




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>



Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
  
 www.em-consulte.com



## ARTICLE ORIGINAL

# Évolution des paramètres associés à la fonction rénale après un match de basketball en milieu africain subsaharien

*Evolution of the parameters associated to renal function after a basketball game in the sub-Saharan African environment*

P. Gouthon<sup>a,\*</sup>, B.A. Tonon<sup>a</sup>, E.M. Ouendo<sup>b</sup>, J.M. Falola<sup>a</sup>,  
 B. Agboton<sup>c</sup>, H.P. Dansou<sup>a</sup>, J.R. Poortmans<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire APS et motricité Injeps, université d'Abomey-Calavi, 01 BP 169, Porto-Novo, Bénin

<sup>b</sup> Institut régional de santé publique, université d'Abomey-Calavi, 01 BP 169, Porto-Novo, Bénin

<sup>c</sup> CNHU-HKM, service de néphrologie, Cotonou, Bénin

<sup>d</sup> Institut des sciences de la motricité, université libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

Reçu le 12 février 2009 ; accepté le 31 mars 2009

Disponible sur Internet le 30 juillet 2009

## MOTS CLÉS

Fonction rénale ;  
 Électrolytes ;  
 Basketball ;  
 Filles ;  
 Environnement chaud

## Résumé

**Objectif.** — Cette étude expérimentale a pour objectif d'analyser les paramètres associés à la fonction rénale avant et après un match de basketball, chez des joueuses de première division du Bénin.

**Méthodes.** — Des prélèvements de sang et d'urines ont été effectués chez 16 joueuses de deux équipes de Porto-Novo, avant, à la fin, une heure et 24 heures après un match de basketball, pour déterminer le taux de filtration glomérulaire en valeur absolue (DFG) et celui rapporté au standard de surface corporelle (DFGc), le rapport sodium/potassium urinaire (Na/K), les taux d'hémoglobine et d'albumine sérique.

**Résultats.** — Au repos, joueuses gagnantes et perdantes ont toutes présenté des valeurs basses du DFGc (respectivement,  $98,34 \pm 3,43$  mL par minute par  $1,73 \text{ m}^2$  et  $91,61 \pm 3,41$  mL par minute par  $1,73 \text{ m}^2$ ), tandis que 13 d'entre elles sur 16 (81,25%) sont anémiées, avec un taux d'hémoglobine moyen de  $10,57 \pm 0,22$  g/100 mL. À la fin du match, le DFGc a diminué de façon significative dans l'équipe gagnante ( $-27,32\%$ ,  $p=0,046$ ) et dans l'équipe perdante ( $-35,45\%$ ,  $p=0,020$ ). Au cours des 24 heures qui ont suivi la fin du match, le DFGc a progressivement augmenté jusqu'à une valeur significativement plus élevée que celle du repos dans

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [goupoly@yahoo.fr](mailto:goupoly@yahoo.fr) (P. Gouthon).

**KEYWORDS**

Renal function;  
Electrolytes;  
Basketball;  
Girls;  
Hot environment

l'équipe gagnante (+11,75 %,  $p=0,02$ ). Seul le Na/K enregistré 24 heures après le match chez les gagnantes est significativement plus élevé ( $p<0,001$ ) que les mesures précédentes.

**Conclusion.** — Un match de basketball joué dans l'environnement chaud et humide de Porto-Novo au Bénin a induit chez des filles anémiées au repos, une baisse du DFGc, qui rend compte d'une diminution transitoire de la filtration rénale.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary**

**Objective.** — This experimental study aims at analyzing the parameters associated with the renal function before and after a basketball game, in female players of the elite division of Benin.

**Methods.** — Blood and urine samples were drawn from antecubital veins in 16 players of two teams from Porto-Novo, at rest, at the end, one hour and 24 hours after a basketball game, in order to determine the absolute glomerular filtration rate (GFR) and that reported to the standard of body surface area (GFRc), the urinary sodium/potassium ratio (Na/K), serum albumin and the haemoglobin concentrations.

**Results.** — At rest, all the winners and losers presented abnormal decreased values of GFRc, while 13 of them (81.25%) are weakened, with a mean haemoglobin concentration of  $10.57 \pm 0.22$  g/100 mL. At the end of the game, GFRc decreased significantly in the winners (−27.32 %,  $p=0.046$ ) and the losers (−35.45 %,  $p=0.020$ ). During the following 24 hours, the GFRc gradually increased in the winners, up to a value that is significantly higher than that of the rest (+11.75 %,  $p=0.02$ ). Only the Na/K ratio registered 24 hours after the game in the winners, is significantly higher ( $p<0.001$ ) than preceding measures.

**Conclusion.** — A basketball game, played in the hot and wet environment of Porto-Novo (Benin Republic), induced a decrease of GFRc, suggesting a transitory failure of the renal function in these weakened girls at rest.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**1. Introduction**

L'exercice physique provoque de profonds changements dans l'hémodynamique rénale et dans l'excrétion des électrolytes [32], du fait de la redistribution du débit cardiaque. En effet, à l'exercice, grâce au réflexe de vasoconstriction centrale, une redistribution de la masse sanguine s'effectue au profit des muscles actifs [28]. Cette redistribution entraîne une réduction de la circulation sanguine au niveau des muscles inactifs, de la peau, des reins et des organes servis par la circulation splanchnique [26]. Ainsi, le flux sanguin rénal subit une diminution progressive en fonction de l'intensité de l'exercice [33]. Cette réduction progressive du débit sanguin rénal peut induire une ischémie partielle théorique au niveau des reins, ralentissant du coup leur fonctionnement [10].

