

**Effets du jeûne de Ramadan sur la variabilité de la fréquence cardiaque  
durant le cycle circadien chez les coureurs.**  
**Effects of Ramadan fasting on heart rate variability during the circadian cycle  
in runners**

**KARA kamla <sup>1</sup>, TAOUTAOU Zohra <sup>2</sup>, PERES Gilbert<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Ecole Supérieure en Sciences et Technologie du Sport , Alger, [kamla.kara@gmail.com](mailto:kamla.kara@gmail.com)

<sup>2</sup> I E P S, Université d'Alger 3, [taoutaou.zohra@univ-alger3.dz](mailto:taoutaou.zohra@univ-alger3.dz)

<sup>3</sup> Faculté de médecine, Université de Paris, [gilbert.peres@yahoo.fr](mailto:gilbert.peres@yahoo.fr)

**INFORMATION SUR  
L'ARTICLE**

Reçu le : 15/07/2020

Accepté le : 18/09/2020

Publié le : 01/12/2020

**Mots clés :**

Variabilité, la fréquence  
Cardiaque, cycle circadien, Jeûne,  
coureur.

Auteur : KARA kamla

Email: [kamla.kara@gmail.com](mailto:kamla.kara@gmail.com)

**Résumé :** L'objectif de l'étude est de démontrer que l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) peut nous renseigner sur l'impact des changements des habitudes de vie sur le rythme circadien et les réponses physiologiques à l'entraînement pendant le Ramadan. Dix coureurs de haut niveau ont participé à cette étude. Les intervalles RR ont été collectés pendant 24 heures à l'aide du Polar team 2. L'analyse de la VFC a été effectuée avec le logiciel d'analyse Kubios HRV 2.2. Nos résultats ont montré des fluctuations des paramètres de la VFC. Nous concluons que plusieurs facteurs importants doivent être pris en compte dans l'interprétation des effets du jeûne. Sur cette base, l'étude a recommandé le monitoring de la VFC comme un outil pertinent du suivi de l'entraînement.

**Keywords :**

variability, Heart rate  
Circadian cycle, fasting, runner

**Abstract**

The objective of the study is to demonstrate that the analysis of heart rate variability (HRV) can tell us about the impact of lifestyle changes on the circadian rhythm and physiological responses to training during Ramadan. Ten high-level runners participated in this study. The RR intervals were collected for 24 hours using the Polar team 2. The HRV analysis was performed with the Kubios HRV 2.2 analysis software. Our results showed fluctuations in the parameters of HRV. We conclude that several important factors must be taken into account in the interpretation of the effects of fasting. On this basis, the study recommended monitoring of HRV as a relevant tool for monitoring training.

## I. Introduction

La variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) est utilisée par les chercheurs et les physiologistes depuis des décennies afin de suivre l'état de santé. C'est un indicateur indispensable de plusieurs problèmes liés à la santé. Une mesure pratique, non-invasive et reproductible de la fonction du système nerveux autonome. Bien que le cœur soit relativement stable, les temps entre deux battements cardiaques (R-R) peuvent être très différents. La VFC est liée au mode de vie, à l'activité physique, aux habitudes alimentaires, au rythme du sommeil et au tabagisme. Ainsi la diminution de cette dernière est associée aux risques d'événements cardiaques chez les adultes. Parmi la multitude de méthodes pour évaluer l'activité du système nerveux végétatif, il est possible d'analyser la VFC en mesurant la variabilité des intervalles R-R de la fréquence cardiaque (Carré F. ,2013).

Le plus important à savoir est que La VFC reflète la capacité d'adaptation du cœur au changement, pour détecter et répondre rapidement à des stimuli non prévisibles, et son analyse constitue un moyen utile d'investigation clinique pour évaluer l'état du cœur et le système neuro-végétatif, responsable de la régulation de l'activité cardiaque (Halsen, 2014). D'ailleurs c'est ce qui a fini par attirer l'attention des athlètes, des entraîneurs et des bio-hackers.

