

栄養教諭／公認スポーツ栄養士対象
中高部活女子向け栄養指導マニュアル

「中高生の エネルギー不足を 防ぐために」

令和5年度スポーツ庁委託事業
女性アスリートの育成・支援プロジェクト
「中高部活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム」



Contents

1 はじめに

2 中高部活女子向け栄養指導マニュアル

「中高生のエネルギー不足を防ぐために」

1) 私たちの身体のエネルギーについて

2) スポーツにおける相対的エネルギー不足(REDs)とは

3) なぜ成長期・思春期にはエネルギーが不足するのか

4) 相対的エネルギー不足(REDs)を防ぐために

3 自分のからだを知る方法

4 参考文献／引用文献



1 はじめに

運動選手がエネルギー不足にならないためには、毎日の練習によって消費するエネルギーを食事などから補給することが必要である。しかし、特に成長期・思春期にある運動選手は、「毎日の練習で消費するエネルギーを補給すること」だけでは、十分なエネルギーが補給できずにエネルギーが不足する危険性がある。それは、成長期・思春期の選手は、「毎日の練習で消費するエネルギーを補給すること」に加えて、「成長することによって増加する基礎代謝量を補給すること」の両方が必要だからである。成長期・思春期にある選手が普段と変わらないエネルギー量を摂取しているだけでは、成長によって増加するエネルギー消費量を補うことができず、知らない間にエネルギーが不足し、**相対的エネルギー不足 (Relative Energy Deficiency in sport; REDs)** に陥る危険性がある。この相対的エネルギー不足 (REDs) に陥ると、さまざまな健康問題が生じることが報告されている。

本マニュアルは、栄養教諭や公認スポーツ栄養士が、中学校・高校の女子選手（以下略・中高部活女子）に対して相対的エネルギー不足 (REDs) を教え、中高部活女子がその予防方法を理解してもらうための講義用スライド教材の解説版として制作した。相対的エネルギー不足 (REDs) は性別に関わらず注意が必要な問題であるが、ここでは主に中高部活女子に焦点を置き、エネルギー不足の問題点を理解し、自分がエネルギー不足になっていないかを自己チェックする方法などについて、分かりやすく指導できるように解説している。教材スライドと併用しながら、中高部活女子の健やかな発育・発達に寄与できるよう、教育現場でお役立ていただければ幸いである。

なお、IOC は 2023 年「スポーツによる相対的エネルギー不足 (REDs) に関するコンセンサス」を発表した。詳細は以下の論文にまとめられているため、この資料を確認する前に、ご一読いただきたい。

Mountjoy M, Kathryn E A, David MB, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs), Br J Sports Med. 2023; 57: 1073-97.

◆学校教育関係者の皆さまへ

日本代表レベルのトップアスリートになると、国立スポーツ科学センターや競技団体による教育的講習を受講する機会が与えられるが、育成年代の中高部活女子たちには、学びの場が提供されていないのが現状である。そのため、競技力向上を目指す勤勉な中高部活女子ほどトラブルを抱える傾向があることが、近年の様々な報告から明らかになっている。

そこで、学校内のFAT（Female Athlete Triad; 女性アスリートの三主徴）のリスク軽減活動やFATのリスクを抱える可能性のある中高部活女子の抽出、コーディネーター役を養護教諭が担い、中学校を栄養教諭が、栄養教諭の配置がない高等学校では公認スポーツ栄養士が、スポーツ部活動に励む女子生徒に対して栄養指導・講義を行うことにより、学校現場における確実に持続的な、エネルギー不足に関する栄養教育の実現を可能にするとして、順天堂大学女性スポーツ研究センターがスポーツ庁の令和5年度「女性アスリートの育成・支援プロジェクト（中高部活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム）」の委託事業を採択し、本教材が制作された。

本教材が栄養教諭や公認スポーツ栄養士を中心に教育現場で有効に活用され、中高部活女子の健康課題の解決に寄与するとともに、エネルギー不足を自分自身で発見・予防できる自立した選手育成に貢献することを心から期待する。

※文部科学省は2005年、養護教諭の他に小・中学校の児童・生徒の発育における栄養状態の管理や栄養教育の推進をめざして「栄養教諭」を設置した。栄養教諭の職務は、子どもが将来にわたって健康に生活していけるよう、栄養や食事のとり方などについて正しい知識に基づいて自ら判断し、食をコントロールしていく「食の自己管理能力」や「望ましい食習慣」を子どもたちに身につけさせる食に関する指導（学校における食育）の推進に中核的な役割を担うことである。

◆本教材使用上の注意

栄養教諭、公認スポーツ栄養士は、下記に注意しながらご自身の指導に有効活用していただきたい。

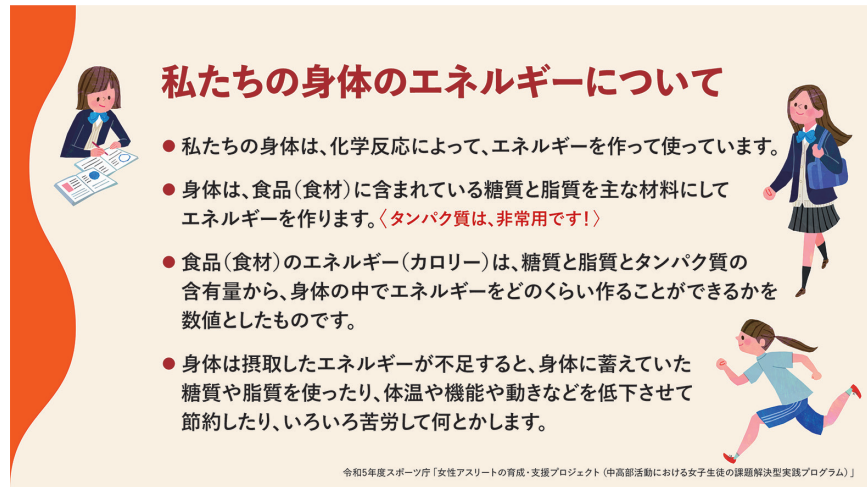
- 実施する講座の内容や時間にあわせ、使うスライド教材の項数を選択して使用することができるが、内容改変やフッターのクレジット削除をしないこと。
- 本資料に使用されているイラストや図版だけを抜き出して、別の資料に引用・転載を行ったり、データを無断で譲渡することは堅く禁じる。

