



LES EFFETS DU JEÛNE DU RAMADAN SUR LE PROFIL NUTRITIONNEL ET SUR L'APTITUDE AÉROBIE DES FOOTBALLEURS

Docteur Chiha Fouad

Maître de conférences «A» S.T.A.P.S / Constantine

Université Mentouri, Constantine

Résumé

Le sujet pose le problème épineux et contradictoire des effets du jeûne du ramadhan sur le footballeur.

L'étude pratique entreprise montre que la mise en place d'un profil nutritionnel étudié aux conditions difficiles du mois de jeûne de ramadhan peut avoir des implications bénéfiques. sur l'aptitude aérobie en football.

ملخص

الموضوع يطرح إشكالية معقدة وفي آن واحد متناقضة لتأثيرات شهر رمضان على لاعبي كرة القدم.

الدراسة التطبيقية توضح أن وضع نمط من التغذية المدروس للاعبين في الحالات الصعبة من شهر رمضان له انعكاسات ايجابية على القدرة الهوائية.

Les effets du jeûne du ramadan sur le profil nutritionnel et sur l'aptitude aérobie des footballeurs.

INTRODUCTION

L'étude des répercussions du Ramadan sur la santé et les performances physiques des footballeurs est un sujet qui suscite des intérêts de plus en plus croissants dans le monde du football car le nombre des footballeurs musulmans ne fait qu'augmenter dans les pays occidentaux et d'autre part, parce que les exigences du football moderne ont considérablement augmenté s'appuyant de plus en plus sur les contraintes imposées par la compétition, sur la préparation physique et sur les aspects athlétiques des athlètes. [1]

A l'état de jeûne, l'organisme mobilise, dans une première étape, ses réserves glucidiques. Les cellules musculaires ne peuvent pas libérer du glucose dans la circulation sanguine contrairement Le glycogène hépatique ne peut fournir du glucose que pour une période de courte durée. Si le jeûne se prolonge, les mécanismes de production hépatiques de glucose (néoglucogenèse) s'intensifient et deviennent prédominants au moment où les réserves glycoléniques s'épuisent. Les besoins de l'organisme via la néoglucogenèse se trouvent diminuées par la présence dans la circulation d'un autre substrat énergétique : les acides gras issus de la lipolyse au niveau du tissu adipeux.

Du point de vue physiologique, le football est un sport à dominante aérobie, elle représente 80% de la fourniture énergétique totale et la distance parcourue est de 10Km en moyenne durant un match. Le football de haut niveau nécessite un $\dot{V}O_{2max}$ supérieur à 60 ml/Kg/min [2]. Une journée avec un match exige un apport de 3500 Kcal en moyenne pour le joueur de haut niveau. [3-4]

Assurer à l'athlète un statut nutritionnel satisfaisant implique une alimentation équilibrée, diversifiée et adaptée. L'équilibre permet une répartition harmonieuse de la ration énergétique sur une journée et participe à procurer une efficacité maximale à l'organisme aussi bien au niveau du renou-

vement des tissus, de la croissance éventuelle que de la réalisation d'une performance motrice. [5]

Les enquêtes alimentaires constituent un moyen pour connaître les habitudes alimentaires du sportif et à déterminer la nature, la fréquence et la quantité des aliments consommés ainsi que leur mode de préparation et de consommation. Les enquêtes alimentaires bien conduites, sur la base de questionnaires éprouvés, permettent d'appréhender les apports sous l'angle quantitatif (apport énergétique) et sous l'angle qualitatif (composition de l'apport énergétique) [6]

Dans la plupart des recherches portant sur les effets physiologiques de l'exercice ou de l'entraînement, la consommation d'oxygène constitue une référence très souvent utilisée pour en exprimer l'intensité énergétique. Sa valeur maximale ($\dot{V}O_{2max}$) constitue un excellent critère d'appréciation de l'aptitude physique [7].

L'apparition des techniques de mesure rapides et fiables des lactates sanguins a fait du seuil anaérobie un autre élément important dans le contrôle de l'entraînement, le diagnostic de la performance et pour apprécier les potentialités anaérobies de l'athlète et pour situer la zone de transition métabolique entre les systèmes énergétiques aérobie-anaérobies. Ces différentes méthodes d'identification du seuil anaérobie font appel à différentes techniques [8].

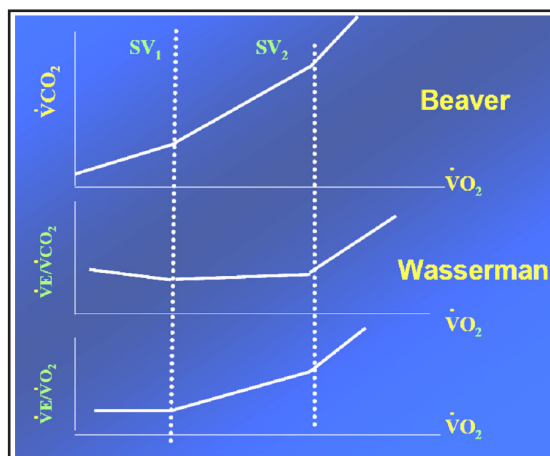


Figure n°1 : méthodes d'évaluation des seuils ventilatoires

Au cours d'un exercice à charge progressive croissante, la ventilation augmente d'une manière linéaire en fonction de $\dot{V}O_2$ et $\dot{V}CO_2$. La puissance, ou changement de pente de la ventilation, correspond au seuil ventilatoire lequel est généralement contemporain du seuil anaérobie. [9]. Le seuil ventilatoire est déterminé à partir de la courbe du débit ventilatoire exprimé en fonction de la charge. Il représente la charge correspondant au point de rupture de la linéarité de VE [8].

