

ISSN 1727 – 8651

JOURNAL
de la
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
de
L'UNIVERSITÉ DE LOMÉ



LOME - TOGO

Le Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé est
référéncé dans African Journal on Line (AJOL) [www.inasp.org/ajol]

VOLUME 22
(2020)

Numéro 1 & 2

Comité de lecture

Professeur M. GBEASSOR (Togo)
Professeur K. AHADZI-NONOU (Togo)
Professeur K. TCHAKPELE (Togo)
Professeur B. SINSIN, (Bénin)
Professeur T. T. K. TCHAMIE (Togo)
Professeur K. AKPAGANA (Togo)
Professeur A. K. C. JOHNSON (Togo)
Professeur M. L. BAWA (Togo)
Professeur KM. NUBUKPO (Togo)
Professeur M. DAVID-PRINCE (Togo)
Professeur K. KOUMAGLO (Togo)
Professeur K. JONDO (Togo)
Professeur K. SANDA (Togo)
Professeur K. KADANGA (Togo)
Professeur K. KOKOU (Togo)
Professeur K. BATAWILA (Togo)
Professeur P. SANKARA (Burkina Faso)
Professeur M. GOEH-AKUE (Togo)
Professeur K. KOSSI-TITRIKOU (Togo)
Professeur M. MOUDACHIROU (Bénin)
Professeur B. TCHAM (Togo)
Professeur K. BEDJA (Togo)
Professeur K. KILI, (Togo)
Professeur G. DJANEYE-BOUNDOU (Togo)
Professeur G. TCHANGBEDJI, (Togo)
Professeur N. BIGOU-LARE (Togo)
Professeur A. SANTOS (Togo)
Professeur M. KPODAR (Togo)
Professeur A. VOVOR (Togo)
Professeur K. AMOUZOU (Togo)
Professeur B. GNON (Togo)
Professeur K. NUBUKPO (Togo)
Professeur E. AGBODJI (Togo)
Professeur D. DOSSEH (Togo)
Professeur K. A. BALOGOU (Togo)
Professeur M. A. MOHOU (Togo)
Professeur K. NAPO (Togo)
Professeur A. ABALO (Togo)
Professeur M. BANNA (Togo)
Professeur E. BOKO (Togo)
Professeur O. ONIANKITAN (Togo)
Professeur E. AGBODJI (Togo)
Professeur A. EGBENDEWE (Togo)

Comité de Rédaction

Le comité de rédaction participe à la mise en œuvre de la politique éditoriale. Il est dirigé par un Directeur de Publication qui est le Directeur de la Recherche et un responsable de section.

Rédacteur en Chef : Dr Essohanam BATCHANA (Maître de Conférences)

Membres :

- Dr KOLEDZI K. Edem, MC (Maître de Conférences)
- Dr NAPO Gbati, MC (Maître de Conférences)
- Dr ADJONOU Kossi, MA (Maître Assistant)

Secrétariat

LAWSON-HELOU Nadou Cécilia

M. Tata Koffi KUWONU

M N N'SILE

VALEURS DE REFERENCE DES LEUCOCYTES CIRCULANTS CHEZ LES HANDBALLEURS DE L'ELITE EN REPUBLIQUE DU BENIN

REFERENCE VALUES OF CIRCULATING LEUKOCYTE COUNTS FOR ELITE MALE HANDBALL PLAYERS IN THE REPUBLIC OF BENIN

LINTA LSO^{1,*}, HOUNTOHOTEGBE T², BIO NIGAN I¹, FALOLA SMD^{1,3}, BIGOT A²,
GOUTHON P¹, BIGOT C²

1- Unité de Recherche Sport, Santé et Evaluation, (UR2SE), Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport. Université d'Abomey-Calavi, Porto-Novo, République du Bénin.

2- Laboratoire d'immunogénétique et inflammation, Faculté des Sciences de la Santé. Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, République du Bénin.

3- Unité de recherche Biomécanique et Performance (UR-BIOP), Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport. Université d'Abomey-Calavi, Porto-Novo, République du Bénin.

(*) **Auteur correspondant** : LINTA Léonce Sédjro Odjouola ; l'Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport. Université d'Abomey-Calavi (UAC), Porto-Novo, République du Bénin

E-mail : lantalonce@yahoo.fr; Tél : (+229) 97586906.

(Reçu le 14 février 2020; Révisé le 22 juin 2020; Accepté le 26 juin 2020)

RESUME

Les valeurs de référence des cellules immunocompétentes des handballeurs d'Afrique subsaharienne ne sont pas disponibles. Cette étude avait pour objectif de déterminer des valeurs de référence des leucocytes circulants pour les handballeurs de l'élite du Bénin. Il s'agit d'une étude prospective, entreprise avec 46 handballeurs de l'élite masculine nationale, dont 24 seniors ($26,4 \pm 3,5$ ans) et 22 juniors ($19,3 \pm 0,8$ ans). Les leucocytes circulants ont été déterminés au début (DPS), puis à la fin (FPS) de la période de préparation de la saison sportive. A la FPS, aucun paramètre étudié n'avait présenté une différence significative entre juniors et seniors ($p > 0,05$). Dans l'échantillon total, les moyennes des leucocytes totaux, ainsi que celles des lymphocytes ont baissé respectivement de 9,8% ($p = 0,02$) et de 27,2% ($p < 0,001$) à la FPS. Celles des basophiles, des monocytes se sont par contre accrues de 100% ($p = 0,003$) et 50% ($p = 0,04$). Les modifications des neutrophiles n'ont pas été significatives ($p > 0,05$). Les charges d'entraînement de la période de préparation ont provoqué la modification des valeurs de la plupart des leucocytes circulants, enregistrées à la fin de la période de transition. Les résultats suggèrent de combiner les données des joueurs seniors et juniors, collectées à la fin des périodes de transition et de préparation de la saison sportive, pour établir les valeurs de référence des leucocytes circulants, à l'usage de l'élite masculine du handball au Bénin.