2 中高部活女子向け栄養指導マニュアル

中高生のエネルギー不足を防ぐために



1) 私たちの身体のエネルギーについて



私たちの身体のエネルギーについて

- 私たちの身体は、化学反応によって、エネルギーを作って使っています。
- 身体は、食品（食材）に含まれている糖質と脂質を主な材料にしてエネルギーを作ります。〈タンパク質は、非常用です!〉
- 食品（食材）のエネルギー（カロリー）は、糖質と脂質とタンパク質の含有量から、身体の中でエネルギーをどのくらい作ることができるかを数値としたものです。
- 身体は摂取したエネルギーが不足すると、身体に蓄えていた糖質や脂質を使ったり、体温や機能や動きなどを低下させて節約したり、いろいろ苦勞して何とかします。

令和5年度スポーツ庁「女性アスリートの育成・支援プロジェクト（中高校活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム）」

私たちの身体は、食べ物を摂取し、その栄養素を用いて化学反応をおこしてエネルギーを作り、そして作り出したエネルギーを使って生きている。私たちの身体のすべての細胞にはエネルギーが欠かせず、生きていること自体がエネルギーを使うことであるともいえる。私たちの身体は、化学反応の連続で生命を紡いでいるのである。

エネルギーを作り出す主な栄養素（エネルギー産生栄養素）には、「糖質」と「脂質」、「タンパク質」があるが、私たちの身体は、糖質と脂質を主な材料としてエネルギーを作り出している。タンパク質をエネルギー源として利用するのは、飢餓状態のときや長時間運動を継続したときに限られる。なお、加工食品に表示されているエネルギー値や食品成分表に掲載されている各食品のエネルギー値は、その食品に含まれる糖質、脂質そしてタンパク質の含有量から、その食品が体内でどのくらいのエネルギーを作ることができるのかを数値化したものである。

十分な糖質や脂質が摂取できず、身体の中で十分なエネルギーを作り出すことができなくなると、身体に蓄えられていた糖質や脂質を用いてエネルギーを作り出したり、体温や体の動きなどを低下させることで使用するエネルギー量を節約してエネルギーを作り出したりする。

消費したエネルギーに見合う量のエネルギーを毎日摂取することが必要であり、消費するエネルギー量よりも摂取するエネルギーが少なくても多くても問題が生じる。使用できるエネルギーが不足（**Low Energy Availability; LEA**）する状態が長期間持続すると、「問題のある LEA（**Problematic LEA**）」が生じ、相対的エネルギー不足（**REDs**）に陥る危険性が高くなり、さまざまな健康問題が生じることが報告されている。

私たちの身体のエネルギーのたとえ話

私たちの身体のエネルギーのたとえ話

例えば、1日2,000円で生活をしていただきます。
貯金は10,000円。

毎日使う 2,000円の内訳	●食事代(おやつ・ドリンク含む) 1,800円 ●光熱費・通信費 100円 ●雑費 100円
-------------------	--

あなたなら
どうする?

エネルギーは、
お金と同じ。貯金できる。
違うのは借金ができないこと!

Q1 ご褒美で+100円ゲット! 2,100円になったら?
Q2 1日だけ1,950円になったら?
Q3 1日だけ1,800円になったら?
Q4 1日だけ1,500円になったら?
Q5 毎日1,500円になったら?
Q6 とてもたくさん運動したので500円分多く食べなくてはいけないのに、
2,000円しかなかったら?

令和5年度スポーツ庁「女性アスリートの育成・支援プロジェクト（中高校活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム）」

例えば、1日2,000円で生活をしていただきます。貯金は10,000円とする。

〈毎日使う2,000円の内訳〉

- 食事代（おやつ・ドリンク含む）1,800円
- 光熱費・通信費 100円
- 雑費 100円

この人に、以下のようなことが起こったらどうするだろうか？

Q1 ご褒美で+100円ゲット！2,100円になったら？

Q2 1日だけ1,950円になったら？

Q3 1日だけ1,800円になったら？

Q4 1日だけ1,500円になったら？

Q5 毎日1,500円になったら？

Q6 とてもたくさん運動したので500円分多く食べなくてはいけないのに、2,000円しかなかったら？

このような質問を様々な人に投げかけた場合、人によって返ってくる答えはまちまちであろう。不足した金額が少額であり、しかも1日だけである場合は、これまでの貯金を使って不足分を補う人もいれば、どこかを節約して使う金額を抑える人もいる。不足した金額が少額であっても対応することが難しい人もいる。1日だけの不足であれば何とか対応できる人もいれば、1日だけの不足であっても対応できない人もいるはずである。つまり、人によって対応方法は様々なのである。

この例文では、「生活費」はエネルギー摂取量、「毎日使うお金」はエネルギー消費量として置き換えてみた。摂取エネルギーが1日だけ不足する場合には、脂質を利用することでエネルギーを作り出す場合もあれば、消費エネルギーを抑えることでエネルギー不足にならないようにする場合もある。エネルギー不足が短期間であれば何とか対応できる（「**適応のあるエネルギー不足 (Adaptable LEA)**」) 人もいれば、短い日数と考えられる間であっても相対的なエネルギー不足 (REDs) となり健康障害が生じる（「**問題のあるエネルギー不足 (Problematic LEA)**」) 人もいる。体内におけるエネルギー不足についても、「お金」の例文と同様に、身体がエネルギーを生み出す方法や、健康問題が生じるエネルギー不足の期間などは、人それぞれとなる。

エネルギー不足が短期間である場合は、「**適応のあるエネルギー不足**」である可能性が高いため、速やかにエネルギー不足の状態から脱すれば相対的エネルギー不足 (REDs) に陥る可能性は低い。一方、長期的にエネルギーが不足した場合は「**問題のあるエネルギー不足**」である可能性が高く、相対的エネルギー不足 (REDs) に陥り **図 1** および **表 1 ~ 2** に示したような問題が生じる可能性が高くなる¹⁾。

