

Déclaration de consensus du CIO sur le déficit énergétique relatif dans le sport (RED-S) : mise à jour 2018

Margo Mountjoy,¹ Jorunn Kaiander Sundgot-Borgen,² Louise M Burke,^{3,4} Kathryn E Ackerman,^{5,6} Cheri Blauwet,⁷ Naama Constantini,⁸ Constance Lebrun,⁹ Bronwen Lundy,³ Anna Katarina Melin,¹⁰ Nanna L Meyer,¹¹ Roberta T Sherman,¹² Adam S Tenforde,¹³ Monica Klungland Torstveit,¹⁴ Richard Budgett¹⁵

Pour les affiliations numérotées voir la fin de l'article.

Cet article a été co-publié dans l'International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism; doi: 10.1123/IJSNEM.2018-0136.

Accepté le 17 avril 2018

Correspondance adressée à
Dr. Margo Mountjoy, Department of Family Medicine, Michael G. DeGroote School of Medicine, McMaster University, Hamilton, ON N2G 1C5, Canada; mmsportdoc@mcmaster.ca

Recherche de mises à jour

À citer : Mountjoy M, Sundgot-Borgen JK, Burke LM, et al. Br J Sports Med 2018;52:687-697.

Introduction

En 2014, le CIO a publié une déclaration de consensus intitulée « Au-delà de la triade de l'athlète féminine : le déficit énergétique relatif dans le sport (RED-S) ». Le syndrome du RED-S fait référence à « une altération du fonctionnement physiologique due à un déficit énergétique relatif, et comprend mais sans s'y limiter, des perturbations du métabolisme, du cycle menstruel, de la santé osseuse, de l'immunité, de la synthèse des protéines et de la santé cardiovasculaire ». Le facteur étiologique de ce syndrome est une faible disponibilité énergétique (FDE).¹

La publication de la déclaration de consensus sur le RED-S a stimulé l'activité dans le domaine de la science sur la triade de l'athlète féminine, incluant notamment une certaine controverse²⁻³ initiale suivie de nombreuses publications scientifiques portant sur :

1. Les paramètres de santé identifiés dans le modèle conceptuel du RED-S (Figure 1).^{1,4}
2. Le déficit énergétique relatif chez les athlètes masculins.
3. Le mesure de la FDE.
4. Les paramètres de performance identifiés dans le modèle conceptuel du RED-S (Figure 2).^{1,4}

Les auteurs du consensus du CIO sur le RED-S se sont retrouvés pour fournir un résumé mis à jour des progrès scientifiques intermédiaires dans le domaine du déficit énergétique relatif avec, pour objectif ultime, de stimuler les avancées dans la sensibilisation au RED-S, l'application clinique et la recherche scientifique afin de combler les lacunes des connaissances actuelles.

Faible disponibilité énergétique (FDE)

La FDE, qui sous-tend le concept du RED-S, est une inadéquation entre l'apport énergétique d'un athlète (alimentation) et l'énergie dépensée lors de l'effort, ne laissant pas suffisamment d'énergie pour soutenir les fonctions requises par le corps pour maintenir une santé et des performances optimales. En pratique, la disponibilité énergétique (DE) est définie ainsi :

$$\begin{aligned} \text{Disponibilité énergétique (DE)} \\ &= \text{Apport énergétique (AE) (kcal)} \\ &- \text{Dépense énergétique à l'effort (DEE) (kcal) /} \\ &\text{Masse maigre (MM) (kg)} \end{aligned}$$

où la dépense énergétique à l'effort (DEE) est calculée comme l'énergie supplémentaire dépensée pendant l'effort, en plus de celle nécessaire à la vie quotidienne, et où le résultat global est exprimé par rapport à la masse maigre (MM), prenant ainsi en considération les tissus du corps les plus actifs sur le plan métabolique.⁵⁻⁶ Des essais en laboratoire rigoureusement contrôlés chez des femmes ont montré qu'une DE optimale pour une fonction

physiologique saine est généralement atteinte pour une DE de 45 kcal/kg MM/jour (188 kJ/kg MM/jour).^{7,8} En même temps, bien que certaines mises en garde soient formulées au regard des réponses différentielles des divers systèmes du corps,⁹ bon nombre de ces systèmes sont essentiellement perturbés à partir d'une DE < 30 kcal/kg MM/jour (125 kJ/kg MM/jour), ce qui en fait historiquement un seuil cible pour la FDE. Toutefois, de récentes preuves suggèrent que ce seuil ne prédit pas l'aménorrhée chez toutes les femmes.¹⁰⁻¹¹ En outre, et malgré les différences de corpulence et d'âge pubertaire, il est noté qu'une DE de 30 kcal/kg/MM équivaut à peu près au taux métabolique au repos (TMR) moyen.⁵ Puisque la FDE s'est révélée robuste pour expliquer les paramètres métaboliques et de santé sous-optimaux tant en laboratoire^{7,8} que sur le terrain,^{12,13} il semble logique qu'une évaluation de la DE puisse servir d'outil diagnostique dans la prévention et la prise en charge du RED-S.

Mesure de la DE

Malgré l'importance première de déterminer si un athlète a une DE suffisante, plusieurs obstacles empêchent la mesure directe de la DE et donc d'en faire un outil pratique et fiable. Tout d'abord, il n'existe pas de protocole normalisé ou de référence pour entreprendre une évaluation de la DE (p. ex. le nombre de jours de collecte, les méthodologies d'évaluation de l'apport énergétique, la dépense énergétique à l'effort ou la mesure de la MM). En outre, il y a des préoccupations importantes quant à la fiabilité et à la validité de chacune de ces mesures. Le plus gros défi consiste à obtenir un enregistrement exact de l'apport énergétique habituel à partir de sources auto-déclarées.^{9,14} Les autres difficultés incluent la mesure de la dépense énergétique à l'effort pendant bon nombre des activités d'entraînement/de compétition pratiquées par les athlètes, et la prise en compte de leurs activités de loisirs/style de vie supplémentaires.^{9,15} Ces problèmes peuvent expliquer en partie pourquoi de nombreuses études de terrain font état d'écarts considérables entre les calculs de DE et les symptômes associés à une FDE.^{9,14,16-18} Toutefois, il y a d'autres explications possibles à ces observations, à savoir : (1) la dissociation temporelle entre la période d'inadéquation du comportement alimentaire et l'effort fourni, à l'origine de la FDE et de ses conséquences, et l'occasion à laquelle l'évaluation de la DE a été effectuée ; et (2) l'interaction avec d'autres caractéristiques alimentaires qui co-existent souvent avec la FDE et qui peuvent aggraver ses effets (p. ex. consommation élevée de fibres, de stimulants et d'édulcorants artificiels ; aliments à faible densité énergétique ; restriction alimentaire élevée et mauvaise répartition des apports énergétiques au cours de la journée).¹⁹⁻²³

