

## Effets de l'entraînement intermittent & Interval Training et la Méthode-HIIT «Sintesi» sur RSA en football.

Silarbi Charef<sup>1</sup>, Benrabeh Kheiredine<sup>2</sup>, Benaadja Mohamed<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centre Universitaire Tissemsilt, Email: [silarbic@yahoo.fr](mailto:silarbic@yahoo.fr);

<sup>2</sup>Centre Universitaire Tissemsilt, Email: [kheiredine9@live.fr](mailto:kheiredine9@live.fr) ;

<sup>3</sup>Centre Universitaire Tissemsilt, Email: [bennadjam067@gmail.com](mailto:bennadjam067@gmail.com) .

Reçu le:14/08/2019

Accepté le:20/11/2019

Publié le:19/12/2019

### Résumé:

L'objectif de cette étude était de comparer les effets de deux modalités de travail intermittent et d'interval training sur la Vitesse Maximale Aérobie (VMA), la détente verticale et la capacité à répéter des sprints chez des Vingt joueurs de football âgés de 18 ans cette étude.

ce qui nous permettait de comparer les résultats obtenus entre les deux tests avant et après entraînement. Après quatre semaines d'entraînement, il apparaît que les progrès sont significatifs au niveau de la VMA, la détente verticale et la capacité à répéter des sprinte dans le pré-test et post-test intra-groupe Cependant il apparaît que les progrès sont plus significatifs au niveau de la VMA, la détente verticale et la capacité à répéter des sprinte dans inter-groupe.

**Mots clés: Football, intermittent, Interval Training, Méthode-HIIT «Sintesi».**

**المخلص:** تهدف هذه الدراسة إلى المقارنة بين تأثير نوعين من العمل بالتدريب الفترتي على بعض المتغيرات البدنية السرعة الهوائية القصوى، القوة الانفجارية والقدرة على إعادة السرعة عند لاعبي كرة القدم أقل من 19 سنة ، تم تقسيم عينة الدراسة 20 لاعب إلى ثلاثة مجموعات وكل مجموعة تتدرب بإحدى أنواع التدريب الفترتي المقترحة وبعد الإنتهاء من تنفيذ البرنامج المسطر قمنا بإجراء قياس بعدي لكافة الاختبارات المقترحة سابقا وبعد مقارنة النتائج اتضح لنا أنه توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والبعدي لجميع مجموعات البحث في مختلف الاختبارات المقترحة.

كلمات مفتاحية: كرة القدم، التدريب الفترتي القصير،التدريب الفترتي عالي الشدة ، القدرة على إعادة السرعة.

**Auteur correspondant:** Silarbi Charef, **Email:** [silarbic@yahoo.fr](mailto:silarbic@yahoo.fr)

## **1. Introduction:**

Le football est un sport qui combine des techniques spécifiques (dribble, coups de pied, changement de direction) avec des périodes intermittentes intense, de course et de marche (Bangsbo J, 1992) . Les études d'analyse de match ont également démontré que le football nécessite à produire à plusieurs reprises des actions maximales ou quasi maximales de courte durée avec une bref période de récupération (Spencer M, 2005) ; (Withers RT, 1982). Pour ces raisons, l'entraînement de football devrait généralement inclure des exercices visant à améliorer à la fois la capacité aérobie et la capacité à répété des sprints (RSA). Une aptitude aérobie élevée a pour objectif d'aider à la récupération pendant l'exercice intermittent de haute intensité, typique de la performance de football et de l'entraînement (Reilly, 1997). Les exercices intermittents constitueraient une méthodologie de l'entraînement très proche de l'activité du joueur enregistrée au cours d'un match (Bangsbo, 2003). Ils servent à alterner des temps de travail et des temps de récupération actifs ou passifs afin d'optimiser la vitesse maximale aérobie (VMA) d'un athlète. Ce type d'exercice permet de travailler plus longtemps qu'un travail continu à une même intensité (Fox, 1977), tout en limitant l'accumulation de lactate (Gaitanos, 1993), car une partie est métabolisée lors des temps de récupération (Balsom, 1995). Les qualités d'endurance, de vitesse et de coordination pourront être développées simultanément en fonction du choix des différentes caractéristiques de ces exercices intermittents tels que la densité de la charge, la nature de la récupération et le choix de la forme d'exercice. Plus exactement, ces efforts agissent dans l'optimisation et le maintien du VO<sub>2</sub>max (Billat, 2002) ; (Dupont, 2003), dans le développement des enzymes oxydatives (Parolin, 1999). De même pour le développement du temps de réaction (Lemmink, 2005) ces exercices sont utiles car ils ont une action sur la composante périphérique (Thompson, 1999). Ils permettent aussi une sollicitation mixte des filières énergétiques aérobie (Gaitanos G. W., 1993) et anaérobie