なお、前述のとおり「**適応のあるエネルギー不足**」である期間、または「**問題のあるエネルギー不足**」になる期間は人によっても異なることから、「エネルギー不足が○日間であれば問題はない」とか「1日のエネルギー不足が△kcal以上であると『**問題のあるエネルギー不足**』になる」などと数値化して論じることはできない。一つだけ言えることは、「必要なエネルギーが不足することなく毎日きちんと摂取できていれば、どんな人であっても「**問題のあるエネルギー不足**」になる可能性はなく、したがって相対的エネルギー不足 (REDs) に陥ることない」ということである。「**問題のあるエネルギー不足**」となって相対的エネルギー不足 (REDs) に陥り様々な問題が生じないためにも、選手自身が相対的エネルギー不足 (REDs) について理解し、自分自身が相対的エネルギー不足 (REDs) の状態にないかどうかを判断できる知識を身につけることが、選手の現在の健康のみならず、未来の健康を維持するためにも非常に重要なのだ。

ただし、「お金」と「エネルギー」で決定的に異なることは、「エネルギーは他者から借りること（借金）ができない」ことである。摂取エネルギーが消費エネルギーと比較して少ない場合、他者からエネルギーをもらって不足分を補うことは絶対にできないため、消費エネルギーに対して摂取エネルギーが少なくなると、貯金（蓄えている体脂肪）が減るか、身体の機能を制限して節約するかの2択となる。

困ったことが起きないためには、

- ◆ 毎日、使った分だけお金（エネルギー）があれば、節約しなくてもよい
- ◆ 身体が大きくなったら、その分食べる量（エネルギー）を増やす
- ◆ たくさん動いたら、その分食べる量（エネルギー）を増やす
- ◆ 身体は、必要なエネルギーを毎日摂取できていれば、相対的エネルギー不足にはならない

このことを是非理解する必要がある。

2) スポーツにおける相対的エネルギー不足 (REDs) とは



相対的エネルギー不足 (REDs) とは、問題のある (長期間および/または重度の) LEA にさらされることによって引き起こされ、女性アスリートに限らず男性アスリートにおいても生理学的および/または心理学的に機能が損なわれる症候群である。また、有害な結果として、エネルギー代謝、生殖機能、筋骨格系の健康、免疫、グリコーゲン合成、心血管系および血液系の健康低下が挙げられるが、これらに限定されるものではなく、これらすべてが個々に、また相乗的に、健康状態の悪化、傷害リスクの増大、スポーツパフォーマンスの低下につながるとしている。

IOC が 2023 年に発表した「スポーツによる相対的エネルギー不足 (REDs) に関するコンセンサス」では、この症候群に対するアスリート、コーチ、スポーツ科学、スポーツ医学界の認識を高めるために「REDs 健康モデル」と「REDs パフォーマンスモデル」の概念図が示された。この概念図は、Hub & Spoke の図として描かれており (図 1)、中心部となる Hub に LEA を配置し、REDs (タイヤ) へとつなぐ Spoke として、REDs 健康モデルでは機能低下等の健康に影響する要因を、REDs パフォーマンスモデルではパフォーマンス低下による不利益を示している。

図 1 で示した概念図は、スポーツによる REDs の概念モデルを中高生にも理解してもらえるように一部改変したもののだが、IOC が示したコンセンサスにおける「REDs 健康モデル」では、適応可能な LEA (淡色) から問題のある LEA (濃色) への曝露までの連続性を矢印にグラデーションで色を付け、Hub である LEA から Spoke に向かって示している。図 1 では、矢印のグラデーションは割愛している。

ここで 1 点注目したい LEA は「メンタルヘルス問題」である。図 1 を見ていただくと、「メンタルヘルス問題」だけは、両矢印 (↔) になっていることに気がつくはずである。これは、メンタルヘルスの問題が REDs に先行することもあれば、REDs の結果として起こることもあることを示している。

「REDs 健康モデル」における、問題のある LEA に起因する潜在的な REDs の健康への影響となる 16 の Spoke とその Spoke に関連する機能障害、鑑別診断の例 (除外すべき問題点) は表 1 に、「REDs パフォーマンスモデル」における問題のある LEA によって生じる 8 つの潜在的な REDs のパフォーマンスへの影響は表 2 に、それぞれ示した。

REDsによる健康への影響

- ①生殖機能障害
- ②骨の健康障害
- ③消化器機能障害
- ④エネルギー代謝／調節障害
- ⑤造血機能障害
- ⑥尿失禁
- ⑦糖・脂質の代謝障害
- ⑧メンタルヘルスの問題
- ⑨神経認知機能障害
- ⑩睡眠障害
- ⑪心血管機能障害
- ⑫骨格筋機能の低下
- ⑬発育・発達障害
- ⑭免疫能低下

REDsによるパフォーマンスへの影響

- ①病気やけがによる出場機会の減少
- ②トレーニング効果の低下
- ③回復力の低下
- ④認知機能・スキルの低下
- ⑤モチベーションの低下
- ⑥筋力低下
- ⑦持久力低下
- ⑧パワーパフォーマンスの低下