Actuellement, il est possible à l'aide de nouvelles techniques moins invasives d'estimer la position de ce seuil en croisant l'évolution des rapports VE/O₂ avec le rapport VE/ $\dot{V}CO_2$. Le seuil est situé lors d'un exercice à intensité progressive, lorsque le rapport VE/ $\dot{V}O_2$ augmente brutalement alors que VE/ $\dot{V}CO_2$ reste constant.

Faute de connaissance précise de la pratique du sport de compétition pendant le jeûne, l'approche du Ramadan voit apparaître sans cesse débats et polémiques. Durant le mois de Ramadan, les conditions de la pratique du football, dont on veut cerner de plus en plus les nécessités énergétiques, physiologiques et biologiques, restent jusqu'à présent un domaine insuffisamment exploré.

L'objectif de cette étude était d'évaluer l'influence du jeûne de Ramadan sur le profil nutritionnel et sur les paramètres ventilatoires (seuil ventilatoire : SV et $\dot{V}O_{2max}$) des footballeurs en comparaison avec des sujets non sportifs.

Sujets, Matériel et Méthodes :

Cette étude descriptive et transversale s'est déroulée pendant la période du mois de Ramadan. Elle a été réalisée au laboratoire des STAPS au département d'Éducation Physique et Sportive, Université Mentouri de Constantine.

1. Sujets :

12 footballeurs et 09 sujets non sportifs sains ont consenti à participer à l'étude.

1.1 Critères d'inclusion :

Sportifs : footballeurs ayant les caractéristiques suivantes :

L'âge compris entre 18 et 25 ans ;

Volume horaire d'entraînement hebdomadaire de 9 à 10 heures d'entraînement par semaine en plus de la compétition.

Sujets non sportifs : sujets sains ne pratiquant pas d'activité physique régulière de même âge (18 à 25 ans) et ne présentant aucune contre indication au sport.

1.2. Critères d'exclusion :

Sujets obèses, I MC > 30 ;

Sujets fumeurs ;

Sujets présentant des pathologies contre indiquant l'activité physique.

Les sujets inclus dans l'étude avaient les caractéristiques suivantes :

Tableau n° 01 : Caractéristiques des sujets de l'étude :

Paramètres	Age (années)	Poids corporel (Kg)	Taille (cm)	IMC (Kg/m ²)
Sportifs	19,83 ± 2,39	66,17 ± 7,85	176,08 ± 3,82	21,33 ± 2,42
Non sportifs	23,88 ± 5,36	66,06 ± 4,19	175,55 ± 4,73	21,44 ± 2,07

IMC : indice de masse corporelle

Les sujets ont été rassurés que les données seront recueillies dans le respect de la confidentialité et de l'anonymat.

Protocole expérimental :

Les sujets ont répondu à un questionnaire portant sur une enquête alimentaire.

Les mesures anthropométriques, ont été réalisées pendant la période de contrôle (C) une semaine avant le mois de Ramadan et pendant la quatrième semaine de Ramadan (R). Les deux périodes de l'expérimentation ont été réalisées dans des conditions climatiques proches.

Tous les sujets ont subi les mesures et les tests suivants :

Une enquête alimentaire ;

Une épreuve d'effort maximale pour la mesure du SV et du $\dot{V}O_{2max}$;

Enquête alimentaire :

Elle a été réalisée avant et pendant le mois de Ramadan. Un questionnaire évaluant sur une semaine l'apport alimentaire tant quantitatif que qualitatif a été distribué aux sujets. Le même questionnaire a été adapté aux exigences du jeûne de Ramadan (nombre et horaire des prises alimentaires). L'estimation de l'apport énergétique et de sa composition est réalisée en utilisant le programme **BILNUT** (Nutrisoft, Cerelles, France, version 2.0 : 1990) [10] adapté selon les données de la table de composition des aliments de l'institut national des statistiques de Tunis enrichis par de nouveaux aliments régulièrement pris par cette population d'étude.

Mesure de la consommation maximale d'oxygène : $\dot{V}O_{2max}$

Cette épreuve avait permis de mesurer le seuil ventilatoire (SV) et le $\dot{V}O_{2max}$ et d'observer l'évolution des paramètres suivants au repos, au SV et à la fin de l'effort : le $\dot{V}O_2$, le $\dot{V}CO_2$, le QR (quotient respiratoire) et la Fc.