Un match de basketball implique des efforts très intenses et de courtes durées, en relation avec les dispositions réglementaires actuelles [11]. Les règles relatives au temps de jeu organisé en quatre-quarts temps de dix minutes et au temps de conservation de la balle dans le camp de l'équipe attaquante (huit secondes), ont en effet modifié les caractéristiques et les exigences physiologiques. Il se fait que les données relatives aux adaptations rénales aiguës à l'exercice physique ne concernent que des pratiquants de sports individuels, comme les marathoniens [21,23], les cyclistes [29]. Au nombre des rares données accessibles sur les sports collectifs, nous pouvons citer celles rapportées par Wan et al. [39], puis Gerstenbluth et al. [20] chez des enfants et des adolescents pratiquant le football, le hockey, le basketball et le baseball. Ces auteurs ont par exemple enregistré au football, la plus grande fréquence de lésions rénales d'origine traumatique (62 %). Le football est suivi

dans l'ordre, par le hockey (19 %), le baseball (15 %) et le basketball (6 %). Ainsi dans la littérature, peu d'informations sont disponibles sur les effets aigus d'un match de sport collectif comme le basketball sur la fonction rénale et a fortiori, dans un environnement spécifique (tropical) comme celui du Bénin. En effet, cet environnement chaud et humide est susceptible d'induire un niveau élevé de déshydratation, du fait de la température qui varie de 22 à 34 °C au sud et de l'humidité relative qui peut atteindre 95 % [40]. Une déperdition, même minime des réserves d'eau de l'organisme, consécutive à l'effort physique, peut en outre avoir des conséquences néfastes (crampes, tachycardie, fatigue, coup de chaleur) pour le sportif [30]. Mieux, en cas de déshydratation importante, le corps est en danger avec à terme, des lésions graves au niveau de plusieurs organes internes comme les reins, le foie et le cerveau [27].

Il est également admis que les affections comme le paludisme, l'hypertension artérielle et l'hépatite B, courantes et/ou endémiques en milieu africain sont associées à une forte prévalence des maladies rénales, en l'occurrence l'insuffisance rénale chronique [5]. Par ailleurs, l'hypertension artérielle accélère beaucoup de formes de la maladie rénale et la progression de l'insuffisance rénale dans sa phase terminale [14].

En outre, nous ne savons pas si la pratique régulière du basketball en compétition dans un tel environnement chaud et humide, peut induire des perturbations fonctionnelles ou organiques liées à la déshydratation par perte d'eau sudorale chez les joueurs les plus assidus. Nous ne savons pas non plus à quel point les contraintes physiques et physiologiques qu'implique un match de basketball joué en plein air, dans l'ambiance chaude et humide du sud du Bénin, peuvent altérer la fonction rénale.

L'objectif de cette étude est par conséquent d'évaluer les modifications des paramètres associés à la fonction rénale enregistrées chez des joueuses de première division du Bénin, au cours des 24 heures qui suivent un match de basketball.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Type et cadre de l'étude

Il s'agit d'une étude expérimentale de type avant–après, réalisée en janvier 2008 dans la ville de Porto-Novo au Bénin. Elle a été entreprise au laboratoire APS et motricité de l'Institut national de la jeunesse, de l'éducation physique et du sport (Injeps).

### 2.2. Sujets de l'étude

L'échantillon d'étude est constitué de basketteuses seniors amateurs, retenues par la méthode probabiliste et la technique de choix aléatoire simple, dans deux équipes parmi les trois de la première division à Porto-Novo. Les équipes concernées sont l'Association sportive omnisport modèle (ASO Modèle) et l'Arc en Ciel Basketball Club. Chacune d'elles devrait présenter 12 joueuses au maximum, comme le prévoient les règles de jeu du basketball, mais pour des raisons personnelles ou de santé, huit joueuses (dont quatre cas de dysménorrhée) n'ont pas pu être présentes le jour de l'intervention. Finalement, la présente étude a enregistré la participation de 16 joueuses.

#### 2.2.1. Critères d'inclusion

Au niveau des équipes, les critères d'inclusion des joueuses dans l'échantillon sont :

- être d'une ethnie noire ;
- résider sur le territoire béninois depuis au moins un an (habitudes alimentaires spécifiques) ;
- être âgée de 18 ans ou plus ;
- détenir une licence sportive validée en 2006–2007 pour le compte d'une équipe senior de première ou de deuxième division de basketball ;
- être régulière aux entraînements (quatre heures au moins par semaine pendant dix mois dans l'année) et régulièrement inscrite aux compétitions ;
- donner son consentement éclairé et écrit pour participer à l'étude.

Cette étude a été acceptée par le Comité scientifique sectoriel des sciences et techniques des activités physiques et sportives (CSS/STAPS) de l'université d'Abomey-Calavi, tenant lieu de commission spécialisée d'éthique.

#### 2.2.2. Critères de non-inclusion

Les joueuses sous traitement médicamenteux antihypertensif, antipaludique ou sous tout autre traitement susceptible d'influencer les paramètres rénaux sont exclues de l'étude.

### 2.3. Matériels et techniques

Une fiche individuelle de renseignements a permis d'obtenir chez chaque joueuse, des informations relatives à l'âge, aux antécédents de maladies (infections urogénitales, hypertension artérielle, diabète, paludisme et hépatite virale), au nombre d'années de pratique du basketball et à la fréquence hebdomadaire des séances d'entraînement.

Un pèse personne de marque Seca, précis au 0,1 kg près et ayant une portée maximale de 150 kg a été utilisé pour mesurer la masse corporelle (MC). Des cardiofréquence-mètres de type Accurex Plus (Polar, Finlande) ont été utilisés pour mesurer la fréquence cardiaque. Des tubes à EDTA et des tubes secs ont permis de recueillir par joueuse, un échantillon de 10 mL de sang et d'urine. Nous avons utilisé un spectrophotomètre de type Chem 7 (Mannheim Erba, Allemagne) pour doser la créatinine et l'albumine plasmatique, par la méthode enzymatique et colorimétrique. Le sodium et le potassium urinaires ont été dosés par photométrie à électrons de référence, avec un Electrolyte Analyser, modèle STAX3 (Techno Médico, Japon). Un Counter automate Sysmex (Japon), de type KX21N a permis de déterminer le taux d'hémoglobine. La conservation des échantillons sanguins et urinaires à température ambiante a duré quatre heures (premiers prélèvements) ou deux heures (derniers prélèvements).