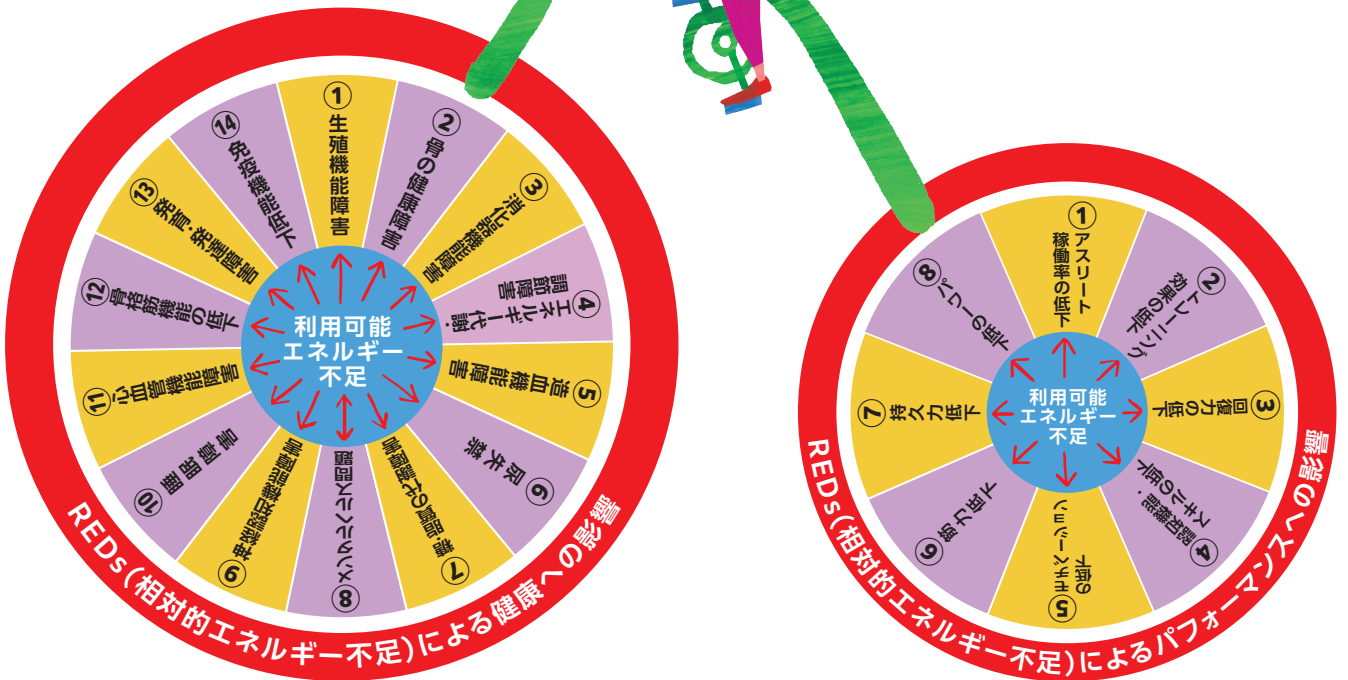


図1 IOCのスポーツによるREDs (相対的エネルギー不足)に関するコンセンサスが示した「REDs健康モデル」と「REDsパフォーマンスモデル」の概念図より改変

表1 問題のあるLEAに起因する潜在的なREDsの健康への影響

Spoke	機能障害の例	鑑別診断の例(除外すべき問題点)
生殖機能の低下	女性	女性
	LH濃度または脈動性の変化	原発性無月経:体質的思春期遅延、種々の遺伝的症候群、解剖学的異常
	エストロゲンとプロゲステロンの減少	続発性無月経:妊娠、PCOS、下垂体腫瘍(プロラクチノーマなど)、甲状腺異常
	テストステロンの減少	その他の月経機能障害:ホルモン性避妊法の使用、生理的ストレス
	原発性無月経	男性
	無月経/月経不順	原発性性腺機能低下症(性腺疾患)
	続発性無月経(FHA)	性腺機能低下症(視床下部/下垂体疾患など)、有害物質への曝露、感染症、心身症性神経機能障害
	黄体期不全/欠乏	
	無排卵周期	
	男性	
	テストステロン低下	
	精子異常	
	勃起不全	
	女性および男性	
性欲減退		
骨の健康障害	BMDの縦断的な減少/期待される骨量の不足	低BMD:遺伝的骨疾患(例:骨形成不全症)、副甲状腺機能亢進症、微量栄養素の摂取不足(例:カルシウムおよびビタミンD)、吸収不良症(例:セリアック病)、悪性腫瘍(例:白血病、リンパ腫、転移)、腎疾患、薬剤(例:蛋白同化ステロイド剤)
	骨の増加または維持の欠如(若年集団)	骨ストレス傷害: 外的な理由(例:トレーニングのミス、路面、シューズ)または内的な問題(例:体格、上記のような医学的素因)
	低BMD/低Zスコア	
	骨強度または微細構造の低下	
	骨ストレスによる損傷	
	骨リモデリングの変化/差異	
バイオマーカー		
消化器機能の低下	腹痛/けいれん/腹部膨満感/腹部変化	消化器疾患(例:セリアック病、炎症性腸疾患、ヘリコバクター・ピロリ菌、胃食道逆流症、機能性ディスペプシア/便秘)、薬剤(例:抗うつ薬、鉄剤、麻薬、EDにおける下剤/下剤の使用)
	便通	
エネルギー代謝/調節障害	潜在的または臨床的にT3が低い	原発性または中枢性(二次性および三次性)甲状腺機能低下症、薬物/サプリメント
	低RMR/RMR比	コルチゾールの増加:生理的ストレス、クッシング病、ステロイド使用
	レプチンの減少	
	コルチゾールの増加	
血液学的状態の障害	低い鉄の状態	急性または慢性的出血(例:月経周期、消化管出血)、赤血球破壊(例:溶血、ヘモグロビン症、脾腫)、微量栄養素の摂取不足(例:鉄、ビタミンB12、葉酸)、骨髄疾患
	ヘプシジン濃度/反応の増加	
	鉄吸収の低下	
	ヘモグロビン濃度/質量の低下	
	高地トレーニングへの反応低下	
尿失禁	尿失禁	持続性尿失禁:外傷(出産、手術、放射線など)、解剖学的異常、神経疾患 一時的な尿失禁:妊娠、尿路感染、便秘、特定の食物や薬物
糖・脂質代謝障害	空腹時/24時間グルコースの減少	糖代謝障害:インスリノーマ、重症疾患、薬剤、副腎不全
	空腹時/24時間インスリンの減少	脂質代謝障害:家族性高脂血症
	総コレステロール/LDLコレステロールの上昇	
メンタルヘルス問題	うつ病	一次性精神疾患/気分障害
	運動依存/中毒	
	DE行動(食行動の乱れ)/Eds(摂食障害)	
神経認知機能の障害	記憶力の低下/障害	認知症(例:アルツハイマー病)、ビタミン欠乏症、感染症、悪性腫瘍、ADHD、薬物使用障害、原発性精神・気分障害、外傷性脳損傷
	意思決定の低下/障害	
	空間認識の低下/障害	
	計画性/認知的柔軟性の低下	
	実行機能の低下	