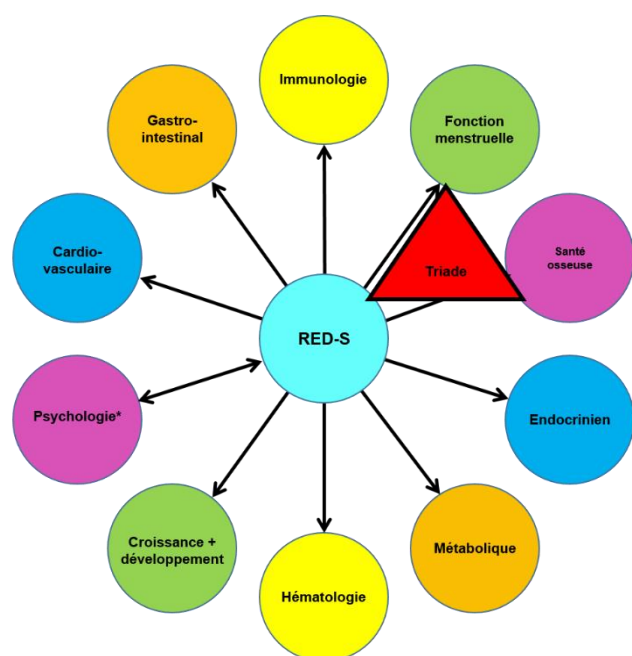


Figure 1 Conséquences sur la santé du déficit énergétique relatif dans le sport (RED-S) montrant un concept étendu de la triade de l'athlète féminine de manière à prendre en compte un large éventail de résultats et l'application aux athlètes masculins (*Les conséquences psychologiques peuvent soit précéder le RED-S soit résulter du RED-S).¹⁴

Même si ces problèmes pourraient être résolus, les calculs de la DE nécessiteraient probablement un équipement et une expertise spécialisés (p. ex. mesure de la composition corporelle par absorptiométrie biphotonique à rayons X, DEXA), une bonne motivation et observance de l'athlète (p. ex. tenir un registre des aliments consommés ou un journal détaillé des activités) ainsi que



Figure 2 Conséquences potentielles du déficit énergétique relatif sur les performances dans le sport (*Performances aérobies et anaérobies).¹⁴

beaucoup de temps et d'expertise pour traiter ces informations. En outre, les états de FDE peuvent apparaître à différents stades de l'entraînement et de la compétition en raison des diverses exigences physiologiques. Une évaluation de la DE peut donner des résultats précieux, comme apprécier les besoins en termes de DE ou renforcer l'interaction entre le praticien et l'athlète, ce qui peut créer du lien et de la confiance entre les deux. Toutefois, l'effort considérable mais nécessaire pour évaluer la DE et ses fragilités en tant qu'outil de diagnostic autonome, empêchent les collectifs d'experts de l'instaurer en tant que mesure universellement recommandée.

Faible disponibilité énergétique chez les athlètes masculins

Tout comme chez les athlètes féminines, il y a de plus en plus de preuves montrant que les hommes peuvent présenter une FDE lorsqu'il y a une inadéquation entre l'apport énergétique et la dépense énergétique à l'effort, que ce soit à l'entraînement ou en compétition. Les populations d'athlètes masculins présentant un risque accru de FDE et de problèmes de santé consécutifs au RED-S incluent les cyclistes, les rameurs, les coureurs, les jockeys et les athlètes de sport de combat à catégorie de poids.²⁴⁻³⁰ Les facteurs qui contribuent à une FDE chez les athlètes masculins sont variés et souvent spécifiques au sport. Ils incluent les variations cycliques du poids et de la composition corporelle (« prendre de la masse »), un apport énergétique insuffisant et prolongé dans le temps pour répondre à la forte dépense énergétique à l'effort exigée par les sports d'endurance, des changements ponctuels du volume/de l'intensité d'entraînement et la participation à des épreuves d'endurance intenses sans modifications nutritionnelles associées.²⁶ Un apport alimentaire insuffisant, y compris une vulnérabilité alimentaire due à des pratiques culturelles ou à un manque de ressources financières, peut également contribuer au risque de FDE chez certains athlètes masculins, même parmi les athlètes de haut niveau, comme c'est aussi incontestablement le cas chez les athlètes féminines.²⁶

Bien que le RED-S puisse survenir chez les deux sexes, il y a des différences probables dans les réponses biologiques à la FDE chez les athlètes masculins par rapport à leurs homologues féminines. La prévalence de la FDE semble être plus élevée chez les femmes que chez les hommes, même si les différences précises sont inconnues.³¹ Le seuil et la durée de l'état de FDE requis pour induire le RED-S chez les hommes est inconnu. La réduction de la testostérone, qui est une hormone sexuelle, semble constituer un problème de santé plus important chez les athlètes masculins.^{28 32 33}

Faible disponibilité énergétique chez les para-athlètes

La prévalence de la FDE chez les para-athlètes est incomplètement caractérisée.³⁴ En extrapolant à partir des tendances relevées dans les populations générales d'individus porteurs de handicap, on peut supposer que les athlètes qui se déplacent en fauteuil roulant au quotidien sont susceptibles d'avoir des besoins énergétiques de base réduits.^{35 36} De ce fait, les athlètes, hommes ou femmes, atteints d'une lésion de la moelle épinière (LME), peuvent être amenés à surveiller ou restreindre leur poids corporel pour le sport et risquent de présenter des carences en nutriments.^{37 38} Les athlètes présentant une lésion neurologique centrale, comme une paralysie cérébrale, qui présentent des schémas de mouvements aberrants parmi lesquels une dyskinésie ou une athétose, peuvent avoir des dépenses énergétiques supérieures à celles de pareils athlètes mais ne présentant pas de tels mouvements inutiles.³⁹ En outre, la présence d'une lésion neurologique centrale peut entraîner des altérations de l'axe hypothalamo-hypophysaire et du cycle menstruel à l'état de base, indépendamment de l'état énergétique.⁴⁰⁻⁴² Les athlètes amputés peuvent avoir des besoins énergétiques supérieurs dans le cadre de l'utilisation d'une prothèse et de l'asymétrie de la démarche qui s'en suit.⁴³

Les para-athlètes ont un risque accru de dégradation de leur santé osseuse et de blessure osseuse secondaire à de nombreux facteurs, notamment en raison d'une altération de la mise en charge du squelette. Par exemple, chez les amputés unilatéraux, le membre affecté peut présenter une densité minérale osseuse (DMO) réduite.⁴⁴ Les athlètes

Déclaration de consensus

atteints d'une LME ont une ostéopénie/ostéoporose d'inutilisation affectant les membres inférieurs ; toutefois, des changements adaptatifs positifs dans les valeurs de DMO du haut du corps ont été rapportés chez des basketteurs en fauteuil roulant, comparativement aux non-athlètes (DMO radiale supérieure et tendance à une DMO lombaire supérieure).⁴⁵ Les effets caractéristiques d'une FDE sur les os chez les para-athlètes exigent de tenir compte des effets de base du handicap sous-jacent de chaque individu. Davantage de travaux sont requis dans ce domaine.

Vu la pratique croissante du para-sport, du niveau loisir au haut niveau, de plus amples recherches sont nécessaires pour étudier l'impact d'une FDE chez les athlètes porteurs de handicap. Il faut rechercher une FDE dans la population des para-athlètes afin de réduire les complications du RED-S, y compris une faible DMO.

