

# La fatigue chez l'athlète adolescent

Drs NATHALIE WENGER<sup>a</sup>, YUSUKE LEO TAKEUCHI<sup>b</sup>, FRANÇOISE LIER<sup>b</sup> et BORIS GOJANOVIC<sup>a,c</sup>

Rev Med Suisse 2019; 15: 1323-8

**La fatigue est un motif de consultation fréquent chez l'athlète adolescent. Une fatigue aiguë après un effort intensif est physiologique, voire même recherchée dans le but d'améliorer les performances. Une fatigue qui s'installe doit interpeller. Les causes sont multiples, parfois bien précises, mais souvent multifactorielles. Une approche holistique est indispensable, surtout chez l'adolescent, avec une anamnèse somatique, psychosociale et sportive détaillée. Le rôle du professionnel de la santé est de détecter au plus vite les premiers signes, certains diagnostics difficiles à poser pouvant avoir de lourdes conséquences physiques et psychiques à long terme (surentraînement, burnout, abus, trouble du comportement alimentaire). En cette ère d'épidémie de surpoids chez les jeunes, l'abandon du sport est à éviter absolument.**

## Fatigue in the adolescent athlete

*Adolescent athletes frequently complain of fatigue. Acute fatigue after intense training is physiological and necessary in order to develop capacity and increase performance. However, healthcare practitioners must question persistent fatigue, which causes are multiple, sometimes clear, though mostly multifactorial. A comprehensive and holistic approach is especially required in adolescents, with a complete somatic, psychosocial and athletic history. The role of healthcare professionals is to quickly identify specific signs and complex diagnoses, which can lead to physical and psychological consequences in the long term (overtraining, burnout, abuse, eating disorders). Finally, in a time where overweight and inactivity is rampant in the youth, we must imperatively avoid adolescents dropping out of sports and activity.*

## INTRODUCTION

La fatigue est un symptôme fréquent et concerne près de 40% des adolescents sur une base hebdomadaire.<sup>1</sup> Les athlètes adolescents ne sont pas épargnés et se plaignent plus souvent de fatigue et de douleurs que les adolescents non sportifs, malgré une meilleure qualité de vie et santé globale (physique et psychique).<sup>2-4</sup> Le symptôme de fatigue est aspécifique et complexe, et varie chez les sportifs entre sensation de lourdeur des jambes, besoin accru de sommeil, dyspnée nouvelle à l'effort, baisse des performances, élévation de la fréquence cardiaque de repos, perte d'appétit, ou sensation de «ne plus pouvoir suivre les autres».

Si une fatigue de quelques heures ou jours après un entraînement intensif est physiologique, sa persistance au-delà d'une

à deux semaines malgré des plages de récupération (réduction > 50% de l'entraînement) doit interpeller les parents, entraîneurs ou professionnels.

Cette fatigue a des conséquences en cascade pour l'athlète. D'abord baisse des performances, puis perte de plaisir et démotivation avec atteinte du moral. Cela peut conduire à un épuisement psychique (burnout) ou à l'abandon de l'activité sportive (*drop-out*) et impacter la santé physique et psychique.

Le rôle du professionnel de la santé traitant des athlètes adolescents est de détecter précocement cette fatigue et d'identifier les causes prépondérantes spécifiques à l'adolescence et au sport.

Face à l'épidémie mondiale de surpoids et du manque d'activité physique, il est primordial d'éviter ces phénomènes de perte de plaisir et d'abandon chez l'adolescent sportif, tant les bienfaits physiques et psychiques d'une activité sportive ne sont plus à démontrer.<sup>2-5</sup>

Cet article présente les causes les plus fréquentes de fatigue chez l'athlète adolescent, et leur prise en charge.