Considérée comme une nouvelle donnée pour gérer l'entraînement et la récupération, elle permet à la fois d'évaluer l'état de forme, de contrôler l'impact des charges d'entraînements (Bensalem et al. ,2020) et d'évaluer l'état de la récupération pendant ou après l'entraînement (Buchheit, 2014). Plusieurs études ont été réalisées sur la pertinence de l'analyse de la VFC chez des athlètes, dont l'étude de Pichot et al. En 2000 et Garet et al. En 2005 effectuée sur des amateurs en course à pied et en natation, de même pour Iellamo et al. En 2002 qui ont encore démontré chez des athlètes de haut niveau en aviron que la VFC augmente lorsque la charge d'entraînement est augmentée de 75%. En revanche, lorsque la charge d'entraînement est augmentée de 100%, VFC diminue et les indicateurs sympathiques prévalent. Plus récemment, les indicateurs parasympathiques se sont montrés pertinents pour définir un programme d'entraînement (Kiviniemi et al., 2007 et Vesterinen et al.,2016). Dans le même sens, Vesterinen et al. (2015) ont prouvé que les indicateurs parasympathiques fréquentiels de la VFC permettent chez des coureurs à pied de prédire la capacité d'adaptation des athlètes à un type d'entraînement (Deradji et al.,2020). Par ailleurs. Kiviniemi et al. En 2007 ont montré que l'adaptation

à l'entraînement était meilleure lorsque l'intensité de la charge d'entraînement était définie au préalable. De sorte que le profil de VFC d'un athlète peut conditionner son programme d'entraînement (Kivimäki et al., 2007 ; Vesterinen et al., 2015 ; Vesterinen et al., 2016) et c'est la raison pour laquelle elle s'étend plus en plus dans l'entraînement sportif, notamment pour caractériser les types de fatigues et anticiper le surentraînement.

De ce fait et devant les difficultés de prédictions de la performance (Bendehmane, 2011), L'objectif de notre étude est de démontrer que l'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) peut nous renseigner sur l'impact des changements des habitudes de vie sur le rythme circadien et les réponses physiologiques à l'entraînement chez les coureurs, pendant le Ramadan.

### **2. La VFC pour approcher le système nerveux autonome (SNA)**

Le cœur dispose d'une activité électrique qui lui est propre, puisque le nœud sinusal se dépolarise de manière autonome et spontanée à une fréquence comprise en moyenne entre 100 et 120 batt /min, appelée FC intrinsèque. L'influx nerveux se propage dans les oreillettes puis les ventricules par les cellules préexitées à cet effet, permettant une contraction efficace de la pompe cardiaque. Cependant le cœur doit pouvoir s'adapter aux différentes sollicitations internes et externes (Jose and Collison, 1970). Cette adaptation dépend principalement de deux acteurs qui forment le SNA : le tonus sympathique et le tonus parasympathique (ou tonus vagal). Le SNA a très peu d'effet direct sur la contractibilité du myocarde, il influence majoritairement la fréquence cardiaque.

Le SNA n'a pas de médiateur hormonal (Carré F., 1994).

#### **II. Méthodes et outils :**

Les détails de cette étude ont été expliqués verbalement aux participants lors d'une séance de familiarisation. L'étude s'est déroulée au centre de regroupement et de préparation des équipes sportives militaires (CRPESM) de Benaknoun. Nous avons effectué trois tests durant le mois du ramadhan où on a enregistré la variabilité de la fréquence cardiaque sur 24 heures. Le contenu des séances d'entraînement était similaire, à savoir un programme d'entraînement avec des charges de 80% à 95% de la Fc de réserve (ou 80% à 95% de la VO<sub>2</sub>max), le dernier test a été réalisé pendant la compétition.

#### **1 Echantillon**

Les sujets de l'étude étaient des coureurs de niveau international qui résident au centre national d'entraînement des équipes sportives de Benaknoun ; 10 coureurs ont participé à cette étude. Les sujets s'entraînent

tous les jours, le volume moyen d'une séance est de 90 minutes. L'ensemble des études impliquant les coureurs a bénéficié de l'avis favorable du responsable du (CRPESM) et des athlètes.

## 2 Méthodologie de recherche

Nous avons enregistré les données en continu sur un cycle circadien (24h) pour chaque sujet, l'enregistrement a commencé à partir de 17h30. Les émetteurs possèdent une capacité de stockage de 48h et Pour que la batterie soit suffisante, nous avons désactivé la fonction télémétrie dans le logiciel pour chaque émetteur.

Les calculs moyens des indices de variabilité cardiaque traditionnellement utilisés dans la littérature par fenêtre de 5min. La durée des deux enregistrements, pré- et post-entraînement, est équilibrée par l'élimination des données de 5 min du fichier le plus long. Les moyennes de VFC des journées d'enregistrements sont donc calculées sur la base d'un nombre équivalent de valeurs et de variabilités comparables.

