



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



ELSEVIER
MASSON

Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

 www.em-consulte.com

SCIENCE
& SPORTS

Science & Sports 24 (2009) 40–44

Communication brève

Présentation clinique, biologique et ergométrique de six cas d'*overtraining syndrome*[☆]

Overtraining syndrome: Clinical, laboratory and exercise-test presentation of six cases

J.-F. Brun*, E. Varlet-Marie, C. Faugoin, J. Mercier

*Inserm ERI 25 «muscle et pathologies», service central de physiologie clinique (CERAMM)–service d'endocrinologie,
CHU Lapeyronie, 34295 Montpellier cedex 5, France*

Reçu le 2 juillet 2007 ; accepté le 20 novembre 2007
Disponible sur Internet le 13 août 2008

Résumé

Introduction. – Ce travail visait à décrire la sémiologie biologique et ergométrique de sportifs présentant la forme chronicisée du surentraînement.

Synthèse des faits. – Nous décrivons six cas d'*overtraining syndrome* caractérisé, explorés en détail. Ils présentent une réponse au questionnaire de forme Société française de médecine du sport (SFMS) remarquablement monomorphe. Les sujets présentés ici ont une *Insulin-like growth factor-binding protein 3* (IGFBP-3) toujours basse et une réduction de la fréquence cardiaque maximale ($F_{c_{max}}$), ainsi qu'une réduction de la constante γ_2 de décroissance postexercice du lactate et de l'aptitude à oxyder des lipides à l'exercice.

Conclusion. – La sémiologie de l'*overtraining syndrome* est variable et le questionnaire SFMS représente l'élément le plus informatif. Une baisse d'IGFBP-3 et de $F_{c_{max}}$ sont fréquents, la réduction de la constante γ_2 de décroissance postexercice du lactate et la glucodépendance à la calorimétrie d'effort pourraient constituer des marqueurs intéressants.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Introduction. – This work aimed at describing clinical and laboratory characteristics of the overtraining syndrome in its chronic form (staleness).

Summary of facts. – We present six cases of chronic overtraining syndrome that have undergone an in-depth survey. Response to the standardized questionnaire for overtraining of the SFMS appears remarkably monomorphic. Patients often exhibit low IGFBP-3 and lower maximal heart rate at exercise, as well as low value of the constant γ_2 of postexercise lactate decrease and a lowered ability to oxidize fat during exercise.

Conclusion. – Clinical and biological presentation of the overtraining syndrome is highly variable, but the SFMS questionnaire is actually the most relevant approach. Decreases in IGFBP-3 and maximal heart rate are found in agreement with previous literature. A lowered γ_2 constant and a "glucodependance" at exercise calorimetry may represent new interesting markers.

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Athlètes ; Surentraînement ; IGFBP-3 ; Lactate ; Test d'effort ; Calorimétrie d'effort

Keywords: Athletes; Overtraining; Staleness; Laboratory measurements; Exercise-test; Balance of substrates; Lactate

1. Introduction

L'augmentation des contraintes (physiques et psychologiques) induites par l'entraînement peut conduire à perturber l'équilibre précaire où les sportifs sont maintenus durant des périodes prolongées, le niveau d'entraînement et l'exigence des compétitions leur imposant de travailler à la limite de leurs possibilités, à la lisière de niveaux qu'ils ne pourraient plus

[☆] Communication présentée lors du XXVIII^e congrès de la SFMS, Monaco, 29 novembre–1^{er} décembre 2007.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : drjfbun@dixinet.com (J.-F. Brun).

Tableau 1
Caractéristiques cliniques des six sujets de l'étude

	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6
Sexe	M	M	M	F	M	F
Sport	Triathlon	Rugby	Course	Triathlon	Demi-fond	Triathlon
Niveau	International	International	National	Régional	National	National
Âge (ans)	30	25	33	35	27	24
Masse grasse (%)	9	9	13	21	12	29
IMC (kg/m ²)	21,9	24,1	23,6	20,2	21	24,3
Entraînement (h/semaine)	25	15	15	10	10	20
Score	37	24	29	33	33	25

tolérer. La mauvaise tolérance à l'entraînement est alors polymorphe et aspécifique [1] mais s'accompagne toujours d'une fatigue persistante associée ou non à une altération durable des performances et des perturbations neuropsychologiques. Les cas décrits dans cet article relèvent du « syndrome de surentraînement » (*overtraining syndrome*) caractérisé par les critères suivants [2] :

- la diminution des performances avérée depuis plus de deux mois ;
- le minimum de quatre symptômes physiques et quatre symptômes psychologiques de mal adaptation à l'exercice ;
- au moins 20 items cochés sur le questionnaire de « surentraînement » et au moins trois indices inférieurs à dix.