(Bangsbo., (2007). Une étude de (Helgerud J, 2001) a également montré que l'entraînement par intervalles de haute intensité est une stratégie d'entraînement efficace pour améliorer l'aptitude aérobie des joueurs de football sans aucun effet négatif sur la force, la puissance ou la performance de sprint. Ces résultats ont été confirmés par (Impellizzeri FM, 2006) et (McMillan K, 2005), qui ont montré que l'entraînement aérobie par intervalle a utilisé des exercices spécifiques ou générales, est tout aussi efficace pour améliorer l'aptitude aérobie et l'endurance spécifique au football. Les exercices basés sur la capacité à répéter des sprints (RSA) sont caractérisés par plusieurs sprints entrecoupés de courtes périodes de récupération. Un tel exercice entraîne des réponses métaboliques similaires à celles qui se produisent lors des compétitions réelles. Comme une diminution du pH musculaire, de la phosphocréatine et de l'ATP, l'activation de la glycolyse anaérobie et une implication significative du métabolisme aérobie (Rampinini E, 2007); (Spencer M, 2005); (Wragg CB, 2000). Pour cette raison on remarque l'augmentation de l'utilisation des exercices de RSA pour l'entraînement et les tests sur l'équipe et les athlètes. Diverses études ont montré que l'entraînement par des sprints consistant en des efforts à court terme maximaux ou quasi-maximaux (5 à 30 secondes) peut améliorer la capacité de répéter plusieurs séries d'exercices anaérobies (Burgomaster KA, 2005); (Dawson B, 1998); (MacDougall JD, 1998); (Mohr M, 2003); (Ortenblad N, 2000). La capacité de répétition de sprints dépendrait essentiellement des facteurs métaboliques et des facteurs nerveux. Parmi les facteurs métaboliques, la capacité de resynthèse de la phosphocréatine (PCr), via la "filière" aérobie, semble déterminante : la PCr ne serait pas resynthétisée en absence d'oxygène (Harris, 1976). Ainsi, la consommation maximale d'oxygène (VO<sub>2</sub> max) serait ainsi un facteur limitant au RSA (Jones, 2013); (McGawley, 2014) bien que quelques études semblent montrer le contraire. Un autre facteur limitant est lié au métabolisme anaérobie lactique : (Dardouri, 2014) ont mis en évidence une corrélation entre la production de lactate et la RSA. Plus

la capacité de production de lactate est grande, plus grande serait la capacité de répéter des sprints en maintenant leur vitesse élevée. En outre, l'entraînement au sprint peut également être efficace pour améliorer la VO<sub>2</sub>max et l'activité enzymatique aérobie (Burgomaster, 2005); (Dawson, 1998); (Harmer, 2000); (Linossier, 1997); (MacDougall, 1998); (Parra J, 2000); (Rodas G, 2000). Une étude récente (Rampinini, 2007), a établi la validité d'un test de navette RSA (six sprints navettes de 40 m entrecoupées de 20 s de récupération) en démontrant une relation modérée entre le temps total pour compléter le test RSA et la distance de course à haute intensité pendant un match de football. En effet, ces auteurs ont montré une corrélation significative entre les performances de ce test RSA et la distance de course de sprint ou de haute intensité couverte lors des matches officiels de footballeurs professionnels.

Ces corrélations significatives confirment que lors de ce test RSA, les capacités physiques lors des phases de haute intensité sont impliquées même dans un match. En outre, comme ce test comprenait des sprints de navette et des contractions musculaires nécessaires pour décélérer et réaccélérer la masse corporelle peut potentiellement être, bénéfique pour améliorer la puissance musculaire et la capacité de changer de direction (Lakomy J, 2004). Par conséquent, le protocole de test RSA utilisé par Rampinini (Rampinini, 2007) pourrait être considéré comme un exercice d'entraînement approprié pour les joueurs de football. À la connaissance des auteurs, aucune étude n'a comparé les effets de l'entraînement par intervalles aérobie de haute intensité et de l'entraînement basé sur le RSA dans le football. Par conséquent, le but de cette étude était de comparer les changements induits par ces deux modalités d'entraînement sur la puissance aérobie, l'endurance spécifique en football, le sprint et la capacité de saut, et le RSA.