Ethnicité et faible disponibilité énergétique

Le fait que l'ethnicité joue un rôle dans l'incidence, l'étiologie sous-jacente du RED-S reste hypothétique. Les recherches montrent un risque réduit de troubles du comportement alimentaire (TCA) chez les athlètes féminines universitaires afro-américaines, mais pas chez les Latinos par rapport aux Caucasiennes.^{46,47} Actuellement, on ne sait pas si la prévalence des troubles menstruels diffère entre les groupes d'athlètes de diverses origines ethniques. Les fractures de stress chez les recrues militaires afro-américaines sont inférieures à celles des recrues caucasiennes.⁴⁸ Dans un même temps, des coureurs kenyans se sont avérés avoir une DMO au niveau des sites porteurs (p. ex. fémur proximal) supérieure aux témoins sains, mais pas au niveau de la colonne lombaire, où les Z-scores étaient rapportés comme étant en-dessous de -2,0 chez 40 % des sujets d'étude.⁴⁹ Ces coureurs peuvent avoir une FDE due à un faible apport énergétique associé à une forte dépense énergétique à l'effort, du fait de charges d'entraînement élevées,⁴⁹ comme cela a été montré précédemment.^{50,51} Dans une autre étude, de jeunes athlètes féminines kenyans, coureuses moyenne distance et longue distance, se sont avérées présenter une ou plusieurs composantes subcliniques et/ou cliniques du RED-S, notamment un risque de FDE et de perturbation menstruelle supérieur aux témoins.⁵² Une étude des connaissances, comportements et croyances en termes de nutrition du sport, tous sexes, races/ethnicités et statuts socio-économiques confondus, chez des joueurs de football universitaire, a révélé que les connaissances générales en nutrition du sport sont faibles parmi les adolescents joueurs de football universitaire, comparativement à des données antérieures chez des adolescents sportifs, et qu'une éducation à la nutrition du sport pourrait être particulièrement bénéfique, notamment chez les femmes et les Latinos.⁵³ Il manque cruellement de recherches publiées sur le RED-S chez les athlètes afro-américains, hispaniques et asiatiques, à quelques exceptions près.^{54,55} Ainsi, il est nécessaire d'inclure des populations d'athlètes plus diverses dans les recherches sur le RED-S et d'intégrer la race/l'ethnicité dans la prévention et le traitement du RED-S.

EFFETS SUR LA SANTÉ D'UNE FAIBLE DISPONIBILITÉ ÉNERGÉTIQUE

Système endocrinien

Les effets d'une FDE sur le système endocrinien ont été décrits principalement chez les athlètes féminines et seulement récemment chez les athlètes masculins. Chez certaines athlètes féminines en état de FDE (DE mesurée et/ou athlètes avec aménorrhée), on observe une perturbation de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique, des altérations de la fonction thyroïdienne, des modifications des hormones régulatrices de l'appétit (p. ex. diminution de la leptine et de l'ocytocine, augmentation de la ghreline, du peptide YY et de l'adiponectine), des diminutions de l'insuline et de la somatomédine C (IGF-1), une résistance accrue à l'hormone de croissance (GH) et des élévations du cortisol.^{8,56-59} Bon nombre de ces modifications hormonales surviennent probablement afin de conserver de l'énergie pour des fonctions corporelles plus importantes, ou d'utiliser les réserves énergétiques du corps pour des processus vitaux.^{60,61}

Les modifications spécifiques chez les hommes ne sont pas pleinement

comprises ; toutefois, une réduction de la pulsatilité et de l'amplitude de l'hormone lutéinisante (LH) a été décrite dans une série de cas de coureurs de marathon, une population à haut risque de FDE.⁶² D'autres études, principalement dans des populations d'athlètes masculins d'endurance, ont montré des diminutions de la testostérone et des résultats contradictoires pour les différentes mesures de la LH basale.^{63,64} Koehler et al. ont évalué les effets d'une manipulation de la DE à court terme via l'alimentation et l'effort, sur divers paramètres hormonaux chez six sportifs aguerris.⁶⁵ Chaque homme a expérimenté quatre conditions distinctes en 4 jours : FDE (15 kcal/kg MM/jour, avec et sans effort) et DE suffisante (40 kcal/kg MM/jour, avec et sans effort). Après les deux conditions de FDE, indépendamment de l'effort, la leptine et l'insuline étaient réduites par rapport au départ (-53 % à -56 % et -34 % à -38 %, respectivement). La FDE n'a pas significativement affecté les taux de ghreline, de triiodothyronine (T3), de testostérone ou d'IGF-1. Ainsi, l'état de FDE, souvent associé à des perturbations de la fonction endocrinienne chez les femmes et peut-être chez les hommes, peut contribuer à de multiples états physio-pathologiques décrits par le RED-S. Toutefois, cette relation a tendance à être soumise à un large degré de variabilité, tant chez un même participant, qu'entre participants ; des recherches supplémentaires sont nécessaires, en particulier chez les hommes.^{11,66,67}

Cycle menstruel

Les effets de la FDE sur les hormones de la reproduction et sur le cycle menstruel chez les athlètes féminines ont été bien décrits,^{8,68,69} même si la complexité des voies de signalisation hormonale qui sous-tendent ces effets, n'est pas encore parfaitement élucidée. Les preuves actuelles étayent une perturbation de la pulsatilité de l'hormone libérant la gonadotrophine (GnRH) au niveau de l'hypothalamus liée à une FDE, suivie d'altérations de la libération de la LH et de l'hormone folliculo-stimulante (FSH) par l'hypophyse, et d'une diminution des taux d'œstradiol et de progestérone ; cela est considéré comme une forme d'aménorrhée hypothalamique fonctionnelle (AHF).^{68,70} La durée et la sévérité de la FDE requise pour créer de telles perturbations ne sont pas claires non plus, reflétant à la fois la nature complexe du problème et les disparités associées aux différentes méthodologies utilisées pour l'étudier. Par exemple, Loucks et Thuma ont mené une étude en laboratoire chez des femmes auparavant sédentaires et ont constaté que des interventions bien contrôlées faisant diminuer la DE en-dessous de 30 kcal/kg MM/jour, via la manipulation de la dépense énergétique à l'effort et de l'apport énergétique à court terme (5 jours), étaient associées à une diminution dose-réponse de la pulsatilité de la LH.⁸ Plus récemment, Williams et al. ont réduit la DE via la manipulation de l'apport énergétique et de la dépense énergétique à l'effort, durant plusieurs cycles menstruels chez des sujets non entraînés, auparavant euménorrhéiques.¹¹ Les chercheurs ont découvert que la fréquence des troubles menstruels (y compris les anomalies de la phase lutéale, l'anovulation et l'oligoménorrhée) était affectée par l'ampleur du déficit énergétique par rapport aux besoins de base,¹¹ mais aucun seuil spécifique de DE en-dessous duquel ces troubles menstruels survenaient n'a été identifié.¹⁰