C'est une épreuve **standardisée et individualisée**. La standardisation repose sur la durée de l'EEM et la durée et nombre des paliers. L'individualisation repose sur l'adaptation de la charge à chaque individu. L'incrémentation de la charge sera calculée à partir de la puissance maximale théorique (PMA théorique) :

Première étape : déterminer le $\dot{V}O_{2max}$ selon les équations de **Wasserman** [11] :

Deuxième étape : déterminer le $\dot{V}O_{2max}$ estimé selon les situations suivantes :

sujet normal : $\dot{V}O_{2max} = \dot{V}O_{2max}$ théorique

sportif : $\dot{V}O_{2max} = \dot{V}O_{2max}$ théo + $1/3 \dot{V}O_{2max}$ théo

Troisième étape : calculer la différence de $\dot{V}O_2$ ($\dot{V}O_{2max} - \dot{V}O_2$ repos)

($\dot{V}O_2$ repos est évalué entre 5 et 10 ml/Kg, la valeur de 5ml/Kg est prise dans nos calculs)

Quatrième étape : convertir : 1 watt consomme en moyenne 10,3 ml d'O₂ / min

PMA théorique = $(\dot{V}O_{2max} - \dot{V}O_2 \text{ repos}) / 10,3$

Tableau n°5 : formules de la détermination du $\dot{V}O_{2\max}$ théorique selon Wasserman [11]

Genre	Ergomètre	Obésité	Formules
Homme	Vélo	Non	$P \cdot (50,75 - 0,372 \cdot A)$
		Oui	$(0,79 \cdot T - 60,7) \cdot (50,75 - 0,372 \cdot A)$

Finalement il faut introduire le protocole :

Repos : 3 à 5 min

Échauffement : 20% PMA théorique

Incrémentation : 80 % PMA théo / 10 min

Récupération : 5 min : 2 min à 20% PMA et 3 min à 0 watt

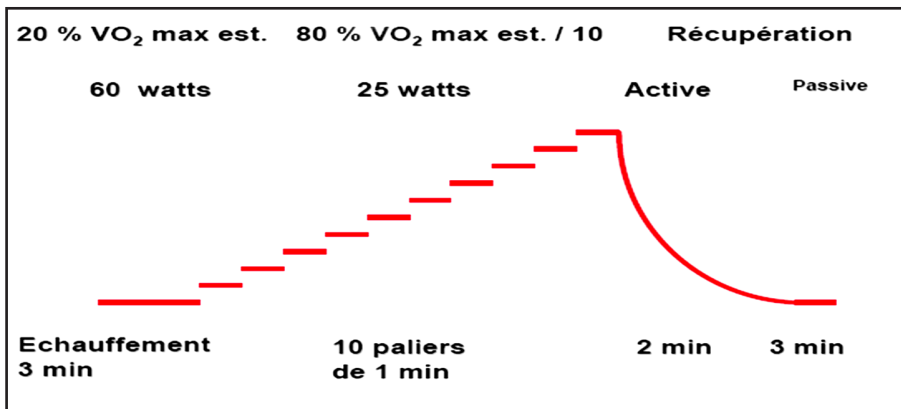


Figure n°2 : Évaluation du $\dot{V}O_{2\max}$ selon le protocole de Wasserman 1986 [11]

Réalisation de l'épreuve :

L'épreuve est réalisée sur un ergocycle à frein électromagnétique de type (*ergoline*, *Bitz*, Allemagne) selon le protocole de Wasserman [11]. Les échanges gazeux sont monitoriés par un analyseur cycle par cycle en utilisant un module métabolique (*ZAN 600*, *Meßgeräte*, Allemagne). La fréquence cardiaque est enregistrée en continu ainsi que l'électrocardiogramme grâce au module intégré (*ZAN 800 ECG*), les mesures sont réalisées grâce à un cardiocollect de marque (*Delmar Reynolds*).

Après une période d'échauffement, le sujet pédale pendant 10 paliers d'une minute chacun à une fréquence de 60 tr/min. L'épreuve est poursuivie jusqu'à ce que le sujet ne supporte plus la charge imposée : fatigue musculaire (le sujet ne supporte plus la charge de travail) ou dyspnée (> 7 sur l'échelle visuelle analogique « EVA » en utilisant comme classification l'échelle de Borg), il atteint sa fréquence cardiaque maximale, ou le QR enregistre des valeurs élevées. Les conditions climatiques (T, P, %H) étaient relevées et enregistrées sur l'ordinateur directement en mode BTPS (*Body Temperature Pressure Saturated*).

ANALYSE STATISTIQUE :

Tous les paramètres étudiés sont exprimés en résultats descriptifs (moyenne et écart type) et analytiques (comparaison des résultats par le T de Student pour séries appariées et le T de Student pour séries non appariées [12]. L'exploitation statistique a été effectuée sur ordinateur à l'aide du logiciel SPSS (V.14).

4. CHRONOLOGIE DU DEROULEMENT DE L'EXPERIMENTATION :

L'expérimentation est étalée sur 02étapes :

Première étape : avant Ramadan : 15 jours avant le mois de Ramadan (C)

Deuxième étape : les 10 derniers jours de Ramadan (R)

L'ordre de passage des athlètes est respecté pour les deux étapes de l'expérimentation.

