

1 アスリートの栄養摂取と食生活

スポーツ栄養の目的は、アスリートのコンディション維持とパフォーマンス向上の2つに大別できる。本項では、スポーツにおける目的別、シーズン別の食生活の在り方、アスリート特有の栄養障害、具体的栄養補給法に焦点をあて、栄養サポートの手順について学ぶ。指導者として重要なことは、個々のアスリートやチーム全体に科学的根拠に基づいたスポーツ栄養のノウハウを伝達し、競技生活の中で実践させる能力を身につけさせ、根気強くバックアップしていくことである。さらに一歩進んだ栄養管理を望むのであれば、スポーツ栄養士との連携も重要である。

1 アスリートの栄養・食事計画の立案

1) エネルギー消費量の推定

競技によって体格や競技特性が異なるため、個人のエネルギー消費量はまちまちである。たとえば男子アスリートで比較すると、陸上長距離競技者（体重63kg）は3500～4000kcal程度であるのに対し、短距離競技者（体重70kg）は3000～3500kcal程度となり、食事量も食事の質も異なる。そこで、栄養・食事計画を立案する際にはまず、エネルギー消費量を推定する必要がある。エネルギー消費量は体格や身体組成、活動強度、トレーニング内容と熟練度、トレーニング目標などにより大きく変動するため、継続的に体重や身体組成のモニタリングを行い、各自に見合うエネルギーおよび各栄養素の摂取目標値を設定する必要がある。エネルギー摂取量の目安（推定エネルギー必要量）は、下記の式（JISS式）を用いて推定することができる（表1）。

推定エネルギー必要量

$$=28.5(\text{kcal/LBM}) \times \text{LBM}(\text{kg}) \times \text{PAL}$$

LBM：除脂肪量、PAL：身体活動レベル

表1●種目系分類身体活動レベル

(小清水ら,2005)

種目カテゴリー	期分け	
	オフトレーニング期	通常練習期
持久系	1.75	2.50
筋力・瞬発力系	1.75	2.00
球技系	1.75	2.00
その他	1.50	1.75

※身体活動レベルとは1日の消費エネルギー量が基礎代謝量の何倍にあたるかを示す数値

2) アスリートの食事摂取基準と食品構成の考え方

2003年にIOCよりアスリートの栄養摂取についてのコンセンサスが発表された¹⁾。糖質（炭水化物）はトレーニングの主なエネルギー源となるので、筋力・瞬発力系のアスリートは体重1kgにつき6g、持久系アスリートは7g～10g程度の摂取が推奨されている（表2）。たんぱく質の目安は、筋力・瞬発力系のアスリートは体重1kgにつき1.7～1.8g、持久系のアスリートは1.2～1.4g程度とされている。エネルギー比率で考えるのではなく、体格と競技特性に応じた摂取をすることが大切である。また、脂質は脂質エネルギー比にして25～30%を目安とするが、減量や増量などの目的に合わせて調整する。ビタミンおよびミネラルは、日本人の食事摂取基準値¹と比較するとより多くを必要とし、摂取エネルギー量や目的に応じて公認スポーツ栄養士²と相談して設定するとよい。アスリートの食事は一般人の食事と比較して、栄養密度が高い食事であると言えるが、日常の食事を充実させる努力をすれば補えるものであり、サプリメント等に頼らないようにしなくてはならない。

アスリートに必要な栄養量を満たす食事をするためには、エネルギー量の増加に伴って、各食品群からの摂取量をまんべんなく増やすようにする。各栄養素を豊富に含み、積極的な摂取がすすめられる食品は共通科目Ⅰのテキスト（第5章102ページ）にリストアップされており、これらの食品を優先的に献立の中に取り入れるよう工夫する。

1 日本人の食事摂取基準

健康な個人または集団を対象として、1日あたりエネルギーや各栄養素量の摂取量の基準を示したもの。5年ごとに改定されている。

2 スポーツ栄養士

地域、広域スポーツセンター、各競技別のトレーニング拠点などにおいて、アスリートに対する栄養管理業務全般を実施することができる知識とスキルを身に付けた管理栄養士。日本体育協会と日本栄養士会による共同認定の資格。

3) アスリートの日常的な食事の整え方

共通科目Ⅰのテキストにも記載されているように、アスリートの食事の基本形として毎食ごとに主食、主菜、副菜、牛乳、果物を揃えることがすすめられる。これを踏まえつつ、主食と主菜が同時にとれる料理に展開するなど、献立上のバリエーションを持たせていく。また、品数は2500kcal/日の場合は主食のほか主菜は1～2品、副菜は1～2品であるが、4500kcal/日にする場合には、主菜を2～3品、副菜（汁物を含む）を3～4品にするという具合にそれぞれ増やしていく。

さらに、食事で摂取しきれない分は補食を追加するなどの工夫も必要である。含まれる栄養素が同じであれば、1日のうち補食を含めて何回に分けて摂取してもよいことが明らかとなっている。

4) 合宿期の食事

合宿期には増加するエネルギー消費量に見合う食事をとる必要がある。早朝空腹時に毎日体重測定を行い、体重が減ってくる場合には食事量が運動量よりも少ない負のエネルギー出納状態であると判断できる。その場合には、エネルギー源として重要な糖質を含む主食を増やし、主菜・副菜もともにプラスする。食べやすい味付けや調理法を選択するとよい。また、食事としてのみならず、おにぎりやパン類、バナナや果汁、牛乳やチーズなどを各自で補うようにする。

合宿は、練習や生活の環境が変わることによりトレーニングに集中できるという利点がある半面、食生活も変化するため、事前に情報を収集して食環境の整備をしておくことも大切である。トレーナーやスポーツ栄養士が合宿の予定献立をチェックし、食事の場所、食事の時間、献立、食事量などを事前に宿泊施設と相談しておくといふ。周辺のスーパーマーケットやコンビニエンス・ストアの状況も調査しておきたい。また、自炊の場合には、厨房の設備や食材の調達状況については十分な事前確認が必要である。

