

Relatives Energiedefizit im Sport (REDs)

Immer wieder kommt es vor, dass Sportler:innen ihren hohen Energiebedarf nicht decken und es kommt zu einer tiefen Energieverfügbarkeit, die sich, wenn langfristig, negativ auf die Gesundheit und die Leistung auswirken kann und als „relatives Energiedefizit im Sport“ (REDs) bekannt ist.

Einleitung

Der Schutz der Gesundheit der Athleten ist eines der obersten Ziele des Internationalen Olympischen Komitees (IOK). Im Jahr 2005 erschienenen Consensus Statement des IOK war «The Female Athlete Triad» beschrieben als eine Kombination aus einer Essstörung oder einem gestörten Essverhalten und einer unregelmässigen Menstruation, welche zu gesundheitsschädigenden Folgen für verschiedene Körperfunktionen führen könnten¹. Dabei wurde erläutert, dass vor allem die endogene Östrogenkonzentration sowie andere Hormone wie auch die Knochendichte betroffen sein könnten². Im Laufe der Zeit erkannte die Wissenschaft, dass ersten nicht nur eine Essstörung sondern auch eine (unbewusste) ungenügende Energiezufuhr im Vergleich zum Energiebedarf zu einer tiefen Energieverfügbarkeit führen kann und zweitens dass noch weitere Bereiche unserer Gesundheit davon betroffen sind.. Auch ist es nicht nur ein «Problem» der Frauen, Männer sind genauso davon betroffen. Das Internationale Olympische Komitee (IOC) hat deshalb 2014 eine Consensus Statement zu dieser Thematik veröffentlicht⁴. Dies wurde im Verlaufe der Zeit mehrmals überarbeitet und erschien letztmals in neuer Form 2023^{3,6}.

Vorkommen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit und REDs

Eine tiefe Energieverfügbarkeit und REDs kommen im Elitesport häufig vor. Gemäss dem neusten Consensus Statement sind 23-79.5% der Athletinnen und 19-70% der Athleten betroffen. Diese grosse Spannbreite wird u.a. dadurch erklärt, dass es aktuelle keine exakte Definition von REDs und LEA gibt⁶. Eine tiefe Energieverfügbarkeit kann auch durch ein gestörtes Essverhalten oder Essstörungen entstehen. Da gibt es Parallelen und Unterschiede. Ein Unterschied zu REDs besteht beispielsweise darin, dass REDs auch unabsichtlich durch Unterschätzen des Energiebedarfs und überschätzen der Energiezufuhr entstehen kann. Wie hoch die Häufigkeit einer tiefen Energiezufuhr in den diversen Sportarten ist, hängt stark von den Rahmenbedingungen der Sportart selbst ab. Ästhetische Sportarten wie rhythmische Sportgymnastik, Ballett oder Eiskunstlauf sowie Ausdauersportarten wie Langstreckenlauf, Langlauf und Radfahren sind dabei die Sportarten mit den grössten Risiken. Aber auch gewichtssensitive Sportarten (Bsp. Kunstturnen, Hochsprung) oder Sportarten mit Gewichtsklassen (Bsp. Judo oder Rudern) zeigen ein hohes Risiko zum einen für Essstörungen, zum anderen jedoch auch für eine verminderte Energieverfügbarkeit.

Definition der Energieverfügbarkeit

Die Energieverfügbarkeit ist die Energiezufuhr in Abhängigkeit des Körpergewichts, um die Körperfunktionen aufrecht zu erhalten und zu einem optimalen Gleichgewicht aus Gesundheit und Leistung zu führen. Per Definition wird die

Energieverfügbarkeit aus der Energiezufuhr sowie dem Energieverbrauch pro Trainingstag relativ zur fettfreien Masse berechnet.

$$\text{Energieverfügbarkeit} = \frac{(\text{Energieaufnahme pro Tag} - \text{Energieverbrauch durch Training})}{\text{fettfreie Masse}}$$