Nous avons émis l'hypothèse que par rapport à l'entraînement par intervalles aérobie, l'entraînement par RSA induirait des changements positifs similaires dans la VO<sub>2</sub>max et l'endurance spécifique au

*Effets de l'entraînement intermittent & Interval Training et la Méthode-HIIT «Sintesi» sur RSA en football*

---

football mais des améliorations plus importantes en saut, sprint et RSA.

## **2. Matériel et méthodes**

Trente-Trois volontaires masculins ont participé à cette étude. Leurs valeurs moyennes de taille, âge et poids sont respectivement de 172,3±3,4 cm, 20,7±1,3 ans, 69,3±3,7 kg. Tous les sujets ont été informés de la nature et du déroulement du protocole expérimental avant de donner leur consentement éclairé. Ils ont été répartis en trois groupes égaux et homogènes en fonction de leurs VMA. Chaque groupe a été soumis à un programme d'entraînement intermittent EI Tabata, entraînement HIIT forme Sintessi HIIT et entraînement par interval IT.

**Table N°1. Caractéristiques anthropométriques des groupes de recherches.**

	<b>Age (ans)</b>	<b>Taille (cm)</b>	<b>Masse corporelle (kg)</b>
<b>Groupe 01 EI Tabata</b>	18.53±2.3	173.49±1.45	66.23±1.2
<b>Groupe 02 HIIT Sintessi</b>	18.40±1.87	172.84±1.71	65.45±1.42
<b>Groupe 03 IT</b>	18.22±2.1	173.27±2.0	64.92±2.4

### **2.1. Protocole**

Tous les sujets ont été évalués avant et après la période d'entraînement en exécutant des tests sur terrain.

#### **2.2.1. Le Test de VAMEVAL**

Le VAMEVAL est un test maximal à incrémentation progressive validé par l'université de Montréal (Cazorla et Léger, 1993). Il débute

à une allure de 8 km.h-1 avec une augmentation de l'allure imposée de l'ordre de 0.5 km h-1 chaque minute, jusqu'à l'épuisement du sujet. Les sujets devaient, grâce à des signaux auditifs, ajuster leurs intensités de course au niveau de plots situés tous les 20 m autour de la piste circulaire de 200 m. Ce test permet d'estimer la  $vVO_2max$  et la FC max des sujets. Le test s'arrête lorsque le sujet ne se situe plus deux fois consécutivement aux plots lors des signaux auditifs (coups de sifflets). La  $vVO_2max$  correspond à la vitesse atteinte lors de l'arrêt à un palier ou une proportion de palier donnée.

### **2.2.2. RSA Test**

(Bishop, 2002) définit la résistance à la vitesse (RSA) comme l'aptitude à sprinter, récupérer, sprinter à nouveau. Cette séquence (sprint, récupération, sprint) pouvant être reproduite une ou plusieurs fois. Il propose un test pour mesurer la RSA : 5 sprints de 6 s avec 24 s de récupération. Le test sur ergo-cycle est bien corrélé avec la course maximale répéter 7 fois de 15 mètres sur piste mieux qu'une course de 10 mètres ou 5 m (Bishop D, 2011). Le test de 7 fois 15 mètres de sprint répéter est donc retenue et l'indice de fatigue est égale au (meilleure temps-mauvais temps)  $\times 100$  (Glaister M, 2007).

### **2.2.2. Tests de détente**

Le Myotest est un nouvel appareil qui permet de mesurer en cinq minutes le niveau de performance musculaire d'un athlète en calculant la puissance, la force et la vitesse d'un geste sportif selon le principe de l'accélérométrie.

#### **Le Squat Jump (SJ)**

Mesure la détente "sèche", il est non pliométrique et sans étirement. Le sujet part de la position haute, au premier bip il descend en position semi-fléchie à 90°, maintien cette position. Au deuxième bip il effectue une extension complète maximale vers le haut, et ce cycle est répéter 5 fois.