## CAUSES CLASSIQUES DE FATIGUE (ADOLESCENT SPORTIF ET NON SPORTIF)

La fatigue prolongée est parfois explicable par une cause médicale traitable, mais le plus souvent elle résulte d'un déséquilibre entre demandes extérieures (formation et style de vie) et capacités internes du corps, physiologiquement altérées par la croissance et les changements pubertaires.<sup>6</sup>

Les perturbations du *sommeil* sont une cause fréquente de fatigue (décalage de phase classique à l'adolescence). On rappellera l'effet négatif d'une utilisation inadéquate des écrans, qu'il faut dépister. Chez le sportif, le besoin de sommeil est plus important encore, face à une dépense énergétique importante.<sup>2</sup> Si l'on recommande des nuits de 8,5 à 9,5 heures<sup>7</sup> et un arrêt des activités sportives suffisamment longtemps avant le coucher, cela est rarement compatible avec la vie de sportif (entraînements très tôt le matin et tard le soir).

Même sans trouble du sommeil, un *rythme de vie* soutenu peut aussi être à l'origine de la fatigue chez les sportifs qui cumulent de nombreuses heures de sport en plus du temps pour la formation et les relations sociales.

Les causes *psychologiques* sont responsables de plus de 80 à 90% des plaintes de fatigue chez les adolescents.<sup>8</sup> De nombreux facteurs peuvent provoquer un *stress*, source de fatigue. Chez les jeunes sportifs, on sera particulièrement attentif à la pression engendrée par la compétition et à leur capacité de

<sup>a</sup> Centre interdisciplinaire de médecine du sport pour adolescents (CIMSA), Département femme-mère-enfant, CHUV, 1011 Lausanne, <sup>b</sup> Division interdisciplinaire de santé des adolescents (DISA), Département femme-mère-enfant, CHUV, 1011 Lausanne, <sup>c</sup> Health and Performance Medical Director, Swiss Olympic Medical Center, Hôpital de La Tour, 1217 Meyrin  
nathalie.wenger@chuv.ch | yusuke-leo.takeuchi@chuv.ch  
francoise.lier@chuv.ch | boris.gojanovic@latour.ch

gestion de ce stress. Les attentes des entraîneurs et parents revêtent une importance particulière dans ce contexte.<sup>9,10</sup> Dans les sports d'équipe, la relation avec les coéquipiers peut aussi être une source de stress (moqueries, chantage, racket, etc.). On doit aussi exclure un trouble anxio-dépressif ou une autre pathologie psychiatrique.

Bien évidemment, une origine *somatique* doit être recherchée (anémie, allergie ou asthme en particulier à l'effort, infections, abus de médicaments/drogues, sevrage, affections endocrines, métaboliques, causes tumorales, insuffisances organiques, maladies inflammatoires, etc.). Chez le sportif, on exclura une péri-myocardite virale à bas bruit qui peut exposer à un risque arythmique à l'effort.

### CAUSES PLUS SPÉCIFIQUES DE LA PRATIQUE SPORTIVE

#### Surentraînement

Beaucoup pensent que plus on s'entraîne, meilleur on sera. S'il y a du juste dans ce dogme, le repos et la récupération font partie intégrante d'un entraînement optimal. Ce dernier a pour but de stresser de manière régulière le corps avec l'application d'une certaine charge, pour induire des adaptations qui améliorent la capacité physique (phénomène de supercompensation) (**figure 1a**).<sup>11-14</sup> En cas de déséquilibre, un manque d'adaptation s'installe, engendrant fatigue et possiblement surentraînement (**figure 1b**). Tout l'art réside dans le bon équilibre (très individuel) entre fatigue (entraînement, stressseurs externes) et récupération. Dans une bonne périodisation de l'entraînement et du calendrier de compétition, l'entraîneur planifie et monitoré tant la charge que la récupération, afin d'éviter les blessures de surcharge ou la fatigue. Pour cela, il peut s'aider d'une méthode d'évaluation de la pénibilité de l'entraînement (session RPE, pour *rate of perceived exertion*).<sup>15</sup> Si la définition du surentraînement n'est pas simple, on s'accorde à différencier quatre stades, selon la durée de la baisse des performances et de la récupération nécessaire (**tableau 1**).<sup>16</sup> La prévalence du surentraînement ou fatigue prolongée chez les jeunes athlètes est de 30-35% selon les études.<sup>9,14,17,18</sup> Elle est plus élevée chez les athlètes féminines, dans les sports individuels, d'endurance et de haut niveau.<sup>18</sup> Le risque en fonction de l'âge n'est pas clair, mais