5) 海外遠征時の食事調整

基本的には国内合宿時と同様の点に留意す

表2●アスリートのための糖質摂取に関するガイドライン

- アスリートはトレーニングプログラムに必要なエネルギー源となる栄養素を必要量摂取すること。筋グリコーゲンの貯蔵量を回復させることを目的に、適切な糖質摂取を行うべきである。
一般的な摂取の目安を示したが、選手個々の1日のエネルギー必要量、トレーニングでのエネルギー必要量やパフォーマンスの状況などによって調整するべきである。
○運動後、すばやく（4時間以内）回復するために：1～1.2g/kg体重/時間
○回復期間が1日の場合：継続時間が中程度で低強度のトレーニング後：5～7g/kg体重/日
○回復期間が1日の場合：中～高強度の持久性運動：7～12g/kg体重/日
○回復期間が1日の場合：かなりハードな運動（運動時間4～6時間/日以上）：10～12gまたは12g/kg体重/日以上
- たんぱく質やほかの栄養素は、糖質を摂取するのとは異なる過程でグリコーゲンの回復を助ける。たとえば、たんぱく質であればエネルギー源となる糖質の摂取が少ない場合、あるいは補食を適度に摂取できない場合に筋グリコーゲンの回復に寄与する。そこで、回復期の食事および間食には糖質を含み、ほかの栄養素も含む食品を選択すること。また、糖質源となる食品にほかの食品を加えることを勧める。
- 運動の休息時間が8時間未満のときは、休息時間に可能な限り筋グリコーゲンを回復させることを目指し、運動終了後できるだけ早く糖質を補給すること。運動後速やかな筋グリコーゲン回復には、数回の補食を利用して糖質の摂取量を上記の目安量に近づけることが望ましい。
- 比較的長時間（24時間）における筋グリコーゲンの回復の場合、糖質の摂取量を上記の目安に近づけるために、選手個々の食生活において現実的かつ快適な方法で糖質の多い食事や食品の摂取を行うとよい。また、液体、固体といった食品の形態による筋グリコーゲン回復の差は認められていない。
- グリセミック・インデックスが高～中等度の食品は、筋グリコーゲン合成のための糖質として利用されやすい。運動後における回復期の糖質源としてこれらの食品を摂取すべきである。
- 最適な筋グリコーゲンの回復のためには、十分なエネルギー補給が不可欠である。特に女子選手にみられるようなエネルギー摂取量を制限している場合、上記の目安量では筋グリコーゲンを回復させることが難しい。

注意点：

- 糖質のガイドライン（エネルギー源となる栄養素全て）は、エネルギー比率で示すべきではない。エネルギー比率でのガイドラインは、かえって扱いにくく、筋でエネルギーとして利用される絶対量を示すものではない。
- 回復期には過度のアルコール摂取をするべきではない。食事がおろそかになり、上記の糖質摂取の目安量がとれなくなるからである。アスリートは常に分別のあるアルコール摂取をするべきであり、特に運動後の回復期には気をつけたい。

(Burke LM, Kiens B, Ivy JL: Carbohydrates and fat for training and recovery. J Sports Sci. 22 (1), pp15-30, 2004.)

る。国によっては、衛生状態が好ましくない、日本人の味覚に合わない料理が多い、現地での食材調達が不自由であるなどの問題点がある。そこで、コンディションを崩さないためには事前調査と準備が重要となる。

知人や滞在経験のある先輩、大使館、観光局などに問い合わせをし、滞在する国や町の状況（治安・衛生面・地理など）について情報を仕入れておく。ホテルに宿泊する場合は、レストランで出される予定献立を取り寄せてチェックし、先方がどこまで対応できるかを確認のうえ、リクエストを出すといふ。また、滞在日程や目的に応じた食事がとれるかどうかについても、十分に検討しておく。現地では入手にくい食材や調理器具は国内で調達

し、選手団の荷物と一緒に梱包して持参する。

入国したらレストランとの食事の最終確認を行い、近隣のスーパーマーケットや外食場所などを視察する。海外遠征時の体調管理は特に重要となるので、指導者やチームドクター、トレーナーなどのサポートスタッフと相談しながら食事内容の調整を行う。

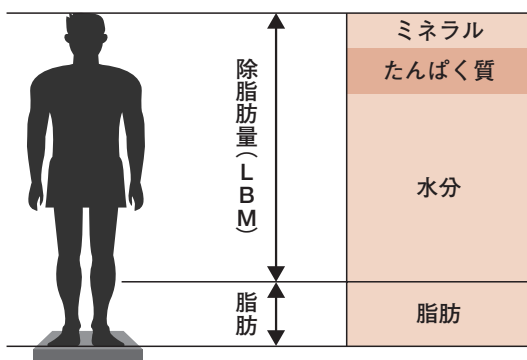
現地での食事状況を踏まえ、海外でも食事面の自己管理がしやすいように渡航前に栄養教育を行うことも大切である。その際、バイキングにおける食事選択のしかたはもちろんのこと、水の衛生が悪い国や地域ではミネラルウォーターを利用し、生水や氷は口にしないこと、調理器具や食材を洗う水が原因となり下痢を起こす可能性もあるので、ホテルの食事や外食時にも生の野菜や皮がむいてある果物を食べないことなども学ばせる。

2 目的別の食事

1) 増量／からだ作りのための食事

増量やからだ作りにおいては、単に体重が増えればよいということではなく、身体組成の適切な変化をもたらすことが重要である(図1)。体脂肪の増加を抑制しながら、骨格筋量を含む除脂肪量(LBM)を増加させる必要があるため、定期的に身体組成の測定を行う。レジスタンストレーニング³を実施しながら、食事面ではエネルギーバランスを正の状態にする必要があり、消費エネルギーよりも500~1000kcal程度付加した食事を摂取することが推奨されている。その際、エネルギー源

図1 ●ヒトの身体組成(分子レベル)

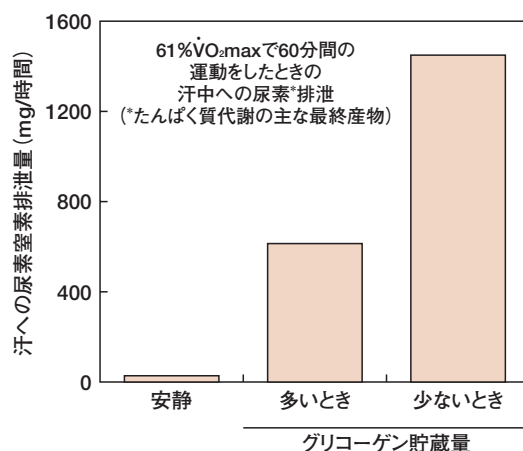


となる糖質を十分に摂取して筋グリコーゲン貯蔵量を高めておけば、運動中のたんぱく質の分解を抑制することができ、からだ作りには有利である(図2)。

筋肉の主要な構成成分はたんぱく質である。筋肉は運動によって分解が亢進するので、日常のトレーニングで分解した筋肉の修復を効果的に行い、筋肉量を増加させるために、たんぱく質を十分に摂取させる。日本人の食事摂取基準2010年版では、成人のたんぱく質推定平均必要量は体重1kgあたり約0.7gとされている。一方、アスリートの場合、1.2~1.7g/kg程度のたんぱく質摂取が推奨されているが、除脂肪量増加のためには、たんぱく質摂取を増やすよりも、エネルギー摂取量を増加させることが極めて重要であることも明らかになっている²⁾。日本では、欧米諸外国と比べて動物性たんぱく質の摂取比率が低いことなどを考慮し、体重1kgあたりにつき1.5~2g程度の摂取をすればよいであろう。脂質が多くなりすぎないように配慮しながら、良質たんぱく質源となる肉・魚・卵・大豆製品を組み合わせ、主菜と副菜を充実させれば、食事から十分に摂取可能な量である(共通科目Iテキストの第5章参照)。