#### **Le Contremouvement Jump (CMJ)**

Mesure la détente pliométrique avec étirement (intervention de l'élasticité musculaire). Le sujet part de la position haute, en écoutant

le bip il descend en position semi-fléchiée à 90° puis effectue immédiatement une extension complète et maximale vers le haut, ce cycle est répété 5 fois.

### **Test de 20 mètres de sprint :**

Un chronomètre est placé à l'arrivée pour enregistrer le temps final. Le sujet se place au départ en position de steep, il effectue 3 essais intercalés par une période de récupération de 5 minutes. Ce test mesure la vitesse linéaire des sujets.

### **2.3. Protocole d'entraînement**

La période d'entraînement dure six semaines à raison de six séances hebdomadaires. Les séances d'entraînement sont réalisées sur terrain et l'intensité était contrôlée en fonction du temps et de la distance parcourue. Les sujets ont été répartis en trois groupes soumis à différents programmes d'entraînement (EI Tabata, HIIT Sintesi, IT)

- groupe EI Tabata:

Les sujets se sont entraînés en utilisant un travail intermittent. Il consiste à courir pendant 20 secondes à une intensité de 170% de la VO<sub>2</sub>max intercalées par des périodes de récupération d'une 10 secondes et a été répétée 6-7 fois jusqu'à l'épuisement Tabata et al, 1997.

- le groupe HIIT Sintesi

Le groupe HIIT a suivi la méthode de Proietti, 2002 consistait en 6 sprints maximum de 20m avec changement de direction puis une récupération de 20sec (par exemple, jogging à la ligne de départ) suivi d'une course de 3min sur 20-40-60-80-100m à 90-95% de la fréquence cardiaque maximale pour 4 séries consécutives avec récupération 20sec entre les séries.

- le groupe IT

Pour E IT, l'entraînement aérobie par intervalles de haute intensité consistait à courir 4 séries de 4min en course continue à 90-95% FCm et avec 3min de récupération active de 60 à 70% de HRmax., selon le protocole de (Helgerud J, 2001).

### **3. Statistique**

L'analyse des données est réalisée au moyen du logiciel SPSS pour Windows (version 20). Les moyennes et écarts types sont calculés pour l'ensemble des variables mesurées. Une analyses de variances (ANOVA), le Test de Student (T) et le Coefficient de corrélation (R) est utilisée pour déterminer les évolutions statistiquement significatives des valeurs des variables lors des tests réalisés. Le seuil de signification est fixé à 0.01 pour l'ensemble des traitements.

#### 4. Résultats

Avant l'entraînement, il n'y avait aucune différence significative dans les paramètres mesurés entre les trois groupes. En revanche, à l'issue de l'entraînement, une augmentation significative de la MAS est observée chez les trois groupes entraînés ( $p < 0,001$ )

**Table N°2. Résultats du test de détente verticale et de la vitesse sur 20 M.**

	Les groupes					
	EI Tabata		HIIT Sintessi		IT	
	Pré test	Post test	Pré test	Post test	Pré test	Post test
SJ (CM)	32,4±1,6	32,5±2,0*	32,1±1,8	33,0±2,0 *	32,3±1,2	32,2±2,1
CMJ (CM)	35,7±2,3	35,6±2,0*	35,4±2,2	36,1±1,9 *	35,8±1,7	35,8±2,0
Tests de 20m	3,3±0,1	2,8±0,2*	3,2±0,3	2,7±0,2*	3,2±0,2	3,2±0,2

SJ le tableau N°2 indique la hauteur du saut vertical, le squat jump (SJ) dans chaque groupe avant et après l'intervention de 6 semaines d'entraînement. Les groupe EI Tabata et HIIT « Sintessi » ont démontrés une hauteur de saut vertical significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée après l'intervention, mais qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe IT (pré vs post,  $p > 0,05$ ).

CMJ Le tableau N° 2 nous montre la hauteur du saut vertical avec dans ce cas une flexion préalable à l'extension qui s'effectue, les

***Effets de l'entraînement intermittent & Interval Training et la Méthode-HIIT «Sintesi» sur RSA en football***

mesures du contremouvement (CMJ) ont été prises dans chaque groupe avant et après l'intervention. Le groupe EI Tabata et HIIT sintissi ont démontrés une hauteur de saut vertical significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée après l'intervention, mais qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe EI Tabata et IT (pré vs post,  $p > 0,05$ ).