TABLEAU 1		Les quatre stades progressifs de fatigue chez l'athlète
Stades	Définition	
1. Fatigue aiguë (supercompensation)	Due à l'entraînement normal Dure 24-48 h Pas de baisse des performances au-delà de 48 h de repos Suivie d'une période avec amélioration souhaitée des performances (supercompensation)	
2. Functional Overreaching (FOR)	Période normale suivant des efforts soutenus (camp d'entraînement), contribuant à des adaptations positives Courte période de baisse des performances Nécessite <i>quelques jours</i> à 2 semaines de repos Suivie d'une période avec amélioration des performances (supercompensation)	
3. Non Functional Overreaching (NFOR)	Stagnation ou courte période de baisse des performances (< 1 mois) Nécessite 2 semaines à 1 mois de repos pour restaurer la capacité de performance Pas suivi du phénomène de supercompensation	
4. Overtraining (OT)	Longue période de baisse des performances (> 1 mois) Cascade persistante de divers symptômes nécessitant <i>plusieurs mois</i> à 1 an de repos	

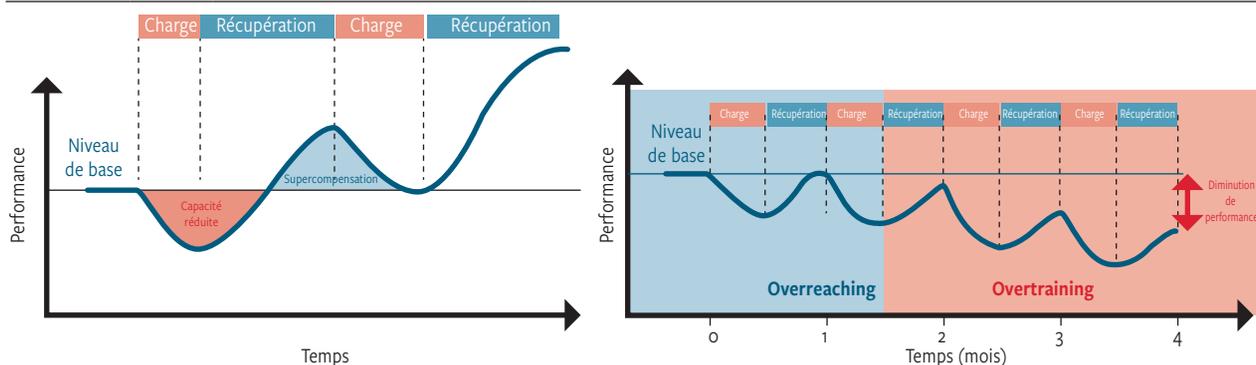
une forte variation individuelle existe. Si certains athlètes tolèrent une importante charge d'entraînement, d'autres ressentent la fatigue plus précocement. Plutôt que la charge elle-même, c'est surtout son augmentation excessive et rapide qui semble néfaste,<sup>13</sup> et on peut penser ici à l'effet des camps d'entraînements intensifs chez les adolescents en période de vacances scolaires. Le **tableau 2** résume les facteurs déclenchants et les facteurs de risque.<sup>9</sup>

Les symptômes et les signes restent souvent difficiles à identifier, car ils sont comme souvent peu spécifiques (**tableau 3**).<sup>14,18</sup> Si plusieurs hypothèses physiopathologiques ont été émises,<sup>19</sup> on retiendra surtout que c'est le déséquilibre entre la tolérance au stress physiologique et psychologique, et la quantité et capacité de récupération qui sont en jeu.

