

Original article

Données du Suivi Biologique d'un Groupe de Footballeurs Camerounais de la Ligue MTN Elite One

Biological Monitoring of a Group of Cameroonian Soccer Players

VJ Ama Moor^{1,3*}, F Tankeu², CA Pieme¹, RD Takam Mafoché⁴, JR Nansseu Njingang⁵,
B Moukette Moukette¹, J Ngogang^{1,3}

¹ Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales, Université de Yaoundé 1, BP 1364-Yaoundé, Cameroun – Faculty of Medicine and Biomedical Sciences, PO box 1364-Yaounde, Cameroon.

² Faculté des Sciences, Université de Yaoundé 1, Yaoundé – Cameroun.

³ Centre Hospitalier et Universitaire de Yaoundé - Yaounde University Teaching Hospital, Yaounde, Cameroon.

⁴ Institut Supérieur des Sciences de la Santé, Université des Montagnes, Bagangté, Cameroun - Higher Institute of Health Sciences, University of Mountains, Bagangte, Cameroon

⁵ Centre Mère et Enfant de la Fondation Chantal Biya, Yaoundé, Cameroun - Mother and Child Centre of the Chantal Biya Foundation, Yaounde, Cammeroun.

Auteur correspondant : movicky@yahoo.fr – (00237) 99568030

RESUME

Objectifs : Cette étude avait pour but de déterminer les profils hématologiques, biochimiques et hormonaux d'un groupe de footballeurs jouant dans le championnat d'élite professionnel camerounais.

Méthodologie : Les paramètres dosés étaient les suivants : hémogramme, glycémie, acide urique, urée, créatinine, cholestérol total, triglycérides, HDL cholestérol, activité des transaminases ASAT et ALAT, ionogramme sanguin, concentrations en magnésium et calcium, hormones (triiodothyronine, testostérone, épitestostérone et cortisol)

Résultats : Les résultats des paramètres hématologiques ont montré des diminutions significatives de la concentration en hémoglobine et en hématocrite ($p < 0,05$) pour les mêmes périodes (Mars-Mai et Mars-Juillet). Les analyses biochimiques ont montré une diminution significative ($p < 0,05$) du magnésium et du potassium pendant les trois périodes de prélèvement. Entre les mois de Mars et Mai, les concentrations de l'acide urique et de la glycémie ont varié significativement pendant la période de Mai à Juillet. Les triglycérides ont augmenté pendant la même période tandis que le HDL cholestérol a diminué. Les hormones (testostérone, cortisol, épitestostérone et triiodo-thyronine) ont varié différemment au cours du temps.

Conclusion : Ces résultats montrent l'importance des paramètres biologiques dans le suivi médical des footballeurs camerounais.

Mots clés : Profil hématologique, biochimique, hormonal, footballeurs.

ABSTRACT**Objectives:**

The aim was to determine the hematological, biochemical and hormonal profile of a group of soccer players in the Cameroonian professional elite championship.

Methods: Measured data were: blood count, blood sugar uric acid, urea, creatinin, cholesterol, triglycerides, HDL cholesterol, activity of transaminases ASAT and ALAT, ionogram, blood magnesium and calcium, hormones (triiodothyronine, testosterone, épitestosterone and cortisol)

Results:

The results of hematological parameters showed significant decreases in hemoglobin and hematocrit concentrations ($p < 0.05$) for the same period (from March to May and from March to July). Biochemical analysis showed a significant decrease ($p < 0.05$) of magnesium and potassium levels during the three sampling time. Between March and May, uric acid and glucose levels were significantly decreased and increased significantly during the period from May to July. The concentration of triglycerides increased over the same period while the HDL cholesterol level decreased. Hormones (testosterone, cortisol, épitestosterone triiodo-thyronine) varied during the sampling period.

Conclusion:

These results show the importance of biological parameters in the medical monitoring of Cameroonian soccer players.

Key words: hematological, biochemical, hormonal profile, footballers.

INTRODUCTION

Les exigences du sport de haut niveau impliquent un entraînement régulier. Les efforts physiques intenses, répétés et réguliers fournis pendant les entraînements et durant plusieurs années peuvent entraîner des perturbations métaboliques. En effet, le sport de haut niveau est marqué par la répétition des séances d'entraînements intenses suivies de courtes périodes de récupération, ce qui entraînerait une augmentation des dépenses énergétiques. Cette augmentation favorise l'activation des nouvelles voies métaboliques et par conséquent les variations des taux hormonaux et d'autres paramètres biochimiques [1].