Vitesse 20 M Le tableau N° 2 nous montre la hauteur du saut vertical avec dans ce cas une flexion préalable à l'extension qui s'effectue, les mesures du contremouvement (CMJ) ont été prises dans chaque groupe avant et après l'intervention. Le groupe EI Tabata et HIIT sintissi ont démontrés une hauteur de saut vertical significativement ( $p < 0,05$ ) plus élevée après l'intervention, mais qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe EI Tabata et IT (pré vs post,  $p > 0,05$ ).

**Table N°3. Résultats du test de vitesse maximal et la capacité à répéter des sprints.**

	Les groupes					
	EI Tabata		HIIT Sintessi		IT	
	Pré test	Post test	Pré test	Post test	Pré test	Post test
<b>Vma</b>	<b>14,1±1,6</b>	<b>15,5±2,0*</b>	<b>14,31±1,8</b>	<b>16,0±2,0 *</b>	<b>14,3±1,2</b>	<b>15,2±2,1*</b>
<b>RSA</b>	<b>5,7±2,3</b>	<b>5,0±2,0*</b>	<b>5,74±2,2</b>	<b>5,1±1,9 *</b>	<b>5,8±1,7</b>	<b>5,5±2,0 *</b>

Le tableau N° 3 montre les résultats du test effectué avant (A) et après l'intervention des 6 semaines. Le résultat obtenu lors du premier test (pré) des sprints répétés indique que les deux groupes sont égaux et que leurs évolutions sont très similaires au cours de l'exécution des 6 sprints (aucune différence significative intra et inter groupe). Les résultats obtenus lors du deuxième test (post) des sprints répétés exécutés après 6 semaines d'entraînement indiquent que le groupe intermittent Tabata et HIIT sintissi ont améliorés ses performances

(pré vs post,  $p < 0,05$ ), mais qu'aucune différence significative n'a été observée pour le groupe IT (pré vs post,  $p > 0,05$ ).

## **5. Discussion :**

L'objectif principal de cette étude était de comparer les effets de 6 semaines d'entraînement par intervalles de type HIIT forme sintessi , HIT et l'intermittent Tabata sur la VMA, RSA et la détente et la vitesse sur 20M. Tout d'abord, les résultats de notre étude nous ont permis d'observer ce qui était déjà répertorié dans la littérature scientifique, soit que les athlètes de cette étude montrent que l'entraînement augmente la VMA, Les gains importants et significatifs dans le groupe HIIT forme sintessi , HIT et l'intermittent Tabata entre la situation de départ et la situation finale ont montrés une différence significative à ( $p < 0,05$ ). La méthode intermittent et interval training agissent dans l'optimisation et le maintien du VO<sub>2</sub>max (Billat, 2002) ; (Dupont, 2003), dans le développement des enzymes oxydatives (Parolin et al, 1999). De même pour le développement du temps de réaction (Lemmink, 2005) ces exercices sont utiles car ils ont une action sur la composante périphérique (Thompson, 1999). Un entraînement à intensité sous maximale recrute majoritairement des fibres oxydatives inversement, un entraînement supra maximal tend à solliciter davantage de fibres glycolytiques qui présentent une vitesse et une amplitude de contraction plus importante permettant au groupe I court de conserver ces qualités anaérobies .Se phénomène s'explique par l'étude de l'influe nerveux ; on sait, suite aux études de Henneman (1965) et de Pette (1980) que la vitesse de conduction de l'influx nerveux parcourant une unité motrice. Comme nous le montrent les résultats une différence non significative ( $P < 0,05$ ) pour les tests pré et post entraînement intergroupe et intragroupe est à noter pour le test de détente verticale en SJ, CMJ et 20M pour le groupe HIT. Cependant une différence significative est visible pour le test SJ, CMJ et le 20M ( $P < 0,05$ ) intergroupe et intragroupe pour le groupe HIIT forme sintessi et l'intermittent Tabata. Nous pouvons déduire que la méthode d'entrainement intermittent L'intermittent supra maximal