Mots clés : saison sportive, handball, Bénin, leucocytes circulants, inflammation.

ABSTRACT

Reference values for immunocompetent cells of handball players in sub-Saharan Africa are not available. The aim of this study was to determine reference values for circulating leukocytes in the beninese elite handball players. This is a prospective study, undertaken with 46 national elite handball players, including 24 seniors (26.4 ± 3.5 years) and 22

juniors (19.3 ± 0.8 years). The circulating leukocyte counts were determined at the beginning (BSP), then at the end (FSP) of the preparation period of the sports season. At the ESP, no parameter studied had shown significant difference between juniors and seniors ($p > 0.05$). In the whole sample, the mean values of leukocyte and lymphocyte counts decreased by 9.8% ($p = 0.02$) and 27.2% ($p < 0.001$), respectively, at the ESP. On the other hand, those of basophils and monocytes increased by 100% ($p = 0.003$) and 50% ($p = 0.04$). Changes in neutrophil count were not significant ($p > 0.05$). The training loads of the preparation period induced changes in most circulating leukocyte counts, recorded at the end of the transition period. The results suggest combining the data of senior and junior players, collected at the end of the transition and preparation periods of the sports season, to establish reference values of the circulating leukocyte counts, for elite male handball players in the Republic of Benin.

Key words: sports season, handball, Benin, circulating leukocytes, inflammation.

I. INTRODUCTION

Le handball est un sport collectif qui a des exigences spécifiques en rapport avec les capacités physiques, techniques et tactiques nécessaires à la réalisation de bonnes performances [1]. Pour pouvoir répondre à ces exigences, les athlètes participent généralement à des séances d'entraînement d'intensité élevée, préparatoires à la période de compétition [2].

Les charges physiques associées à ces séances provoquent entre autres, des ajustements cardiovasculaires et respiratoires [3]. Elles induisent également chez les athlètes des réponses immunes, objectivées par les variations du nombre de leucocytes circulants dans le sang [4], [5]. La maîtrise de ces réponses chez les athlètes est par conséquent d'une importance capitale, pour le maintien d'un bon état de santé, favorable à la réalisation de bonnes performances sportives [6].

Les données liées à l'effet de l'entraînement sportif sur les leucocytes circulants, ont été recherchées dans différentes études. La majorité des auteurs s'accordent sur le fait que les périodes d'entraînement intensif induisent une baisse du nombre de leucocytes circulants [7]. Cependant, quelques auteurs ont observé récemment, une tendance à une variation non significative de ces leucocytes [8]. Des auteurs ont proposé les valeurs de référence des leucocytes circulants chez des athlètes dans le monde et même au Bénin, dans des sports à dominance aérobie, autres que le handball [7], [8].

L'établissement de ces valeurs de référence a tenu uniquement compte de la période de

transition. Établies de cette façon, ces valeurs paraissent peu pertinentes parce qu'il est aisé de constater que chez le même athlète en bonne santé, la probabilité d'observer les mêmes données des leucocytes circulants au cours des différentes périodes de la saison sportive, est faible. La saison sportive comprend en effet trois périodes, à savoir celle de la préparation, celle de la compétition et celle de la transition qui ont chacune leurs caractéristiques [9], susceptibles d'influencer différemment la numération leucocytaire.

Dans tout pays qui aspire à la haute performance sportive, les valeurs de référence des joueurs devraient être celles élaborées avec les données des athlètes de l'élite, qui constituent les repères et non celles des sédentaires. Ce sont en effet les athlètes d'élite des catégories junior et senior qui constituent la référence lors de l'appréciation des données des autres pratiquants, parce qu'ils participent le plus aux compétitions internationales.

En définitive, pour établir les valeurs de référence des facteurs biologiques des athlètes dans un pays, il est nécessaire de prendre en compte non seulement, des données des joueurs des catégories junior et senior de l'élite, mais aussi celles des différentes périodes de la saison sportive. Des valeurs normatives déterminées de cette façon, sont plus convenables à utiliser comme référence pour l'évaluation de l'état du système immunitaire, dans le cadre du suivi biomédical des athlètes de haut niveau, résidant

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Bénin

dans un environnement chaud et humide comme celui du Bénin, qui peut être considéré comme immuno-stimulant [7]. C'est pourquoi, il ne faut pas continuer d'utiliser chez ces athlètes, les valeurs de référence établies dans d'autres milieux comme l'Europe et l'Amérique du Nord, sans en éprouver la pertinence. Cette étude a donc été entreprise pour vérifier les hypothèses selon lesquelles premièrement, chez les handballeurs de l'élite au Bénin, les valeurs des leucocytes circulants observées à la fin de la période de préparation de la saison sportive sont plus basses que celles du début. Deuxièmement les valeurs de référence des leucocytes circulants élaborées avec les données des handballeurs de l'élite du Bénin sont différentes de celles établies pour la population générale du même pays.

Par conséquent, la présente étude avait pour objectif de déterminer les valeurs de référence des leucocytes circulants, communes pour les handballeurs de l'élite masculine en République du Bénin.