### 2.4. Protocole expérimental

#### 2.4.1. Plan expérimental

Une semaine avant le match expérimental, les joueuses ont rempli les fiches individuelles de renseignements et les fiches de consentement éclairé. Le jour du match et deux heures avant l'échauffement, les premiers prélèvements d'urine et de sang, ainsi que les mesures de la fréquence cardiaque et de la MC ont été effectués. Après un échauffement de 30 minutes comme à l'accoutumée, le match a été joué, avec un chronométrage du temps individuel de jeu de chaque joueuse. Dès la fin du match, une heure et 24 heures après, les prélèvements sanguins, la collecte des urines et les mesures de la fréquence cardiaque ont été réalisés sur les mêmes joueuses par les spécialistes.

#### 2.4.2. Procédures

Tous les prélèvements ont été effectués au pli cubital du coude gauche et les dosages en simple insu, c'est-à-dire que le technicien ne connaissait pas la provenance de chaque échantillon de sang et d'urine qu'il analysait. Les instructions des fabricants des appareils et des réactifs ont été respectées à la lettre, en vue de réduire l'erreur liée à la précision des mesures. À la fin du match, nous avons déterminé le « statut » de chacune des équipes (gagnante ou perdante) à partir du résultat enregistré. Au cours et après le match, les filles ont été autorisées à boire de l'eau plate à leur convenance, sans directives précises sur la quantité à boire.

#### 2.4.3. Intervention

Il s'agit d'un match amical de basketball de début de saison, joué en plein air et en temps réglementaire, c'est-à-dire en quatre quarts temps de dix minutes [16]. Il s'est déroulé

**Tableau 1** Caractéristiques biométriques des joueuses de basketball de première division de Porto-Novo ( $n = 16$ ).

	Âge (ans) $M \pm s$	MC (kg) $M \pm s$	Taille (cm) $M \pm s$	Sc ( $m^2$ ) $M \pm s$
Échantillon total ( $n = 16$ )	20,43 $\pm$ 0,43	57,31 $\pm$ 2,80	167,18 $\pm$ 2,04	1,62 $\pm$ 0,04
Équipe gagnante ( $n = 8$ )	21,50 $\pm$ 0,65	62,87 $\pm$ 4,61	170 $\pm$ 3,28	1,71 $\pm$ 0,07
Équipe perdante ( $n = 8$ )	19,37 $\pm$ 0,26**	51,75 $\pm$ 1,86*	164,37 $\pm$ 2,21	1,53 $\pm$ 0,02*

$M \pm s$  : moyenne  $\pm$  erreur standard de la moyenne ;  $n$  : effectif ; MC : masse corporelle ; Sc : surface corporelle ; \* : différence entre les deux équipes, significative à  $p < 0,05$  pour la surface corporelle ; \*\* : différence entre les deux équipes, significative à  $p < 0,01$  pour l'âge.

entre 15 heures 30 minutes et 17 heures, à une température ambiante de 31,5 °C et une humidité relative de 89 %, telles que relevées dans l'après-midi pour la ville de Porto-Novo, par le service de météorologie (Asecna) du Bénin. Au cours du match, un ordinateur portable, muni du logiciel Launch MBT SmartStats, a permis de chronométrer le temps réel de jeu de chaque joueuse et d'enregistrer les paniers marqués.

## 2.5. Variables étudiées

### 2.5.1. Au repos

Il s'agit du débit de filtration glomérulaire (DFG), calculé selon la formule de Cockcroft et Gault [9] :  $DFG (mL/min) = [(140 - \text{âge en années}) \times MC (kg)] \times 0,85 / 7,2 \times \text{créatininémie (mg/L)}$ . Ce débit a été corrigé (DFGc) au standard de surface corporelle (Sc) pour permettre les comparaisons, en utilisant la formule de l'Anaes [3]. Le DFGc exprimé en mL par minute par  $1,73 m^2 = [DFG (mL/min) \times 1,73] / Sc$ . La fonction rénale a été considérée comme altérée pour toute valeur du DFG inférieure à 90 mL par minute par  $1,73 m^2$ . Les taux d'hémoglobine (Hb) et d'albumine plasmatique (AP) ont été également déterminés, en considérant les valeurs inférieures à 11,5 g/100 mL (Hb) et supérieures à 45 g/L (AP) comme anormales.

### 2.5.2. Après le match

Le DFG et le DFGc ont été calculés. Le rapport sodium sur potassium urinaire (Na/K) a été utilisé pour effectuer le diagnostic différentiel entre une atteinte rénale fonctionnelle et une atteinte organique [17]. Nous avons considéré qu'un Na/K inférieur à 1 au repos traduit une insuffisance rénale fonctionnelle, généralement liée à une hypovolémie par fuite sodée [17]. La variation du volume plasmatique entre le repos et la fin du match ( $\Delta VP$ ) a été déterminée en appliquant la formule de Dill et Costill [13] suivante :  $\Delta VP (\%) = 100 \times (Hb1/Hb2) \times \{[1 - (Hte2/100)]/[1 - (Hte1/100)]\} - 100$ . Dans cette équation, Hb1 et Hte1 représentent respectivement les taux d'Hb et d'hématocrite de repos, puis Hb2 et Hte2 ceux mesurés en fin de match.

## 2.6. Analyse statistique

Les données enregistrées ont été traitées avec le logiciel Statistica de Stat Soft Inc. (Version 5.5). Des statistiques descriptives ont été calculées pour chaque variable étudiée. Après avoir vérifié la normalité de la distribution des variables (test de Kolmogorov-Smirnov), nous avons effectué les comparaisons entre les deux équipes aux différents temps de mesures par une analyse de variance (Anova) à deux facteurs (« temps de mesure » et « statut »). L'Anova

à un facteur ou celle de Friedman, suivie du test post hoc approprié, ont permis de comparer les variables aux différents temps de mesure. Le test U de Mann Whitney a servi à comparer les mesures des équipes. Le niveau de signification des tests statistiques a été fixé à  $p < 0,05$ .