Le traitement consiste ainsi surtout en du repos, de la patience, un accompagnement et des explications. Il faut surtout bien guider l'athlète vers des entraînements courts (15-45 minutes) à intensité légère 2 à 3 fois par semaine, à

**FIG 1** Théorie de l'entraînement

a: Phénomène de supercompensation recherché après un entraînement (une charge) intensif; b: Mauvais timing. Fatigue et baisse des performances dues à un déséquilibre qui s'installe, lié à des périodes de récupération/repos insuffisantes.



**TABLEAU 2** Facteurs déclenchants et de risque (FR) d'un surentraînement et burnout

Domaine «Sport»		Domaine «Entourage»		Domaine «Personnel»	
Entraînement	Relationnel	Familial	Social	Santé et récupération	Psychologique
Haut volume d'entraînement	Pas de participation aux prises de décisions		Pression des pairs	Troubles du sommeil	Perfectionnisme
Augmentation de la charge d'entraînement sans récupération adéquate	Grande pression à la performance (entraîneur, parents, entourage)		Pression des médias et réseaux sociaux	Nutrition/hydratation insuffisantes ou inadéquates	Besoin de plaire aux autres
Compétitions excessives et intenses	Critiques (entraîneur/parents) si performance négative		Stresseurs externes (école, social, argent)	Infection, maladie ou blessure	Mauvaise confiance/manque d'estime en soi
Monotonie de l'entraînement	Coaching inadéquat	Stress dans la vie familiale		Blessure longue à traiter	Etat anxieux/stressé
Grande demande en temps pour s'entraîner	Stress dans la vie sportive (pression de l'entraîneur, relation avec coéquipiers, voyages)				Conceptualisation personnelle unique centrée que sur le sport
Spécialisation précoce					Peur de l'échec

adapter progressivement. Un soutien psychologique est souvent utile. L'idéal reste bien sûr la prévention, et des recommandations émises pour les jeunes ont fait l'objet d'un consensus international.<sup>9,20</sup>

### Burnout sportif

Ce diagnostic fait partie du spectre du surentraînement,<sup>14</sup> et est défini par une série de changements psychologiques, physiologiques et hormonaux résultant en une baisse des performances.<sup>9,10,20</sup> Une réponse émotionnelle négative à un stress chronique conduit le jeune athlète à cesser son activité, et c'est la grande différence avec un athlète en «simple» surentraînement qui reste motivé pour son sport. Le stress mène au burnout selon un processus en quatre stades.<sup>10</sup> La prévalence chez les athlètes adolescents est de 11% dans les sports individuels et 5% dans les sports d'équipe.<sup>14</sup>

Les symptômes classiques sont une perte de plaisir, une baisse des performances, une perturbation de l'humeur et une fatigue chronique.<sup>10,14,20</sup> Les facteurs de risque sont semblables au surentraînement (tableau 2), dont plusieurs épisodes augmentent le risque.<sup>14</sup>

### Carences

La *carence en fer* est classique, avec ou sans anémie. La prévalence est de 21% chez les adolescents en général,<sup>21</sup> et plus élevée chez les adolescents sportifs (femmes > hommes: jusqu'à 52% chez les jeunes filles sportives<sup>21</sup>), spécialement dans les sports d'endurance et à risque de troubles du comportement alimentaire (TCA). Les besoins en fer sont majorés durant la croissance, plus encore chez les jeunes filles réglées. On évoque des causes supplémentaires chez les sportifs: micro-ischémies du tractus intestinal, pertes sudorales ou spoliation urinaire. Une découverte récente donne une meilleure explication: l'effort intense stimule la production d'hepcidine dans le foie, laquelle bloque l'absorption et la distribution du fer.<sup>21,22</sup> Une carence significative peut contribuer à la fatigue, souvent améliorée par la substitution. On mesure la ferritine, dont les valeurs limites sont débattues dans le contexte sportif,<sup>21</sup> mais des recommandations claires

**TABLEAU 3**

### Symptômes et signes du syndrome de surentraînement

Atteintes parasympathiques	Atteintes sympathiques	Autres
Fatigue	Insomnie	Anorexie
Dépression	Irritabilité	Perte de poids
Bradycardie	Agitation	Trouble de la concentration
Perte de motivation	Tachycardie	Lourdeur et raideur musculaires, courbatures
	HTA	Anxiété
	Excitabilité	Fatigue au réveil
		Infections des voies aériennes supérieures plus fréquentes

sur les normes ont été éditées par la Société suisse de médecine du sport (SSMS/SGSM) (tableau 4).

