

EDITORIAL

Suivi biologique du sportif. Pourquoi ? Comment ?

Annabelle Dupont, Université de Lille, CHU de Lille

La pratique sportive est, depuis quelques années, en plein essor en France mais également dans de nombreux pays du monde. Il est incontestable que la pratique régulière d'un sport a des effets bénéfiques sur la santé physique (cardiovasculaire, respiratoire, métabolique, immunitaire,) et mentale (bien-être, sommeil, gestion du stress...). Mais si cette activité sportive est pratiquée de manière excessive, elle peut conduire à un état de surentrainement qui s'accompagne d'effets néfastes sur la santé et d'une baisse significative des performances. De plus, certains athlètes, pour améliorer leurs performances, ont recours à des pratiques dopantes qui, en plus de porter atteinte à l'éthique sportive, peuvent mettre en danger leur santé.

Le suivi biologique du sportif a pour objectif principal de préserver la santé des sportifs. Il doit ainsi permettre de : 1) dépister d'éventuelles contre-indications présentes avant la pratique sportive, 2) détecter d'éventuelles pathologies inhérentes à la pratique sportive, voire un état de surentrainement et enfin, 3) dépister l'usage de produits nocifs et/ou illégaux (érythropoïétine (EPO), stéroïdes anabolisants, hormones de croissance, corticoïdes ...).

En France, seuls les sportifs inscrits sur la liste des sportifs de haut niveau et les sportifs des pôles espoirs sont soumis, par règlement ministériel, à une surveillance biologique obligatoire mais cette dernière est très succincte puisqu'elle comprend, au minimum, 2 fois par an, une recherche par bandelette de protéinurie, hématurie, glycosurie et nitriturie et, une fois par an, une numération formule sanguine avec mesure du taux de réticulocytes et une ferritinémie. Des fédérations sportives et compétitions imposent des analyses biologiques supplémentaires et/ou ont mis en place un passeport biologique de l'athlète. On peut citer l'exemple de la Fédération Française de Rugby qui exige 3 bilans sanguins annuels de plus de 30 paramètres biologiques pour les joueurs relevant des centres de formations, des équipes de France ou du rugby professionnel ou encore l'Union Cycliste Internationale qui a rendu obligatoire le passeport biologique depuis une quinzaine d'années pour les sportifs participant à ses compétitions. Ce passeport biologique consiste à suivre, au fil du temps, des paramètres biologiques pour révéler indirectement une pratique dopante. Il existe actuellement 2 modules pour ce passeport : 1) le module hématologie (hémogramme, taux de réticulocytes) qui permet de détecter une prise d'EPO et des transfusions sanguines et 2) le module stéroïdien qui permet, par la recherche, dans les urines, de marqueurs de stéroïdes, de détecter des prises illégales de testostérone et de stéroïdes anabolisants.

Aujourd'hui, la place de la biologie du sport reste à définir. A ce jour, il y a peu ou pas de recommandations claires concernant les examens biologiques à réaliser chez les sportifs (1). Dans la littérature scientifique, on trouve peu d'études portant sur les effets de l'exercice physique sur les paramètres biologiques et les quelques études sur le sujet portent sur de faibles effectifs de

SUITE EDITORIAL

sportifs. De plus, les résultats de ces études sont difficilement comparables entre eux car ces études analysent des pratiques sportives qui peuvent être très différentes les unes des autres que ce soit en termes d'intensité, de durée et de type d'exercice physique. Même si quelques paramètres biologiques d'intérêt semblent émerger de ces études, il manque de larges études pour valider la pertinence du dosage chez les sportifs et la fréquence de réalisation de ces dosages dans ce contexte. A ce jour, il n'existe pas d'examen biologique pathognomonique d'un état de surentrainement. Seul un ensemble de résultats biologiques pathologiques permet de suspecter un état de surentrainement (2). Parmi ces paramètres d'intérêt chez le sportif, on trouve principalement des paramètres d'hématologie, de biochimie et d'endocrinologie.