## 3. Résultats

### 3.1. Performances des sujets et caractéristiques biométriques

Le match expérimental s'est soldé par la victoire de l'ASO Modèle (67 à 37) sur l'Arc en Ciel. Les deux équipes n'ont pas présenté de différence significative entre elles par rapport au temps de jeu moyen passé par les joueuses sur le terrain au cours du match expérimental ( $27,62 \pm 1,20$  min versus  $24 \pm 4,43$  min,  $p = 0,443$ ). Considérées ensemble, les joueuses s'entraînent en moyenne pendant  $5,3 \pm 0,3$  heures par semaine avec une ancienneté dans la pratique du basketball de  $6,8 \pm 0,9$  ans.

Le Tableau 1 présente les caractéristiques biométriques comparées des joueuses gagnantes et perdantes, ainsi que celles des deux équipes regroupées. Les moyennes de l'équipe gagnante sont significativement plus élevées par rapport à l'âge ( $21,50 \pm 0,65$  ans versus  $19,37 \pm 0,26$  ans,  $p = 0,009$ ), la MC ( $62,87 \pm 4,61$  kg versus  $51,75$  kg,  $p = 0,042$ ) et la Sc ( $1,71 \pm 0,07 m^2$  versus  $1,53 \pm 0,02 m^2$ ,  $p = 0,035$ ).

### 3.2. Évolution des paramètres associés à la fonction rénale

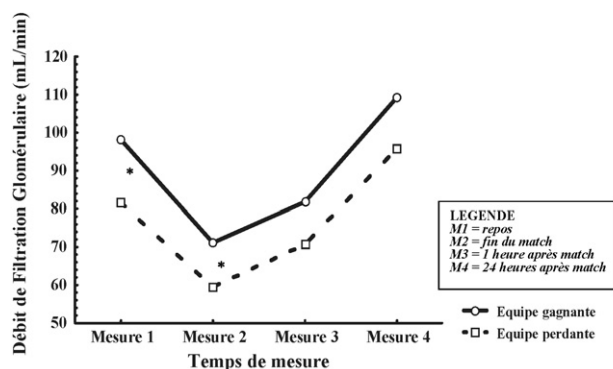
Au repos, comme l'indique le Tableau 2, toutes les filles ont un taux d'AP supérieur à 45 g/L. Un état anémique ( $Hb < 11,5$  g/100 mL) a été également constaté chez 13 filles, soit 81,25 % de l'échantillon total. Des valeurs anormales du DFGc ( $DFGc < 90$  mL par minute par  $1,73 m^2$ ) ont été aussi enregistrées chez toutes les joueuses. D'après la classification américaine des maladies rénales (K/DOQI, 2002), 12 filles sur 16, soit 75 %, pourraient être considérées comme étant au stade 1 de la maladie rénale chronique et quatre filles sur 16, soit 25 % en sont au stade 2. Le Na/K est normal (Na/K inférieur à 1) chez toutes les filles.

Après le match, le DFG a varié de façon significative en 24 heures dans chacune des équipes (Fig. 1), avec une différence significative entre les gagnantes et les perdantes au repos ( $98,15 \pm 7,30$  mL par minute versus  $81,64 \pm 4,15$  mL par minute,  $p = 0,046$ ) et à la fin du match ( $71,14 \pm 4,58$  mL par minute versus  $59,51 \pm 2,85$  mL par minute,  $p = 0,020$ ). Au cours des 24 heures qui ont suivi la fin du match, les débits ont progressivement augmenté jusqu'à une valeur significa-

**Tableau 2** Fréquences absolues des anomalies associées à la fonction rénale au repos, chez des joueuses de première division au Bénin en période de pré compétition.

Paramètres associés à la fonction rénale	Valeurs anormales	Échantillon total (n = 16)	Équipe gagnante (n = 08)	Équipe perdante (n = 08)
Albumine plasmatique (g/L)	> 45	16	08	08
Hémoglobine (g/100 mL)	< 11,5	13	06	07
DFGc (mL/min/1,73 m <sup>2</sup> )	< 120	16	08	08

DFGc : débit de filtration glomérulaire corrigé ; n : effectif du groupe. Les nombres dans le tableau représentent pour l'échantillon total, les équipes gagnantes et perdantes, l'effectif des joueuses présentant des valeurs anormales.

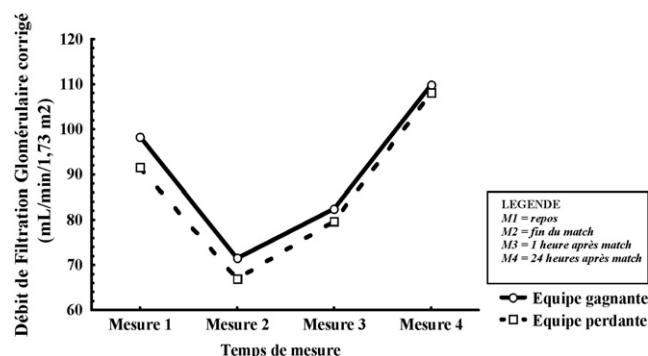


Différence significative entre les deux équipes pour la Mesure 1 ( $p = 0,049$ ) et pour la Mesure 2 ( $p = 0,020$ ).

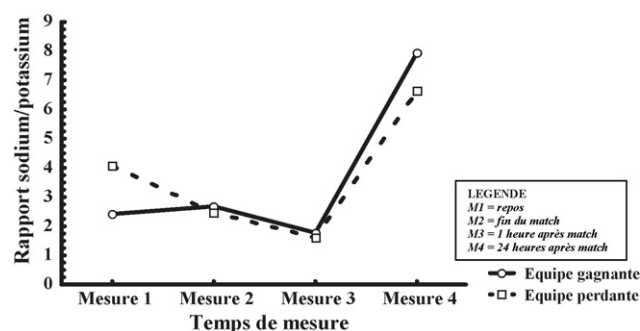
**Figure 1** Évolution du débit de filtration glomérulaire chez des joueuses de première division du Bénin après un match de basketball, selon qu'elles appartiennent à l'équipe gagnante ou perdante. Interaction (Temps de mesure  $\times$  groupe,  $p = 0,96$ ) ; Anova pour temps de prélèvement,  $p < 0,001$  (équipe gagnante) ;  $p < 0,001$  (équipe perdante).

tivement plus élevée que celle de repos pour les gagnantes (+11,38 %,  $p = 0,027$ ) et sans différence significative pour les perdantes (+17,25 %,  $p = 0,173$ ).