筋たんぱく質の合成はレジスタンストレーニングをすることにより高まる。しかし、たんぱく質の摂取量を増やせば増やすほど筋た

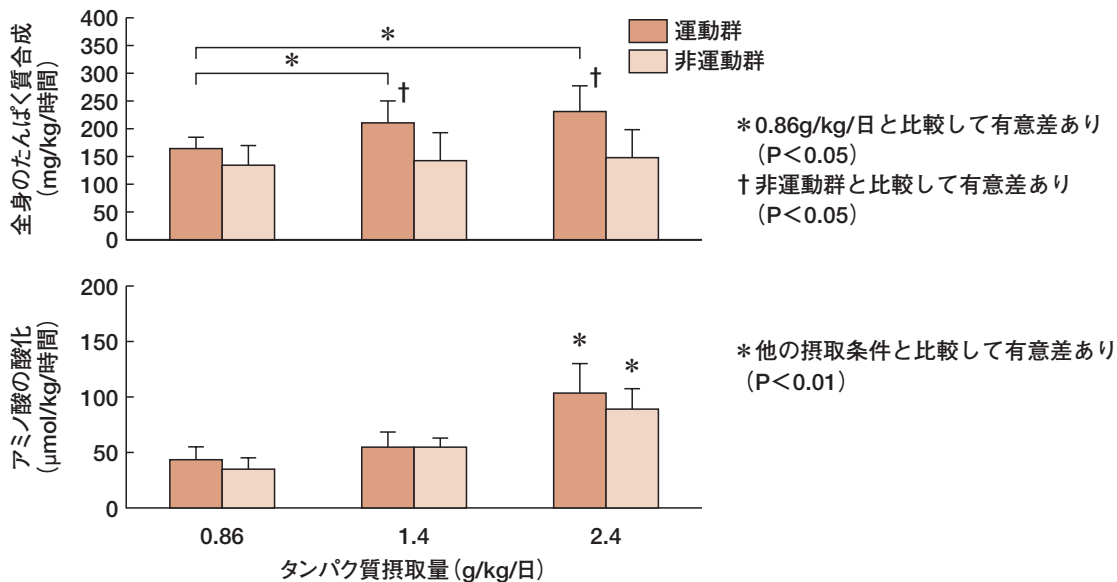
図2 ●体内のグリコーゲン貯蔵量と運動時の体たんぱく質の分解



(Lemon PW and Mulin JP: Effect of initial muscle glycogen levels on protein catabolism during exercise. J Appl Physiol 48:624-629, 1980.)

3 レジスタンストレーニング
筋肉に種々の負荷(抵抗)をかけて行うトレーニングの総称。

図3 ● 体たんぱく質合成およびアミノ酸の酸化に対するたんぱく質摂取量と運動トレーニング



(Tamopolsky MA, et al.:Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. J Appl Physiol 73:1986-1995,1992.)

たんぱく質の合成が高まるわけではなく(図3)³⁾、とり過ぎれば体脂肪を増やすことにもつながるため、2 g/kg程度を上限にたんぱく質摂取量を調整することが大切である。

また、運動後に速やかにたんぱく質と糖質を摂取することにより、筋たんぱく質の合成が高まることも知られているため⁴⁾、トレーニング後なるべく早めに食事がとれるように配慮する。最近では、アミノ酸が運動中のエネルギー代謝や疲労発生に関与することが示唆されている。しかし、特定のアミノ酸の大量摂取がパフォーマンスに及ぼす効果についての科学的根拠は、今のところ明確ではない。

2) 減量/ウェイトコントロール時の食事

競技によっては日常的にウェイトコントロールを行ったり、試合前の減量を要求される場合がある。いずれも体重のみの減少ではなく、体脂肪を効率よく落としながら除脂肪量は低下させないような配慮が必要である。減量しようとする多くのアスリートは、脱水法や激しい食事制限を行い、急速に目標体重を達成しようとするケースが多い。しかし、体脂肪の減少にはある程度の期間が必要である。従って、減らしたい体重量により減量期間が変わってくることを理解し、からだにかかる

負担と危険度が大きい急速減量は避けるべきである。いつまでに、どのくらい、どのように実施するかという減量計画をきちんと立てて、体重と体脂肪率をモニタリングしながら時間をかけて取り組む必要がある。また、ときどき見直しをして、食事方法についての再調整を行う。

減量を行う際には、まずエネルギーバランスにおいて「負のエネルギー出納状態」、すなわちエネルギー消費量が摂取エネルギー量を上回るという状態を作り出すことが必須であり、そのために食事によるエネルギー制限を行うか、ジョギングなどの有酸素運動を取り入れてエネルギー消費を増加させる。

食事によるコントロールを行う際には、栄養素密度⁴⁾を低下させずに低エネルギー摂取状態を実現させる必要がある。そこで、過剰な脂質、砂糖分、アルコールなどの高エネルギー食品を減らし、低エネルギー食品である野菜類(特に緑黄色野菜)、海藻類、きのこ類などを積極的に摂取する。肉や魚は脂肪分の多い部位や種類を避け、ゆでる、蒸す、煮るなど低エネルギーとなる調理法を選択することにより、脂質エネルギー比を20~25%程度に抑えることを目標とする。また、貧血予防や

4 栄養素密度
エネルギー1000kcal
当たりの栄養素量を指
す。

コンディショニングのために鉄などのミネラルや各種ビタミン類の豊富な食品も取り入れる。

3) 持久力向上と食事

高強度の持久性トレーニングでは、骨格筋や肝臓のグリコーゲンがエネルギー源として使われる。したがって、トレーニング後は消耗したグリコーゲンを速やかに回復させる必要がある。グリコーゲン回復のためには、糖質を十分に摂取することが大切である。不十分な糖質摂取が続くと、筋グリコーゲンの貯蔵量は低下し（図4）、肝臓の貯蔵グリコーゲン量も少なくなってしまう⁵⁾。一方、十分に糖質を含む食事を摂取すれば、筋肉・肝臓ともに高いグリコーゲン含量を維持することが

図4●筋グリコーゲンの回復には高糖質食が必要である

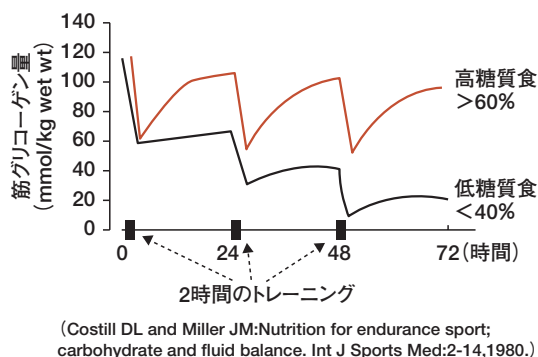
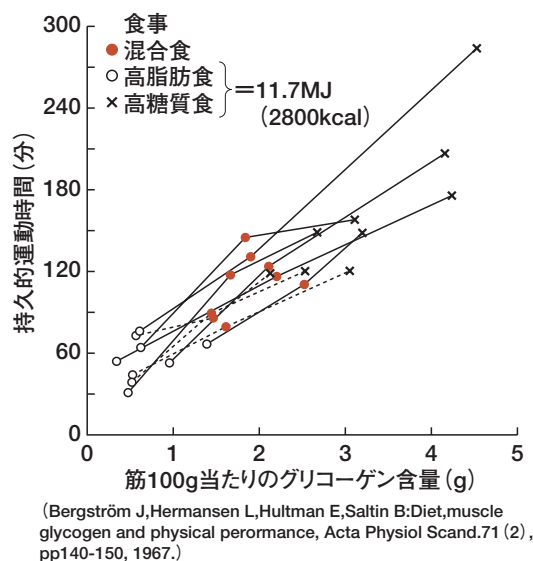