II. MATERIEL ET METHODES

Protocole de l'étude

Il s'est agi d'une étude prospective, réalisée à Cotonou et Porto-Novo de septembre à mi-décembre 2017. L'Unité de Recherche *Sport, Santé et Evaluation* (UR/SSE) de l'Institut National de la Jeunesse, de l'Education Physique et du Sport (INJEPS) de Porto-Novo et le laboratoire de la clinique Mahouna à Cotonou ont servi de cadre de réalisation.

Le premier jour de la première étude, après 48 h de repos et 24 heures avant le démarrage de la période de préparation de la saison sportive (PS), les informations relatives aux antécédents personnels de pratique sportive et de maladie ont été collectées. Les mesures anthropométriques (taille, masse corporelle et pourcentage de graisse), physiologiques (les fréquences cardiaques de repos et maximale) et les prélèvements de sang pour déterminer la numération leucocytaire ont été effectués chez les joueurs qui ont ensuite, tous passé le test 30-15 IFT pour l'estimation indirecte du $\dot{V}O_2\text{max}$

[10]. Les mêmes mesures, test et prélèvements ont été repris dans le même ordre, chez tous les participants après 14 semaines d'entraînement, c'est-à-dire 72 heures après la dernière séance d'entraînement de la PS. L'étude, a été réalisée selon les recommandations de la déclaration d'Helsinki [11].

Echantillon d'étude

Cette étude a été réalisée avec 46 handballeurs, dont 22 de la catégorie junior (JJ) et 24 seniors (JS), appartenant tous à des clubs d'élite du Bénin.

Tous les joueurs qui ont satisfait à l'ensemble des critères d'inclusion définis comme suit, ont été intégrés à l'échantillon de l'étude : être détenteur d'une licence sportive de la catégorie junior ou senior d'un club d'élite de la Fédération Béninoise de Handball (FBHB); avoir joué au moins une fois pour l'équipe nationale, en compétition internationale; donner son consentement éclairé et écrit pour participer à cette recherche.

Mesures

Au début (DPS) et à la fin (FPS) de la période de préparation de la saison sportive, 5 mL de sang ont été prélevés, chez chaque joueur, par ponction veineuse au pli cubital du coude gauche, dans des tubes EDTA. Le sang prélevé a été conservé à la température ambiante pendant moins de 2 heures, pour déterminer la numération leucocytaire (leucocytes totaux; polynucléaires neutrophiles, éosinophiles, basophiles; mononucléaires monocytes, lymphocytes) avec un cytomètre XN550 2016 (Sysmex, Allemagne).

Les moyennes usuelles utilisées par le laboratoire de la Clinique Mahouna de Cotonou, chargé des analyses dans le cadre de cette recherche se présentent comme suit : leucocytes totaux de 3 à 8 G/L; neutrophiles de 1,5 à 6 G/L; éosinophiles de 0,15 à 0,40 G/L; basophiles de 0,05 à 0,15 G/L; monocytes de 0,2 à 0,8 G/L; lymphocytes de 1,5 à 4 G/L, étant entendu que G correspond à Giga. Chaque joueur a pris son

dernier repas plus de 12 heures avant le début des prélèvements.

La taille des participants a été mesurée au millimètre près, en utilisant une toise murale graduée 206 M (Seca-Bodimeter, France) et la masse corporelle à 100 g près, avec un pèse personne automatique (Terraillon, Chine) chez les joueurs vêtus uniquement d'un short et d'un tee-shirt. La fréquence cardiaque de repos (Fcr) a été mesurée avec des cardiofréquencemètres FT4 (Polar, Finlande). Les mesures de la Fcr ont été effectuées en position assise après un repos de 15 min, dans le calme et dans une salle bien aérée. Un lecteur de bande DVD/CD et une clé USB préenregistrée du test 30-15 IFT, ont servi à estimer le $\dot{V}O_{2\max 30-15 \text{ IFT}}$ de façon indirecte sur le terrain. La température ambiante a varié de 30,5 à 32,2 °C et l'humidité relative de 77,4 à 80,5% au cours des différents tests et mesures.

Caractéristiques d'entraînement des joueurs

Les joueurs juniors et les seniors qui ont participé à cette recherche ont l'habitude de s'entraîner ensemble dans leurs clubs respectifs. A cause des reports de la date du démarrage officiel de la saison sportive, 28 semaines ont séparé la fin des compétitions de la saison précédente du début du championnat de l'année en cours.

Quatorze semaines ont été consacrées à la période de transition au cours de laquelle les joueurs qui étaient au repos relatif au handball, ont pratiqué d'autres activités sportives (football, basketball, tennis, natation) pour maintenir un niveau minimal de forme physique. Ils se sont entraînés à la fréquence d'une séance de deux heures par semaine, réalisée à une intensité se situant souvent entre 60 et 70% de leur fréquence cardiaque maximale (F_{cmax}).

Pendant les quatorze semaines suivantes, les joueurs ont participé aux séances d'entraînement préparatoires à la période de compétition de la nouvelle saison, qui comprenait deux étapes. Ils s'étaient entraînés en 3 à 4 séances hebdomadaires d'une durée de deux heures à chaque étape. La première étape de huit semaines a été consacrée à la préparation

physique générale. Elle avait pour but d'améliorer les capacités physiques et technico-tactiques de base en défense et en attaque, puis de mettre en place le projet collectif d'attaque, ainsi que le système de défense des équipes. Les joueurs s'entraînaient à des intensités se situant entre 70% et 80% de leurs F_{cmax} respectives.

La seconde étape de six semaines, consacrée à la préparation physique spécifique, a été composée de séances d'intensité plus élevées que celles de la première (> 80% de la F_{cmax}), avec 2 à 4 matchs amicaux selon le club. Elle avait aussi pour but d'améliorer les capacités physiques, d'affiner les combinaisons tactiques de défense et d'attaque avec la particularité que les exercices réalisés avec ballon, étaient proches des actions de jeu en match.