L'Anova de Friedman a mis en évidence un effet temps de mesure ( $p < 0,05$ ) dans chacune des équipes pour le DFGc (Fig. 2). À la fin du match, des réductions significatives de 27,32 % ( $p = 0,011$ ) et de 27,00 % ( $p = 0,017$ ) par rap-



**Figure 2** Évolution du débit de filtration glomérulaire corrigé chez des joueuses de première division du Bénin après un match de basketball, selon qu'elles appartiennent à l'équipe gagnante ou perdante. Interaction (Temps de mesure  $\times$  groupe,  $p = 0,937$ ) ; Anova pour temps de prélèvement,  $p < 0,001$  (équipe gagnante),  $p < 0,001$  (équipe perdante).



**Figure 3** Évolution du rapport sodium/potassium urinaire chez des joueuses de première division du Bénin après un match de basketball, selon qu'elles appartiennent à l'équipe gagnante ou perdante. Interaction (Temps de mesure  $\times$  groupe,  $p = 0,331$ ) ; Anova pour temps de prélèvement,  $p < 0,001$  (équipe gagnante),  $p < 0,001$  (équipe perdante).

port à la valeur de repos s'observent respectivement dans l'équipe gagnante et dans la perdante. De la fin du match à 24 heures après, le DFGc s'est progressivement accru jusqu'à atteindre des valeurs significativement plus élevées que celles de repos chez les gagnantes (+11,75 %,  $p = 0,02$ ) et les perdantes (+18,04 %,  $p = 0,017$ ). Il faut signaler que les différences entre les deux équipes ne sont significatives ni avant, ni après le match ( $p > 0,05$ ). En ce qui concerne le rapport Na/K (Fig. 3), les gagnantes ont enregistré 24 heures après le match, un accroissement très significatif de 229,46 % ( $p = 0,0004$ ), tandis que l'augmentation de 62,74 % ( $p = 0,117$ ) chez les perdantes n'est pas significative. Aux différents temps de mesures, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a été enregistrée entre les deux équipes.

Lorsque les filles des deux équipes sont regroupées (Tableau 3), l'Anova à un facteur a mis en évidence un effet « temps de mesure » pour le DFG, le DFGc et le rapport Na/K. Entre le repos et la fin du match, le DFG et le DFGc ont diminué respectivement de 26,89 % ( $p = 0,001$ ) et de 27,01 % ( $p = 0,0001$ ). De la fin du match à 24 heures après, la tendance inverse s'observe, avec un DFG et un DFGc plus élevés que les valeurs observées au repos ( $p < 0,01$ ). Concernant le rapport Na/K, la seule différence statistiquement perceptible ( $p < 0,001$ ) se situe entre la moyenne enregistrée 24 heures après le match et les mesures précédentes.

À la fin du match, le  $\Delta VP$  a augmenté en moyenne de  $+4,2 \pm 7,5$  % (mini. =  $-5,5$  % – maxi. =  $+19,1$  %) dans l'équipe

**Tableau 3** Évolution des paramètres associés à la fonction rénale après un match de basketball chez des joueuses de première division au Bénin ( $n = 16$ ).

Paramètres rénaux	Repos (M1)	Fin du match (M2)	1 heure après (M3)	24 heures après (M4)
Débit de filtration glomérulaire ou DFG (mL par minute)	89,89 $\pm$ 4,58	65,71 $\pm$ 3,10***	76,26 $\pm$ 3,03***	102,53 $\pm$ 5,43*,****
Débit de filtration glomérulaire corrigé ou DFGc (mL/min/1,73 m <sup>2</sup> )	94,98 $\pm$ 2,49	69,32 $\pm$ 1,74***	81,05 $\pm$ 1,91***	109,02 $\pm$ 4,51*,****
Sodium/potassium (Na/K)	3,25 $\pm$ 0,47	2,57 $\pm$ 0,22	1,69 $\pm$ 0,31	7,29 $\pm$ 0,95**,****

Les valeurs dans les cases représentent les moyennes  $\pm$  erreur standard de la moyenne ;  $n$  : effectif ; \* : différence avec M1, significative à  $p < 0,05$  ; \*\* : différence avec M1, significative à  $p < 0,01$  ; \*\*\* : différence avec M1, significative à  $p < 0,001$  ; \*\*\*\* : significativement différente de M3 à  $p < 0,001$ .

gagnante et de  $+2,1 \pm 5,4\%$  (mini. =  $-3,7\%$  – maxi. =  $+10,6\%$ ) dans l'équipe perdante. Pour l'ensemble des filles, l'accroissement moyen du  $\Delta VP$  est de  $+3,1 \pm 6,4\%$ .

#### 4. Discussion

Cette étude a été réalisée en période précompétitive, avec des joueuses amateurs de deux équipes de première division du Bénin. L'équipe vaincue (Arc en Ciel) venait d'accéder à la première division pour la saison 2007–2008 et celle qui est vainqueur (ASO Modèle) est vice-championne en titre. Les joueuses de chaque équipe voulaient gagner, les unes pour montrer leur suprématie sur leurs camarades venant de la deuxième division et les autres pour montrer qu'elles font désormais partie des grandes équipes du pays. Toutes les joueuses étaient donc motivées pour s'engager totalement dans ce match qui s'est soldé par la victoire de l'ASO Modèle. Les valeurs enregistrées peuvent donc être considérées comme représentatives du niveau d'entraînement des filles étudiées.