RESULTATS

Tous les paramètres sont exprimés en résultats descriptifs (moyenne $\pm$ l'écart type) et analytique (comparaison des résultats par le T student). Tous les résultats concernent la période de contrôle (C) et la période de jeûne (R) des sportifs et des sujets non sportifs et sont exprimés sous forme graphique.

Données diététiques :

Les apports énergétiques pendant le mois de Ramadan ont subi des modifications à la fois quantitatives et qualitatives.

1.1 Sportifs :

Les résultats de l'enquête alimentaire sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau n° 2 : comparaison des résultats de l'enquête alimentaire des sportifs

Périodes Paramètres		n	Contrôle	Ramadan	T test	Signification des résultats
% AET	protéines	12	11,05 ± 0,91	10,22 ± 1,11	3,77 *	S
	lipides		26,85 ± 3,62	30,13 ± 4,17	-3,49 **	S
	glucides		62,10 ± 3,66	60,97 ± 3,91	0,84	NS
Energie (Kcal/j)	2875,56 ± 358,24		2483,22 ± 420,25	4,61 **	S	
Protéines (g/j)	69,36 ± 9,39		64,54 ± 5,86	2,20 *	S	
Lipides (g/j)	75,14 ± 14,29		84,93 ± 19,59	-1,81	NS	
Glucides (g/j)	391,96 ± 35,27		386,38 ± 35,24	0,48	NS	
K+ (mg)	2903,25 ± 508,76		2394,42 ± 565,89	3,12 *	S	
Na+ (mg)	2672,67 ± 643,84		2833 ± 556,16	-0,57	NS	
liquides (ml)	3490,75 ± 610,2		2421,17 ± 571,5	3,23 *	S	

AET : apport énergétique total, K+ : ion potassium, Na+ : ion sodium

* significatif, $p < 0.05$ degré de liberté (11) ; Valeur calculée de t (2,20)

** significatif, $p < 0.01$ degré de liberté (11) ; Valeur critique de t (3,36).

Les résultats montrent une diminution de l'apport énergétique total ($P < 0,05$), une diminution du pourcentage des protéines dans l'apport énergétique total ($P < 0,05$) contre une augmentation significative du pourcentage des lipides dans la fourniture d'énergie ($P < 0,05$). Le pourcentage des glucides est resté statistiquement inchangé.

Les apports en liquides et en quantités de potassium apportées par l'alimentation ont diminué significativement pendant le jeûne ($P < 0,05$).

Les sujets non sportifs :

Le tableau n°3 illustre les résultats des données diététiques des sujets non sportifs.

Tableau n°3 : Comparaison des résultats de l'enquête alimentaire des sujets non sportifs

Périodes Paramètres		n	Contrôle	Ramadan	T test	Signification des résultats
% AET	protéines	9	11,54 ± 1,01	11,30 ± 1,19	0,42	NS
	lipides		25,69 ± 4,25	28,81 ± 6,41	-2,79 *	S
	glucides		62,79 ± 4,55	59,89 ± 5,88	2,30	NS
Energie (Kcal/j)	2592,42 ± 263,53		2482,92 ± 232,57	2,82 *	S	
Protéines (g/j)	80,21 ± 13,68		70,06 ± 9,43	2,34 *	S	
Lipides (g/j)	80,97 ± 18,59		82,47 ± 27,66	-0,27	NS	
Glucides (g/j)	435,49 ± 58,32		379,37 ± 71,36	2,52 *	S	
K+ (mg)	2860,44 ± 446,68		2211,33 ± 448,75	3,46 **	S	
Na+ (mg)	2847,11 ± 561,28		2745,11 ± 659,37	0,25	NS	
liquides (ml)	3187,11 ± 561,2		2729,1 ± 522,9	2,32 *	S	

AET : apport énergétique total, K+ : ion potassium, Na+ : ion sodium

* significatif, $p < 0,05$ degré de liberté (8) ; Valeur calculée de t (2,31)

** significatif, $p < 0,01$ degré de liberté (8), Valeur critique de t (3,11).

Les résultats rapportent une diminution significative de l'apport énergétique total ($P < 0,01$), une augmentation significative de la part des lipides dans la fourniture d'énergie ($P < 0,05$) alors que les pourcentages des glucides et des protéines sont restés sans changements significatifs. Les quantités de liquides et les apports en potassium, apportés par l'alimentation, ont baissé significativement pendant le jeûne (respectivement à $P < 0,05$ et $P < 0,01$).

Résultats des paramètres ventilatoires :

Ils concernent les paramètres : Seuil Ventilatoire (SV) et le débit maximal d'oxygène ($\dot{V}O_{2max}$).

L'évolution des paramètres $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$, QR ainsi que la Fc (au repos, au niveau du SV et à la fin de l'effort) a été observées lors de l'épreuve maximale.