Spoke	機能障害の例	鑑別診断の例(除外すべき問題点)
睡眠障害	睡眠障害(自己申告)	一次性精神疾患/気分障害、交代勤務、閉塞性睡眠時無呼吸症候群、慢性疼痛/傷害、夜間頻尿、薬物/薬物使用、レストレスレッグス症候群
心血管機能の障害	心電図異常(例えば、洞性徐脈、QT延長、QT分散)	徐脈: 遺伝、超持久的トレーニング、甲状腺機能低下症、薬物(例: β 遮断薬)、毒物暴露、導電性障害、電解質異常
	血行動態異常(例 低血圧および起立性低血圧、失神)	低血圧: 病気、薬、脱水症状
	内皮機能障害/血流低下 心臓の異常(例、MVP、左心室量の減少 左室質量の減少、左室収縮機能の低下 心室収縮機能低下、心筋線維症、心筋線維症)	
骨格筋機能の低下	筋タンパク質合成率の低下	タンパク質の摂取不足
	筋グリコーゲン回復の減少	炭水化物の摂取不足
発育・発達障害	IGF-1の減少	体質性思春期遅延、慢性疾患、GH欠乏症、先天性または後天性性腺機能低下症、遺伝的欠陥、高プロラクチン血症、長期薬物使用(例: 蛋白同化ステロイド、オピオイド、グルココルチコステロイド)
	GH/GH抵抗性の増加	
	期待される成長曲線からの逸脱	
免疫能低下	感染症や病気にかかりやすくなる	原発性または後天性の免疫不全(化学療法、ウイルス感染など)、LEAではない状況での集中的な運動
	免疫バイオマーカーの変化	

※これらの結果はそれぞれ、LEA がなくても起こりうるため、REDs の重症度および/またはリスクの評価と診断においては、鑑別診断を考慮すべきである。

Margo Mountjoy et al.2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). Br J Sports Med. 2023 Sep; 57(17): 1073-1097. の一部を改変して引用

表2 問題のあるLEAによって生じる潜在的なREDsの
パフォーマンスへの影響

- 病气やけがによる出場機会の減少
Decreased Athlete Availability(illness and injury)
- トレーニング効果の低下
Decreased Training Response
- 回復力の低下
Decreased Recovery
- 認知機能・スキルの低下
Decreased Cognitive Performance/Skill
- モチベーションの低下
Decreased Motivation
- 筋力低下
Decreased Muscle Strength
- 持久力低下
Decreased Endurance Performance
- パワーパフォーマンスの低下
Decreased Power Performance



Margo Mountjoy et al.2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). Br J Sports Med. 2023 Sep; 57(17): 1073-1097. の一部を改変して引用

3) なぜ成長期・思春期にはエネルギーが不足するのか



成長期・思春期にある中高生の選手は、成長によって身長や体重が増加することにより、基礎代謝量および運動によるエネルギー消費量が増加する。基礎代謝基準値は、体重 1kg あたりで示されていることから、体重 1kg 増加したときの基礎代謝量の負荷量と推定できる。女子中高生では、体重 1kg の増加あたり約 30kcal エネルギーを多く摂取しなくてはならない。さらに部活などの運動によってエネルギーを消費する成長期の選手は、体重が 1 kg 増加すると運動 1 時間ごとに 10kcal 程度のエネルギーがプラスが必要となる（正確には日常生活の身体活動においてもプラスが必要）。

基礎代謝量(kcal/日) = 基礎代謝基準値 × 体重

年齢(歳)	男性	女性
	基礎代謝基準値(kcal/kg 体重/日)	基礎代謝基準値(kcal/kg 体重/日)
1~2	61.0	59.7
3~5	54.8	52.2
6~7	44.3	41.9
8~9	40.8	38.3
10~11	37.4	34.8
12~14	31.0	29.6
15~17	27.0	25.3
18~29	23.7	22.1
30~49	22.5	21.9
50~64	21.8	20.7
65~74	21.6	20.7
75以上	21.5	20.7

日本人の食事摂取基準(2020年版)

例えば、体重 45kg の選手が、成長によって 46 kg に増加したとする。その選手が、朝練と午後の部活動でバスケットボール(8METs)を4時間行ったとする。45kg の時の運動時のエネルギー消費量は $1.05 \times (8-1) \times 45 \times 4 = 1,323\text{kcal}$ 、46kg の時は $1.05 \times (8-1) \times 46 \times 4 = 1,352\text{kcal}$ であり、同じ運動を行った場合であっても体重が 1kg 増加した場合は、運動時のエネルギー消費量が 30kcal 増加する(運動 1 時間あたりにすると約 10kcal)。成長期・思春期にある選手が、成長によってエネルギー消費量が増加していくことを意識せず、毎日同じ食事を摂取していると、気がつかぬ間にエネルギー不足(LEA)となり、それが継続することで相対的エネルギー不足(REDs)に陥る危険性が高まるのである。

4) REDs (相対的エネルギー不足) を防ぐために

相対的エネルギー不足 (REDs) を防ぐための7箇条

- 1 毎日、エネルギーが不足しないように食べる
- 2 食事だけでは足りない場合には、補食もとること
- 3 特に糖質(主食と補食で)をしっかりと食べる
- 4 「糖質の摂取が少ないと、貧血／鉄欠乏の危険が高くなる」ことを忘れない
- 5 朝起きて排尿後の体重を測定し、毎日記録すること
- 6 体重のデータから除脂肪量を計算すること
(痩せていたら、エネルギーが不足している可能性が高い)
- 7 自分がエネルギー不足になっていないか、「FATスクリーニングシート」や「女性アスリートダイアリー」を活用して自分の身体の状態を常に把握すること

元気に
部活をするために
「エネルギー」を
確実に摂取しよう!