## *Effets de l'entraînement intermittent & Interval Training et la Méthode-HIIT «Sintesi» sur RSA en football*

---

maximalise la distance ou le temps du travail à des hautes intensités. Se qui crée alors des adaptations neuromusculaires accrues par un mécanisme de stockage-restitution de l'énergie élastique améliorée lors des cycles étirement-raccourcissement affectant l'économie de course mais aussi les qualités de anaérobies. Nous observons donc que la différence obtenue reflète en grande partie la part de l'augmentation de la raideur. (Kubo, 2007) observent également que l'augmentation de la raideur neuromusculaire permet d'améliorer significativement les performances de type explosives. En plus de l'amélioration neuromusculaire et les qualités aérobies on trouve que l'entraînement intermittent Court à intensité supra maximale est le plus adapté pour améliorer la VO<sub>2</sub>max et les qualités anaérobies. Le repeat sprint ability (RSA) est un facteur déterminant de la performance pour le football puisque avec la méthode intermittente supra maximale (répétition des sprint) il ya eu amélioration de la VO<sub>2</sub>max , des qualités anaérobies et également une diminution de l'indice de fatigue ce qui convient avec les études de Aziz,A ,R, et all 2007 et Meckey et all 2008 qui ont montré que la VO<sub>2</sub>max n'est pas corrélé avec le meilleure temps en RSA de 6×40m ou 12×20m mais elle est corrélée de façon modérée avec la moyenne de temps des sprint en RSA . De plus à travers l'étude de Gaitanos et all 1994 un entraînement intermittent de type supra maximal s'appuie sur la fonctionnalité de la myoglobine et des réserves de phosphagènes mais après 6 à 8 min d'exercice, il y'a une sollicitation majoritaire de la glycolyse aérobie d'où on peut améliorer la VO<sub>2</sub>max avec du travail intermittent supra maximale.

### **6. Conclusion :**

Les Trois groupes expérimentaux ont développé la VO<sub>2</sub>max à travers 3 méthodes différentes ; en travaillant à intensité supra-maximale intermittent « Tabata » et HIIT « Sintesi » se qui a amélioré l'endurance la résistance à la vitesse et les qualités anaérobies, ou on

travaille a intensité sous-maximale HIT se qui a amélioré l'endurance accompagné d'une régression de la résistance à la vitesse et les qualités anaérobies .Si on l'applique en termes de préparation physique spécifique en football ces plus bénéfique de programmé des séances intermittentes avec intensité supra-maximale qui permettent de développer la force, l'explosivité mais aussi développer le potentiel aérobie .Dans notre étude, on retrouve l'endurance comme aptitude à répéter des efforts rapides et intenses tels que l'activité de football l'exige.

## **7. Référence :**

- 1- Bangsbo J, Lindquist F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int J Sports Med* 1992; 13: 125–132
- 2- Bangsbo J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 697–705
- 3- Bishop, D. & Castagna, C. (2002). La scienza Della Repeated Sprint Ability. *Teknosport*. 24: 3-9.
- 4- Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJ, Bradwell SN, Gibala MJ. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* 2005; 98: 1985–1990
- 5- Dawson B, Fitzsimons M, Green S, Goodman C, Carey M, Cole K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *Eur J Appl Physiol* 1998; 78: 163–169
- 6- Dardouri, W., Selmi, M.-A., Sassi, R.-H., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, M.-H. & Moalla W. (2014). Relationship between Repeated Sprint

- Performance and both Aerobic and Anaerobic Fitness. *J Hum Kinet.*40:139-48.
- 7- Harris R.-C., Edwards R.-H., Hultman E., Nordesjö L.-O., Ny Lind B., Sahlin K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *European journal of physiology.* 28; 367(2):137-42.
  - 8- Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, Snow RJ, Ruell PA, Booth J, Thompson MW, Mackay NA, Stathis CG, Cramer RM, Carey MF, Eager DM. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following spring training in humans. *J Appl Physiol* 2000; 89: 1793–1803
  - 9- Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1925–1931
  - 10-Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, Rampinini E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med* 2006; 27: 483–492
  - 11-Jones, R.-J. Cook, C.-. Kilduff, L.-P., Milanović, Z., James, N., Sporiš, G., Fiorentini, B., Fiorentini, F., Turner, A. & Vučković, G. (2013). Relationship between Repeated Sprint Ability and Aerobic Capacity in Professional Soccer Players. *The Scientific World Journal.* ID 952350.
  - 12-Lakomy J, Haydon DT. The effects of enforced, rapid deceleration on performance in a multiple sprint test. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 579–583