図5●運動前の大腿四頭筋グリコーゲン含量と持久的運動時間との関係

混合食、糖質食あるいは高脂肪食を3日間与えた後、自転車エルゴメータにより75% $\dot{V}O_2$ maxの運動を负荷した



でき、持久力の維持には有利となる（図5）⁶⁾。

日常的に中～高強度の持久性トレーニングを行うアスリートには、体重1kgあたり1日あたり7～10gの糖質摂取が推奨されている¹⁾。これは、体重60kgのアスリートで420～600gの糖質摂取量となり、ごはん（飯）の量に換算すると、1日あたり丼4～6杯にもなる。糖質の摂取量が確保できれば、食事の際にまとめて摂取しても、何回かに分けて補食として摂取してもよい。実際の食生活では、スポーツドリンクや間食で摂取した糖分も糖質の供給源となるが、基本的には毎食ごとに主食となるごはん、パン、麺類などをしっかりと、糖質が不足しないよう注意する。

また、糖質をエネルギー源として燃焼する過程でビタミンB₁が使われる。ビタミンB₁が欠乏した食事が続くとビタミンB₁の血中レベルが低下し、最大酸素摂取量の低下を来することが報告されている⁷⁾。糖質摂取量が多くなるほど、ビタミンB₁を含む豚肉、緑黄色野菜、大豆製品などの摂取も合わせて増やす必要がある。菓子や清涼飲料水などによる糖分の過剰摂取は、ビタミンB₁の欠乏を招くため、間食内容にも気をつける。

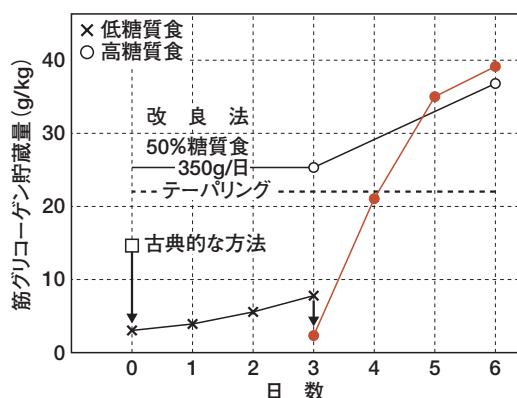
3 試合前後の栄養・食事のポイント

1) 試合前調整期の食事

試合前の食事調整は、持久系、瞬発系の競技ともにパフォーマンスに大きくかかわっている。試合では全力を発揮するので運動強度は非常に高くなり、筋グリコーゲンが主要なエネルギー源として使われる。そこで、試合前にはトレーニングで消耗した筋グリコーゲンレベルを通常レベルまで回復させておく必要がある。

筋グリコーゲンを高める食事法に「グリコーゲン・ローディング法」（図6）⁸⁾があるが、1時間または20km以上走行する種目に対して有効とされている。試合の1週間前から3日前までの低糖質食期には、糖質エネルギー比率が40%程度の高たんぱく・高脂肪の食事を

図6 ●古典的グリコーゲンローディング法と改良法による筋グリコーゲン貯蔵状況



(Sherman WM, Costill DL, Fink JW, Miller JM: Effect of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. Int.J.Sports Med, 2:114-118, 1981)

取らせ、グリコーゲンの回復を低く抑える。次の日に疲労困憊運動を実施して筋グリコーゲンを枯渇させた後、3日間は糖質70～80%、たんぱく質10～15%、脂質10～20%の高糖質食に切り替え、リバウンド効果（過補償）により筋グリコーゲンレベルを高める。しかし、この方法による効果や実施時の体調には個人差が大きく、水分を貯留させて体重が増加したり体調不良となったりする場合もあるため、事前に試合を想定して試行してから本番で用いるようにする。テーパリング⁵をしながら目標とする試合の一週間～3日前は通常のエネルギー比の食事（糖質50～60%、たんぱく質10～15%、脂質25～30%）をとり、3日前から高糖質食に切り替える改良法でも、筋グリコーゲンレベルを同様に高めることが可能であるため、心身にストレスの少ない改良法がすすめられている。

試合の継続時間が比較的短い競技あるいは瞬発的な競技種目では、グリコーゲン・ローディングは行わないが、試合の1～2日前から脂肪分は控えめにし、高糖質食となるよう配慮する。生ものやガスを発生させやすい繊維質の食品や乳製品の多量摂取などは避ける。

これらの食事調整を宿泊先で行う場合には、本項1～4)、5)で述べた通り、事前調査や事前準備を行い、食環境整備をしておく必要がある。大切な試合時における宿泊先との交

渉は、スポーツ栄養士に相談することを勧める。試合前には精神的に緊張することにより、消化・吸収機能が抑制されることも予想される。従って、消化に時間のかかる食品や調理法、食べ慣れない食品や料理などはなるべく避け、食中毒への配慮や水の衛生も含めた食の安全性の確保を行う。

環境の変化や緊張などが原因となり、国内外の試合時にもっとも多くみられるのは胃腸障害である。便秘の場合は多めに野菜や果物を食べ、水分摂取を心がける。下痢の場合は消化のよい食品や料理を選んで食べ、水分と電解質の補給を十分に行う。試合時には念のため、エネルギー系やビタミン系のサプリメントなどを準備して出かけるとうい。

2) 試合当日の食事調整

試合当日の朝食は、試合開始時刻から逆算して3～4時間前までにすませておく。内容的には試合前と同様に、おにぎりや脂肪の少ないパン、うどんなど麺類といった高糖質食を中心とした食事をする。試合開始が午後または昼食時間にさしかかる場合には、試合の2～3時間前におにぎり、脂肪の少ないパン、バナナ、カステラなどの軽食を取ってもよい。さらに、もう少し食べられる余裕があれば、試合開始1時間前に100%オレンジジュースやバナナ、エネルギーゼリーなどを補給し、血糖値を高めておくとうい。また、試合前に200～250ml程度の水分（スポーツドリンク）を補給する。ただし、糖分を多く含んでいる清涼飲料水などの多量摂取は控える。

3) 試合間の補給

1日のうち試合が複数ある場合には、最初の試合終了後に速やかに糖質を含む食品や料理を摂取することにより、筋グリコーゲンの回復を早める効果があることが知られている。運動後4時間以内のすばやい回復には、体重1kgあたり1時間あたり1～1.2gの糖質摂取が推奨されている（図2、36ページ）¹⁾。これは60kgのアスリートの場合、中くらいのおにぎり2個程度に相当する。