令和5年度スポーツ庁「女性アスリートの育成・支援プロジェクト (中・高部活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム)」

〈相対的エネルギー不足 (REDs) を防ぐための7箇条〉

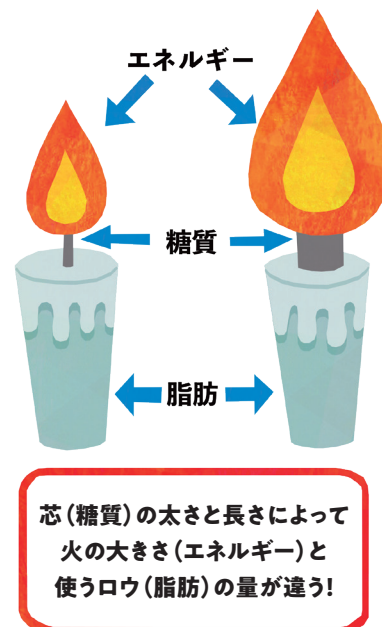
- ① 毎日、エネルギーが不足しないように食べる
- ② 食事だけでは足りない場合には、補食もとること
- ③ 特に糖質 (主食と補食で) をしっかりと食べる
- ④ 「糖質の摂取が少ないと、貧血／鉄欠乏の危険が高くなる」ことを忘れない
- ⑤ 朝起きて排尿後の体重を測定し、毎日記録すること
- ⑥ 体重のデータから除脂肪量を計算すること
(痩せていたら、エネルギーが不足している可能性が高い)
- ⑦ 自分がエネルギー不足になっていないか、「FATスクリーニングシート」や「女性アスリートダイアリー」を活用して自分の身体の状態を常に把握すること

[解説]

- ① 毎日、エネルギーが不足しないように食べる
- ② 食事だけでは足りない場合には、補食もとること
- ③ 特に糖質 (主食) をしっかりと食べる
- ④ 「糖質の摂取が少ないと、貧血／鉄欠乏の危険が高くなる」ことを忘れない

相対的エネルギー不足 (REDs) を解決するためには、「エネルギーを産生する栄養素」を摂取することが重要なポイントの1つである。エネルギーは、摂取した食物に含まれるエネルギー産生栄養素(糖質、脂質、タンパク質)がエネルギー代謝を経て生み出されるが、エネルギー代謝をスムーズに進行するためには、十分な糖質量を摂取しなければ効率よくエネルギー代謝を進めることはできない。

体内での糖質の利用は、ろうそくで表現することができる。芯の部分糖質、ろうが体内脂肪と考える。安静にしているときには芯は細くて短くてもよいが、身体活動が多くなると芯を太く長くすることで脂肪を利用してエネルギーを賄うことができる。したがって、エネルギー消費量が多くなると芯を太く長くしなくてはならず、糖質の必要量が増加する。糖質の摂取量が極端に少ない、あるいは糖質の摂取がない場合は、芯を得るために体内に蓄えられているタンパク質（体タンパク質）を利用して糖新生を行う。しかし、タンパク質がエネルギー代謝に利用されると、体内で有害なアンモニアが発生するため、無毒化するために様々な化学反応が必要になる。そのため、エネルギー代謝にタンパク質が使用されるのは飢餓状態や長時間運動を継続した場合などの非常時に限られる。



出典:「理論と実践 スポーツ栄養学」鈴木志保子

「糖質の摂取が少ないと、貧血／鉄欠乏の危険が高くなる」

鉄の吸収を阻害するヘプシジン^{*1}の分泌は、様々な要因で制御されていることが報告されている²⁾³⁾。例えば、相対的エネルギー不足（REDs）では、ヘプシジンの分泌は亢進する²⁾。また、極端な糖質制限は、体内のグリコーゲン量を減少させ、炎症反応を誘発するために、ヘプシジンの分泌を促進する可能性も報告されている²⁾。

近年の研究では、同じ低エネルギー状態（エネルギー摂取量は概ね 1,100kcal 程度）であっても、糖質の摂取量が少ない食事（エネルギー比率約 40%）を摂取した場合はヘプシジンが 264%増加したことに對し、通常の糖質を摂取した食事（エネルギー比率約 63%）を摂取した場合はヘプシジンが 69%増加したことが報告されている¹⁾³⁾。このことから、糖質の摂取が不足すると、相対的エネルギー不足（REDs）に陥るだけでなく、貧血の危険性も高くなる。加えて、脳内で生成される ATP のほとんどがグルコースの代謝によって供給されており、グルコース摂取量と脳内の ATP 濃度は比例することが報告されていることから⁴⁾⁵⁾、脳は糖質の摂取量でエネルギー不足か否かを判断していると考えられる。

これらのことから、エネルギー産生栄養素のうち、特に糖質を主食・補食でしっかりと摂取することが大切である。なお、1日に必要な栄養素が摂取できる3食の食事（＝バランスの良い3食の食事）をきちんと摂取しているならば、補食として糖質を含む菓子類（和菓子など）を摂取することも、相対的エネルギー不足（REDs）による健康問題を起こさないために大切な事であると考えられる。ただ単純に「補食として菓子類を推奨する」ということではない。3食をきちんと摂取しているうえで、不足するエネルギーは補食として菓子類を用いてもよい、ということである。栄養教諭や公認スポーツ栄養士などの専門職は、十分に理解したうえで、中高生選手に対して適切に指導することが求められる。

*1 ヘプシジン (hepcidin)

ヘプシジンは肝臓由来のホルモンである。ヘプシジンは、鉄輸送タンパクであるフェロポルチンと結合することで、小腸からの鉄の吸収を阻害したり、マクロファージからの鉄の再利用を抑制することで、鉄欠乏を誘発すると考えられている²⁾⁶⁾。

[解説]

- ⑤朝起きて排尿後の体重を測定し、毎日記録すること
- ⑥体重のデータから除脂肪量を計算すること
(痩せていたら、エネルギーが不足している可能性が高い)
- ⑦自分がエネルギー不足になっていないか、「FAT スクリーニングシート」や「女性アスリートダイアリー」を活用して自分の身体の状態を常に把握すること