En même temps, Reed et al. ont effectué une analyse transversale de la DE (mesurée à l'aide de registres des aliments consommés sur 3 jours pour déterminer l'apport énergétique, et d'une combinaison de journaux d'activité et de surveillance de la fréquence cardiaque pour mesurer la dépense énergétique estimée à l'effort), chez les athlètes féminines en euménorrhée ou avec divers troubles menstruels.⁷¹ Ces chercheurs ont rapporté que la DE moyenne était > 30,0 kcal/kg MM/jour dans tous les groupes (athlètes aménorrhéiques, oligoménorrhéiques, euménorrhéiques ovulatoires, euménorrhéiques avec dysfonction menstruelle subclinique et euménorrhéiques anovulatoires), et que la DE ne distinguait pas les formes subcliniques de troubles menstruels ; toutefois, la DE était plus faible chez les athlètes aménorrhéiques que chez les athlètes euménorrhéiques (en moyenne 30,9 vs 36,9 kcal/kg MM/jour).⁷¹ Ainsi, un déficit énergétique sévère est connu pour entraîner une aménorrhée, mais davantage de travaux sont nécessaires pour mieux comprendre l'interaction entre la variation de la DE à court terme et à long terme, et des

troubles menstruels plus subtils.

Santé osseuse

Il est établi qu'une FDE contribue à une altération de la santé osseuse chez les athlètes, en particulier chez les femmes. Des études transversales d'athlètes féminines physiquement actives présentant une oligoménorrhée/aménorrhée ou une FDE mesurée, ont démontré une DMO réduite, une altération de la microarchitecture osseuse et des marqueurs de renouvellement osseux, des estimations réduites de la solidité osseuse et un risque accru de blessures osseuses liées au stress, par rapport aux athlètes euménorrhéiques et à celles avec des apports énergétiques suffisants.^{66 69 72-74} De manière prospective, une FDE de courte durée (via l'alimentation et/ou l'effort) s'est avérée avoir un impact négatif sur les marqueurs de renouvellement osseux chez les femmes et chez certains hommes.^{57 67} Des populations spécifiques de sportives et sportifs présentent un risque accru de baisse de la DMO, notamment les jockeys, les coureurs/coureuses, les nageurs/nageuses et les cyclistes.^{24 29 30 75-83} Les sites anatomiques avec une charge osseuse moindre et/ou une densité osseuse plus élevée au niveau trabéculaire que cortical (colonne lombaire et radius vs hanche totale), ont un risque accru de diminution de la DMO et d'altération de la microarchitecture chez les populations sujettes à une FDE.^{72 73 77 78 84}

Un indice de masse corporelle (IMC) faible est un marqueur de substitution imparfait de FDE. Toutefois, un IMC < 17,5 kg/m², un poids corporel < 85 % au poids corporel attendu pour les adolescents ou une perte de poids > 10 % en 1 mois, sont des indicateurs proposés de FDE,⁸⁵ et effectivement tant l'IMC que les seuils de poids corporel sont associés à un risque accru de DMO faible chez les deux sexes.^{24 82 86} La FDE peut s'accompagner d'une alimentation déséquilibrée (AD)/de troubles alimentaires (TA), de dysfonction menstruelle et d'une DMO faible, et la combinaison de ces facteurs expose les athlètes à un risque accru de fracture de fatigue.⁸⁷⁻⁸⁹

Métabolisme

La FDE a été associée à un TMR réduit chez les athlètes féminines d'endurance.⁹⁰ Prospectivement, augmenter la charge d'entraînement tout en maintenant un AE constant sur 4 semaines chez des rameuses et rameurs de haut niveau a entraîné une réduction significative du TMR.⁹¹ Chez des femmes de poids normal avec des déficits énergétiques induits via l'effort et la manipulation alimentaire, la perte de poids mesurée sur 3 mois était plus faible que prévue.⁹² Les sujets présentant un déficit énergétique modéré avaient une baisse significative du TMR, et ceux présentant un déficit énergétique sévère affichaient des diminutions significatives des taux de leptine, de T3 et d'IGF-1 ainsi qu'une augmentation de la ghréline.⁹²

Hématologie

Le fer est essentiel pour l'hématopoïèse et par conséquent pour sa capacité de transport de l'oxygène. Une carence en fer, souvent observée chez les athlètes féminines, peut contribuer directement et indirectement à un déficit énergétique. Cela est dû à une réduction potentielle de l'appétit, à une disponibilité réduite de l'énergie nécessaire au métabolisme et à une efficacité métabolique altérée, entraînant une augmentation de la dépense énergétique à l'effort et au repos.⁹³ Une carence en fer peut également interagir avec la santé osseuse via une dysrégulation de l'axe GH/IGF-1, une hypoxie et une hypothyroïdie, en plus de jouer un rôle important dans la fonction thyroïdienne, la fertilité et même le bien-être psychologique.⁹³ Ainsi, une FDE peut être partiellement induite par, et peut contribuer à, une carence en fer.⁹³ Des marqueurs de substitution de la FDE ont été associés à une dysfonction hématologique, y compris un faible taux de ferritine et une anémie due à une carence en fer, chez les athlètes féminines, adolescentes et adultes jeunes.⁹⁴

Croissance et développement

Un retard de croissance linéaire a été rapporté dans diverses études chez des adolescentes et adolescents atteints d'anorexie mentale sévère, ces

études démontrant un rattrapage partiel, mais pas toujours complet, de la croissance après guérison.⁹⁵⁻⁹⁷ Des diminutions de l'IGF-1, des augmentations de la GH et une résistance accrue à la GH sont régulièrement notées chez les personnes atteintes d'anorexie mentale.⁹⁸ Des études chez des athlètes aménorrhéiques ont démontré des schémas de sécrétion de GH désordonnés, une réponse sécrétoire de GH et d'IGF-1 réduite à l'effort accompagnée de taux élevés de GH entre les pulses, et d'une diminution des rapports IGF-1/IGFBP-1, des recherches supplémentaires étant requises pour en comprendre les implications sur l'entraînement et la croissance.^{99 100}

Santé cardiovasculaire

Une athérosclérose précoce peut être associée à une hypo-oestrogénémie et à une AHF chez les jeunes athlètes.¹⁰¹ Une dysfonction endothéliale et des profils lipidiques défavorables ont été rapportés chez des athlètes aménorrhéiques,¹⁰² le retour des menstruations entraînant des améliorations de la fonction endothéliale vasculaire.¹⁰³ Dans une étude, des athlètes aménorrhéiques présentaient une fréquence cardiaque et une tension artérielle systolique plus faibles que les athlètes euménorrhéiques, en plus de perturbations de la réponse attendue du système rénine-angiotensine-aldostérone lors d'un test d'hypotension orthostatique.¹⁰⁴ Dans les cas de FDE les plus sévères liés à l'anorexie mentale, des modifications cardiovasculaires significatives peuvent survenir, notamment des anomalies valvulaires, un épanchement péricardique, une bradycardie sévère, une hypotension et des arythmies.¹⁰⁵