Bei einem gesunden Erwachsenen sollte die resultierende Energieverfügbarkeit einen Wert von 45 kcal pro kg fettfreie Masse (FFM) pro Tag erreichen, damit man von einem gesunden Energiegleichgewicht sprechen kann⁷. Hormonelle Störungen oder eine Reduktion der Proteinsynthese können bereits bei einer Energieverfügbarkeit von 30 kcal/kg FFM/Tag gestört sein, weshalb eine zu tiefe Energieverfügbarkeit bei Athleten meist als der Bereich unterhalb von 30 kcal/kg FFM/Tag definiert wird. Wichtig zu erwähnen ist hierbei, dass diese «Cut-off»-Werte nicht exakt definiert werden können. Unsicherheiten und Fehleranfälligkeit bei der Berechnung lassen eine exakte Bestimmung des Wertes gar nicht erst zu.

Um die Energieverfügbarkeit abzuschätzen, wird ein Ess- sowie ein Trainingstagebuch geführt. Daraus kann die tägliche Energiezufuhr und der Energieverbrauch während des Trainings geschätzt werden. Für die Berechnung der fettfreien Masse wird in der Regel eine Messung mittels Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA) zur Bestimmung der Körperzusammensetzung durchgeführt⁷. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Berechnung der Energieverfügbarkeit fehleranfällig ist (Über-/Unterschätzung der Energiezufuhr sowie Energieverbrauchs über «Schätzwerte» aus Trainings- und Ernährungstagebüchern) und somit nie als einziges Diagnosetool verwendet werden soll⁸. Es dient lediglich zur groben Schätzung.

Gründe für eine zu tiefe Energieverfügbarkeit

Eine tiefe oder nicht bedarfsdeckende Energiezufuhr ist eine der Hauptursachen, für die beschriebenen Symptome im REDs-Consensus-Statement. Dabei liegt nicht immer eine Essstörung zugrunde. Oftmals ist es aus organisatorischen Gründen oder aufgrund von sehr hohen Trainingsumfängen und -intensitäten kaum möglich, eine bedarfsdeckende Energiezufuhr zu erhalten. Unwissen, schlechte Ernährungsplanung oder ein hoher Faseranteil der Ernährung können auch weitere Faktoren sein, welche die Energieverfügbarkeit im Sport reduzieren^{9,10}. Wie bereits erwähnt, sind auch Essstörungen und radikale Diäten Ursachen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit. Dabei spielen auch andere Faktoren wie die Kultur, die Familie, individuelle und genetische Faktoren eine entscheidende Rolle¹¹. Zusätzlich können Druck Gewicht zu verlieren, Übertraining oder wiederkehrende Verletzungen das Essverhalten und somit auch die Energieverfügbarkeit beeinträchtigen¹². Auch die Auswirkung einer sportlichen Belastung auf die Appetitregulation und das Hungergefühl gilt es zu berücksichtigen¹³.

Auswirkungen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit

Die Auswirkungen einer zu tiefen Energieverfügbarkeit sind sehr weitreichend und abhängig von der Dauer: eine akut tiefe Energieverfügbarkeit hat kaum Auswirkungen, eine chronische oder problematische kann sowohl die Gesundheit als auch die

Leistungsfähigkeit der Athlet:innen beeinflussen (Abbildung 1). Chronische Müdigkeit und ein erhöhtes Risiko für Infekte und Erkrankungen sind dabei nur zwei potenzielle Symptome¹. Weitere physiologische und medizinische Komplikationen betreffen das Herz-Kreislauf-System, den Magen-Darm-Trakt, unsere Knochen und Muskulatur, den Hormonhaushalt sowie die Fortpflanzungsorgane/-funktion^{14,15}. Psychischer Stress kann dabei ein Grund für eine tiefe Energieverfügbarkeit, jedoch auch eine Auswirkung davon sein. Eine zu tiefe Energieverfügbarkeit betrifft dabei zum einen die Gesundheit wie auch leistungsrelevante Faktoren wie eine verminderte Muskelkraft, verschlechterte Trainingsanpassungen, reduzierte Muskelproteinsynthese eine erhöhte Verletzungsgefahr sowie Beeinträchtigungen der Konzentration sowie des mentalen Wohlbefindens^{4,16}.