選手自身の身体の中で作られるエネルギー量と消費するエネルギー量が十分に見合っているかどうかは、選手自身の体重を測定し、その変化の様子を把握することで、ある程度正確に判断することができる。選手は、起床後に排尿した後すぐの体重を測定し、「女性アスリートダイアリー」などへ毎日記録することによって、体重が増加する傾向にあるのか、減少する傾向にあるのかを知ることができる。もし、体重が減少する傾向にある場合は、相対的エネルギー不足 (REDs) の状態になっている可能性が考えられる。体重の変化について疑問を感じた場合や、FAT スクリーニングシートのチェック項目に変化を感じた場合は、選手がその記録を持参して栄養教諭や公認スポーツ栄養士らに相談するよう促し、健康課題を一緒に考えていくことも大切だ。

選手には、生涯に渡って影響が生じる健康問題を生じさせないように、栄養教諭や公認スポーツ栄養士などの専門職が、「相対的エネルギー不足 (REDs)」を正しく理解し、適切な知識を選手へ丁寧に説明することが非常に重要である。選手に対して授業や講義をするにあたり、今一度、栄養学や生理学、生化学に関する基礎知識を復習し、知識があいまいになっている箇所は知識を補填しておくよう心がけたい。また、最新情報を日常的にチェックして、常に情報のアップデートを行っていくことは、専門職としての質の担保を図るうえで必須となる。

3 自分のからだを知る方法

相対的エネルギー不足 (REDs) により、さまざまな機能低下や障害が起こる。特に、女子選手は利用可能エネルギー不足により、「視床下部性無月経」や「骨粗しょう症」のリスクが高くなることから、女性アスリートが陥りやすい3つの障害として「女性アスリートの三主徴」(FAT; Female Athlete Triad / フィーメール・アスリート・トライアド) と呼ばれている。

成長期・思春期に相対的エネルギー不足 (REDs) に陥ることは、初経が遅延したり、生殖器の発育不良につながることから、選手の将来に影響する重大な健康問題へと発展する可能性が高くなる。選手自身で相対的エネルギー不足 (REDs) の状態にないかどうかを定期的にチェックし、自分の身体を知ることが重要である。

順天堂大学女性スポーツ研究センターでは、実際に活用できる様々なツールを開発しているので紹介する。これらのツールを使えば、選手自身だけでなく保護者や栄養教諭らが客観的に選手の身体状態を把握することが可能となる。

(1) セルフチェックプログラム

① FATスクリーニングシート

“FATに陥っている” もしくは “FATに陥りやすい状態” かどうか気づくためのツール。選手は自身のコンディションをより客観的に見つけ直すことができ、指導者は、選手のFATの予防はもちろん、選手自身のアスリートとしての自覚を高めることができる。

詳細は以下を確認のこと。

<https://research-center.juntendo.ac.jp/jcrows/research-products/conditioning/fat/>



FAT スクリーニングシートは、以下の 4 つの項目から構成されている。

[Energy (エネルギー摂取) について]

- 自分の体重や体型に不満がありますか？
- 体重を増やす、または減量することを勧める人がいますか？
- 現在、体重を減らす必要があると思いますか？
- 運動ができなかったら体重が増えると思いますか？
- 体重を減らすと、パフォーマンスが向上すると思いますか？
- 食べるものを制限したり、慎重にコントロールしたりしていますか？
- 特定の種類の食品や食品群を避けていますか？（たとえば、ご飯、パン、麺類等を制限するなど）
- 摂食障害を経験したことがありますか？
- 揚げ物を食べると罪悪感を感じますか？
- 他人に隠れて食べることがありますか？

[Condition (体調) について]

- 疲れがとれにくくなっていると感じますか？
- 最近、眠気を感じますか？
- 最近、胃腸の調子が悪い（胃痛・胸やけ・消化不良）と感じますか？
- 最近、めまいや立ちくらみが頻繁にありますか？
- この 1 年間で、「貧血」と診断されたことがありますか？
- この 1 年間で、運動中に他の選手との接触プレーで、練習を休まなければならないほどの怪我はありましたか？
- この 1 年間で、オーバーユース（使い過ぎ）により、練習を休まなければならないほどの怪我はありましたか？

[Period (月経) について]

- 初めての月経（初経）があったのは、16 歳以上でしたか？
- 月経周期は不規則ですか？（無月経を含む）
- 月経周期（前の月経開始から次の月経まで）は 35 日以上ですか？
- この 1 年間に月経が 5 回以下ですか？
- この 1 年間に月経が 3 ヶ月以上なかったことがありますか？
- 現在月経が止まっていますか？

[Bone (骨) について]

- 骨密度が低いと言われたことがありますか？
- 疲労骨折をしたことがありますか？

②「スラリマッスル」アプリ

「スラリマッスル」アプリは、アスリート個人に応じたエネルギー消費量や、競技パフォーマンスを上げるために必要なLBMが維持できているかが確認できるため、成長期だけでなく成人アスリートにも有効である。男女によって成長や体組成に差があるが、このアプリでは性差に対応しているため、男女どちらでも活用することができる。詳細は以下を確認のこと。

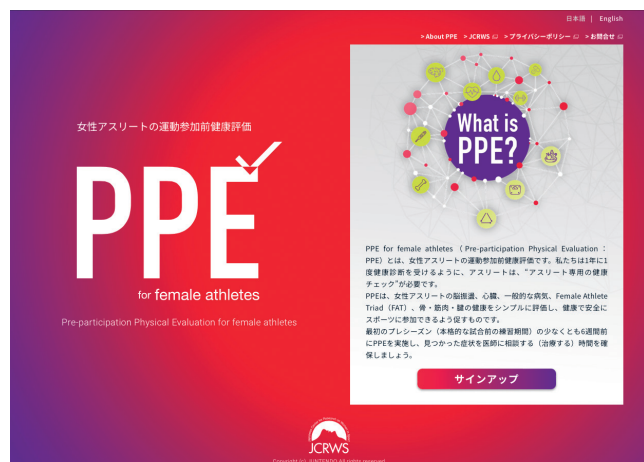


https://research-center.juntendo.ac.jp/jcrws/research-products/support/surari_muscle/



③ 女性アスリートの運動参加前健康評価 (PPE)

我が国における女性アスリート・パラアスリートの競技力は年々向上しているが、ハイレベルなパフォーマンスを求めるあまり、自身の健康を顧みず、つつい頑張りすぎること健康を害している傾向もみられる。またコーチング現場においては、女性アスリート・パラアスリートの身体的特徴、基礎疾患やアレルギー等を把握する健康評価と、それに基づく指針がないため、「練習量や質の見極め」はコーチの経験値に委ねられているのが現状