Le premier enregistrement a été réalisé le 7ème jours de jeûne, à 17h30 avant l'entraînement qui a eu lieu avant la rupture du jeûne de 18h00 jusqu'à 19h30'. Le deuxième enregistrement a été réalisé le 14ème jours de jeûne avec des enregistrements post-prandiaux et après 3 heures du repas, les athlètes se sont entraînés 90 min de 23h00 jusqu'à 00h30. Le dernier enregistrement était le jour de la compétition, le 23ème jours de jeûne, la compétition a eu lieu dans la soirée à partir de 23 h00'. Cependant, des précautions ont été prises en compte avant les tests :

- Nettoyer la peau avant de mettre les ceintures à émetteurs. Pour avoir de meilleurs résultats, il est préférable de bien humidifier les ceintures avant l'utilisation.

- Il a été demandé aux sujets de ne pas boire de produits contenant de la caféine 24 à 48 heures avant l'enregistrement de la VFC.

- 5-10 min de calme avant toute mesure.

- Eviter les appareils électroniques pendant l'enregistrements : téléphone portable.

- Mesurer les indices sur 5' dans différentes positions 5-10 min allongé puis 5-10 min debout.

## 3 Mesures

Les mêmes données anthropométriques ont été recueillies, et effectuées à l'aide d'une toise pour la taille et un impédancemètre ; Terraillon pour le poids. Les températures étaient comprises entre 24 °C et 25 C°, le taux d'humidité était respectivement 47%,35% et 69% et on a noté

une vitesse de vent entre 15 Km/h et 35Km/h. La mesure de la pression artérielle a été prise par un tension mètre de marque OMRON (Les pressions sanguines systolique et diastolique ont été mesurées).

**Mesure de la VFC :** Nous avons, pour l'ensemble de nos travaux, réalisé des enregistrements de la fréquence cardiaque battement par battement à l'aide de cardio-fréquencemètres Polar Team2 (Polar®, Finlande). Ces instruments numérisent l'électrocardiogramme à une résolution de 1 000 Hz et déterminent l'intervalle RR de l'électrocardiogramme à la milliseconde près. Ces performances techniques sont supérieures aux minimales requises par les consensus d'experts en ce qui concerne l'analyse de la VFC (Rompelman, 1986 ; Task Force, 1996).

### 4 Outils d'analyse

La VFC a été mesurée par des cardio-fréquencemètres à ceinture thoracique émettrice de fréquence cardiaque du type Polar team 2, en utilisant un gel conducteur tel que recommandé par le fabricant. Les données d'intervalle R-R ont été analysées à l'aide du logiciel d'analyse Kubios HRV 2.2 (Groupe d'analyse du signal biomédical et de l'imagerie médicale, Département de physique appliquée, Université de Kuopio, Finlande).

### 5 Outils statistique

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel statistique IBM SPSS Statistics version 23 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Les variables continues ont été exprimées en moyenne  $\pm$  ET et les variables catégorielles ont été exprimées en nombres et en pourcentages. Valeurs en moyenne  $\pm$  erreur standard. La corrélation des variables de la VFC, rMSSD et pNN50, a été analysée par le test de corrélation de Pearson et la comparaison par le test Anova.

## III. Résultats

Les caractéristiques anthropomorphiques de chacun sont comme suit : Age ( $23 \pm 8$ ) ans ; Taille  $170 \pm 17$  (Cm) ; Poids (Kg)  $54 \pm 17$  ; IMC ( $\text{Kg/m}^2$ )  $18,51 \pm 04$ . Les sujets ne différaient pas en termes de poids pendant le Ramadan.

**Tableau 1 :** Les caractéristiques des sujets de l'étude.

|                         | Test n°1       | Test n°2      | Test n°3       | valeur* P |
|-------------------------|----------------|---------------|----------------|-----------|
| Poids (Kg)              | 54 ±17         | 55 ± 17       | 55 ±17         | 0,01      |
| T.A (mmHg)              | 107/67 ± 24/22 | 94/63 ± 47/26 | 104/77 ± 40/02 | 0.05      |
| FC de repos (Bat/min)   | 44 ± 28        | 37 ± 28       | 37 ± 26        | 0.05      |
| Fc max (Bat/min)        | 185 ± 6        | 185 ± 6       | 185 ± 6        | 0.05      |
| FC de réserve (Bat/min) | 117 ± 27       | 124 ± 29      | 124 ± 28       | 0.01      |

T.A pression artérielle – Fc fréquence cardiaque – Fc max fréquence cardiaque maximale – Fc de réserve fréquence cardiaque de réserve.