Wachstumskurve ein Indiz darstellen. Sekundäre Indikatoren sind dann unregelmässige Menstruationszyklen, erhöhte Cholesterolverwerte, eine klinisch diagnostizierte Depression. Potenzielle weitere Indikatoren sind veränderte Wachstumsfaktoren (IGF-1), klinisch tiefe Glukose- oder Insulinwerte, Eisenmangel mit oder ohne Anämie (Blutarmut) oder ein Ausbleiben des Eisprungs (gemessen mittels Ovaluationstest). Auch Beschwerden im Magen-Darm-Trakt, ein verminderter Stoffwechsel (gemessen über den Ruheenergieverbrauch), eine reduzierte Libido (Sexualtrieb), ein tiefer Blutdruck, Schlafstörungen, eine Sportsucht oder andere psychologische Symptome gilt es zu beachten.

Basierend auf dem Vorliegen primärer, sekundärer wie auch weiteren Indikatoren, kann eine Klassifizierung in kein, mildes, moderates bis hohes sowie sehr hohes bis extremes Risiko vorgenommen werden. Dies hilft die Planung der verschiedenen Massnahmen, welche u.a. auch das Training und Wettkämpfe betreffen, festzulegen.

Bereits in der Screeningphase lohnt es sich, ein funktionierendes interdisziplinäres Team rund um das Wohl des Athleten zu bilden. Dies ermöglicht ein fachspezifisches Screening der gesamten Ernährungsgewohnheiten (Fachperson Sporternährung), des Menstruationszyklus und des Hormonstatus (Fachperson in Gynäkologie), sportmedizinische Parameter wie die Verletzungshistorie, Laborparameter, EKG, Knochendichte und Gesundheitsstatus (Sportmedizin) sowie eine differenzierte psychologische Beurteilung der Gesamtsituation (Fachperson in (Sport-)Psychologie).

Behandlung einer zu tiefen Energieverfügbarkeit

Die Behandlung einer zu tiefen Energieverfügbarkeit beinhaltet in der Regel eine Erhöhung der Energiezufuhr, eine Belastungsreduktion oder eine Kombination beider Faktoren³⁻⁵.

Bei einer fehlenden Menstruation scheint eine Zunahme des Körpergewichts ein entscheidender Faktor in der Wiederherstellung einer normalen Funktion der Reproduktionsorgane zu sein¹⁹⁻²¹. Das Ausmass der Gewichtszunahme bis zum Einsetzen der Menstruation kann nicht vorausgesagt werden. Ein individueller Therapieplan scheint notwendig. Dabei spielt wiederum eine adäquate Zufuhr an Protein und Kohlenhydraten pro Tag eine wichtige Rolle^{22,23}. Achtung: orale Verhütungsmethoden können das Auftreten einer zu tiefen Energieverfügbarkeit maskieren²⁴.

Verschiedene Strategien zur Verbesserung der Knochengesundheit können angewendet werden (mehr dazu im Hot Topic *Tiefe Knochendichte im Sport*). Um nur einige wenige Faktoren aufzuzählen, ist sicherlich wiederum eine adäquate Energiezufuhr von zentraler Bedeutung. Weiter können spezifische Belastungen, welche die mechanische Belastung auf den Knochen erhöhen (Bsp. Sprünge), helfen, den Knochenaufbau zu steigern. Auch eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D und Kalzium ist erforderlich, um die Knochendichte erhöhen zu können. Es empfiehlt sich deshalb, den Vitamin D Status zu kontrollieren und gegebenenfalls mit einer Supplementation von 37 bis 50 µg/Tag (1500 bis 2000 I.E./Tag) im Falle eines Mangels an Vitamin D zu erhöhen^{25,26} (weitere Informationen finden sich im Supplementguide Faktenblatt Vitamin D). Da Männer genauso davon betroffen sein können, gilt es insbesondere auch die Testosteronwerte zu monitorisieren. Allenfalls muss der Testosteronspiegel medizinisch behandelt werden.