Tractus gastro-intestinal

Dans les cas de FDE les plus sévères liés à l'anorexie mentale, des effets négatifs sur tout le tractus gastro-intestinal, tels qu'une altération du contrôle sphinctérien, une vidange gastrique retardée, une constipation et un temps de transit intestinal accru, ont été décrits.¹⁰⁶ Melin et al. ont mesuré la DE et élaboré le questionnaire sur la faible disponibilité énergétique chez les athlètes féminines (LEAF-Q), les deux ayant montré une corrélation négative avec la DE et les symptômes gastro-intestinaux chez des athlètes suédoises et danoises de haut niveau.¹² Ces conclusions ont été étayées dans une enquête chez des adolescentes sportives américaines utilisant des marqueurs de substitution de la FDE, qui ont également fait état d'une plus forte incidence d'incontinence fécale et de constipation, que chez les athlètes considérées comme ayant une DE suffisante.⁹⁴

Immunologie

Le système immunitaire peut être perturbé par une FDE. Une étude chez 21 coureuses universitaires japonaises de haut niveau a rapporté davantage de symptômes des voies respiratoires supérieures et de plus faibles taux de sécrétion d'immunoglobulines A chez les athlètes aménorrhéiques que chez les athlètes euménorrhéiques.¹⁰⁷ En même temps, dans des études observationnelles chez des athlètes australiennes de haut niveau se préparant pour les Jeux Olympiques de Rio 2016, la FDE, telle que mesurée par le LEAF-Q, était associée à un risque accru de maladies (notamment des voies respiratoires supérieures et du tractus gastro-intestinal), de douleurs physiques et de symptômes psychologiques associés, au cours du mois précédent.^{108 109}

Santé psychologique

Des problèmes psychologiques peuvent précéder la FDE ou en résulter.¹ La FDE chez les athlètes s'est avérée avoir des influences négatives sur divers aspects du bien-être psychologique. Le fort désir de minceur peut être un indicateur de FDE, car des scores de désir de minceur élevés sur l'inventaire des troubles alimentaires (EDI) ont été associés à une dépense énergétique au repos réduite, à des taux de T3 réduits et à des taux de ghréline élevés chez les athlètes féminines.¹¹⁰ Les athlètes ayant obtenu un score élevé pour le désir de minceur ont également obtenu des scores élevés dans les domaines de l'inefficacité, de la restriction cognitive et des tendances boulimiques.¹¹⁰ Les adolescentes atteintes d'AHF se sont avérées avoir une plus forte incidence de traits dépressifs légers, de troubles psychosomatiques et une capacité moindre à gérer le stress.^{111 112} Une étude séparée a constaté un recoupement chez les adolescentes

atteintes d'anorexie mentale et celles atteintes d'AHF : les deux groupes démontraient des scores plus élevés de dépression, d'insécurité sociale, d'introversion et de peur de prendre du poids, que chez les témoins sains.¹¹³ Des troubles psychologiques plus profonds ont été observés dans le groupe supposé avoir une DE plus restreinte (anorexie mentale) que dans le groupe atteint d'AHF.¹¹³ Les résultats d'une étude chez des athlètes masculins ont indiqué que des comportements de restriction alimentaire et de développement musculaire étaient associés à une symptomatologie boulimique.¹¹⁴ En outre, des études sur des bodybuilders ont indiqué qu'une DE prolongée d'environ 20-25 kcal/kg MM/jour, comme observé au stade final des régimes en vue des concours, pouvait être pathologique et avoir des effets psychologiques négatifs pour les hommes.²⁷ Les schémas de restriction alimentaire observés ont entraîné une réduction de la masse musculaire et une perte de force, avec des signalements de dysfonction endocrinienne et de troubles de l'humeur chez les athlètes dont les mesures de composition corporelle révélaient une masse grasse totale d'environ 4 %.²⁷

Alimentation déséquilibrée et troubles alimentaires

L'alimentation déséquilibrée (AD) et les troubles alimentaires (TA) prévalent davantage parmi les athlètes féminines et masculins dans les sports sensibles au poids, que chez les athlètes pratiquant des sports dans lesquels la minceur est une variable liée à la performance moins importante.¹¹⁵⁻¹¹⁹ Dans une étude norvégienne chez des adolescentes et adolescents sportifs de haut niveau, une prévalence d'alimentation déséquilibrée plus forte chez les non-athlètes que chez les athlètes a été observée lors de l'utilisation de questionnaires,¹²⁰ mais lors d'un entretien clinique, la prévalence des troubles alimentaires était plus élevée chez les athlètes que chez les témoins.¹²¹ Ces conclusions suggèrent la nécessité d'entretiens individuels pour diagnostiquer les troubles alimentaires chez les athlètes.^{117 121 122} Il convient de noter que les critères de diagnostic révisés des troubles alimentaires (*Diagnostic and Statistical manual of Mental disorders 5th edition, DSM-5*) peuvent influencer la prévalence des différents diagnostics parmi les athlètes.^{123 124}

La pathogenèse des troubles alimentaires est multifactorielle, des facteurs culturels, familiaux, individuels et génétiques/biochimiques entrant en jeu.¹²⁵ Une pression liée au poids ainsi que le risque d'un unique trouble alimentaire et les facteurs déclenchants ont été rapportés, et incluent une pression liée à la performance, une augmentation soudaine du volume d'entraînement, une blessure, une modélisation entre équipiers des comportements liés aux troubles alimentaires et les pesées collectives.¹²⁶⁻¹²⁸ Un désir d'être plus mince pour améliorer les performances semble prédire une alimentation déséquilibrée ultérieure,¹²⁷ tandis que le risque de pathologie alimentaire augmente lorsque la relation entraîneur-athlète est caractérisée par des conflits importants et peu de soutien.¹²⁹ L'alimentation déséquilibrée semble être influencée par le perfectionnisme, la compétitivité, la tolérance à la douleur et l'avantage perçu d'une perte de poids en termes de performance.¹³⁰ Ces facteurs de risque suggérés doivent être validés pour démontrer une relation causale. Toutefois, ces conclusions servent d'appel à l'action pour un dépistage amélioré des troubles alimentaires parmi les athlètes qui subissent une pression liée au poids, qui sont blessés ou qui ont des coéquipiers présentant une alimentation déséquilibrée/des troubles alimentaires connus.¹²⁶

Conséquences d'une faible disponibilité énergétique sur les performances

Des liens entre divers indicateurs de FDE (p. ex. aberrations hormonales, oligoménorrhée/aménorrhée, participation à des sports où la minceur est importante et scores élevés aux outils de dépistage TA/AD/FDE) et des facteurs ayant une influence négative sur les performances (p. ex. maladie, blessure, carence en fer, altération de la cognition et de l'humeur) ont été rapportés.^{87 93 94 131-137} Les études interventionnelles sur la restriction énergétique à long terme et les performances sportives font défaut.¹³⁸ Toutefois, il a été supposé qu'une FDE persistante pouvait affecter les performances sportives via divers mécanismes indirects et différents (p. ex. récupération altérée entraînant une réduction prématurée des capacités

physiques, psychologiques et mentales, ainsi qu'une altération de la masse et de la fonction musculaires optimales).¹³⁹ En effet, on pourrait s'attendre à ce que la FDE affecte les performances ou perturbe les augmentations de performances optimales via une altération accrue de processus clés tels que le stockage du glycogène¹⁴⁰ ou la synthèse des protéines,¹⁴¹ ou en empêchant un entraînement régulier et de grande qualité en raison du risque accru de blessure et de maladie.^{108 109}