Analyse statistique

Les données ont été traitées avec le logiciel Statistica (Stat Soft Inc., version 12). Les résultats descriptifs sont présentés sous forme de moyennes (m) ± écarts types (s). La normalité de la distribution des variables a été vérifiée en utilisant le test de Kolmogorov-Smirnov.

Le test t de Student pour des échantillons appariés, a permis de comparer les moyennes aux différents temps de mesures dans l'échantillon total et dans chaque catégorie d'âges. Le test t de Student pour échantillons indépendants a été utilisé pour comparer les catégories de joueurs entre elles. Les valeurs de référence sont présentées sous forme de moyenne (m) ± 1 écart type (1 s), puis moyenne (m) ± 2 écarts types (2 s), avec les valeurs maximale et minimale, suivies des percentiles 5 et 95. Le niveau de signification des tests statistiques a été fixé à p < 0,05.

III.RESULTATS

Parmi les 46 joueurs appartenant tous à l'élite du Bénin, il faut signaler que 19 handballeurs étaient membres des sélections nationales du Bénin, qui ont participé au championnat du Monde Junior de 2011 en Grèce, ou au Challenge Trophy continental et mondial, puis les autres aux championnats d'Afrique des clubs champions.

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Bénin

Au début (DPS), les moyennes des JJ (Tableau I) ne différaient pas significativement de celles des JS pour la Fcr (56 ± 2 bpm *versus* 55 ± 0 bpm ; $p = 0,09$), le $\dot{V}O_{2\max 30-15IFT}$ ($52,8 \pm 2,8$ mL/min/kg *versus* $52,8 \pm 0,5$ mL/min/kg ; $p = 0,69$) et la MHE ($6,7 \pm 0,6$ heures *versus* $4,2 \pm 0,4$ heures; $p = 0,24$).

Dans l'échantillon total, les moyennes des leucocytes totaux, ainsi que celles des lymphocytes, étaient respectivement plus basses de 9,8% ($p = 0,02$) et 27,2% ($p < 0,001$) à la FPS par rapport au DPS. Celles des basophiles, des monocytes étaient par contre plus élevées respectivement de 100% ($p = 0,003$) et 50% ($p = 0,04$). La moyenne des neutrophiles (Tableau II) a varié de façon non significative de - 4,3% ($p = 0,58$) entre le DPS et la FPS.

Chez les JS et les JJ, la moyenne des lymphocytes a décré respectivement de 19% ($p = 0,008$) et de 39% ($p < 0,001$) à la FPS. A la FPS (Tableau III), aucun paramètre étudié n'a présenté une différence significative entre juniors et seniors ($p > 0,05$).

Les valeurs de référence des leucocytes circulants des handballeurs étudiés sont présentées dans les Tableaux IV. Les valeurs de référence maximales et minimales des leucocytes circulants observées dans la présente étude tendent à être plus basses (valeurs minimales) ou plus élevées (valeurs maximales) que les valeurs usuelles utilisées par le laboratoire qui a effectué les hémogrammes.

IV. DISCUSSION

Cette étude a été entreprise sur la base des hypothèses selon lesquelles premièrement, chez les handballeurs de l'élite au Bénin, les valeurs des leucocytes circulants observées à la fin de la période de préparation de la saison sportive sont plus basses que celles du début. Deuxièmement les valeurs de référence des leucocytes circulants élaborées avec les données des handballeurs de l'élite du Bénin sont différentes de celles établies pour la population générale du même pays.

Les résultats obtenus peuvent être considérés comme suffisamment reproductibles voire fiables, puisque les méthodes et les techniques appropriées ont été utilisées pour analyser les échantillons de sang. Les délais de repos nécessaires après les dernières séances d'entraînement qui ont précédé les prélèvements sanguins ont été également accordés aux joueurs.

Les moyennes du $\dot{V}O_{2\max 30-15IFT}$ enregistrées sont proches de celle de l'élite internationale de handball qui est souvent comprise entre 50 et 60 mL/min/kg [12]. Il est par conséquent raisonnable de penser que les handballeurs inclus dans cette étude, présentent un niveau d'entraînement correspondant à leur niveau de compétition. Les moyennes de la fréquence cardiaque de repos (Fcr) inférieures à 60 bpm observées aussi bien chez les joueurs seniors que chez les juniors, correspondent également aux valeurs usuelles observées au repos chez les participants de sports collectifs en compétition [13].

Dans l'échantillon total, les moyennes des leucocytes totaux et des lymphocytes ont baissé à la fin de la période de préparation de la saison sportive. Ces résultats étaient attendus et rendent compte d'un phénomène connu. Les séances d'entraînement d'intensité élevée provoquent en effet, une altération de la fonction immunitaire, qui se traduit entre autres, par la baisse du nombre de leucocytes circulants [4], [6]. Les données de la présente étude concordent avec celles d'autres auteurs qui, dans une étude sur l'analyse de l'évolution de quelques paramètres hématologiques pendant la première phase de la période de préparation, ont observé une réduction du nombre de leucocytes totaux chez de jeunes footballeurs algériens [14].

Ces résultats sont par contre contraires à ceux obtenus dans une étude réalisée sur toute la période de préparation chez des taekwondoïnes turques [5]. Ces auteurs ont en effet constaté une tendance non significative à l'accroissement des effectifs de tous les leucocytes circulants chez

les combattants de sexe masculin. La nature de chaque sport et le type d'entraînement proposé aux athlètes, pourraient justifier cette différence entre les résultats de ces auteurs et ceux de la présente étude. Il faut rappeler que le taekwondo est un sport individuel qui n'a pas forcément les mêmes contraintes physiologiques et physiques que les sports collectifs, comme le handball.