De ce fait les suivis médicaux individualisés et permanents sont nécessaires pour maintenir, préserver ou améliorer l'état de santé des sportifs en vue de rechercher une performance dans des conditions optimales. La prise en charge sur le plan physiologique, biomécanique, biologique, psychologique et nutritionnelle contribue à optimiser le rendement de l'athlète et à dépister précocement d'éventuels problèmes de santé. Elle nécessite l'intervention d'une équipe pluridisciplinaire qui peut aider l'entraîneur à optimiser son plan d'entraînement [2]. Les examens biologiques occupent une place importante dans cette prise en charge médico-sportive.

En France, le suivi biologique des sportifs a été institué en 1999 dans le cadre de la politique de protection de la santé des sportifs et de prévention du dopage [3]. Au Cameroun, le suivi biologique des sportifs est rare voire inexistant d'où l'intérêt de notre travail qui avait pour objectif d'évaluer le bilan biologique d'un groupe de footballeurs camerounais de la Ligue Professionnelle MTN Elite One au cours d'une saison sportive.

PATIENTS ET METHODES

A. Sujets

Notre population d'étude était constituée de 25 footballeurs de nationalité camerounaise évoluant dans Renaissance de Ngoumou (club jouant en Ligue Professionnelle Elite One). Cet échantillonnage était de type aléatoire simple pour tous les joueurs consentants à participer à l'étude. Les joueurs absents lors d'une phase de prélèvement, ceux prenant des médicaments, les fumeurs, les sportifs blessés et malades ont été exclus de l'étude.

B. Méthodes

Périodes de prélèvement

La durée de l'étude était de 5 mois (Mars à Juillet 2012). La collecte des données s'est effectuée en trois phases espacées de 8 semaines au cours du championnat de la Ligue Nationale.

La première rencontre avec les joueurs avait pour objectif de prendre les paramètres anthropométriques

(Tableau 1) et de réaliser le premier prélèvement sanguin. L'activité physique des joueurs avant ce jour correspondait à : (a) la préparation physique générale de 14 semaines faites d'entraînements d'une durée de 2 h par jour et de matchs amicaux; (b) 7 semaines de compétition en phase Aller de la Ligue au cours desquelles les joueurs avaient 06 séances d'entraînement hebdomadaires d'une durée moyenne de 1h 45 min ainsi qu'un match de championnat.

La deuxième rencontre se situait à la fin de la phase Aller du championnat. L'activité physique avant ce jour comprenait six semaines supplémentaires de jeu en phase Aller de la compétition, le début de la période de trêve entre les deux phases du championnat et la Coupe du Cameroun qui a débuté une semaine après la fin de la phase Aller.

TABLEAU 1 : AGE ET PARAMÈTRES ANTHROPOMÉTRIQUES

Paramètres	Moyenne ± Ecart-type
Age (année)	20,75 ± 3,27
Poids (kg)	73,50 ± 5,90
Taille (m)	1,78 ± 0,05
IMC (kg/m ²)	23,09 ± 1,39
Tour de taille (cm)	82,33 ± 3,65
Tour de hanche (cm)	85,50 ± 5,15
Tour de taille /tour de hanche	0,96 ± 0,03

IMC : Indice de masse corporelle

L'activité physique entre le deuxième et le troisième temps du prélèvement comprenait la coupe du Cameroun, une période de trêve d'une durée de 9 semaines dû à l'arrêt du championnat plus long que prévu puis la phase Retour de la compétition qui a commencé une semaine avant le jour du prélèvement.

Les échantillons de sang ont été prélevés par ponction veineuse au pli du coude dans des tubes contenant l'Éthylène Diamine Tétra Acétique pour la Numération Formule Sanguine, dans des tubes contenant le fluorure de sodium pour le dosage de la glycémie et dans des tubes secs pour les autres paramètres biochimiques. Ces prélèvements étaient réalisés après 10h de jeûne, le matin, entre 6 h 00 et 9 h 00 et après 48 heures d'inactivité physique.