Les sportifs :

Les résultats de l'épreuve d'effort maximale sont présentés par le tableau suivant :

Tableau n° 4 : Variations des paramètres respiratoires des sportifs pendant le Ramadan

PARAMETRES		Contrôle	Ramadan	t test	Signification des résultats
repos	Puissance (watt)	66,42 ± 9,82	66,75 ± 9,77	-0,143	NS
	VE (l/min)	22,17 ± 7,15	20,58 ± 4,40	0,774	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	0,65 ± 0,19	0,63 ± 0,12	0,375	NS
	$\dot{V}CO_2$ (l/min)	0,57 ± 0,17	0,55 ± 0,12	0,431	NS
	QR	0,91 ± 0,10	0,88 ± 0,06	0,832	NS
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	9,83 ± 2,57	9,54 ± 1,46	0,306	NS
SV 1	Fc (bts/min)	63,42 ± 7,44	67,00 ± 8,16	-1,153	NS
	Temps (min)	5:10 ± 0 :38	5:58 ± 0:44	-3,182 *	S
	Puissance (watt)	172,08 ± 40,79	157,50 ± 40,66	1,126	NS
	VE (l/min)	61,50 ± 22,17	55,92 ± 11,10	0,790	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	1,74 ± 0,43	1,77 ± 0,34	-0,228	NS
	$\dot{V}CO_2$ (l/min)	1,79 ± 0,43	1,81 ± 0,34	-0,124	NS
	QR	1,02 ± 0,01	1,02 ± 0,03	0,415	NS
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	26,47 ± 5,70	27,03 ± 4,36	-0,293	NS
Fin d'effort	Fc (bts/min)	142,67 ± 13,68	140,83 ± 15,91	0,464	NS
	Temps (min)	8:42 ± 1:08	9:15 ± 0:54	-1,701	NS
	Puissance (watt)	257,83 ± 41,65	255,08 ± 38,80	0,422	NS
	VE (l/min)	115,92 ± 28,11	116,75 ± 19,79	-0,150	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	2,81 ± 0,47	2,91 ± 0,41	-1,012	NS
	QR	1,19 ± 0,03	1,16 ± 0,03	4,011 **	S
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	42,33 ± 5,39	44,39 ± 4,01	-1,266	NS
	Fc (bts/min)	181,17 ± 12,16	181,75 ± 9,01	-0,164	NS

VE : ventilation minute ; $\dot{V}O_2$: volume d'oxygène ; $\dot{V}CO_2$: volume de dioxyde de carbone

$\dot{V}O_2/Kg$: $\dot{V}O_2$ rapporté au poids corporel ; Fc : fréquence cardiaque ; QR : quotient respiratoire

* significatif, $p < 0.05$ degré de liberté (11) ; Valeur critique de t (2.20).

** significatif, $p < 0.01$ degré de liberté (11) ; Valeur critique de t (3,36).

Les résultats montrent une augmentation significative du temps relatif à l'apparition du SV ($P < 0,05$) et une diminution significative du QR à la fin de l'effort ($P < 0,01$). Les variations du $\dot{V}O_2$, du $\dot{V}CO_2$ et de la Fc sont restées statistiquement non significatives au repos, au SV et à la fin de l'effort. En dépit de la contrainte du jeûne de Ramadan, le $\dot{V}O_{2max}$ n'a pas changé significativement.

Les sujets non sportifs :

Les résultats sont présentés par le tableau suivant :

Tableau n° 5 : Variations des paramètres respiratoires des non sportifs pendant le Ramadan

	PARAMETRES	Contrôle	Ramadan	t. test	Signification des résultats
repos	Puissance (watt)	51,22 ± 10,27	51,22 ± 10	0,43	NS
	VE (l/min)	21,33 ± 6,63	17,76 ± 3,29	1,72	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	0,61 ± 0,15	0,49 ± 0,14	1,76	NS
	$\dot{V}CO_2$ (l/min)	0,54 ± 0,13	2,42 ± 0,12	2,14	NS
	QR	0,88 ± 0,06	0,86 ± 0,04	1,25	NS
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	9,03 ± 2,23	6,5 ± 2,73	2,13	NS
	Fc (bts/min)	67,65 ± 10,10	69,11 ± 12,42	-0,41	NS
SV 1	Temps (min)	6 :26 ± 2 :00	5:30 ± 2:00	0,66	NS
	Puissance (watt)	136,67 ± 42,45	122 ± 31,96	0,77	NS
	VE (l/min)	56,11 ± 18,16	48,78 ± 9,76	1,02	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	1,49 ± 0,28	1,42 ± 0,29	0,42	NS
	$\dot{V}CO_2$ (l/min)	1,53 ± 0,27	1,44 ± 0,3	0,56	NS
	QR	1,03 ± 0,03	1,02 ± 0,01	1,26	NS
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	23,37 ± 4,46	21,37 ± 3,96	0,80	NS
Fin d'effort	Fc (bts/min)	150,11 ± 19,32	138,33 ± 16,38	1,67	NS
	Temps (min)	10 :36 ± 1 :49	11:06 ± 1:59	-1,56	NS
	Puissance (watt)	225,56 ± 29,73	220,33 ± 24,57	0,53	NS
	VE (l/min)	115,11 ± 24,24	116 ± 24,45	-0,12	NS
	$\dot{V}O_2$ (l/min)	2,48 ± 0,21	2,52 ± 0,26	-0,56	NS
	$\dot{V}CO_2$ (l/min)	2,83 ± 0,19	2,92 ± 0,35	-0,98	NS
	QR	1,15 ± 0,05	1,16 ± 0,05	-1,07	NS
	$\dot{V}O_2/Kg$ (ml/Kg/min)	37,6 ± 1,98	38,38 ± 2,88	-0,85	NS
	Fc (bts/min)	182,56 ± 11,75	178 ± 12,97	1,84	NS

VE : ventilation minute ; $\dot{V}O_2$: volume d'oxygène ; $\dot{V}CO_2$: volume de dioxyde de carbone

$\dot{V}O_2/Kg$: $\dot{V}O_2$ rapporté au poids corporel ; Fc : fréquence cardiaque ; QR : quotient respiratoire

* significatif, $p < 0.05$ degré de liberté (8) ; Valeur critique de t (2,31).