Malgré l'importance de ces liens, ce n'est que récemment que des études ont essayé de mesurer l'impact direct de la FDE sur les performances sportives. Par exemple, Silva et Paiva ont rapporté que les performances sportives, mesurées au vu du classement dans la compétition, étaient négativement corrélées avec la DE chez les gymnastes rythmiques de haut niveau.¹⁴² En outre, Tornberg et al. n'ont observé aucune différence de capacité aérobie (VO₂, O₂ (ml/min/kg)) entre les athlètes d'endurance de haut niveau euménorrhéiques et les athlètes d'endurance de haut niveau atteintes d'AHF secondaire, malgré un poids corporel et une masse grasse inférieurs chez les athlètes atteintes d'AHF.¹⁴³ Toutefois, les sujets atteints d'AHF avaient une performance neuromusculaire (mesurée par la force musculaire du genou et l'endurance) et un temps de réaction moins bons que les athlètes euménorrhéiques.¹⁴³ Globalement, la performance neuromusculaire réduite était associée à des taux de cortisol élevés et à une diminution de la glycémie, de la T3, des œstrogènes et de la MM de la jambe testée.¹⁴³ Bien que la recherche d'un meilleur rapport poids/puissance soit couramment considéré comme important pour les performances en course à pied, cette étude suggère qu'atteindre un poids corporel ou une composition corporelle idéalisée via une restriction sévère et persistante d'énergie, est susceptible d'affecter négativement les performances et la santé.¹⁴³ Cette conclusion est étayée par une étude chez des coureurs d'Afrique orientale.¹⁴⁴ Woods et al. ont suivi des rameuses et des rameurs de l'équipe nationale sur une période d'entraînement intensifié de 4 semaines, sans augmentation de l'apport énergétique malgré une augmentation de 21 % de la charge d'entraînement.⁹¹ Ils en ont conclu qu'une DE insuffisante affectait négativement la récupération après l'entraînement, expliquant au moins partiellement les altérations dans la stratégie d'allure d'un contre-la-montre de 5 km et les performances réduites.⁹¹

Compte tenu de la forte prévalence rapportée de dysfonction menstruelle due à un déficit énergétique,¹⁴⁵ fait étonnant, une seule étude a étudié l'impact direct de la FDE sur les performances sportives. Vanheest et al. ont fait état d'une baisse de 10 % de la vitesse de nage sur un contre-la-montre de 400 m (après 12 semaines d'entraînement) parmi de jeunes nageuses de haut niveau présentant une suppression ovarienne secondaire à un déficit énergétique, contre une amélioration de 8 % chez leurs coéquipières euménorrhéiques.¹³ Il est clair que davantage d'études, y compris des protocoles solides impliquant la répartition aléatoire des athlètes dans les groupes d'intervention, sont nécessaires pour apporter des preuves supplémentaires et une explication des effets de la FDE sur les adaptations à l'entraînement et les performances sportives.

Prévention du déficit énergétique relatif dans le sport

La prévention du RED-S nécessite une sensibilisation accrue chez les athlètes et leur entourage. Les preuves actuelles suggèrent qu'il reste beaucoup de travail à accomplir. Des enquêtes ont rapporté que moins de 50 % des médecins, entraîneurs, physiothérapeutes et préparateurs physiques savaient identifier les composantes de la triade (FDE avec ou sans trouble alimentaire, dysfonction menstruelle et faible DMO),^{70 146-152} et seulement 19 % des 370 infirmières scolaires du secondaire aux États-Unis savaient identifier les trois composantes.¹⁵³ Dans une enquête menée auprès de 931 médecins spécialistes, seulement 37 % connaissaient la triade, et seule une moitié de ces derniers était à l'aise pour traiter ou orienter les patientes.⁷⁰ Dans un groupe de sportives australiennes, un tiers pensait que des règles irrégulières étaient « normales » pour des femmes actives, et environ la moitié déclarait savoir qu'une dysfonction menstruelle était un facteur de risque de mauvaise santé osseuse.¹⁵⁴ Des programmes éducatifs ont typiquement identifié leurs publics cibles comme les professionnels de santé, les entraîneurs, les préparateurs

physiques, les professeurs, les administrateurs scolaires, les athlètes et les parents.¹⁵⁵ Toutefois, une enquête auprès des Fédérations sportives internationales (FI) a révélé que seulement 2 des 28 FI olympiques avaient des programmes sur le RED-S, indiquant le besoin d'adopter également une approche descendante.¹⁵⁶ Des programmes d'éducation aux troubles alimentaires/à l'image corporelle/à la triade/à la dissonance cognitive, basés sur les pairs, se sont révélés prometteurs,¹⁵⁷⁻¹⁶⁰ et des programmes similaires de sensibilisation au RED-S menés par les pairs devraient être développés.

Les programmes efficaces de prévention des troubles alimentaires doivent être multimodaux et interactifs, et cibler les athlètes et le personnel d'entraînement.¹⁶¹ Parmi les interventions réussies, citons un programme éducatif mené par les pairs pour les athlètes féminines, qui a entraîné une amélioration de la pathologie boulimique 1 an après l'intervention.¹⁶² Un programme d'intervention contrôlé dans les écoles norvégiennes, incluant des athlètes féminines et masculins de haut niveau¹⁶³ et des entraîneurs,¹⁶⁴ a évité tout nouveau cas de troubles alimentaires chez les femmes dans les écoles ciblées, contre huit (13 %) chez les femmes dans les écoles témoins.¹⁶³ Il n'y a eu qu'un seul nouveau cas de trouble alimentaire chez un homme dans une école témoin et aucun cas chez les hommes dans les écoles ciblées.¹⁶³ Ces résultats suggèrent qu'une prévention efficace de l'alimentation déséquilibrée et des troubles alimentaires doit cibler les individus au-delà des athlètes et des entraîneurs, être sexospécifique, impliquer l'entourage proche et inclure des changements dans les réglementations sportives, les mesures politiques et le système de santé.¹⁶⁵

Dépistage du déficit énergétique relatif dans le sport

La détection précoce des athlètes à risque de déficit énergétique est essentielle pour prévenir les séquelles sur la santé à long terme.^{169 85} Il existe plusieurs outils de dépistage d'une alimentation déséquilibrée/des troubles alimentaires conçus pour la population générale.¹⁶⁶⁻¹⁶⁹ Certains outils ont été développés pour cibler les athlètes, bien qu'aucun ne soit validé pour les critères du *Diagnostic and Statistical manual of Mental disorders 5th edition* (DSM-5).¹⁷⁰⁻¹⁷² En outre, en raison de la stigmatisation associée aux troubles alimentaires, les athlètes peuvent être incités à cacher leur maladie. Un score élevé de désir de minceur sur l'inventaire des troubles alimentaires (EDI)¹⁶⁸ s'est avéré être en faveur d'un déficit énergétique chez les femmes sportives,¹⁷³ alors que les athlètes aménorrhéiques semblent davantage susceptibles d'avoir un désir de minceur plus fort que les athlètes euménorrhéiques.¹⁷³ Afin de diagnostiquer un trouble alimentaire, des entretiens personnels approfondis supplémentaires doivent être réalisés.^{117 121 122 166} Toutefois, la prévalence du déficit énergétique est rapportée comme étant élevée chez certains athlètes même en l'absence d'alimentation déséquilibrée/de troubles alimentaires.^{90 145}