On dépistera 1-2 x/an chez les jeunes sportifs, avec substitution au besoin (d'abord per os 3 mois puis IV en cas d'intolérance ou d'échec d'absorption), avec contrôle à 6-8 semaines. On préconise la prise de fer toutes les 48 heures plutôt que journalière pour améliorer l'absorption (évite le pic d'hepcidine).<sup>23</sup> Une consultation chez un-e diététicien-ne est encouragée.

Les *carences en vitamines* peuvent contribuer à la fatigue, notamment la vitamine B12 si l'alimentation est restreinte en produits animaliers (végétalisme, régime à la mode). La vitamine D fait là aussi couler beaucoup d'encre quant à un lien entre valeurs basses et fatigue. La littérature chez le sportif est foisonnante et inconstante, mais une carence tendrait à provoquer une fatigue musculaire (myalgies et faiblesse). Selon une étude suisse récente,<sup>24</sup> la prévalence chez les athlètes est de 50%, prédominante l'hiver, et surtout dans les sports en intérieur, chez les plus jeunes et avec un IMC bas. Les recommandations qui en découlent sont détaillées dans le tableau 4.

**TABLEAU 4** Investigations paracliniques d'une fatigue chez l'athlète adolescent

SSMS: Société suisse de médecine du sport.

Laboratoire de base	FSC, CRP, ferritine, 25-OH-vit D	Norme SSMS pour <i>ferritine</i> : - < 12 ans: 15 µg/l - 12-15 ans: 20 µg/l - 15-18 ans et adultes: 30 µg/l - Si entraînement en altitude: 50 µg/l  Norme pour 25-OH-Vit D: viser > 75 nmol/l. Substitution 600-1000 UI/j ou possibilité de donner 10 000 UI par semaine en gouttes
Complément laboratoire selon anamnèse et clinique	TSH, Vit B12, folates, VS, EBV, CMV, VIH, hépatites, glucose, créatinine, ALAT, troponines, CK	Norme pour <i>Vit B12</i> : > 300 pmol/l, et si entre 200 et 300 pmol/l, doser <i>HoloTranscobalamine</i> et viser > 37 pmol/l  CK et troponine si recherche de myo-péricardite  Le dosage des CK pour myopathie doit se faire après 7 jours de repos sportif
Autres examens selon clinique	ECG	Rechercher arythmies, signes de myo-péricardite
	Radiographie du thorax	Si dyspnée, douleurs
	Fonctions pulmonaires	Rechercher syndrome obstructif (asthme) CAVE: souvent normales si asthme d'effort, ad tests spécialisés
	Test d'effort	Selon plaintes, permet mesure de la capacité physique et point de comparaison pour évolution
	Prick test allergiques	Si asthme d'allure allergique
	POMS (Profil of Mood States)	Questionnaire sur 6 dimensions psychométriques, en cas suspicion de surentraînement/burnout

Quant aux *autres carences* (magnésium, zinc, sélénium, etc.) très médiatisées et populaires, elles restent complexes à mettre en évidence et ne sont pas clairement associées à la fatigue dans la littérature. Nous ne les recherchons pas.