** significatif, $p < 0.01$ degré de liberté (8) ; Valeur critique de t (3,11).

Les résultats ne montrent aucun changement significatif du $\dot{V}O_{2max}$ et du SV pendant le jeûne. Ni le $\dot{V}O_2$, ni le $\dot{V}CO_2$, ni le QR et ni la Fc n'ont été altérés par la pratique du jeûne au repos, au SV et à la fin de l'effort. Le $\dot{V}O_{2max}$ des sportifs et des sujets non sportifs n'a pas changé significativement pendant le Ramadan.

DISCUSSION DES RESULTATS :

L'analyse des données diététiques nous a révélé une diminution des apports énergétiques, une augmentation du taux des lipides dans l'apport alimentaire et une diminution des apports hydriques pendant le mois de Ramadan à la fois, pour les sportifs et les sujets non sportifs. Les apports énergétiques de nos footballeurs restent très en deçà des valeurs rapportées chez les footballeurs de haut niveau. [13-14]

La diminution des apports énergétiques pendant le Ramadan est due essentiellement à la restriction alimentaire pendant toute la journée, qui ne peut être compensée seulement pendant la nuit, et à la réduction de la fréquence des repas.

Nos résultats confirment ceux de Rahmen et al [15], Laridjani et al [16], Afrasiabi et al [17], Bouhlel et al [18], Fakhrazedah et al [19], Reilly et al [20] et Krifi et al [21], contrairement à El Ati et al [22] qui ont conclu la stabilité des apports énergétiques pendant le Ramadan. Alors que dans des études réalisées sur des populations marocaine et saoudienne, respectivement [23-24], ont constaté une augmentation des apports énergétiques.

L'augmentation des apports lipidiques pendant le Ramadan est due probablement à la nature de l'alimentation pendant ce mois. Elle serait majoritairement composée de graisses. Les mêmes constatations ont

été notées dans des études menées en Tunisie [25-22-15]. Ces études ont rapporté une augmentation des lipides et une diminution des protéines. Alors que, l'étude de Adlouni et al [24] menée sur une population marocaine n'a pas confirmé la baisse du taux des lipides dans l'apport énergétique. Bien au contraire, cette étude ainsi que l'étude de Ennigrou et al [26], ont montré une majoration de l'apport glucidique dans l'alimentation pendant le Ramadan. D'autres travaux [25-22-27] ont relevé une augmentation de l'apport protéique pendant ce mois.

Pour les paramètres ventilatoires, les résultats de l'épreuve d'effort maximale rapportent des valeurs basses du $\dot{V}O_{2max}$ de nos sportifs. Ce qui met en doute les procédures d'entraînement entreprises par les entraîneurs et l'implication des footballeurs dans la réussite du programme d'entraînement établi. En effet, les résultats trouvés sont justes comparables à une population non sportive [28]. Les résultats des sujets non sportifs de cette étude peuvent en témoigner. Si le $\dot{V}O_{2max}$ n'a pas changé significativement pendant le mois du Ramadan, en revanche, le Seuil ventilatoire (SV) est apparu tardivement pendant l'épreuve d'effort maximale à un $\dot{V}O_2$ légèrement élevé et à une Fc légèrement basse. Ce résultat semble être lié à une plus grande utilisation des lipides lors de l'effort.

Une plus grande utilisation des lipides entraîne une diminution de la production de l'acide lactique ; les lipides sont, en effet, un fuel propre. Les quantités d'acide lactique produites durant l'effort peuvent être facilement tamponné et par conséquent, l'excès de CO_2 obtenu à travers la transformation de l'acide carbonique se trouve réduit. L'organisme n'est pas tenu, alors, d'augmenter beaucoup la ventilation pour l'éliminer.

L'argument de l'utilisation accrue des graisses dans la présente étude peut être donné à la baisse du QR à la fin de l'épreuve maximale pendant le jeûne. Rappelons que le QR est un critère de maximalité d'une épreuve d'effort, il est d'autant plus bas (équivalent à 0,7) lorsque l'utilisation lipidique est plus grande. Le maintien du $\dot{V}O_{2max}$, l'apparition tardive du SV et la baisse du QR à la fin de l'épreuve témoigneraient d'une meilleure réponse métabolique à l'effort des footballeurs pendant le jeûne. Notons que les résultats des sujets non sportifs sont restés sans variations significatives.