摂取する糖質は、おにぎりやパンなどの固形物でもゼリータイプや液体のものでも、摂

5 テーパリング
身体的にも精神的にも最高のコンディションで競技大会へ臨めるようにするために、トレーニングを徐々に減少させる調整法のこと。

取る食品の形状によるグリコーゲンの回復効果には差はないことが明らかになっている。なるべく早いタイミングで水分補給とともに糖質摂取を心がける。

4) 試合後のリカバリーのための食事

試合後には筋グリコーゲンだけでなく、ビタミンやミネラルなどの栄養素も消費されており、速やかな回復をすることが望まれる。これまでに述べたように、筋グリコーゲンの回復のためには糖質の十分な補給を行う必要がある。運動後6時間以内にはなるべく早く糖質の摂取をした方がグリコーゲンの回復が早いことが報告されているため(図7)^{9、10)}、移動に時間のかかる場合には、あらかじめ軽食や補食を準備しておき、移動前あるいは移動中に摂取するとよい。

また、24時間以内に体重あたりで摂取した糖質量が多いほどグリコーゲンの回復が早いことが明らかになっている¹¹⁾。しかし、試合後の疲労感から食欲が低下することも考えられ、特に夏場には食欲減退は顕著となる。消化のよい食品や調理法の料理を選択し、1回の食事で主食をしっかりと摂取できない場合には、何回に分けて摂取しても回復効果に差はないため、食欲がない場合には、食事を分

けて食べるか、補食を利用するなどの工夫をすればよい。

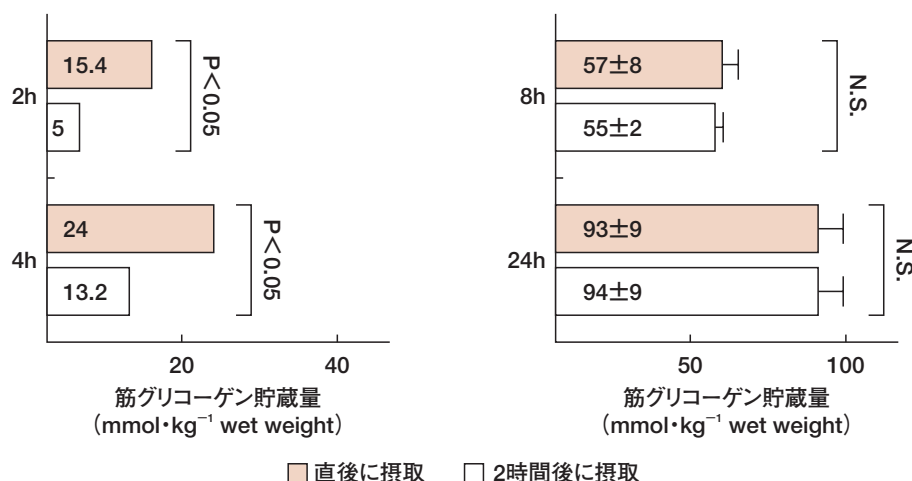
4 アスリートに多くみられる栄養障害とその対処法

1) エネルギー源栄養素の不足による栄養障害

ハードトレーニングや長期にわたる減量、食欲低下などが原因でエネルギー摂取量の不足が続くと、体重の減少、貧血、無月経、易疲労感、骨密度の低下など、種々の障害が起こりやすくなる。これらを防ぐためには、トレーニング量の見直し、減量計画の改善、食欲を増進させるための食事内容や味付けの工夫などを行う。

特に持久系や審美系の女子アスリートは、極端な減食を長期的に行うケースがしばしばあり、月経障害、骨密度低下、摂食障害を含む「女子アスリートの三主徴」を引き起こす危険がある。低エネルギー摂取が続くことは女子アスリートの三主徴を引き起こす原因の一つであることが明らかになっており¹²⁾、アスリートとしてふさわしい栄養摂取や食品選択についての知識をアスリート自身が身につ

図7●糖質摂取のタイミングとグリコーゲン貯蔵



持久性運動終了後2時間以内の糖質摂取は、6～8時間後までの短時間の筋グリコーゲン回復に有効である。必要な糖質が運動後に効果的に補給されなければ、運動直後および回復期間に同量の糖質摂取をした場合と比較して、4時間後の回復は阻害される。(Ivy JL, Lee MC, Bronzinick JT, Reed MC: Muscle glycogen storage following different amounts of CHO ingestion. J. Appl. Physiol. 65:2018-2023, 1988.)
回復期が8～24時間と十分な時間がある場合には、糖質摂取量が十分であれば、糖質を運動直後に摂取することによるグリコーゲン貯蔵への影響はなくなる。(Parkin JAM, Carey MF, Martin IK, Stojanovska L, Febbraio MA: Muscle glycogen storage following prolonged exercise: effect of timing of ingestion of high glycemic index food. Med Sci Sports Exerc. 29:220-224, 1997.)

けるよう栄養教育を行うとともに、身体組成の定期的なチェックをし、心身のさまざまな変化や兆候には日頃から十分に注意するように促す。また、問題が起きたときには独断で判断をせず、速やかに専門家に相談して助言を受ける。

2) エネルギー源栄養素の過剰による栄養障害

エネルギー源栄養素として主要なものは糖質と脂質である。これらの栄養素の過剰摂取は体脂肪量の増加による過体重を招き、競技力の低下をもたらす。したがってアスリートは定期的に体脂肪率の測定を行い適切な身体組成をコントロールする習慣を身につけることが重要である。体脂肪量の増加が問題となるのは、シーズンオフや故障によりトレーニング量が低下しているにもかかわらず食事の摂取量が通常トレーニング期と変わらない場合や、過度の減量後のリバウンド現象、体重増加を目的としてむやみにエネルギー摂取量を増加させる場合などがある。

また、プロテインなどを利用してたんぱく質を過剰に摂取した場合も同様に、利用されなかった分は体脂肪として蓄積されてしまう。さらに、カルシウムの尿中排泄量を増やして尿路結石や骨粗鬆症などのリスクを高めることを覚えておくべきである。

食事上の対策としては、運動量に見合う摂取エネルギー量を知り、補食も含めた食事全

体の見直しを行うこと、糖分や油脂の使用量を減らす、脂質が多く含まれる食材を控えるなどの工夫をする。

3) 鉄欠乏性貧血⁶

アスリートの貧血の中でもっとも多いものは、鉄欠乏性貧血である。鉄が欠乏した状態では、赤血球による酸素の運搬能力が低下するため、疲労感、頻脈、めまいなど種々の身体症状が現れ、持久力の低下にもつながる。鉄欠乏状態にはいくつかの段階がある(図8)。鉄欠乏性貧血を未然に防ぐためには定期的に血液検査をし、体内の鉄栄養状態のチェックをする必要がある。その際に貯蔵鉄であるフェリチン⁷を測定すると潜在性の鉄欠乏状態であるかどうか判断できる。

アスリートの鉄の需要は高くなる。鉄分を豊富に含んでいるレバー、牛赤身肉、かつおやあさりなど魚介類、豆腐製品、卵、ひじきや青菜類などを積極的に食事に取り入れるようにする。また、ビタミンCを豊富に含む果物や野菜も組み合わせ、鉄の吸収を良くするなどの配慮も必要である。

4) 骨密度低下と疲労骨折

運動による骨刺激は骨密度を上昇させる。しかし、過度のトレーニングや食事時のカルシウムの摂取不足が続くと、骨密度は低下する。特にウエイトコントロールを必要とする女性アスリートの場合、無月経による低エストロゲン血症が加わると、骨密度の低下は急