**Tableau 2 :** Corrélation des variables.

| Corrélations test n°1 |                        |       |        | Corrélations test n°2 |        | Corrélations test n°3 |        |
|-----------------------|------------------------|-------|--------|-----------------------|--------|-----------------------|--------|
|                       |                        | rMSSD | pNN50  | rMSSD                 | pNN50  | rMSSD                 | pNN50  |
| rMSSD                 | Corrélation de Pearson | 1     | ,979** | 1                     | ,768** | 1                     | ,873** |
|                       | Sig. (bilatérale)      |       | ,000   |                       | ,010   |                       | ,001   |
|                       | N                      | 10    | 10     | 10                    | 10     | 10                    | 10     |
| pNN50                 | Corrélation de Pearson |       |        |                       |        |                       |        |
|                       | Sig. (bilatérale)      |       |        |                       |        |                       |        |
|                       | N                      | 10    | 10     | 10                    | 10     | 10                    | 10     |

\*\*, La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

\*, La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

**Tableau 3 :** Paramètres de la variabilité de la fréquence cardiaque des participants durant la période de jeûne.

|                            | Test 1         | Test 2         | Test 3          | Valeur* P |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| Mean RR* (ms)              | 562,5 ± 226,3  | 618,1 ± 548,4  | 541,1 ± 359,2   | 0.05      |
| SDNN (ms)                  | 133,9 ± 309,9  | 242,4 ± 226,4  | 122,9 ± 376,8   | 0.05      |
| rMSSD (ms)                 | 503,62 ±166,89 | 594,14 ±114,36 | 546,01 ± 117,27 | 0.01      |
| pNN50 (%)                  | 41,81 ± 18,5   | 49,72 ±15,2    | 48,27 ±13,43    | 0.01      |
| LF (0,04-0,15Hz)           | 0,1374 ±0,006  | 0,1234 ±0,0236 | 0,1308 ±0,1756  | 0.05      |
| HF (0,15-0,4 Hz)           | 0,3680 ±0,0394 | 0,3765 ±0,2017 | 0,3812 ±0,0195  | 0.05      |
| LF /HF ( ms <sup>2</sup> ) | 0,090 ± 0,42   | 0,084 ±0,024   | 0,0636 ±0,0263  | 0.05      |

SDNN Écart type des intervalles NN - pNN50 Pourcentage d'intervalles RR successifs qui diffèrent de plus de 50 ms -rMSSD (ms) La moyenne quadratique des différences successives de la fréquence cardiaque - LF basse fréquence (0,04–0,15 Hz) - HF haute fréquence (0,15–0,4 Hz) - Rapport LF / HF (BF/HF): la variabilité due aux basses fréquences (baroréflexe, SNS et SNP) et la variabilité due aux hautes fréquence (SNP et respiration).

### IV. Discussion

Les valeurs de la tension artérielle et la Fc max durant les tests ne montrent pas de différences significatives. La Fc max est peu affectée par l'entraînement, comme il a été confirmé par (Benhammou S. et al., 2019). Cependant, une augmentation de la fréquence cardiaque de réserve a été observée.

Les indices rMSSD et pNN50 ont augmenté de manière significative ( $p < 0,01$ ) au cours des deux premiers tests du Ramadan. Les indices de puissance HF ont également augmenté au cours des tests, mais le rapport LF / HF n'a pas augmenté. Les valeurs de la bande des basses fréquences (LF = 0.04 à 0,15Hz) qui sont principalement le reflet de l'activité sympathique, ont diminué lors du 2ème test mais augmenté lors du 3ème test, ce qui indique une activité sympathique importante. Les valeurs de la bande des hautes fréquences (HF = 0.15 à 0.50Hz) et qui sont un indicateur de l'activité parasympathique (Aubert A. E. et al., 2003) ont augmenté durant le mois du ramadan, Ainsi, les paramètres de la VFC ont augmenté au cours du mois de ramadan. Il existe une corrélation significative ( $p < 0,01$ ) entre rMSSD et pNN50 qui reflète la modulation vagale à la respiration, ces résultats corroborent avec les résultats de Cansel M. et al. (2014) qui confirment que le jeûne du Ramadan améliore l'activité du système parasympathique.