Abbildung 1: Auswirkungen einer tiefen Energieverfügbarkeit auf die Gesundheit adaptiert nach Mountjoy et al. 2023

IOC REDs Screening Tool

Das Screening und die Diagnose eines relativen Energiedefizits sind sehr komplex und erfordern eine interdisziplinäre Zusammenarbeit. Besonders eine frühe Erkennung der Problematik kann helfen, Gesundheitsrisiken zu vermeiden und die Leistungsfähigkeit langfristig zu stabilisieren. Wichtig ist dabei, bereits während dem jährlichen medizinischen Check-up Faktoren wie Gewichtsveränderungen, Änderungen im Essverhalten, Wachstumsentwicklung, Menstruation bzw. menstruale Dysfunktion, wiederkehrende Verletzungen und Erkrankungen, Leistungseinbussen sowie Stimmungsschwankungen zu erheben.

In einem zweiten Schritt soll das REDs CAT Severity/Risk Assessment Tool helfen, spezifischere Parameter zu erheben, welche in Zusammenhang mit einem REDs stehen können^{6,17}. Primäre Indikatoren sind dabei eine primäre Amenorrhoe oder eine länger anhaltende sekundäre Amenorrhoe, also das Ausbleiben der Menstruation. Auch veränderte Schilddrüsenwerte (insbesondere das freie T3) können als primäre Indikatoren angesehen werden. Weiter gelten eine tiefe Knochendichte (mittels DXA-Scans erhoben), Stressfrakturen, sowie ein auffälliges Essverhalten oder eine Indikation für eine Essstörung als Faktoren, die es zu berücksichtigen gilt. Bei jungen Athlet:innen kann auch ein Abweichen von der natürlichen

Wenn ein Athlet oder eine Athletin den Therapieplan nicht befolgen will oder kann, liegt oft ein psychologisches Problem zugrunde. Meist ist der Widerstand am grössten, wenn eine Essstörung der Grund für das Problem darstellt²⁷. Es empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit einer Fachperson im Bereich der Psychologie anzustreben.

Risiko der Bestimmung der Körperzusammensetzung

Das Durchführen von wiederkehrenden Messungen von Körpergewicht und Körperzusammensetzung ist ein grosser Risikofaktor, welcher zu einer verminderten Energiezufuhr oder einem gestörten Essverhalten führen kann²⁸. Es wird deshalb empfohlen, dass man die Körperzusammensetzung nur misst, wenn es eine klare Zielsetzung oder Begründung dafür gibt. Dies beinhaltet auch eine Aufklärung gegenüber den Athleten, warum, wann, welche Messung durchgeführt wird. Die Messung selber soll durch eine qualifiziert Fachperson durchgeführt werden und auf 4 bis 6 mal pro Jahr limitiert sein. Individuelles Feedback gegenüber den Athleten und eine klare Kommunikation soll die physische und psychische Gesundheit schützen. Eine Follow-up Messung soll durchgeführt werden, wenn ein klares Ziel formuliert wird und die Sportler bei der Zielerreichung durch eine Fachperson begleitet werden.

Tiefe Energieverfügbarkeit oder Übertrainingssyndrom?

Vor allem im Elite-Ausdauersport kann sich ein umfangreiches Trainingsvolumen, negativ, auf den Erfolg der Athleten auswirken. Es kommt nicht selten zu Erscheinungen eines Übertrainings. Das Übertrainingssyndrom, wie es in Fachbereichen genannt wird, zeigt sehr ähnliche Auswirkungen auf unsere Körperfunktionen, die Gesundheit wie auch die Leistungsfähigkeit

wie ein relatives Energiedefizit. Es zeigte sich in 84% der Studien, welche das Übertrainingssyndrom untersucht haben, dass das Übertraining in Verbindung mit einer tiefen Energie- oder Kohlenhydratverfügbarkeit stand²⁹. Wichtig ist, dass die Ursachen eruiert werden können, so dass der Trainingsumfang bzw. die Energiezufuhr auch entsprechend angepasst werden können. Gerade beim Übertrainingssyndrom ist eine gezielte Erholungsphase, teilweise bestehend aus einem kompletten Trainings- und Wettkampfverbot, zentral, um wieder zur optimalen Leistungsfähigkeit zurück kehren zu können.