Paramètres hématologiques

La NFS a été effectuée sur un automate multiparamétrique de marque HUMACOUNT (WESTBADEN-GERMANY). Les taux d'hématocrite et d'hémoglobine étaient les deux paramètres hématologiques d'intérêt de notre étude. (Hémoglobine : 13,5 à 18,0 g/100 ml chez l'homme - hématocrite : 42% à 52%).

Paramètres biochimiques

Ces analyses ont été effectuées à l'aide d'un spectrophotomètre de marque BA-88A du laboratoire

MINDRAY (Shenzhen Mindray bio-medical electronics CO, CHINA).

La glycémie, l'acide urique et l'urée ont été déterminés par des méthodes enzymatiques à l'aide des kits du laboratoire HUMAN (WESTBADEN-GERMANY) alors que le dosage de la créatinine a été réalisé par la méthode de Jaffé [4]. Le cholestérol total, triglycérides, HDL cholestérol ont été déterminés par méthode enzymatique à l'aide de kits SGM ITALIA pour le cholestérol total et HDL cholestérol, et HUMAN GERMANY pour les triglycérides. Le LDL cholestérol a été calculé à partir de l'équation de FRIEDWALD. La méthode cinétique a été utilisée pour déterminer l'activité des transaminases ASAT et ALAT (kits SGM ITALIA).

L'ionogramme sanguin (Na^+ , K^+ , Cl^-) a été déterminé avec l'ionomètre HUMALYTE du laboratoire HUMAN. Les concentrations en magnésium et calcium ont été mesurées par méthode colorimétrique à l'aide du kit HUMAN (WESTBADEN-GERMANY) et CALCIUM ARSENAZO LR du laboratoire SGM (ITALIA) respectivement.

Les hormones (tri-iodothyronine, testostérone, épitestostérone et cortisol) ont été déterminées à l'aide de kits spécifiques basés sur la méthode ELISA (kit Human Westbaden-Germany pour la tri-iodothyronine, le cortisol et la testostérone – kit Cusabio Wuhan-China pour l'épitéstostérone). Les rapports testostérone sur épitéstostérone et testostérone sur cortisol ont été calculés.

C. Analyse statistique

Les données ont été enregistrées et analysées à l'aide des logiciels *Statistical Package of Social Science for Windows* (SPSS®) version 17.0. La comparaison des moyennes s'est faite à l'aide du test ANOVA. Les variables quantitatives sont exprimées sous forme de moyenne \pm écart-type, et les variables qualitatives, sous forme de pourcentage. Le seuil de significativité a été fixé à $p < 0,05$.

D. Considérations éthiques

Cette étude a reçu l'accord du Comité National d'Ethique du Cameroun (Clairance N°315/CNE/SE/2011). Le consentement éclairé de chaque footballeur a été requis.

RÉSULTATS

A. Mesures anthropométriques

Des vingt-cinq joueurs que compte l'équipe seuls 12 ont remplis nos critères d'inclusion soit 48%. La moyenne d'âge était de 21 ans. Aucune surcharge pondérale n'a été observée (Tableau 1).

B. Paramètres hématologiques

Les joueurs (75%) ont eu un taux d'hématocrite supérieur à 50% à la première visite. L'hémoglobine et l'hématocrite moyens de ces joueurs étaient de $15,03 \text{ g dl}^{-1}$ et 48,16% respectivement. Nous avons observé une diminution de ces deux paramètres au cours des différents prélèvements (Tableau 2). Cette diminution était significative entre les mois de Mars et Mai

($p=0,00$ et $p=0,02$) puis entre les mois de Mars et Juillet ($p=0,00$ et $p=0,01$).

C. Paramètres biochimiques

Les paramètres biochimiques ont varié différemment. La magnésémie et la kaliémie ont diminué de façon progressive et significative au cours des trois prélèvements ($p < 0,05$). Aucun joueur n'a présenté d'hypo ou d'hypermagnésémie. Cependant, on a observé une hyperkaliémie chez un joueur au premier prélèvement (8,33%) et deux hypokaliémies au troisième prélèvement (16,66%) (Tableau 3).