である。そのため、健康障害が引き起こされるまで運動をし続けてしまうことが大きな問題である。過去の病歴・障がい歴（メディカルヒストリー）と現在の健康状態を定期的にチェックし記録することは、適切な運動強度で健康的に競技を続けるうえで必要であり、それらを指導者やサポートスタッフと共有することも大切だ。特に「女性アスリートの三主徴（FAT）」の予防は早期発見が有効であり、病気の兆候がみられたら、できるだけ早く医師の診察を受けることが重要である。「PPE for female athletes (Pre-participation Physical Evaluation; 女性アスリートの運動参加前健康評価)」は、女性アスリート・パラアスリートの健康と安全の維持を支援するため、研究エビデンスに基づき開発した、女性アスリートのためのオンラインヘルスチェックツールである。

詳細は以下を確認のこと。

<https://research-center.juntendo.ac.jp/jcrws/research-products/conditioning/pppe/>



(2) 教育プログラム

① 女性アスリートのためのe-learning

順天堂大学女性スポーツ研究センターが作成した、女性がスポーツをする上で知っておくべき知識を学ぶための学習サポートツールである。女性アスリート、また、女性アスリートを指導・サポートする方々、保護者に知ってもらいたい知識を盛り込んでおり、パソコンやスマートフォンから、いつでも、どこでも、何回でも、学習することができる。動画は全6章の構成になっており、親しみやすいイラストとわかりやすいナレーションで解説している。動画を見て学習した後は、学習効果を測るテストに挑戦することができる。詳細は以下を確認のこと。

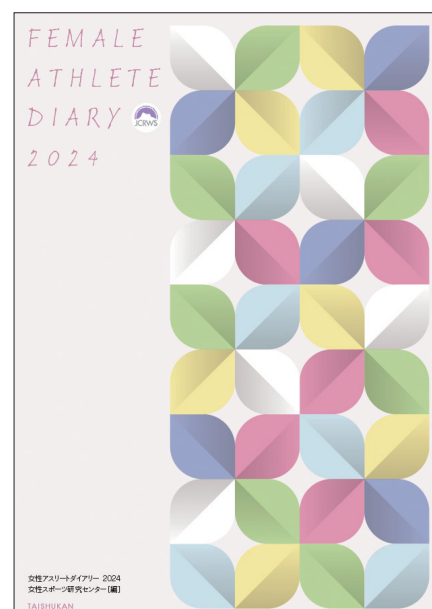
<https://research-center.juntendo.ac.jp/jcrws/research-products/education/elearning/>



② 女性アスリートダイアリー

試合で最高のパフォーマンスを発揮し、満足のいく結果を出すためには、まずアスリート自身が身体についてよく理解し、コンディションを自己管理できるようになることが大切である。「女性アスリートダイアリー」は、すべての女性アスリートが満足のいく競技生活を送ることができるよう、自身のコンディションを管理するツールとして考案されたもの。「身体 自分の身体をよく知ろう（体重、体脂肪、基礎体温）」、「栄養 自分の身体は食べたものでできていることを認識しよう（正しい知識、現実の把握）」、「心理 自身の目標を明確にしよう（緊張・不安対処、目標設定）」から構成されている。毎年、大修館書店から出版されている。詳細は以下を確認のこと。

<https://research-center.juntendo.ac.jp/jcrws/research-products/conditioning/diary/>



4 参考文献／引用文献

栄養教諭や公認スポーツ栄養士は、栄養学や生化学などの基礎知識を十分に理解することで、自信をもって選手を指導することができる。もし、あいまいな点は理解できていない点などがあれば、以下の参考文献などを活用して、自分自身の知識の確認や理解の定着などを図っていただきたい。

〈参考文献〉

「理論と実践 スポーツ栄養学」鈴木志保子著、日本文芸社

「基礎から学ぶ！ スポーツ栄養学」鈴木志保子著、ベースボール・マガジン社

〈引用文献〉

- 1) Mountjoy M, Kathryn E A, David MB, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med.* 2023; 57: 1073-97.
- 2) 後藤一成, 石橋彩. 若年女性における欠食下での運動が鉄代謝に及ぼす影響. *女性健康科学研究会誌.* 2018; 7(1): 29-32.
- 3) Nanako Hayashi, Aya Ishibashi, Ayame Iwata, et al. Influence of an energy deficient and low carbohydrate acute dietary manipulation on iron regulation in young females. *Physiol Rep.* 2022; 10(13): e15351.
- 4) Mikiko Oka, Emiko Suzuki, Akiko Asada et al. Increasing neuronal glucose uptake attenuates brain aging and promotes life span under dietary restriction in *Drosophila*. *iScience.* 2021; 24(1): 101979
- 5) Mireille Belanger, Igor Allaman, Pierre J Magistretti. Brain energy metabolism: focus on astrocyte-neuron metabolic cooperation. *Cell Metab.* 2011; 14(6): 724-38.
- 6) Peter Peeling, Brian Dawson, Carmel Goodman, et al. Effects of exercise on hepcidin response and iron metabolism during recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2009; 19(6): 583-97.

栄養教諭／公認スポーツ栄養士対象
中高部活女子向け栄養指導マニュアル

「中高生の エネルギー不足を防ぐために」

監修／執筆 鈴木志保子

神奈川県立保健福祉大学大学院保健福祉学研究科 研究科長
一般社団法人日本スポーツ栄養協会理事長

執筆 中西朋子

神奈川県立保健福祉大学特別研究員

発行日 2024年2月28日

発行 順天堂大学女性スポーツ研究センター

制作 順天堂大学女性スポーツ研究センター

一般社団法人日本スポーツ栄養協会

編集・デザイン 株式会社Salt & Pepper Japan

本マニュアルは、令和5年度 スポーツ庁委託事業 女性アスリートの育成・支援プロジェクト
「中高部活動における女子生徒の課題解決型実践プログラム」の一環として作成しました。

※本マニュアルを無断で複製・転載することは、著作権法上での例外を除き禁じられています。