Si l'on se réfère aux valeurs usuelles de l'AP dans la littérature internationale, telles que rapportées par Burtis et al. [7] pour la population féminine générale, c'est-à-dire de 33 à 45 g/L, les filles impliquées dans cette étude devraient être considérées comme déshydratées avant le début du match. En fait, une élévation de l'AP ne se rencontre habituellement qu'en cas de déshydratation par réduction de la teneur en eau du plasma [15]. Cette fréquence élevée de sujets déshydratés dont rendrait compte l'hyperalbuminémie observée dans notre population au repos, résulte probablement d'un faible taux d'hydratation et/ou des effets du climat chaud et humide. Si nous nous référons, en revanche, aux normes de 32 à 58 g/L établies par Bigot et al. [4] sur une population féminine, non sportive du Bénin, en moyenne plus âgée que la nôtre, aucune de nos filles ne pourra être considérée comme déshydratée. Les taux moyens d'albuminémie de 41 g/L obtenus au Rwanda [19] et au Nigéria [2] dans la population féminine générale, apparaissent divergents avec celui de notre échantillon ( $47,30 \pm 0,58$  g/L). Ces divergences pourraient être attribuées aux effets de la pratique sportive chez les filles de la présente étude.

La fréquence élevée d'anémie observée au repos chez 80 % des joueuses et indépendamment de l'équipe, pourrait être associée à une carence nutritionnelle et/ou à un état parasitaire défavorable (forte charge plasmodiale,

helminthiase). En effet, l'anémie du sujet noir africain résulte de l'association entre la carence nutritionnelle, les pertes martiales dues à la parasitose intestinale (aux helminthiases), l'hémolyse consécutive aux infections plasmodiales et des facteurs génétiques [31,36]. Puisqu'il s'agit de jeunes filles postpubères pour la plupart, les pertes sanguines menstruelles constituent un facteur susceptible d'induire un état anémique en association avec ceux précédemment énumérés, une hématurie répétée et une altération de la fonction rénale.

Dans cette étude, trois filles sur quatre (75 %) ont présenté au repos, un DFG supérieur ou égal à 90 mL par minute par 1,73 m<sup>2</sup>, mais inférieur à 120 mL par minute par 1,73 m<sup>2</sup>. Une joueuse sur quatre (25 %) a eu, toujours au repos, un DFG compris entre 60 et 89 mL par minute par 1,73 m<sup>2</sup>. Si nous avions déterminé le DFGc de façon plus fiable (clearance de la créatinine), ces deux résultats auraient pu faire suspecter en référence au K/DOQI [24], une maladie rénale associée à des lésions organiques, à des anomalies biologiques et/ou histologiques et/ou morphologique des reins. La fréquence élevée de valeurs anormales du DFGc observée au repos dans notre série peut être liée à une diminution du DFG d'origine hémodynamique. Les deux facteurs les plus en cause ici seraient :

- une diminution du débit sanguin rénal (ischémie rénale) favorisée par la déshydratation et l'anémie telles que constatées plus haut ;
- une obstruction des voies urinaires.

Trois autres facteurs pourraient également influencer le DFG, à savoir, le débit plasmatique rénal, les résistances artériolaires, une pression artérielle systémique élevée. Chez les joueuses de cette étude, la pression artérielle n'est certainement pas en cause parcequ'elles ont toutes présenté au repos, des valeurs normales de la pression artérielle systolique.

La diminution du DFG à la fin du match peut être attribuée à la redistribution du sang en faveur des muscles cardiaques et squelettiques en activité. Cela a pour conséquence de réduire le débit sanguin dans de nombreux organes, les reins par exemple, dont le flux sanguin peut être réduit de trois quarts [22,32]. La réduction du débit sanguin rénal induit un dysfonctionnement rénal transitoire, puisqu'une heure après l'effort, la tendance s'inverse. Il s'agit d'un phénomène connu et rapporté par plusieurs

auteurs [22,35]. Poortmans et al. [34] n'ont cependant constaté aucun changement du DFG après une épreuve d'aviron. La divergence entre nos résultats et ceux de Poortmans et al. est peut-être en relation avec l'intensité des efforts auxquels les sujets ont été soumis dans chaque étude. Les rameurs avaient produit un effort important, tandis que les joueuses de notre étude n'ont joué en moyenne que pendant 26 minutes à 84% de leur  $F_{cmax}$  théorique. La réduction de la circulation sanguine splanchnique et rénale est en effet proportionnelle à l'intensité de l'exercice [26].

La comparaison des deux équipes en ce qui concerne le DFG en valeur absolue a mis en évidence une différence significative entre les joueuses gagnantes et perdantes à la fin du match. La différence disparaît, lorsque les moyennes sont relativisées, c'est-à-dire rapportées à la  $Sc$ , comme l'ont suggéré différents auteurs [37,12]. La  $Sc$  constitue, en effet, selon ces auteurs, un facteur d'influence du filtrat glomérulaire et donc de la fonction rénale.

D'un autre côté, une hémodilution a été observée chez nos filles en fin de match et l'absence de différence significative entre les accroissements moyens du VP enregistrés dans les deux équipes, pourrait également contribuer à expliquer le résultat relatif au DFGc.

Le retour à la normale du DFG et le phénomène de surcompensation observés en 24 heures, pourraient être interprétés comme un effet positif de l'effort physique fourni lors du match, se manifestant par une restitution de la fonction rénale. L'exercice physique présentant une composante aérobie (comme le basketball) améliore en effet la fonction rénale [8]. De plus, la tendance, à une superposition des valeurs moyennes des deux groupes 24 heures après le match, suggère que la réponse positive des reins ou l'effet bénéfique du match serait plus importante chez les sujets à  $Sc$  réduite.

Des variations non significatives et en sens contraire du  $Na/K$  urinaire ont été observées entre les équipes à la fin du match. Cette tendance peut être associée au mouvement des électrolytes que sont le sodium et le potassium, pendant le match. Les rapports se sont abaissés jusqu'à 1,69, une heure après le match, mais n'ont pas atteint la valeur limite ( $Na/K$  inférieure à 1) à partir de laquelle selon Frey et al. [17], une insuffisance rénale fonctionnelle peut être suspectée.

