

Déficiência énergétique relative dans le sport (REDs)

Il arrive régulièrement que des sportifs ne couvrent pas leurs besoins énergétiques élevés et qu'ils se retrouvent avec une faible disponibilité d'énergie, ce qui, à long terme, peut avoir des conséquences négatives sur la santé et la performance et est connu sous le nom de « déficit énergétique relatif dans le sport » (REDs).

Introduction

La protection de la santé des athlètes est l'un des principaux objectifs du Comité international olympique (CIO). Dans la déclaration de consensus du CIO publiée en 2005, la « triade de l'athlète féminine » était décrite comme une combinaison de troubles de l'alimentation ou d'un comportement alimentaire perturbé et de menstruations irrégulières, qui pourraient avoir des conséquences néfastes sur la santé de différentes fonctions corporelles¹. Il a été expliqué que la concentration endogène d'œstrogènes et d'autres hormones, ainsi que la densité osseuse, pouvaient être affectées². Au fil du temps, la science a reconnu que, premièrement, non seulement un trouble alimentaire mais aussi un apport énergétique (inconscient) insuffisant par rapport aux besoins énergétiques pouvaient entraîner une faible disponibilité énergétique et que, deuxièmement, d'autres domaines de notre santé étaient concernés... De plus, il ne s'agit pas seulement d'un « problème » féminin, les hommes sont tout aussi concernés. C'est pourquoi le Comité international olympique (CIO) a publié en 2014 une déclaration de consensus sur ce sujet⁴. Celle-ci a été révisée plusieurs fois au fil du temps et est apparue pour la dernière fois sous une nouvelle forme en 2023^{3,6}.

Survenue d'une déficience énergétique et d'un REDs

Une faible disponibilité énergétique et les REDs sont fréquents dans le sport d'élite. Selon la dernière déclaration de consensus, 23-79,5% des athlètes féminines et 19-70% des athlètes masculins sont concernés. Cette large fourchette s'explique notamment par le fait qu'il n'existe actuellement aucune définition précise des REDs et des faibles disponibilité énergétique⁶. Une faible disponibilité énergétique peut également résulter d'un comportement alimentaire perturbé ou de troubles alimentaires. Il y a des parallèles et des différences. La différence avec les REDs réside par exemple dans le fait que les REDs peuvent également survenir involontairement en sous-estimant les besoins énergétiques et en surestimant l'apport énergétique. La fréquence d'une baisse de l'apport énergétique dans les différents sports dépend fortement des conditions générales du sport lui-même. Les sports esthétiques comme la gymnastique rythmique, le ballet ou le patinage artistique, ainsi que les sports d'endurance comme les courses de fond, le ski de fond et le cyclisme sont les sports qui présentent les plus grands risques. Mais les sports sensibles au poids (p. ex. la gymnastique artistique, le saut en hauteur) ou les sports avec des catégories de poids (p. ex. le judo ou l'aviron) présentent également un risque élevé, d'une part, de troubles alimentaires et, d'autre part, de diminution de la disponibilité énergétique.

Définition de la disponibilité énergétique

La disponibilité énergétique est l'apport d'énergie en fonction du poids corporel afin de maintenir les fonctions corporelles et

d'atteindre un équilibre optimal entre santé et performance. Par définition, la disponibilité énergétique est calculée à partir de l'apport énergétique et de la dépense énergétique par jour d'entraînement par rapport à la masse maigre.

$$\text{Disponibilité énergétique} = \frac{(\text{Apports éner. par jour} - \text{Dépenses éner. entraînement})}{\text{Masse maigre}}$$

Chez un adulte en bonne santé, la disponibilité énergétique résultante devrait atteindre une valeur de 45 kcal par kg de masse maigre (FFM) par jour pour que l'on puisse parler d'un équilibre énergétique sain⁷. Des troubles hormonaux ou une réduction de la synthèse des protéines peuvent déjà être perturbés à partir d'une disponibilité énergétique de 30 kcal/kg FFM/jour, c'est pourquoi une disponibilité énergétique trop faible chez les athlètes est généralement définie comme la zone située en dessous de 30 kcal/kg FFM/jour. Il est important de mentionner ici que ces valeurs « cut-off » ne peuvent pas être définies avec précision. Les incertitudes et les risques d'erreur lors du calcul ne permettent même pas de déterminer la valeur exacte.