À ce stade, on assiste à un état chronique de baisse de performance, accompagné d'un ou plusieurs signes cliniques et psychologiques de mal adaptation à l'exercice. La durée de la récupération est longue ; elle se chiffre en semaines ou en mois et la saison sportive est compromise. Le surentraînement est donc une pathologie complexe qui, si elle n'est pas traitée à temps, peut devenir grave.

Le diagnostic du syndrome de surentraînement bénéficie actuellement :

- d'une approche clinique standardisée grâce à l'autoquestionnaire de forme SFMS [2] ;
- d'un interrogatoire médical destiné à confirmer, caractériser et préciser différents points abordés dans le questionnaire (XXXIV^e congrès annuel de la SFMS, Lyon 2004) ;
- de certains dosages biologiques visant à éliminer une pathologie intercurrente ou à mettre en évidence un facteur déclenchant [1].

L'apport de l'épreuve d'effort dans le diagnostic du surentraînement est en cours d'évaluation (XXXVII^e congrès annuel de la SFMS, Monaco 2007) mais apparaît déjà très controversée, notamment en raison de la difficulté à conclure, compte tenu des biais méthodologiques.

Dans cette étude, nous avons voulu caractériser la sémiologie biologique et ergométrique chez six sujets explorés dans notre unité pour l'*overtraining syndrome* caractérisé.

2. Méthodes

2.1. Sujets

Six sportifs (triathlètes de niveau international, national et régional, rugbyman de niveau international, coureurs à pied et de demi-fond de niveau national) ont été étudiés, deux de sexe féminin et quatre de sexe masculin, sans antécédents médicaux. Deux sont des sportifs professionnels à temps complet. Les quatre autres exercent une activité professionnelle (brigadier de police, employé de banque, emploi jeune et professeur d'éducation physique et sportive) avec parfois adaptation des horaires pour faciliter la pratique de leur sport. Cinq de ces patients étaient adressés par des médecins : deux par un rééducateur fonctionnel spécialiste en médecine du sport, deux par des endocrinologues, un par un médecin généraliste ayant la capacité de médecine du sport et étant affilié à la Fédération française de triathlon. Un patient aurait consulté de lui-même. Le temps écoulé entre le début des symptômes et la consultation est en moyenne de 12 mois (six à 24 mois). Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- l'âge : de 24 à 35 ans ;
- le pourcentage de masse grasse : de 9 à 29 % ;
- l'indice de masse corporelle (IMC) : de 20,2 à 24,3 % ;
- l'entraînement : de dix à 25 heures par semaine (Tableau 1).

2.2. Analyses

Ces athlètes ont renseigné l'autoquestionnaire de forme SFMS et ont répondu à l'interrogatoire. Ils ont subi un contrôle médical comprenant un examen clinique (biométrie, enquête alimentaire) et des examens paracliniques que sont : l'impédancemétrie, la biologie de repos (créatine phosphokinase [CPK], lactico-déshydrogénase [LDH], ferritine, IGF-1, IGFBP-3), le test d'effort, la calorimétrie d'effort [3], les tests hormonaux dynamiques *growth hormone* (GH) et l'étude des lactates (lactatémie de repos et maximale, décroissance des lactates postexercice).

Les normes d'IGF-1, IGFBP-3 et IGF-1/IGFBP-3 sont définies par la limite supérieure du plus bas quartile de distribution d'une population témoin de sportifs en bon état de forme, soit respectivement IGF-1 supérieur à 170 ng/ml, IGFBP-3 supérieur à 2,8 mg/l et IGF-1/IGFBP-3 supérieur à $6,5 \times 10^{-3}$.

De même, le pic de GH doit être supérieur à 11, soit un incrément de GH supérieur à 10 ng/ml.

La décroissance postexercice du lactate était quantifiée par la constante de décroissance γ_2 du modèle de Freund, prédite à partir des lactatémies postexercice à huit et dix minutes (Lac 8 et Lac 20) avec la formule :

$$\gamma_2 = 0,0215 + 1,27 [\text{Lac } 8 - \text{Lac } 20] / [\text{Lac } 8 \times \Delta t]$$

où Δt est l'intervalle de huit minutes entre ces deux prélèvements [4]. La limite supérieure du quartile inférieur de distribution de γ_2 dans une population de sportifs est de 5,5 par minute $\times 10^{-2}$.