Paramètres d'hématologie

La numération formule sanguine ou hémogramme est un examen essentiel pour rechercher une hémopathie, un syndrome inflammatoire, une infection, une hémolyse ou encore des carences en fer ou vitaminiques. Il devra être réalisé régulièrement chez un sportif. Une leucocytose apparaît fréquemment chez le sportif dans les 45 premières minutes d'activité et elle se normalise dans les 12 à 24 heures après la fin de l'activité sportive. Il est donc très important, pour interpréter un hémogramme chez un sportif, de savoir depuis quand l'athlète est au repos. L'hyperleucocytose physiologique qui accompagne un exercice physique est liée à une polynucléose neutrophile. Ainsi, au décours d'un exercice physique, au pic, il est fréquent d'observer un taux de polynucléaires neutrophiles entre 2 et 4 fois la valeur normale. En parallèle, on observe fréquemment, pendant l'effort, une lymphopénie modérée liée à une diminution des taux circulants de lymphocytes T et de cellules NK. Ces taux se normalisent généralement dans les heures qui suivent la fin de l'exercice physique. Si la lymphopénie persiste au-delà de 7 jours, un état de surentrainement pourra être suspecté. Chez les sportifs, une thrombocytose modérée, signe d'un état inflammatoire ou d'une carence en fer, est fréquemment observée dans les disciplines d'endurance (course à pied, cyclisme,...). On peut également observer chez le sportif une augmentation des taux d'hémoglobine qui sera, en général, associée à une augmentation de l'hématocrite. Il pourra s'agir d'une fausse polyglobulie par hémococoncentration ; par exemple, chez le sportif en état de déshydratation au décours d'un effort, ou d'une vraie polyglobulie, en cas de séjour en altitude ou en milieu hypoxique ou de situations de dopage par transfusions sanguines, prise d'EPO ou d'hormone de croissance. Ces situations doivent être prises en charge car elles peuvent conduire à un syndrome d'hyperviscosité associé à un risque accru de complications thrombotiques. A l'inverse, il n'est pas rare d'observer chez le sportif une diminution du taux d'hémoglobine. Si le taux d'hématocrite est également diminué, il pourra s'agir d'une fausse anémie par hémodilution, situation qui peut être rencontrée chez le sportif. En effet la déplétion volémique observée au cours d'un effort physique intense par déshydratation, si elle se produit fréquemment, entraîne, à long terme, une activation du système rénine-angiotensine-aldostérone à l'origine d'une rétention hydrique et sodique accrue au niveau rénal et, en conséquence, d'une augmentation du volume plasmatique et d'une hémodilution, sans conséquence sur la per-

SUITE EDITORIAL

formance sportive. A l'exception de cette situation, une diminution du taux circulant d'hémoglobine posera chez le sportif le diagnostic d'une anémie, source d'asthénie et de baisse de performances. Il sera alors primordial d'en établir l'origine et de la traiter. Les cas d'anémies microcytaires (VGM < 80 fl) sont le plus souvent liées à une carence en fer ou à un syndrome inflammatoire chronique alors que les anémies macrocytaires (VGM > 100 fl) sont plutôt la conséquence d'une hémolyse intravasculaire observés dans le cas de sports à impacts (course à pied) ou d'une carence en vitamine B9, plus fréquente que la carence en vitamine B12. Les taux de réticulocytes, marqueur de l'érythropoïèse, sont également informatifs. Des taux élevés de réticulocytes (> 100 G/L), signe d'une anémie régénérative, sont observés en cas d'hémolyse intravasculaire ou de prise d'EPO alors que les taux de réticulocytes sont inférieurs à 100 G/L en cas d'anémie d'origine centrale (carence en fer, syndrome inflammatoire, carence en vitamine B9) ou en cas de transfusion sanguine.