Dans l'échantillon total, les moyennes des basophiles, des monocytes étaient par contre plus élevées à la fin de la période de préparation de la saison sportive, comparativement à celles du début. La moyenne des neutrophiles quant à elle a varié de façon non significative. Ces différents résultats sont surprenants, car il fallait s'attendre à une baisse de ces paramètres. La tendance de baisse non significative des neutrophiles peut être associée dans un premier temps à une bonne adaptation du système immunitaire des handballeurs de l'élite [5]. Dans un second temps, les résultats enregistrés au niveau de ces trois paramètres pourraient être liés à des réponses inflammatoires consécutives à des lésions musculaires occasionnées par les charges physiques intenses [15] associées à la dernière séance d'entraînement suivie par les joueurs au cours de la période de préparation à la saison sportive.

Pour éviter une telle situation, le protocole a quand même prévu un temps de repos de 72 heures avant les mesures en *retest*. Il est toutefois possible que ce délai n'ait pas suffi pour résorber le processus inflammatoire mis en place après un effort excentrique, qui caractérise souvent ces séances d'entraînement et qu'il faut jusqu'à 5-7 jours pour que les muscles les plus sollicités récupèrent totalement.

En effet, lorsque l'exercice physique est suffisamment intense et implique comme au handball, une grande masse musculaire dans l'activité contractile, cela provoque une forte production de cytokine IL-6 [16]. Cette IL-6 d'origine musculaire, en dehors de son action au plan métabolique, joue un rôle capital dans l'influence de l'exercice intense sur les leucocytes circulants. En effet, au cours de l'exercice intense, l'IL-6 stimule la production du cortisol qui accélère la mobilisation des neutrophiles, en inhibant leur capacité à se lier à

la membrane endothéliale et à infiltrer le tissu [17]. Il est donc possible que ce phénomène ait également influencé la valeur des neutrophiles à la fin de la période de préparation. L'IL-6 est aussi associé à la lymphopénie retardée observée après un exercice intense [17]. Cela pourrait donc aussi justifier la baisse des lymphocytes, observée dans la présente étude à la fin de la période de préparation de la saison sportive.

Enfin, il est possible que les taux élevés de monocytes et de basophiles à la fin de la période de préparation de la saison sportive soient respectivement associés à la production de l'IL-10 et de l'IL-4, en réponse à une réaction anti-inflammatoire souvent observée après une période d'exercice physique régulier [6]. En effet, les monocytes et les basophiles font principalement partie des cellules qui produisent respectivement l'IL-10 et l'IL-4 qui sont des cytokines anti-inflammatoires [16], [18]. Il paraît donc évident que si l'inflammation persiste 72 heures après la dernière séance de la période de préparation, cela pourrait favoriser un accroissement du nombre des monocytes et des basophiles pour une meilleure production de l'IL-10 et de l'IL-4. Malheureusement, les cytokines n'ont pas été dosées dans cette étude pour permettre de confirmer ces hypothèses.

Les moyennes de référence des leucocytes circulants enregistrées dans cette étude se situent toutes à l'intérieur de l'étendue des valeurs usuelles utilisées par le laboratoire qui a effectué les hémogrammes. Cependant, les données extrêmes (valeurs de référence maximales et minimales) des leucocytes circulants observées dans la présente étude sont toutes en dehors de l'étendue des valeurs usuelles utilisées par le même laboratoire.

Cette différence était attendue, puisque les valeurs usuelles utilisées par le laboratoire sont celles proposées pour la population générale et ne sont donc pas pertinentes pour la population des handballeurs d'élite, puisque le niveau de pratique physique est un facteur qui influence ces paramètres [6].

Les moyennes de référence des leucocytes totaux, des neutrophiles et de lymphocytes de

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Bénin

cette étude sont très proches de celles observées chez les volleyeurs de niveau international (Tableau V) au Bénin [7]. Par contre, celles des monocytes et des éosinophiles rapportés par ces auteurs paraissent plus faibles que celles de la présente étude. Les données extrêmes enregistrées sont en dehors de l'étendue de celles observées par ces auteurs [7]. Les valeurs moyennes de référence des leucocytes totaux, des neutrophiles et des monocytes rapportées au basketball et au football (Tableau V) en Australie [8] apparaissent toutes plus élevées que celles observées dans la présente étude. Celles des lymphocytes sont par contre proches des données enregistrées dans cette recherche. Les différences observées entre les résultats des volleyeurs de niveau international et les handballeurs de cette étude sont sûrement liées à la méthode d'élaboration des valeurs de référence dans les deux études, puisque l'environnement est le même. En effet, contrairement à la présente étude qui a associé les données des joueurs seniors et juniors, collectées à la fin des périodes de transition et de préparation de la saison sportive, pour établir

les valeurs de référence, ces auteurs ont utilisé uniquement les valeurs de repos (transition). Par contre, les différences des valeurs de référence de cette étude avec celles des basketteurs et footballeurs australiens peuvent être non seulement associées à la méthode d'élaboration, mais aussi et surtout à l'environnement et au niveau de pratique, puis à la qualité et à la quantité d'aliments consommés [7], [19], [20]. En effet, les handballeurs au Bénin sont pratiquement tous des amateurs, alors que les australiens sont des professionnels.