**Nutrition du sportif**

La nutrition est primordiale pour la santé des athlètes en croissance, pour la performance, la récupération et les blessures.<sup>25</sup> Les besoins du jeune sportif sont augmentés, mais difficiles à prédire précisément (grande variabilité inter-individuelle, dépendance du pic de croissance). Sans pouvoir couvrir en détail ce sujet, une nutrition inadaptée en apports énergétiques peut clairement expliquer une fatigue. Les entraîneurs et les athlètes d'élite ont peu de connaissances dans ce domaine<sup>7</sup> et les recommandations sont souvent extrapolées de celles des adultes.<sup>25</sup>

En résumé, on recommande pour les jeunes sportifs:

- Une bonne hydratation de minimum 1,5 l d'eau/j, en évitant les boissons sucrées, et de boire pendant l'effort à intervalles réguliers.
- Un apport en protéines à midi et le soir, de préférence des produits laitiers (calcium: 1200-1500 mg/j).
- Les compléments protéinés ou compléments alimentaires sont superflus s'ils mangent de tout, exception faite de la vitamine D, B12 et du fer si indication.<sup>7,25</sup> Attention aux régimes végétaliens/-riens.
- Pour une bonne récupération: manger des hydrates de carbone et protéines dans les 45-60 minutes qui suivent l'effort. Si le trajet est long jusqu'au domicile, proposer une collation (type yogourt à boire ou barre protéinée).

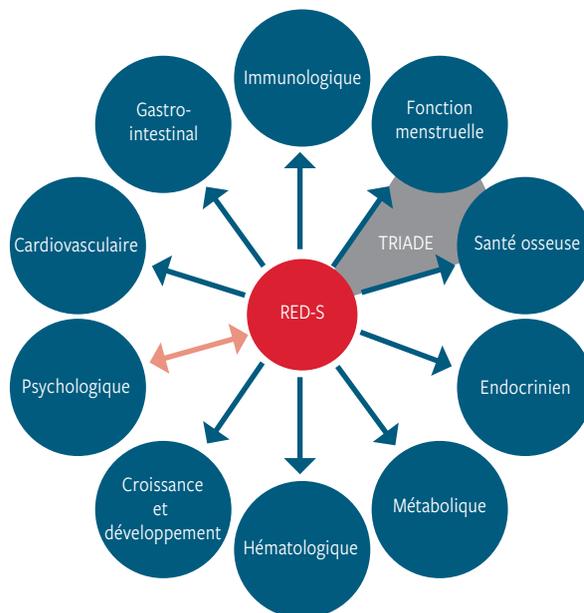
Une anamnèse alimentaire détaillée est primordiale, et le recours à un-e diététicien-ne est souvent utile (**tableau 5**).

**Déficit énergétique**

Une situation particulière de problèmes nutritionnels est fréquemment rencontrée sous forme de manque d'apports énergétiques par rapport aux besoins, parfois en association avec un trouble du comportement alimentaire (TCA). On

**FIG 2** RED-S (Relative Energy Deficiency in Sports)

Les différents systèmes touchés par le déficit en apports énergétiques. En gris: les 3 systèmes touchés dans l'ancienne définition de la Triade de l'Athlète Féminine.



**TABLEAU 5**

**Éléments anamnétiques importants**

Anamnèse de base	Anamnèse ciblée sur la pratique sportive
Anamnèse personnelle	Anamnèse familiale spécifique (asthme, allergies, problème cardiaque)
Antécédents	Age de début du sport et progression
Anamnèse systémique	Commotions
Anamnèse familiale	Blessures (date, traitement)
Allergies	Plan d'entraînement (fréquence/répartition/durée/ heures totales par semaine/ intensité/phases de repos/récupération/nombre de compétitions)
Médicaments	Changement dans entraînement (volume, intensité)
Voyages	Niveau, objectifs
Vaccins	Infection récente (myo-péricardite)
Sommeil, rythme de vie, facteurs de stress (école, famille, amis...), utilisation des écrans, alimentation	Nutrition : régime (végétarien, végétalien), type de repas/collations, nombre par jour, quantités (demandez des photos des assiettes!), apports journaliers en HC/lipides/protéines/produits laitiers, horaires par rapport aux entraînements
Image de soi	Compléments alimentaires, suivi nutritionnel
HEAADSSS (Habitat, Education, Activités, Alimentation, Drogues, Sexualité, Sécurité y compris violence, santé mentale et suicide)	Relation avec entraîneurs/parents/coéquipiers