3. Résultats

3.1. Les signes subjectifs

Parmi les plaintes rapportées par les patients lors de l'interrogatoire, on retrouve :

- dans 100 % des cas : une altération des performances et une fatigue ;
- dans 50 % des cas : des troubles du sommeil ;
- dans deux cas : des douleurs musculaires et des malaises ;
- ont été rapporté une fois : des céphalées, des jambes lourdes, une prise de poids associée à des perturbations endocriniennes, des troubles digestifs, de l'anxiété et de l'irritabilité et enfin, une tendance accentuée aux infections des voies aériennes supérieures.

3.2. Le questionnaire de la SFMS

Le nombre d'items cochés sur 54 a été en moyenne de 30 (de 24 à 37). La réponse à cette grille est en fait assez monomorphe, avec six items constamment retrouvés, 13 autres présents dans cinq cas sur six et huit autres dans quatre cas sur six.

Six items ont été cochés dans 100 % des cas :

- en relation avec une diminution des performances :
 - mon niveau de performance sportive/mon état de forme a diminué,
 - je fais des contre-performances ;
- en relation avec l'asthénie :
 - je ne soutiens pas autant mon attention,
 - je me sens souvent fatigué,
 - j'ai envie de rester au lit,
 - j'ai perdu de la force, du punch.

Treize items sont retrouvés dans cinq cas sur six :

- en relation avec l'asthénie :
 - je somnole et baille dans la journée,
 - je me fatigue plus facilement ;
- en relation avec une moins bonne récupération :

- les séances me paraissent trop rapprochées,
- les séances sportives me paraissent trop difficiles,
- je supporte moins bien mon entraînement ;
- en relation avec un ralentissement psychomoteur et des troubles de l'humeur :
 - j'ai une baisse de rendement dans mon activité scolaire ou professionnelle,
 - je me sens nerveux, tendu, inquiet,
 - j'ai plus de mal à rassembler mes idées,
 - je prends moins de plaisir à mon activité sportive,
 - je m'irrite plus facilement,
 - je me sens moins motivé, j'ai moins de volonté, moins de ténacité ;
- en relation avec des signes généraux :
 - j'ai les jambes lourdes.

Huit items sont retrouvés quatre cas sur six :

- en relation avec des signes généraux :
 - je suis souvent patraque,
 - je suis souvent mal fichu,
 - j'ai souvent des troubles digestifs,
 - je me blesse facilement,
 - mes gestes sportifs sont moins précis, moins habiles ;
- en relation avec un ralentissement psychomoteur :
 - j'ai moins confiance en moi,
 - j'ai plus de mal à me concentrer dans mon activité sportive,
 - je prends moins de plaisir à mes loisirs.

3.3. Enquête alimentaire

Trois patients présentaient des apports protidiques insuffisants.

3.4. Biométrie et impédancemétrie

Un des sportifs (patiente n° 6) présente un surpoids : IMC de 24,3.

3.5. Biologie de repos

On ne retrouve aucune modification à signaler des enzymes musculaires CPK et LDH. Un patient présente une hypoferritinémie associée à une hypomagnésémie érythrocytaire. Une hyperammoniémie est mise en évidence chez le patient n° 6 qui présentait aussi un dysfonctionnement neuroendocrinien mis en valeur par des hypoglycémies réactionnelles d'effort et un hyperinsulisme. L'exploration hormonale retrouve chez trois patients une diminution de l'IGFBP-3 ($< 2,8$ mg/l) alors que l'IGF-1 reste dans l'enveloppe des valeurs normales.

3.6. Test d'effort

Tous les athlètes présentent une $VO_{2\max}$ supérieure à la $VO_{2\max}$ théorique. On remarque que la fréquence cardiaque maximale (FC_{\max}) est diminuée par rapport à la FC_{\max} théorique chez tous les patients.

3.7. Études des lactates

On ne retrouve pas de modification de la lactatémie de base ni de la lactatémie maximale. La constante de décroissance postexercice des lactates γ_2 du modèle de Freund est retrouvée diminuée chez deux patients sur quatre (deux patients n'ayant pas été explorés) et à la limite inférieure chez les deux autres.

3.8. Calorimétrie d'effort

Quatre patients sur six présentent une tendance à la glucodépendance, alors que pour ces sujets s'entraînant en endurance, on devrait retrouver comme chez le patient n° 4 une forte oxydation lipidique.

3.9. Tests hormonaux dynamiques

On retrouve chez deux patients un blocage de la sécrétion de GH à l'exercice, alors que dans les autres cas, cette réponse est supérieure à 10 ng/ml.