Bien que les charges de travail ayant trait à l'amélioration de la performance (Mahdad, 2011) aient augmenté pendant le Ramadan, les réponses en fréquence cardiaque de repos avaient diminué à la fin du Ramadan ( $p < 0,05$ ).

Dans ce contexte, des études antérieures ont été menées sur les mécanismes responsables de la bradycardie au repos chez les participants à une haute condition aérobie (Buchheit et al., 2010; Plews et al., 2013 et Sullo et al., 2003) et il a été rapporté que des changements dans les mécanismes intrinsèques agissant sur le nœud sinusal et des changements dans le contrôle du système nerveux autonome du cœur contribuent à l'effet chronique de l'entraînement cardiorespiratoire (Carter, Banister et Blaber,

2003). Conformément à tous ces changements, L'amélioration des performances de l'exercice aérobie était probablement due à l'effet du jeûne qui améliore la VFC et aux effets du programme d'entraînement combinés.

Par ailleurs, les résultats du 3ème test effectué le 23ème jours de jeûne et le jour de la compétition, les paramètres de la VFC ont connus des fluctuations, les valeurs du rMSSD qui est un indicateur de fatigue ont diminué. Cette diminution peut être due à un état de stress et de fatigue engendré par une alternance charge/ récupération inadaptée (Aradji, 2011) et au décalage de phase dans le rythme circadien (rythme du cortisol ou de la température).

En effet, Un décalage de phase dans l'horloge biologique pour des personnes dont l'activité habituelle est non exclusivement diurne impacte également des marqueurs physiologiques tels que la mélatonine, la leptine et les niveaux d'insuline (Duphy, 1996 et Touitou, 2016).

De plus, les athlètes étaient en abstinence pendant 17 heures avec des températures relativement élevées et une hydratation insuffisante, un autre facteur qui peut diminuer la VFC comme il a été démontré par Bartness TJ et al. En 2001 sur l'impact des variations thermiques et la déshydratation. Selon l'étude de Ram B. Singh et al. En 2002, L'analyse de l'enregistrement de la VFC de 7 jours interprété chrono-biologiquement suffit pour nous diriger sur l'état de forme des sportifs.

Par conséquent, plusieurs facteurs importants doivent être pris en compte dans la conception, l'interprétation et la comparaison des résultats des études sur le jeûne du Ramadan (Taileb S., 2019 et Maughan RJ et al. 2014) , comme l'osmolarité sérique et les changements de style de vie qui peuvent être d'une grande importance: les apports alimentaires, durée et charge d'entraînement, la qualité et la durée du sommeil, le tabagisme et principalement, l'horloge interne qui est synchronisée d'une part, par la composante interne génétique ( gènes horloge) et d'autres part par une composante externe comme les facteurs de l'environnement : les saisons, alternance de lumière et d'obscurité ,de veille et de sommeil,...etc ( Gekakis N et al.,1998 et Duguay DN et al., 2009).

Guerrero-Morilla et al. (2013), ont observé durant le Ramadan une baisse des paramètres biochimiques pendant la journée, en particulier ceux liés à la glycémie, ces changements étant plus forts la première semaine. De même pour la concentration du cortisol qui s'est avérée significativement élevée pendant tout le mois en raison de l'adaptation au changement des rythmes de sécrétion circadienne. Le jeûne du Ramadan oblige l'organisme

à réajuster le système endocrinien et métabolique afin de préserver l'efficacité énergétique pendant la journée. Cette commande automatique devient plus efficace tant que le mois du jeûne avance, mais si le système nerveux autonome est affecté par le décalage du rythme circadien (cycles de sommeil et les heures de repas), l'adaptation des fonctions physiologiques à l'entraînement serait également impactée.

Les résultats de cette étude et les résultats de Güvenç A. En 2011 suggèrent que le jeûne du Ramadan n'a pas d'effets néfastes sur les performances de l'exercice aérobie, bien au contraire, tant que la durée du sommeil est suffisante et le rythme circadien est respecté comme avant le Ramadan et bien évidemment avec un entraînement et un apport énergétique quotidien adaptés et un équilibre hydrique corporel approprié.