TABLEAU 2 : VARIATIONS DES PARAMÈTRES HÉMATOLOGIQUES

Paramètres hématologiques	Mars	Mai	Juillet
Hématocrite (%)	51,28 \pm 3,28	47,09 \pm 2,39	46,11 \pm 2,86
Hémoglobine (g/dl)	15,79 \pm 0,85	14,67 \pm 1,35	14,65 \pm 1,13

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm Ecart-type

TABLEAU 3 : VARIATIONS DE L'IONOGRAMME SANGUIN

Paramètres	Mars	Mai	Juillet
Calcium (mg/L)	83,89 \pm 3,10	99,84 \pm 1,96	93,56 \pm 5,13
Magnésium (mg/L)	24,26 \pm 0,12	20,77 \pm 0,40	16,70 \pm 0,48
Sodium (mmol/L)	146,23 \pm 1,95	144,94 \pm 5,11	148,33 \pm 7,57
Potassium (mmol/L)	5,1 \pm 0,48	4,70 \pm 0,27	4,17 \pm 0,74
Chlore (mmol/L)	106,83 \pm 1,69	109,91 \pm 5,42	102,67 \pm 9,41

Les valeurs sont exprimées en moyenne \pm Ecart-type

Quatre paramètres (calcium, chlore, urée, créatinine) ont évolué en forme de cloche, la concentration de ces paramètres a cru entre le premier et deuxième prélèvement puis décré au cours du troisième prélèvement. Trois des quatre paramètres (calcium, urée, créatinine) ont augmenté significativement entre les deux premiers temps de l'étude cependant tous ont significativement diminué entre les deux derniers temps (Tableaux 3 et 4). L'activité de l'ALAT et la concentration du sodium n'ont pas varié de façon significative tout au long de l'étude (Tableau 4).

Par contre les concentrations en glucose et acide urique ont baissé de façon significative entre les mois de Mars et Mai puis augmenté entre les mois de Mai et Juillet.

L'étude du profil lipidique montrait une augmentation significative du cholestérol total et du LDL cholestérol au cours de l'étude. En même temps on notait une diminution de la concentration des triglycérides et du HDL cholestérol entre le premier et deuxième prélèvement et entre le deuxième et troisième prélèvement respectivement (Tableau 4).

Les quatre hormones ont varié différemment au cours du temps. Seule la concentration en testostérone a augmenté de façon significative entre le premier et deuxième temps de prélèvement. Entre le deuxième et le troisième prélèvement, nous avons observé une

diminution significative de la concentration en testostérone et non significative pour la triiodothyronine (**Tableau 5**).

TABLEAU 4 : VARIATIONS DE PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES

Paramètres biochimiques	Mars	Mai	Juillet
Glucose (g/L)	0,96 ± 0,24	0,80±0,06	0,87±0,08
Acide urique (g/L)	53,83 ± 9,82	46,97±10,67	58,76±11,99
Cholestérol (g/L)	1,30 ±0,20	1,55±0,20	1,54±0,21
LDL-Cholestérol (g/L)	0,54 ±0,18	0,70±0,20	0,79±0,17
HDL-Cholestérol (g/L)	0,59 ±0,14	0,69±0,10	0,53±0,07
Triglycérides (g/L)	0,84 ±0,22	0,79 ± 0,14	1,03±0,18
Urée (g/L)	0,21 ±0,05	0,29± 0,07	0,23±0,05
Créatinine (mg/L)	10,04 ±0,92	12,49 ±1,60	10,83±2,90
ASAT (UI /L)	32,53± 27,92	27,22± 12,31	33,08±10,65
ALAT (UI/L)	28,92± 7,75	34,27± 8,18	40,40±15,17

Les valeurs sont exprimées en moyenne ±Ecart-type

TABLEAU 5 : VARIATION DES PARAMÈTRES HORMONAUX AU COURS DES PRÉLÈVEMENTS

Hormones	Mars	Mai	Juillet
Testostérone (nM)	9,35±2,71	12,33±3,5	10,42±1,95
Cortisol (nM)	161,33±43,89	196,83±77,1	214,16±113,6
Épitéstostérone (nM)	3,38±0,79	3,52±1,62	3,53±1,09
Triiodothyronine (nM)	1,50±0,28	2,41 ±1,3	1,51±0,23
Testostérone/Cortisol	0,06±0,03	0,07±0,03	0,05±0,02
Testostérone/Épitéstostérone	2,97±1,3	3,74±1,1	3,24±1,2

Les valeurs sont exprimées en moyenne ± Ecart-type

DISCUSSION

Notre étude s'est déroulée entre les mois de Mars et Juillet 2012, période pendant laquelle les joueurs de la Ligue MTN Elite One sont en compétition.