Pour estimer la disponibilité énergétique, il faut tenir un journal alimentaire et un journal d'entraînement. Cela permet d'estimer l'apport énergétique quotidien et la dépense énergétique pendant l'entraînement. Pour calculer la masse maigre, on procède généralement à une mesure par absorptiométrie à rayons X double (DXA)⁷. Il convient toutefois de noter que le calcul de la disponibilité énergétique est sujet à erreur (sur/sous-estimation de l'apport et de la dépense énergétiques par le biais d'« estimations » tirées des journaux d'entraînement et de nutrition) et ne doit donc jamais être utilisé comme seul outil de diagnostic⁸. Il sert uniquement d'estimation approximative.

Causes d'une disponibilité énergétique insuffisante

Un apport énergétique faible ou ne couvrant pas les besoins est l'une des principales causes des symptômes décrits dans la déclaration de consensus REDs. Un trouble alimentaire n'est pas toujours à l'origine de cette situation. Souvent, pour des raisons d'organisation ou en raison de volumes et d'intensités d'entraînement très élevés, il n'est guère possible de maintenir un apport énergétique couvrant les besoins. L'ignorance, une mauvaise planification de l'alimentation ou une part élevée de fibres dans l'alimentation peuvent également être des facteurs qui réduisent la disponibilité énergétique^{9,10}. Comme nous l'avons déjà mentionné, les troubles alimentaires et les régimes stricts sont également des causes d'une disponibilité énergétique trop faible. D'autres facteurs tels que la culture, la famille, les facteurs individuels et génétiques jouent également un rôle décisif¹¹. En outre, la pression pour perdre du poids, le surentraînement ou les blessures récurrentes peuvent affecter le comportement alimentaire et donc la disponibilité énergétique¹². Il convient également de tenir compte de l'effet de l'effort sportif sur la régulation de l'appétit et la sensation de faim¹³.

Conséquences d'une disponibilité énergétique insuffisante

Les effets d'une disponibilité énergétique trop faible sont très étendus et dépendent de la durée : une disponibilité énergétique faible et aiguë n'a que peu d'effets, alors qu'une

disponibilité chronique ou problématique peut avoir des répercussions sur la santé et la performance des athlètes (figure 1). La fatigue chronique et l'augmentation du risque d'infections et de maladies ne sont que deux symptômes potentiels¹. D'autres complications physiologiques et médicales concernent le système cardiovasculaire, le tractus gastro-intestinal, les os et les muscles, l'équilibre hormonal et les organes/fonctions reproducteurs^{14,15}. Le stress psychologique peut être une cause de la faible disponibilité énergétique, mais aussi une conséquence de celle-ci. Une disponibilité énergétique trop faible concerne d'une part la santé et d'autre part des facteurs liés à la performance tels qu'une diminution de la force musculaire, une mauvaise adaptation à l'entraînement, une réduction de la synthèse des protéines musculaires, un risque accru de blessures ainsi qu'une altération de la concentration et du bien-être mental^{4,16}.



Figure 1 : Effets d'une faible disponibilité énergétique sur la santé, adapté de Mountjoy et al. 2023

Outil de dépistage du CIO pour le REDs

Le dépistage et le diagnostic d'un déficit énergétique relatif sont très complexes et nécessitent une collaboration interdisciplinaire. Une détection précoce de la problématique peut notamment aider à éviter les risques pour la santé et à stabiliser les performances à long terme. Il est important de relever lors du check-up médical annuel des facteurs tels que les changements de poids, les modifications du comportement alimentaire, le développement de la croissance, les menstruations ou le dysfonctionnement menstruel, les blessures et maladies récurrentes, les baisses de performance ainsi que les variations d'humeur.