regroupe ceci sous l'acronyme RED-S (*Relative Energy Deficiency in Sports*), nouvelle entité venant élargir les domaines de ce que l'on appelait la triade de l'athlète féminine (aménorrhée, anorexie et ostéoporose).<sup>26</sup> Le RED-S englobe les conséquences d'un déficit énergétique sur les différents systèmes (figure 2). Les TCA sont plus fréquents chez les adolescents sportifs d'élite que non sportifs (hommes 3 vs 0%, femmes 14 vs 5%),<sup>7</sup> surtout dans les sports d'endurance, esthétiques, artistiques ou à catégorie de poids. Le diagnostic précoce est essentiel pour prévenir de graves conséquences à long terme (santé osseuse et mentale).

Seule la bonne connaissance des risques, pratiques et signaux d'alerte permet une identification précoce, qui peut se faire lors des visites médico-sportives annuelles recommandées, avec un suivi des courbes de croissance et des questions ciblées.

### ÉVALUATION DE LA FATIGUE

Au vu de la multitude de facteurs pouvant engendrer ou aggraver une fatigue, une approche holistique bio-psycho-sociale est essentielle face à tout adolescent sportif. Elle commence par une anamnèse générale et psychosociale détaillée (acronyme HEAADSSS<sup>27</sup>), au moins en partie avec

l'adolescent seul. Puis continue avec une anamnèse ciblée sur la pratique sportive. Le **tableau 5** détaille ces éléments.

En règle générale, une fatigue installée et inexplicée doit faire l'objet d'examen complémentaires de base, présentés dans le **tableau 4**.

### CONCLUSION

Une fatigue persistant plus de deux semaines chez l'athlète adolescent n'est pas normale, contrairement à la fatigue physiologique de courte durée qui suit un entraînement intensif. Elle doit interpeller les parents, entraîneurs et professionnels de la santé. Les causes souvent multifactorielles (médicales ou non) demandent une approche bio-psycho-sociale complète, comprenant une anamnèse sportive et sociale détaillée. Nous n'avons pas parlé d'une autre cause cachée de fatigue, la maltraitance sous ces différentes formes; celle-ci est présente dans le sport comme les médias nous le rappellent tristement, et fait l'objet d'un article spécifique dans ce numéro.

On doit garder à l'esprit qu'un athlète adolescent est avant tout un adolescent, avec les causes usuelles de fatigue, mais certains diagnostics (surentraînement, burnout ou déficit énergétique) sont plus spécifiques et doivent être détectés, pour éviter les conséquences physiques et psychiques néfastes à long terme.

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

### IMPLICATIONS PRATIQUES

- Une fatigue qui persiste plus de 2 semaines chez un athlète adolescent doit interpeller tout parent, entraîneur ou professionnel de la santé
- Les causes sont souvent multifactorielles, et une approche bio-psycho-sociale est nécessaire pour identifier un diagnostic traitable ou certaines causes plus latentes, voire graves, comme une maltraitance, un surentraînement, un burnout ou une problématique d'apport énergétique inadéquat. Ne pas oublier d'explorer les causes classiques de fatigue présentes chez tout adolescent
- Les signes et symptômes d'un surentraînement ou d'un burnout doivent être détectés au plus tôt, afin d'éviter un traitement de longue haleine, voire un abandon du sport
- Une anamnèse sociale et sportive détaillée est indispensable, tout comme une investigation de la nutrition et du sommeil de l'athlète
- Les examens paracliniques doivent être guidés par l'anamnèse et l'examen clinique et les recommandations existantes pour les sportifs appliquées

1 Currie C, Hurrelmann K, Settertobulte W, Smith R, Todd J, et al. Health and health behaviour among young people: health behaviour in school-aged children: a Cross-national Study (HBSC) International Report. WHO; 2000.

2 Snyder Valier AR, Welch Bacon CE, Bay RC, et al. Reference values for the pediatric quality of life inventory and the multidimensional fatigue scale in adolescent athletes by sport and sex. *Am J Sports Med* 2017;45:2723-9.