Paramètres de biochimie

En cas d'anémie microcytaire, la ferritine sérique devra être dosée en priorité. Il s'agit d'un très bon indicateur des réserves en fer de l'organisme. Les taux circulants sont diminués en cas de carence en fer et augmentés en cas de syndrome inflammatoire, d'administration abusive de fer ou de transfusions sanguines abusives. Les carences en fer sont très fréquentes chez les sportifs, notamment chez les femmes. En effet, les pertes en fer sont généralement augmentées chez le sportif dans la sueur et au niveau digestif et rénal et parfois les apports sont diminués en cas de régime alimentaire inadapté. Ainsi les besoins en fer du sportif adulte entraîné sont de l'ordre de 2 à 3 mg/jour contre 1 à 2 mg/jour chez le non sportif. Les recommandations actuelles proposent de ne pas supplémenter systématiquement un sportif si la carence en fer n'est pas objectivée. Dans le cas d'une ferritinémie basse sans anémie, il est proposé de supplémenter le sportif lorsque la ferritinémie est inférieure à 30 µg/l. On observe plus rarement chez le sportif des anémies macrocytaires. Elles sont, le plus souvent, chez le sportif d'endurance, la conséquence de carences en vitamines B9 (ou folates) dont les réserves hépatiques sont limitées (2 à 3 mois). Il faut noter qu'une activité physique intense entraîne un besoin accru en vitamine B9 qui devra être compensé par une alimentation adaptée.

Le dosage de C-reactive protein (CRP) est également utile chez le sportif pour mettre en évidence un syndrome inflammatoire qui peut se manifester en cas de traumatismes articulaires ou musculaires ou de surentraînement. Les taux circulants de CRP peuvent augmenter quelques heures après un effort physique intense ou prolongée mais ils doivent rapidement se normaliser. Dans le cas contraire, la cause de cet état inflammatoire prolongé devra être recherchée. En cas de suspicion d'anémie hémolytique, un bilan d'hémolyse (dosage d'haptoglobine, de lactate déshydrogénase (LDH) et de bilirubine non conjuguée) devra être effectué. Le bilan glycémique ne présente pas de particularité chez le sportif. En revanche, il est bien décrit qu'un exercice physique pratiqué de manière régulière diminue les taux circulants de cholestérol total, de LDL-cholestérol et de triglycérides. En cas d'anomalie du bilan lipidique chez un sportif, la cause devra être recherchée. Il s'agit parfois d'un régime alimentaire inadapté.

SUITE EDITORIAL

Pour les paramètres rénaux, la créatininémie et l'urémie sanguines augmentent au décours d'un exercice physique prolongé et/ou intense (3). A titre d'exemple, lors d'un marathon, la créatininémie et l'urémie sanguines augmentent de 20 à 40 % en moyenne et cette valeur élevée persiste après la fin de l'épreuve environ 48 heures pour la créatininémie et plusieurs jours pour l'urémie. Il faut également noter que les taux circulants de créatinine dépendent de la masse musculaire et doivent être interprétés en conséquence (4). Une augmentation prolongée des paramètres sanguins rénaux (au-delà de quelques jours) est toujours anormale et nécessite d'explorer plus en détail une éventuelle altération de la fonction diurétique liée par exemple à une hydratation inadaptée ou à un état de surentrainement. Une augmentation de l'uricémie sanguine peut également être observée après un effort physique. Au décours d'un marathon cette augmentation est en moyenne de 20% et elle peut persister jusqu'à 5 jours. Une augmentation de l'uricémie sanguine qui se prolongerait au-delà peut être le signe d'une alimentation inadaptée (trop riche en protéines animales), d'une hydratation insuffisante ou d'un état de surentrainement.