Dans un deuxième temps, l'outil d'évaluation de la sévérité/du risque du REDs doit aider à relever des paramètres plus spécifiques pouvant être liés à un REDs^{6,17}. Les indicateurs primaires sont une aménorrhée primaire ou une aménorrhée secondaire prolongée, c'est-à-dire l'absence de menstruation. Des valeurs thyroïdiennes modifiées (en particulier la T3 libre) peuvent également être considérées comme des indicateurs primaires. En outre, une densité osseuse faible (mesurée au

moyen d'un scanner DXA), des fractures de stress, ainsi qu'un comportement alimentaire anormal ou une indication de trouble alimentaire sont des facteurs à prendre en compte. Chez les jeunes athlètes, un écart par rapport à la courbe de croissance naturelle peut également constituer un indice. Les indicateurs secondaires sont alors des cycles menstruels irréguliers, des taux de cholestérol élevés, une dépression cliniquement diagnostiquée. D'autres indicateurs potentiels sont des facteurs de croissance modifiés (IGF-1), des taux de glucose ou d'insuline cliniquement bas, une carence en fer avec ou sans anémie ou une absence d'ovulation (mesurée par un test d'évaluation). Il faut également tenir compte des troubles gastro-intestinaux, d'une diminution du métabolisme (mesurée par la dépense énergétique au repos), d'une baisse de la libido (sexuelle), d'une tension artérielle basse, de troubles du sommeil, d'une addiction au sport ou d'autres symptômes psychologiques.

Sur la base de la présence d'indicateurs primaires, secondaires et autres, il est possible de procéder à une classification en risque nul, faible, modéré à élevé et très élevé à extrême. Cela permet de déterminer les différentes mesures à prendre, notamment en ce qui concerne l'entraînement et les compétitions.

Dès la phase de dépistage, il vaut la peine de former une équipe interdisciplinaire fonctionnelle autour du bien-être de l'athlète. Cela permet un screening spécialisé de l'ensemble des habitudes alimentaires (spécialiste en nutrition sportive), du cycle menstruel et du statut hormonal (spécialiste en gynécologie), des paramètres de médecine sportive tels que l'historique des blessures, les paramètres de laboratoire, l'ECG, la densité osseuse et l'état de santé (médecine sportive) ainsi qu'une évaluation psychologique différenciée de la situation globale (spécialiste en psychologie/psychologie du sport).

Traitement d'une disponibilité énergétique trop faible

Le traitement d'une disponibilité énergétique trop faible implique généralement une augmentation de l'apport énergétique, une réduction de l'effort ou une combinaison des deux facteurs³⁻⁵.

En l'absence de règles, une augmentation du poids corporel semble être un facteur décisif dans le rétablissement d'une fonction normale des organes reproducteurs 19-21. L'ampleur de la prise de poids jusqu'à l'apparition des règles ne peut pas être prédite. Un plan de traitement individuel semble nécessaire. Un apport quotidien adéquat en protéines et en hydrates de carbone joue un rôle important^{22,23}. Attention : les méthodes de contraception orale peuvent masquer l'apparition d'une disponibilité énergétique trop faible²⁴.