- 13-Linossier MT, Dormois D, Geysant A, Denis C. Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75: 491–498
- 14-MacDougall JD, Hicks AL, MacDonald JR, McKelvie RS, Green HJ, Smith KM. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *J Appl Physiol* 1998; 84: 2138–2142
- 15-McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med* 2005; 39: 273–277
- 16-Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci* 2003; 21: 519–528
- 17-McGawley, K. & Bishop, D.-J. (2014). Oxygen uptake during repeated-sprint exercise. *J Sci Med Sport.*: S1440-2440(14)00030-9.
- 18-Ortenblad N, Lunde PK, Levin K, Andersen JL, Pedersen PK. Enhanced sarcoplasmic reticulum Ca(2+) release following intermittent sprint training. *Am J Physiol* 2000; 279: R152–R160
- 19-Parra J, Cadefau JA, Rodas G, Amigo N, Cusso R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. *Acta Physiol Scand* 2000; 169: 157–165
- 20-Rampinini E, Bishop D, Marcora SM, Ferrari Bravo D, Sassi R, Impellizzeri FM. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-

- level professional soccer players. *Int J Sports Med* 2007; 28: 228–235
- 21-**Rodas G, Ventura JL, Cadefau JA, Cusso R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *Eur J Appl Physiol* 2000; 82: 480–486
- 22-**Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med* 2005; 35: 1025–1044
- 23-**Withers RT, Maricic Z, Wasilewski S, Kelly L. Match analyses of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud* 1982; 8: 159–176
- 24-**Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol* 2000; 83: 77–83
- 25-** Fox, E.L. & Mathews, D.K. (1977). *Interval Training*. Vigot Ed, Paris, France.
- 26-**Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H. & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol*, 75: 712-719.
- 27-**Balsom, P.D. (1995). High intensity intermittent exercise, performance and metabolic responses with very high intensity short duration work periods. Medicine thesis, Karolinska faculty, Stockholm, Sweden.
- 28-**Billat, V.L., Hamard, L. & Koralsztein, J.P. (2002). The influence of exercise duration at VO<sub>2</sub> maxes on the off-transient pulmonary oxygen uptake phase during high

- intensity running activity. *Arch Physiol Biochem*, 110(5): 383-92.
- 29--** Dupont, G. (2003). Brief intermittent exercises at high intensity: influence of the mode recovery on the exercise limit time and the time spent at high percentage of VO<sub>2</sub>max. Sport Sciences thesis. Lille 2 faculty.
- 30--** Parolin, M.L., Chesley, A., Matsos, M.P., Spriet, L.L., Jones, N.L. & Heigenhauser, G.J. (1999). Regulation of skeletal muscle glycogen phosphorylase and PDH during maximal intermittent exercise. *Am J Physiol*, 277(5 Pt 1): E890-900.
- 31--** Lemmink, K.A. & Visscher, C. (2005). Effect of intermittent exercise on multiple-choice reaction times of soccer players. *Percept Mot Skills*, 100(1): 85-95
- 32--** Thompson, D., Nicholas, C.W. & Williams, C. (1999). Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *J Sports Sci*, 17: 387-395.
- 33--** Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H. & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol*, 75: 712-719.
- 34--** Bangsbo, J. (2007). Aerobic and anaerobic training in soccer. Denmark: Stormtryk Bagsvaerd.
- 35--** Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. (2011) - Repeated-sprint ability, Recommendations for training. *Sports Med*. 41(9): 741-756.
- 36--** Glaister M, Stone MH, Stewart AM, Hughes M, Moir GL The reliability and validity of fatigue measures during short-duration maximal-intensity intermittent cycling.
- 37--** Dupont, G. (2003). Brief intermittent exercises at high

intensity: influence of the mode recovery on the exercise limit time and the time spent at high percentage of VO<sub>2</sub>max. Sport Sciences thesis. Lille 2 faculty.

**38--** Kubo, K. et al. (2007). Effects of plyometric and weight training on muscle-tendon complex and jump performance. Med Sci Sports.