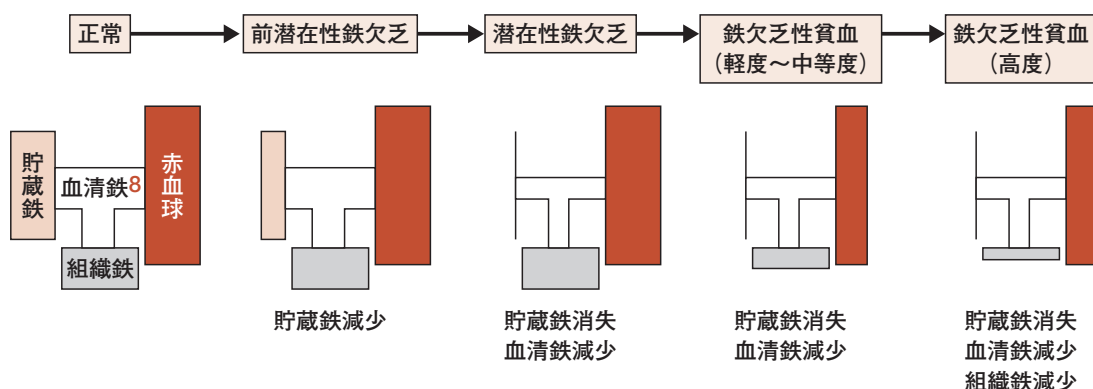
6 鉄欠乏性貧血
赤血球のヘモグロビン値が正常範囲以下の状態をいう。消化管からの出血や血尿、発汗、月経血などによる鉄の損失に対し、たんぱく質や鉄の絶対的、相対的摂取不足で起こる。

7 血清フェリチン
体内における鉄貯蔵量の増減を反映する。潜在性鉄欠乏性貧血のスクリーニングに使われる。

8 血清鉄
血清中に含まれて循環している鉄で、造血機能のチェックとして用いられる。食事や月経周期の影響を受けて変動する。

9 ヘモグロビン
赤血球の鉄結合蛋白であり、体内各組織へ酸素を運搬する役割があるため、減少すると酸素運搬能が低下する。

図8●鉄欠乏の進行



体内の鉄欠乏の進行は順序がある。はじめに減少するのは貯蔵鉄(フェリチン)であり、次に血清鉄が減少する。このような鉄の潜在的欠乏状態でも運動能力は低下する。その後、血色素鉄(ヘモグロビン⁹)が減少し、この段階で貧血と診断される。

(小鶴,1990)

速に進行する。このような状態でトレーニングを続けると、疲労骨折の発生率も増加すると考えられている。骨密度の低下による障害を防ぐためには、まずは食事から十分なカルシウムを摂取するよう心がける。カルシウムの吸収のよい牛乳・乳製品を毎日きちんと摂取する。また、腸管からのカルシウムの吸収を増加させる栄養素としてビタミンDが挙げられる。ビタミンDは卵黄や干しシイタケ、魚介類などから摂取できる。また、リンの過剰摂取はカルシウムの吸収を阻害し、たんぱく質の過剰摂取はカルシウムの尿中排泄量を増加させる。従って、リンを多く含む加工食品の摂取は控え、適度なたんぱく質摂取を心がけるようにする。

5 栄養補助食品(サプリメント)について

1) サプリメントとは

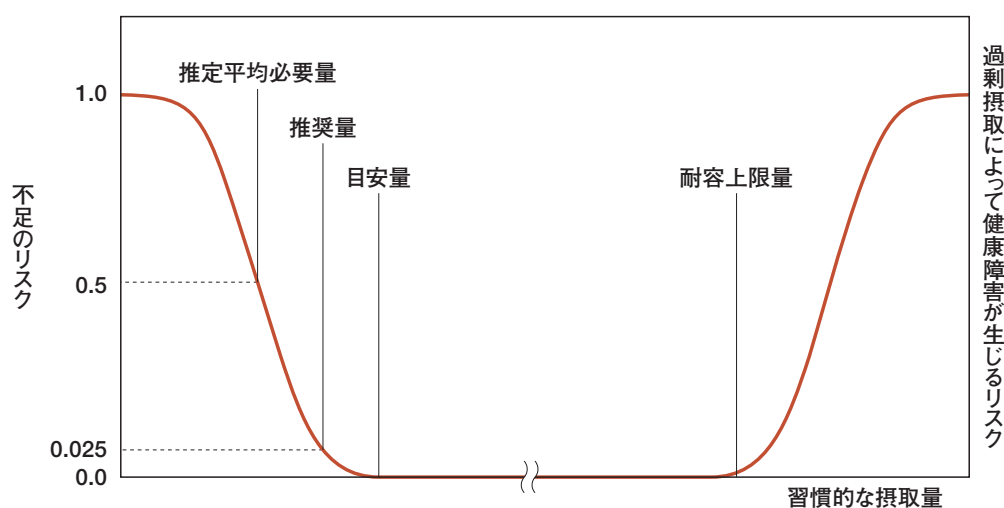
栄養補助食品（サプリメント）とは、食事ですり取りにくい栄養素を簡単にとれるように開発された食品の総称であり、ひとつの栄養素

が含まれるものから、いろいろな栄養素が含まれているものまで、種類や形状もさまざまである。サプリメントの中でも運動能力を高めることが期待される成分を含むものは、エルゴジェニックエイド（運動能力増強剤）と呼ばれている。アスリートや指導者の中には、ある特定の効果だけに着目し、その効果を過度に期待する傾向がみられる。しかし、健康維持およびドーピングの観点から、使用に際しては十分な留意を要する。個別に栄養アセスメントを行い、スポーツドクターやスポーツ栄養士と相談しながら、本当にサプリメントが必要な場合にのみ使用する。18歳以下のアスリートは、医学的に必要な場合以外は使用するべきではない¹³⁾。

2) サプリメントと健康問題

日本人の食事摂取基準では、健康障害をもたらすリスクがないとみなされる習慣的な摂取量の上限値を「耐容上限量」と定義している（図9）。これを超えて摂取すると、潜在的な健康障害のリスクが高まると考えられている。耐容上限量を超える摂取は、通常の食品を摂取している範囲では起こりえないが、サ

図9●食事摂取基準の各指標（推定平均必要量、推奨量、目安量、耐容上限量）を理解するための概念図



縦軸は、個人の場合は不足または過剰によって健康障害を生じる確率を示す。不足の確率が推定平均必要量では0.5（50％）あり、推奨量では0.02～0.03（中間値として0.025）（2～3％または2.5％）あることを示す。耐容上限量以上を摂取した場合には過剰摂取による健康障害が生じる潜在的なリスクが存在することを示す。そして、推奨量と耐容上限量との間の摂取量では、不足のリスク、過剰摂取による健康障害が生じるリスクともに0（ゼロ）に近いことを示す。目安量については、推定平均必要量ならびに推奨量と一定の関係をもたない。しかし、推奨量と目安量を同時に算定することが可能であれば、目安量は推奨量よりも大きい（図では右方）と考えられるため、参考として付記した。目標量は、他の概念と方法によって決められるため、ここには図示できない。