4. Conclusion

Ce travail montre que l'*overtraining syndrome* chronicisé, forme majeure du syndrome de surentraînement, présente une séméiologie clinique caractérisée par un profil de réponses remarquablement stéréotypé au questionnaire standardisé de la SFMS. En revanche, en ce qui concerne les marqueurs biologiques et ergométriques, on retrouve bien la non-spécificité décrite par toutes les études précédentes. On voit également dans cette étude que le surentraînement touche aussi bien les hommes que les femmes. Ce syndrome est retrouvé préférentiellement dans les sports individuels d'endurance, mais il existe aussi dans les sports collectifs de force et de vitesse comme le rugby. Les sportifs de haut niveau sont plus touchés, mais notre étude prouve qu'on peut le rencontrer chez des sportifs moyens (niveau régional). L'histoire de la maladie des patients n°s 1 et 2 peut, semble-t-il, mettre en évidence des facteurs déclenchant à leur syndrome. Cet état est survenu chez le patient n° 1 dans les suites d'un camp d'entraînement de six mois en Australie en préparation aux jeux Olympiques. Ces camps sont souvent à l'origine d'une augmentation des charges de travail qui n'est pas toujours compensée par des périodes de récupérations suffisantes. Pour le patient n° 2 qui est rugbyman professionnel, on note une accumulation de facteurs favorisants s'étendant sur quelques mois : des allers-retours fréquents entre la ville de son club et la ville de sa faculté, un stress supplémentaire induit par les examens scolaires, une relégation alors qu'il était capitaine (augmente les responsabilités) et enfin, une arrivée dans un nouveau club, suivie d'une grosse préparation physique d'avant saison, qu'il effectue pour faire bonne impression, en cachant, à l'encadrement médical et sportif, les symptômes annonciateurs du syndrome de surentraînement qu'il débute.

La donnée la plus intéressante de ce travail concerne donc le questionnaire SFMS qui, dans cette forme chronicisée du surentraînement, objective un nombre d'items cochés comparable à

celui de l'*overreaching* [2] mais retrouve de façon inattendue un tableau plutôt monomorphe et stéréotypé. Dans l'*overreaching* au contraire, c'est la variabilité du tableau clinique qui a été soulignée, et qui se retrouve avec le questionnaire SFMS [2]. Les deux signes fonctionnels principaux amenant à consulter sont une altération des performances inexpliquée et une fatigue chronique. Cent pour cent des patients les présentaient. Ils sont associés à un cortège de signes généraux (douleurs musculaires, malaises, céphalées, jambes lourdes, prise de poids, troubles digestifs, tendance accentuée aux infections des voies aériennes supérieures) et de signes psychologiques (anxiété, irritabilité). Comme l'évoquait la littérature, les troubles du sommeil sont aussi fréquemment rapportés (50 % des cas) [2].

Dans cette étude, le nombre d'items cochés au questionnaire de la SFMS est relativement important, puisque nous en retrouvons en moyenne 30, mais de tels scores n'ont rien de spécifique puisqu'on peut les retrouver dans l'*overreaching*. Comme on le décrivait précédemment, ce sont les items en relation avec une altération des performances et une fatigue qui sont le plus souvent cochés. Les signes évoquant un ralentissement psychomoteur et des troubles de l'humeur semblent être mieux mis en évidence par le questionnaire que par l'interrogatoire.

L'enquête alimentaire permet de mettre en évidence trois cas de déficit relatif d'apport protidique (compte tenu du niveau des dépenses), ce qui, comme on l'évoquait précédemment, peut être une porte d'entrée dans le syndrome.

En ce qui concerne les examens biologiques, on s'aperçoit que les enzymes musculaires ne contribuent pas à poser un diagnostic de surentraînement, puisqu'elles se révèlent normales ou, tout au plus, très modérément élevées chez les six patients. L'étude de l'axe somatotrope retrouve chez trois patients une diminution de l'IGFBP-3 ; chez un quatrième, il est à la limite inférieure. Mais cette diminution n'est pas mise en évidence chez tous les patients, cette étude confirme l'intérêt que portent certains chercheurs à l'IGFBP-3 dans le diagnostic du surentraînement. Il semble beaucoup plus sensible que l'IGF-1 soit normal chez tous les patients. Peut-être que ces normes ne sont d'ailleurs pas adaptées aux sportifs entraînés et que des dosages répétés seraient plus informatifs. Un blocage de la réponse de GH à l'exercice est mis en évidence chez deux patients. Cette anomalie était également évoquée dans la littérature. Il est intéressant de souligner que chez le patient n° 5, l'IGF-1 et l'IGFBP-3 sont normaux, alors que l'on constate ce blocage. Inversement, chez le patient n° 2, la réponse de la GH à l'exercice est explosive, alors que l'IGFBP-3 est diminuée. La ferritine n'est retrouvée diminuée que chez un patient. Elle est, dans ce cas précis, associée à une hypomagnésémie. Ces deux éléments peuvent favoriser l'aggravation du syndrome ou du moins sa chronicisation en l'absence de correction. La patiente n° 6 présentait un important dysfonctionnement neuroendocrinien mis en valeur par des signes cliniques (surpoids, aménorrhée, hypoglycémie d'effort...) et confirmé par les examens biologiques (hypoglycémie réactionnelle au petit déjeuner test, hyperinsulinisme, hypertriglycéridémie...). Une diminution de la pratique sportive et un régime mieux adapté ont d'ailleurs permis d'apporter des améliorations cliniques et biologiques. Un dosage de l'ammoniémie lui avait été prescrit. Il