Fazit: relatives Energiedefizit im Sport

Die ganze Thematik der Energieverfügbarkeit im Sport ist eine sehr komplexe Angelegenheit, welche in Zukunft noch mehr Wissen aus Studien verlangt. Bisherige Studien lassen vermuten, dass eine zu tiefe Energieverfügbarkeit verschiedene Körperfunktionen negativ beeinflussen kann, wobei Frauen wie auch Männer davon betroffen sein können. Das Modell ist jedoch auch umstritten und nicht überall akzeptiert³⁰. Die Zusammenarbeit eines interdisziplinären Teams aus Trainern, Sportmedizinern, Ernährungsberatern, Psychologen wie auch den Angehörigen und dem Athleten ist von grösster Bedeutung bei der Behandlung einer zu tiefen Energieverfügbarkeit³. Erste Guidelines des IOK³⁻⁶ können dabei helfen, die individuelle Situation des Athleten besser zu verstehen und Massnahmen zu definieren, welche die Gesundheit fördern bzw. schützen.

Verfasser: Dr. Joëlle Flück

Datum: Dezember 2024, Version 1.0

Gültigkeit: bis Dezember 2027

Literatur

1. Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc.* Oct 2007;39(10):1867-82. doi:10.1249/mss.0b013e318149f111
2. Drinkwater BL, Nilson K, Ott S, Chesnut CH, 3rd. Bone mineral density after resumption of menses in amenorrheic athletes. Research Support, Non-U.S. Gov't. *JAMA.* Jul 18 1986;256(3):380-2.
3. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Jul 1 2018;28(4):316-331. doi:10.1123/ijsnem.2018-0136
4. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad--Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *Br J Sports Med.* Apr 2014;48(7):491-7. doi:10.1136/bjsports-2014-093502
5. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, et al. RED-S CAT. Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) Clinical Assessment Tool (CAT). Editorial. *Br J Sports Med.* Apr 2015;49(7):421-3. doi:10.1136/bjsports-2015-094873
6. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med.* Sep 2023;57(17):1073-1097. doi:10.1136/bjsports-2023-106994
7. Loucks AB. Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sports Sci.* Jan 2004;22(1):1-14. doi:10.1080/0264041031000140518
8. Burke LM, Lundy B, Fahrenholtz IL, Melin AK. Pitfalls of Conducting and Interpreting Estimates of Energy Availability in Free-Living Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Jul 01 2018;28(4):350-363. doi:10.1123/ijsnem.2018-0142
9. Wells KR, Jeacocke NA, Appaneal R, et al. The Australian Institute of Sport (AIS) and National Eating Disorders Collaboration (NEDC) position statement on disordered eating in high performance sport. *Br J Sports Med.* Nov 2020;54(21):1247-1258. doi:10.1136/bjsports-2019-101813
10. Kuikman MA, Mountjoy M, Stellingwerf T, Burr JF. A Review of Nonpharmacological Strategies in the Treatment of Relative Energy Deficiency in Sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Jan 19 2021;31(3):268-275. doi:10.1123/ijsnem.2020-0211
11. Stice E, South K, Shaw H. Future directions in etiologic, prevention, and treatment research for eating disorders. Review. *Journal of clinical child and adolescent psychology : the official journal for the Society of Clinical Child and Adolescent Psychology, American Psychological Association, Division 53.* 2012;41(6):845-55. doi:10.1080/15374416.2012.728156
12. Sundgot-Borgen J, Meyer NL, Lohman TG, et al. How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. Consensus Development Conference *Br J Sports Med.* Nov 2013;47(16):1012-22. doi:10.1136/bjsports-2013-092966
13. Holtzman B, Ackerman KE. Measurement, Determinants, and Implications of Energy Intake in Athletes. *Nutrients.* Mar 19 2019;11(3)doi:10.3390/nu11030665
14. Diplu K, Kraemer RR, Constantini NW, Hackney AC. Relative energy deficiency in sports (RED-S): elucidation of endocrine changes affecting the health of males and females. *Hormones (Athens).* Mar 2021;20(1):35-47. doi:10.1007/s42000-020-00214-w
15. Areta JL, Taylor HL, Koehler K. Low energy availability: history, definition and evidence of its endocrine, metabolic and