La rétention du sodium urinaire tendait à être plus importante dans l'équipe gagnante que dans l'équipe perdante, alors que le phénomène inverse a été observé pour le potassium. Nous pourrions associer ce constat, à l'activité de deux hormones que sont l'aldostérone et la vasopressine (ADH). Ces deux hormones font accroître en effet, l'excrétion du potassium, alors qu'elles induisent une plus grande réabsorption du sodium [18]. Le phénomène constaté peut toutefois être provoqué par d'autres hormones comme l'adrénaline (qui augmente l'excrétion du potassium) ou un dysfonctionnement de la pompe  $Na^+/K^+-ATPase$  [1]. L'augmentation très significative du rapport  $Na/K$ , 24 heures après le match met certes, en évidence, un effet positif de l'effort physique sur l'activité tubulaire, mais elle occulte l'effondrement constaté au niveau des taux urinaires du sodium et surtout du potassium. L'importante baisse de la natriurèse observée peut être attribuée à l'aldostérone, puisque ses effets, ainsi que ceux de l'ADH

persistent 12 à 48 heures après l'exercice [6]. La réduction de la kaliurèse en période de récupération pourrait être provoquée par l'excrétion des ions hydrogènes, dans la mesure où au cours d'un effort d'intensité très élevée produisant une forte acidose, les ions hydrogènes sont sécrétés préférentiellement au potassium [25]. L'effondrement du taux urinaire de ces électrolytes a pu être également le fait d'une ingestion insuffisante de sodium et de potassium en période post-effort. Nos données relatives aux électrolytes sont conformes à ceux de Gerth et al. [21] et de Irving et al. [23] qui ont observé une réduction considérable du sodium, des jours après des courses sur longues distances. Avec des efforts de moindre durée et dont l'intensité était de l'ordre de 100/150 watts, Virvidaski et al. [38] ont noté une augmentation du sodium et du potassium excrétés, alors qu'après un effort intense de 150/200 watts, aucun changement ne s'était produit. Ces divergences dans les résultats sont certainement dues aux différences dans la nature des activités et les modalités des exercices utilisés.

Considérés ensemble, nos résultats supportent l'idée selon laquelle l'exercice physique d'intensité légère à modérée, pratiqué de façon non intensive, a un effet favorable sur les différentes fonctions de l'organisme. Quoique de portée limitée et demandant à être élargie aux autres activités sportives et à des populations plus importantes, ces résultats permettent de penser que la poursuite de la pratique sportive, particulièrement celle du basketball en compétition peut être recommandée aux filles étudiées, même si les conditions environnementales induisent des perturbations importantes, et transitoires, de l'homéostasie. Il faut toutefois que les sportives prennent les dispositions pour assurer une alimentation équilibrée et une hydratation adéquate.

Le fait que les valeurs tendent vers ou dépassent même les valeurs initiales, pourrait présenter une implication positive par rapport au retentissement de la pratique sportive sur la fonction rénale. Il est nécessaire, pour garantir l'intégrité de cette fonction, d'attendre peut être 24 heures, avant de programmer un autre match ou une autre séance d'entraînement d'intensité élevée. Il reste à démontrer si la pratique régulière de ces activités physiques exigeantes a au fil du temps, un impact positif sur la fonction rénale de ces athlètes.

## 5. Limites de l'étude

Les deux équipes retenues parmi trois selon la méthode probabiliste, représentent l'élite du basketball dans la ville de Porto-Novo, en catégorie senior dames. Les résultats de cette étude restent, par conséquent, valables pour les pratiquantes de cette ville et ne peuvent être généralisés ni aux autres villes du Bénin ni aux autres catégories de la Fédération béninoise de basketball. Nous avons opté pour une comparaison entre les équipes (gagnantes et perdantes) après avoir constaté l'absence de corrélations ( $r$ ) significatives ( $r$  varie de  $-0,09$  à  $+0,30$ ;  $p > 0,05$ ), entre le temps de jeu, puis l'intensité de jeu (représentée par la fréquence cardiaque) d'une part et, d'autre part, chacun des paramètres étudiés. Les corrélations calculées n'ont pas été significatives, certainement à cause de la taille réduite de

l'échantillon d'étude et du nombre de matchs étudiés également réduit à un seul. Cela a sans doute entraîné une faible variation du temps de jeu dans notre série, et conduit aux coefficients de corrélation non significatifs enregistrés.

## 6. Conclusion

Les résultats de cette étude indiquent que toutes les joueuses sollicitées présentent au repos, des valeurs anormales du DFG, de l'AP et que la majorité d'entre elles un taux d'Hb anormal, faisant suspecter une anémie chez elles. Il semble que les joueuses étudiées s'hydratent et s'alimentent mal au cours des efforts physiques, ainsi que lors des périodes de récupération.

Les données enregistrées suggèrent qu'un match de basketball joué dans l'environnement chaud et humide du Bénin, provoque une altération transitoire de la fonction rénale chez les filles (– 27,01 % du DFGc de repos), indépendamment de leur statut de gagnant ou de perdant. Le fait que le filtrat glomérulaire tende 24 heures après le match, à s'élever au-dessus de la valeur initiale, fait penser qu'a priori, les effets d'un match unique ne sont pas dangereux à terme pour la fonction rénale, dans l'environnement tropical d'Afrique subsaharienne.

## 7. Conflits d'intérêts

Aucun.