### V. Conclusion

Nous concluons que plusieurs facteurs importants doivent être pris en compte dans l'interprétation de l'effet du jeûne sur les adaptations physiologiques à l'entraînement. De ce fait, la Variabilité de la Fréquence Cardiaque est considérée comme un marqueur utile pour évaluer l'état de forme, contrôler l'impact des charges d'entraînements et analyser la typologie du stress et de la fatigue. Une contre-mesure de la fatigue et du surentraînement où une modulation individualisée de l'entraînement et de la récupération peut rétablir l'équilibre neurovégétatif temporairement altéré au lieu des préparations biologiques ou de correction pharmacologique des déficits endocriniens et métaboliques.

Sur cette base, l'étude a recommandé le monitoring de la VFC comme un outil pertinent du suivi scientifique des réponses physiologiques à l'entraînement en vue d'une meilleure optimisation de la performance sportive. Cependant, cela nécessite un travail supplémentaire sur l'ergonomie des outils et la facilité d'usage pour les professionnels du sport. Ainsi, des études prospectives complémentaires sont indispensables pour éclaircir davantage les relations entre la Variabilité de la Fréquence Cardiaque et les adaptations physiologiques induites par l'entraînement et préciser sa valeur prédictive.

## VI. Références

- Aradji A. (2011). Effets de l'entraînement sur le niveau de développement des qualités physico-techniques et des indices anthropométriques des jeunes footballeurs algériens, journal of sport science technology and physical activities, Vol 8, Numéro 8, Pages 60-75.
- Aubert A E., Seps B., and Beckers F (2003). Heart rate variability in athletes, Sports Med, 33(12) :889-919.
- Bensalem S., Hobara M., Menella R. (2016). Etude Comparative De La Capacité De Travail Aérobic Et Anaérobic Alactique Selon Les Postes Occupés Chez Les Footballeurs. (Le Cas Des Champions D'afrique L'ess. Sétif Saison Sportive 2014 / 2015), journal of sport science technology and physical activities. Volume 17, Numéro 2, Pages 13-28.
- Bendahmane N. M. (2011). Evaluation Des Techniques De Nage : Du Débutant Au Nageur Confirme Sur La Base De L'analyse Des éléments De La Structure Des Mouvements, Journal of Sport Science Technology and Physical Activities Volume 1, Numéro 1, Pages 55-56.
- Benhammou S. <sup>1</sup>, Mokkedes M I <sup>2</sup>, Mourot L <sup>3</sup>., Bengoua A. <sup>4</sup> (2019) Proposition d'un test d'effort intermittent pour déterminer la vitesse maximale aérobic (80/20VMA), Journal of Sport Science Technology and Physical Activities Vol : 16. / N° : 2, P 95 / 107.
- Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, Ahmaidi S. (2009). Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. Eur J Appl Physiol 108 : 1153-1167.
- Cansel M<sup>1</sup>, Taşolar H, Yağmur J, Ermiş N, Açıkgöz N, Eyyüpkoca F, Pekdemir H, Ozdemir R. (2014) The effects of Ramadan fasting on heart rate variability in healthy individuals: a prospective study, Anadolu Kardiyol Derg. (5):413-6. doi: 10.5152/5108.
- Carter B., Banister E. W., Blaber A. (2003). Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. Sports Med.33(1) :33-46. doi: 10.2165/00007256-200333010-00003.
- Carré F<sup>1</sup>, Maison-Blanche P, Ollivier L, Mansier P, Chevalier B, Vicuna R, Lessard Y, Coumel P, Swynghedauw B.(1994) Heart rate variability in two models of cardiac hypertrophy in rats in relation to the new molecular phenotype, Am J Physiol. 266H18728
- Davy K. P., DeSouza C. A., Jones P. P. and Seals D. R. (1998) Elevated heart rate variability in physically active young and older adult women. Clin Sci (Lond), 94(6) :579-584.

Derradji A.<sup>1</sup> ; Aitlounis M.<sup>2</sup>(2020). The impact of the interruption of training on muscle strength and maximum aerobic speed in football players, journal of sport science technology and physical activities, vol 17 (2020) ISSN : 1112-4032, p 17-27.

Duffy JF., Kronauer DJ., Czeisler CA. (1996). Phase-shifting human circadian rhythms: influence of sleep timing, social contact and light exposure. J Physiol (London) 495 :289—97.