Différentes stratégies peuvent être appliquées pour améliorer la santé des os (pour en savoir plus, voir le *Hot Topic Faible densité osseuse dans le sport*). Pour ne citer que quelques facteurs, un apport énergétique adéquat est certainement d'une importance capitale. En outre, des efforts spécifiques qui augmentent la charge mécanique sur les os (p. ex. les sauts) peuvent contribuer à augmenter la formation osseuse. Un apport suffisant en vitamine D et en calcium est également nécessaire pour augmenter la densité osseuse. Il est donc recommandé de contrôler le statut en vitamine D et, le cas échéant, de l'augmenter par une supplémentation de 37 à 50 µg/jour (1500 à 2000 U.I./jour) en cas de carence en vitamine D^{25,26} (pour plus d'informations, voir la fiche d'information sur la vitamine D dans le Guide des Suppléments). Comme les hommes peuvent également être concernés, il convient de surveiller en particulier

les taux de testostérone. Le cas échéant, le taux de testostérone doit être traité médicalement.

Si un(e) athlète ne veut ou ne peut pas suivre le plan de traitement, il y a souvent un problème psychologique à la base. La résistance est généralement la plus forte lorsqu'un trouble alimentaire est à l'origine du problème²⁷. Il est recommandé d'envisager une collaboration avec un spécialiste dans le domaine de la psychologie.

Risque de détermination de la composition corporelle

La réalisation de mesures répétitives du poids et de la composition corporelle est un facteur de risque important, qui peut entraîner une diminution de l'apport énergétique ou des troubles du comportement alimentaire²⁸. Il est donc recommandé de ne mesurer la composition corporelle que si l'objectif ou la justification sont clairs. Cela implique également d'expliquer aux athlètes pourquoi, quand et quelle mesure doit être effectuée. La mesure elle-même doit être effectuée par un spécialiste qualifié et être limitée à 4 à 6 fois par an. Un feedback individuel aux athlètes et une communication claire doivent protéger la santé physique et psychique. Une mesure de suivi doit être effectuée lorsqu'un objectif clair est formulé et que les sportifs sont accompagnés par un spécialiste dans la réalisation de cet objectif.

Faible disponibilité énergétique ou syndrome de surentraînement ?

Dans les sports d'endurance d'élite en particulier, un volume d'entraînement important peut avoir des répercussions négatives sur le succès des athlètes. Il n'est pas rare que des phénomènes de surentraînement se produisent. Le syndrome de

surentraînement, comme on l'appelle dans les milieux spécialisés, a des effets très similaires à ceux d'un déficit énergétique relatif sur les fonctions corporelles, la santé et les performances. Dans 84% des études qui ont examiné le syndrome de surentraînement, il s'est avéré que le surentraînement était lié à une faible disponibilité d'énergie ou de glucides²⁹. Il est important que les causes puissent être déterminées afin que le volume d'entraînement ou l'apport énergétique puissent être adaptés en conséquence. En cas de syndrome de surentraînement, une phase de récupération ciblée, consistant parfois en une interdiction totale d'entraînement et de compétition, est essentielle pour pouvoir revenir à une performance optimale.

Conclusion : déficit énergétique relatif dans le sport

L'ensemble de la thématique de la disponibilité énergétique dans le sport est une question très complexe qui nécessite à l'avenir encore plus de connaissances issues d'études. Les études menées jusqu'à présent laissent supposer qu'une disponibilité énergétique trop faible peut avoir une influence négative sur différentes fonctions corporelles, les femmes comme les hommes pouvant être concernés. Cependant, ce modèle est également controversé et n'est pas accepté partout³⁰. La collaboration d'une équipe interdisciplinaire composée d'entraîneurs, de médecins du sport, de nutritionnistes, de psychologues, de membres de la famille et de l'athlète est d'une importance capitale pour le traitement d'une disponibilité énergétique trop faible. Les premières directives du CIO³⁻⁶ peuvent aider à mieux comprendre la situation individuelle de l'athlète et à définir des mesures qui favorisent ou protègent la santé.

Auteur : Dr. Joëlle Flück

Date : Décembre 2024, Version 1.0

Validité : Décembre 2027

Littérature

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). Consensus Development Conference Research Support, Non-U.S. Gov't. *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, Stellingwerff 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. Dipla 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. Review
Video-Audio Media. *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