était augmenté, ce qui semble révélateur d'un état de catabolisme protidique.

En ce qui concerne les explorations fonctionnelles, on remarque que la $V_{O_{2max}}$ n'est pas informative sur une seule mesure. Pour être contributive, il semble nécessaire de la comparer à la valeur de base de chaque sportif. Dans les conditions de ce travail, nous ne possédons pas ces données. On constate, en revanche, un élément intéressant : la $F_{c_{max}}$ est relativement abaissée assez largement chez tous les patients, le plus souvent en dessous des 80 % de la $F_{c_{max}}$ théorique. S'il est fréquent de retrouver des $F_{c_{max}}$ basses chez les sportifs de haut niveau, elles sont tout de même généralement comprises en 90 et 100 % de la $F_{c_{max}}$. Cette diminution de la $F_{c_{max}}$ est classiquement rapportée dans la littérature, même si elle ne semble pas constante.

L'étude des lactates lorsqu'elle a été effectuée retrouve fréquemment un ralentissement de leur décroissance postexercice, aspect peu documenté qui mériterait d'être étudié.

La calorimétrie d'effort permet de mettre en évidence chez ces patients une tendance à la glucodépendance plutôt qu'à l'oxydation des lipides comme cela devrait être le cas d'athlètes pratiquant des sports d'endurance. Cette observation est en accord avec l'hypothèse d'une désadaptation de la balance des substrats chez ces sujets, mais cela reste conjoncturel puisque nous ne disposons pas là de calorimétrie d'effort de référence réalisée chez ces patients dans des conditions normales de forme physique.

En résumé, cette étude confirme que le syndrome du surentraînement est avant tout mis en évidence cliniquement par le biais de l'interrogatoire qui met en évidence deux signes principaux : l'altération des performances et la fatigue,

associés à des signes psychologiques et généraux dont certains sont secondaires à un dysfonctionnement neuroendocrinien. Le questionnaire montre un tableau très stéréotypé et s'avère sensible puisqu'il confirme des diagnostics de surentraînement chez des patients ne présentant pas ou très peu d'anomalie biologique. Les examens paracliniques ne se révèlent pas spécifiques, même si dans cette étude, certains, comme l'IGFBP-3 et la $F_{c_{max}}$, ont été retrouvés fréquemment modifiés. La constante γ_2 de décroissance postexercice du lactate et la glucodépendance à la calorimétrie d'effort chez des sportifs, pourtant normalement endurants et aptes à oxyder des lipides, constituent des marqueurs potentiels à étudier. Néanmoins, c'est l'approche clinique standardisée qui s'avère dans cet échantillon l'élément le plus fidèle.

Références

- [1] Bricout V-A, Guinot M, Duclos M, Koulmann N, Serrurier B, Brun J-F, et al., le groupe « surentraînement ». Position de consensus : apport des examens biologiques dans le diagnostic de surentraînement. *Sci Sports* 2006;21(6):319–51.
- [2] Favre-Juvin A, Bigard X, Brun J-F, Bricout V, Chatard J-L, Flore P, et al., les membres du groupe « surentraînement ». Le surentraînement : place de l'interrogatoire dans le diagnostic. *Sci Sports* 2005;20: 314–16.
- [3] Brun JF, Jean E, Ghanassia E, Flavier S, Mercier J. Metabolic training: new paradigms of exercise training for metabolic diseases with exercise calorimetry targeting individuals. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50:528–34, 520–7.
- [4] Brun JF, Belhabas H, Granat MC, Sagnes C, Thöni G, Micallef JP, et al. Postexercise red cell aggregation is negatively correlated with blood lactate rate of disappearance. *Clin Hemorheol Microcirc* 2002;26: 231–9.