Le rapport tour de taille /tour de hanche est le reflet de la répartition anatomique des graisses corporelles. Sa mesure est utile dans l'évaluation du risque métabolique et cardiovasculaire même en l'absence d'obésité. Le risque cardiovasculaire est augmenté lorsque la masse adipeuse prédomine à la partie supérieure du corps [5]. L'IMC et le tour de taille de ces footballeurs sont classés « normaux » selon l'Organisation Mondiale de la Santé [6].

La Numération Formule Sanguine (NFS) est le reflet de l'ensemble de la physiologie et permet notamment de diagnostiquer des anomalies hémolytiques, carencielles ou inflammatoires voire des infections. Les instances sportives comme l'Union Cycliste Internationale (UCI), considèrent qu'un taux d'hématocrite supérieur à 50% suppose une stimulation

artificielle des globules rouges. Les limites de cette interprétation avaient été relevées par Sharpe [7] qui a montré que sur 1152 échantillons de sang d'athlètes, 4 avaient présenté un taux d'hématocrite supérieur à 53% pour des raisons génétiques et non de dopage. Il serait donc nécessaire de poursuivre des investigations supplémentaires avant de déclarer que les joueurs ayant un taux d'hématocrite supérieur à 50% auraient stimulé leurs globules rouges. Toutefois, le taux hématocrite moyen de ces joueurs (48,16%) est compris dans la fourchette de 34,6 à 52,6% trouvée chez les footballeurs professionnels italiens [8]. Par contre, nos résultats sont supérieurs à 42,3 ± 2,74 % obtenus chez des footballeurs professionnels français de la première division [9]. L'hématocrite est un facteur de viscosité et de stase au repos tout en favorisant le transfert d'oxygène dans les conditions hémodynamiques de l'effort intense [9]. Parisotto et al. [10] ont montré que chez les sportifs de haut niveau on retrouvait des anémies consécutives à une hémolyse intra vasculaire [11].

La glycémie est un paramètre fondamental pour le sportif. Elle peut varier au cours de la journée, en fonction de la nutrition et du moment de la compétition. Une hypoglycémie limite sévèrement les capacités de l'athlète. Une diminution de la concentration en glucose a été relevée entre les premiers et deuxièmes prélèvements. Cette diminution de la glycémie reste au-dessus du seuil d'hypoglycémie. Les hypoglycémies sont très fréquentes chez le sportif même en dehors du syndrome de surentraînement [9].

L'exploration de l'acide urique permet d'une part la détection de l'hyper uricémie, fréquente chez le sportif de haut niveau, et d'autre part la prévention des blessures musculaires, articulaires et tendineuses [11]. L'acide urique est également le reflet de l'alimentation du sportif, notamment en cas de supplémentation hyperprotéique. Le taux varie aussi en fonction d'une possible déshydratation. L'acide urique a augmenté de façon significative chez les joueurs de Renaissance entre le deuxième et le troisième prélèvement. La concentration d'acide urique augmente lorsqu'on passe du repos à l'activité [11, 12]. L'acide urique est un anti oxydant, marqueur du stress oxydatif [12]. L'augmentation de l'acide urique observée dans notre étude pourrait aussi s'expliquer par cet effet anti oxydant.

La kaliémie a diminué significativement. Cette réduction serait dû à une élimination urinaire de potassium après les exercices physiques intenses [12, 13]. En effet, au cours des sports d'endurance, on note un relargage de potassium des cellules musculaires en activité consécutif à une rhabdomyolyse [14]. Après l'exercice physique (24 à 48 heures), l'aldostérone va être responsable d'une réabsorption de sodium en vue de rétablir une volémie correcte avec élimination urinaire de potassium d'où la baisse de la kaliémie au moment des prélèvements [14].

Les carences en magnésium fréquentes chez le sportif entraînent des problèmes d'anxiété, une mauvaise récupération neuromusculaire, des crampes ainsi que des troubles du sommeil. La conséquence serait l'altération de la performance physique et une amplification du processus de stress oxydatif. Une hypomagnésémie a été retrouvée chez des rugbyman au cours d'une saison sportive, après trois prélèvements sanguins [15]. Nos résultats ont montré une diminution progressive et significative de la magnésémie, qui pourrait être liée à l'absence d'un bon suivi nutritionnel.