3 Snyder AR, Martinez JC, Bay RC, et al. Health-related quality of life differs between adolescent athletes and adolescent nonathletes. *J Sport Rehabil* 2010;19:237-48.

4 Lam KC, Valier ARS, Bay RC, McLeod

TCV. A unique patient population? Health-related quality of life in adolescent athletes versus general, healthy adolescent individuals. *J Athl Train* 2013;48:233-41.

5 Terrier S, Gojanovic B, Depallens S,

- Vust S, Ambresin E. Adolescent et sportif: quand les excès s'addi(c)tionnent. *Rev Med Suisse* 2016;12:1144-7.
- 6 Viner R, Christie D. Fatigue and somatic symptoms. *BMJ* 2005;330:1012-5.
- 7 \*Bergeron MF, Mountjoy M, Armstrong N, et al. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *Br J Sports Med* 2015;49:843-51.
- 8 Neinstein LS. Adolescent health care: a practical guide. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
- 9 \*\*DiFiori JP, Benjamin HJ, Brenner JS, et al. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Br J Sports Med* 2014;48:287-8.
- 10 Gustafsson H, Sagar SS, Stenling A. Fear of failure, psychological stress, and burnout among adolescent athletes competing in high level sport. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27:2091-102.
- 11 Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative Biology of Exercise. *Cell* 2014;159:738-49.
- 12 Viru A. The mechanism of training effects: a hypothesis. *Int J Sports Med* 1984;05:219-27.
- 13 Soligard T, Schwellnus M, Alonso JM, et al. How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med* 2016;50:1030-41.
- 14 Winsley R, Matos N. Overtraining and elite young athletes. *The Elite Young Athlete* 2011;56:97-105.
- 15 Haddad M, Stylianides G, Djaoui L, Dellal A, Chamari K. Session-RPE Method for Training Load Monitoring: Validity, Ecological Usefulness, and Influencing Factors. *Front Neurosci* [Internet] 2017 [cited 2019 Apr 7];11. Available from: [www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00612/full](http://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00612/full)
- 16 \*\*Meeusen R, Duclos M, Foster C, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc* 2013;45:186-205.
- 17 Birrer D, Lienhard D, Williams CA, Röthlin P, Morgan G. Prevalence of non-functional overreaching and the overtraining syndrome in Swiss elite athletes. *Revue Suisse de Médecine et Traumatologie du Sport* 2013;61:23-9.
- 18 Matos NF, Winsley RJ, Williams CA. Prevalence of nonfunctional overreaching/overtraining in young English athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1287-94.
- 19 Kreher JB, Schwartz JB. Overtraining syndrome: a practical guide. *Sports Health* 2012;4:128-38.
- 20 Brenner JS. Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics* 2007;119:1242-5.
- 21 Clélin G, Cordes M, Huber A, et al. Iron deficiency in sports – definition, influence on performance and therapy. *Swiss Medical Weekly* [Internet] 2015 [cited 2019 Apr 7];145(4344). Available from: <https://smw.ch/en/article/doi/smw.2015.14196/>
- 22 Peeling P. Exercise as a mediator of hepcidin activity in athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010;110:877-83.
- 23 Stoffel NU, Cercamondi CI, Brittenham G, et al. Iron absorption from oral iron supplements given on consecutive versus alternate days and as single morning doses versus twice-daily split dosing in iron-depleted women: two open-label, randomised controlled trials. *The Lancet Haematology* 2017;4:e524-33.
- 24 Kriemler S, Zürcher S, Quadri A, et al. Vitamin D Spiegel und Prädiktoren bei Schweizer Sportlern – Empfehlung zur Substitution. *Swiss Sports & Exercise Medicine* 2018;66:18-25.
- 25 Jeukendrup A, Cronin L. Nutrition and elite young athletes. *The Elite Young Athlete* 2011;56:47-58.
- 26 \*\*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* 2014;48:491-7.
- 27 Adelman WP, Klein DA, Goldenring JM, et al. The HEEDSSS interview for adolescents. *Contemporary OB/GYN* 2014;59:31.

\* à lire

\*\* à lire absolument