Bien que les entraîneurs soient idéalement placés pour identifier les athlètes ayant une alimentation déséquilibrée/des troubles alimentaires, ils ont parfois du mal à faire la distinction entre les athlètes dont l'apparence ou les mesures de la composition corporelle répondent aux attentes de leur type de sport (p. ex. minceur), et ceux atteints d'un trouble alimentaire, en particulier si les performances de l'athlète sont bonnes.¹⁷⁴ Même si une alimentation déséquilibrée est détectée, les entraîneurs peuvent avoir des difficultés à convaincre les athlètes de se faire traiter.¹⁷⁵

L'examen périodique de santé¹⁷⁶ et l'évaluation physique d'avant-participation¹⁷⁷ incluent des questions pertinentes qui peuvent être utiles pour une détection précoce. Récemment, le LEAF-Q a été développé¹² sous la forme d'un court questionnaire sur les symptômes physiologiques liés au déficit énergétique, et le questionnaire sur la faible disponibilité énergétique chez les hommes est en cours de développement. L'élargissement des tests de ces questionnaires dans diverses populations d'athlètes est nécessaire. Les preuves de l'efficacité des questionnaires auto-administrés sont limitées, et une évaluation individuelle supplémentaire est recommandée.^{1 85} L'outil d'évaluation clinique du RED-S (RED-S CAT) peut aider les cliniciens à dépister le RED-S et à gérer les décisions de retour au jeu,¹⁷⁸ bien que sa validation soit requise.

TRAITEMENT DU DEFICIT ENERGETIQUE RELATIF DANS LE SPORT

Prise en charge non pharmacologique

Si la FDE est due à une sous-alimentation involontaire, alors une éducation nutritionnelle simple peut suffire. Indépendamment de la sévérité de la pathologie alimentaire, l'intervention rapide d'un expert accrédité ou correctement formé (p. ex. diététicien du sport) est recommandée pour améliorer les pratiques nutritionnelles de l'athlète. Optimiser la DE peut améliorer la fonction de l'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique, ainsi que d'autres systèmes négativement affectés par la FDE chez les femmes.^{15 179-181} Les déficits énergétiques doivent être traités par une modification des pratiques sportives et nutritionnelles^{68 182} tant chez les athlètes féminines que masculins, tandis que les besoins énergétiques peuvent être encore plus élevés chez les adolescents en pleine croissance. Le traitement est généralement basé sur une augmentation de l'apport énergétique mais peut également nécessiter des changements dans le choix des aliments, la répartition de l'énergie et d'autres caractéristiques alimentaires ; ces changements doivent être individualisés et périodisés selon la dépense énergétique et les objectifs sportifs de l'athlète. Une réduction ou une cessation de l'activité physique peut être nécessaire, selon la sévérité du déficit énergétique, des symptômes et du niveau d'observance.

Une quantité suffisante de nutriments nécessaires à la formation des os est essentielle ; par exemple, des taux sériques de 25-hydroxyvitamine D < 30 ng/ml sont associés à une incidence accrue de fracture de fatigue.¹⁸³ Un apport en vitamine D de 600 à 800 UI par jour est recommandé par les directives alimentaires de l'USDA,¹⁸⁵ mais un apport supérieur peut être nécessaire de façon temporaire pour atteindre les taux sériques cibles de 25-hydroxyvitamine D supérieurs à 30 ng/ml.¹⁸⁶⁻¹⁸⁸ L'augmentation des taux de 25-hydroxyvitamine D peut également réduire le temps de guérison et faciliter un retour au jeu plus rapide en cas de fracture de fatigue.¹⁸⁹ En outre, une consommation suffisante de calcium peut aider à réduire l'incidence de fracture de fatigue.^{190 191} La recommandation actuelle pour l'apport quotidien de calcium est de 1 000 mg/jour pour les femmes et hommes âgés de 19 à 50 ans, et de 1 300 mg/jour pour les enfants et les adolescents âgés de 9 à 18 ans.¹⁹²

La thérapie cognitive comportementale est un autre traitement non pharmacologique pour le RED-S, qui s'est avéré contribuer au retour des menstruations chez certaines femmes atteintes d'AHF.^{193 194} La prise en charge non pharmacologique initiale du RED-S peut restaurer la fonction menstruelle en quelques mois,^{181 195} tandis que les améliorations de la santé osseuse prennent plus de temps et risquent de ne jamais atteindre des niveaux optimaux.¹⁵ La non-observance du traitement peut obliger à retirer l'athlète de l'entraînement/de la compétition. Des exemples de contrats de traitement et de catégories d'autorisation pour le retour au jeu peuvent se trouver dans d'autres publications.^{1 85 196} Les recommandations actuelles nécessitent une validation supplémentaire et peuvent conduire à l'inclusion éventuelle d'autres paramètres de progrès, tels que le TMR et des biomarqueurs sanguins.

Interventions pharmacologiques

L'utilisation de contraceptifs oraux combinés dans l'objectif de rétablir les menstruations ou d'améliorer la DMO chez les athlètes féminines atteintes de RED-S n'est pas recommandée. Les données concernant les effets des contraceptifs oraux combinés sur la DMO et le risque de fracture sont contradictoires.^{68 197-200} Si l'athlète utilise des contraceptifs oraux combinés comme contraception, elle doit comprendre que ces derniers peuvent masquer le retour de menstruations spontanées, et que la perte osseuse peut continuer si le déficit énergétique n'est pas corrigé. Si les cycles menstruels ne reviennent pas après un essai raisonnable d'interventions nutritionnelles, psychologiques et/ou sportives modifiées, un traitement par œstradiol transdermique (E2) avec progestérone orale cyclique peut être envisagé sur une courte durée.⁶⁸ Surtout, l'E2 transdermique ne constitue pas une forme fiable de contraception hormonale et il faut conseiller aux athlètes d'éviter toute grossesse non désirée si elles reçoivent de l'E2 transdermique pour leur santé osseuse. L'œstrogène transdermique n'affecte pas la sécrétion d'IGF-1, une

Déclaration de consensus

hormone trophique osseuse que les contraceptifs oraux combinés régulent à la baisse, et s'est avéré améliorer la DMO dans l'anorexie mentale,²⁰¹ ainsi que la microarchitecture osseuse et la DMO chez les athlètes oligo-aménorrhéiques.²⁰² L'hormone parathyroïdienne recombinante 1-34 (rPTH) s'est révélée améliorer la DMO dans l'AM²⁰³ tandis que son utilisation exceptionnelle de courte durée peut être envisagée chez les adultes présentant une FDE, une AHF ou un RED-S dans le cadre d'une cicatrisation de fracture retardée ou d'une DMO très faible.⁶⁸ Il ne faut prescrire l'œstrogène transdermique ou la rPTH qu'en concertation avec un expert du métabolisme osseux car il est important de noter que la rPTH est contre-indiquée chez les adolescents et les jeunes adultes avec des cartilages de croissance non fusionnés.⁶⁸