Le calcium est un ion intervenant dans la contraction musculaire. La calcémie a diminué de façon significative entre le deuxième et le troisième bien que ces valeurs soient restées dans les normes. Cette baisse de la calcémie pourrait entraîner une réduction de l'endurance, de la capacité de travail donc de la performance.

Le cholestérol total et les LDL cholestérol ont augmenté dans notre étude. Les augmentations relevées suggèrent que ces footballeurs ne seraient pas prémunis contre les maladies métaboliques. La constance des valeurs du HDL cholestérol montrent que les joueurs n'avaient pas encore atteint une intensité de travail physique susceptible de provoquer une augmentation du HDL cholestérol au moment des prélèvements sanguins. En effet, l'exercice physique intense et régulier provoque une augmentation du HDL cholestérol [16].

La créatinine est un métabolite de la phosphocréatine musculaire. Les valeurs de la créatinine du mois de Mai sont supérieures à celles observées au cours des mois de Mars et de Juillet. Ces résultats suggèrent une sollicitation physique importante comme en témoigne l'augmentation des valeurs de l'urée au cours de la même période.

Les transaminases sont des marqueurs importants de pathologies hépatiques, cardiaques, ou musculaires et objectivent un éventuel état de surentraînement. L'ASAT a augmenté entre les mois de mai et juillet. Cette augmentation serait consécutive à des microtraumatismes musculaires avec rhabdomyolyse et libération des enzymes musculaires dans le lit vasculaire [17]. Cette augmentation serait prédominante en milieu de saison [12].

L'augmentation des taux sériques de testostérone serait due à une diminution brutale des réserves en glycogène chez les sportifs au début du championnat. Cette diminution favoriserait le recours à la protéolyse entraînant une hypersécrétion de testostérone en vue de s'opposer à l'action catabolique du cortisol pouvant conduire à une atrophie musculaire [18]. La baisse de testostérone constatée entre le 2^{ème} et le 3^{ème} prélèvement, suggère une diminution des charges d'entraînement et une disponibilité des réserves énergétiques qui serait due à la période de repos intercalée entre ces deux prélèvements. La réduction de la testostéronémie représente un phénomène adaptatif

qui contribue à lever un frein inhibiteur sur la glycogénolyse et à faciliter la néoglucogenèse [19].

Les concentrations du cortisol ont augmenté entre le 1^{er} et le 2^{ème} prélèvement chez les joueurs des deux clubs. Cette augmentation s'expliquerait par un stress physique et psychologique accru et une diminution des réserves énergétiques. L'augmentation progressive des taux de cortisol pendant la même période suggère que ces derniers seraient restés soumis à un même stress et à des charges d'entraînement quasi identiques à celles de la 1^{ère} phase du championnat.

L'augmentation de T₃ serait due à une diminution des réserves énergétiques. Cette diminution entraînerait une augmentation de la sécrétion de T₃ en vue de pallier aux besoins énergétiques. Par ailleurs, l'augmentation des taux de cortisol observée au cours de l'activité physique stimulerait la conversion périphérique de T₄ en T₃ contribuant davantage à une majoration des taux de T₃ [20, 21].

CONCLUSION

Au terme de cet étude, nous avons noté les variations des taux d'hématocrite et d'hémoglobine suggérant ainsi une baisse de la fixation de l'oxygène voire de l'endurance. Les diminutions de la glycémie et du magnésium d'une part, associées à l'augmentation des triglycérides, cholestérol total et LDL cholestérol, laissent penser qu'il y aurait un faible apport en énergie rapide, une possibilité de travail en endurance et une absence de suivi nutritionnel. L'augmentation des taux de testostérone, de cortisol, d'épitéstostérone marque une activité physique intense sans un état de surentraînement.