En ce qui concerne les marqueurs musculaires, la créatinine phosphokinase (CPK) est présente dans tous les muscles et est sensible à la moindre perturbation musculaire. Ses taux circulants augmentent au cours d'un exercice musculaire et se normalisent en 4 à 5 jours. Des taux très élevés (> 5000 UI/L) sont un indicateur de rhabdomyolyse sévère qui devra être prise en charge sans délai. Si les taux circulants de CPK augmentent de manière excessive et chronique, un état de surentrainement doit être évoqué et une phase de repos devra être imposée au sportif. L'aldolase et la LDH, peu spécifiques, sont également parfois dosées dans ce contexte mais leur augmentation est moins sensible aux lésions musculaires que la CPK. La myoglobine, exclusivement présente dans les muscles squelettiques et le myocarde, voit ses taux augmentés de manière précoce lors d'un exercice physique. Si les taux augmentent régulièrement, il faut suspecter un état de surentrainement et imposer une phase de repos au sportif. La lactatémie sanguine augmente également lors d'un effort physique intense et le retour à des valeurs normales se fait en 1 à 2 heures après l'effort. Une augmentation de la lactatémie au repos doit faire suspecter un état de surentrainement. Lors d'un exercice physique d'intensité progressive, il peut être intéressant pour le sportif d'endurance de mesurer de manière itérative la lactatémie à l'aide d'un dispositif « point of care » (5). Ces mesures permettront au sportif de connaître son seuil lactique c'est-à-dire l'intensité d'exercice à partir de laquelle la lactémie augmente et la fatigue apparaît. Un entraînement régulier à des intensités d'exercice proches de celle correspondant à ce seuil permet de retarder l'apparition de ce seuil et d'améliorer les performances du sportif.

Concernant l'ionogramme, la natrémie peut être modulée lors d'un exercice physique. On observe le plus souvent une hypernatrémie (par déficit en eau) et plus rarement une hyponatrémie (par déficit en sel ou excès d'eau). Dans les 2 cas, les performances sportives sont impactées. L'évaluation de la natrémie permet de suivre l'état d'hydratation du sportif et d'estimer approximativement le déficit hydrique en cas d'hypernatrémie par la formule suivante : déficit en eau (L) = $0.6 \times \text{poids} \times ([\text{Na}/140]-1)$. Concernant la kaliémie, ses taux circulants augmentent en cas d'exercice physique

SUITE EDITORIAL

intense et bref et ceci de manière très variable selon les individus. A titre d'exemple, au cours d'un marathon, la kaliémie augmente de 20 à 110% selon les sportifs et une hyperkaliémie peut être le reflet d'une lyse musculaire à l'effort (rhabdomyolyse d'effort). Une hypokaliémie associée à une hypernatrémie pourra être le signe d'un état de déshydratation ou d'utilisation de diurétiques ou laxatifs chez un sportif à catégorie de poids. D'autres anomalies ioniques peuvent subvenir chez les sportifs touchant le magnésium ou le calcium, par exemple, mais ne seront pas abordées ici car l'interprétation des résultats et la prise en charge ne diffèrent pas des sujets non-sportifs. Enfin, la protéine S 100 beta, majoritairement synthétisée par les cellules gliales du système nerveux central, voit ses concentrations sanguines augmentées en cas d'atteinte lésionnelle cérébrale d'origine traumatique. Ce marqueur semble être un marqueur prometteur dans le suivi personnalisé des sportifs pour le diagnostic et le suivi d'une commotion cérébrale (boxe, hockey, basket, football, rugby, etc.).

Paramètres hormonaux

Les paramètres hormonaux peuvent varier à l'effort. Cependant, une activité physique ne doit pas modifier les concentrations hormonales mesurées au repos (6). Ainsi des valeurs hormonales anormales au repos nécessitent une consultation médicale pour en rechercher les causes.

Axe corticotrope : Un exercice physique intense ou prolongé augmente la cortisolémie mais le retour à la normale se fait en 2 à 3 heures après la fin de l'exercice. Après exclusion d'une cause médicale, une hypercortisolémie peut faire évoquer une consommation de corticoïdes de synthèse par le sportif, quel que soit la voie d'administration. Des difficultés de gestion du stress et un état de surentraînement peuvent entraîner une augmentation prolongée de la cortisolémie.