Nos résultats corroborent ceux de Cissé et al 1992 [4], Cissé et al 1993 [29], Sweileh et al [30], Ramdan et al 2000 [31] et Mehdioui et al [32] qui n'ont pas relevé de changement significatif du $\dot{V}O_{2max}$, et s'opposent à ceux de Fall et al [33] et Hussain et al [34] qui ont conclu une diminution du $\dot{V}O_{2max}$ pendant le Ramadan. Alors que Ramdan et al 2002 [35] ont observé, à la suite d'un exercice réalisé à 70% du $\dot{V}O_{2max}$, une diminution des réponses ventilatoires à l'effort.

CONCLUSION

Cette étude transversale avait pour objectifs de mettre en évidence l'influence du jeûne de Ramadan sur les profil nutritionnel et sur l'aptitude aérobie des footballeurs et d'évaluer ces effets sur des sujets non sportifs.

Ainsi, la pratique du jeûne de Ramadan s'est traduite par une diminution des apports caloriques journaliers, accompagnée de réductions hydrique et potassique. Cependant, le taux de consommation des lipides a augmenté pendant le Ramadan.

Les paramètres de l'épreuve maximale des sujets non sportifs n'ont pas changé significativement pendant le Ramadan. Pour les footballeurs, les seules variations ont touché le SV et le QR. En effet, le SV est apparu plus tardivement alors que le QR a diminué, chez eux, à la fin de l'effort. Le $\dot{V}O_{2max}$, en revanche, n'a pas été influencé par le jeûne.

Concernant la préparation et la performance sportives des footballeurs, les restrictions hydrominérales au cours du jeûne semblent avoir le plus grand effet sur l'organisme que les changements observés de la balance glucolipidique surtout dans les climats et régions chauds. Le déficit hydrique associé à une déshydratation peut rendre plus préjudiciable l'activité aérobie prolongée. La diminution des apports protidiques dans l'alimentation des sportifs pendant le jeûne contribuerait avec cette carence hydrique à potentialiser les lésions musculaires à l'effort pendant le Ramadan.

La diminution des réserves en hydrates de carbone est plus accentuée chez les sujets non sportifs ce qui amoindrit la capacité à entreprendre des exercices à forte intensité.

La survenue du mois de Ramadan pendant les prochaines années, notamment en saison chaude et qui coïncide généralement avec la période de préparation des équipes de football, éveille la problématique de la gestion et l'orientation des séances d'entraînement lors de l'inévitable période de préparation d'avant-saison.

Bibliographie

1. **Bakir. SM.** Fasting in Ramadan. J. Islam. Med. 1989 ; 21 : 180-2.
2. **Eric Jousselein.** La médecine du sport sur le terrain. Édition Masson. 2005 ; P121.
3. **Nacef. T, Slama. B, Abidi. M, Benramdane. H.** Ramadhan et activité physique. Med. Sports, Paris, 1989 ; 63(5) : 230-231.
4. **Cissé. F, Gueye. M, Fall. A, Samb. B, Martineaud. J.P.** Effet du jeûne hydrique et alimentaire sur les performances physiques au laboratoire, médecine du sport, t60, n° 3-4, 1992.
5. **Azzout. B, Bois-Joyeux. B, Chanez. M et Perret.** Development of gluconeogenesis from various precursors in isolated rat hepatocytes during starvation or after feeding a high protein carbohydrate-free diet, J. Nutr, 177, 164-169, 1987.
6. **Bernadette et Philippe Hecketsweiler.** Voyage en biochimie (circuits en biochimie humaine, nutritionnelle et métabolique). Édition Elsevier (3^{ème} ed), 2004, 5-7, 11,13, 34-59.
7. **Armstrong. N, Kirby. Mc, Manusa. M et Welsman. J.R.** Aerobic fitness of prepubescent children. Ann. Hum. Biol. 1995 ; 22 : 427-441.
8. **Brikci.** Physiologie appliquée aux Activités Physiques et Sportives. Edition Abada, 1995 ; PP14-18, 100-113, 127-130,141-147, 268-278.
9. **Monod et Flandrois.** Physiologie du sport. Bases physiologiques des activités physiques (Abrégé). Édition Masson, 1997, PP 25-38,136-137,144-145.
10. **Chatard. JC.** La physiologie du football, Revue Sport Med, 16-21, 1998.
11. **Wasserman. K, Hansen. JE, Sue. DY, Wipp. BJ.** Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia, Lea & Febiger 1986.