A la lumière des résultats enregistrés dans cette étude, Il est judicieux de penser premièrement que dans le cadre du suivi biomédical, ces valeurs de référence déterminées seraient utiles pour évaluer le niveau d'adaptation des handballeurs aux charges d'entraînement et de compétition auxquelles ils sont soumis. Deuxièmement, ces valeurs seraient également utilisables en pratique clinique comme un repère pour apprécier l'état de santé immunitaire des handballeurs de l'élite masculine au Bénin.

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif de déterminer les valeurs de référence des leucocytes circulants pour les handballeurs de l'élite masculine du Bénin. Au terme de l'analyse des données, il est apparu que : -1) dans le groupe étudié, entre la fin de la transition qui correspond au début de la période de préparation et sa fin, les effectifs des leucocytes totaux et des lymphocytes ont baissé. Par contre le nombre des basophiles et des monocytes s'est élevé. L'effectif des neutrophiles a quant à lui baissé de façon non significative; -2) les données extrêmes de référence observées dans la présente étude diffèrent de celles utilisées comme normes par le laboratoire du Bénin retenu pour effectuer les analyses sanguines.

Les résultats confirment l'hypothèse selon laquelle sous l'effet des charges d'entraînement imposées aux joueurs, les valeurs des leucocytes circulants enregistrées à la fin de la période de

préparation sont plus basses que celles du début. Ils confirment également, l'hypothèse que les valeurs de références établies dans cette étude pour les handballeurs de l'élite, diffèrent de celles utilisées en pratique clinique pour apprécier l'état de santé immunitaire de la population générale. Des valeurs de référence de la numération leucocytaire sont par conséquent proposées à l'usage des handballeurs de l'élite masculine du Bénin.

Le dosage des cytokines pro et anti inflammatoires et d'une protéine de la phase aigüe de l'inflammation comme la CRP aurait permis d'avoir des résultats de plus grande portée. Il est donc impérieux que des travaux soient réalisés à brève échéance sur la même population, afin de constater l'effet des charges d'entraînement de la période de préparation à la saison sportive, sur les marqueurs de l'inflammation. Cela pourra aboutir également à

la proposition de valeurs de référence des cytokines et de la CRP.

Tableau I : Caractéristiques anthropométriques, physiologiques et antécédents de pratique sportive des handballeurs d'élite du Bénin

	Seniors (n = 24)	Juniors (n = 22)	p	Echantillon entier (n = 46)
- Age (ans)	26,4 ± 3,5	19,3 ± 0,8***	0,0001	23,0 ± 4,4
- Taille (cm)	179,6 ± 7,0	177,8 ± 6,5	0,31	178,8 ± 6,8
- Masse corporelle (kg)	76,5 ± 2,4	70,9 ± 1,7	0,06	73,8 ± 10,5
- Indice de masse corporelle (kg/m ²)	23,6 ± 3,2	22,3 ± 1,6	0,29	23,0 ± 2,6
- Pourcentage de graisse (%)	18,0 ± 7,3	13,0 ± 1,0*	0,01	15,6 ± 6,6
- $\dot{V}O_2\max_{30-15}$ IFT ¹ (mL/min/kg)	52,8 ± 2,8	52,8 ± 0,5	0,69	52,8 ± 2,7
- Ancienneté dans la pratique ² (ans)	11,1 ± 3,2	8,0 ± 2,4***	0,0002	9,6 ± 3,2
- MHE ³ (heures)	6,7 ± 0,6	4,2 ± 0,4	0,24	4,3 ± 0,5
- Fcmax ⁴ (bpm)	190 ± 3	192 ± 0*	0,02	191 ± 3
- Fréquence cardiaque de repos (bpm)	56 ± 2	55 ± 0	0,09	56 ± 2

Les nombres dans les cases représentent les valeurs moyennes ± écarts types; ¹: consommation maximale d'oxygène indirectement estimée; ²: ancienneté dans la pratique : nombre d'années de pratique du handball en compétition; ³ : masse horaire hebdomadaire d'entraînement; ⁴: fréquence cardiaque maximale; * : différence avec les seniors, significative à p < 0,05; *** : différence avec les seniors, significative à p < 0,001.

Tableau II : Comparaison des leucocytes circulants entre le début et la fin de la période de préparation de la saison sportive (n = 46)

	Echantillon total			
	DPS ¹	FPS ²	p	Δ (%) ³
- Leucocytes totaux (G/L) ⁴	5,1 ± 1,5	4,6 ± 1,1*	0,02	- 9,8
- Neutrophiles (G/L)	2,3 ± 1,5	2,2 ± 0,7	0,58	- 4,3
- Eosinophiles (G/L)	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,48	0,0
- Basophiles (G/L)	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,2**	0,003	+ 100
- Lymphocytes (G/L)	2,2 ± 0,5	1,6 ± 0,6***	0,000004	- 27,2
- Monocytes (G/L)	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1*	0,04	+ 50

Les nombres dans les cases représentent les valeurs moyennes ± écarts types; ¹: début de la période de préparation de la saison sportive; ²: fin de la période de préparation de la saison sportive; ³: pourcentage de variation entre début et fin de la période de préparation ; ⁴: Giga/litre ; * : différence significative à p < 0,05 entre DPS et FPS ** : différence significative à p < 0,01 entre DPS et FPS; *** : différence significative à p < 0,001 entre DPS et FPS.