CONFLIT D'INTÉRÊT :

Aucun

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Ministère des Sports du Cameroun, l'Organisation Camerounaise de Lutte contre Dopage dans le Sport, l'ensemble des joueurs et leurs staffs qui nous ont permis de mener à bien ce travail.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Réalisation de l'étude : Ama Moor Vicky Jocelyne, Tankeu Francine, Takam Mafoché Ruth Danielle, Moukette Moukette Bruno

Analyses statistiques : Nansseu Njingang Richie Jobert

Rédaction de l'article : Ama Moor Vicky Jocelyne, Pieme Constant Anatole

Supervision : Ngogang Jeanne

REFERENCES

- [1] Galbo H. Influence of aging and exercise on endocrine function. *Int J Sports Nutr Exer Metab* 2001; 11: 49- 57.
- [2] Mennetrey N. Suivi biologique longitudinal [Mémoire]. Besançon : U.F.R. S.T.A.P.S Université De Franche-Comté ; 2000.
- [3] Audran M, Guezennec CY, Hermine O. Paramètres hématologiques, quelle interprétation? Table ronde du CNOSF 2006.
- [4] Butler AR. The jaffe reaction. Identification of the coloured species. *Clin Chim Acta* 1975 ; 59 : 227.
- [5] Pataký O, Bobbioni-Harsch E, Makoundou V, Golay A. Périmètre abdominal augmenté et facteurs de risque cardiovasculaire. *Rev Med Suisse* 2009;5:671-675
- [6] OMS. Obesity: Preventing and managing the global epidemic » in Report of a WHO Consultation on Obesity, Geneva 1998.
- [7] Sharpe K. Development of reference ranges in elite athlete for markers of altered erythropoiesis. *Hematologica* 2002; 8: 1248-1255.
- [8] Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Haematologica* 2003; 88: 570 – 581.
- [9] Brun JF, Dumortier M, Fédou C, Mercier J. Position de consensus : apport des examens biologiques dans le diagnostic de surentraînement. *Sci Sports* 2006; 21: 319–350
- [10] Parisotto R, Ashenden MJ, Gore CJ, Sharpe K, Hopkins W, Hahn AG. The effect of common hematologic abnormalities on the ability of blood models to detect erythropoietin abuse by athletes. *Haematologica* 2003; 88:931-40.
- [11] Manna I, Gulshan LK, Prakash CD. Effect of Training on Physiological and Biochemical Variables of Soccer Players of Different Age Groups. *Asian J Sports Med* 2010; 1: 5-22.
- [12] Lijnen P, Hespel P, Vanden Eynde E, Amery A. Biochemical variables in plasma and urine before and after prolonged physical exercise. *Enzyme* 1985; 33: 134 -142 .
- [13] Van Beaumont W, Strand JC, Petrofsky JS, Hipskind SG, Greenleaf JE. Changes in total plasma content of electrolytes and proteins with maximal exercise. *J Applied Physiol* 1973; 34: 102 - 106
- [14] Pavel H, Frantisek V, Evzen U, Vejsada R. Work – Induced potassium loss from skeletal muscles and its physiological implications. *Bioch Exercise* 1986 ; 16 : 60 – 61.
- [15] Bauduer F, Monchaux C, Burtin ML, Dubroca B, Mathieu JP. Déséquilibres biochimiques, déshydratation, récupération et rugby professionnel — données du suivi longitudinal de la Ligue nationale de rugby et de l'exploration par bioimpédance multifréquence. *Sci Sports* 2011 ; 26 : 19—24.
- [16] Ferrières J. Facteurs de risque, lipoprotéines et activité physique et sportive. *Sci Sports* 2004 ; 19 : 118–123.
- [17] Craplet C, Craplet P. Physiologie et Activité Sportive. Editions. Vigot 1986 : 126-135.
- [18] Bricout VA. Mode d'action et effets physiologiques de la testostérone, ou de l'inutilité d'un apport d'anabolisants chez le sportif. *Sci Sports* 2000; 15 : 3-9
- [19] Duclos M, and Ezzeddine-Boussaidi LB. Effets de l'activité physique régulière sur les hormones. *Biol Santé* 2004 ; 4: 1- 21
- [20] Chopra IJ, Williams DE, Orgiazzi J, Solomon DH. Opposite effects of dexamethasone on serum reverse T3 and T3. *J Clin Endo Metab* 1975; 41: 911-920.
- [21] Nauman A, Kaminski T, Herbaczynska-Cedro K. In vivo and in vitro effects of adrenaline on conversion of thyroxine to triiodothyronine and to reverse-triiodothyronine in dog liver and heart. *Eur J Clin Invest* 1980; 10: 189-192.