基準関連妥当性がある。

▶ **妥当性とは、あるテストもしくはテスト項目が、測定の目的としたものを実際に測定しているか否か、その程度を示すものであり、テストを実施する際に最も重要な特性である。**

構成概念妥当性

構成概念妥当性とは、あるテストが、その背景にある構成概念（既存の知識や所見の、いくつかの側面の体系化や説明のために発展した理論）を表す程度を指す。構成概念妥当性は妥当性全般を指し、そのテストが、測定しようとするものを実際にどの程度測定できるかを示す（21）。表面的妥当性、内容的妥当性、基準関連妥当性は構成概念妥当性から派生する二次的なものであり、構成概念妥当性のエビデンスを与えるものとなる。

妥当性を得るためには、フィジカルパフォーマンステストはそのスポーツ競技に重要な能力を測定すること、再現性のある結果が得られること（後述の信頼性の項を参照）、ある選手のパフォーマンスを一度に測定すること（ただしプロトコルにもよる）、意味のあること、適切な難易度であること、能力レベルの違いを区別できること、正確な採点ができること、十分な試行数であること、統計的評価の検定に耐えられることが求められる。また、2 種類の妥当なテストから選択する場合には、テスト実施の簡易性と経済性を考慮すべきである。

表面的妥当性

表面的妥当性とは、そのテストが、選手やその他の観察者から、測定しようとするものを測定しているように見える程度を指す。テストあるいはテスト項目が表面的妥当性を有していると、選手はより積極的に反応すると考えられる（1）。表面的妥当性の評価は、一般に形式的なものでなく、また定量的ではない。ほかの分野、たとえば心理学では、故意に表面的妥当性の低いテストが構成される場合がある。これは、テストあるいはテスト項目が測定する内容を被験者が認識してしまうと、スコアを操作しようと偽った回答をすることが可能だからである。しかし、基礎的な競技能力のテストでは、表面的妥当性があることが望ましい。身体能力テストに参加する人は、よい結果を得たいと望むと考えられ、そのテストが、競技に関連する能力を測定すると考えられるようなら、モチベーションが高まるためである。

内容的妥当性

内容的妥当性とは、そのテストが、測定しようとするものに関連するすべての項目（すなわち能力要素）を適切な比率で含むかを専門家が評価するものである（1）。競技能力のテストでは、特定のスポーツ競技あるいはポジションに要求されるすべての能力要素が含まれる。能力要素の例として、陸上競技では、跳躍能力、スプリント能力、下半身の筋力があげられる（34）。たとえば、サッカーの選手発掘のためのテストバッテリー（組テスト、テストの組み合わせ）には、少なくとも、スプリントスピード、アジリティ（敏捷性）、持久力、キックパワーに関するテストが含まれるべきである。テストの内容的

妥当性を確保するためには、評価すべき能力要素を列挙し、すべてがテストに含まれているかを確認する必要がある。加えて、全体のスコアにおけるある特定の能力の割合は、全体のパフォーマンスに対するその能力の重要性に比例していなければならない。表面的妥当性と内容的妥当性は時として同じ意味で用いられる用語であるが、内容的妥当性は実際の妥当性と合致するもので、表面的妥当性は専門家以外による見た目の妥当性を示す（1）。

基準関連妥当性

基準関連妥当性とは、テストスコアが、同じ能力を測定した他のテストとどの程度関連するかを示す。基準関連妥当性には、併存的妥当性、予測的妥当性、鑑別的妥当性の3種類がある。

まず、**併存的妥当性**とは、同じ能力を測定する他の一般的なテストのテストスコアとどの程度関連しているかを示す。基準関連妥当性は、しばしば統計的に推定される。たとえば、新しい体脂肪測定装置によるスコアとDEXA（二重エネルギー X線吸収測定法）のスコアとのピアソン（Pearson）の相関係数が、新しい体脂肪測定装置による測定の併存的妥当性の指標となる。

評価されたテスト結果と、構成概念の指標として認められているもの（ゴールドスタンダード）との高い正の相関によって表されるのが、**収束的妥当性**である。収束的妥当性は併存的妥当性の一種で、ストレングス&コンディショニング専門職はこれを示すフィールドテストを用いるべきである。あるテストが基準となるテストと収束的妥当性を示し、時間や装置、費用、専門的知識の面で要求が小さいのであれば、「ゴールドスタンダード」のテストより好ましいだろう。

予測的妥当性は、テストスコアが今後の行動やパフォーマンスとどの程度まで一致するかを示す。これは、テストスコアと競技の成績の指標との比較で測定される。たとえば、バスケットボールの能力評価に用いられる一連のテストにおける総合スコアと、得点やリバウンド、アシスト、ブロックショット、ターンオーバー成功回数、スティールなどの数値として示される実際のバスケットボールのパフォーマンス指標との統計的な相関を算出することも可能である。

鑑別的妥当性とは、あるテストが2種類の異なる構成概念を識別する能力をどの程度有するかを示し、あるテスト結果とそれとは異なる構成概念のテスト結果との相関が低いことで証明される（2）。テストを組み合わせる場合には、相対的に独立した能力要素（柔軟性、スピード、有酸素性持久力など）を測定するのが最善である。組み合わせた一連の各テストの鑑別的妥当性が高ければ、互いに高い相関を持つテストを実施するよりも、テスト実施における時間やエネルギー、資源の無駄な消費を避けられる。