12. **Brooks. GA, Mercier. J.** Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise, effect of training. *J. Appl. Physiol*, 1994, 76 : 2253-61.
13. **Lacour. JR, Chatard. JC.** Aspects physiologiques du football, *cinésiologie* 24, 123-130, 1984.
14. **Mc Ardle, Katch. F, Katch. V.** *Physiologie de l'activité physique : énergie, nutrition et performance*, PP 192-193-555, ed Maloine/EDISEM, 2001.
15. **Rahmane. M, Rashid. M, Basher. S, Sultara. S, Nomani. MZA.** Improved serum HDL cholesterol profile among Bangladeshi male students during Ramadan fasting, *East. Mediterr. Health. J*, 2004.
16. **Larijani. B, Zahedi. F, Sanjari. M, Amini. MR, Jalili. RB, Abidi. H, Vissihh. AR.** The effect of Ramadan fasting on serum glucose in healthy adults, *Med. J. Malaysia*, 2003 ; 58 : 678-80.
17. **Afrasiabi. A, Hassenzadeh. S, Sattirivand. R, Nouami. M, Mahbord. S.** Effects of low fat and low calorie diet on plasma lipid levels in the fasting month of Ramadan, *Saud Med J*. 2003 feb, 24(2) :184-8.
18. **Bouhlef. E, Salhi. Z, Bouhlef. H, Mdella. S, Amamou. A, Zouali. M, Mercier. J, Bigard. X, Tabka. Zbidi. A, Shephard. R. J.** Effect of Ramadan on fuel oxidation during exercise in trained male rugby players, *Diabets Metab* 2006, 32 : 617-624.
19. **Fakhrzadeh. H, Larijani. B, Sanjari. M, Baradar. R, Amini. R.** Effects of Ramadan fasting on clinical and biochemical parameters in healthy adults, *Annals of Saudi Med*, 2003, Mai-Juil (V23).
20. **Reilly, waterhouse. J.** Altered sleep-wake cycles and food intake : the Ramadan model, *Physiol Behav* : 2006, Oct 30, Epub ahead of print.
21. **Krifi. M, Benrayana. Mc, Alguemi. C, Benfarhat. S, Triki. M, Kallal. Z.** Ramadan : activités physiques et variations biologiques. *J. Nutr* ; 4, 1984.
22. **El Ati. J, Beji. C, Danguir. J.** Increased fat oxidation during Ramadan fasting in healthy women : an adaptative mechanism for body-weight maintenance. *Am. J. Clin. Nutr.* 1996 ; 62 : 302-7.
23. **Frost. G, Pirani. S.** Meal frequency and nutritional intake during Ramadan : a pilot study. *Hum. Clin. Nutr* 1987 ; 41 : 47-50.

24. **Adlouni. A, Ghalim. N, Benslimane. A, Lacerf. J.M, Saile. R.** Fasting during Ramadan induces a marked increase in high-density lipoprotein cholesterol and decrease in low-density lipoprotein cholesterol. *Ann. Nutr. Metab.*1997 ; 41 :242-9.
25. **Beltaifa. L, Bouguerra. R, Benslama. C, Jabrane. H, Elkhadhi. A, Benrayana. MC, Doghri.T.** Food intake, anthropometrical and biological parameters in Tunisians during fasting at Ramadan, *East Mediterr Health. J*, 2002 jul-Sep ; 8(4-5), 603-11.
26. **Ennigrou. S, Zenaidi. M, Benslimane. A, Lacerf. JM, Saite. R.** Ramadan and customs of life : investigation with 84 adults residents in the district of Tunis. *Tunis. Med* 2001 ; 79 : 508-514.
27. **Bouguerra. R, Jabrane. J, Marrakchi. Z, Ben Rayana. MC, Ben Slama. C, Gaigi. S.** Food intake and high density lipoprotein cholesterol levels changes during Ramadan in healthy young subjects. *Tunis Med.* 2006 Oct ; 84(10) : 647-50.
28. **Cazorla. G, Farhi. A.** Exigences physiques et physiologiques actuelles : *Revue EPS* n°273, 60-66, 1998.
29. **Cissé.F, Martineaud. JP, N'Doye. R, Gueye. L.** Retentissement du jeûne rituel du Ramadhan sur l'exercice musculaire sub maximal. *Médecine du Sport.* 1993 ; t67, n° 2.
30. **Sweileh. N, Hunter. G, Schnitzer. A, Davis. R.** Body composition and energy composition in resting and exercising muslims during Ramadhan fast. *J. Sport, Med and physical fitness (Torino).* 32 (2) :156-163, ref 24, 1992.
31. **Ramdan. JM, Barac-Nieto. M.** Cardio-respiratory responses to moderately heavy aerobic exercise during the Ramadan fasts, *Saudi. Med. J*, 2000, 21 : 238-44.
32. **Mehdioui. H, Aberkane. A, Bouroubi. O, Bougrida. M, Benhlassa. I, Belatrache. C.** Influence de la pratique du jeûne Ramadhan sur l'endurance maximale aérobie des coureurs de fond, *JAM, Vol VI, N° 1*, Jan-Fev 1996.

- 33. Fall. A, Sarr. M, Mandengue. SH, Badji. L, Samb. A, Gueye. L, Cissé. F.** Effets d'une restriction hydrique et alimentaire prolongée (Ramadan) sur la performance et les réponses cardiovasculaires au cours d'un exercice incrémental en milieu tropical, sciences et sport, V22, issue1, Fev 2007, 50-53.
- 34. Husain. R, Duncan. MT, Ch'ng. SL et Cheah. SH.** Effects of fasting in Ramadhan on tropical asiatic moslems, British. J. Nutr, 58,41-48, 1987.
- 35. Ramdan. JM.** Does fasting during Ramadan alter body composition, blood constituents and physical performance ?, Med Princ Pract, 2002 ; 11 suppl, 2 : 41-46.