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Benin

Tableau III : Comparaison des leucocytes circulants entre handballeurs seniors et juniors

	Seniors (n = 24)			Juniors (n = 22)		
	DPS ¹	FPS ²	Δ JS ³ (%)	DPS ¹	FPS ²	Δ JJ ³ (%)
- Leucocytes Totaux (G/L)	5,0 ± 1,7	4,4 ± 1,0	(- 12,0)	5,2 ± 0,2	4,7 ± 0,2	(- 9,6)
- Neutrophiles (G/L)	2,3 ± 1,7	2,1 ± 0,7	(- 8,7)	2,3 ± 0,2	2,3 ± 0,1	(0,0)
- Eosinophiles (G/L)	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	(0,0)	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	(0,0)
- Basophiles (G/L)	0,14 ± 0,1	0,2 ± 0,2	(+42,8)	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,0**	(+200,0)
- Lymphocytes (G/L)	2,1 ± 0,4	1,7 ± 0,6**	(-19,0)	2,3 ± 0,1	1,4 ± 0,1***	(- 39,0)
- Monocytes (G/L)	0,2 ± 0,1	0,3 ± 0,1	(+50,0)	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	(+50,0)

Les nombres dans les cases représentent les valeurs moyennes ± écarts types; ¹: début de la période de préparation de la saison sportive; ²: fin de la période de préparation de la saison sportive ; ³: pourcentage de variation entre DPS et FPS dans chaque catégorie; G/L: Giga/litre ; ** : différence significative à p < 0,01 entre DPS et FPS; *** : différence significative à p < 0,001 entre DPS et FPS; JJ : joueurs juniors ; JS : joueurs seniors.

Tableau IV : Valeurs de référence des leucocytes circulants pour les handballeurs de d'élite masculine du Bénin

	Présente étude ^a		Laboratoire ^b Bénin		Bénin ^c Volleyeurs Internationaux		Bénin ^d Volleyeurs nationaux		Australie ^e Basketteurs Elites		Australie ^f Footballeurs Elite	
	n ¹	m ² ± s ³ (Min ⁴ - Max ⁵)	n	m ± s (Min - Max)	n	m ± s (Min - Max)	n	m ± s (Min - Max)	n	m ± s (Min - Max)	n	m ± s (Min - Max)
	Leucocytes To (G/L)⁶	92	4,8 ± 1,3 (2,1 - 11,2)	-	- (3 - 8)	9	4,7 ± 2,04 (3,2 - 8,9)	18	8,4 ± 0,6 (7,1 - 9,7)	101	6,6 (4,3 - 10,3)	165
Neutrophiles (G/L)	92	2,2 ± 1,2 (0,7 - 9,2)	-	- (1,5 - 6)	9	2,3 ± 0,5 (1,7 - 3,6)	18	4,3 ± 1,06 (2,7 - 6,4)	101	3,7 (1,9 - 7,2)	165	3,7 (1,7 - 8,0)
Eosinophiles (G/L)	92	0,1 ± 0,1 (0,0 - 0,7)	-	- (0,1 - 0,4)	9	0,01 ± 0,03 (0 - 0,07)	18	0,05 ± 0,04 (0 - 0,2)	-	-	-	-
Basophiles (G/L)	92	0,1 ± 0,1 (0,0 - 1,0)	-	- (0,05 - 0,1)	-	-	-	-	-	-	-	-
Lymphocytes (G/L)	92	1,9 ± 0,6 (0,1 - 4,0)	-	- (1,5 - 4)	9	2,2 ± 1,6 (0,6 - 5,2)	18	3,9 ± 0,5 (2,5 - 4,8)	101	1,9 (1,1 - 3,2)	165	2,0 (1,1 - 3,5)
Monocytes (G/L)	92	0,3 ± 0,1 (0,0 - 0,8)	-	- (0,2 - 0,8)	9	0,08 ± 0,1 (0 - 0,4)	18	0,02 ± 0,04 (0 - 0,3)	101	0,41 (0,2 - 0,7)	165	0,4 (0,2 - 0,7)

To : totaux ; les valeurs présentées = combinaison des mesures de début et de fin de la période de préparation de la saison sportive; ¹: effectif; ²: valeur minimale; ³: valeur maximale; ⁴: moyenne; ⁵: écart type; ⁶: Giga/litre.

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Bénin

Tableau V : Valeurs de référence enregistrées dans la présente étude, normes utilisées en laboratoire au Bénin et données d'autres études

	n ¹	Min ²	Max ³	m ⁴ ± s ⁵	m ± 2 s	Percentile 5	Percentile 95
- Leucocytes To (G/L) ⁶	92	2,1	11,2	4,8 ± 1,3	4,8 ± 2,6	2,9	7,3
- Neutrophiles (G/L)	92	0,7	9,2	2,2 ± 1,2	2,2 ± 2,4	1,0	4,3
- Eosinophiles (G/L)	92	0,0	0,7	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,2	0,0	0,4
- Basophiles (G/L)	92	0,0	1,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,2	0,0	0,5
- Lymphocytes (G/L)	92	0,1	4,0	1,9 ± 0,6	1,9 ± 0,12	0,8	2,9
- Monocytes (G/L)	92	0,0	0,8	0,3 ± 0,1	0,3 ± 0,2	0,1	0,5

-: données non disponibles; To: totaux; ¹: effectif; ²: moyenne; ³: écart type; ⁴: valeurs minimales; ⁵: valeurs maximales; ⁶: Giga/litre; a: source des données = présente étude; b: source des données = laboratoire de la clinique Mahouna en République du Bénin (valeurs usuelles utilisées comme références au Bénin); c: source des données = [7]; d: source des données = [7]; e: source des données = [8]; f: source des données = [8].