（日本人の食事摂取基準（2010年版））

サプリメントや栄養剤の多量摂取をすれば脂溶性ビタミンやミネラル類の過剰摂取は容易となり、過剰症を引き起こす危険が高まる。栄養素の必要量が増加するアスリートといえども、耐容上限量を超える摂取は避けなくてはならない。

また、精製されて単一成分のみが高濃度に含まれた製品を継続して摂取していると、体内における栄養素相互のバランスを崩す可能性もある。市販されているサプリメントの中には、含まれる物質の具体的な化学名が不明確であったり、品質の管理が不十分なものも出回っていることから、長期に使用した際の安全性についても十分に考慮する。

3) サプリメントとドーピング問題

通常の食品を摂取することによって、ドーピング検査が陽性になる可能性は極めて低い。しかし、サプリメントや栄養剤の中にはドーピング禁止薬物や体内に入ってから非合法的な物質に変化する物質が混入しているおそれがある。IOCの調査で、成分表示に禁止薬物が記載されていないにもかかわらずドーピング禁止物質が検出された商品があることも明らかにになっているため、外国製のサプリメントの使用は控える。また、漢方薬の中にもドーピング禁止薬物が含まれているものがあるため、その使用に際しては十分な配慮が必要である。

4) どんな時にサプリメントが有効か

体重階級制競技、持久系や審美系の競技では、減量を余儀なくされることがあり、食事全体のエネルギー量の低下に伴って各栄養素の不足を招きやすい。夏場や過酷なトレーニング後の食欲減退時、1人暮らしや海外遠征などで食事が十分に準備できないときも同様に、栄養バランスが崩れやすくなる。このような場合にはサプリメントの使用が有効になる。また、試合前・中・後に速やかな栄養補給が必要な場合にも有効である。

しかし、食生活を全般的に見直して栄養状態の改善を図る努力をまずすべきであり、サプリメントに安易に頼らないようアスリートを教育する。

6 水分補給について

1) 運動時の水分補給の目安量

共通科目 I のテキスト（107～108ページ）にも記載されているように、運動時には水分補給を意図的に行わないと脱水がすすみ、熱中症を引き起こすことが分かっている。発汗量に見合う量と同量の水分を摂取することは難しい。暑熱環境での運動時に自由に水のみを摂取させると、体内の水分量とナトリウム量が低下して低ナトリウム血症¹⁰（ナトリウム濃度は135mEq/L以下）を引き起こしやすくなる。これまでに長時間のマラソンなどの競技で低ナトリウム血症での死亡例が報告されている。この予防のためには、適切な量と組成のドリンクを摂取タイミングなどにも注意して補給させる必要がある。

極端な脱水時を除く通常の発汗時における水分補給量は、水分損失量（発汗量）に等しい分の摂取をすることが目安とされている。おおよその水分損失量は、運動前後の体重測定により求められる。例えば運動前に70kgであり運動後に68kgであった場合、2kgの水分損失量ということになり、運動中の水分補給量は2Lとなる。これは約2.9%の脱水に相当し、運動能力や体温調節機能は低下すると考えられるため、水分の補給量を増やし、体重運動前後の体重減少が2%以内となるようにすることが勧められている。70kgの2%は1.4kgであるから、練習後の体重が68.6kgよりも多くなれば、水分補給が上手にできていると判断できる。

表3に運動強度と水分補給の目安について示した。日本体育協会では運動時の水分補給の目安量として、運動前にコップ1～2杯（250～500ml）の水分を補給し、持続時間が1時間以内の場合は500～1000ml、1～3時間の運動では1時間あたりにつき500～1000ml、3時間以上続く運動では1時間あたりにつき塩分の入った500～1000mlの水分を補給することを推奨している。これはあくまでも一般的な目安であり、環境条件と個人の状況により変

¹⁰ 低ナトリウム血症
水分過剰により希釈されてナトリウムイオン濃度が低下することにより起こる。全身倦怠感、頭痛、嘔吐、下痢などの症状がある。

表3●運動強度と水分補給の目安

運動強度			水分摂取量の目安	
運動の種類	運動強度(最大強度の%)	持続時間	競技前	競技中
トラック競技 バスケット サッカーなど	75～100%	1時間以内	250～500mL	500～1,000mL
マラソン 野球など	50～90%	1～3時間	250～500mL	500～1,000mL／1時間
ウルトラマラソン トライアスロンなど	50～70%	3時間以上	250～500mL	500～1,000mL／1時間 必ず塩分を補給

注意

①環境条件によって変化しますが、発汗による体重減少の70～80%の補給を目標とします。気温の高い時には15分～20分ごとに飲水休憩をとることによって、体温の上昇が抑えられます。1回200～250mLの水分を1時間に2～4回に分けて補給してください。

②水の温度は5～15℃が望ましい。

③0.1～0.2%の食塩と3～6%程度の糖分を含んだものが有効です。運動量が多いほど糖分を増やしてエネルギーを補給しましょう。(スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック。日本体育協会, p16, 2006)

化するものであるから、ときどき体重測定と環境温度の測定を行い、どのくらいの環境条件の場合はどのくらいの発汗量があるかについて個別に把握を行うと、各自で補給すべき目安量を知ることができる。

運動中または運動直後の尿量と色も参考となる。尿量が少なく色が濃い場合は水分補給が不足しており、尿量が普通で色が薄い場合には、水分の出納バランスは正常に保たれているとみなすことができる。

2) 電解質の補給

汗には電解質¹¹⁾が含まれており、発汗量の増加に伴い電解質の損失量も多くなる。中でもナトリウムは細胞外液の主要な成分であり、ナトリウムが損失すると熱痙攣や消化管平滑筋の痙攣による腹痛の原因となる。通常は暑熱環境への順化が数日で行われ、汗腺でのナトリウムの再吸収量を増加させて排泄を抑えるが、運動により発汗量が増加した場合には、その増加分に見合うナトリウムの再吸収量は増加しないため、運動時の発汗によりナトリウムの損失量が多くなる。

ナトリウムの損失量を補うには運動中にナトリウムを含むドリンクを摂取させる。熱痙攣を引き起こした場合には、生理的食塩水(0.9%)の速やかな補給により回復させることができる。しかし、日常的な水分補給として生理的食塩水では塩分濃度が高く、飲用には適していない。ナトリウムの損失を補い飲用に適した塩分濃度は約0.2%程度(1リット

ルの水に食塩2g)とされており、表3に示したように、3時間以上続く運動では1時間あたりにつき塩分の入った500～1000mlの水分を補給することが推奨されている。

市販のスポーツドリンクは、糖質のほかに電解質やアミノ酸類、ビタミン類などが含まれ、口当たりがよいようにフレーバーも工夫されているものが多い。しかし、暑熱環境時の運動中には口の中が粘るなどの理由から、スポーツドリンクを2倍程度に薄めて飲むケースをよく目にする。この場合、甘さが薄まり飲みやすくなる一方で、電解質の濃度も薄まることを忘れてはならない。従って、暑熱環境時に長時間の運動を行う場合にスポーツドリンクを薄めて飲用するのであれば、一つまみの塩を加えたり、通常の濃さのスポーツドリンクのボトルと水のボトルを用意するなどの工夫をするといよい。