信頼性

信頼性とは、あるテストの一貫性あるいは再現性の程度を示す指標である（2,15）。たとえば、身体能力に変化のない選手を、信頼性が完全なテストで2回測定すれば、2回とも同一のスコアが得られる。しかし、信頼性のないテストでは、ある日はスコアが高く、別のある日は低いという結果になる。テストが妥当であるためには信頼性が不可欠であり、結果に大きな変動があればほとんど意味を持たない。しかしながら、信頼性のあるテストが必ずしも妥当であるとは限らず、それは、そのテストが測定の目的となるものを測定していない可能性があるためである。たとえば、60mダッシュと2.4km（1.5マイル）走はいずれも信頼性のあるフィールドテストであるが、有酸素的体力のフィールドテストとしては2.4km走のほうが妥当と考えられる。また、1つのテストが、あるグループ（例：大学テニス選手）について信頼性が高いが、ほかのグループ（例：高校テニス選手）にはさほど信頼性が高くないこともあり得る。これは、身体的あるいは心理的な成熟度や技術レベルの違いによるもので、こうしたことがテストパフォーマンスに影響を及ぼすことがある。

テストの信頼性を判定する方法は複数あるが、最も実用的なものとしては同一の選手集団に対して同一のテストを数回実施する方法である。この2回のスコアの統計的相関は、**再テストの信頼性**を示す。2回のスコアの間に生じた差は測定誤差を示す。もう1つの計算され得る統計値は**測定の典型的な誤差**（TE；typical error）であり、これには、機器や用具の誤差と、選手の生物学的な変動が含まれる（15）。スコアの2つのセット間の差異は、以下のよう多くの異なる要因によって生じる（2）。

- 被験者内の変動性。
- 測定者間の信頼性あるいは一致の欠如。
- 測定者内の変動性。
- 一貫した結果の出ないテスト自体の欠陥。

信頼性とは、あるテストの一貫性あるいは再現性の程度を示す指標である。テストが妥当であるためには**信頼性**が不可欠であり、結果に大きな変動があればほとんど意味を持たない。

被験者内の変動性とは、テストされる個人のパフォーマンスが一定でないことを指す。**測定者間の信頼性**は、**客観性**とも、**測定者間の一致**とも呼ばれる（2）、複数の測定者によるテストの際、あるいはテストを繰り返した際のスコアが一致する程度を示す。これは一貫しているかの基準である。測定者間の信頼性を高めるためには、採点法の明確な定義と訓練と経験を積んだ測定能力を備えた者が不可欠である。たとえば、37m（40ヤード）ダッシュをストップウォッチで計測するという単純に見えるテストでも、計測者が十分な訓練を受けず、経験がなければ偶然の誤差、系統的な誤差が生じ得る。手動のストップウォッチによるスプリントタイムは、一般に自動計時によるタイムより短くなる。なぜなら、計測者が号砲音に応じてスタートボタンを押すまでに反応時間の遅れがあるが、ゴールでは選手が近づいてくるのを視認できるので、ボタン操作に遅れが生じないためである。被験者間の信頼性は、複数の測定者が、複数の小グループに分かれた被験者をテストする場合にとくに重要となる。寛大な測定者がテストしたグループでは、人為的にスコアが高くなる可能性がある。能力向上を正確に測定するためには、トレーニング期間の最初と最後のテストを同じ測定者が行うべきである。測定者が異なり、事前テストの測定者が事後テストの測定者よりも寛大であったり、厳しかったりすれば、比較のうえで測定が無意味なものになりかねない。ある選手がスクワットについてテストを受ける状況を考えてみよう。事前テストの測定者が事後テストの測定者より寛大である（深くしゃがみ込むことを求めない）ならば、その選手が筋力を有意に改善していたとしても、事後テストのほうが、スコアが低くなるだろう。

測定者間に差の生じる原因としては、測定装置の

キャリブレーション（校正）、選手の準備レベル、テストの進行などに関するばらつきが挙げられる。測定者によって、選手のモチベーションの高まりに違いが出る可能性があり、この要因として人間性、社会的地位、身体的特徴、態度、性別などが考えられる。測定者間の変動性が大きくなる例として、一部の選手に対してはコーチがテストを実施し、一方でその他の選手はアシスタントコーチがテストを行うといったことがある。選手は、コーチが実施するテストに対してより優れた結果を残そうとするだろう。

測定者内の変動性とは、同一測定者において一貫性のあるスコアが得られないことである。この違いは、異なる測定者間の一致の度合いとも呼ばれる、測定者間の信頼性に由来する。たとえば、コーチは選手の能力向上を望むため、無意識のうちに事前テストよりも事後テストにおいて寛大になると考えられる。測定者内の変動性の要因としては、そのほかに測定に関する訓練が不十分であったり、不注意が生じたり、集中力に欠けていたり、あるいは測定装置のキャリブレーションや選手の準備、テストの実施、採点について、標準化された手順に従わなかったりすることである。そのような問題を回避するために、ストレングス&コンディショニング専門職全員が正確かつ一貫したテストの実施を優先するべきである。

最後に、テスト自体が原因で、一貫性のある結果が得られないことも考えられる。これは、パフォーマンステストが技術を必要とし、選手が一貫性を発揮できない場合に起こることがある。一般的に、技術的に高度なテストは結果に大きな変動をもたらすので、一貫性を得るためにはテスト前の練習がより多く必要である。

テストの選択

ストレングス&コンディショニング専門職は、そのスポーツ競技における自らの知識基盤と実践的经验によって、テストに高いレベルの妥当性や信頼性があるかを評価すべきである。また、テストの選択にあたって、競技種目の特異性（例：エネルギー代謝機構、バイオメカニク的な動作パターン）、選手の競技経験、トレーニング状態、年齢、環境要因