Axe gonadotrope : Les taux circulants de testostérone augmentent après un entraînement de force difficile et intense mais restent dans les limites physiologiques. A l'inverse, une diminution modérée et chronique de la testostérolémie peut indiquer une diminution marquée de la tolérance à l'entraînement liée notamment à un déficit énergétique chronique. De plus, en dehors d'une cause médicale, des variations importantes du taux de testostérone peuvent traduire un apport exogène de testostérone ou de stéroïdes anabolisants de synthèse. Chez la femme, le sport même pratiqué de façon intensive n'entraîne pas de troubles du cycle menstruel. En cas d'apports énergétiques inférieurs aux dépenses engendrées par la pratique sportive intense, une aménorrhée d'origine centrale pourra s'installer chez la sportive associée à une diminution des concentrations circulantes de FSH et de LH.

Axe somatotrope : Les dosages ponctuels de l'hormone de croissance (GH), sécrétée par l'antéhypophyse de façon pulsatile (6 à 12 pics/jour) et avec une demi-vie courte (15 min), ont peu d'intérêt. Malgré tout, l'exercice musculaire est un puissant stimulus de sécrétion de la GH. Plus l'exercice est intense, plus cette sécrétion est importante. Le seul intérêt du dosage de cette hormone chez le sportif est qu'il s'agit d'une des hormones de l'hypophyse la plus souvent affectée lors d'une commotion cérébrale, même modérée (boxe, rugby, hockey sur glace, etc.). Un entraînement sportif correctement dosé entraîne une augmentation de la sécrétion de GH alors qu'en cas de surentraînement, on

SUITE EDITORIAL

observera une diminution de la sécrétion de GH. Enfin, en cas de variations importantes des taux de GH, hors cause médicale, il faudra évoquer une prise exogène de GH. L'insulin-like growth factor-1 (IGF-1) est produite essentiellement sous le contrôle de la GH. Les taux circulants de cette hormone ne sont pas soumis à un rythme circadien et sa demi-vie plasmatique est longue (de l'ordre de 15 heures). Son dosage permet ainsi d'intégrer sur plusieurs heures la sécrétion de GH. Un exercice physique pratiqué de manière régulière et sans caractère excessif entraîne une augmentation légère à modérée des concentrations circulants de GH. Ces concentrations diminuent en cas de surentraînement associant une dépense énergétique non compensée par un apport alimentaire adapté. Le dosage d'IGF-1 circulant permet également de surveiller indirectement une éventuelle prise exogène de GH ou d'IGF-1.

Conclusion

Ainsi, un certain nombre de paramètres biologiques présentent un intérêt dans le suivi du sportif et devraient être régulièrement évalués chez le sportif pour s'assurer que la santé du sportif est préservée. L'idéal est de mesurer ces paramètres au moins 48 heures après un effort physique intense. L'interprétation des résultats de ces examens biologiques doit tenir compte du type d'exercice physique pratiqué par le sportif (endurance, sports à impacts, etc.) et de son intensité. Il n'y a pas de suivi biologique unique à appliquer *in extenso* à l'ensemble des sportifs. Le biologiste médical a un rôle clef à jouer dans le conseil auprès de l'équipe médicale en charge du sportif sur le choix des analyses biologiques les plus pertinentes à réaliser et dans l'interprétation des résultats qui doit tenir compte des spécificités du sportif.

Références bibliographiques

1. Laure P., Dine G. Suivi biologique du sportif. 2ème édition. Elsevier Masson; 2018
2. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, *et al.* European College of Sport Science; American College of Sports Medicine. 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(1):186-205.
3. Banfi G, Sloand J, Shelly M, Del Fabbro M, Barassi A, Melzi d'Eril GV. Limitations of Cockcroft-Gault and MDRD formulas in estimating GFR among top-level rugby players. *J Nephrol.* 2012;25(6):1047-1053.
4. Díaz Martínez AE, Alcaide Martín MJ, González-Gross M. Basal Values of Biochemical and Hematological Parameters in Elite Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(5):3059.
5. Casado A, Foster C, Bakken M, Tjelta LI. Does Lactate-Guided Threshold Interval Training within a High-Volume Low-Intensity Approach Represent the «Next Step» in the Evolution of Distance Running Training? *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(5):3782.
6. Duclos M. Profil Hormonal des Sportifs. *Rev Francoph Lab.* 2022 ;547 :20-27.