Guerrero-Morilla R. , Ramírez-Rodrigo J., Ruiz-Villaverde G., Sánchez-Caravaca MA., Pérez-Moreno BA., Villaverde-Gutiérrez C.(2013).Endocrine-metabolic adjustments during Ramadan fasting in young athletes, Arch Latinoam Nutr 63(1):14-20. Guerra ZF<sup>1</sup>, Peçanha T, Moreira DN, Silva LP, Laterza MC, Nakamura FY, Lima JR.(2013). Effects of load and type of physical training on resting and post-exercise cardiac autonomic control, Clin Physiol Funct Imaging. 34(2):114-20. doi: 10.1111/cpf.12072. Güvenç A. (2011). Effects of ramadan fasting on body composition, aerobic performance and lactate, heart rate and perceptual responses in young soccer players. Pubmed, 29:79-91. doi: 10.2478/v10078-011-0042-9.

Halsen SL, Jeukendrup AE. (2004) Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. Sports Med ; 34 : 967-981

Houar A. Bengoua A. <sup>2</sup>, Zerf M. <sup>3</sup>(2020). Determination of the levels of normative criteria for the evaluation of the physical and technical parameters of U17 footballers according to their playing compartments, Journal of Sport Science Technology and Physical Activities.Vol : 17 / N°:1.

Iellamo F, Legramante JM, Pigozzi F, Spataro A, Norbiato G, Lucini D, Pagani M. (2002) Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. 105 : 2719-2724.

Joseand A.D Collison D. (1970). Thenormal rangeand determinants of the intrinsic heart rate in man. Cardiovasc Res, 4(2) :160–167.

Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Nissila J, Virtanen P, Karjalainen J, Tulppo MP. (2010) Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women. Med Sci Sports Exerc 42 : 1355-1363

Mahdad Azzouz D. (2011). Dynamique De La Charge D'entraînement Au Cours D'un Macrocycle (semi – Annuel) Chez Des Judokas Féminins Juniors/ Seniors. Journal of Sport Science Technology and Physical Activities, vol 8, Numéro 8, 24-32.

Maughan RJ, Bartagi Z, Dvorak J, Zerguini Y. (2014). Dietary intake and body composition of football players during the holy month of Ramadan. *Anatolian journal of cardiology*. (5):413-6. doi: 10.5152/akd.2014.5108.

Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, Costes F, Busso T, Lacour JR, Barthelemy JC. (2000) Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med Sci Sports* 32 : 1729-1736.

Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. (2012) Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training ? A case comparison. *Eur J Appl Physiol* 112 : 3729-3741

Ram B. Singha, \*, Germaine Corné lissenb, Andi Weydahlc, Othild Schwartzkopffb, George Katinasb, Kuniaki Otsukab, Yoshihiko Watanabed, Shoki Yanoef, Hideki Morif, Yuhei Ichimarug, Gen Mitsutakeh, Daniel Pellai, Lu Fanghongj, Ziyang Zhaoj, Reema S. Raoa, Anna Gvozdkakovak, Franz Halbergb (2003). Circadian heart rate and blood pressure variability considered for research and patient care, *International Journal of Cardiology* 87 9–28.

Shephard RJ<sup>1</sup>. (2013). Ramadan and sport: minimizing effects upon the observant athlete, *Sports Med*. 43(12):1217-41. doi: 10.1007/s40279-013-0080-7.

Singer D H, Martin G J, Magid N, Weiss JS, Schaad J W, Kehoe R, Zheutlin T, Fintel D J, Hsieh A M, and Lesch M. (1988). Low heart rate variability and sudden cardiac death. *J Electrocardiol*, 21 Suppl : S46–55.

Taileb S. ; Saidaissa K. (2019). Impacte de l'exercice aérobie combiné au jeûne du ramadhan sur quelques indices physiologiques et biologiques liés à la santé chez les nageurs, *Journal of Sport Science Technology and Physical Activities* Vol :16 / N° 2 P80/94.

Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. (1996). Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use, *Circulation*, 93, 1043-1065.

Touitou Y. (2016). The circadian system in man : From the internal clock to melatonin secretion. *Sciences direct, Elsevier Masson*. p 4. <http://dx.doi.org>.

Vesterinen V, Hakkinen K, Hynynen E, Mikkola J, Hokka L, Nummela A. (2011) Heart rate variability in prediction of individual adaptation to endurance training in recreational endurance runners. *Scand J Med Sci Sports*.