## Références

- [1] Ader JL, Carré F, Dinh-Xuan AT, Duclos M, Kubis N, Mercier J, et al. *Physiologie*. 2nd ed. Masson: Issy-les-Moulineaux; 2006.
- [2] Adéwoye HO, Fawibe JF. Serum albumin level in an urban Nigerian population. *Br J Nutr* 1978;40:439–42.
- [3] Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé (Anaes). *Diagnostic de l'insuffisance rénale chronique chez l'adulte*. Septembre 2002.
- [4] Bigot A, Akpona S, Attolou V, Avodé G, Djrolo F, Hounbè F, et al. Valeurs de référence de 11 protéines sériques dans une population apparemment en bonne santé. *J S Biol Clin (Bénin)* 1996;3:45–8.
- [5] Boonpucknavig N, Soontornniyomkij V. Pathology of renal diseases in the tropics. *Seminars Nephrol* 2003;23:88–106.
- [6] Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: The "crossover" concept. *J Appl Physiol* 1994;76:2253–61.
- [7] Burtis CA, Ashwood ER, Brunts DE. *Tietz textbook of clinical chemistry and molecular diagnostics*. 4<sup>e</sup> ed Elsevier Saunders; 2005. p. 2254.
- [8] Chan M, Cheema BS, Fiatarone Singh MA. Progressive resistance training and nutrition in renal failure. *J Ren Nutr* 2007;17: 84–7.
- [9] Cockcroft DW, Gault MH. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976;16:31–41.
- [10] Collins AJ. The hemoglobin link to adverse outcomes. *Studies Med* 2003;3:S194–7.
- [11] Cormery B, Marcil M, Bouvard M. Rules change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year investigation. *Br J Sports Med* 2007.
- [12] Delanaye P, Chapelle JP, Ferir AM, Gielen J, Krzesinski JM, Rovic G. La mesure du débit de filtration glomérulaire en clinique quotidienne. *Rev Med (Liège)* 2003;58:95–100.
- [13] Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;37:247–8.
- [14] Dirks J, Remuzzi G, Horton S, Schieppati A, Rizvi SAH. Diseases of kidney and the urinary system. In: World Bank, editor. *Non-communicable diseases. A Custom Publication of the Disease Control Priorities Project*; 2006. p. 127–38.
- [15] Dumas BT, Peters TJR. Serum and urine albumin: a progress report on their measurement and clinical significance. *Clin Chim Acta* 1997;258:3–20.
- [16] Fédération internationale de basketball (FIBA). *Règlement officiel de basketball*. Édition 2006.
- [17] Frey J, Daudon M, Raby N, Augereau C, Dechaux M, Diehl JL, et al. Valeur sémiologique des paramètres biochimiques urinaires. *Ann Biol Clin* 2001;59:13–25.
- [18] Fumeaux Z, Stoermann Chopard C. Le spot urinaire : utilité et pièges à éviter. *Rev Med (Suisse)* 2005;1:557–61.
- [19] Gahutu JB, Wane J. Reference values for serum protein and electrolyte study from Rwanda. *East Afr Med J* 2006;83: 61–7.
- [20] Gertenbluth RE, Spirnak JP, Elder JS. Sports participation and high grade renal injuries in children. *J Urol* 2002;168: 2575–8.
- [21] Gerth J, Ott U, Fünfstück R, Keil E, Schubert K, Hübscher J, et al. The effect of prolonged physical exercise on renal function, electrolyte balance and muscle cell breakdown. *Clin Nephrol* 2002;57:425–31.
- [22] Goffin E, Nielsens H. Peut-on pratiquer un sport lorsqu'on est insuffisant rénal chronique, dialysé ou transplanté? AIRG-France : Info Med 2006. <http://www.airg-france.org:1-4> (site consulté le 1<sup>er</sup> juillet 2009).
- [23] Irving RA, Noakes TD, Van Zyl Smit R. Metabolic and renal changes in two athletes during a world 24 hours relay record performance. *Br J Sports Med* 1989;23:227–32.
- [24] Kidney Disease Outcome Quality Initiative (K/DOQI). Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39 (2 suppl. 1): S1–266.
- [25] Marshall WJ, Bangert SK. *Biochimie médicale*. 1<sup>re</sup> ed Paris: Elsevier; 2005.
- [26] Mc Allister RM. Adaptations in control of blood flow with training: splanchnic and renal blood flows. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:375–81.
- [27] MediResource. *Maladies. Déshydratation* 2008. <http://sante.canoe.com>; 153: 1–3 [consulté le 31 mars 2008].
- [28] Momen A, Handly B, Kunselman A, Leuenberger UA, Sinoway LI. Influence of sex and active muscle mass on renal vascular responses during static exercise. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2006;1:121–6.
- [29] Neumayr G, Pfister R, Hoertnagl H, Matterbauer G, Prokop W, Joannidio M. Renal function and plasma volume following ultramarathon cycling. *Int J Sports Med* 2005;26:2–8.
- [30] Noakes TD. Dehydration during exercise: what are the real dangers? *Clin J Sports Med* 1995;5:123–8.
- [31] Nussenblatt V, Semba RD. Micronutrient, malnutrition and the pathogenesis of malarial anemia. *Acta Tropica* 2002;82:321–37.
- [32] Poortmans JR. Exercise and renal function. *Sports Med* 1984;1:125–53.
- [33] Poortmans JR. La réponse rénale à l'exercice chez le sujet sain et pathologique. *Néphrologie* 1995;16:317–24.
- [34] Poortmans JR, Jourdain M, Heyters C, Reardon FD. Postexercise proteinuria in rowers. *Can J Sport Sci* 1990;15: 126–30.
- [35] Poortmans JR, Ouchinsky M. Glomerular filtration rate and albumin excretion after maximal exercise in aging sedentary and active men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006;61: 1181–5.

- [36] Stoltzfus RJ, Chwaya HM, Montresor A, Albonico M, Savioli L, Tielsch JM. Malaria, hookworm and recent fever are related to anemia and iron status indicators in 0 to 5 years old Zanzibar children and these relationships change with age. *J Nutr* 2000;130:1724–33.
- [37] Tsinalis D, Binet I. Appréciation de la fonction rénale: créatininémie, urée et filtration glomérulaire. *Forum Med (Suisse)* 2006;6:414–9.
- [38] Virvidaski C, Loukas A, Mayopoulou-Symvoulidou D, Mountakakis T. Renal responses to bicycle exercise in trained athletes: influence of exercise intensity. *Int J Sports Med* 1986;7:86–8.
- [39] Wan J, Corvino TF, Greenfield SP, Discala C. Kidney and testicle injuries in team and individual sports: data from the national pediatric trauma registry. *J Urol* 2003;170:1528–33.
- [40] Wikipedia. Bénin. <http://www.fr.wikipedia.org>. Dernière mise à jour le 31 mars 2008; [consulté le 31 janvier 2008].