- physiological effects in prospective studies in females and males. *Eur J Appl Physiol*. Jan 2021;121(1):1-21. doi:10.1007/s00421-020-04516-0
16. Areta JL, Burke LM, Camera DM, et al. Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. Apr 15 2014;306(8):E989-97. doi:10.1152/ajpendo.00590.2013
 17. Stellingwerff T, Mountjoy M, McCluskey WT, Ackerman KE, Verhagen E, Heikura IA. Review of the scientific rationale, development and validation of the International Olympic Committee Relative Energy Deficiency in Sport Clinical Assessment Tool: V.2 (IOC REDs CAT2)-by a subgroup of the IOC consensus on REDs. *Br J Sports Med*. Sep 2023;57(17):1109-1118. doi:10.1136/bjsports-2023-106914
 18. Javed A, Tebben PJ, Fischer PR, Lteif AN. Female athlete triad and its components: toward improved screening and management. *Mayo Clin Proc*. Sep 2013;88(9):996-1009. doi:10.1016/j.mayocp.2013.07.001
 19. Fredericson M, Kent K. Normalization of bone density in a previously amenorrheic runner with osteoporosis. *Case Reports. Med Sci Sports Exerc*. Sep 2005;37(9):1481-6.
 20. Arends JC, Cheung MY, Barrack MT, Nattiv A. Restoration of menses with nonpharmacologic therapy in college athletes with menstrual disturbances: a 5-year retrospective study. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Apr 2012;22(2):98-108.
 21. Mallinson RJ, Williams NI, Olmsted MP, Scheid JL, Riddle ES, De Souza MJ. A case report of recovery of menstrual function following a nutritional intervention in two exercising women with amenorrhea of varying duration. *J Int Soc Sports Nutr*. 2013;10:34. doi:10.1186/1550-2783-10-34
 22. Loucks AB, Thuma JR. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *Clinical Trial J Clin Endocrinol Metab*. Jan 2003;88(1):297-311. doi:10.1210/jc.2002-020369
 23. Loucks AB, Verdun M, Heath EM. Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. *Clinical Trial J Appl Physiol (1985)*. Jan 1998;84(1):37-46. doi:10.1152/jappl.1998.84.1.37
 24. Blythe MJ, Diaz A. Contraception and adolescents. Review. *Pediatrics*. Nov 2007;120(5):1135-48. doi:10.1542/peds.2007-2535
 25. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. Jul 2011;96(7):1911-30. doi:10.1210/jc.2011-0385
 26. Heber D, Greenway FL, Kaplan LM, Livingston E, Salvador J, Still C. Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. Nov 2010;95(11):4823-43. doi:10.1210/jc.2009-2128
 27. Thompson A, Petrie T, Anderson C. Eating disorders and weight control behaviors change over a collegiate sport season. *J Sci Med Sport*. Sep 2017;20(9):808-813. doi:10.1016/j.jsams.2017.03.005
 28. Mathisen TF, Ackland T, Burke LM, et al. Best practice recommendations for body composition considerations in sport to reduce health and performance risks: a critical review, original survey and expert opinion by a subgroup of the IOC consensus on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med*. Sep 2023;57(17):1148-1158. doi:10.1136/bjsports-2023-106812
 29. Stellingwerff T, Heikura IA, Meeusen R, et al. Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared Pathways, Symptoms and Complexities. *Sports Med*. 11 2021;51(11):2251-2280. doi:10.1007/s40279-021-01491-0
 30. Jeukendrup AE, Areta JL, Van Genechten L, et al. Does Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Syndrome Exist? *Sports Med*. Sep 17 2024;doi:10.1007/s40279-024-02108-y