Stratégies thérapeutiques pour l'alimentation anormale/les troubles alimentaires

L'alimentation déséquilibrée/les troubles alimentaires apparents doivent être traités par une équipe pluridisciplinaire incluant un soutien médical, nutritionnel et mental. Un traitement en milieu hospitalier doit être envisagé pour les patients présentant une bradycardie sévère, une hypotension, un orthostatisme et/ou un déséquilibre électrolytique.^{85 196 204} La résistance au traitement chez les athlètes augmente généralement avec la sévérité du problème.²⁰⁵ Étant donné que de nombreux patients atteints de troubles alimentaires considèrent leurs troubles comme utiles et nécessaires,²⁰⁶ la motivation à guérir est un facteur essentiel du traitement. La pratique sportive servant de moyen de pression pour les athlètes, le désir d'être suffisamment en forme pour reprendre le sport facilite très souvent la guérison de celles et ceux qui sont atteints de troubles alimentaires.²⁰⁷

Comme des taux plus élevés de dépression et d'anxiété sont observés chez les athlètes présentant une pathologie alimentaire,²⁰⁸ il est nécessaire de traiter ces pathologies chez les athlètes ayant une alimentation déséquilibrée/des troubles alimentaires. En outre, des comorbidités telles que dépression, anxiété et abus de substances compliquent le traitement des troubles alimentaires et nécessitent des modifications du traitement.¹⁶⁵ Idéalement, le traitement doit être dispensé par un professionnel de la santé mentale expérimenté dans le traitement des problèmes alimentaires chez les athlètes.²⁰⁵ Pour les athlètes satisfaisant les critères de diagnostic de troubles alimentaires sévères (p. ex. anorexie mentale et boulimie), participer à une compétition n'est pas recommandé.¹

Conclusions

Depuis la publication initiale de la déclaration de consensus du CIO sur le RED-S en 2014, il y a eu de nombreuses avancées scientifiques pour améliorer notre compréhension des effets de la FDE sur la santé et les performances des athlètes tant féminines que masculins. Pour combler les lacunes restantes, les auteurs du consensus du CIO sur le RED-S encouragent la recherche scientifique dans les domaines suivants :

1. L'identification des athlètes à risque de RED-S : il est évident qu'il n'existe pas d'outil pratique pour la mesure de la DE ; par conséquent, il y a une nécessité reconnue de développer une méthodologie pour dépister et identifier les athlètes à risque de RED-S, qui soit à la fois scientifiquement validée ainsi qu'utile et applicable en pratique clinique pour le sport.
2. La prévention du RED-S : une meilleure sensibilisation au RED-S est requise via des initiatives éducatives pour les athlètes et les membres de leur entourage, les entraîneurs et les organisations sportives. Le développement d'interventions de prévention scientifiquement validées est encouragé.
3. Athlètes masculins : malgré l'amélioration de la base de connaissances du RED-S chez les athlètes masculins, une lacune demeure dans notre compréhension du RED-S dans des sports spécifiques avec des exigences énergétiques, des normes de performance, des ethnicités et des perspectives culturelles différentes.
4. Les conséquences du RED-S sur la santé et les performances : il reste encore beaucoup à apprendre sur les risques pour la santé psychologique et physiologique, et les conséquences à long terme du RED-S chez tous les athlètes, en particulier les athlètes masculins, les

para-athlètes et les athlètes de diverses ethnicités. Pour mieux mobiliser l'attention des athlètes et des entraîneurs, il est impératif d'approfondir notre compréhension des effets du RED-S sur les performances.

5. Traitement et « retour au jeu » : les recommandations pratiques pour le traitement et le retour au jeu sans risque des athlètes atteints de RED-S doivent être affinées pour améliorer la santé et les performances des athlètes.

Affiliations des auteurs

¹Department of Family Medicine, Michael G DeGroote School of Medicine, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

²Department of Sports Medicine, The Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway

³Sports Nutrition, Australian Institute of Sport, Beclonnen, Australia ⁴Centre for Exercise and Nutrition, Mary MacKillop Institute for Health Research, Melbourne, Victoria, Australia

⁵Divisions of Sports Medicine and Endocrinology, Boston Children's Hospital, Boston, Massachusetts, USA

⁶Neuroendocrine Unit, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, USA

⁷Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Harvard Medical School, Spaulding Rehabilitation Hospital/Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts, USA

⁸Heidi Rothberg Sport Medicine Center, Shaare Zedek Medical Center, Hebrew University, Jerusalem, Israel

⁹Department of Family Medicine, Faculty of Medicine and Dentistry, Glen Sather Sports Medicine Clinic, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada ¹⁰Department of Nutrition, Exercise and Sport, University of Copenhagen, Frederiksberg, Denmark

¹¹Health Sciences Department Colorado Springs, University of Colorado, Denver, Colorado, USA

¹²Independent researcher, USA ¹³Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Harvard Medical School, Spaulding Rehabilitation Hospital, Charlestown, Massachusetts, USA ¹⁴Faculty of Health and Sport Sciences, University of Agder, Kristiansand, Norway ¹⁵IOC Medical and Scientific Department, Lausanne, Switzerland

Remerciements Les auteurs tiennent à remercier sincèrement Barbara Drinkwater pour son travail dans le domaine de la triade de l'athlète féminine et pour son soutien constant des avancées scientifiques dans ce domaine. Des remerciements particuliers à Allyson L Parziale et Bryan Holtzman pour leur assistance logistique et rédactionnelle.

Contributeurs MM, JKS-B et LMB ont apporté des contributions substantielles à la conception et au projet et sont les co-coordonateurs du groupe d'experts du CIO. MM, JKS-B, LMB et KEA ont apporté des contributions substantielles à l'élaboration et à la révision du manuscrit. CB, NC, CL, BL, AKM, NLM, RTS, AST, MKT et RB sont les membres du groupe d'experts du CIO et ont apporté des contributions substantielles à l'élaboration du manuscrit. RB est le Directeur du département médical et scientifique du CIO et a contribué à la révision du manuscrit. Tous les auteurs ont confirmé la version finale devant être publiée.

Financement Les auteurs n'ont déclaré aucune subvention spécifique pour cette recherche de la part d'un organisme de financement du secteur public, commercial ou non lucratif.

Intérêts concurrents Aucune déclaration.

Consentement des patients Non requis.

Provenance et examen par les pairs Non commandé ; examen externe par les pairs.

Déclaration de partage des données Il n'y a pas de données non publiées.

© Auteur(s) de l'article (ou leur(s) employeur(s) sauf indication contraire dans le texte de l'article) 2018. Tous droits réservés. Aucune utilisation commerciale n'est permise sauf autorisation expresse.

Références

Voir article original

1