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les joueurs, entraîneurs et dirigeants des clubs de handball qui ont accepté de participer à la présente étude, en sacrifiant de leur temps et de leur énergie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] S. Hermassi, J. Ingebrigtsen, R. Schwesig, G. Fieseler, K. S. Delank, K. Chamari, "Effects of in-season short-term aerobic and high-intensity interval training program on repeated sprint ability and jump performance in handball players," *J Sports Med Phys Fitness*, vol. 58, no. 1-2, pp. 50-56, 2018. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06770-0
- [2] S. Hermassi, M. S. Chelly, T. Bartels, S. Schulze, K. S. Delank, R. J. Shephard, "Effects of in-season explosive strength training on maximal leg strength, jumping, sprinting, and intermittent aerobic performance in male handball athletes," *Sportverletz Sportschaden*, vol. 31, no. 3, pp. 167-73, 2017. doi: 10.1055/s-0043-103469
- [3] S. Asad, "Revisiting the relationship between aerobic and static exercise training on cardiovascular risk profiles: a critical review," *JBE*, vol. 11, no. 1, pp. 55-63, 2015. doi: 10.4127/jbe.2015.0085
- [4] B. Bachero-Mena, F. Pareja-Blanco, J. J. Gonzalez-Badillo, "Enhanced strength and sprint levels, and changes in blood parameters during a complete athletics season in 800 m high-level athletes," *Front Physiol*. Vol. 8, no. 637, pp. 1-10, 2017. doi: 10.3389/fphys.2017.00637
- [5] E. Boyali, T. Sevindi, M. F. Yüksel, H. Demir, "The effects of preparation period exercises on the hematological parameters of the taekwondo athletes," *Phys Educ Students*. Vol. 23, no. 1, pp 9-15, 2019. Doi.org/10.15561/20755279.2019.0102
- [6] M. Sellami, M. Gasmi, J. Denham, L. D. Hayes, D. Stratton, J. Padulo, "Effects of acute and chronic exercise on immunological parameters in the elderly aged: Can physical activity counteract the effects of aging?" *Front Immunol*. Vol. 9, no. 2187, pp. 1-16, 2018. doi:10.3389/fimmu.2018.02187
- [7] P. Gouthon, J. M. Falola, M. Arèmu, G. Koussihouèdé, L. Anani, P. Dansou, "Variations of the circulating leukocyte counts according to the volley-ball players' practice level in Benin Republic," *Rev CAMES Série A*. vol. 09, pp. 54-9, 2009.
- [8] P. L. Horn, D. B. Pyne, W. G. Hopkins, C. J. Barne, "Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports," *Eur J Appl Physiol*. Vol. 110, no. 5, pp. 925-32, 2010. doi: 10.1007/s00421-010-1573-9
- [9] J. R. Silva, J. Brito, R. Akenhead, G. Nassis, "The transition period in soccer: a window of opportunity," *Sports Med*. Vol. 46, pp. 305-13, 2016. doi:10.1007/s40279-015-0419-3
- [10] M. Buchheit, "Le 30-15 intermittent fitness test," *Approches du Handball*. Vol. 89, pp. 42-7, 2005.
- [11] World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. Adopted by the 18th WMA General Assembly, Helsinki, Finland, June 1964, and amended by the 64th WMA General Assembly, Fortaleza, Brazil, October 2013.
- [12] G. Ziv, R. Lidor, "Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: a review," *Eur J Sport Sci*. vol. 9, pp. 375-86, 2009. doi.org/10.1080/17461390903038470
- [13] L. Kenney, J. Wilmore, D. Costill, *Physiology of the sport and the exercise*. [Online]. 6th ed. Bruxelles: De Boeck University; 2017. Disponible: www.Deboeck superieur.com

Valeurs de référence des leucocytes circulants chez les handballeurs de l'élite en République du Bénin

- [14] A. Saddam, B. Ali, H. Abdelatif, "Analysis of the evolution of some hematological parameters during the first preparatory period on young Algerian soccer athletes (U17)" *Eur J Phys Educ Sport Sci.* Vol. 3, no. 10, pp. 128-34, 2017. doi:10.5281/zenodo.887967
- [15] L. A. Perandini, D. Sales-de-Oliveira, D. C. Almeida, H. Azevedo, C. A. Moreira-Filho, M. A. Cenedeze, "Effects of acute aerobic exercise on leukocyte inflammatory gene expression in systemic lupus erythematosus." *Exerc Immunol Rev.* vol. 22, pp. 64-81, 2016.
- [16] R. Terra, S. A. G. da Silva, V. S. Pinto, P. M. L. Dutra. "Effect of exercise on the immune system: response, adaptation and cell signaling," *Rev Bras Med Esporte.* Vol. 18, no. 3, pp. 208-14, 2012.
- [17] A. Steensberg, C. P. Fischer, C. Keller, K. Møller, B. K. Pedersen, "IL-6 enhances plasma IL-1ra, IL-10 and cortisol in humans," *Am J Physiol Endocrinol Metab.* Vol. 285, pp. 433-7, 2003. doi: 10.1152/ajpendo.00074.2003
- [18] A. Cantagrel, A. Degboé, A. Constantin, J. L. Davignon, "Le TNF- α , l'interleukine-6 et l'interleukine-1: trois cytokines centrales de la polyarthrite rhumatoïde," *J Monrhu.* Vol. 418, pp. 1-6, 2017. doi.org/10.1016/j.monrhu.2017.08.005
- [19] N. P. Walsh. Nutrition and athlete immune health: New perspectives on an old paradigm. *Sports Med.* vol. 19, no. 1160, pp. 1-16, 2019. doi.org/10.1007/s40279-019-01160-3
- [20] J. B. Mitchell, J. P. Dugas, B. K. McFarlin, M. J. Nelson, "Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function," *Med Sci Sports Exerc.* Vol. 34, pp. 1941-50, 2002. doi: 10.1249/01.MSS.0000039070.40418.90