3) 糖質の補給

運動時には糖質を含むドリンクを摂取したほうが、水のみを摂取したときよりも疲労困憊の発現を遅らせることができることが明らかとなっている^{14, 15)}。糖質がエネルギー源として利用される結果と考えられるが、糖質濃度は胃の通過速度と腸管からの水分の吸収速度に影響を及ぼす。糖質の濃度が高くなると水分の吸収を疎外し、甘さが増すことによりドリンクとしての飲みやすさも損なわれる。腸管からの水分の吸収は糖分を2.5～8%含んでいるものが速く、糖分濃度が8%以上にな

11 電解質
溶液中で解離し、イオンとなる物質を指す。
ナトリウム、カリウム、
塩素など。

ると吸収速度は遅くなる¹⁶⁾。従って、一般に糖質が10%前後含まれているソフトドリンクでは、運動中の水分補給には適していないことが分かる。一般に市販されているスポーツドリンクは、水分の吸収が速やかに行われる糖分濃度である3～6%前後に調整されているものが多い。

しかし、6%の糖分濃度のスポーツドリンクのペットボトル1本(500ml)には、30gもの糖質が含まれている。これはアスリートを含む身体活動量の多い人たちにおける多量の発汗時の水分およびエネルギーの補給を目的としているためであり、身体活動量が少ない人たちが健康イメージで多量に摂取すれば、エネルギー過剰となることもあるので、注意が必要である。最近では人口甘味料などを使用してエネルギー含量を低く抑えたカロリーオフのスポーツドリンクなども多く発売されている。一般の人たちがこれらを利用するのはエネルギー過剰を避けるために適していると考えられるが、アスリートにとってスポー

ツ時のエネルギー補給という観点からみれば、その効果は見込めないことになるため、運動強度や運動時間、環境条件等によって、補給するドリンクの内容を使い分けるのが好ましいと考えられる。

まず、水分の補給を優先させるか、エネルギー補給が必要かを考える。暑い日に試合やトレーニングを行う場合、あるいは湿度の高い室内で行う場合などには水分補給を優先させ、糖質濃度を少し薄めにした飲みやすいドリンクを選択する。冬季スポーツや比較的軽めの運動を長時間、涼しい日に行う場合には、発汗による水分損失は少ないと考えられるため、エネルギー補給ができるよう糖質量がやや多めのドリンクにするとよい。試合前、試合後あるいは試合の合間などには、水分と糖分の両方の補給を行う必要があるため、糖質6%程度のスポーツドリンクが勧められる。また、発汗量の少ない冬場や運動時間がさほど長くない場合は、水かお茶でもよいであろう。

表4●スポーツ時の糖質—電解質の供給を考えた水溶液組成

推奨量		至適量	
糖質	30～100g/L	塩素	最大1,500mg/L
ナトリウム	1,100mg/L	カリウム	最大 225mg/L
浸透圧	<500mOsm/L	マグネシウム	最大 100mg/L
	望ましい濃度≤等張性	カルシウム	最大 225mg/L
糖質源		糖質最大量(高張とあまりに高すぎる濃度を避けるため)	
果糖		35g	
グルコース		55g	
ショ糖		100g	
麦芽糖		100g	
複合多糖		100g	
可溶性でんぷん		100g	

- 水分の吸収が約30g/Lで最大になる。これは糖質／エネルギー代謝に何らかの効果が期待できる最少糖質量である。上限値(100g/L)は胃内排出率と水分の利用率がこれより高濃度で低下するためである。さらに、糖質濃度が100g/L以上の水溶液を摂取すると真の水分吸収を抑制することが多くなる。より高濃度の溶液の摂取は水分補給とは考えられず、むしろそれは糖質を補給するためのものである。
- 胃から排出された後の消化管での真の水分吸収量は、主に基質がどれだけ吸収されたか—その基質が水を引っ張るため、および浸透圧によって決まる。溶質(糖質)濃度が増加すると、溶質の吸収が高まり、それに伴って、水分吸収が促進される。しかしながら、浸透圧が増加すると、消化管への浸透圧性の液体分泌が高まり、真の液体吸収は細胞膜を介した左右両方向での水分の移動(吸収—分泌)によって決まる。それゆえ、高張であることは溶質の移動によってできた吸収の方向に向いていた水分のながれを失う。すなわち、浸透圧が500mOsm/L以上のものを摂取することは避けるべきである。
- 単糖である果糖は35g/L以上で消化管にかなりの負担となるようである。この値は他の糖質(例えば、ショ糖)と同時に与えた場合ではない。

(Brouns, F.: Nutritional Needs of Athletes P70 John Wiley & Sone, 1993.)

【文献】

- 1) IOC Consensus Statement on Sports Nutrition 2010
<http://www.olympic.org/Documents/Reports/EN/CONSensus-FINAL-v8-en.pdf>
- 2) Tipton KD, et al. : Protein and amino acids for athletes. J Sports Sci, 22 : 65-79, 2004
- 3) Tarnoporsky MA, et al. : Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. J Appl Physiol, 73(5) : 1986-1995, 1992
- 4) Esmarck B, et al. : Timing of Postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. J Physiol, 535(1) : 301-311, 2001
- 5) Costill DL, et al. : Nutrition for endurance sport : Carbohydrate and fluid balance. Int J Sports Med, 1(1) : 2-14, 1980
- 6) Bergström J, et al. : Diet, muscle glycogen and physical performance . Acta Physiol Scand. 71(2) : 140-150, 1967
- 7) Van der Beek EJ, et al. : Effect of marginal vitamin intake on physical performance of man. Int J Sports Med, 5 (supple) : 28-31, 1984
- 8) Sharman WM, et al. : Effect of exercise-diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent utilization during performance. Int J Sports Med, 2 : 114-118, 1981
- 9) Ivy JL, et al. : Muscle glycogen storage after exercise : effect of time of carbohydrate ingestion. J Appl Physiol, 64 : 1480-1485, 1988
- 10) Parkin JAM, et al. : Muscle glycogen storage following prolonged exercise : effect of timing of ingestion of high glycemic index food. Med Sci Sports Exerc, 29 : 220-224, 1997
- 11) Burke LM, et al. : Carbohydrates and fat for training and recovery. J Sports Sci, 22 : 15-30, 2004
- 12) Otis CL, et al. : American College of Sports Medicine position stand : The Female Athlete Triad. Med Sci Sports Exerc, 29(5) : i-ix, 1997.
- 13) Maughan RJ, et al. : The use of dietary supplements by athletes. J Sports Sci, 25(S1) : 103-113, 2007
- 14) Costill, D, et al. : Nutrition for endurance sports: carbohydrate and fluid balance. Int. J. Sports Med., 1 : 2-14, 1980
- 15) Millard-Stafford, M. et al.: Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15-km run in the heat. Int. J. Sport Nutr, 7 : 26-38, 1997
- 16) Coyle, E, et al.: Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. Med. Sci. Sports Exerc, 24 : S324-330, 1992